Rio Negro, 30 de junio de 2025

Señores
Provincia de Rio Negro
Secretaría de Ambiente y Cambio Climático
Belgrano 448, Cipolletti
Provincia de Río Negro
República Argentina
Presente

At.: Lic. María Judith Jimenez
Ref.: Proyecto FLNG
Estudio de Impacto Ambiental Etapa 2 – Buque MK II

De nuestra mayor consideración:

Tenemos el agrado de dirigirnos a Uds. siguiendo lo indicado por esa Autoridad de Aplicación en la Nota NO-2025-00555008-GDERNE-SSCYF#SAYCC, a efectos de presentarles un (1) Estudio de Impacto Ambiental ("EIA") correspondiente a la ampliación del proyecto mencionado en la referencia ("Proyecto FLNG").

El alcance del presente EIA comprende:

- FLNG MKII. Nuevo buque FLNG con una capacidad de producción de 3,5 MTPA ubicado 3,5 km al norte del primero (FLNG Hilli Episeyo) y a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino.
- Gasoducto tramo submarino 2. Nuevo tramo submarino de gasoducto de 5 km que se proyecta desde la Terminal del tramo terrestre del gasoducto hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.
- SSY 2. Nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.

La Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM contempla, además, la ampliación de la Planta Compresora para garantizar la presión requerida de ingreso para ambas FLNGs en simultáneo; aunque cabe mencionar que dicha ampliación de la Planta Compresora **se encuentra fuera del alcance del presente EIA** y será presentada como Adenda a la DIA otorgada mediante RESOL-2025-247-E-GDERNE-SAYCC#SGG en el Expediente N° 157712-SEYA-2024, todo ello siguiendo lo indicado por la Autoridad de Aplicación en la Nota NO-2025-00555008-GDERNE-SSCYF#SAYCC precedentemente citada.

En la fecha se realiza la entrega de una copia en formato digital y se remite asimismo por mesa de entradas una copia impresa, debidamente firmada, de la versión final del EIA.

SOUTHERN ENERGY S.A. es el proponente de esta Etapa 2 del Proyecto FLNG y a continuación, se detallan los datos de la empresa:

- **Apoderado**: Marcelo Horacio Bombicini
- **CUIT**: 30-71858062-1
- **Domicilio real/legal**: Av. Leandro N. Alem 1180, 9º piso, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- **Teléfonos**: +54 11 4705 7338 / +54 11 4310 4118
- **Correos electrónicos**: pglezer@pan-energy.com/mbombicini@pan-energy.com

El EIA fue elaborado por la misma consultora SERMAN & ASOCIADOS S.A. a cargo de todo el Proyecto FLNG, la cual se encuentra inscripta en el Registro Nacional de Consultores en Evaluación Ambiental con el Certificado N° 29 y en el Registro Provincial de Consultores Ambientales de la Provincia de Río Negro bajo el Registro N° 99. A continuación, se proporcionan los datos de la consultora:

- **CUIT**: 30-64459264-9
- **Domicilio legal**: Río Limay 1535, Viedma, Provincia de Río Negro
- **Domicilio real**: Pico 1641, 7º D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- **Teléfono**: +54 11 4703 2420
- **Correo electrónico**: pmangone@serman.com.ar

Paralelamente estamos abonando la tasa correspondiente prevista para esta presentación.

Sin otro particular, y quedando a su disposición para cualquier consulta o requerimiento adicional que estimen corresponder, saludamos a Uds. muy atentamente.

Marcelo H. Bombicini
DNI 17.634.759
Apoderado

Rio Negro, 10 de julio de 2025

Señores
Provincia de Rio Negro
Secretaría de Ambiente y Cambio Climático
Belgrano 448, Cipolletti
Provincia de Río Negro
República Argentina
Presente

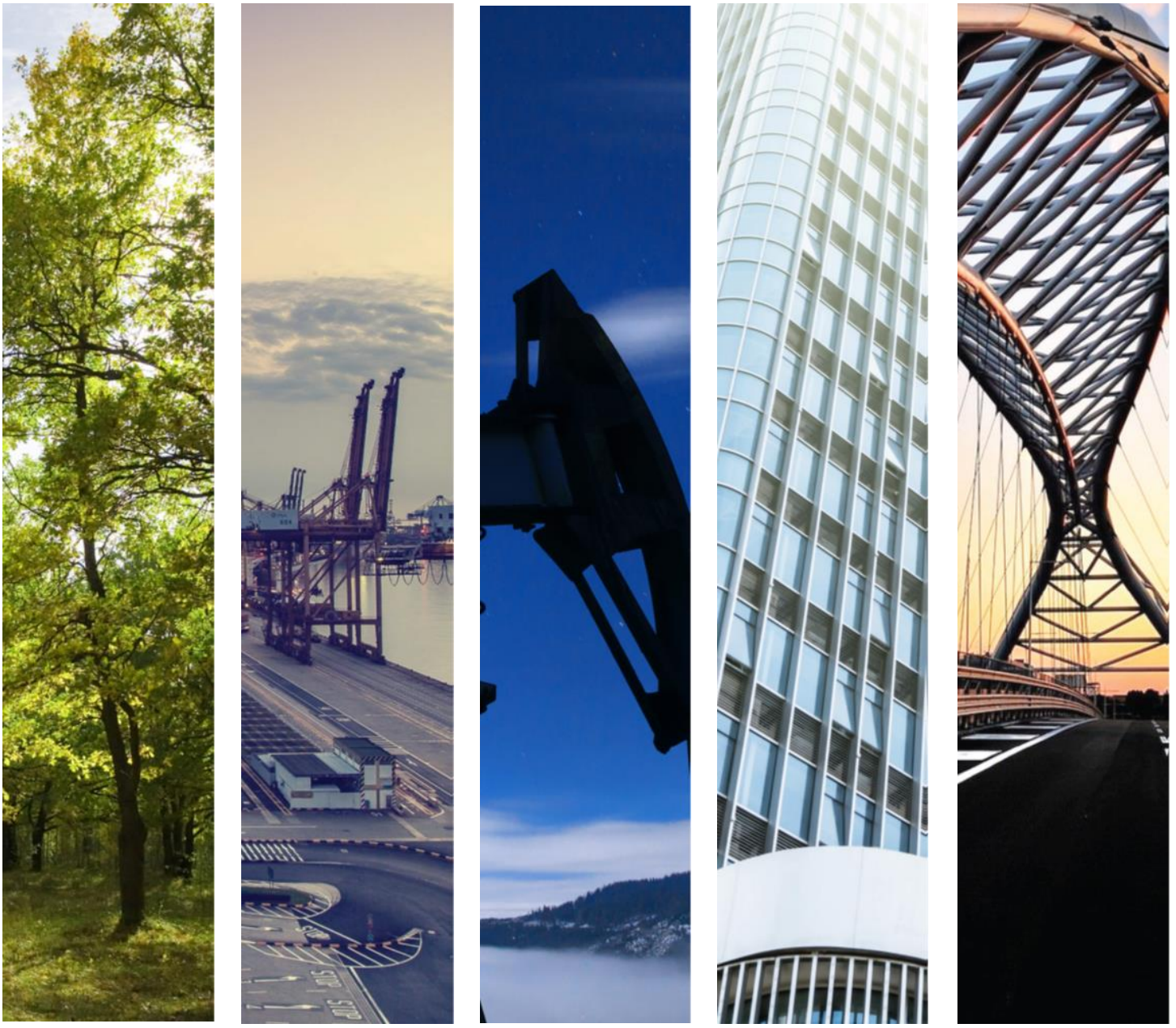
At.: **Lic. María Judith Jimenez**
Ref.: **Proyecto FLNG**
Estudio de Impacto Ambiental Etapa 2 – Buque MK II

De nuestra mayor consideración:

Tenemos el agrado de dirigirnos a Uds. siguiendo con nuestra nota de fecha 30.06.2025, a efectos de presentarles los capítulos 6 al 8 del Estudio de Impacto Ambiental ("EIA") correspondiente a la ampliación del proyecto mencionado en la referencia que resultaron omitidos en la presentación original, junto a sus anexos.

Sin otro particular, y quedando a su disposición para cualquier consulta o requerimiento adicional que estimen corresponder, saludamos a Uds. muy atentamente.

Marcelo H. Bombicini
DNI 17.634.759
Apoderado



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 1: Presentación
Anexo 1-1: Registro Nacional

Junio 2025

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

Certificado - Redacción libre

Número: CE-2023-80693444-APN-DEIAYARA#MAD

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Miércoles 12 de Julio de 2023

Referencia: SERMAN & ASOCIADOS S. A.- REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES EN EVALUACIÓN AMBIENTAL

Certifico que SERMAN & ASOCIADOS S. A., CUIT Nº 30-64459264-9,
mediante EX-2019-47982797- -APN-DIAEE#SGP
ha sido inscripta como Firma Consultora en el RNCEA,
bajo el Certificado Nº 29.

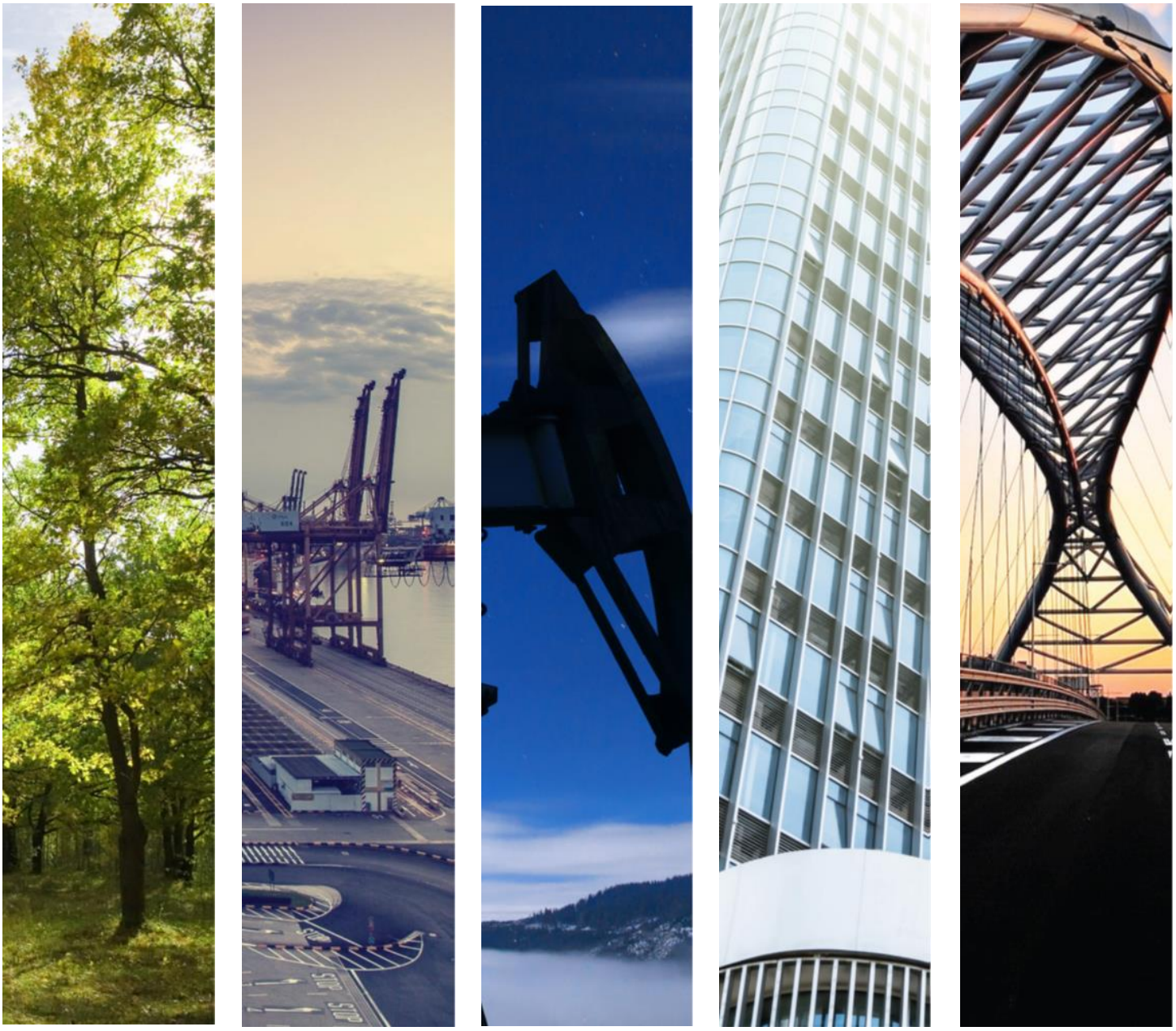
Vigencia renovación: 12/07/2023 hasta 12/07/2025

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.07.12 18:12:46 -03:00

Viviana Graiño
Directora
Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental Y Análisis de Riesgo Ambiental
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.07.12 18:13:00 -03:00

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 1: Presentación
Anexo 1-2: Registro Provincial

Junio 2025

Provincia de Río Negro
"2024 - 40 años del Tratado de Paz y Amistad entre Argentina y Chile"

Resolución

Número: RESOL-2024-525-E-GDERNE-SAYCC#SGG

GENERAL FERNANDEZ ORO, RIO NEGRO
Martes 3 de Septiembre de 2024

Referencia: EX-2023-00234155- -GDERNE-ME#SAYCC - 99 Serman y Asociados SA

VISTO: el Expediente electrónico EX-2023-00234155--GDERNE-ME#SAYCC, la Ley M Nº 3266, la Resolución Nº 028/COD/04, y;

CONSIDERANDO:

Que, este Organismo es Autoridad de Aplicación de la problemática ambiental dentro de la jurisdicción de la Provincia de Río Negro;

Que, la Resolución Nº 028/04 establece los requisitos necesarios para la inscripción y reinscripción en el Registro Provincial de Consultores Ambientales;

Que, se recibe en el ámbito de ésta Secretaría, la solicitud de reinscripción como Consultora Ambiental de Serman & Asociados S.A., CUIT Nº 30-64459264-9;

Que, adjunta la documentación legal requerida y comprobante de pago de tasa vigente de conformidad con la verificación obrante en las actuaciones;

Que, en cumplimiento de lo prescripto por el Artículo 36 de la Ley A Nº 2938 y Resolución Nº 203/COD/2010, constituye domicilio legal en el radio urbano del organismo en calle Río Limay Nº 1535 de la ciudad de Viedma, Río Negro;

Que, ha intervenido la Asesoría Legal del organismo de acuerdo a sus competencias, y no corresponde la intervención de Fiscalía de Estado de la Provincia de Río Negro de conformidad con la Vista Nº 00582-24;

Que, analizada la documentación referida, se constata que la interesada ha cumplimentado los recaudos legales exigidos, encontrándose habilitada conforme a derecho para ser reinscripta en el Registro Provincial de Consultores Ambientales;

Que, la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático es competente para el dictado de la presente en función de la Ley de Ministerios Nº 5683, la Ley M Nº 3266, y el Decreto Nº 111 del año 2024;

Por ello:

LA SECRETARIA DE AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO

R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1º.- Reinscribir a Serman & Asociados S.A., CUIT Nº 30-64459264-9, en el Registro Provincial de Consultores Ambientales de la Provincia de Río Negro, manteniendo el número de Registro 99, conforme los fundamentos expuestos en los considerandos precedentes.-

ARTÍCULO 2º.- Tomar conocimiento del domicilio legal constituido en calle Río Limay Nº 1535 de la ciudad de Viedma, Río Negro.-

ARTÍCULO 3º.- Dar por abonada la tasa vigente conforme la certificación obrante en las actuaciones.-

ARTÍCULO 4º.- La presente autorización tiene vigencia anual a partir de la fecha de notificación de la presente, vencida la cual deberá presentarse la solicitud de renovación, con las respectivas Declaraciones Juradas y documentación conforme legislación vigente, bajo apercibimiento de ley.-

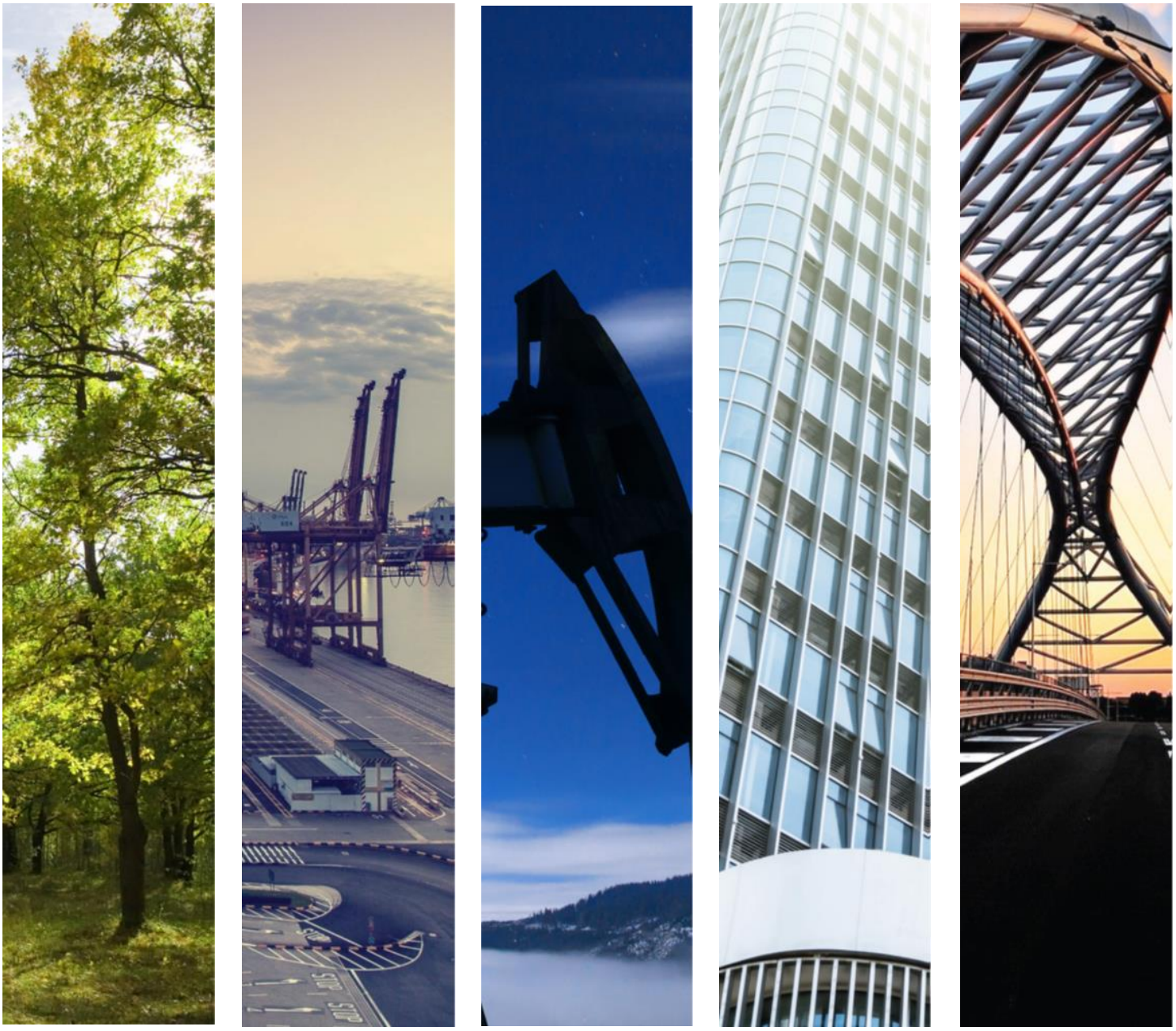
ARTÍCULO 5º.- Comunicar, notificar a la parte interesada, cumplido archivar.-

Digitally signed by JIMENEZ Maria Judith
Date: 2024.09.03 08:52:13 ART
Location: Provincia de Rio Negro

Maria Judith Jimenez
Secretaria
Secretaría de Ambiente y Cambio Climático
Secretaría de Estado de Energía y Ambiente

Digitally signed by GDE RIO NEGRO
DN: cn=GDE RIO NEGRO, c=AR, o=MINISTERIO DE GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE RIO NEGRO, ou=SECRETARIA DE LA MODERNIZACION E INNOVACION TECNOLOGICA DE RN, serialNumber=CUIT 30711731721
Date: 2024.09.03 08:52:03 -03'00'

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 1: Presentación

Junio 2025

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN 3
2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO 6
3. OBJETIVO, ALCANCE Y MARCO NORMATIVO DEL ESTUDIO 7
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO 8
5. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO 9
6. DATOS DEL PROPONENTE DEL PROYECTO 10
7. DATOS DE LA CONSULTORA A CARGO DEL ESTUDIO 10
8. ANEXOS 11

1. PRESENTACIÓN

El Proyecto FLNG en el Golfo San Matías (Proyecto FLNG GSM) es un proyecto de la empresa SOUTHERN ENERGY S.A. que consiste, en una primera instancia, en la instalación de una Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG Hilli Episeyo) en el Golfo San Matías para la producción de gas natural licuado (GNL) con una capacidad nominal de 2,4 MTPA (millones de toneladas por año).

El gas natural para abastecer a la FLNG Hilli Episeyo se tomará del Gasoducto Gral. San Martín (GGSM, operado por TGS), aguas abajo de la Planta Compresora San Antonio Oeste (PC SAO, operada por TGS). Para el traslado del gas natural se prevé la construcción de un Gasoducto constituido por un tramo terrestre y un tramo submarino hasta la FLNG Hilli Episeyo en el Golfo San Matías. El tramo terrestre del gasoducto tendrá una longitud de 14 km entre la Cabecera, donde se prevé instalar una Planta Compresora que asegure un caudal de gas natural de 12 MMSCMD (mil millones de metros cúbicos estándar por día), y la Terminal, ubicada en un predio sobre la costa, desde donde se iniciará el tramo submarino del gasoducto de 5 km hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG Hilli Episeyo.

La FLNG Hilli Episeyo estará fondeada en el Golfo San Matías, a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino[1], que se localiza a 35 km al sur de Las Grutas (Departamento de San Antonio, Provincia de Río Negro).

El proceso de licuefacción implica el enfriamiento del gas natural (que a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso) hasta su temperatura de condensación a presión atmosférica (-162°C) cuando pasa a estado líquido, para reducir su volumen y permitir así su almacenamiento y transporte a través de buques metaneros (buques *carriers*). El producto GNL (gas natural en estado líquido) se trasvasará desde la FLNG Hilli Episeyo a buques metaneros para su despacho mediante una operación conocida como *ship to ship* (transferencia de carga entre buques).

El Estudio de Impacto Ambiental de esta **primera etapa** del Proyecto FLNG GSM de la empresa SOUTHERN ENERGY fue elaborado por la consultora SERMAN & ASOCIADOS y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en octubre de 2024 (Expediente N° 157712-SEYA-2024), quien emitió las correspondientes resoluciones aprobatorias de los componentes on shore y off shore del Proyecto FLNG GSM en abril de 2025 (RESOL-2025-247-E-GDERNE-SAYCC#SGG y RESOL-2025-322-E-GDERNE-SAYCC#SGG, respectivamente).

El Proyecto FLNG GSM contempla una **segunda etapa** que consiste en la ampliación de la capacidad de procesamiento de gas natural mediante la incorporación de una segunda Unidad Flotante de Licuefacción (que denominaremos FLNG MKII) con una capacidad de producción nominal de 3,5 MTPA.

La nueva FLNG MKII estará fondeada a 3,5 km al norte de la primera FLNG Hilli Episeyo y a la misma distancia de la costa (4,5 km) frente al Fuerte Argentino.

La incorporación de una nueva FLNG demandará la construcción de un nuevo tramo submarino de gasoducto, para trasportar el gas natural hasta la FLNG MKII, la instalación de un nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para la FLNG MKII y la ampliación de la capacidad de la Planta Compresora en la Cabecera del tramo terrestre del gasoducto, para asegurar un caudal de gas natural de 30 MMSCMD para el abastecimiento de ambas FLNG en simultáneo.

[1] Formación geológica de interés turístico local.

El presente documento constituye el Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM de la empresa SOUTHERN ENERGY. El mismo es elaborado por la misma consultora SERMAN & ASOCIADOS en el marco de la Ley Provincial 3.266 y su Decreto Reglamentario 656/2004.

El alcance del presente EIA comprende:

- **FLNG MKII.** Nuevo buque FLNG con una capacidad de producción de 3,5 MTPA ubicado 3,5 km al norte del primero (FLNG Hilli Episeyo) y a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino.
- **Gasoducto tramo submarino 2.** Nuevo tramo submarino de gasoducto de 5 km que se proyecta desde la Terminal del tramo terrestre del gasoducto hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.
- **SSY 2.** Nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.

La Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM contempla, además, la ampliación de la Planta Compresora para garantizar la presión requerida de ingreso para ambas FLNGs en simultáneo; aunque cabe mencionar que dicha ampliación de la Planta Compresora se encuentra fuera del alcance del presente Estudio de Impacto Ambiental y será presentada como Adenda a la Día otorgada mediante RESOL-2025-247-E-GDERNE-SAYCC#SGG en el Expediente ya citado, N° 157712-SEYA-2024, todo ello siguiendo lo indicado por la Autoridad de Aplicación en la Nota NO-2025-00555008-GDERNE-SSCYF#SAYCC.

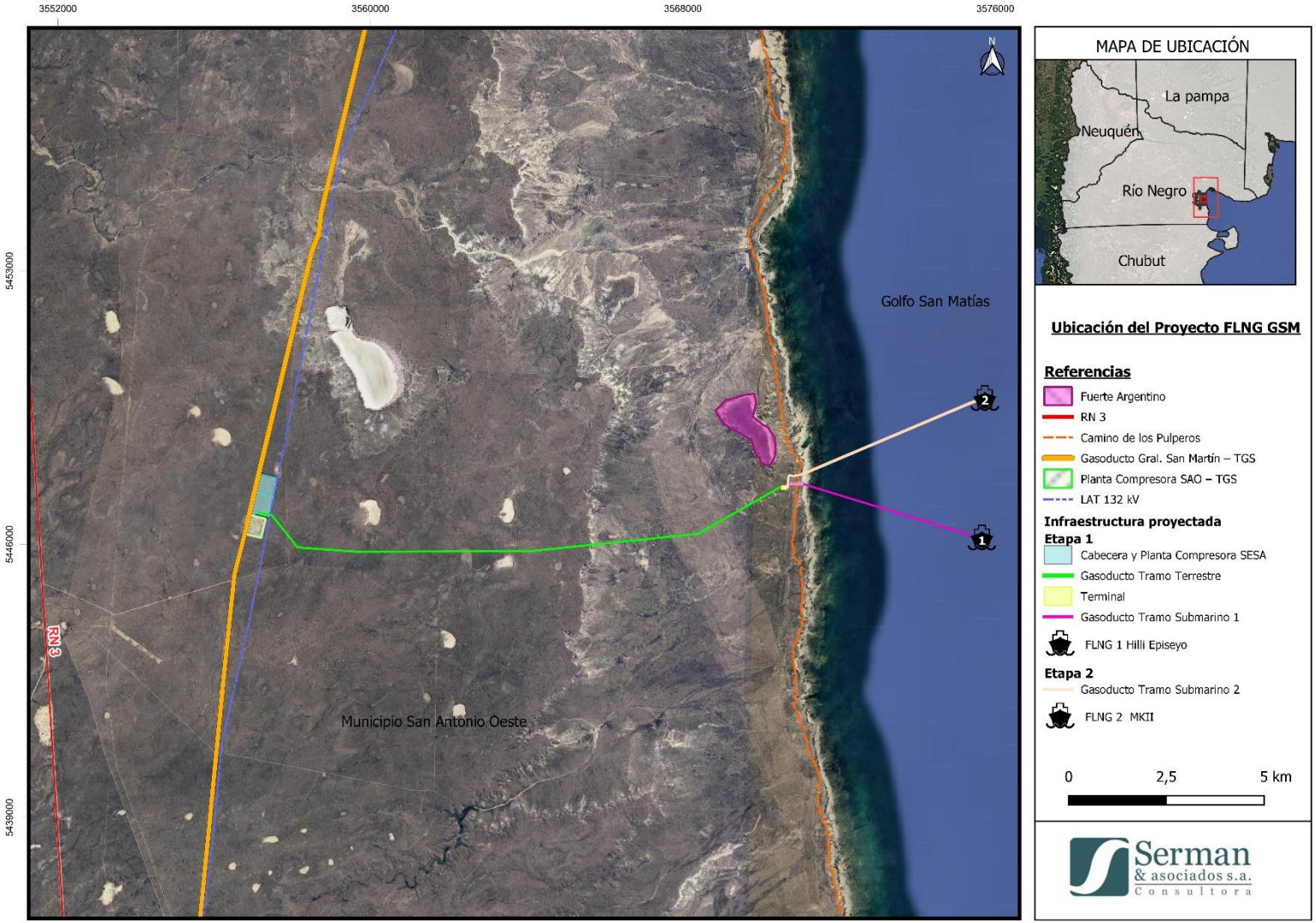


Figura 1. Ubicación del Proyecto FLNG en Golfo San Matías, Provincia de Río Negro.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO

Argentina cuenta, en Vaca Muerta (Cuenca Neuquina), con una de las reservas de gas no convencional más grandes del mundo, por un total estimado en aproximadamente 300 TCF.

Considerando que el consumo de gas natural en el país es de aproximadamente 1,5 TCF/año, a ese ritmo dichas reservas serían suficientes para satisfacer más de 200 años de demanda local. En la medida en que avance la transición energética y el consumo de hidrocarburos fósiles sea reemplazado por otros tipos de energía, resulta claro que para poder poner en valor dichos recursos se deben buscar nuevas alternativas de comercialización del gas.

Por otra parte, el gas natural está catalogado como uno de los "combustibles de la transición energética", ya que al ser una combustión más limpia que la de otros hidrocarburos fósiles, es el favorito para soportar las necesidades energéticas durante la transición. Esto crea una oportunidad de mercado significativa, ya que el consumo de gas a nivel global debería aumentar marcadamente en un futuro no muy lejano. La búsqueda de la "seguridad energética" de los países, asociada a los conflictos recientes que amenazaron la estabilidad energética de algunos países, en particular europeos, contribuyen también a generar esta mayor demanda hacia el gas natural.

La forma de poder conectar mercados de gas natural que se encuentran muy distantes con el recurso disponible en Vaca Muerta es a través del "gas natural licuado" (o GNL por sus siglas en español o LNG en inglés). El GNL es el gas natural en estado líquido, lo que permite almacenarlo y transportarlo a esos mercados.

El proceso de licuefacción del gas natural puede hacerse con varias tecnologías, una de ellas consiste en una planta de licuefacción flotante (o FLNG) como la que utilizará este Proyecto FLGN GSM. El FLNG, en contraposición a una planta en tierra, tiene algunas ventajas importantes: (i) el tiempo necesario para poder poner en producción un proyecto se acorta, ya que se utilizan unidades disponibles en el marcado, (ii) los recursos financieros necesarios para el proyecto se minimizan dado que la planta (que es el componente de mayor costo de la inversión) está ya construida, (iii) los costos de producción resultan menores o al menos comparables a los de una planta en tierra, por los menores costos financieros.

Un proyecto como este generará para el país importantes beneficios, entre los cuales se pueden enumerar:

i. Puesta en valor de las reservas de gas natural disponibles, que de otro modo no se desarrollarían o lo harían muy tardíamente
ii. Mayores ingresos provinciales a través de las regalías asociadas a esa mayor producción
iii. Empleo directo e indirecto para el desarrollo de los campos gasíferos, la construcción de infraestructura y la operación del FLNG
iv. Impacto positivo en la actividad de las economías regionales donde se desarrolle el proyecto
v. Flujo de divisas positivo, dado que la totalidad de la producción será exportable tanto a nivel regional como global
vi. Mejora de la balanza comercial energética por el aumento de exportaciones
vii. Posicionamiento del país como un proveedor global seguro y confiable de GNL

3. OBJETIVO, ALCANCE Y MARCO NORMATIVO DEL ESTUDIO

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) tiene como objetivo fundamental identificar aquellos aspectos ambientales de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM que resulten de mayor significación para el ambiente, de manera tal de brindar las medidas de gestión ambiental necesarias para prevenir, reducir, manejar e incluso compensar las potenciales afectaciones que puedan generarse en las distintas etapas. Para esto, resulta fundamental conocer los aspectos del proyecto que puedan modificar el medio, detallar las características del ambiente natural y antrópico que definen el área de implantación del mismo y finalmente analizar sus vinculaciones identificando potenciales afectaciones.

El desarrollo de la **Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM** contempla la infraestructura necesaria para el abastecimiento de gas natural y el amarre de la nueva FLNG MKII, la operación de la nueva FLNG MKII para la producción de GNL y su despacho a través de buques metaneros, y los servicios de soporte necesarios para esta operatoria.

Como se definió en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (donde se evaluó la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM), las características de este proyecto determinan la existencia de intervenciones por parte de diferentes autoridades de carácter sectorial o jurisdiccional que establecen implicancias que requerirán una gestión articulada ante diferentes autoridades competentes, existiendo alguna de ellas con un papel clave para la aprobación del mismo.

En el presente se ha adoptado el criterio metodológico de destacar una o más autoridades claves o centrales para la aprobación del proyecto (siguiendo en cierta forma el modelo del derecho comparado de identificar un organismo coordinador (*Lead Agency*) o autoridad de aplicación con poder decisorio central para el proyecto, dejando a salvo la participación y las competencias de otros organismos. En este sentido, el proyecto tendrá como autoridades claves a la Autoridad Ambiental de la Provincia de Río Negro – **Secretaría de Ambiente y Cambio Climático** – en lo que hace al uso y la conservación de los recursos, aspectos de ordenamiento, planes, etc., la **Secretaría de Energía** y el **ENARGAS**, en lo que hace a la obra en sí misma (gasoducto); la **Prefectura Naval Argentina** y la **Agencia Nacional de Puertos y Navegación**, en lo que respecta a las instalaciones portuarias y tránsito naval.

Así, el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en la Provincia de Río Negro se encuentra regulado en la **Ley Provincial 3.266** y su **Decreto Reglamentario 656/2004**, la cual lo considera como un instrumento necesario para la conservación del ambiente en todo el territorio de la provincia a los fines de resguardar los recursos naturales dentro de un esquema de desarrollo sustentable, siendo sus normas de orden público.

Es importante tener presente que esta ley considera a la EIA como procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir o mitigar, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, puedan causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes en la provincia. De ahí que todo proyecto de obras o actividades capaces de modificar, directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una Resolución Ambiental (RA), expedida por la Autoridad Ambiental Provincial. La RA constituye la última etapa de la EIA, y es requisito indispensable para que los organismos públicos centralizados o descentralizados de la administración pública provincial y/o municipal con competencia en la obra y/o actividad, puedan autorizar la ejecución de las obras o actividades.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En base al objetivo y el alcance del estudio, se delineó el proceso metodológico para elaborar el presente EIA.

Se considera que la incorporación de una segunda Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG MKII) a la primera FLNG Hilli Episeyo ya evaluada y aprobada en el EIA antecedente consiste en el aumento de la capacidad productiva del Proyecto FLNG GSM, sin modificar la naturaleza del mismo. Por lo tanto, se requiere evaluar los efectos sobre el ambiente producto exclusivamente de las **nuevas obras de infraestructura necesarias** para la operación del buque FLNG MKII (nuevo tramo submarino de gasoducto y nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento), y la propia operación del buque FLNG MKII. En todos los casos se trata de impactos que se duplican en una nueva ubicación e impactos que se replican acumulando sus efectos sobre el ambiente, pero en ningún caso se trata de impactos novedosos que no hayan sido evaluados anteriormente.

Teniendo en cuenta que la ampliación del Proyecto FLNG GSM se desarrolla en el mismo ámbito geográfico y el corto plazo de tiempo transcurrido desde el desarrollo del EIA antecedente, se toma como válida la Línea de Base Ambiental elaborada para el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM Etapa 1, elaborado por esta misma consultora (Serman & Asoc., 2024), Línea de Base Ambiental a la que se suman nuevos relevamientos sitio-específicos y ampliatorios de la información de base, a saber:

- **Muestreo y caracterización de las comunidades bentónicas.** Al tratarse de comunidades sésiles son especialmente sensibles a los efectos del proyecto. Además, su distribución está fuertemente vinculada a la ubicación específica, por lo que es necesario conocer con precisión la composición de las comunidades presentes sobre la traza del nuevo tramo de gasoducto submarino y sitio de amarre y operación de la nueva FLNG MK II.
- **Muestreo y caracterización de las comunidades planctónicas.** Al tratarse de comunidades de baja movilidad, son especialmente sensibles a los efectos del proyecto. Además, su distribución está fuertemente vinculada a la ubicación específica, por lo que es necesario conocer con precisión la composición de las comunidades presentes sobre la traza del nuevo tramo de gasoducto submarino y sitio de amarre y operación de la nueva FLNG MK II.
- **Registro de mamíferos marinos.** Dado que el aumento del ruido antrópico submarino es una de las principales preocupaciones en torno a su posible efecto sobre la presencia de mamíferos marinos en el área del proyecto, se propuso realizar una nueva campaña de registro de ruido submarino, discriminando entre el ruido generado por los mamíferos marinos (vocalizaciones) y el ruido antrópico, en la zona de operación del proyecto y en una zona más antropizada.

Como ya se ha mencionado, la incorporación de una segunda FLNG a la operación de la primera FLNG implica la replicación de impactos, acumulando sus efectos sobre el ambiente. Se trata de los famosos impactos acumulativos y sinérgicos, los que serán especialmente evaluados en este Estudio de Impacto Ambiental; a saber:

- **Ruido aéreo.** Se evalúa el potencial efecto del ruido aéreo producto del funcionamiento conjunto de ambas FLNG operando en simultáneo.
- **Ruido submarino.** Se evalúa el potencial efecto del ruido submarino sobre los organismos marinos producto del funcionamiento conjunto de ambas FLNG, considerando que los buques metaneros y los buques de apoyo a su operatoria estarán operando simultáneamente, concentrándose cada conjunto de embarcaciones en la posición correspondiente a cada FLNG. De esta forma, se puede comprobar si la superposición de los sonidos emitidos por ambos conjuntos de embarcaciones puede afectar de manera significativa a los organismos marinos.

- **Pluma térmica.** Se evalúa el potencial efecto de la descarga de agua con sobre temperatura producto del funcionamiento conjunto de ambas FLNG operando en simultáneo.
- **Salinidad.** Se evalúa el potencial efecto de la descarga de agua con sobre concentración de sales producto del funcionamiento conjunto de ambas FLNG operando en simultáneo.
- **Emisiones gaseosas.** Se evalúa el potencial efecto sobre la calidad del aire producto de las emisiones gaseosas provenientes del funcionamiento conjunto de ambas FLNG operando en simultáneo.
- **Paisaje.** Se evalúa la presencia conjunta de ambas FLNG en el paisaje y su efecto sobre la calidad escénica.
- **Estudio de Riesgo.** Se actualiza el estudio de riesgos ambientales, considerado el funcionamiento conjunto de ambas FLNG operando en simultáneo.

En base a la nueva información generada y los estudios realizados se realiza la evaluación de los impactos asociados a la construcción de la infraestructura necesaria y la operación de la nueva FLNG MKII, considerando en todo momento el funcionamiento conjunto de ambas FLNG.

En igual sentido, se actualizan las Medidas y los Planes de Gestión Ambiental, considerando ahora el funcionamiento conjunto de ambas FLNG.

5. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

El presente EIA (Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM) ha sido organizado en los mismos 8 capítulos del EIA antecedente (Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM).

El presente texto forma parte del **Capítulo 1**, siendo el documento de **Presentación** del EIA. En esta sección se establece el propósito y los objetivos del EIA. No solo se describe el alcance de la evaluación sino que se lleva a cabo una sucinta explicación del proyecto a evaluar permitiendo comprender de mejor manera los capítulos subsiguientes.

En el **Capítulo 2** se presenta el **Marco Legal e Institucional** asociado al proyecto. En esta sección se analiza el marco normativo nacional, provincial, municipal y sectorial en base a cual se realizará el estudio (leyes, resoluciones, autoridad de aplicación, etc.), generando un documento que resume las principales implicancias de las diversas normas consideradas para este proyecto en particular, el que básicamente replica al presentado en el EIA de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM.

El **Capítulo 3** corresponde a la **Descripción del Proyecto**, presentándose en este la información disponible tanto para la etapa de construcción como para la etapa de operación. De este modo, en el citado capítulo se describen los aspectos claves **de esta segunda etapa del Proyecto FLNG GSM**, sin perder de vista los aspectos generales del proyecto marco, con el objetivo de proveer la información suficiente que luego sirva de insumo para la evaluación de los impactos ambientales.

En el **Capítulo 4** se definen el **Área Operativa** y las **Áreas de Influencia del Proyecto**, en función de los distintos factores ambientales que se abordan en el estudio.

En el **Capítulo 5** se presenta la **Línea de Base Ambiental** (LBA) donde, como se menciona anteriormente, se adjunta la Línea de Base elaborada para el EIA de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM antecedente y se suman los relevamientos y actualizaciones desarrolladas particularmente para este EIA.

La **Identificación y Evaluación de los Potenciales Impactos Ambientales** de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM se presentan en el **Capítulo 6**. Al respecto, en base a toda la información presentada en los capítulos anteriores, se realiza una evaluación de los potenciales impactos ambientales asociados a esta instancia del proyecto, considerando en todo momento el funcionamiento conjunto de ambas FLNG. A este capítulo se anexan aquellos **Estudios Especiales** que debieron realizarse para evaluar los potenciales impactos, incluidos los de carácter acumulativo y sinérgico.

A partir de dicho análisis se actualizan las **Medidas de Gestión Ambiental** y los **Lineamientos para el Plan de Gestión Ambiental** del Proyecto FLNG GSM en su conjunto, los cuales forman parte del **Capítulo 7**.

Finalmente, en el **Capítulo 8** se presenta el **Resumen Ejecutivo**. Este documento reúne los aspectos más significativos de los capítulos que conforman el Estudio de Impacto Ambiental. No obstante, no debe perderse de vista que este documento constituye una síntesis de dicho estudio, por lo que gran parte de la información que se presenta en el EIA de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM ha sido dejada de lado. En este contexto, para la adecuada compresión de todos los aspectos debe ser considerado este resumen junto con el cuerpo principal del EIA.

6. DATOS DEL PROPONENTE DEL PROYECTO

SOUTHERN ENERGY es el proponente del Proyecto FLNG en Golfo San Matías.

- Nombre de la persona física o jurídica: SOUTHERN ENERGY S.A.
- Apoderado: Marcelo Horacio Bombicini
- CUIT: 30-71858062-1
- Domicilio real/legal: Av. Leandro N. Alem 1180, 9º, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- Teléfono: +54 11 4705 7338 / 4310 4118
- Correo: pglezer@pan-energy.com / mbombicini@pan-energy.com

7. DATOS DE LA CONSULTORA A CARGO DEL ESTUDIO

SERMAN & ASOCIADOS es la consultora responsable de la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental.

- Nombre de la persona física o jurídico: SERMAN & ASOCIADOS S.A.
- CUIT: 30-64459264-9
- Domicilio legal: Río Limay 1535, Viedma, Provincia de Río Negro
- Domicilio real: Pico 1641, 7º D, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- Teléfono: +54 11 4703 2420
- Correo: pmangone@serman.com.ar

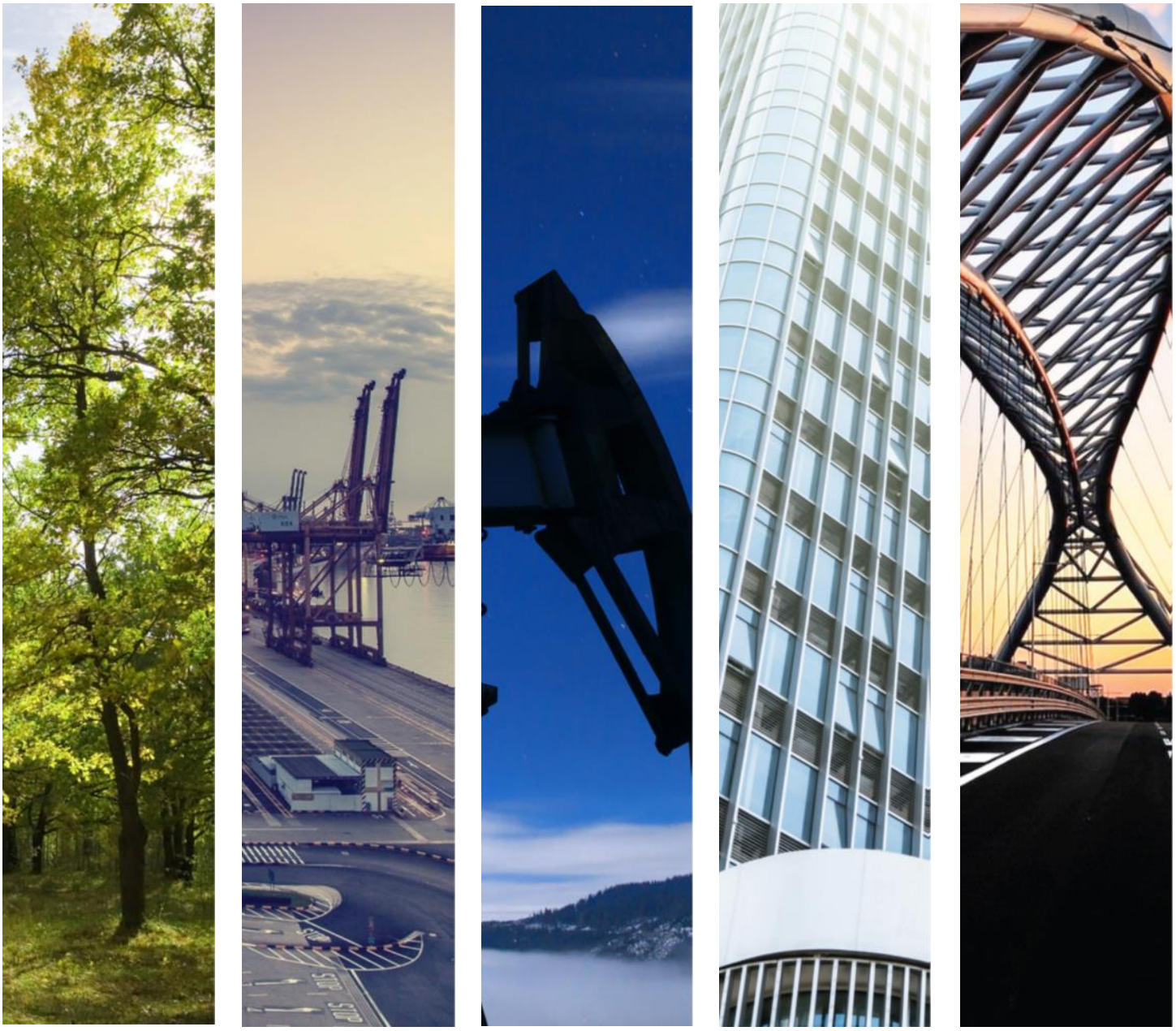
La consultora se encuentra inscripta en el Registro Nacional de Consultores en Evaluación Ambiental con el Certificado N° 29 y en el Registro Provincial de Consultores Ambientales de la Provincia de Río Negro con el Registro N° 99 (se adjuntan ambos certificado como Anexos).

A continuación se presenta el equipo interdisciplinario que elaboró el presente Estudio de Impacto Ambiental.

Función/Tarea	Profesional
Representante Legal (Director del Área Ambiente de S&A)	Ing. Mariano Miculicich
Directora EIA	Lic. María Sol García Cabrera
Coordinación General	Lic. María Eugenia Lahaye
Marco Legal e Institucional	Dr. Carlos Luisoni
Modelos Hidrodinámicos: • Modelización de la pluma térmica • Modelización de un derrame HC • Modelización del ruido subacuático	Lic. Julio Cardini
	Lic. Gimena Reguero.
	Ing. Constanza Vargas
Comunidades acuáticas	Facultad de Ciencias Marinas (UNCo)
	Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS)
Megafauna marina	Dr. Diego Rodriguez (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras)
	Dra. Agustina Mandiola (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras)
	Dra. Gisela Giardino (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras)
Estudio de paisaje	Lic. Natalia Luchetti
	Arq. Francisco Palacio
Análisis del impacto acústico	Ing. Alexis Topa
Modelación de las emisiones gaseosas Modelación de una nube de gas	Lic. Luciano Miguel Medrano Moreno
	Lic. Ramiro Espada Guerrero
Análisis de riesgos ambientales (contingencias)	Lic. Ilana Arensburg
	Lic. Sergio Montes
Especialista GIS	Lic. Abril Schofrin

8. ANEXOS

- **ANEXO 1-1: REGISTRO NACIONAL**
- **ANEXO 1-2: REGISTRO PROVINCIAL**



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 2: Marco Legal e Institucional

Junio 2025

CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. MARCO LEGAL AMBIENTAL A NIVEL NACIONAL 5

2.1 ASPECTOS GENERALES 5

2.1.1 El Ambiente en la Reforma Constitucional: Reparto de Competencias en el Sistema Federal 5

2.1.2 Derecho Internacional y Tratados 7

2.1.3 Leyes de Presupuestos Mínimos 12

2.1.4 Legislación de Fondo 23

2.2 MARCO JURÍDICO AMBIENTAL CON INCIDENCIA EN LA ACTIVIDAD 24

2.2.1 Hidrocarburos y Gas 24

2.2.2 Navegación, Puertos y Operatoria Portuaria 37

2.2.3 Aguas 55

2.2.4 Aire 55

2.2.5 Patrimonio Cultural: Tutela del Patrimonio Cultural y Arqueológico 57

2.2.6 Patrimonio Natural: Áreas Protegidas Federales 58

2.2.7 Flora y Fauna 60

2.2.8 Transporte Automotor y Obras Viales 60

2.2.9 Almacenamiento de Combustibles 61

2.2.10 Higiene y Seguridad en el Trabajo 62

2.2.11 Gestión de Residuos 64

2.2.12 Mapa de Actores Institucionales, Procedimiento de EIA y Organigramas 65

3. MARCO LEGAL AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO 67

3.1 ASPECTOS GENERALES 68

3.1.1 La Constitución Provincial 68

3.1.2 Legislación Ambiental General 69

3.2 MARCO JURÍDICO AMBIENTAL CON INCIDENCIA EN LA ACTIVIDAD 75

3.2.1 Seguro Ambiental 75

3.2.2 Ordenamiento Territorial 76

3.2.3 Aprovechamiento de la Zona Costera 76
3.2.4 Áreas Protegidas 80
3.2.5 Protección de la Diversidad Biológica: Fauna 82
3.2.6 Protección de la Diversidad Biológica: Flora 84
3.2.7 Protección del Patrimonio Cultural 85
3.2.8 Protección Patrimonio Arqueológico y Paleontológico 87
3.2.9 Protección del Aire 88
3.2.10 Cambio Climático 88
3.2.11 Ruido 89
3.2.12 Aguas 89
3.2.13 Sustancias Controladas 95
3.2.14 Residuos 95
3.3 ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL EN LA PROVINCIA DE RIO NEGRO 100
4. MARCO LEGAL INSTITUCIONAL A NIVEL MUNICIPAL: MUNICIPIO DE SAN ANTONIO OESTE 100
4.1 ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL 100
4.2 COMISIÓN MUNICIPAL DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE DE SAN ANTONIO OESTE 101
4.3 CARTA ORGÁNICA DE SAN ANTONIO OESTE 102
4.4 RESIDUOS 102
4.5 RUIDOS 103
4.6 ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO 103
4.7 CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LA NORMATIVA MUNICIPAL 105

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo efectúa un análisis del marco legal e institucional a nivel nacional y subnacional con el fin de abordar los aspectos regulatorios con implicancias socio-ambientales para la instalación de un buque licuefactor de gas natural para la producción y exportación de GNL en el Golfo San Matías, entre Punta Colorada y San Antonio Este, a 3 millas náuticas de la costa del Mar Argentino, incluyendo la etapa de construcción y su posterior operación, abarcativo de las labores de mantenimiento y lineamientos para la formulación del Plan de Gestión Ambiental.

El análisis jurídico e institucional se enmarca en un contexto de normas y directrices surgidas del derecho internacional, con relevancia para la protección del ambiente o con objeto de promover el desarrollo sostenible. El derecho internacional y los diversos acuerdos que promueven el desarrollo sostenible y el abordaje de cuestiones centrales para la economía y el comercio actual, como es el caso del cambio climático o la prevención de la contaminación. Dada la envergadura y naturaleza estratégica de la infraestructura proyectada y sus implicancias para una transición energética ordenada, tanto a nivel nacional como por su dimensión regional o global, es imprescindible efectuar un encuadre de la misma dentro de este contexto internacional.

En línea con una mirada más amplia respecto de los aspectos regulatorios e institucionales, este capítulo también efectúa un encuadre del proyecto dentro de algunos marcos aplicados a inversiones o proyectos de alta importancia, cuando estos involucran apoyo financiero externo, atento a que, en el contexto actual de la economía y las finanzas, la aplicación de estos estándares o directrices representa una efectiva “buena práctica” para la ejecución y desarrollo de proyectos con alto impacto socio-ambiental. En este contexto, se efectúa una reseña de las directrices de la Corporación Financiera Internacional (CFI por las siglas en ingles), organismo o “brazo ejecutor” del Grupo del Banco Mundial para inversiones en el sector privado, junto a similares desarrolladas por el sector financiero bajo el paraguas de los Principios de Ecuador.

En la República Argentina, y desde la reforma constitucional de 1994, con la inclusión del derecho al ambiente y el mandato del desarrollo sostenible como directriz de las políticas públicas, la protección del ambiente cobra una importancia en el diseño y la construcción de toda obra de infraestructura. Luego de la sanción de la Ley General del Ambiente en consecuencia del mandato surgido de la reforma de 1994, los regímenes de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se han transformado en esquemas generales de “habilitación ambiental”, en principio en cabeza de las autoridades competentes de cada jurisdicción provincial, atendiendo a que el dominio de los recursos naturales y en consecuencia la potestad de regular y proteger el ambiente, recae en estas, por imperativo también de la citada reforma constitucional.

Cada provincia, conforme a su marco reglamentario, caracteriza y encuadra las actividades productivas conforme sus particularidades (mediante listado, fórmula polinómica, envergadura, listado, etc.).

Sin perjuicio de esta “regla general” de la jurisdicción local en materia ambiental, convergen en muchos casos, otras potestades o facultades regulatorias de carácter técnico y a veces muy específico, de tipo sectorial, que, en muchos casos, abordan y contemplan aspectos ambientales y de desempeño. Esta circunstancia conlleva a una tramitación a veces en forma simultánea, a veces contingente el uno del otro, de una autorización o habilitación ambiental sectorial o específica, con la autorización o aprobación de tipo ambiental genérico.

Convergen pues, las potestades ambientales generales propias de cada jurisdicción, con las sectoriales o de naturaleza específica o con perfil técnico, propias de organismos competentes, como es en el caso bajo análisis, del ENARGAS, tratándose de una instalación de licuefacción y terminal de logística para la exportación de GNL, en función de sus competencias regulatorias y técnicas sobre las actividades de transporte de gas. En forma similar, convergen potestades de tipo regulatorio técnico, más allá de la evaluación ambiental, en lo que hace a los aspectos de seguridad y ambiente en materia de gas, transporte, operaciones portuarias, donde inciden las potestades de la cartera de energía o, en el caso marítimo, la Prefectura Naval Argentina (PNA), en este último caso, con una fuerte impronta del derecho internacional en lo que atañe a los aspectos técnicos, surgidos en el contexto de la Organización Marítima Internacional (OMI).

El procedimiento de EIA, por lo tanto involucra una instancia a nivel nacional más bien de corte y perfil técnico, con protagonismo de las áreas de energía, ambiente y autoridades marítimas (PNA) en lo que atañe a las consideraciones técnicas, de diseño, seguridad y ambientales; con incidencia de ENARGAS, en articulación estrecha con el cumplimiento de las instancias de EIA, conforme a las potestades de la Provincia de Río Negro, y; en menor medida y de manera incidental, a organismos locales o el municipio, en lo que hace a aspectos operativos portuarios o urbanísticos.

Para el análisis normativo, se ha seguido una matriz temática que permite abarcar todo el plexo normativo que pudiera incidir en el proyecto, distinguiendo entre normas ambientales de carácter general, derivadas en algunos casos del derecho internacional, normas de presupuestos mínimos, derecho de fondo y normas específicas aplicables a actividades antrópicas vinculadas con las obras y las actividades asociadas, incluyendo los marcos sectoriales con pertinencia para la seguridad en el transporte de gas, higiene y seguridad .

En el presente se ha adoptado el criterio metodológico de destacar una o más autoridades claves o centrales para la aprobación del proyecto (siguiendo en cierta forma el modelo del derecho comparado de identificar un organismo coordinador (*Lead Agency*) o autoridad de aplicación con poder decisorio central para el proyecto, dejando a salvo la participación y las competencias de otros organismos. En este sentido, el proyecto tendrá como autoridades claves a la Secretaría de Energía, el ENARGAS en lo que hace a la obra en sí, las instalaciones portuarias asociadas con sus normas de seguridad y ambiente; y las Autoridades Ambientales correspondientes a la Provincia de Río Negro y municipales en lo que hace a aspectos locales, urbanísticos, planes, etc.

2. MARCO LEGAL AMBIENTAL A NIVEL NACIONAL

2.1 ASPECTOS GENERALES

2.1.1 El Ambiente en la Reforma Constitucional: Reparto de Competencias en el Sistema Federal

La reforma constitucional de 1994 introdujo en forma expresa la protección del ambiente en su Art. 41, reconociendo como derecho básico a los habitantes de la Nación Argentina, el gozar de un ambiente sano. El Art. 41 también incorporó una modalidad específica para el reparto de competencias en el sistema federal introduciendo el concepto de Presupuestos Mínimos de Protección.

Su incorporación obedecía a la necesidad de establecer un modelo funcional de distribución de competencias entre la Nación y las Provincias, atento al requerimiento, por un lado, de incorporar el derecho al ambiente sano como uno de los “nuevos derechos” y por otro, la de preservar el sentido de reivindicación y fortalecimiento del federalismo como valor político y jurídico, que ha constituido uno de los rasgos característicos de la reforma de 1994.

El Artículo 124 de la Constitución Nacional (CN) ha reconocido el dominio originario de las Provincias sobre los recursos naturales existentes dentro de su territorio, lo que constituye una garantía y un pilar fundamental del federalismo argentino. Este dominio originario otorga a las Provincias el poder de policía y jurisdicción sobre sus recursos naturales, entendiendo por tal la facultad de regular los usos de esos bienes o recursos, y ejercer el poder de policía sobre ellos.

Así es que el texto constitucional reconoce expresamente a las autoridades provinciales y municipales los poderes de policía e imposición sobre estos establecimientos, en tanto no interfieran en el cumplimiento de los fines de la Nación. De esta manera se establece la regla de la coexistencia de un marco federal específico para algún sector como en el caso que nos ocupa, el sector de gas, sin perjuicio de la concurrencia de facultades locales **en la medida en que estas no interfieran con la regulación sectorial específica,** ni en cuestiones cuya técnica y complejidad de la actividad, se encuentre sujeta a las facultades reglamentarias y fiscalizadoras propias del órgano con la correspondiente capacidad para el ejercicio de dicha policía. En el caso actual, este organismo es el ENARGAS en todo lo atinente a la seguridad, requisitos de diseño y protección del ambiente asociado al proyecto; junto a la Secretaría de Energía y, en los puntos más específicos señalados, las autoridades marítimas y la PNA.

En función de lo señalado, la Constitución Argentina, reformada en 1994, contempla un **deslinde de competencias** que puede resumirse en los siguientes puntos, considerando que las provincias anteceden a la Nación y que ésta última es el producto histórico y jurídico de la voluntad de las primeras:

- Delegación explícita de facultades en favor de la Nación, reservando “todo lo no delegado” para sí.
- La legislación sustantiva de fondo (civil, comercial, penal, de minería, e hidrocarburos dentro de ésta última) es delegada al Congreso de la Nación, como también la facultad de regular la navegación y el comercio exterior e interprovincial.
- Las relaciones exteriores y la potestad de representar al país ante la comunidad internacional recaen en la Nación (pese a lo cual las provincias pueden actuar en derecho internacional, con la venia de la Nación).
- Las provincias retienen el dominio de sus recursos naturales (Artículo 124), incluyendo la potestad de regular su uso y aprovechamiento.
- En materia ambiental, siguiendo la evolución en la jurisprudencia y la doctrina, rige una regla especial en materia de presupuestos mínimos (Artículo 41), que complementa el principio general del dominio provincial sobre sus recursos naturales y la potestad de regular su uso y preservación.

El marco jurídico institucional ambiental, en lo que hace a los presupuestos mínimos requeridos en el Artículo 41 de la CN, está conformado por las siguientes normas sancionadas hasta la actualidad:

- Ley 25.612 de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios.
- Ley 25.670 de Gestión de Eliminación de los PCBs.
- Ley 25.675 Ley General del Ambiente.
- Ley 25.688 de Gestión Ambiental de los Recursos Hídricos.
- Ley 25.831 de Libre Acceso a la Información Ambiental.
- Ley 25.916 de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.
- Ley 26.331 de Protección de Bosques Nativos.
- Ley 26.562. de Control de Actividades de Quema en todo el Territorio Nacional.

- Ley 26.639 de Protección de Glaciares y Áreas Periglaciares.
- Ley 26.815 de Presupuestos Mínimos para el Manejo del Fuego.
- Ley 27.279 de Gestión de Envases de Fitosanitarios.
- Ley 27.520 de Presupuestos Mínimos para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.

Nos explayaremos sobre cada una de estas normas, en oportunidad de analizar la legislación que rige en cada sector o aspecto particular de la gestión ambiental o la regulación para la protección de cada recurso natural, en la medida de su importancia y relevancia concreta para el proyecto, tanto en la etapa de construcción, como en la etapa de desarrollo y ejecución.

Cabe señalar que no todas las normas de presupuestos mínimos, al igual que no todos los convenios o tratados internacionales, poseen incidencia directa sobre el proyecto, en consecuencia, estas normativas no son analizadas en detalle en el presente estudio. Ejemplo claro de esto, es por caso, la Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección de Glaciares, dada la inexistencia de esas geo-formas en la zona de influencia del proyecto.

2.1.2 Derecho Internacional y Tratados

Diversos instrumentos internacionales comprometen y obligan a la República Argentina a cumplir con aspectos que atañen a la protección del ambiente en general o algunos recursos, ecosistemas o materias en particular. Estas obligaciones son asumidas desde la aprobación de cada Tratado o Convención por Ley del Congreso de la Nación, teniendo dichos instrumentos, no obstante, su aprobación formal mediante ley, una jerarquía superior, con la salvedad de los tratados en materia de Derechos Humanos[1].

El derecho internacional condiciona el derecho interno de la Argentina una vez que los acuerdos o convenciones son aprobados y ratificados por nuestro país a través de leyes que los internalizan. Se han asumido numerosos compromisos multilaterales en materia de protección ambiental que adquieren, en nuestro derecho interno, jerarquía supralegal, y en el caso de conculcar derechos humanos y personalísimos, jerarquía constitucional.

2.1.2.1 Convenios Internacionales Aplicables al Proyecto

Entre los compromisos multilaterales en materia de protección ambiental relacionados con el proyecto, se destacan los Tratados Multilaterales con Incidencia Ambiental (AMUMAs) y algunos acuerdos sobre protección de especies a nivel regional.

Las AMUMAs son acuerdos globales para la protección del ambiente y se los incluye más a título ilustrativo, por su carácter de “guía” o marco ordenador para la política ambiental, que por sus implicancias directas y concretas en el proyecto. A continuación, se hace una reseña de las principales AMUMAs:

[1] Cabe señalar que los Tratados Internacionales en materia de protección y tutela de los derechos humanos gozan de una jerarquía superior a las leyes, integrando el texto de la propia Carta Magna (Art. 75, Inc. 22). Los demás tratados tienen una jerarquía superior a las leyes.

- **Convenio sobre Cambio Climático, Protocolo de Kyoto y Acuerdo de Paris**

La Ley 24.295 aprueba el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Este convenio establece un compromiso de cooperación entre los Estados Parte para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera (entre ellos el metano), a un nivel que impida las interferencias antrópicas en el sistema climático y que permita la adaptación natural de los ecosistemas al cambio climático. Reconoce la necesidad de mantener un desarrollo económico sostenible que permita la adopción de estas medidas. Como principio, las medidas y políticas de protección del sistema climático deben estar integradas con los programas de desarrollo nacionales.

La Ley 25.438 aprueba el Protocolo de Kyoto, que define determinados mecanismos para implementar las medidas acordadas en aquél y los compromisos de reducción de emisiones para determinados países, bajo un sistema de reparto de responsabilidades según la cantidad de emisiones generadas.

En 2015, la Comunidad Global suscribió el Acuerdo de París, replanteando todo el modelo de gestión concertada internacionalmente, tendiente a reducir emisiones de gases con efecto invernadero (GEI). En lugar de procurar reducir emisiones, tal como surgía del Protocolo de Kyoto, el Acuerdo de París, al cual Argentina se ha adherido por Ley 27.270, requiere un esfuerzo concertado de toda la comunidad global para mantener la temperatura media del planeta en un incremento no mayor a 2 grados centígrados y preferentemente no mayor a 1,5 grados centígrados por encima del promedio de la temperatura en la era industrial. Cada integrante de la comunidad global se compromete a establecer metas nacionales determinadas para alcanzar los objetivos del acuerdo de París, diferenciándose del modelo de Kyoto en el cual, solo algunas naciones asumían compromisos tangibles y cuantificables de reducción.

Como consecuencia del Acuerdo de París, la Argentina ha sancionado una norma de presupuestos mínimos específica, para enmarcar y encausar su política climática, la cual es analizada en forma puntual en otra sección del presente, junto con las regulaciones específicas en materia de energía y política climática. La Política climática de la República Argentina se plasma a través de esta ley de Presupuestos Mínimos y los planes que derivan de ella tendientes a alcanzar las metas asumidas por el país ante la comunidad internacional.

- **Convenio sobre Diversidad Biológica**

La Ley 24.375 aprueba el Convenio sobre Diversidad Biológica y prevé, como una de las medidas generales de conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, la integración de las estrategias de conservación a los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales (Art. 6º). Asimismo, sienta como medida concreta que deben promover los Estados el desarrollo adecuado y ambientalmente sostenible en aquellas zonas adyacentes a áreas protegidas. Este acuerdo, o Convenio CBD, constituye el fundamento normativo y sustento conceptual para muchas iniciativas de conservación o justificación para la creación de áreas protegidas.

La Convención has sido complementada por diversos protocolos, como el de Bioseguridad suscripto en Cartagena y Nagoya, sobre acceso y reparto equitativo de beneficios. En 2022, el Convenio, en ocasión de realizarse la 15 Conferencia de las Partes (COP15) en la ciudad de Montreal, se adopta un marco u hoja de ruta para la protección de la biodiversidad con horizonte a 2030, conocido como las “metas del 30/30” con el objetivo de proteger un 30% de los ecosistemas del planeta (incluyendo los ecosistemas marinos y costeros) para el año 2030. Este objetivo es conocido como el marco global de biodiversidad de Kunming-Montreal.

La Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB) tiene su sede en Montreal, Canadá. Su principal función es ayudar a los Gobiernos a aplicar el CDB y sus programas de trabajo, organizar reuniones, redactar borradores de documentos, coordinar la labor del Convenio con la de otras organizaciones internacionales, así como recopilar y difundir información.

- **Convención contra la Desertificación**

La Convención de Naciones Unidas de Lucha contra Desertificación, aprobado por Ley 24.071, prevé la aplicación de medidas eficaces y estrategias integradas a largo plazo para el desarrollo sostenible de zonas afectadas por la sequía y la degradación de tierras. En ellas, debe adoptarse un enfoque integrado a los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos que influyan en los procesos de degradación del suelo, contemplando las causas subyacentes de ella.

- **Convención RAMSAR**

Esta Convención fue aprobada por la República Argentina en el año 1991 por Ley 23.919. La Ley 25.335 aprueba las Enmiendas a los Artículos 6 y 7 adoptadas por la Conferencia Extraordinaria de las partes Contratantes en Regina (Canadá) en el año 1987. Su objeto es la conservación de los humedales por la importancia (a nivel internacional) del valor de las propiedades naturales de los ecosistemas comprendidos, respecto de su riqueza en diversidad biológica, la función que cumple en el equilibrio ecológico y su capacidad productiva.

El cuerpo legal internacional reconoce que aquellas aves migratorias que se alberguen y que atraviesen distintas fronteras en sus migraciones estacionales, deben ser consideradas un recurso internacional. Asimismo, la aplicación de esta Convención está estrechamente vinculada a otros acuerdos internacionales, tales como el Convención sobre Diversidad Biológica o, más específicamente, la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias. Argentina tiene varios sitios designados como Sitios Ramsar, aunque no en la provincia de Río Negro, por lo que no se advierten en inmediaciones del proyecto.

- **Convenio sobre Especies Amenazadas (CITES)**

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres o Acuerdo CITES como se lo conoce por su sigla en inglés, fue ratificada por Ley 22.344 y regula y controla el comercio internacional de especies bajo algún grado de amenaza. El régimen de CITES, mantiene un vínculo estrecho, a través de su sistema de listados según amenaza o grado de riesgo, con el sistema de listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En función de CITES, su autoridad de aplicación recae en la Dirección Nacional de Biodiversidad, bajo la órbita del MAyDS. Existe un estrecho vínculo entre los objetivos de la Ley 22.421 de Conservación de la Fauna Silvestre (que se mencionará más adelante) y el sistema CITES con miras a la conservación de especies a nivel global. En 2021, mediante Resolución MAyDS 170/21, se unificó en un solo registro, el Registro de Operadores de Fauna.

- **Convenio de Rótterdam**

La Ley 25.778 aprueba el Convenio de Rótterdam sobre productos químicos peligrosos. Este Convenio es un instrumento internacional que permite controlar el comercio de productos químicos peligrosos y promueve su utilización responsable. El mecanismo deja a los Estados la facultad de tomar una decisión fundamentada de prohibir, permitir o restringir en su territorio la utilización del producto o delimitar su utilización a determinados fines o usos mediante la adopción de medidas reglamentarias teniendo en cuenta la capacidad de gestión segura del producto químico durante su ciclo de vida. Quedan comprendidos en el Convenio: los productos químicos prohibidos o rigurosamente restringidos y las formulaciones de plaguicidas extremadamente peligrosas.

- **Convenio de Estocolmo**

La Ley 26.011 aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Este Convenio, reconociendo el procedimiento de acuerdo fundado previo del Convenio de Rótterdam, establece un mecanismo internacional para la eliminación paulatina y control de la producción, comercio y utilización de contaminantes orgánicos persistentes.

Implicancias para el Proyecto

Los convenios globales señalados no revisten en principio mayores implicancias directas para el proyecto, dado su naturaleza global y marco general para políticas más activas.

Argentina es parte del Convenio sobre Cambio Climático y posee un compromiso claro con la reducción de emisiones junto al resto de la comunidad internacional, tal como surge de los compromisos asumidos en el marco del Acuerdo de París con sus contribuciones nacionales determinadas o NDC, por sus siglas en inglés, revisadas en la más reciente Estrategia Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, adoptada mediante Resolución MAyDS 146/23.

Se estima que el proyecto es plenamente compatible con los compromisos internacionales asumidos por la República Argentina en el Acuerdo de París. Cabe destacar que existe un consenso fuerte entre la comunidad energética respecto de la necesidad de maximizar el gas natural como combustible fósil más idóneo, como cuña o “combustible de transición” hacia modelos energéticos más sustentables y “descarbonizados” en el mediano plazo. Sin perjuicio de esta consideración general, el Plan de Gestión Ambiental considerará las medidas de resguardo y prevención en cuanto a eventuales emisiones fugitivas, tanto en la etapa de transporte o logística, como de procesamiento. La República Argentina ha suscripto el acuerdo global sobre metano (Global Methane Pledge), compromiso consensuado por países productores de energía en 2021, a partir de las iniciativas de la Unión Europea y EE.UU. que busca reducir el 30% de las emisiones de metano para el 2030.

El compromiso, más allá de ser voluntario, constituye un marco para incorporar acciones proactivas y positivas por parte de los actores de la industria para reducir emisiones fugitivas en diferentes etapas de la cadena de valor y producción de la industria hidrocarburífera, con acciones y buenas prácticas desarrolladas por el sector privado, áreas de ciencia y técnicas y la academia. Ejemplo de ello es la suscripción del compromiso global sobre metano, suscripto en 2021, en ocasión de realizarse las cumbres del G20 y luego la COP 27 de cambio climático en Glasgow. Este acuerdo fue impulsado por EE. UU y la Unión Europea, contando en la actualidad con más de 100 países adherentes. El objetivo principal del compromiso es la reducción de las emisiones fugitivas de metano provenientes de la actividad petrolera.

Los aspectos que atañen a la diversidad biológica son transversales al proyecto e incluyen también las regulaciones de la provincia de Río Negro. El Convenio sobre Diversidad Biológica, cabe destacar, contiene un mandato transversal de incluir la biodiversidad en los procesos de toma de decisión en políticas públicas y los procesos de EIA. En virtud de este acuerdo se han encarado programas nacionales, contando con apoyo de PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), Banco Mundial o Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a través de mecanismos como el Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF).

Finalmente, la Convención Ramsar tiene por objeto la tutela de humedales de importancia para la conservación. En el marco del EsIA se identifican los humedales en el área de influencia del proyecto. Similares recaudos corresponden al Convenio CITES, debiendo considerar la presencia eventual de especies amenazadas.

- **Acuerdo de Escazú**

La República Argentina aprobó el Convenio de Escazú en 2021 mediante Ley 27.566, ratificando el tratado el 22 de enero del 2021. El Acuerdo de Escazú, si bien no es estrictamente un acuerdo multilateral de carácter global como los analizados en los párrafos anteriores, tiene como objetivo garantizar la implementación plena y efectiva en América Latina y el Caribe de los derechos de acceso a la información ambiental, participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible.

Es el único acuerdo vinculante emanado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Río+20), el primer acuerdo regional ambiental de América Latina y el Caribe y el primero en el mundo en contener disposiciones específicas sobre defensores de derechos humanos en asuntos ambientales.

El Acuerdo de Escazú representa un fuerte puntal al régimen de acceso a la información ambiental, a la justicia y a la participación, ya establecidas en las leyes de presupuestos mínimos citadas con anterioridad y analizadas a continuación. El fortalecimiento parte, no solamente de sus contenidos alineados con los instrumentos consagrados en defensa del ambiente en las normas señaladas y la propia reforma constitucional de 1994, sino también en atención a su vinculación estrecha con el sistema interamericano de tutela de los derechos humanos y en especial los de incidencia colectiva. Asimismo, el Acuerdo de Escazú constituye una pieza clave para alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) consagrados por la comunidad internacional a través de la Asamblea General de la ONU en 2015.

El Acuerdo de Escazú, viene a consolidar los preceptos consagrados en la Ley General del Ambiente y en la tendencia jurisprudencial de ampliación de los derechos ciudadanos respecto del ambiente. Como tal, reviste una importancia clave en la consolidación institucional del ambiente y los derechos colectivos asociados a su protección, más allá de que las exigencias emergentes de este Acuerdo aparecen abastecidas en la legislación interna, tanto con la Ley General del Ambiente y otras normas vinculadas, como con la Ley 25.831, de Presupuestos Mínimos de Acceso a la Información Ambiental, y el régimen general de Acceso a la Información para la Administración Pública Nacional, Ley 27.275.

- **Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)**

Este acuerdo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes fue ratificado por Ley 24.071 en 1992, siendo luego complementado por un conjunto de normas referidas al reconocimiento de los derechos de las comunidades indígenas en virtud de lo establecido en la Reforma Constitucional y, a su vez consolidando los primeros pasos dados en los años previos con la sanción de la Ley 23.302 a mediados de los años 80[2].

[2] La Ley 26.160, reglamentada por Decreto 1.122/07 y luego prorrogada por las Leyes 26.894 y 27.400 estableció un marco de emergencia en materia de posesión y tenencia de comunidades indígenas. La norma declara la emergencia en materia de posesión y propiedad de las tierras que tradicionalmente ocupan las comunidades indígenas originarias del país, cuya personería jurídica haya sido inscripta en el Registro Nacional de Comunidades Indígenas u organismo provincial competente o aquellas preexistentes, por un plazo que ha sido extendido, por las sucesivas prórrogas, hasta el 23 de noviembre de 2021. Durante la emergencia, suspende la ejecución de sentencias, actos procesales o administrativos, cuyo objeto sea el desalojo o desocupación de las tierras tradicionalmente ocupadas. La posesión indígena debe ser actual, tradicional, pública y encontrarse fehacientemente acreditada.

Implicancias para el Proyecto

Las referencias a algunos de los convenios internacionales multilaterales mencionados son aplicables a los procedimientos de EIA y en muchos casos son transversales a los aspectos sociales y ambientales, dada la claridad del texto constitucional. En términos generales, la aplicación del derecho internacional a los procedimientos de EIA ha tenido un sentido complementario, fortaleciendo el derecho interno vigente, como es el caso del Acuerdo de Escazú.

El Acuerdo de Escazú resulta significativo, en tanto impone a los Estados el deber de garantizar la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales. Ello, por cuanto reconoce la importancia del trabajo y las contribuciones fundamentales del público y de los defensores de los derechos humanos en asuntos ambientales para el fortalecimiento de la democracia, los derechos de acceso y el desarrollo sostenible. Se trata de un deber del Estado y correlativamente de un derecho del público. De ahí que las respectivas Autoridades de Aplicación tendrán que exigir su debida implementación en proyectos como el que aquí nos ocupa. Este derecho del público incluye la oportunidad de presentar observaciones por los medios disponibles, las que habrán de ser tenidas en cuenta por la Autoridad de Aplicación.

Lo expuesto, dado que se considera que el trabajo mancomunado con la ciudadanía contribuye a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible.

En el caso del Convenio 169, el énfasis que coloca en los procesos de participación, son congruentes y confluyen con las prácticas administrativas derivadas de los regímenes provinciales de EIA, cobrando mayor importancia aun cuando se analizan en el marco de las salvaguardas y normas de desempeño que establecen muchos organismos multilaterales o iniciativas desde ámbitos privados, como es el caso de las directrices de la CFI, o los Principios del Ecuador, adoptados por el sector financiero en forma voluntaria.

Los lineamientos del Convenio deben ser consideradas en forma armónica, además, en aquellos casos de expropiaciones o de traslado de personas en virtud de reasentamientos, sin perjuicio de lo cual, se estima que el proyecto, dado su lugar de emplazamiento, no tendrá necesidades de reasentamientos o expropiaciones.

2.1.3 Leyes de Presupuestos Mínimos

En los siguientes párrafos, se efectúa una breve reseña de las normas de presupuestos mínimos con mayor incidencia en el proyecto, con énfasis en la Ley General del Ambiente.

2.1.3.1 Ley General del Ambiente (LGA) – Ley 25.675

La principal norma de presupuestos mínimos es la Ley General del Ambiente (LGA). Esta norma establece el piso y fija los instrumentos para la gestión ambiental, que deben ser respetados por la legislación local (provincia y municipios) y cumplido por cualquier proyecto en territorio argentino, más allá de lo que pudiera surgir de la aplicación más específica de normas locales. Asimismo, toda norma de protección, evaluación y gestión ambiental propia del marco regulatorio de una actividad o sector (como el energético) debe adecuarse a estos presupuestos o estándares de calidad ambiental y las restantes normas de presupuestos mínimos.

Bajo esta tutela uniforme, se imponen determinados instrumentos de gestión ambiental (Art. 8, LGA), cuya aplicación es obligatoria en todo el territorio de la Nación independientemente de la provincia o municipio en el cual se lleve a cabo el proyecto:

1. El ordenamiento ambiental del territorio.
2. La evaluación de impacto ambiental.
3. El sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas.
4. La educación ambiental.
5. El sistema de diagnóstico e información ambiental.
6. El régimen económico de promoción del desarrollo sustentable.

Entre las exigencias o presupuestos mínimos de carácter procedimental, se encuentran el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, la Audiencia Pública y el Sistema de Información Ambiental, que se integran funcionalmente con el primero.

La LGA regula estos instrumentos en forma general, estableciendo el "marco" institucional de toda regulación, ya sea de índole sectorial, ya sea de índole local general. Así establece las exigencias mínimas que debe contener el régimen sectorial, provincial o municipal. A su vez, deja en cabeza de las jurisdicciones locales la facultad de dictar normas complementarias de los presupuestos mínimos, las que pueden ser más exigentes o rigurosas que éstas, pero nunca con estándares más laxos o inferiores a éstos.

Incorpora en su letra el concepto de Daño Ambiental y la obligación prioritaria de "recomponer" el daño causado al ambiente. Consecuentemente, surge la necesidad de elaborar Estudios de Impacto Ambiental, la aplicación de Planes de Gestión Ambiental y demás aspectos relacionados a la "prevención" de la generación de este daño particular, como también, el diseño y la adopción de medidas de mitigación, compensación y restauración.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La LGA consagra, como instrumento de gestión ambiental, el procedimiento de EIA. Este debe ser cumplido y aprobado como requisito previo para la aprobación y la ejecución de los proyectos que quedan sujetos a éste. Su procedimiento es preeminentemente regulado por las autoridades locales, de acuerdo con el marco o piso de calidad que establece la LGA.

Es facultad de las jurisdicciones locales ejercer el poder de policía sobre sus recursos naturales y el ambiente dentro de su territorio. Por lo cual, la regulación para implementación de este instrumento corresponde a sus autoridades. Sin perjuicio de ello, el marco regulatorio del sector energético posee una regulación propia en materia ambiental, que establece los lineamientos que las autoridades del Gobierno Nacional exigen para la preparación del EsIA y la gestión ambiental de las redes de comercio, transporte y distribución de gas, en aquellos casos que corresponde su intervención según la competencia que les asignan las normas del marco regulador de cada segmento de la actividad sectorial (NAG 153 sobre Normas mínimas para la protección ambiental en el transporte y la distribución de gas natural y otros gases por cañerías (GN – GL). Esta norma será desarrollada más adelante). Dicho esto, sin embargo, y tal como se ha expresado en párrafos anteriores, existe una convergencia entre los marcos regulatorios nacionales y locales, como lo evidencia el hecho de que sean las propias normas nacionales aplicables al sector energético, que remiten a la intervención de las autoridades provinciales en la tramitación del EsIA y el otorgamiento de las habilitaciones correspondientes, en forma previa a su intervención.

Gobernabilidad Institucional

La participación ciudadana es hoy día un pilar fundamental de la gestión sustentable, fortalecido y consolidado además con la entrada en vigencia del Acuerdo de Escazú. Según la LGA uno de los objetivos de la política ambiental argentina es "...*fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión...".* Para hacerlo viable y asegurar su efectividad, el ordenamiento jurídico argentino ha establecido tres instrumentos al efecto:

- La consulta y la Audiencia Pública (Ley 25.675).
- El derecho al Acceso a la Información Ambiental (Art. 41, CN y Ley 25.831).
- El Amparo Ambiental (Art. 43, CN).

La Ley 25.675 integra con carácter obligatorio y de presupuesto mínimo la Participación Ciudadana al procedimiento de EIA a través de distintos instrumentos que se detallan a continuación.

Participación Ciudadana

Aquí debe tenerse presente la obligatoriedad de la instancia de participación pública emanada de la ley de presupuestos mínimos (Ley 25.675), la que puede implementarse tanto mediante el mecanismo de audiencia como el mecanismo de la consulta pública, y asegurándose principalmente en las etapas de planificación y evaluación de resultados (Art. 21, Ley 25.675).[3]

La implementación del mecanismo de consulta pública, audiencia u otro mecanismo similar, satisface el piso de gestión requerido como presupuesto mínimo por los Artículos 20 y 21 de la Ley 25.675. La legislación local en numerosos casos ha ido más allá del marco nacional de presupuestos mínimos, graduando y adecuando los mecanismos de participación en los procedimientos de planificación territorial y EIA (tal como lo exige la Ley 25.675) en función del proyecto[4].

La provincia de Río Negro cuenta con un marco regulatorio alineado a grandes rasgos con la herramienta consagrada en la LGA y consolidada por el Acuerdo de Escazú, aun cuando gran parte de su legislación haya sido elaborada con anterioridad al mismo.

[3] Conforme el Artículo 20 de la Ley 25.675, "…*Las autoridades deberán institucionalizar procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias para la autorización de aquellas actividades que puedan generar efectos negativos y significativos sobre el ambiente. La opinión u objeción de los participantes no será vinculante para las autoridades convocantes; pero en caso de que éstas presenten opinión contraria a los resultados alcanzados en la audiencia o consulta pública deberán fundamentarla y hacerla pública*". Este esquema es consistente con el procedimiento vigente en la Provincia de Río Negro, donde se radica el proyecto. La Resolución ENARGAS 3.587/06, modificada mediante Resolución ENARGAS 609/09 incorpora, en coincidencia con lo establecido en la Ley de Presupuestos Mínimos y la regulación provincial, la exigencia de la participación a las normas sectoriales técnicas (NAG 153), estableciendo en su Artículo 6 que *"…Para la construcción de nuevos gasoductos, ramales, redes, y sus instalaciones complementarias, se deberá dar cumplimiento a la normativa provincial o municipal que establezca procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias previas para la realización de los proyectos*…". Para el caso de que no exista normativa local que establezca procedimientos propios para la instancia, la resolución prevé los lineamientos generales de un mecanismo de consulta (Art. 6 a 12), incluido el acceso a la información del proyecto necesaria para realizar las observaciones y oposición al proyecto por los interesados.

[4] Chubut, por ejemplo, ha establecido, de acuerdo al tipo de proyecto, las alternativas de audiencia y consulta, incluyendo la recepción de comentarios vía internet. Formosa, al reglamentar su normativa de bosques nativos de acuerdo a la Ley 26.331, ha actualizado el régimen de participación ciudadana incluyendo, además de la audiencia pública, las figuras de la consulta y registro de observaciones. Muchos municipios de la República Argentina también han incorporado las alternativas de la consulta y registro de oposición o de recepción de comentarios, con el fin de ampliar el derecho a la participación, utilizando además los mecanismos informáticos que empoderan al ciudadano y agilizan la gestión pública del ambiente.

El resultado de esta instancia tiene carácter no vinculante para los órganos de decisión y la autoridad de aplicación, sin perjuicio de lo cual, la decisión contraria de las autoridades de aplicación deberá ser fundamentada y hecha pública (Art. 20, Ley 25.675). Este principio del derecho ambiental, no hace más que fundar el principio general del derecho administrativo, por el cual todo acto administrativo debe ser fundado en derecho y en los hechos, y que las decisiones públicas deben contar con argumentos razonados que avalen su contenido. El procedimiento de EIA, precisamente brinda un marco para analizar y ponderar los impactos ambientales y las medidas para su morigeración, como también una instancia de ponderar los costos y beneficios socio-económicos y ambientales de una actividad o emprendimiento.

Es una derivación lógica del principio de razonabilidad administrativa por el cual el Estado debe dar los fundamentos por sus decisiones, acotando la discrecionalidad administrativa o en su caso fundando las razones por sus decisiones. El carácter no vinculante de la audiencia pública, es por otra parte una consecuencia necesaria del esquema republicano por el cual el "pueblo no delibera ni gobierna sino por medio de sus representantes", precepto que no se contrapone con los objetivos de abrir la gestión administrativa a la participación ciudadana, quedando reservada la función administrativa a los marcos legales vigentes.

La participación ciudadana es una herramienta que permite mejorar y democratizar la calidad de las decisiones públicas con los aportes de los ciudadanos e interesados, pero en modo alguno puede reemplazar a las funciones propias de la administración. Este principio, amén de consagrarse en la Ley General del Ambiente (Ley 25.675), se encuentra consolidado a partir de la ratificación del Acuerdo de Escazú por parte de la República Argentina en 2021.

Acceso a la Información Pública Ambiental

La Ley 25.675 establece, en los Incisos c) e i) de su Artículo 2, como objetivo de la política ambiental nacional: *"...Organizar e integrar la información ambiental y asegurar el libre acceso de la población a la misma*".

Según la Ley 25.831, norma de presupuestos mínimos complementaria de la LGA en lo específicamente aplicable al derecho de acceso a la información, se encuentran obligados a facilitar la información pública ambiental requerida, las autoridades competentes de los organismos públicos, en los ámbitos nacional, provincial y municipal, sean organismos centralizados o autárquicos, como también las empresas prestadoras de servicios públicos (públicas, privadas o mixtas).

En base a dichos criterios, un Estudio de Impacto Ambiental, un Plan de Gestión Ambiental y toda documentación relativa a los mismos, deberá ser puesto a disposición de cualquier interesado en sitio apto para su consulta por la autoridad ambiental competente. Esta disponibilidad de la información al público debe ser anterior a la realización de la consulta pública de participación ciudadana.

El régimen de acceso a la información pública ambiental, consagrada en términos generales en la LGA y en forma más específica en la Ley 25.831, ha sido reforzada a nivel nacional con la Ley de Libre Acceso a la Información (Ley 27.275), de carácter general, con incidencia general sobre toda la administración pública, más allá de lo estrictamente ambiental contemplada en la ley de presupuestos mínimos bajo análisis.

La Ley 27.275 fija el principio de la transparencia de los actos públicos y el acceso a la información referida a los mismos por parte de cualquier ciudadano, despejando a su vez los debates planteados con anterioridad respecto a los alcances y límites respecto de lo que era considerado "información pública ambiental". A partir de la sanción del régimen general, la regla es la divulgación y la excepción debe ser fundada en los eximentes enumerados en las normas citadas, quedando justificadas en cuestiones de seguridad o interés nacional, o de cuidado o resguardo de secretos industriales a modo de ejemplo.

A estas consideraciones respecto de la participación ciudadana, corresponde agregar la consolidación que ha efectuado de los mismos, el Acuerdo de Escazú, mencionado con anterioridad, como herramienta internacional que consolida la participación ciudadana, el acceso a la información pública y a la justicia.

Tutela Judicial del Ambiente

Para dar efectiva tutela al derecho a un ambiente sano, la Constitución Nacional ha instituido en el Artículo 43 una acción expedita de amparo que podrá interponerla cualquier particular, ONG y/o el Defensor del Pueblo. Todo acto u omisión que, en forma actual e inminente, pueda dañar el ambiente, queda comprendido en el objeto de esta acción.

Esta es una de las posibles acciones que pueden ser planteadas por particulares y ONGs interesadas en la "defensa del ambiente". Salvo que la acción sea desestimada, sus posibles efectos pueden llegar a la paralización momentánea del proyecto (en cumplimiento de una medida cautelar), su paralización definitiva, como también, la adecuación del proyecto a las exigencias pertinentes que estime el juez. Al igual que lo analizado respecto del acceso a la información, o los procedimientos de participación, el Acuerdo de Escazú ha venido a fortalecer el acceso a la justicia en defensa de valores y atributos ambientales, asegurando el acceso a cualquier habitante a los estrados de la Justicia en cuestiones donde se analicen o debatan consideraciones vinculadas al ambiente, los recursos naturales o el patrimonio común.

Daño Ambiental

La LGA incorpora el concepto de daño ambiental y la obligación prioritaria de "recomponer" el daño causado al ambiente. Consecuentemente, surge la necesidad de elaborar estudios de impacto ambiental, la aplicación de Planes de Gestión Ambiental y demás aspectos relacionados a la prevención de la generación de cualquier daño, como también, el diseño y adopción de medidas de mitigación, compensación y restauración.

La LGA exige que el responsable de toda actividad riesgosa, capaz de generar un daño al ambiente en los términos del Artículo 27, cuente con el respaldo de un seguro que otorgue suficiente cobertura para afrontar la recomposición del ambiente o su indemnización sustitutiva, en caso de ser técnicamente imposible volver al ambiente a su estado ex ante (Art. 22, Ley 25.765).

El cumplimiento de esta exigencia stricto iure requiere la contratación de un seguro que esté a los extremos de los Artículos 22, 27 y 28 de la LGA. En la práctica, se han planteado determinadas dificultades para su implementación pacífica y aceptada por la comunidad regulada, a partir de la indefinición del objeto que este seguro debe cubrir para la determinación del riesgo (ilimitado), conforme el régimen de responsabilidad establecido en el Artículo 28 (responsabilidad objetiva).

Implicancias para el Proyecto

La Ley General del Ambiente, junto a la Ley de Acceso a la información Pública Ambiental (complementadas por la Ley de Libre Acceso a la Información y el Acuerdo de Escazú) representan directrices para el diseño y la ejecución del proyecto, en línea con la Constitución Nacional y el conjunto de acuerdos internacionales que Argentina ha adoptado en sintonía con las tendencias regionales hacia la protección ambiental y el desarrollo sustentable.

Asimismo, y considerando las exigencias que pueden surgir a partir de mecanismos de gobernanza socio-ambiental, proveniente de organismos multilaterales de crédito vinculado al financiamiento privado, o sistemas de salvaguardas adoptadas por actores privados, eventualmente vinculados al financiamiento, un enfoque más amplio y de tipo estratégico, se impone como recomendable, más allá de los procesos formales vigentes a nivel jurisdiccional. En los próximos párrafos se analizan las consideraciones socio-ambientales que surgen de estos regímenes de salvaguardas o procedimientos operativos socio-ambientales adoptadas por actores clave de la economía actual en el mundo.

2.1.3.2 Regímenes de Salvaguardas o Procedimientos Operativos Socio-Ambientales

En esta sección se efectúa una sintética descripción de algunos marcos de gestión y manejo social y ambiental en vigor y uso por actores del sector financiero, tanto privado como multilateral, vinculado a grandes proyectos de infraestructura, portuaria o energética, en los casos donde estos cuentan con financiamiento directo (privado o multilateral), apalancamiento, avales o garantías de respaldo, o incluso tratándose de aportes de capital societario. Estas “salvaguardas”, directrices, buenas prácticas o lineamientos, no representan una norma legal estrictamente hablando, sin perjuicio de constituir una condición necesaria para la ejecución o desarrollo de proyectos. La experiencia, tanto en el ámbito regional como a nivel nacional, refleja a lo largo de los años, la importancia que revisten estos estándares que trasciende lo puramente normativo, como condicionantes o exigencias técnicas asociadas a proyectos de infraestructura u obras.

La mayoría de los proyectos que cuentan con financiamiento externo de fuente multilateral o bilateral, deben dar cumplimiento o seguir los lineamientos establecidos en las salvaguardas o directrices de los respectivos organismos, como condición previa al desembolso, con el objetivo de preservar el ambiente, comunidades locales, grupos minoritarios o en riesgo, o como consecuencia de recomendaciones o pautas vinculadas a la transparencia, acceso a la información, prevención de prácticas corruptas, participación ciudadana o la protección de niños o aliento a la equidad. En líneas generales, la practica administrativa a lo largo de los últimos años, ha incluido el acatamiento de estas directrices, mediante la incorporación de las mismas como anexo a los contratos o a los actos administrativos aprobatorios.

Tratándose de criterios o salvaguardas, propios de entidades enfocadas hacia el sector privado, no existen razones para soslayar su inclusión dentro de los procedimientos de gestión socio-ambiental, más allá de que se encuentren consagradas o no en la legislación interna desde lo estrictamente formal. Más aun, su incorporación representa una buena práctica y en muchos casos puede contribuir a mejorar la calidad de la gestión o los procesos de toma de decisión en materia ambiental.

Marco de Gestión Sostenible de la Corporación Financiera Internacional (CFI)

La Corporación Financiera Internacional (CFI) es una entidad que integra el grupo del Banco Mundial, junto a los brazos enfocados hacia el otorgamiento de préstamos a Estados, y el otorgamiento de aportes no reembolsables para el fomento. La CFI, financia al sector privado exclusivamente, con el fin de efectuar o apoyar inversiones con sentido estratégico que aporten al desarrollo de países y economías en vías de desarrollo o emergentes.

No obstante, los procedimientos y buenas prácticas que aplica se alinean con las salvaguardas del Banco en lo que hace a exigencias de sostenibilidad. A partir de 2012, la CFI puso en marcha un marco de gestión sostenible, reemplazando las salvaguardas en uso con anterioridad.

El Marco de Sostenibilidad de la CFI, expresa el compromiso estratégico de la Corporación hacia el desarrollo sostenible, y es parte integral del enfoque para la gestión del riesgo. El Marco de Sostenibilidad comprende la Política y las Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social, y la Política sobre Acceso a la Información.

En la Política sobre Sostenibilidad Ambiental y Social se describen los compromisos, las funciones y las responsabilidades en materia de sostenibilidad ambiental y social. La Política sobre Acceso a la Información, refleja el compromiso con la transparencia y la gobernabilidad en sus operaciones, y describe las obligaciones institucionales de divulgación en relación con sus servicios de inversión y asesoramiento.

Las Normas de Desempeño están destinadas a los clientes, ofreciendo orientación para identificar riesgos e impactos con el objeto de ayudar a prevenir, mitigar y manejar los riesgos e impactos como forma de hacer negocios de manera sostenible, incluida la obligación del cliente de incluir a las partes interesadas y divulgar las actividades del proyecto. En el caso de sus inversiones directas (lo que incluye el financiamiento para proyectos y corporativo ofrecido a través de intermediarios financieros), la CFI exige que sus clientes apliquen las Normas de Desempeño para manejar los riesgos e impactos ambientales y sociales, a fin de mejorar las oportunidades de desarrollo. La CFI utiliza el Marco de Sostenibilidad junto con otras estrategias, políticas e iniciativas en la conducción de sus actividades comerciales, con el propósito de alcanzar sus objetivos de desarrollo generales. Las Normas de Desempeño también pueden ser aplicadas por otras instituciones financieras cuando se involucran con proyectos de relevancia socio-ambiental.

En conjunto, las ocho Normas de Desempeño definen las normas que el cliente o beneficiario debe respetar durante todo el ciclo de inversión de la CFI:

- Norma de Desempeño 1: Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales.
- Norma de Desempeño 2: Trabajo y condiciones laborales.
- Norma de Desempeño 3: Eficiencia del uso de los recursos y prevención de la contaminación.
- Norma de Desempeño 4: Salud y seguridad de la comunidad.
- Norma de Desempeño 5: Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario.
- Norma de Desempeño 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos.
- Norma de Desempeño 7: Pueblos Indígenas.
- Norma de Desempeño 8: Patrimonio cultural.

La Norma de Desempeño 1 se aplica a todos los proyectos que presentan riesgos e impactos ambientales y sociales. Teniendo en cuenta las circunstancias del proyecto, es posible que también se apliquen otras Normas de Desempeño. Las Normas de Desempeño deben considerarse en conjunto y como referencia recíproca, según sea necesario. La sección sobre requisitos de cada Norma de Desempeño se aplica a todas las actividades financiadas por un proyecto. Se impulsa a los clientes a aplicar el SGAS desarrollado en el contexto de la Norma de Desempeño 1 a todas las actividades del proyecto, independientemente de la fuente de financiamiento. Algunos temas transversales, tales como el cambio climático, el género, los derechos humanos y el agua, son cubiertos por varias Normas de Desempeño.

Además de cumplir con los requisitos de las Normas de Desempeño, los clientes del CFI deben cumplir con la legislación nacional pertinente, incluidas las leyes para la aplicación de las obligaciones asumidas por el país anfitrión según el derecho internacional. Las guías del Grupo del Banco Mundial sobre medio ambiente, salud y seguridad (MASS) son documentos técnicos de referencia con ejemplos generales y específicos de buenas prácticas sectoriales internacionales.

La CFI utiliza las guías sobre MASS como fuente técnica de información durante la evaluación de los proyectos. Las guías sobre MASS presentan los niveles y las medidas de desempeño que son normalmente aceptables para la CFI y que generalmente se consideran viables en nuevas instalaciones, a un costo razonable y con las tecnologías existentes. En el caso de los proyectos financiados por la CFI, la aplicación de las guías sobre MASS a las instalaciones existentes puede involucrar la definición de metas específicas para el lugar, con un cronograma de cumplimiento adecuado. En el proceso de evaluación ambiental se pueden recomendar niveles o indicadores alternativos (mayores o menores), que, de ser aceptables para la CFI, se convierten en requisitos específicos del proyecto o del lugar. Las guías generales sobre MASS contiene información sobre cuestiones transversales de medio ambiente, salud y seguridad, en algunas instancias aplicables a todos los sectores.

Cuando las normas del país anfitrión difieran de los niveles y medidas incluidos en estas directrices, se espera que los proyectos cumplan con la más exigente de ambas opciones. Si se considera que es adecuado utilizar niveles o indicadores menos exigentes en función de circunstancias específicas del proyecto, se debe presentar una justificación completa y detallada de cualquier alternativa propuesta, como parte de la evaluación ambiental especifica. Dicha justificación debe demostrar que la elección del nivel de desempeño alternativo protege la salud humana y el medio ambiente. En materia de categorización de actividades, la CFI adopta un criterio basado en el riesgo con un encuadre similar al que adopta el Banco Mundial con 3 grandes agrupaciones categorías de actividades, A, B y C, donde, por la envergadura e importancia de la actividad bajo análisis, se estima que corresponde como categoría “A”.

Marco de Gestión del Sector Financiero bajo los Principios de Ecuador

Los Principios del Ecuador son un conjunto de lineamientos basados originalmente en las normas de desempeño de la CFI, que se aplican voluntariamente para evaluar y monitorear temas sociales y ambientales relacionados con la financiación de proyectos de inversión. Lanzados por 10 bancos en junio de 2003, los principios fueron revisados en junio de 2006 y a la fecha, han sido adoptados por 47 instituciones financieras. En total, se estima que estos bancos concentran alrededor de 85 por ciento de la financiación de proyectos en todo el mundo.

Muchos grandes proyectos industriales o de infraestructura pueden tener impactos en las personas y en el medio ambiente. El sector financiero trabaja en conjunto con clientes e interesados para identificar, evaluar y gestionar riesgos e impactos ambientales y sociales de forma estructurada y de manera continua, con el fin de promover un desempeño ambiental y social sostenible permitiendo la reducción de impactos ambientales negativos, una mejora en los resultados financieros, ambientales y sociales.

Las Instituciones Financieras que se adhieren a los Principios del Ecuador (EPFI por sus siglas en inglés), alientan a sus clientes a abordar los riesgos e impactos adversos potenciales o reales identificados durante el Ciclo de Vida de Desarrollo de un Proyecto de inversión. Los Principios del Ecuador buscan garantizar que los proyectos que se financian se desarrollen de manera socialmente responsable y que reflejen prácticas sólidas de gestión ambiental. Las EPFI reconocen que la aplicación de los Principios del Ecuador puede contribuir a cumplir los objetivos y resultados de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Muchos impactos negativos en los ecosistemas, las comunidades y el clima afectados por proyectos de inversión pueden y deben ser evitados siempre que sea posible. Si estos impactos son inevitables, deben minimizarse y mitigarse; y donde permanezcan impactos residuales, los clientes deben aportar soluciones para los impactos relacionados con los Derechos Humanos y/o compensar los impactos ambientales, según corresponda.

Los Principios y Directrices se actualizan en forma periódica, en forma similar a otros estándares de desempeño, como es caso del marco de la CFI al cual sigue en sus lineamientos generales, siendo la última versión revisada la edición 4, fechada en julio 2020. Asimismo, son aplicables a préstamos que excedan los 10 millones de dólares de costo de capital por proyecto y superiores a los 50 millones por préstamo, y cuyo recipiente o beneficiario tenga un control efectivo sobre el proyecto y su desarrollo. Los 10 Principios de Ecuador son los siguientes:

1. Revisión y categorización. Se sigue un esquema parecido al que adopta la CFI, con tres grandes categorías de proyectos, A, B y C.

2. Evaluación Ambiental y Social.

3. Revisión de normas ambientales y sociales aplicables.

4. Sistema de Gestión Ambiental, Social y Plan de Acción de Principios del Ecuador. Para todos los Proyectos de Categoría A y Categoría B, la EPFI requerirá que el cliente desarrolle y/o mantenga un Sistema de Gestión Ambiental y Social (ESMS por sus siglas en inglés). Además, el cliente preparará un Plan de Gestión Ambiental para abordar los problemas planteados en el proceso de evaluación e incorporar las acciones necesarias para cumplir con los estándares aplicables.

5. Compromiso de Partes Interesadas.

6. Mecanismo de Quejas. Para todos los Proyectos de Categoría A y, según corresponda, de Categoría B, la EPFI requerirá que el cliente, como parte del ESMS, establezca mecanismos efectivos para la atención de quejas, diseñados para el uso de las comunidades afectadas y los trabajadores, según corresponda, que permita recibir y facilitar la resolución de inquietudes y quejas sobre el desempeño ambiental y social del Proyecto.

7. Revisión Independiente. Para todos los Proyectos de Categoría A y, según corresponda, de Categoría B, un Consultor Ambiental y Social Independiente, llevará a cabo una Revisión Independiente del proceso de Evaluación que incluirá los ESMP, el ESMS y la documentación del proceso de participación de las partes Interesadas, para contribuir a las labores de diligencia debida de la EPFI, y evaluar el cumplimiento de los Principios del Ecuador.

8. Compromisos contractuales. Una fortaleza importante de los Principios del Ecuador es la incorporación de compromisos contractuales asociados al cumplimiento. Para todos los proyectos, donde un cliente no cumple con sus convenios ambientales y sociales, la EPFI trabajará con el cliente en acciones correctivas para que el proyecto vuelva a cumplir.

9. Monitoreo y elaboración de Informes Independientes. Para todos los Proyectos de Categoría A y, según corresponda, de Categoría B, a fin de evaluar el cumplimiento del Proyecto con los Principios del Ecuador después del Cierre Financiero y durante la vida del préstamo, la EPFI requerirá monitoreo e informes independientes.

10. Informes y Transparencia. Para todos los proyectos de Categoría A y, según corresponda, de Categoría B, el cliente se asegurará de que, como mínimo, un resumen del ESIA esté accesible y disponible en línea y que incluya un resumen de los riesgos e impactos sobre los Derechos Humanos y el cambio climático cuando sea relevante[5].

Implicancias de las Directrices y Buenas Prácticas

Las directrices de la CFI, al igual que los Principios de Ecuador, muy asociados entre sí, son pautas o buenas prácticas que rigen en la economía moderna y son, al igual que la aplicación de otras salvaguardas aplicadas por otros organismos multilaterales de crédito, exigencias que fortalecen la gestión social y ambiental y no hacen más que apuntalar la gestión de la actividad y el desarrollo del proyecto, más allá del cumplimiento estricto de requisitos legales.

En algunas instancias, las normas citadas trascienden los alcances de la legislación aplicable, requiriendo un esfuerzo en el diseño de las políticas socio-ambientales para incorporarlas, más allá de lo formal. Cabe señalar que, más allá de lo estrictamente exigible, muchas de las cuestiones que subyacen a las salvaguardas, constituyen elementos que hacen a la denominada "licencia social" o aceptabilidad colectiva de proyectos, circunstancia intangible que reduce potenciales conflictos y polémicas que, o bien implican situaciones que se judicializan, o bien se traducen en costos de transacción que atentan contra el desarrollo exitoso de la actividad. En este sentido, las directrices de la CFI y los Principios de Ecuador se encolumnan con los objetivos del Acuerdo de Escazú, analizado con anterioridad.

2.1.3.3 Otras Leyes de Presupuestos Mínimos

Sin perjuicio de la LGA, marco general y encuadre para la política ambiental de la Argentina y para el instrumento de gestión de la EIA, junto con las herramientas de información y participación ciudadana, a las cuales se ha hecho mención, otras leyes de presupuestos mínimos poseen incidencia (en algunos casos indirecta) sobre el proyecto y las actividades asociadas. Las mismas se analizan en forma detallada, donde corresponde en las áreas temáticas, en función de la importancia que poseen, sea para la obra en sí, sea para acciones de mantenimiento, o para las consecuencias y la gestión socio-ambiental que traen aparejadas algunas acciones. Tal cómo se ha dicho, **no todas las normas poseen igual grado de incidencia que la LGA.**

Así, por ejemplo, la Ley 25.688 establece un marco para la gestión de los recursos hídricos, con una orientación general que encamina a las políticas públicas hacia una gestión integral en armonía con otros marcos como, por ejemplo, los Principios Rectores del COHIFE. Estos preceptos se encuentran incorporados a su vez en la legislación de aguas de cada jurisdicción, con implicancias, por ejemplo, en casos de cruces de cauce de ductos y los recaudos durante obra para la preservación del recurso. Prima facie, y atento el lugar de emplazamiento del proyecto, esta norma carece de implicancias sustantivas para el mismo.

[5] El cliente informará públicamente, de forma anual, los niveles de emisiones de GEI (emisiones combinadas de 1er y 2do Alcance, y, si corresponde, el índice de eficiencia de GEI, durante la fase operativa para proyectos que emiten más de 100,000 toneladas de CO2 equivalentes anualmente. La EPFI alentará al cliente a compartir datos específicos de biodiversidad del proyecto no sensibles desde el punto de vista comercial con la Oficina Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF por sus siglas en inglés) y los repositorios de datos nacionales y mundiales relevantes, utilizando formatos y condiciones para permitir el acceso y la reutilización de dichos datos en futuras decisiones y aplicaciones de investigación

En el caso de la Ley 25.916 de gestión de residuos domiciliarios, la norma establece las directrices para una gestión integral de diferentes corrientes de desechos, las cuales, junto a la Ley 24.051 de residuos peligrosos (no es técnicamente de presupuestos mínimos) y la Ley 25.612 de residuos industriales y actividades de servicio (ley de presupuestos mínimos), son luego incorporados en normas locales y traducidos en el marco para una gestión sostenible de los residuos, tanto en obra y en posterior operación, plasmado luego en los Planes de Gestión Ambiental. Estas normas se alinean por otra parte con las directrices del ENARGAS en materia de gestión ambiental de gasoductos e infraestructura afín, o las normas específicas asociadas a la seguridad en operaciones con gasificación o licuefacción.

La Ley 26.331 de protección de bosques nativos, establece los criterios de protección conforme el valor de conservación y la zonificación que establece cada provincia y que deben ser considerados en la evaluación de la traza y los recaudos a adoptar en cada caso, sin perjuicio de estimar que, prima facie, no se presentan grandes obstáculos para la obra desde esta óptica.

En materia de manejo de envases de fitosanitarios, la Ley 27.279 tiene una incidencia marginal sobre el proyecto, sin perjuicio de constituir un componente en el manejo de sustancias y la gestión de sustancias e insumos en escenarios de acondicionamiento del terreno con uso de herbicidas previa intervención, o en su caso, operaciones de mantenimiento general durante la instancia de operación.

La Ley 27.520 para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático es la ley de presupuestos mínimos más reciente en ser sancionada por el Congreso, poniendo en marcha los lineamientos de una política climática, creando un Gabinete Nacional de Cambio Climático y estableciendo los fundamentos y base jurídica para los planes de mitigación y adaptación climática, aprobadas sucesivamente por resoluciones de la cartera ambiental (Resoluciones MAyDS 447/19 y 146/23). La norma fue reglamentada por Decreto 1.030/20 y, atendiendo a la centralidad que reviste la energía en las estrategias climáticas, constituye un marco de referencia central para la política energética y las estrategias de transición hacia una descarbonización de la matriz energética, donde el gas ocupa un rol pivotante.

De relevancia para el proyecto, aunque sin condicionamientos directos en el contexto de las obras, si en la operación, son los lineamientos del Plan Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático contemplados en la versión actualmente vigente, adoptado por la Resolución MAyDS 146/23. Uno de los ejes sustantivos del Plan (ver Anexo I, Secciones 3.2.4. y 3.2.4.1.) es el de la Transición Energética, considerando el rol estratégico que posee el gas, en función de la matriz energética nacional. Un 6% aproximadamente de las emisiones del sector energético provienen de las fugas en los procesos de transformación de combustibles fósiles, incluyendo el transporte de gas.

Argentina por otro lado ha suscrito el "*Methane Pledge*", acuerdo de carácter voluntario promovido por países productores de hidrocarburos y otras naciones desarrolladas, con el objetivo de reducir las emanaciones fugitivas provenientes del sector energético, con acciones concertadas, mejoras en la gestión por parte de las empresas. La reducción de emisiones fugitiva de metano posee implicancias, tanto desde lo climático, atento al potencial que tiene como gas efecto invernadero, como también desde lo económico, acotando riesgos de accidente o incendios, además de las pérdidas económicas que implica el desperdicio de un recurso.

2.1.4 Legislación de Fondo

Claramente, mucha legislación de fondo posee incidencia sobre las obras y las actividades asociadas al proyecto. En función de la celeridad y con el fin de sintetizar el enfoque sobre las cuestiones ambientales y sociales asociadas al proyecto, reseñamos tres marcos que poseen incidencia concreta, en atención a que los mismos fijan marcos generales para el desarrollo de las obras, factores de atribución de daños y responsabilidades de diferentes actores. Estos son el Código Civil y Comercial, el Régimen Integral de Prevención del Riesgo y el Régimen de Expropiaciones y Servidumbres Administrativas (derivado en cierta forma del Código Civil y Comercial).

2.1.4.1 Código Civil y Comercial

La Ley 26.994 sancionó la reforma al Código Civil vigente desde el siglo XIX, unificando (en teoría) la legislación civil y comercial de la Nación. El Código fue el producto de una labor interdisciplinaria de juristas encabezado por los máximos jueces de la Corte, llevando varios años de labor, con inspiración en diversos antecedentes, entre los cuales pueden citarse los proyectos de reforma elaborados hacia fines de la década del 90, los cuales no tuvieron recepción legislativa en aquel momento.

El nuevo Código aúna y acerca los preceptos y mandatos constitucionales al derecho privado y efectúa un reconocimiento explícito del derecho al ambiente sano, subordinando el ejercicio de los derechos individuales a los de incidencia colectiva y a la legislación ambiental vigente, en especial las normas de presupuestos mínimos y el derecho público local en tutela de los recursos naturales.

El Código Civil y Comercial Unificado hace hincapié, no solo en la armonización de los derechos individuales con los derechos de incidencia colectiva y en el ejercicio regular y no abusivo de los derechos, sino además en la prevención y deber de cuidado que debe seguirse en todo momento a los efectos de evitar o mitigar la producción del daño.

Existen puntos de convergencia entre la LGA, en lo que hace a la prevención y reparación del daño, con el nuevo Código, generando ámbitos sometidos a la necesaria interpretación jurisprudencial.

En similar sentido, el Código reemplaza y simplifica los remedios existentes en el anterior Código, sancionado en el siglo XIX y modificado en los años 60 del siglo pasado, para prevenir o impedir situaciones de riesgo o daño, por una acción de cese de carácter más genérico, por cuanto es de esperar una mayor frecuencia de su empleo, en forma conjunta con el amparo con base constitucional. No hay a la fecha, por la reciente entrada en vigencia pronunciamientos que permitan trazar los criterios de interpretación.

Una de las innovaciones de la Ley 26.994, con incidencia para el proyecto en cuestión, es la exclusión de la responsabilidad del Estado, rigiéndose por norma específica (Ley 26.944 para el caso de la responsabilidad del Estado Nacional). El régimen de responsabilidad del Estado ha quedado remitido al derecho público de cada jurisdicción, rigiéndose en cada Provincia según las alternativas o criterios jurisprudenciales aplicables.

Implicancias para el Proyecto

El Código Civil reformado refuerza el contenido ambiental de las leyes de presupuestos mínimos, en lo que algunos analistas han definido como una "constitucionalización del derecho civil o el derecho privado" alineando las reglas en materia de responsabilidad por daño, con las referencias y definiciones contenidas en la Carta Magna y una suerte de "jerarquización" de los intereses colectivos. El énfasis que el nuevo texto coloca sobre la función preventiva del derecho y el deber de cuidado se encolumna en armonía con lo establecido en la LGA y las normativas provinciales y los principios de prevención, precaución y responsabilidad que deben orientar a la política pública en general. No posee incidencia directa sobre la ejecución de las obras, más allá de reforzar la aplicación de los recaudos y la prevención y diligencia en el obrar, resguardando los recursos naturales y el ambiente.

2.1.4.2 Régimen Integral de Prevención del Riesgo

Corresponde efectuar una mención somera a la vigencia de la Ley 27.287, sancionada a fines de 2016 con el fin de aggiornar, organizar y coordinar el manejo de situaciones de emergencia o riesgo, cualquiera fuese su origen. La norma establece el Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo con el objeto de integrar las acciones y articular el funcionamiento de los organismos del Gobierno Nacional, los Gobiernos Provinciales, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Municipales, junto con las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil, para fortalecer y optimizar las acciones destinadas a la reducción de riesgos, el manejo de la crisis y la recuperación de situaciones afectadas por acontecimientos de origen natural o antrópico, que pueden incluir, incendios, inundaciones o incluso accidentes industriales[6]. El Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo (SINAGIR) posee un vínculo con el Sistema de Protección de la Higiene y Seguridad en el trabajo, además del manejo de contingencias civiles y manejo de emergencias, todas cuestiones de importancia para el proyecto, dado su envergadura e impacto regional desde lo económico y estratégico, además de socio-ambiental.

2.2 MARCO JURÍDICO AMBIENTAL CON INCIDENCIA EN LA ACTIVIDAD

En las siguientes secciones, se detallan y analizan los marcos institucionales con impacto e implicancias relevantes para las obras y actividades vinculadas a la construcción, operación y el mantenimiento del proyecto, incluyendo donde sea relevante, los aspectos vinculados a las operaciones de cierre o "decommissioning" concluida la vida útil de la misma y las instalaciones conexas, conforme a las buenas prácticas y reglas del arte en la materia.

2.2.1 Hidrocarburos y Gas

A comienzos de la década del noventa, en un marco de innovación normativa generalizada en el sector energético y de los recursos naturales, se sanciona la Ley 24.076 como marco general para la regulación del gas, desprendiendo los aspectos vinculados al transporte, el almacenamiento y la distribución del régimen general de los hidrocarburos, consagrada en la Ley 17.319 (luego modificada por diversas normas entre las cuales cabe señalar la Ley 24.196 y la Ley 27.007). La norma crea además un ente regulador con características autárquicas.

[6] El Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo (SINAGIR) fue creado en octubre de 2016 tras la sanción de la Ley 27.287. El mismo, está integrado por el Consejo Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil, el Consejo Federal de Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil y la Secretaría Ejecutiva.

El régimen de hidrocarburos rige para las instancias de exploración y producción, incluyendo las operaciones intramuros, dentro del sitio de extracción, articulando desde la instancia de transporte con el régimen de la Ley 24.076. Esta norma, con los Decretos Reglamentarios 1.738/92 y 2.255/92 referido a las licencias de transporte y distribución, son complementadas por diversas resoluciones reglamentarias que incluyen normas técnicas, basados en el compendio de reglamentaciones de desempeño, elaborado desde los inicios de la actividad en el país, bajo el ámbito de Gas del Estado. En base a estas normas e inclusiones posteriores, se han ido complementando las regulaciones técnicas referidas a otras operaciones tales como la licuefacción o el procesamiento de gas para su transporte en buque.

El ENARGAS, en virtud de sus atribuciones reglamentarias, ha consolidado las mencionadas normas técnicas en una serie denominada “Normas Argentinas del Gas” o “NAG”, que constituyen el “digesto técnico” a observar en todo lo que atañe a protección del ambiente y preservación de los aspectos vinculados con la seguridad. Las empresas subcontratistas y las que realicen obras y servicios para los sujetos del Art. 9 de la Ley 24.076, deben aplicar y adoptar la NAG 153 y los manuales, planes y estudios aprobados por el sujeto regulado que los contrate (como ser un tercero interesado), relacionados con la gestión y protección del ambiente.

La Resolución 186/95 del ENARGAS, efectuó modificaciones a las pautas de gestión ambiental y buenas prácticas para la construcción de ductos, siendo incorporados a las Normas Argentinas del Gas (NAG). Estas enmiendas fueron luego consolidadas y actualizadas en normas posteriores, las cuales reflejan una tendencia general en la técnica legislativa petrolera y minera, consistente en la referenciación con buenas prácticas y normas técnicas elaboradas por diferentes entidades y asociaciones profesionales con perfil científico y técnico, asegurando así la incorporación de normas de desempeño en continua mejora y perfeccionamiento acordes con los avances en el conocimiento y las buenas prácticas en la materia.

El digesto completo de normas NAG fue ordenado y aprobado por Resolución ENARGAS 2.747/02, siendo después consolidado con posteriores actualizaciones (Resoluciones ENARGAS 235/18 y 819/19). Las normas técnicas se encuentran organizadas actualmente en 6 grupos temáticos, siendo el Grupo 1 el que aplica para la construcción y la operación del transporte del gas, aplicables al proyecto bajo análisis.

Respecto de las líneas de transmisión, las normas contenidas en el primer grupo del Anexo I son:

- NAG 100 (93). Normas mínimas de seguridad para el transporte y la distribución de gas natural y otros gases por cañerías (GN – GL). Esta norma ha sido modificada por las Resoluciones ENARGAS 367/96, 492/97 y 4.167/17. El contenido de esta norma será desarrollado más adelante.
- NAG 102 (93). Conducción de gas natural y otros gases por cañerías. Informes anuales, informes de accidentes e informes relacionados con condiciones de seguridad (GN – GL).
- NAG 105 (80). Bases para la calificación de soldadores y operadores de soldadura por arco eléctrico y especificaciones de procedimientos (GN – GL).
- NAG 108 (84). Revestimiento anticorrosivo de tuberías en condiciones de operación normales (GN – GL).
- NAG 109 (86). Normas para almacenamiento de caños de acero revestidos y sin revestir (GN – GL).
- NAG 110 (86). Reglamentaciones sobre higiene y seguridad en el trabajo para las instalaciones de revestimiento anticorrosivo de cañerías de acero (GN – GL).
- NAG 112 (82). Norma para el proyecto, construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo (GL).
- NAG 113 (82). Reglamento para la realización de obras a ejecutar por terceros, contratadas por el futuro usuario y supervisadas técnicamente por Gas del Estado (GN – GL).

- NAG 123 (87). Norma de colores de seguridad para instalaciones y lugares de trabajo (GN – GL).
- NAG 124 (90). Procedimiento general para pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoductos (GN – GL). Modificada por Resolución ENARGAS 156/19.
- NAG 125 (90). Norma de seguridad en plantas de acondicionamiento, tratamiento y proceso del gas natural (GN – GL).
- NAG 126 (90). Norma de seguridad en plantas compresoras de gas natural (GN), enmendada por Resolución ENARGAS 282/22 (no aplica para instalaciones costa afuera).
- NAG 153 (02). Normas mínimas para la protección ambiental en el transporte y la distribución de gas natural y otros gases por cañerías (GN – GL). El Texto Ordenado de esta norma fue aprobada por Resolución ENARGAS 609/09. Esta norma será desarrollada en detalle en los próximos párrafos.
- NAG 165 (81) / GE -R. 2-105. Normas mínimas de seguridad para obras y trabajos (GN – GL). Esta norma ha sido completada y actualizada con la elaboración de la Guía para Trabajos en Proximidad de Ductos, aprobada por Resolución ENARGAS 2.135/12.

En forma complementaria a las normas señaladas, la Resolución ENARGAS 56/19, establece los requisitos para la inscripción de Organismos de Certificación (OC) en el Registro de Organismos de Certificación (ROC) del ENARGAS, a fin de obtener la acreditación por parte del ente, así como establecer los requisitos para la evaluación de conformidad y certificación de productos y servicios para la industria del gas con las normas de aplicación.

2.2.1.1 Gasoductos

- **NAG 100: Normas Mínimas de Seguridad para el Transporte y la Distribución de Gas Natural y otros Gases por Cañerías**

La NAG 100 establece los estándares de diseño, operación y mantenimiento para las instalaciones de transmisión y distribución, y si bien la seguridad es la consideración básica de la norma, otros factores pueden imponer requerimientos adicionales a la especificación final de sistemas de cañerías a presión. Al no tener la NAG 100 características de manual de diseño, la utilización de sus contenidos deberá ser acompañada por apropiados criterios de ingeniería.

Esta Norma prescribe requisitos de seguridad para instalaciones de cañerías y el transporte de gas dentro de todo el territorio nacional y hasta los límites de su plataforma continental.

La misma cuenta con una Guía Técnica Complementaria que incluye recomendaciones de diseño, referencias de materiales y prácticas aconsejadas, para facilitar la mejor interpretación y forma de poner en práctica las especificaciones de la Norma. Por ello, las distintas secciones de esta Norma NAG 100 deben complementarse en todos los casos con el material de guía.

El Material Guía (dirigido principalmente a los gasoductos) incluye información y algunos de los métodos aceptables para colaborar con el operador en el cumplimiento de la Norma, siendo que las recomendaciones se basan en principios de ingeniería y su aplicación debe fundarse en un criterio de ingeniería sano y competente. Se aclara que este material es de consulta y no debe limitar el uso de otros métodos por parte del operador, máxime cuando la guía puede no resultar adecuada para todas las condiciones que se presenten.

Por sobre todo, la Norma expresamente aclara que, además de los requisitos que la misma prevé, son obligatorios los cuerpos legales nacionales, provinciales y municipales que en cada caso sean de aplicación.

En lo puntualmente ambiental, la Norma expresa en su Sección 4 que en todo proyecto, construcción, operación y mantenimiento de líneas de captación y transporte de gas natural e instalaciones complementarías, se tendrán en cuenta las políticas y normativas vigentes, nacionales, provinciales o municipales sobre contaminación ambiental y uso racional de los recursos hídricos. En este sentido, como Material Guía, se recomiendan el "Código de Práctica Ambiental" de ARPEL, y el "Manual de Gestión Ambiental de Conductos para Hidrocarburos e Instalaciones Complementarias" de la Secretaría de Energía.

- **Normas NAG 153: Protección Ambiental en el Transporte y Distribución de Gas Natural y otros Gases por Cañerías**

Tal como se adelantará, la NAG 153/02 define las normas mínimas para la protección ambiental en el transporte y la distribución de gas natural y otros gases por cañerías (GN – GL), habiendo sido su Texto Ordenado por Resolución ENARGAS 609/09.

El propósito de esta Norma es especificar los criterios y exigencias técnicas mínimas para: 1) identificar y cuantificar impactos ambientales, 2) formular medidas preventivas y correctivas de dichos impactos, y 3) establecer pautas y procedimientos comunes a los distintos estudios e informes ambientales durante las etapas de planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y abandono o retiro de sistemas de transmisión y de sistemas de distribución de gas, y de las respectivas instalaciones complementarias.

La Norma se aplicará a las cinco etapas de desarrollo de un sistema o parte de éste, y los tipos de estudios y procedimientos ambientales requeridos, según etapas del proyecto, son los siguientes: Manual de Procedimientos Ambientales (MPA); Estudio Ambiental Previo (EAP); Estudio Ambiental Previo para Redes (EAPr); Estudio de Impacto Ambiental (EIA), y; Programa de Gestión Ambiental (PGA).

En función de lo expuesto, esta Norma se encuentra dividida en tres secciones:

- La Sección 1 comprende las definiciones, la descripción de los estudios y procedimientos según etapas del proyecto, el manual de procedimientos ambientales, y las especificaciones técnicas para la entrega de protocolos e informes ambientales.

- La Sección 2 se dedica al Estudio Ambiental Previo (EAP o EAPr) y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para los sistemas de transmisión, de distribución y sus respectivas instalaciones complementarias.

Los EAP deberán estar orientados exclusivamente a analizar las ventajas y desventajas, desde el punto de vista ambiental, de distintas alternativas de emplazamiento de las líneas o sistemas de gas y sus instalaciones complementarias. El informe resultante del EAP o EAPr deberá ser conciso y limitado a los aspectos ambientales más importantes y significativos (la norma indica las secciones que han de conformar este Estudio).

Por su parte, el EIA estará orientado exclusivamente a identificar, enumerar y valorar los impactos ambientales que podrían generar las obras y tareas de construcción, operación y mantenimiento de sistemas de transmisión y distribución de gas y sus construcciones complementarias, una vez seleccionado el emplazamiento definitivo en función del EAP. Además, el EIA seleccionará los sitios ambientalmente aptos para el emplazamiento de instalaciones y de construcciones complementarias que demande la obra, incluyendo la extracción de materiales. En caso de que la Empresa no haya elaborado un Anteproyecto, el EIA deberá incluir una sección donde fundamentará la selección del emplazamiento definitivo, de características equivalentes a las indicadas para la elaboración de un EAP. El informe resultante del EIA deberá ser completo y estar conformado como mínimo por las secciones que indica la norma.

- La Sección 3 se enfoca en el Programa de Gestión Ambiental (PGA). El PGA es el conjunto de procedimientos técnicos que se deben formular durante la etapa de Proyecto, a fin de ser implementado durante las etapas de Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono o Retiro de un sistema de transporte o distribución de gas, sus instalaciones complementarias, o parte de éstos.

El PGA deberá estar conformado por los siguientes planes: Plan de Protección Ambiental (PPA); Plan de Contingencias Ambientales (PCA); Plan de Auditoría Ambiental (PAA), y; Plan de Abandono o Retiro (PAR).

El Programa de Gestión Ambiental debe ser dinámico, es decir, se deben actualizar sus contenidos a fin de mejorar el desempeño ambiental. La revisión del Programa de Gestión Ambiental deberá efectuarse con una frecuencia no menor a una cada tres años. En esa revisión se deberán evaluar los objetivos logrados, y fijar las metas a alcanzar.

Esta norma provee una pormenorizada serie de especificaciones y exigencias técnicas mínimas aplicables a la protección ambiental en cada una de las etapas que componen el transporte y la distribución de gas, sus instalaciones y obras complementarias, siendo su ámbito de aplicación todo el territorio nacional y hasta los límites de su plataforma continental. Al respecto, es menester tener en cuenta que el cumplimiento de esta normativa no exime de cumplir otras normas nacionales, provinciales o municipales, debiendo siempre satisfacerse las obligaciones más exigentes de cada una de ellas, desde el punto de vista técnico-ambiental.

- **Resolución SE N° 951/15**

Suma relevancia para el proyecto adquiere la Resolución SE 951/15, mediante la que se aprueba el *"Reglamento técnico para el transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos por ductos submarinos y las normas de protección ambiental aplicables a ductos submarinos que transportan hidrocarburos líquidos y gaseosos"*, que deben ser cumplidas por los concesionarios de transporte de oleoductos, poliductos y terminales marítimas, y los operadores de oleoductos y gasoductos de captación, correspondientes a sistemas de transporte costa afuera.

Esta Resolución deroga (y reemplaza) el Capítulo IX del Anexo I de la Resolución N° 1.460 de fecha 24 de octubre de 2006 de la Secretaría de Energía (la que aprobaba el Reglamento Técnico de Transporte de Hidrocarburos Líquidos por Cañerías, que se aplicará a los oleoductos, poliductos, terminales marítimas e instalaciones complementarias, por los cuales se hubiera otorgado una concesión en los términos de la Ley Nº 17.319 y el Decreto Nº 44/1991); y también lo dispuesto en el punto 2.7. del Anexo de la Disposición N° 123 de fecha 30 de agosto de 2006 de la Subsecretaría de Combustibles, dependiente de la Secretaría de Energía (que aprobaba las *"Normas de Protección Ambiental para los sistemas de transporte de hidrocarburos por oleoductos, poliductos, terminales marítimas e instalaciones complementarias"*). Ello, pues conforme se desprende de los fundamentos de esta norma, dada la extrema sensibilidad y particularidades del medio marino, y los daños que ocasionan los accidentes que se pudieran producir en las operaciones de extracción y transporte de hidrocarburos costa afuera, se estima necesaria la adopción de estándares internacionales específicos de comprobada eficacia, a efectos de garantizar la seguridad operativa como así también la prevención de fallas, roturas y/o derrames.

De acuerdo a lo expuesto, el Reglamento Técnico tiene por objetivo incrementar la seguridad en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, integridad, desafectación y/o abandono de los sistemas que transportan hidrocarburos líquidos y gaseosos, conformados por cañerías o ductos submarinos, denominados normalmente ductos off shore. En tal sentido, el Reglamento adopta la norma DNV-OS_F101 Submarine Pipeline Systems, edición agosto 2012, emitida por DET NORSKE VERITAS AS, con más otros agregados que prevé el Reglamento. Es por ello que los proyectos deberán ser supervisados (desde el inicio) por entidades especializadas que certificarán el diseño, construcción y operación segura del sistema. Es importante señalar que el Reglamento detalla mínima que se requerirá en lo relativo al diseño, construcción y operación, amén de los manuales (v.gr. Manual de Integridad) y/o procedimientos que resulten necesarios agregar en relación a estas etapas.

En cuanto a las Normas de Protección Ambiental aplicables a Ductos Submarinos que Transportan Hidrocarburos Líquidos y Gaseosos, las mismas comienzan por prescribir el desarrollo de la industria hidrocarburífera off shore de manera ambientalmente responsable, abierta y transparente. Asimismo, incorpora el principio precautorio, al disponer que “La ausencia de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para posponer medidas que prevengan la degradación del ambiente”. En tal sintonía, ordena a los operadores que lleven a cabo el transporte de hidrocarburos por ductos la adopción y aplicación de las mejores opciones posibles a efectos de minimizar o prevenir los efectos contraproducentes sobre el ambiente. Particularmente, se señala la necesidad de evitar impactos sobre el medio marino, sus hábitats y comunidades, las especies en peligro de extinción y amenazadas, la calidad del aire, del agua y del lecho marino.

Previo a abordar lo relativo a la Evaluación Ambiental, se remarca la necesidad de contar con información, anticipándose a la posibilidad de que los datos existentes sean insuficientes a los fines de realizar la línea de base. En atención a ello, se establece un trabajo colaborativo entre industria y Estado a los fines de obtener la mejor y mayor información posible, sugiriendo asimismo la utilización del “Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino” elaborado por el Proyecto para la Prevención de la Contaminación Costera, realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

En lo que respecta a la Evaluación Ambiental, se prescriben una serie de cuestiones a tener en cuenta, como el alcance, duración e intensidad de la actividad y los impactos acumulativos, tanto en sí misma como en combinación con otras en el mismo medio marino (aquí se incorpora la visión de evaluación estratégica ya comentada párrafos atrás).

Asimismo, las normas incluyen la obligatoriedad de preparar y mantener un Plan de Gestión Ambiental, de realizar un monitoreo de los efectos ambientales, y de proporcionar una formación, entrenamiento y capacitación de protección ambiental a los empleados y contratistas con los que operen.

Vale agregar que las normas establecen criterios de localización, indicando que el trazado del ducto deberá ser seleccionado teniendo en cuenta por lo menos dos alternativas de localización, teniendo en cuenta la seguridad pública y del personal, la protección del ambiente y la probabilidad de daño a la tubería u otras instalaciones. Se detallan los factores ambientales, de infraestructura, socioeconómicos y generales que habrán de ser especialmente considerados.

En lo que respecta a las características topográficas que puedan afectar la estabilidad y las instalaciones, o la influencia de la intervención de la tubería en el lecho marino, deberán practicarse un Estudio del Trazado y un Estudio del Riego Geológico. Asimismo, se deberán determinar las propiedades geotécnicas de los depósitos del fondo marino necesarias para evaluar los efectos de las condiciones de carga correspondientes, y se deben establecer las propiedades geotécnicas de los suelos para determinar la adecuación de su capacidad de soporte y estabilidad a lo largo de la traza. Desde ya, se señalan las condiciones ambientales a tenerse en cuenta.

La norma prescribe cuáles han de ser los contenidos de los Estudios Ambientales. A saber:

a. Ambiente geológico.
b. Ambiente atmosférico.
c. Ambiente marino.
d. Ambiente costero.
e. Ambiente biológico.
f. Calidad del aire.
g. Actividades comerciales.
h. Actividades recreativas.
i. Asuntos socio-económicos y culturales.
j. Interacciones con la fauna y flora marina.

Asimismo, las normas ambientales prevén un Plan de Contingencias para derrames de hidrocarburos mientras las instalaciones se encuentran operativas, con énfasis en aquellas contramedidas que se consideren apropiadas para las emergencias ambientales. Relacionado con esto, se encuentra el deber de capacitación para con todo el personal, en el entendimiento de que las políticas y procedimientos deben ser entendidos por todos. Más allá de detallarse los contenidos que ha de incluir la capacitación, se indica que el personal a cargo del gerenciamiento de las operaciones deberá estar capacitado en lo relativo a la legislación ambiental y a las políticas ambientales de la empresa, mientras que los trabajadores operativos deberán tener una instrucción con mayor énfasis en los procedimientos a seguir en el caso de tareas específicas.

También la norma establece la presentación de Informes Ambientales para todas las instalaciones y en cada una de sus etapas: anteproyecto, construcción, operación, desafectación y abandono.

Las normas también incluyen una exigencia de suma importancia, que es el Estudio Ambiental Previo (EAP). El mismo debe poder aportar información necesaria para evaluar alternativas del proyecto de forma tal de poder comparar trazados y sus impactos asociados, de manera de seleccionar aquel que presente un impacto menor para el ambiente. El mismo debe presentar el desarrollo metodológico utilizado para comparar dos o más alternativas de trazado de tuberías y la justificación ambiental por la alternativa seleccionada. El EAP se corresponde con las etapas de prefactibilidad e ingeniería básica del proyecto, y deberá presentarse a efectos de que la obra sea autorizada. Téngase presente que la aprobación del EAP es requisito indispensable para que se proceda a tramitar la Concesión de Transporte correspondiente.

Una vez seleccionada y aprobada la alternativa, debe realizarse sobre la misma un Estudio Ambiental de la Construcción - Puesta en Marcha (EACP) y un Plan de Contingencias (PC). Los mismos deben ser presentados previo al inicio de la construcción del proyecto (con una anticipación de 60 días al inicio de la obra) y serán utilizados como herramientas de gestión ambiental durante las etapas de Proyecto Ejecutivo, Construcción y Puesta en marcha. Al ser aprobados se podrá autorizar el inicio de las obras.

Finalmente, para la etapa de Operación y Mantenimiento deberá realizarse una Auditoría Ambiental de la Operación y Mantenimiento (AAOM) enfocada en las actividades, en la infraestructura operacional del sistema y en las tareas de mantenimiento y control de la integridad de las instalaciones, donde se evaluará el cumplimiento de los muestreos y mediciones propuestos, vinculados a las acciones para minimizar los posibles impactos al ambiente por la operación de los ductos submarinos. Esta Auditoría deberá evaluar el cumplimiento de las medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales identificados en el EACP y verificar si se evidencian cambios en los ítems que componen el Estudio Ambiental.

La AAOM y el PC deberán ser presentados con una antelación mínima de 60 días al inicio de la operación de las instalaciones. Luego la AAOM deberá presentarse anualmente, y junto a la misma el PC. Posteriormente, el PC se presentará cada dos años y/o cada vez que se realice una modificación y/o actualización del mismo.

Por último, y en su oportunidad, habrá que presentar un Informe de Desafectación de Ductos e Instalaciones Complementarias; un Estudio Ambiental para el Abandono de Ductos e Instalaciones Complementarias; e Informes de Ocurrencia de Incidentes Contaminantes.

- **Disposición N° 123/06 de la Subsecretaría de Combustibles**

Conforme fuera indicado en el punto que antecede, es la Disposición 123/2006 de la Subsecretaría de Combustibles la que aprueba las "Normas de Protección Ambiental para los sistemas de transporte de hidrocarburos por oleoductos, poliductos, terminales marítimas e instalaciones complementarias". Esta Disposición es de cumplimiento obligatorio para toda persona física o jurídica que solicite o detente la titularidad de una Concesión de Transporte de hidrocarburos líquidos por oleoductos, poliductos o terminales en el marco de la Ley Nº 17.319 y sus reglamentaciones. Todo ello, desde ya, con la salvedad apuntada en lo relativo a ductos submarinos.

El objeto del presente reglamento es lograr una gestión ambiental adecuada que contribuya a preservar el ambiente y los recursos naturales y de valor socioeconómico, para cada una de las etapas de anteproyecto, construcción, operación, mantenimiento, desafectación y abandono de oleoductos y poliductos por las cuales se haya otorgado, o se encuentre en trámite de otorgamiento una concesión de transporte de hidrocarburos líquidos.

Para alcanzar este objetivo los concesionarios deberán presentar ante la Autoridad de Aplicación, Estudios Ambientales y sus correspondientes Planes de Contingencia e Informes de Monitoreo Ambiental.

Al respecto, vale señalar que la previamente comentada Resolución SE 951/2015 se diferenció del régimen de la Disposición 123/2006 en atención a la extrema sensibilidad y particularidades del medio marino, cuestión que aconsejaba la adopción de estándares internacionales específicos de comprobada eficacia, a efectos de garantizar la seguridad operativa como así también la prevención de fallas, roturas y/o derrames. No obstante, se aprecian exigencias afines entre una y otra norma.

En este sentido, esta Disposición también establece la necesidad de formular Informes de Monitoreo Ambiental (IMA), Estudios Ambientales (EAs) y el Plan de Contingencias (PC), que deberán elaborarse para todas las instalaciones involucradas de acuerdo con la etapa que corresponda: anteproyecto, construcción, operación, desafectación y abandono.

Aquí también, los citados Estudios Ambientales consisten en: Estudio Ambiental Previo (EAP); Estudio Ambiental de la Construcción y Puesta en Marcha (EACP), y; Estudio Ambiental de la Operación y Mantenimiento (EAOM). De igual modo, también aquí debe elaborarse un Informe de Desafectación de Ductos e Instalaciones Complementarias (ID) y un Estudio Ambiental para el Abandono de Ductos e Instalaciones Complementarias (EAA).

En cuanto a los Informes de Monitoreo Ambiental, los mismos se exigen tanto en las etapas de construcción, operación y mantenimiento, como de abandono, detallando la norma los impactos que han de considerarse y las medidas de mitigación a adoptar.

La norma detalla las formas que han de respetarse, y contenidos que han de considerarse, en cada uno de los documentos referenciados.

Implicancias para el Proyecto

La NAG 100 impone respetar los estándares de seguridad que establece, en cuanto al diseño, operación y mantenimiento para las instalaciones de transmisión y distribución. En lo estrictamente ambiental, la misma se remite a las políticas y normativas vigentes, nacionales, provinciales o municipales sobre contaminación ambiental y uso racional de los recursos hídricos, sugiriendo además la adopción de buenas prácticas ambientales establecidas en el "Código de Práctica Ambiental" de ARPEL, y en los el "Manual de Gestión Ambiental de Conductos para Hidrocarburos e Instalaciones Complementarias" de la Secretaría de Energía.

En cuanto a la NAG 153, la misma contempla una serie de requisitos mínimos tendientes a identificar y cuantificar impactos ambientales, formular medidas preventivas y correctivas de los mismos, y establecer pautas y procedimientos comunes a los distintos estudios e informes ambientales durante las etapas de planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y abandono o retiro de sistemas de transmisión y de sistemas de distribución de gas, y de las respectivas instalaciones complementarias. De ahí que la norma especifique los tipos de estudios y procedimientos ambientales (y su contenido) requeridos según la etapa de desarrollo del sistema o parte de éste. La norma detalla las especificaciones y exigencias técnicas mínimas aplicables a la protección ambiental en cada una de las etapas que componen el transporte y la distribución de gas, sus instalaciones y obras complementarias, pero funciona como un estándar de cumplimiento mínimo, que puede ser maximizado otras normas nacionales, provinciales o municipales aplicables.

Finalmente, y conforme se pudo apreciar, la Resolución SE 951/15 adquiere singular importancia para el proyecto, en tanto indica con precisión los recaudos a cumplimentar a efectos de poder dar inicio a las obras de construcción, y posteriormente a la operación de las instalaciones. Especialmente, habrá que considerar los contenidos mínimos que la norma prevé para cada uno Estudios, Informes y Planes Ambientales que exige tramitar, esto es, la Evaluación Ambiental, el Plan de Gestión Ambiental, el Plan de Monitoreo, los Programas de Capacitación, el Plan de Contingencias, el Estudio Ambiental Previo (EAP), el Estudio Ambiental de la Construcción - Puesta en Marcha (EACP), el Plan de Contingencias (PC), y la Auditoría Ambiental de la Operación y Mantenimiento (AAOM). Téngase presente que el cumplimiento de lo preceptuado por la norma es requisito ineludible para el inicio de las obras de construcción, y posteriormente para la operación de las instalaciones.

De igual modo, y en relación a las obras y operaciones en tierra, habrá de considerarse la aplicación de la Disposición N° 123/06 de la Subsecretaría de Combustibles.

2.2.1.2 Gas Natural Licuado – GNL

- **Resolución SE N° 338/12**

La Resolución SE 338/12 fue elaborada en parte para suplir las lagunas normativas en el ámbito de las actividades de regasificación y constituye una reglamentación parcial de la Ley de Hidrocarburos (Ley 17.319) y también del régimen de GLP sancionado por la Ley 26.020. Ambas normas habilitan al PEN a reglamentar actividades ligadas a la comercialización y transporte de hidrocarburos. Similarmente, se remite al régimen marco del gas (Ley 24.076) y faculta la delegación de atribuciones en el ENARGAS, en tanto organismo sectorial especializado, con aplicación subsidiaria de las normas técnicas del gas a las actividades del GLP.

La Resolución SE 338/12, adopta una técnica regulatoria, similar a la que rige para las actividades de regasificación en otras regiones del mundo, en base más a normas de desempeño, tomando como baremo a las disposiciones técnicas en vigencia y pautas de desempeño que permite incorporar los desarrollos tecnológicos y avances que se producen en la ingeniería, la seguridad e higiene.

La aprobación de las plantas de regasificación, conforme la norma, requiere un esquema de certificaciones independientes referidas a cuestiones de diseño, seguridad y protección ambiental, a cargo de empresas o profesionales asociadas a sociedades de clasificación internacional con acreditada trayectoria en materia de GNL y terminales similares[7].

Cabe recordar que la remisión a la labor de las sociedades de clasificación se encuentra en línea con el régimen asegurador marítimo o de prevención de la contaminación marina. Son exigibles los siguientes certificados, conforme al Artículo 6:

Certificado de Diseño, correspondiente a la verificación satisfactoria del proyecto y de la Ingeniería Básica y de Detalle, previa revisión de los Análisis de Riesgos y Estudios Ambientales del emplazamiento.

Certificado de Materiales y Equipamiento, corresponde a la inspección satisfactoria de materiales, componentes y equipos principales.

Certificado de Instalación, corresponde a la inspección satisfactoria del pilotaje, la construcción, y emplazamiento de las instalaciones. (Se estima que esta exigencia será reemplazada con las certificaciones emitidas respecto del casco según REGINAVE).

Certificado de Operación Segura e Informe Final, corresponde a la verificación satisfactoria de las pruebas y ensayos sectorizados y posterior puesta en marcha de las instalaciones.

La norma contempla plazos perentorios para la presentación de estas certificaciones en función de los avances de la obra.

El régimen establecido en la Resolución 338/12 remite, a los efectos de los controles y monitoreos posteriores durante la vida útil del proyecto, al modelo de auditorías de seguridad, higiene y ambiente, que se adopta para otras actividades del sector energético, conforme a la Resolución 266/08 de la SE, en base a auditorías a cargo de universidades nacionales. También conforma, junto al régimen de auditorías anuales, un registro de profesionales idóneos con el fin de efectuar un seguimiento técnico.

Implicancias para el Proyecto

Ambas normas señaladas abordan aspectos referidos a la gestión del gas en la interfase agua y transporte por ductos con licuefacción, aunque el diseño y la concepción de las mismas apunta a las claras a las actividades de importación de gas en buques metaneros y su regasificación en instalaciones costeros, muelles adaptados y buques de regasificación, tal como ha sido la operatoria en el país hasta la fecha. La actividad en cuestión es el circuito inverso, con licuefacción previa y luego carga a buque para exportación. Es un fenómeno similar al ocurrido en otros países como EE.UU. Malasia, o países productores del Mar del Norte, en donde los cambios tecnológicos y el auge del desarrollo de gas no-convencional también ha cambiado el perfil de las instalaciones de logística de importadores a exportadores de gas.

[7] Conforme al artículo 6 de la norma, *"...La Terminal deberá contar con certificados expedidos por una Sociedad de Clasificación —o compañías asociadas a las mismas— con pericia reconocida en instalaciones de gas y petróleo, miembro de la INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES LTD. (IACS). La Sociedad de Clasificación o sus compañías asociadas deberán acreditar ante la Autoridad de Aplicación, la idoneidad y experiencia suficientes para emitir los certificados exigidos por la presente normativa..."*

En ambos casos, sin embargo, las normas siguen una lógica similar con fuerte impronta en criterios de desempeño y evaluaciones de riesgo incorporadas al proceso de evaluación ambiental. En este sentido, ambas normas, en lo que hace al esquema de articulación entre las autoridades sectoriales (ENARGAS o Secretaría de Energía), con otras reparticiones y jurisdicciones, sigue un modelo de federalismo concertado con remisión a las potestades de cada provincia en materia de ordenamiento territorial, radicación industrial y evaluación de impacto ambiental. El anexo de la Resolución 338/12 también remite, en un sentido similar al descripto en otras secciones de este informe, a las exigencias de participación ciudadana, transparencia y acceso a la información.

- **Resolución SE N° 951/15**

Suma relevancia para el proyecto adquiere la Resolución SE 951/15, mediante la que se aprueba el *"Reglamento técnico para el transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos por ductos submarinos y las normas de protección ambiental aplicables a ductos submarinos que transportan hidrocarburos líquidos y gaseosos"*, que deben ser cumplidas por los concesionarios de transporte de oleoductos, poliductos y terminales marítimas, y los operadores de oleoductos y gasoductos de captación, correspondientes a sistemas de transporte costa afuera.

Esta Resolución deroga (y reemplaza) el Capítulo IX del Anexo I de la Resolución N° 1.460 de fecha 24 de octubre de 2006 de la Secretaría de Energía (la que aprobaba el Reglamento Técnico de Transporte de Hidrocarburos Líquidos por Cañerías, que se aplicará a los oleoductos, poliductos, terminales marítimas e instalaciones complementarias, por los cuales se hubiera otorgado una concesión en los términos de la Ley Nº 17.319 y el Decreto Nº 44/1991); y también lo dispuesto en el punto 2.7. del Anexo de la Disposición N° 123 de fecha 30 de agosto de 2006 de la Subsecretaría de Combustibles, dependiente de la Secretaría de Energía (que aprobaba las *"Normas de Protección Ambiental para los sistemas de transporte de hidrocarburos por oleoductos, poliductos, terminales marítimas e instalaciones complementarias"*). Ello, pues conforme se desprende de los fundamentos de esta norma, dada la extrema sensibilidad y particularidades del medio marino, y los daños que ocasionan los accidentes que se pudieran producir en las operaciones de extracción y transporte de hidrocarburos costa afuera, se estima necesaria la adopción de estándares internacionales específicos de comprobada eficacia, a efectos de garantizar la seguridad operativa como así también la prevención de fallas, roturas y/o derrames.

De acuerdo a lo expuesto, el Reglamento Técnico tiene por objetivo incrementar la seguridad en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, integridad, desafectación y/o abandono de los sistemas que transportan hidrocarburos líquidos y gaseosos, conformados por cañerías o ductos submarinos, denominados normalmente ductos off shore. En tal sentido, el Reglamento adopta la norma DNV-OS_F101 Submarine Pipeline Systems, edición agosto 2012, emitida por DET NORSKE VERITAS AS, con más otros agregados que prevé el Reglamento. Es por ello que los proyectos deberán ser supervisados (desde el inicio) por entidades especializadas que certificarán el diseño, construcción y operación segura del sistema. Es importante señalar que el Reglamento detalla mínima que se requerirá en lo relativo al diseño, construcción y operación, amén de los manuales (v.gr. Manual de Integridad) y/o procedimientos que resulten necesarios agregar en relación a estas etapas.

En cuanto a las Normas de Protección Ambiental aplicables a Ductos Submarinos que Transportan Hidrocarburos Líquidos y Gaseosos, las mismas comienzan por prescribir el desarrollo de la industria hidrocarburífera off shore de manera ambientalmente responsable, abierta y transparente. Asimismo, incorpora el principio precautorio, al disponer que "*La ausencia de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para posponer medidas que prevengan la degradación del ambiente*". En tal sintonía, ordena a los operadores que lleven a cabo el transporte de hidrocarburos por ductos la adopción y aplicación de las mejores opciones posibles a efectos de minimizar o prevenir los efectos contraproducentes sobre el ambiente. Particularmente, se señala la necesidad de evitar impactos sobre el medio marino, sus hábitats y comunidades, las especies en peligro de extinción y amenazadas, la calidad del aire, del agua y del lecho marino.

Previo a abordar lo relativo a la Evaluación Ambiental, se remarca la necesidad de contar con información, anticipándose a la posibilidad de que los datos existentes sean insuficientes a los fines de realizar la línea de base. En atención a ello, se establece un trabajo colaborativo entre industria y Estado a los fines de obtener la mejor y mayor información posible, sugiriendo asimismo la utilización del "Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino" elaborado por el Proyecto para la Prevención de la Contaminación Costera, realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

En lo que respecta a la Evaluación Ambiental, se prescriben una serie de cuestiones a tener en cuenta, como el alcance, duración e intensidad de la actividad y los impactos acumulativos, tanto en sí misma como en combinación con otras en el mismo medio marino (aquí se incorpora la visión de evaluación estratégica ya comentada párrafos atrás).

Asimismo, las normas incluyen la obligatoriedad de preparar y mantener un Plan de Gestión Ambiental, de realizar un monitoreo de los efectos ambientales, y de proporcionar una formación, entrenamiento y capacitación de protección ambiental a los empleados y contratistas con los que operen.

Vale agregar que las normas establecen criterios de localización, indicando que el trazado del ducto deberá ser seleccionado teniendo en cuenta por lo menos dos alternativas de localización, teniendo en cuenta la seguridad pública y del personal, la protección del ambiente y la probabilidad de daño a la tubería u otras instalaciones. Se detallan los factores ambientales, de infraestructura, socioeconómicos y generales que habrán de ser especialmente considerados.

En lo que respecta a las características topográficas que puedan afectar la estabilidad y las instalaciones, o la influencia de la intervención de la tubería en el lecho marino, deberán practicarse un Estudio del Trazado y un Estudio del Riego Geológico. Asimismo, se deberán determinar las propiedades geotécnicas de los depósitos del fondo marino necesarias para evaluar los efectos de las condiciones de carga correspondientes, y se deben establecer las propiedades geotécnicas de los suelos para determinar la adecuación de su capacidad de soporte y estabilidad a lo largo de la traza. Desde ya, se señalan las condiciones ambientales a tenerse en cuenta.

La norma prescribe cuáles han de ser los contenidos de los Estudios Ambientales. A saber:

a) Ambiente geológico
b) Ambiente atmosférico
c) Ambiente marino
d) Ambiente costero
e) Ambiente biológico
f) Calidad del aire
g) Actividades comerciales
h) Actividades recreativas
i) Asuntos socio-económicos y culturales
j) Interacciones con la fauna y flora marina

Asimismo, las normas ambientales prevén un Plan de Contingencias para derrames de hidrocarburos mientras las instalaciones se encuentran operativas, con énfasis en aquellas contramedidas que se consideren apropiadas para las emergencias ambientales. Relacionado con esto, se encuentra el deber de capacitación para con todo el personal, en el entendimiento de que las políticas y procedimientos deben ser entendidos por todos. Más allá de detallarse los contenidos que ha de incluir la capacitación, se indica que el personal a cargo del gerenciamiento de las operaciones deberá estar capacitado en lo relativo a la legislación ambiental y a las políticas ambientales de la empresa, mientras que los trabajadores operativos deberán tener una instrucción con mayor énfasis en los procedimientos a seguir en el caso de tareas específicas.

También la norma establece la presentación de Informes Ambientales para todas las instalaciones y en cada una de sus etapas: anteproyecto, construcción, operación, desafectación y abandono.

Las normas también incluyen una exigencia de suma importancia, que es el Estudio Ambiental Previo (EAP). El mismo debe poder aportar información necesaria para evaluar alternativas del proyecto de forma tal de poder comparar trazados y sus impactos asociados, de manera de seleccionar aquel que presente un impacto menor para el ambiente. El mismo debe presentar el desarrollo metodológico utilizado para comparar dos o más alternativas de trazado de tuberías y la justificación ambiental por la alternativa seleccionada. El EAP se corresponde con las etapas de prefactibilidad e ingeniería básica del proyecto, y deberá presentarse a efectos de que la obra sea autorizada. Téngase presente que la aprobación del EAP es requisito indispensable para que se proceda a tramitar la Concesión de Transporte correspondiente.

Una vez seleccionada y aprobada la alternativa, debe realizarse sobre la misma un Estudio Ambiental de la Construcción - Puesta en Marcha (EACP) y un Plan de Contingencias (PC). Los mismos deben ser presentados previo al inicio de la construcción del proyecto (con una anticipación de 60 días al inicio de la obra) y serán utilizados como herramientas de gestión ambiental durante las etapas de Proyecto Ejecutivo, Construcción y Puesta en marcha. Al ser aprobados se podrá autorizar el inicio de las obras.

Finalmente, para la etapa de Operación y Mantenimiento deberá realizarse una Auditoría Ambiental de la Operación y Mantenimiento (AAOM) enfocada en las actividades, en la infraestructura operacional del sistema y en las tareas de mantenimiento y control de la integridad de las instalaciones, donde se evaluará el cumplimiento de los muestreos y mediciones propuestos, vinculados a las acciones para minimizar los posibles impactos al ambiente por la operación de los ductos submarinos. Esta Auditoría deberá evaluar el cumplimiento de las medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales identificados en el EACP y verificar si se evidencian cambios en los ítems que componen el Estudio Ambiental.

La AAOM y el PC deberán ser presentados con una antelación mínima de 60 días al inicio de la operación de las instalaciones. Luego la AAOM deberá presentarse anualmente, y junto a la misma el PC. Posteriormente, el PC se presentará cada dos años y/o cada vez que se realice una modificación y/o actualización del mismo.

Por último, y en su oportunidad, habrá que presentar un Informe de Desafectación de Ductos e Instalaciones Complementarias; un Estudio Ambiental para el Abandono de Ductos e Instalaciones Complementarias; e Informes de Ocurrencia de Incidentes Contaminantes.

Implicancias para el Proyecto

Conforme se pudo apreciar, la Resolución SE 951/15 adquiere singular importancia para el proyecto, en tanto indica con precisión los recaudos a cumplimentar a efectos de poder dar inicio a las obras de construcción, y posteriormente a la operación de las instalaciones. Especialmente, habrá que considerar los contenidos mínimos que la norma prevé para cada uno Estudios, Informes y Planes Ambientales que exige tramitar, esto es, la Evaluación Ambiental, el Plan de Gestión Ambiental, el Plan de Monitoreo, los Programas de Capacitación, el Plan de Contingencias, el Estudio Ambiental Previo (EAP), el Estudio Ambiental de la Construcción - Puesta en Marcha (EACP), el Plan de Contingencias (PC), y la Auditoría Ambiental de la Operación y Mantenimiento (AAOM).

Téngase presente que el cumplimiento de lo preceptuado por la norma es requisito ineludible para el inicio de las obras de construcción, y posteriormente para la operación de las instalaciones.

2.2.2 Navegación, Puertos y Operatoria Portuaria

Las operaciones de licuefacción y carga posterior a buques gaseros, quedará sujeta, parcialmente a las exigencias de la Ley de la Navegación (Ley 20.094) y las reglamentaciones marítimas y fluviales dictadas en su consecuencia cuya fiscalización se encuentra bajo la órbita de la PNA. Esta autoridad, con capacidad técnica exclusiva en materia específica de operatorias de buques en aguas jurisdiccionales, ha incorporado normas internacionales en el plexo del REGINAVE de aplicación al caso, y otras disposiciones emanadas de su autoridad sobre toda embarcación flotante.

A continuación, se señalan sucintamente las normas de la Ley de la Navegación, REGINAVE y complementarias aplicables a la operación del buque licuefactor y carga a buques receptores, teniendo en cuenta que en gran medida constituyen la transposición del derecho internacional analizado al derecho nacional.

2.2.2.1 Ley de Navegación

Entre otras secciones de la Ley de Navegación, a ser tenidas en cuenta por las operaciones de regasificación, se enumeran:

- Título II, Capítulo 1, Sección 3; Daños a instalaciones portuarias;
- Título II, Capítulo 2, Secciones 1 y 2, Régimen administrativo del buque y del artefacto naval, individualización, registro y nacionalidad; Secciones 5 y 6 referidas a las condiciones de seguridad e idoneidad de buques y artefactos y el régimen de inspecciones por parte de las autoridades competentes; Sección 7, referida a los certificados de seguridad requeridos por PNA (en forma armonizada con lo exigido por convenios internacionales); Sección 8 sobre la documentación obligatorio de todo buque o artefacto naval;
- Título III, Capítulo 3, Sección 6, referida a los seguros marítimos, debiendo articular estas provisiones con las exigencias de los seguros contra contaminación previstas en el derecho internacional y su exigibilidad en el derecho interno.

2.2.2.2 REGINAVE

El REGINAVE constituye la reglamentación central de la actividad marítima, fluvial y lacustre, en función de la Ley de la Navegación citada y de los diferentes acuerdos internacionales receptados en el derecho interno, en algunos casos con la formal aprobación legislativa del instrumento internacional, en otros, con la incorporación de los términos del tratado a la reglamentación interna, sin haber una aprobación formal.

En función del mecanismo flexible que posee la OMI para la actualización periódica de los aspectos técnicos que atañen a los convenios internacionales a los cuales Argentina es parte, la PNA posee amplias facultades para asimilar o, en su caso equiparar normas o procedimientos internacionales con otros esquemas, siempre que los resultados aseguren un nivel de protección ambiental o de seguridad equivalente[8].

Del REGINAVE revisten importancia las siguientes secciones:

- Título I, Capítulo 4, sobre sistemas de lucha contra incendio e inundaciones.

[8] Ver Ordenanza Marítima 02/09 y 2/15.

- Título II, Capítulo 3, sobre los Libros Registros de uso obligatorio a bordo de los buques y artefactos navales y Capítulo 4 sobre condiciones, inspecciones y certificados de seguridad, Capítulo 6 sobre gestión de la seguridad operacional del buque y para la prevención de la contaminación.

- Título IV, Capitulo 7 sobre seguridad en los trabajos de reparación y mantenimiento, Capitulo 8, Sección 9 sobre normas de seguridad durante operaciones de desgasificación, limpieza, reparación y mantenimiento, Capítulo 14, Sección 5 sobre transporte de gases licuados a granel. En particular cabe señalar los Artículos 414.0501 a 414.0503 que rezan:

"…414.0501. ***Aplicación***

El transporte de gases licuados a granel se rige, según corresponda por el: a) Código para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel o "Código de Gaseros" (CG) aprobado por Resolución A.328 (IX) de la Asamblea de la Organización Marítima Internacional (OMI), o por el b) Código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel o "Código Internacional de Gaseros" (CIG) aprobado por Resolución MSC 5 (48) del Comité de Seguridad Marítima de la Organización Marítima Internacional (OMI).

"414.0502. ***Definición de gasero***

A los efectos de la aplicación de la presente Sección, se entenderá por "Gasero" a todo buque construido o adaptado para el transporte a granel de gases licuados.

"414.0503. ***Autorización de transporte para buques gaseros no comprendidos por el Código de Gaseros (CG) o por el Código Internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel (CIG)***

Cuando se transporten gases licuados a granel en buques gaseros distintos de los especificados en el Artículo 414.0501., estos buques deberán poseer una autorización de transporte que certifique que el buque es apto para transportar dichos productos. La Prefectura establecerá los requisitos que sean de aplicación en cada caso particular y otorgará a los buques de la Marina Mercante Nacional las autorizaciones correspondientes…".

En función de estas exigencias y de las reglamentaciones dictadas con posterioridad (ver abajo), el buque debe cumplir con cualquiera de los códigos internacionales mencionados, o bien contar con una autorización expresa emitida por la PNA.

El Título 8 del REGINAVE, se encuentra dedicado íntegramente a la prevención de la contaminación proveniente de los buques e incorpora los cinco capítulos de MARPOL actualmente vigentes y adoptados por la República Argentina.

2.2.2.3 Reglamentaciones PNA

Las citadas normas agrupadas en el REGINAVE, son complementadas con las siguientes reglamentaciones específicas emitidas por la máxima autoridad de la PNA, o por dependencias técnicas subordinadas a la misma.

Ordenanza 01/80. Esta Ordenanza establece los requisitos que deberán cumplir los interesados en realizar cualquier vertimiento comprendido en los términos de la Convención de Londres de 1972, de aplicación a la solicitud de autorización para dragados.

Ordenanza 03/81, regula las prevenciones a adoptar en las operaciones de alijo de cargas de hidrocarburos. El Anexo contiene un *check list* de cuestiones a ser contempladas en forma previa a toda operación de estas características. No es explícita su aplicación a buques gaseros.

Ordenanza 2/88, referida a la obligación de informar a navegantes sobre el emplazamiento del equipo o instalación costa afuera. Si bien ha sido concebida para las instalaciones costa afuera para la exploración y explotación de la plataforma submarina, es aplicable a cualquier instalación utilizada para la carga o logística del gas.

Ordenanza 01/90. Establece, en función de lo establecido en SOLAS 74 las exigencias de informar a la autoridad marítima con una antelación de 24 horas para toda operación de carga o descarga de gases, cumplimentando la *check list* adjuntado a la norma (Anexo 3).

Ordenanza 02/91. Establece los requisitos para la autorización para el transporte de gases a granel. (ver las modificaciones introducidas por la Ordenanza 05/98).

Ordenanza 01/93. Esta Ordenanza establece los requisitos que deberán cumplir los buques cuando carguen o descarguen hidrocarburos, sustancias líquidas o gases en terminales, muelles, plataformas o monoboyas. La norma fue diseñada teniendo más en cuenta la operatoria de descarga de hidrocarburos líquidos a tierra, o en su caso la carga de crudo en monoboyas off shore. No obstante, el Anexo B se aplica a las operaciones de quimiqueros y gaseros.

Ordenanza 07/97. Establece el formato que deberá tener el Libro Registro de Hidrocarburos, con el fin de cumplir con las exigencias de MARPOL.

Ordenanza 8/97, contiene los requisitos establecidos por la OMI, para la obtención de los certificados requeridos por el Código Internacional de la Seguridad Operacional del Buque y la Prevención de la Contaminación. Este Código fue aprobado por la OMI, en virtud de las exigencias contenidas en el Convenio SOLAS y requiere la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad por parte de la compañía armadora y del buque, sujeta a revisión y auditorías externas, por parte de la PNA. El certificado tiene una vigencia de 5 años con auditorias intermedias obligatorias.

Ordenanza 01/98. Establece los procedimientos y las autorizaciones necesarias para la utilización de productos químicos para la lucha contra derrames. Deroga la Ordenanza 01/95.

Ordenanza 05/98. Esta Ordenanza establece la documentación que deberá llevar a bordo todo buque con el fin de cumplir con los requisitos de MARPOL y SOLAS. El Artículo 5 aplica a los buques gaseros y requiere los siguientes libros y documentos, siguiendo las exigencias ya establecidas en la Ordenanza 02/91:

1. Certificado Internacional de habilitación para el transporte de gases a granel, emitido en función del Código Internacional de Buques Gaseros (CIG). Alternativamente puede suplirse por una habilitación otorgada por la autoridad marítima del país de bandera del buque.

2. Manifiesto de carga con descripción de gases a ser transportados.

3. Código CIG y Manuales Operativos de Carga.

Ordenanza 08/98 Esta Ordenanza establece el marco para los planes de contingencia a nivel nacional, bajo la coordinación de PNA. El operador deberá elaborar un Plan de Contingencia para su aprobación por PNA, contemplando la articulación con los restantes componentes, algunos con el sector privado, otros con organismos públicos. A la fecha existen convenios vigentes con Shell, Esso, YPF, Sipetrol y otras empresas, pudiendo tomarse los mismos como marco para la articulación de un Plan referente al presente proyecto.

Ordenanza 13/98, establece, en función de las facultades de los estados ribereños estipulada en CONVEMAR, las rutas y derrotas de acceso a puertos y cargaderos en todo el litoral marítimo argentino, con el fin de evitar varaduras que pudieran causar derrames para los ecosistemas costeros. Si bien la norma se refiere específicamente a petroleros y quimiqueros, guardando silencio respecto de gaseros, se lo incluye como referencia para las derrotas de acceso a zona de alije y de cargas. Por otra parte, la Ordenanza 12/98 que establece las zonas especiales de protección ambiental en el litoral, no incluye ninguna dentro del ámbito de operación del buque gasero.

Ordenanza 05/99, contiene los requisitos que deben cumplir las empresas inscriptas en PNA para la prestación de servicios a terceros para el control de derrames de hidrocarburos y otras sustancias tóxicas o peligrosas para el medio. El registro y el requerimiento de inscripción está en función del Sistema Nacional de Prevención de Derrames en el mar y las zonas costeras creada por Decreto 962/98, administrada por la PNA.

Ordenanza 03/00, que establece los modelos de certificados internacionales que acreditan las condiciones para la prevención de la contaminación, conforme reglas internacionales contenidas en MARPOL. El Anexo IV contiene las exigencias para buques gaseros. Estos certificados poseen una duración de 2 años, en el caso de los gaseros, debiendo verificarse el cumplimiento del Código IGC (Código Internacional de Gestión de la Seguridad) (ver Decreto 111/06) más abajo)

Ordenanza 04/18. En función de las exigencias internacionales en materia de la prevención del abordaje, se establecen normas para la seguridad de la navegación en diversos puertos de acceso del país, las cuales deberán ser tomados en cuenta por parte de los buques regasificadores.

Ordenanza 01/03, referido a los requisitos que deben reunir los incineradores de residuos a bordo de artefactos navales y buques para la eliminación de residuos sólidos generados en buques, conforme al Anexo correspondiente de MARPOL. Estos incineradores no podrán utilizarse para la destrucción de ciertos residuos peligrosos como los PCBs, los plásticos PVC o las mezclas de hidrocarburos.

Decreto 1.973/04 y otras normas reglamentarias. Este Decreto designa a la Prefectura Naval Argentina como Autoridad Designada a todos los efectos de la aplicación en jurisdicción de la República Argentina del Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias (Código PBIP) integrado al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, SOLAS/ 74 (Ley 22.079.) EL Código PBIP fue adoptado por la OMI luego de los atentados del 11/09/01 en Nueva York y requiere la incorporación de sistemas de seguridad tanto en buques como en las instalaciones portuarias. Además de los escenarios de incidentes en el río, la hipótesis de un atentado no debiera ser descartado y el PGA considerará las exigencias del Código PBIP, en forma armónica con los protocolos de seguridad diseñados por el Consorcio Administrador del Puerto. La Disposición 21/03 establece e incorpora in extenso el Código a la legislación nacional, requiriendo además la extensión de un certificado para acreditar el cumplimiento con los requisitos de seguridad por parte de armadores u operadores de terminales. La Disposición 81/03 (POLISEGUR) establece los requisitos que deben reunir los oficiales a cargo de la gestión de seguridad en buques e instalaciones portuarias.

Disposición PNA 42/05. Establece nuevas exigencias para los sistemas de lucha contra incendios, actualizando las exigencias contenidas en el Artículo 104.0103 del REGINAVE (modificado por Decreto PEN 418/04).

Decreto PEN 111/06. Integra al derecho interno, el Código de Buques Gaseros (*International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk* - IGC Code) elaborado por la OMI, haciendo una incorporación similar con el Código BPIP, introducido al Convenio SOLAS. Todos estos cuerpos normativos específicos y de aplicación exclusiva a la actividad del buque metanero, tienen por Autoridad de Aplicación a la PNA.

El Decreto PEN 111/06 reglamenta, como parte integrante del plexo normativo contenido en el REGINAVE, la certificación del sistema de gestión de seguridad operacional previsto por la OMI. Quedan sujetos a este requisito todo buque que opere en aguas jurisdiccionales de la Nación Argentina, siendo indistinto su bandera o matricula nacional o extranjera a los fines del cumplimiento de las exigencias de Certificación de dicha Gestión. Particular importancia reviste la inclusión en su texto de “buques gaseros” como tipo de embarcación sujeta a sus previsiones.

Respecto de barcos matriculados en jurisdicción extranjera, la Certificación puede ser expedida por la administración del país donde se encuentra matriculado, o por la Prefectura Naval Argentina (PNA). Dicha certificación se expide previa auditoría externa realizada por la PNA (de ser solicitado a ésta) o por la administración extranjera a la cual pertenece la matricula del buque. Asimismo, se requiere la auditoría interna periódica del buque.

Disposición PNA 01/08. (Dirección de Protección Ambiental) prevé las normas para buques gaseros (incluidos como especie de los “petroleros”) para “prevención de la contaminación por hidrocarburos en casos de abordaje o varada”, en todo lo que hace a la aprobación del diseño y construcción de estos buques // ej: doble casco. Buques sin doble casco. Buques de registro extranjero. Y Especialmente: punto 2.4. otros métodos de proyecto y construcción de buques petroleros a aprobar por la PNA como alternativa a las reglas de la Resolución 1/08. Esto se aplica en todo cuanto sea atinente al grado de protección que ofrezcan para un eventual abordaje o varamiento en aguas interiores, donde no sea de aplicación convenios internacionales tales como SOLAS.

Disposición PNA 09/09 (POLINAVE). Esta norma establece las condiciones y términos para la navegación desde y hasta el muelle de MEGA en Puerto Galván (Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires), de buques regasificadores y metaneros, incluyendo exigencias en materia de seguridad de la navegación, prácticos, remolcadores y condiciones meteorológicas para el ingreso y egreso por la ría de Bahía Blanca. Estrictamente hablando, es una norma particular (acto administrativo de alcance particular), pero que sienta precedentes respecto de la operatoria de la terminal de licuefacción.

Disposición 373/21. Establece medidas de seguridad para embarcaciones que naveguen en aguas del Golfo San Matías, en relación al incremento registrado en los últimos años de ejemplares de ballenas Franca Austral (*Eubalaena Australis*) dentro de las aguas del Golfo San Matías, las que pueden avistarse fundamentalmente entre los meses de junio y octubre. Esta especie de ballena ha sido declarada Monumento Natural a nivel Nacional y Provincial (esto se abordará en otra sección de este capítulo). En virtud de la misma se prohíbe el acercamiento a una distancia menor a los 200 metros con respecto a cetáceos y ejemplares de ballenas Franca Austral, de embarcaciones que no posean la correspondiente habilitación/autorización, en jurisdicción de la Prefectura San Antonio Oeste. Asimismo, se dispone que de producirse colisiones con cetáceos o en caso de observarse y/o constatarse esta situación, los patrones/capitanes de las embarcaciones involucradas deberán informar de inmediato a la Autoridad Marítima a los efectos de dar correspondiente seguimiento al estado de salud de las personas a bordo y a las condiciones de seguridad de las embarcaciones. Igual temperamento se adoptará cuando se observen especímenes con lesiones que pudieran haber sido producidas por colisiones de embarcaciones, con la finalidad de dar intervención a la autoridad de aplicación en la materia. También se prescribe la adopción de recaudos de vigilancia, navegando dentro de lo posible a la velocidad mínima de maniobra, manteniendo en todo momento la gobernabilidad de las embarcaciones que naveguen en el Golfo San Matías, prestando mayor atención durante la temporada de ballenas. De advertirse la presencia de cetáceos en el Golfo San Matías, en períodos fuera de temporada, se debe poner en conocimiento a la Autoridad Marítima a los efectos de cursar los correspondientes avisos a los navegantes.

Otras normas reglamentarias aplicables a la actividad:

- Ordenanza Marítima 01/10: Aprueba las “Normas para el dictado de cursos del Código Internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias (Código BPIP).

- Ordenanza Marítima 02/12: Apruébase las "Normas para prevenir la contaminación atmosférica proveniente de los buques".

- Ordenanza Marítima 01/14: esta Ordenanza aprueba las “Normas sobre vertimiento de desechos y otras materias en aguas de jurisdicción nacional” donde se establece la prohibición de verter desechos u otras materias primas listadas en anexo, salvo excepcionalmente en aguas marítimas cuando se certifique su inocuidad; quedando los vertimientos que se prevean efectuar en aguas de la jurisdicción nacional siempre sujetos a obtener autorización previa de la PNA (acorde al Artículo 805.0201 del REGINAVE).

- Ordenanza Marítima 03/14: Establece la obligatoriedad de contar con la certificación para la prevención de vertimiento de aguas sucias, conforme MARPOL.

- Ordenanza Marítima 06/14: Establece el marco para la aprobación de las “Normas para la Aprobación y Mantenimiento del Equipo de Seguridad del Buque”. La Ordenanza establece las equivalencias para la homologación de equipos y la aceptación de equipos ya aprobados por entidades reconocidas por PNA. Los anexos aplican a los equipos de seguridad para la tripulación, seguridad contra incendios y otros esquemas de protección de equipos.

- Ordenanza Marítima 02/15: Establece el “Régimen Técnico del Buque” titulada normas y procedimientos para la aprobación de alternativas y equivalencias previstas en la norma vigente y las normas y procedimientos para la aprobación de alternativas y equivalencias. La Ordenanza faculta a la PNA a autorizar procedimientos o equipamientos alternativos a los establecidos en las pautas de la OMI, siempre que el nivel de protección sea equivalente.

- Ordenanza Marítima 6/16: Modifica el Tomo 1 “Régimen técnico del buque” y establece los “Niveles de ruido a bordo de los buques” con los Agregados N° 1, 2 y 3, siguiendo el Manual de la OMI utilizada para la medición de ruidos a bordo en virtud de la Resolución 343 (IX) de dicho organismo.

- Ordenanza Marítima 7/17: Establece normas para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, artefactos navales u otras construcciones flotantes.

- Ordenanza Marítima 5/18: Establece las Normas de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y la Prevención de la Contaminación (NGS) proporcionando pautas a los propietarios, operadores y capitanes de los buques de la Matrícula Nacional sobre los requisitos exigidos por la Prefectura para el cumplimiento del Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código IGS).

En la siguiente tabla, se sintetizan los documentos y certificaciones que deben poseer los buques gaseros que operen en la vida útil del proyecto. El mismo está extractado del trabajo elaborado por el Comité de Facilitación de la OMI en diciembre de 2004, e incluye aquella documentación que es imprescindible para todo buque que opere en aguas argentinas, como también los que son aplicables en forma específica a los gaseros.

Tabla 1. Documentos y certificaciones que deben poseer los buques gaseros.

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Certificado internacional de arqueo (1969) Se expedirá un Certificado internacional de arqueo (1969) a todo buque cuyos arqueos bruto y neto hayan sido determinados conforme a las disposiciones del convenio	Ley 21.897, Convenio de Arqueo (Tonnage 69), artículo 7	REGINAVE
Certificado internacional de francobordo A todo buque que haya sido visitado y marcado de conformidad con el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o con el Convenio modificado por su Protocolo de 1988, según proceda, le será expedido un Certificado internacional de francobordo, en virtud de las disposiciones del Convenio.	Leyes 18.771 y 24.213, Convenio de Líneas de Carga (LL68), artículo 16; y Protocolo de 1988 (LL88) relativo al Convenio de Líneas de Carga, artículo 18	REGINAVE y Ordenanzas 2/93 y 5/03
Certificado internacional de exención relativo al francobordo A todo buque al que se haya concedido una exención en virtud de las disposiciones del artículo 6 del Convenio de Líneas de Carga, o del Convenio modificado por su Protocolo de 1988, según proceda, le será expedido un Certificado internacional de exención relativo al francobordo.	Convenio de Líneas de Carga, artículo 6; Protocolo de 1988 relativo al Convenio de Líneas de Carga, artículo 18	REGINAVE y Ordenanzas 2/93 y 5/03
Cuadernillo de estabilidad sin avería Todo buque de pasaje, sean cuales fueren sus dimensiones, y todo buque de carga de eslora igual o superior a 24 m, será sometido al término de su construcción, a una prueba para determinar los elementos de su estabilidad. Se facilitará al capitán un cuadernillo de estabilidad con toda la información necesaria que le permita de modo rápido y sencillo disponer de una orientación exacta acerca de la estabilidad del buque en diversas condiciones de carga. Cuando se trate de graneleros, la información que debe figurar en el cuadernillo de granelero podrá incluirse en el cuadernillo de estabilidad.	Ley 22.079 y Ley 24.213 (SOLAS 1974), reglas II-1/22 y II-1/25-8; Protocolo de 1988 relativo al Convenio de Líneas de Carga, regla 10	REGINAVE Ordenanzas 14/74, 15/74, 07/75, 01/81, 06/82, 02/84, 04/88, 02/89, 03/89, 04/89, 01/90, 01/91, 02/92, 03/93, 07/94, 05/98, 09/98, 03/99, 08/99, 05/00, 03/01, 03/02, 04/02, 05/02, 08/02, 03/04, 03/05, 04/05, 05/05, 07/05, 01/08, 02/08, 01/09, 2/09 y 03/09 Decreto 1.241/03 Ordenanzas 97/80, 01/94, 04/03, 06/03 y 09/03

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Planos y cuadernillos de lucha contra averías En los buques de pasaje y en los buques de carga habrá, expuestos de modo permanente, planos que indiquen claramente para cada cubierta y bodega los límites de los compartimientos estancos, sus aberturas y respectivos medios de cierre con la posición de sus correspondientes mandos, así como los medios para corregir cualquier escora producida por inundación. Además, se facilitarán a todos los oficiales del buque cuadernillos que contengan la mencionada información.	Ley 22.079 y Ley 24.213 (SOLAS 1974), reglas II-1/23, 23-1, 25-8; MSC/Circ. 919	REGINAVE Ordenanzas 14/74, 15/74, 07/75, 01/81, 6/82, 02/84, 04/88, 02/89, 03/89, 04/89, 01/90, 01/91, 02/92, 03/93, 07/94, 05/98, 09/98, 03/99, 08/99, 05/00, 03/01, 03/02, 04/02, 05/02, 08/02, 03/04, 03/05, 04/05, 05/05, 07/05, 01/08, 02/08, 01/09, 2/09 y 3/09 Decreto 1.241/03 Ordenanzas 97/80, 01/94, 04/03, 06/03 y 09/03
Documento relativo a la dotación mínima de seguridad A todo buque al que se apliquen las disposiciones del capítulo I del Convenio se le entregará un documento adecuado, o su equivalente, relativo a la dotación de seguridad, expedido por la Administración como prueba de que lleva la dotación mínima de seguridad.	Ley 22.079 y Ley 24.213 (SOLAS 1974) (enmiendas de 2000), regla V/14.2	REGINAVE Ordenanzas 14/74, 15/74, 07/75, 01/81, 6/82, 02/84, 04/88, 02/89, 03/89, 04/89, 01/90, 01/91, 02/92, 03/93, 07/94, 05/98, 09/98, 03/99, 08/99, 05/00, 03/01, 03/02, 04/02, 05/02, 08/02, 03/04, 03/05, 04/05, 05/05, 07/05, 01/08, 02/08, 01/09, 2/09 y 3/09 Decreto 1.241/03 Ordenanzas 97/80, 01/94, 04/03, 06/03 y 09/03

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Manual de formación de seguridad contra incendios El manual de formación estará escrito en el idioma de trabajo del buque y habrá uno en cada comedor y sala de recreo de la tripulación o en cada camarote de la tripulación. El manual incluirá las instrucciones y la información exigidas en la regla II-2/15.2.3.4. Parte de esta información se podrá proporcionar con medios audiovisuales en vez de con el manual.	Ley 22.079 y Ley 24.213 (SOLAS 1974) (enmiendas de 2000), regla II-2/15.2.3	REGINAVE Ordenanzas 14/74, 15/74, 07/75, 01/81, 6/82, 02/84, 04/88, 02/89, 03/89, 04/89, 01/90, 01/91, 02/92, 03/93, 07/94, 05/98, 09/98, 03/99, 08/99, 05/00, 03/01, 03/02, 04/02, 05/02, 08/02, 03/04, 03/05, 04/05, 05/05, 07/05, 01/08, 02/08, 01/09, 2/09 y 3/09 Decreto 1.241/03 Ordenanzas 97/80, 01/94, 04/03, 06/03 y 09/03
Plano/folleto de lucha contra incendios Habrá expuestos permanentemente, para orientación de los oficiales, planos de disposición general que muestren claramente respecto de cada cubierta los puestos de control, las distintas secciones de contención de incendios y detalles acerca de los sistemas de detección de incendios y de alarma contraincendios, los dispositivos extintores etc. En lugar de esto, si la Administración lo juzga oportuno, los pormenores que anteceden podrán figurar en un folleto, del que se facilitará un ejemplar a cada oficial y del que siempre habrá un ejemplar a bordo en un sitio accesible. Los planos y folletos se mantendrán al día, y cualquier cambio que se introduzca se anotará en ellos tan pronto como sea posible. Se guardará permanentemente un duplicado de los planos de lucha contra incendios o un folleto que contenga dichos planos en un estuche estanco a la intemperie fácilmente identificable, situado fuera de la caseta, para ayuda del personal de tierra encargado de la lucha contra incendios.	Ley 22.079 y Ley 24.213 (SOLAS 1974) (enmiendas de 2000), regla II-2/15.2.4	REGINAVE Ordenanzas 14/74, 15/74, 07/75, 01/81, 06/82, 02/84, 04/88, 02/89, 03/89, 04/89, 01/90, 01/91, 02/92, 03/93, 07/94, 05/98, 09/98, 03/99, 08/99, 05/00, 03/01, 03/02, 04/02, 05/02, 08/02, 03/04, 03/05, 04/05, 05/05, 07/05, 01/08, 02/08, 01/09, 02/09 y 03/09 Decreto 1.241/03 Ordenanzas 97/80, 01/94, 04/03, 06/03 y 09/03 Ordenanzas 06/14 y 02/15

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Formación y registro de ejercicios a bordo Los ejercicios de lucha contra incendios se realizarán y registrarán de conformidad con lo dispuesto en las reglas III/19.3 y III/19.5.	Ley 22.079 y Ley 24.213 (SOLAS 1974) (enmiendas de 2000), regla II-2/15.2.2.5	REGINAVE Ordenanzas 14/74, 15/74, 07/75, 01/81, 6/82, 02/84, 04/88, 02/89, 03/89, 04/89, 01/90, 01/91, 02/92, 03/93, 07/94, 05/98, 09/98, 03/99, 08/99, 05/00, 03/01, 03/02, 04/02, 05/02, 08/02, 03/04, 03/05, 04/05, 05/05, 07/05, 01/08, 02/08, 01/09, 2/09 y 3/09 Decreto 1.241/03 Ordenanzas 97/80, 01/94, 04/03, 06/03 y 09/03
Manuales de seguridad contra incendios El manual de seguridad contra incendios incluirá la información y las instrucciones necesarias para la explotación del buque y la manipulación de la carga sin riesgos en relación con la seguridad contra incendios. El manual estará escrito en el idioma de trabajo del buque y habrá uno en cada comedor y sala de recreo de la tripulación o en cada camarote de la tripulación. Este manual puede combinarse con los manuales de formación de seguridad contra incendios prescritos en la regla II-2/15.2.3	Ley 22.079 y Ley 24.213 (SOLAS 1974) (enmiendas de 2000), regla II-2/16.2	REGINAVE Ordenanzas 14/74, 15/74, 7/75, 01/81, 6/82, 02/84, 04/88, 02/89, 03/89, 04/89, 01/90, 01/91, 02/92, 03/93, 07/94, 05/98, 09/98, 03/99, 08/99, 5/00, 3/01, 03/02, 04/02, 05/02, 08/02, 3/04, 03/05, 04/05, 05/05, 07/05, 01/08, 02/08, 01/09, 2/09 y 3/09 Decreto 1.241/03 Ordenanzas 97/80, 01/94, 04/03, 06/03 y 09/03, 02/15
Títulos de capitán, oficial o marinero Se expedirán títulos de capitán, oficial o marinero a los aspirantes que, de acuerdo con criterios que la Administración juzgue satisfactorios, reúnan los requisitos necesarios en cuanto a periodos de embarco, edad, aptitud física, formación, competencia y exámenes de conformidad con lo dispuesto en el Código de Formación adjunto al anexo del Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar, 1978. Los modelos de títulos figuran en la sección A-I/2 del Código de Formación. Los títulos deberán estar disponibles en su forma original a bordo del buque en el que el titular esté prestando servicio.	Ley 22.608 (Convenio de Formación 1978), artículo VI, regla I/2; Código de Formación, sección A-I/2	REGINAVE Régimen de Formación y Capacitación del Personal de la Marina Mercante Nacional (REFOCAPEMMN) Decreto 572/94 Ordenanzas 09/65, 10/87, 14/87, 03/94 y 05/94

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos A todo petrolero cuyo arqueo bruto sea igual o superior a 150 y demás buques de arqueo bruto igual o superior a 400 que realicen viajes a puertos o terminales mares adentro sometidos a la jurisdicción de otras Partes en el Convenio MARPOL 73/78 se les expedirá, una vez reconocidos de acuerdo con las disposiciones de la regla 4 del Anexo I del MARPOL 73/78, un Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos. El certificado irá acompañado de un Registro de construcción y equipo de buques no petroleros (modelo A) o un Registro de construcción y equipo de petroleros (modelo B), según proceda.	Ley 24.089 (MARPOL 73/78), Anexo I, regla 5	Ordenanzas 06/80, 03/81, 01/84, 01/89, 01/90, 02/91, 01/93, 03/96, 09/97, 03/97, 04/97, 05/97, 07/97, 01/98, 02/98, 04/98, 12/98, 15/98, 1/03, 2/03, 03/00 y 02/15
Libro registro de hidrocarburos Todo petrolero cuyo arqueo bruto sea igual o superior a 150, y cualquier otro buque de arqueo bruto igual o superior a 400 que no sea petrolero, llevará a bordo un Libro registro de hidrocarburos, parte I (operaciones en los espacios de máquinas). Todo petrolero cuyo arqueo bruto sea igual o superior a 150 llevará también un Libro registro de hidrocarburos, parte II (operaciones de carga/lastrado).	Ley 24.089 (MARPOL 73/78), Anexo I, regla 20	
Plan de emergencia de a bordo en caso de contaminación por hidrocarburos Todo petrolero de arqueo bruto igual o superior a 150 y todo buque no petrolero cuyo arqueo bruto sea igual o superior a 400 llevará a bordo un plan de emergencia en caso de contaminación por hidrocarburos aprobado por la Administración.	MARPOL 73/78, Anexo I, regla 26	
Certificado internacional de prevención de la contaminación por aguas sucias A todo buque que cumpla las disposiciones del Anexo IV del MARPOL 73/78 y realice viajes a puertos o terminales mares adentro sometidos a la jurisdicción de otras Partes en el Convenio, una vez realizado un reconocimiento inicial o de renovación de acuerdo con las disposiciones de la regla 4 de dicho anexo, se le expedirá un Certificado internacional de prevención de la contaminación por aguas sucias.	MARPOL 73/78, Anexo IV, regla 5; MEPC/Circ.408	Ordenanza Marítima 03/14

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Plan de gestión de basuras Todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400 y todo buque que esté autorizado a transportar 15 personas o más tendrá un plan de gestión de basuras que la tripulación deberá cumplir.	MARPOL 73/78, Anexo V, regla 9	Ordenanza Marítima 01/14
Libro registro de basuras Todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400 y todo buque que esté autorizado a transportar 15 personas o más, que realice viajes a puertos o terminales mares adentro sometidos a la jurisdicción de otras Partes en el Convenio, y toda plataforma fija o flotante empleada en la exploración y explotación de los fondos marinos, llevarán un Libro registro de basuras.	MARPOL 73/78, Anexo V, regla 9	Ordenanza Marítima 01/14
Sistemas registrados de datos de la travesía - Documento de cumplimiento El sistema registrador de datos de la travesía, incluidos todos los sensores, se someterá a una prueba anual de funcionamiento. Dicha prueba se realizará en una instalación de prueba o de servicio a fin de verificar la precisión, duración y posibilidad de recuperación de los datos registrados. Además, se llevarán a cabo pruebas e inspecciones para determinar el estado de servicio de todas las envueltas protectoras y todos los dispositivos instalados para ayudar a localizar el registrador. Se conservará a bordo del buque una copia del certificado de cumplimiento expedido por la instalación de prueba en la que se indique la fecha de cumplimiento y las normas de funcionamiento aplicables.	SOLAS 1974, regla V/18.8	
Certificado de gestión de la seguridad La Administración o una organización reconocida por ella expedirá a cada buque un Certificado de gestión de la seguridad. Antes de expedir dicho certificado, la Administración o la organización reconocida por ella verificará que la compañía y su gestión a bordo se ajustan al sistema de gestión de la seguridad aprobado.	SOLAS 1974, regla IX/4; Código IGS, párrafo	Ordenanza Marítima 01/10
Documento de cumplimiento Se expedirá un documento de cumplimiento a cada compañía que cumpla las prescripciones del Código IGS. Se conservará a bordo una copia de dicho documento.	SOLAS 1974, regla IX/4; Código IGS, párrafo 13	

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Certificado de gestión de la seguridad La Administración o una organización reconocida por ella expedirá a cada buque un Certificado de gestión de la seguridad. Antes de expedir dicho certificado, la Administración o la organización reconocida por ella verificará que la compañía y su gestión a bordo se ajustan al sistema de gestión de la seguridad aprobado.	Ley 24.089 (SOLAS 1974), regla IX/4; Código IGS, párrafo 13	
Certificado internacional de protección del buque o Certificado internacional de protección del buque provisional La Administración o una organización reconocida por ella expedirá a cada buque un certificado internacional de protección del buque para verificar que éste cumple las disposiciones de protección marítima del capítulo XI-2 del Convenio SOLAS y de la parte A del Código PBIP. En virtud de lo dispuesto en la parte A, sección 19.4, del Código PBIP se puede expedir un Certificado provisional.	Ley 24.089 (SOLAS 1974, enmiendas de 2002) regla XI-2/9.1.1; Parte A del Código PBIP, sección 19 y apéndices	Ordenanza Marítima 01/10

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Plan de protección del buque y registros conexos Todo buque llevará a bordo un plan de protección del buque aprobado por la Administración. El plan comprenderá los tres niveles de protección que se definen en la parte A del Código PBIP. Se mantendrán a bordo, por lo menos durante el periodo mínimo que especifique la Administración, registros de las siguientes actividades que abarca el plan de protección del buque: 1 formación, ejercicios y prácticas; 2 amenazas para la protección marítima y sucesos que afectan a la protección marítima; 3 fallos en la protección; 4 cambios en el nivel de protección; 5 comunicaciones relacionadas directamente con la protección del buque tales como amenazas específicas respecto del buque o de las instalaciones portuarias donde esté, o haya estado, el buque; 6 auditorías internas y revisiones de las actividades de protección; 7 revisión periódica de la evaluación de la protección del buque; 8 revisión periódica del plan de protección del buque; 9 implantación de las enmiendas al plan; y 10 mantenimiento, calibrado y prueba del equipo de protección que haya a bordo, incluidas las pruebas del sistema de alerta de protección del buque.	Ley 24.089 (SOLAS 1974, enmiendas de 2002) regla XI-2/9 Parte A del Código PBIP, secciones 9 y 10	Ordenanza Marítima 01/10
Registro sinóptico continuo Todos los buques a los que se aplica el capítulo I del Convenio deberán disponer de un registro sinóptico continuo. Este registro proporciona a bordo un historial del buque referido a la información contenida en él.	SOLAS 1974 (enmiendas de 2002) regla XI-1/5	

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Certificado de seguridad de construcción para buque de carga A todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 que, sometido a reconocimiento, satisfaga lo estipulado a este fin para buques de carga en la regla 10 del capítulo I del Convenio SOLAS 1974, además de las prescripciones aplicables de los capítulos II-I y II-2, sin que entren aquí las relativas a los dispositivos de extinción de incendios y a los planos de lucha contra incendios, se le expedirá un Certificado de seguridad de construcción para buque de carga.	SOLAS 1974, regla I/12, modificada por las enmiendas referentes al SMSSM; Protocolo de 1988 relativo al SOLAS, regla I/12	
Certificado de seguridad del equipo para buque de carga A todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 que cumpla las prescripciones pertinentes de los capítulos II-1, II-2 y III y cualquier otra prescripción pertinente del Convenio SOLAS 1974 se le expedirá, tras el oportuno reconocimiento, un Certificado de seguridad del equipo para buque de carga. A dicho certificado se adjuntará permanentemente un Inventario del equipo (modelo E).	SOLAS 1974, regla I/12, modificada por las Enmiendas referentes AL SMSSM; Protocolo de 1988 relativo a SOLAS, regla I/12	
Certificado de seguridad radioeléctrica para buque de carga A todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 300 con una instalación radioeléctrica, incluidas las que se utilizan en los dispositivos de salvamento, que cumpla las prescripciones de los capítulos III y IV y cualquier otra prescripción pertinente del Convenio SOLAS 1974 se le expedirá, tras el oportuno reconocimiento, un Certificado de seguridad radioeléctrica para buque de carga. A dicho certificado se adjuntará permanentemente un Inventario del equipo (modelo R).	SOLAS 1974, regla I/12, modificada por las Enmiendas referentes al SMSSM; Protocolo de 1988 Relativo al SOLAS, regla I/12	

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Certificado de seguro o de otra garantía financiera relativo a la responsabilidad civil nacida de daños debidos a contaminación por hidrocarburos A cada buque que transporte más de 2 000 toneladas de hidrocarburos a granel como carga se le expedirá un certificado que atestigüe que el seguro o la otra garantía financiera tienen plena vigencia de conformidad con lo dispuesto en el Convenio de Responsabilidad Civil de 1992, tras haber establecido la autoridad competente de un Estado Contratante que se ha dado cumplimiento a lo prescrito en el artículo VII, párrafo 1, del Convenio. Por lo que respecta a un buque que esté matriculado en un Estado Contratante, extenderá el certificado o lo refrendará la autoridad competente del Estado de matrícula del buque; por lo que respecta a un buque que no esté matriculado en un Estado Contratante lo podrá expedir o refrendar la autoridad competente de cualquier Estado Contratante.	Convenio de Responsabilidad Civil 1992, artículo VII	
Libro registro del sistema de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos para el último viaje en lastre A reserva de lo dispuesto en los párrafos 4, 5, 6 y 7 de la regla 15 del Anexo I del MARPOL 73/78, todo petrolero de arqueo bruto igual o superior a 150 llevará un sistema de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos aprobado por la Administración. El sistema llevará un contador que dé un registro continuo de la descarga en litros por milla marina y la cantidad total descargada, o el contenido de hidrocarburos y régimen de descarga. Este registro indicará la fecha y la hora, y su información se conservará durante tres años por lo menos.	MARPOL 73/78, Anexo I Regla 15 3) a)	
Información sobre la carga El expedidor facilitará al capitán o a su representante información apropiada, que se confirmará por escrito, sobre la carga con tiempo suficiente antes del embarque. En el caso de los graneleros, se deberá indicar la densidad de la carga en la información supra.	SOLAS 1974, reglas VI/2 y XII/10; MSC/Circ.663	

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Plan de evaluación del estado del buque (CAS): Declaración de cumplimiento La Administración expedirá una declaración de cumplimiento a todo petrolero que haya sido objeto de reconocimiento de conformidad con las prescripciones del plan de evaluación del estado del buque (CAS) (resolución MEPC.94(46), enmendada) y cumpla lo dispuesto en dichas prescripciones. También se llevará a bordo, junto con la declaración de cumplimiento, una copia del informe final del CAS que la Administración haya examinado para expedir la declaración de cumplimiento y una copia del registro del examen.	MARPOL 73/78, Anexo I (enmiendas de 2001, Resolución MEPC.95(46), regla 13G); resolución MEPC.94(46	
Certificado de aptitud para el transporte de gases licuados a granel A todo buque gasero que cumpla las prescripciones pertinentes del Código de Gaseros se le expedirá, tras el reconocimiento inicial o un reconocimiento periódico, un Certificado de aptitud para el transporte de gases licuados a granel, del que figura un modelo en el apéndice del Código.	Código de Gaseros, sección 1.6	REGINAVE
Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel A todo buque gasero que cumpla las prescripciones pertinentes del Código Internacional de Gaseros se le expedirá, tras el reconocimiento inicial o un reconocimiento periódico, un Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel, del que figura un modelo en el apéndice del Código. Observación: El Código es obligatorio en virtud del capítulo VII del Convenio SOLAS 1974 para los gaseros construidos el 1 de julio de 1986 o posteriormente.	Código CIG, sección 1.5; Código CIG modificado por la resolución MSC.17(58), sección 1.5	REGINAVE
Informe sobre el estudio de ruidos Se deberá hacer un informe sobre el estudio de ruidos a bordo respecto de cada buque, de conformidad con el Código sobre niveles de ruido a bordo de los buques.	Resolución OMI A.468(XII), sección 4.3, Resolución OMI 343 (IX)	Ordenanza Marítima 06/16
Certificado de Prevención de la Contaminación Atmosférica Se deberá tramitar el Certificado de Prevención de la Contaminación Atmosférica, incluyendo el sistema de uso eficiente de la energía	Ley 24.089 (MARPOL 73/78) Anexo VI. Ver MEPC.184(59) de la OMI – Directrices sobre los Sistemas de Limpieza de los Gases de Escape, en su forma enmendada.	Ordenanza Marítima 02/12

Requisito, Exigencia Formal o Documento Afín	Fuente en Convención Internacional	Normativa Complementaria
Certificado de Gestión de Agua de Lastre Certificado de Plan de gestión del agua de lastre (BWMP): Documento prescripto en la Regla B-1 del "Convenio BWM, 2004"	Ley 27.011 (Convenio de la OMI sobre Agua de Lastre o BWMC)	Ordenanza Marítima 07/17 (en reemplazo de la Ordenanza 02/98)

2.2.2.4 Operaciones Portuarias

A continuación, se reseñan las normas aplicables al sistema de puertos y a la habilitación de puertos e instalaciones afines en el ámbito nacional. Se interpreta que las instalaciones en costa, especialmente del muelle para atraque de naves de apoyo a la operación del buque liquefactor, no implica la necesidad de una nueva habilitación portuaria, sino una ampliación de las actividades existentes y previstas en el marco de los puertos de la región.

La Ley Nacional de Puertos 24.093, y su Decreto Reglamentario 769/93 contienen diversas previsiones y definiciones que pueden conllevar la injerencia de su régimen administrativo en el proyecto. El Artículo 6 de la norma establece que para la habilitación de puertos se tendrá en cuenta, entre otros: *"…f) incidencia en el medio ambiente, niveles máximos de efluentes gaseosos, sólidos y líquidos*...".

A modo ilustrativo, vale señalar que la Ley denomina como puerto a todos aquellos " … *ámbitos acuáticos y terrestres naturales o artificiales e instalaciones fijas aptos para las maniobras de fondeo, atraque y desatraque y permanencia de buques o artefactos navales para efectuar operaciones de transferencia de cargas entre los modos de transportes acuáticos y terrestre o embarque y desembarque de pasajeros, y demás servicios que puedan ser prestados a los buques o artefactos navales, pasajeros y cargas. Quedan comprendidas dentro del régimen de esta ley las plataformas fijas o flotantes para alijo o completamiento de cargas…"*. Entre las previsiones de la norma, sin entrar en clasificaciones de relevancia para su operatoria, la norma exige una previa habilitación de todas aquellas instalaciones que encuadren como puerto, en las que son consideradas al efecto aspectos tales como su "… incidencia en el medio ambiente, niveles máximos de efluentes gaseosos, sólidos y líquidos…".

Entre sus consideraciones generales, los Artículos 20 y 21 describen las responsabilidades propias del titular del puerto o terminal y la autoridad de aplicación de la ley respecto de las operatorias portuarias y la navegación que allí se realice.

A través del Decreto 3/25 se creó la Agencia Nacional de Puertos y Navegación (ANPYN), en el ámbito del Ministerio de Economía, como un ente autárquico, con personería jurídica propia y capacidad de actuación en el ámbito del derecho público y privado, la cual será la única Autoridad Portuaria Nacional y Autoridad de Aplicación de las leyes vigentes y aplicables en las materias de su competencia, conjuntamente con sus reglamentaciones. Esta Autoridad de Aplicación tiene, entre otras funciones, la de ejercer la responsabilidad primaria en materia ambiental y establecer los procedimientos de evaluación y emisión de las declaraciones de aptitud correspondientes a las obras y actividades en los puertos y vías navegables en coordinación con las autoridades competentes, controlando subsidiariamente el cumplimiento de las leyes o reglamentaciones que resulten de aplicación en la materia.

2.2.3 Aguas

Existen diversas normas nacionales con fuerte incidencia en la gestión hídrica nacional, provincial y local, como es el caso de la Ley 26.438 creadora del COHIFE (Consejo Hídrico Federal). Asimismo, el Congreso de la Nación ha sancionado la Ley 25.688 referido a los presupuestos mínimos para la gestión ambiental del recurso hídrico, a la cual se ha hecho referencia en la sección introductoria sobre el marco institucional y la pirámide jurídica desde el vértice en la Constitución y los Tratados, bajando hacia las normas de presupuestos mínimos, la legislación común y la normativa complementaria local.

La Ley de Gestión Ambiental de Recursos Hídricos ha sido objeto de diversas críticas desde la óptica de su constitucionalidad, incluyendo una acción iniciada por YPF contra la Provincia de Mendoza al poco tiempo de su entrada en vigencia. La Corte no se pronunció a favor de la inconstitucionalidad de la norma, pese a lo cual, ha tenido cuestionamientos tanto entre académicos, como entre decisores políticos nacionales y provinciales[9].

En lo que atañe a los principios rectores de la gestión hídrica, constituyen verdaderas buenas prácticas o directrices para la gestión integral de los recursos hídricos, no vislumbrándose mayores implicancias prácticas concretas para el proyecto, sin perjuicio de su consideración en el diseño de cruces de cursos de agua y similares.

Cabe efectuar una mención a la ley de presupuestos mínimos de protección de glaciares (Ley 26.639), en tanto norma de presupuestos mínimos y vinculada a la gestión hídrica y constituyendo un campo específico dentro del género más amplio de protección de los recursos hídricos en su ciclo completo. Esta ley procura proteger a las formaciones de agua congelada, junto al ambiente “periglaciar”, en tanto reservorios de agua y enmarcados dentro de la legislación hídrica, pero también por su valor intrínseco, de aquellas actividades humanas que la pudieran afectar en forma directa, ya sea mediante actividades u obras que pudieran alterar su morfología, o de forma indirecta, por ejemplo, por emisiones, vibraciones o incremento en tránsito en zonas aledañas.

La norma y su reglamentación a través del Decreto 207 de 2011, ordenó la confección de un inventario de glaciares, siendo esta labor llevada a cabo por el Instituto Argentino de Nivología y Glaciología (IANIGLA), en conjunto con las autoridades ambientales en forma paulatina a lo largo de los años desde su sanción en 2011. Este inventario dividió al territorio nacional en 5 grandes regiones. No reviste mayor incidencia para el proyecto, más allá de su condición de norma de presupuestos mínimos.

2.2.4 Aire

En materia de calidad atmosférica, la Ley 20.284 declara sujetas a sus disposiciones y las de sus Anexos I, II y III, todas las fuentes capaces de producir contaminación atmosférica ubicadas en jurisdicción federal y en la de las provincias que adhieran a la misma.

Determina que la autoridad sanitaria nacional o provincial, en sus respectivas jurisdicciones tendrán a su cargo la aplicación y la fiscalización del cumplimiento de la presente ley y las normas reglamentarias que en su consecuencia se dicten y que será responsabilidad de la autoridad sanitaria nacional estructurar y ejecutar un programa de carácter nacional que involucre todos los aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica, pudiendo concertar con las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, convenios de asistencia y cooperación.

[9] Ver entre otros autores, los trabajos de Mauricio Pinto, Noelia Torchia, Líber Martin y otros autores de la Universidad de Mendoza, quienes han abordado la cuestión desde diversas ópticas jurídicas y de administración (ver https://scholar.google.com/citations?user=tm4Yo-4AAAAJ&hl=en).

Según esta ley, es atribución de las autoridades sanitarias locales fijar para cada zona los niveles máximos de emisión de los distintos tipos de fuentes fijas, declarar la existencia y fiscalizar el cumplimiento del Plan de Prevención de Situaciones Críticas de Contaminación Atmosférica, con las excepciones a que se refiere el Artículo 3. La norma no ha tenido mayor gravitación, pero sí ha servido como modelo de otros sistemas regulatorios a nivel provincial y municipal.

En el caso concreto que nos ocupa, aparece como relevante la Resolución 818/2019 del ENARGAS, que establece el nuevo Sistema de Control mediante Indicadores de Calidad del Servicio. En su Art. 9, esta Resolución establece que todos aquellos sujetos que prestaren los servicios de transporte o de distribución, bajo cualquier título legal, deberán dar cumplimiento a los valores máximos de emisión de gases contaminantes para las nuevas instalaciones, previstos en los Anexos III y IV de la misma Resolución.

Luego de que los primeros Anexos se refieran a los Índices de Calidad del Servicio Comercial, el Anexo IV recepta los Indicadores de Operación y Mantenimiento (alineados con los criterios definidos en la ya comentada NAG 100), y los Indicadores de Protección Ambiental.

Dentro de estos últimos, en primer lugar, se aborda el **Indicador Control de la Emisión de Gases Contaminantes**, cuyo objetivo es promover la protección del ambiente, incluida la salud de la comunidad, mediante el control de la emisión de gases contaminantes provenientes de compresores y generadores, a través de métodos y uso de tecnologías que minimicen la contaminación de la atmósfera.

Al respecto, se dispone que las empresas, a fin de dar cumplimiento a los objetivos previstos para este indicador deberán, como mínimo, llevar a cabo las siguientes actividades: Medición de las emisiones en los escapes de las máquinas (compresores y generadores); Aplicación de modelos de dispersión / difusión; Comparación de los resultados de las emisiones en los escapes de máquinas con los estándares de emisión y de calidad de aire establecidos por la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos); Evaluación de las excedencias en función de las normas de calidad de aire establecidas por la USEPA y otras a nivel provincial o nacional aplicables, la que sea más restrictiva entre ellas, y; Presentar un plan para llevar a cabo medidas de mitigación, de acuerdo con lo determinado con el punto anterior. Asimismo, a lo largo del Anexo se determinan qué métodos y equipos el ENARGAS adopta como válidos, y la forma de presentación de los resultados e informes

Por otro lado, se aborda el **Indicador Ruidos en Plantas Reguladoras y en Plantas Compresoras**, el cual tiene por objetivo limitar la contaminación sonora, adecuando las instalaciones para lograr niveles aceptables de ruido en plantas de regulación de presión. En este sentido, se determinan valores de referencia, la periodicidad de cumplimiento, y los métodos de control, entre otros aspectos.

Implicancias para el Proyecto

Se recomienda adoptar medidas de mitigación de la emisión de material particulado y polvo durante el movimiento de suelos asociado a las obras en cada uno de sus componentes, tanto en función de cuestiones de seguridad operativa como a la afectación a la calidad de aire, máxime atendiendo a que dichas emisiones son transitorias y asociadas a las obras. Similares condiciones son aplicables a la contaminación sonora, considerando emisiones de fuente vehicular y de obra (regímenes de la Ley 19.587 y la Ley 24.449). Son pertinentes las medidas de gestión recomendables para la obra, como el riego para la reducción de polvo y el control de impacto sonoro, en línea asimismo con las normas y prácticas fijadas por el ENARGAS en la NAG 153 y Guías de Trabajo asociadas.

Dada la importancia que cobra en los tiempos actuales, en línea con los planes nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático, las estrategias tendientes a reducir las emisiones de GEI y los compromisos asumidos por Argentina ante la comunidad internacional en materia de control de fugas de metano en el sector energético, influyendo proyectos normativos en tal sentido, es de alta prioridad incorporar el control de fugas y eventuales emisiones no controladas de metano en las instancias operativas a los planes de gestión de la obra[10].

2.2.5 Patrimonio Cultural: Tutela del Patrimonio Cultural y Arqueológico

En materia de patrimonio histórico, rige a nivel nacional la Ley 12.665, creadora de la Comisión Nacional de Museos y de Monumentos y Lugares Históricos. El régimen contempla la declaración de patrimonio histórico a construcciones, edificios u otros objetos de interés histórico o patrimonial, quedando los mismos sujetos a protección, junto a los beneficios impositivos establecidos en la norma. Esta norma data de 1940 y actúa en forma concurrente con las normas de tutela del patrimonio vigentes en cada provincia y cada municipio.

Este marco concebido originalmente para la tutela del patrimonio histórico se complementa con una norma más reciente a nivel nacional, de corte más amplio, tendiente a tutelar el patrimonio arqueológico y paleontológico, la Ley 25.743, a su vez complementado por la Ley 25.197, estableciendo la centralización y el ordenamiento de datos de los bienes culturales de la Nación.

Según la Ley 25.743 de protección del patrimonio arqueológico y paleontológico, los materiales arqueológicos y paleontológicos que se encontraren mediante excavaciones pertenecen al dominio del Estado con jurisdicción en el lugar del hallazgo. Al respecto, vale tener presente que "*... toda persona física o jurídica que practicase excavaciones con el objeto de efectuar trabajos de construcción, agrícolas, industriales u otros de índole semejante, está obligado a denunciar al organismo competente el descubrimiento del yacimiento y de cualquier objeto arqueológico o resto paleontológico que se encontrare en las excavaciones, siendo responsable de su conservación hasta que el organismo competente tome intervención y se haga cargo de los mismos...*".

Esta norma debe ser analizada e interpretada a la luz de lo establecido en la Ley 12.665 de protección del patrimonio histórico, a los efectos de plantear la identificación anticipada de sitios o edificios de interés patrimonial o histórico, con el fin de adoptar las medidas de mitigación correspondientes (o eventual cambios en el planteo de obras).

El Decreto 1.022/04 efectúa una reglamentación de las secciones de mayor importancia de la Ley de Defensa del Patrimonio Cultural, Arqueológico y Paleontológico, en base a las "reglas de juego" del sistema constitucional, en donde quedan las autoridades provinciales a cargo de la aplicación normativa en la jurisdicción local, correspondiendo a cada uno la designación del organismo a cargo de aplicar el régimen. Esta reglamentación ha sido complementada con el Decreto 1.199/09 y la Resolución 543/18 (Ministerio de Seguridad) para el caso de delitos que involucran objetos culturales y la Resolución 1.134/03 (Ministerio de Seguridad), creador del Registro Nacional de yacimientos y objetos arqueológicos o culturales.

[10] Ver proyectos de reducción de emisiones, incluyendo el presentado por la Senadora Crexell, por Provincia de Neuquén. https://econojournal.com.ar/2020/07/proponen-regular-las-emisiones-de-metano-en-la-industria-petrolera/

A nivel nacional, se asigna al Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia la función de llevar un registro de yacimientos paleontológicos, quedando a cargo de la cartera de cultura de la Nación el registro de yacimientos y colecciones arqueológicas. En función de la ley y su reglamentación, cabe considerar, a los efectos del proyecto, lo establecido en el Artículo 13 del Decreto que establece La obligación de denunciar el descubrimiento a que se refiere lo cual implica suspender *"toda actividad en el lugar hasta tanto la autoridad competente, según la jurisdicción de que se trate, tome la intervención prevista legalmente, debiendo adoptarse, hasta entonces por responsables del predio, todas las medidas tendientes a la conservación del yacimiento y/o los objetos arqueológicos o paleontológicos"*.

En los casos en que corresponda, se convendrá con los propietarios de los inmuebles, el tiempo y las características de la ocupación pudiendo tramitar la ocupación temporánea, mediante la sanción de una ley por las respectivas jurisdicciones, sin perjuicio de las medidas judiciales que puedan solicitarse cuando razones de urgencia así lo exijan. La norma habilita por lo tanto la aplicación de los regímenes de derecho público a los efectos de hacer primar el interés general en estos casos.

2.2.6 Patrimonio Natural: Áreas Protegidas Federales

En materia de áreas protegidas bajo jurisdicción federal, conforman el Sistema de Parques Nacionales, quedando diferenciada del sistema de tutela de bienes del patrimonio histórico al cuál se ha hecho referencia (Ley 12.665), o regímenes de protección especial, como son los sitios de patrimonio cultural mundial conforme al régimen de tutela del Convenio de la UNESCO ratificada por Argentina mediante Ley 21.836[11].

En la práctica, existe un solapamiento entre el sistema de tutela de la UNESCO y el sistema de áreas naturales protegidas (el Parque Nacional Iguazú y el Parque Nacional Glaciares son ambos sitios UNESCO, por ejemplo), pero también incluye bienes culturales como las Misiones Jesuíticas de Córdoba y Misiones o paisajes como la Quebrada de Humahuaca. En principio, no se han constatado Sitios UNESCO en las zonas afectadas por el proyecto.

En materia de áreas protegidas, a nivel nacional, rige la Ley de Parques Nacionales (Ley 22.351), sancionada en 1981 y que tuvo como antecedente alguna de las recomendaciones formuladas en la Segunda Conferencia Mundial sobre Parques Nacionales y en la Asamblea General de la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza en la 10º Conferencia celebrada en Nueva Delhi (1969). El régimen de la Ley 22.351, con algunas modificaciones y reglamentaciones rige hasta la fecha para la totalidad de áreas protegidas federales del país.

La Ley 22.351 establece que podrán declararse Parque Nacional, Monumento Natural o Reserva Nacional, las áreas del territorio de la República que por sus extraordinarias bellezas o riquezas en flora y fauna autóctona o en razón de un interés científico determinado, deban ser protegidas y conservadas para investigaciones científicas, educación y goce de las presentes y futuras generaciones. Las tres categorías mencionadas se distinguen tanto en su objeto y finalidad, como en el nivel de protección, cuestión que implica una mayor o menor limitación de actividades. En todos los casos, la declaración de un área como protegida debe hacerse por ley.

[11] El sistema de patrimonio mundial se articula en torno a la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, adoptada por la UNESCO en 1972 y ratificada por Argentina en 1978. Constituye un tratado internacional entre Estados Miembros del Sistema de Naciones Unidas, y establece sus deberes en la identificación de bienes de valor patrimonial potencial y en su rol en la protección y preservación de los mismos. Se trata de una Convención de conservación, en tanto se propone promover la identificación, la protección, la conservación, la presentación y transmisión del patrimonio cultural y natural de todo el mundo considerado especialmente valioso para la humanidad. Cuando se determina que un bien posee un valor universal excepcional, es decir un significado natural y/o cultural que es tan excepcional como para trascender las fronteras naciones y constituir un interés común para las generaciones presentes y futuras, se lo inscribe en la Lista de Patrimonio Mundial.

Los Parques Nacionales son áreas por conservar en su estado natural, que pueden ser representativas de una región fitozoogeográfica y tengan gran atractivo en bellezas escénicas o interés científico, las que serán mantenidas sin otras alteraciones que las necesarias para asegurar su control, la atención del visitante y aquellas que correspondan a medidas de Defensa Nacional. En ellos está prohibida toda explotación económica con excepción de la vinculada al turismo (debidamente reglamentado). Por su parte, los Monumentos Naturales pueden ser áreas, cosas, especies vivas de animales o plantas, de interés estético, valor histórico o científico, a los cuales se les acuerda protección absoluta. Son inviolables, no pudiendo realizarse en ellos o respecto a ellos actividad alguna, con excepción de las inspecciones oficiales e investigaciones científicas permitidas por la autoridad de aplicación, y la necesaria para su cuidado y atención de los visitantes. Finalmente, las Reservas Nacionales son áreas que interesan para: la conservación de sistemas ecológicos, el mantenimiento de zonas protectoras del Parque Nacional contiguo, o la creación de zonas de conservación independientes, cuando la situación existente no requiera o admita el régimen de un Parque Nacional.

Las categorías anteriormente expuestas, previstas por la Ley 22.351, han sido complementadas con las disposiciones de los Decretos 2148/90 y 453/1994. El primero de ellos designa con el título de Reserva Natural Estricta al tipo de área protegida que ofrezca las máximas garantías para la conservación de la diversidad biológica argentina, por ser espacios de gran valor biológico que sean representativas de los distintos ecosistemas del país o que contengan importantes poblaciones de especies animales o vegetales autóctonas. El segundo, crea las categorías de Reservas Naturales Silvestres y Educativas. Reservas Naturales Silvestres son áreas de extensión considerable que conserven inalterada o muy poco modificada la cualidad silvestre de su ambiente natural y cuya contribución a la conservación de la diversidad biológica sea particularmente significativa en virtud de contener representaciones válidas de uno o más ecosistemas, poblaciones animales o vegetales valiosas a dicho fin, a las cuales se les otorgue especial protección para preservar la mencionada condición. Reservas Naturales Educativas son áreas que, por sus particularidades o por su ubicación contigua o cercana a las Reservas Naturales Estrictas o Silvestres brinden oportunidades especiales de educación ambiental o de interpretación de la naturaleza.

Finalmente, la categorización de áreas naturales protegidas se completa con la Ley 27.037, que instituye en los espacios marítimos establecidos en los artículos 3, 4, 5 y 6 de la ley 23.968 (mar territorial, zona contigua, zona económica exclusiva y plataforma continental) el Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas, destinado a proteger y conservar espacios marinos representativos de hábitats y ecosistemas bajo los objetivos de política ambiental establecidos en la legislación vigente. Esta ley no se aplica en los espacios marítimos bajo jurisdicción provincial.

Implicancias para el Proyecto

La Ley 25.743 impone una obligación genérica de resguardar cualquier hallazgo de bienes o artefactos de interés cultural o arqueológico, con el fin de su resguardo y estudio, poniendo en alerta e informando a las autoridades locales correspondientes.

Constituye una buena práctica en obras hidráulicas, viales y de infraestructura energética, máxime cuando las mismas revisten cierta envergadura, instrumentar un plan de gestión para estas situaciones, no solamente en la etapa de diseño con un “screening” anticipado a los efectos de identificar posibles sitios de interés o lugares con importancia arqueológica conocida, sino durante la etapa de obra, con el fin de anticiparse a este tipo de contingencias con el correspondiente protocolo de descubrimientos y plan de gestión ante hallazgos.

En lo referente a las áreas naturales protegidas nacionales, a primera vista no se aprecia que el proyecto pudiera generar afectaciones en las mismas. Sin embargo, es menester tener en consideración que, en cercanías en dirección sur, se encuentra el Parque y Reserva Nacional Islote Lobos (creado por Ley 27.670), ubicado contiguo a la localidad de Playas Doradas (departamento San Antonio) y comprendiendo una franja costera de aproximadamente 20 Km. Esta superficie se encuentra sujeta a las prohibiciones y limitaciones previstas por la cita Ley 22.351. Lo expuesto, lo es sin perjuicio de la existencia de áreas protegidas bajo jurisdicción provincial, cuestión que será materia de análisis en otra sección del presente capítulo.

Asimismo, es importante destacar que la zona de emplazamiento del proyecto, Golfo San Matías, es hábitat de la especie Ballena Franca Austral, declarada Monumento Natural por Ley 23.094, aunque ésta tiene por ámbito de aplicación los lugares sujetos a la jurisdicción exclusiva de la Nación.

2.2.7 Flora y Fauna

En estos párrafos se agrupa una reseña de las principales normas referidas a la protección de la fauna y la flora, a nivel nacional.

Amén de los acuerdos internacionales descriptos en párrafos anteriores (Convenio de Diversidad Biológica, CITES, Bonn, etc.) corresponde hacer mención a la Ley de Fauna (Ley 22.421) sancionada a comienzos de los años 80 y actualmente sometida a cuestionamientos constitucionales por intromisión en las potestades provinciales sobre sus recursos naturales.

En materia forestal corresponde hacer mención de una norma de antigua data, vigente, aunque en muchos casos poco referenciada en las políticas forestales nacionales, la Ley 13.273 de Defensa de la Riqueza Forestal, sancionada en 1949, norma que ha inspirado a muchos Códigos Rurales y normas forestales provinciales.

Más recientemente, la Ley 26.331 estableció los presupuestos mínimos de protección para los Bosques Nativos, ordenando a las provincias llevar a cabo un ordenamiento territorial de sus bosques nativos en función de su importancia para la conservación y a la cual se ha efectuado previamente una somera mención.

Implicancias para el Proyecto

Las consideraciones respecto de la fauna y la flora deben ser incorporadas al Plan de Gestión Ambiental atendiendo al monitoreo de especies y su preservación, con énfasis en cada etapa de obra siguiendo las buenas prácticas y recomendaciones adoptadas por el ENARGAS, la Secretaría de Energía, diferentes estándares internacionales existentes, incluyendo los descriptos bajo las salvaguardas del CFI, o las directrices consignadas en los Principios de Ecuador.

2.2.8 Transporte Automotor y Obras Viales

El transporte de personal afectado a la obra, como también de mercancías, insumos, sustancias y materiales durante la etapa constructiva poseen importancia para la gestión ambiental. Algunos de estos aspectos se encuentran consignados en el Manual Mega II, aplicable a obras vías nacionales y adoptada por la Dirección Nacional de Vialidad en 2007 mediante Resolución 1.604/07, y que más allá de la jurisdicción aplicable, puede ser usado como buena práctica o norma técnica de referencia para obras similares, más allá de la jurisdicción competente. Estas consideraciones pueden poseer relevancia para obradores y vías de acceso a la zona de trabajo e instalaciones afines. El mismo contempla también diversos lineamientos para la gestión ambiental del transporte de sustancias peligrosas.

Cabe consignar asimismo la exigencia de la Ley Nacional de Tránsito, Ley 24.449 y su reglamentación, en todo lo atinente a seguridad vial, emisiones gaseosas y de ruido de vehículos de trabajo, como también los requerimientos vigentes para los conductores profesionales de vehículos de transporte y maquinaria pesada.

Además de la Ley de Tránsito ya analizada (Ley 24.449), cabe hacer mención del Reglamento de Carga de Mercancías Peligrosas adoptadas por el MERCOSUR y vigente en nuestro país (Decreto 779/95 con sus modificatorias). Este reglamento ha tenido permanente y continua actualización a lo largo de los últimos años.

2.2.9 Almacenamiento de Combustibles

La autorización y el control en materia de seguridad en el almacenamiento de insumos, combustibles y productos, es un resorte de las autoridades locales. No obstante, se deberá tener en consideración las exigencias establecidas desde hace larga data por la Secretaría de Energía de la Nación en la materia. Estas normas han sido complementadas por otras, que, pese a haber sido diseñadas para el almacenamiento y las operaciones de logística que involucran combustibles, son aplicables por analogía también al almacenamiento de algunos insumos químicos. A continuación, se reseña este marco regulatorio.

Ley 13.660 y Decreto Reglamentario 10.877/60

En forma sintética, el decreto restablece los requerimientos mínimos relativos a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos y gaseosos, entre los que cabe mencionar:

- En materia de incendio, se exige una red de incendios según los combustibles, las condiciones de almacenamiento y el área circundante.
- Protección de los sistemas eléctricos.
- Distanciamientos mínimos entre tanques de almacenamiento y entre tanques y otras instalaciones.
- Bermas de contención con muros que aseguren la imposibilidad de fuga o contaminación hacia el suelo o fuera del predio. Estas defensas pasivas deben asegurar la contención de volúmenes equivalentes al 110% de la capacidad del tanque o un 50% más de la sumatoria de los tanques, en casos de agrupaciones de tanques o sistemas de almacenamiento.

Para las instalaciones de almacenamiento subterráneo de combustibles rigen las Resoluciones 404/94 y 1.102/04 de la Secretaría de Energía y la Resolución 6/91 de la ex Sub-Secretaría de Combustibles. Para las instalaciones de almacenamiento sobre superficie, rige la Resolución 785/05 (con modificaciones introducidas por las Resoluciones 288/08 y 4/21 de la Secretaría de Energía). Ambos regímenes requieren auditorías periódicas y pruebas de estanqueidad en función de la fecha de fabricación de las instalaciones.

Los sitios de almacenamiento en los obradores deberán contemplar estos regímenes regulatorios en los Planes de Gestión Ambiental y Planes de Contingencias.

Cabe destacar que los derrames de combustibles acarrean la obligatoriedad de gestionar los mismos como Residuos Peligrosos, remitiéndose a las secciones pertinentes.

Cabe consignar la vigencia de la Resolución 2.429/10 de la ex Secretaría de Energía, en lo que hace a la utilización de tanques flexibles de plástico o elastómeros para eventuales derrames o instalaciones removibles en obradores o similares.

Implicancias para el Proyecto

El almacenamiento de combustibles (y otras sustancias químicas) deberá efectuarse atendiendo a la norma señalada y observando los recaudos para evitar derrames o incidentes con riesgo para la seguridad o para el ambiente y recursos hídricos. En su caso se adoptarán los mecanismos financieros como el seguro ambiental o caución similar, para asegurar o afianzar eventuales contingencias que pudieran ocurrir. En algunos casos, corresponde determinar la pertinencia o no del seguro ambiental previsto en el Artículo 22 de la Ley 25.675**.**

2.2.10 Higiene y Seguridad en el Trabajo

En esta sección se hace una muy somera descripción de las exigencias en materia de higiene, salud y seguridad laboral, sin perjuicio de destacar que las mismas exceden los alcances del presente EsIA, siendo objeto de un abordaje específico en los planes de gestión de seguridad e higiene laboral. No obstante, es indudable que existe un solapamiento en los sistemas de gestión ambiental y laboral en campos tales como el manejo de sustancias químicas y prevención de contingencias incluyendo derrames, la capacitación o los sistemas de lucha contra incendios.

La Ley 19.587, su Decreto Reglamentario 351/79 y sus diversas reglamentaciones derivadas, establecen las exigencias generales para la protección de los trabajadores en las diferentes tareas, tanto en la etapa de construcción y obra, como en la operación posterior del gasoducto. En materia de construcción, es también aplicable el Decreto 911/96 en forma específica a estas actividades desde la seguridad, la salubridad y la higiene.

La Ley de Higiene y Seguridad, junto con el régimen asegurador general rige para la actividad de los operarios en la construcción, como también en su etapa de operación posterior. Junto con el régimen de higiene y seguridad y en forma articulada, se dará cumplimiento con la Ley 24.557 y sus modificatorias referidas a la prevención del riesgo de trabajo. La convergencia de algunos aspectos de la gestión ambiental con la protección de la seguridad en el trabajo es notable, aun cuando no integre estrictamente la gestión ambiental. El manejo de sustancias, etiquetado y control de derrames son áreas donde convergen ambas agendas.

A continuación, se hace una sintética reseña de las obligaciones más relevantes a tener presentes en materia de higiene y seguridad ocupacional.

Capacitación Básica

Obligación de capacitar al personal en materia de higiene y seguridad, en prevención de enfermedades profesionales y de accidentes del trabajo, de acuerdo con las características y riesgos propios, generales y específicos de las tareas que desempeña, siguiendo las directrices del régimen de riesgos de trabajo. Los planes anuales de capacitación serán programados y desarrollados por los servicios de medicina, higiene y seguridad en el trabajo en las áreas de su competencia[12].

[12] Un ejemplo de los requerimientos en materia de capacitación obligatoria está dado por la Resolución 2.288/15 de la SRT por la cual se creó la Unidad de Asesoramiento, Monitoreo y Capacitación en Riesgos Químicos y Biológicos en el Ambiente Laboral, denominada “Preventox Laboral”, cuya función es constituir un eficaz ámbito de consulta sobre las sustancias químicas peligrosas y los contaminantes biológicos.

Aparatos con Presión Interna

En todo establecimiento en que existan aparatos que puedan desarrollar presión interna, se fijarán instrucciones detalladas, con esquemas de la instalación que señalen los dispositivos de seguridad en forma bien visible y las prescripciones para ejecutar las maniobras correctamente, prohíban las que no deban efectuarse por ser riesgosas e indiquen las que hayan de observarse en caso de riesgo o avería.

Estas prescripciones se adaptarán a las instrucciones específicas que hubiera señalado el constructor del aparato y a lo que indique la autoridad competente. Los trabajadores encargados del manejo y vigilancia de estos aparatos deberán estar instruidos y adiestrados previamente por la empresa, quien no autorizará su trabajo hasta que éstos no se encuentren debidamente capacitados (Art. 138, Dec. 351/79).

Protección contra Incendios

Comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento que se deben observar tanto para los ambientes como para los edificios, aun para trabajos fuera de éstos y en la medida en que las tareas los requieran. La instalación de extinción deberá ser adecuada al riesgo. Las clases de fuegos se designarán con las letras A B C y D.

Protección Personal del Trabajador

El trabajador debe ser proporcionado de elementos y equipos de protección personal individuales, incluyendo protección acústica y, en caso de corresponder, prevención de enfermedades o recaudos sanitarios, consecuencia de COVID 19.

Servicio de Medicina del Trabajo

Deben ser dirigidos por un universitario con título de médico del trabajo, de fábrica o similar, quienes deberán estar registrados en el Ministerio de Salud. Son responsables de, efectuar, directamente o bajo su supervisión, examen clínico a la totalidad de los trabajadores del establecimiento, por lo menos una vez por año y efectuar personalmente reconocimientos semestrales o en períodos más breves a su criterio, al personal afectado a tareas con riesgos especiales y a los disminuidos en readaptación.

Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo

Estos servicios deberán estar dirigidos por graduados universitarios de las disciplinas enumeradas en el Art. 35 del Decreto 351/79. Son tareas a su cargo las obligaciones enumeradas en los Artículos 39 y 40 del Decreto 351/79.

Manejo de Explosivos

La Ley 20.429, modificada por las Leyes 21.470, 21.829, 24.492, 25.086, 25.449, 26.138 y 27.192, reglamentada a su vez por los Decretos 395/75, 302/83 (modificadas por los Decretos 37/01 y 306/07) y un sinnúmero de resoluciones ministeriales, establece un régimen de contralor de armas de fuego de uso civil, junto a otro tipo de sustancias y explosivos para uso en actividades constructivas, obras civiles, minería y petróleo. El marco regulatorio data desde los años setenta y tiene un claro perfil orientado hacia el control de armas de fuego en ámbitos civiles. La Ley 27.192 creó la Agencia Nacional de Materiales Controlados (ANMaC), en reemplazo de la preexistente RENAR (Registro Nacional de Armas), con potestades sobre armas y explosivos, su producción, importación, exportación, venta y utilización en diversas áreas de la actividad económica.

El Capítulo Primero de la reglamentación actualizada efectúa una extensa clasificación de los diferentes tipos de explosivos según componentes, empaquetaduras, tipo de iniciadores y detonadores a ser utilizados. La reglamentación crea un registro de usuarios, junto a otras figuras tales como fabricantes, comercializadores, e importadores, en las cuales deben inscribirse los usuarios para obras civiles, a los efectos de utilizar los explosivos autorizados para uso civil (Explosivos Clase o Grupo A, B y C con las exclusiones del caso), debiendo asimismo inscribir los polvorines para el caso de acopio in situ. La reglamentación también establece restricciones en cuanto a las voladuras, con distancias mínimas respecto de sitios de transmisión por radio frecuencia u otros medios de comunicación.

2.2.11 Gestión de Residuos

Se incluye en esta sección una reseña de las normas aplicables a la gestión de residuos, en las diferentes etapas del proyecto, con el énfasis obvio en la etapa constructiva, dada la mayor cantidad de residuos que se generan y la especificidad de las medidas que deben ser adoptadas en función de sus características (áridos y escombros, neumáticos usados, etc.).

Cabe destacarse que, a medida que va evolucionando la ciencia y el conocimiento, la gestión de residuos se vuelve más sofisticada con medidas específicas para cada tipo o corriente de desechos, acompañando este fenómeno producto del conocimiento creciente y las opciones diversificadas de tratamiento y disposición. En tiempos pretéritos, en momentos en los cuales se sancionan las leyes generales del ambiente de cada jurisdicción provincial, o las normas sobre residuos peligrosos a nivel nacional, la principal distinción se efectuaba entre los residuos domiciliarios, sólidos urbanos o asimilables a ellos, y los residuos peligrosos, que en un primer momento comprendía también a los residuos patogénicos o patológicos.

En la actualidad, la sofisticación y la diferenciación en la gestión de los residuos trasciende en algunos casos los marcos legislativos vigentes, partiendo o desprendiéndose de estos, a veces con regulaciones específicas, a veces en virtud de programas diferenciados de gestión.

Residuos Domiciliarios o Residuos Sólidos Urbanos

Rige en todo el país la Ley 25.916 de presupuestos mínimos para la Gestión Integral de los Residuos Domiciliarios, que comprende a aquellos elementos, objetos o sustancias que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados (Art. 2).

La Ley 25.916 persigue el objetivo de la gestión integral de residuos, impulsando la reducción en origen en la generación, la reutilización, el reciclado y la introducción de tecnologías de tratamiento y disposición final. La norma también procura fortalecer la diferenciación entre diferentes tipos de generadores, en función del tipo o actividad, envergadura o volumen de residuos generados, como también la promoción de la valorización.

Uno de los aspectos más relevantes de la norma es la meta de erradicación de los basurales a cielo abierto en todo el territorio del país y la adopción de la Gestión Integral como régimen por parte de todas las provincias.

Residuos Peligrosos o Especiales

A nivel nacional existe un marco regulatorio efectivamente vigente para los residuos peligrosos desde 1991, sancionada por la Ley 24.051 y su Decreto Reglamentario 831/93. El régimen implementado por esta norma ha sido transformado por la sanción en 2002 de la Ley 25.612 de Presupuestos Mínimos en materia de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios.

La Ley 25.612, más allá de su carácter de norma de presupuestos mínimos, ha introducido una nueva lógica en la regulación de los residuos peligrosos o especiales. En efecto, donde la Ley 24.051 clasificaba a los residuos en función de su peligrosidad, siguiendo en cierto sentido el esquema adoptado por el Convenio de Basilea, la Ley 25.612, determina la sujeción del residuo a un contralor especial en función de su origen como residuo proveniente de la actividad industrial o de las actividades de servicios.

La Ley 25.612 no ha sido reglamentada a la fecha, por lo que, en términos prácticos carece de mayor relevancia en la gestión operativa, aunque sí ha sido utilizado como "plataforma genérica" para la elaboración de programas específicos para la gestión de corrientes de desechos que requieren consideraciones especiales (neumáticos, RAAES, etc.).

La aplicación de la Ley de Residuos Peligrosos está supeditada al carácter interjurisdiccional del transporte de los residuos peligrosos generados por la obra en el caso de que, por razones operativas o necesidades del tratamiento o disposición final, sea necesario el transporte de los residuos peligrosos fuera de la jurisdicción provincial.

En lo que hace a los residuos patológicos, la Ley 24.051 las considera como una corriente de desechos comprendida en la definición legal, aunque diferenciada del resto de los residuos peligrosos, por ejemplo, eximiéndolas del pago de la tasa a ser pagado por los generadores en función de la reducción o la recuperación o reutilización de los mismos.

2.2.12 Mapa de Actores Institucionales, Procedimiento de EIA y Organigramas

Son actores institucionales claves a nivel nacional: el Ministerio de Economía, a través de la Secretaría de Energía, la Subsecretaria de Hidrocarburos y, en menor grado de importancia, la Agencia Nacional de Puertos y Navegación (en lo que hace a los aspectos portuarios y de navegación), sin perjuicio de la incidencia de reparticiones como la Prefectura Naval Argentina (PNA). En lo que atañe a los aspectos técnicos, consideraciones ambientales y de seguridad operacional, corresponde la intervención del ENARGAS, en su calidad de ente autárquico regulador de los servicios de transporte, logística y distribución de gas.

Las tramitaciones administrativas ambientales, **se llevarán a cabo ante las autoridades jurisdiccionales competentes de la Provincia de Río Negro conforme el reparto de competencias constitucionales descripto al inicio del presente, atendiendo a las reglas constitucionales del sistema federal ambiental desde 1994.**

La siguiente tabla, correspondiente a la Norma NAG 153, Sección 1-Apartado 2) describe la distribución y alcance de los distintos documentos, previstos a ser presentados según las distintas etapas del proyecto, **sin perjuicio de su adaptación a los procedimientos de cada jurisdicción donde se tramiten y aprueben los estudios ambientales.** Así, los Artículos 6 y 7 de la Resolución 3.857/06 a la cual se ha hecho referencia expresan respectivamente:

"…*Para la construcción de nuevos gasoductos, ramales, redes, y sus instalaciones complementarias, se deberá dar cumplimiento a la normativa provincial o municipal que establezca procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias previas para la realización de los proyectos. Los sujetos mencionados en el Artículo 3º deberán presentar ante la Autoridad Regulatoria, la información que a continuación se detalla: Copia de las actas o certificaciones de constancia de los actos de consulta o audiencia pública celebrados; Copia del proyecto definitivo del emprendimiento; Protocolos del Estudio Ambiental Previo (EAP o EAPr), del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y del Plan de Protección Ambiental (PPA) específico para la obra programada..."*.

"…Para la construcción de nuevos gasoductos, ramales y sus instalaciones complementarias, siempre que no sean considerados obras menores, según lo indicado en ítem 3.1.1. de la Norma NAG 153, en los casos que no exista normativa provincial o municipal que reglamente procedimientos de consulta o de audiencia pública, los sujetos mencionados en el Artículo 3º deberán publicar las características del proyecto…".

Tabla 2. Tipos de Estudios y Procedimientos Ambientales según Etapas del Proyecto.

Estudio o Procedimiento	Etapa				
	Anteproyecto	Proyecto	Construcción	Operación y Mantenimiento	Desafectación, Abandono o Retiro
Manual de Procedimientos Ambientales (MPA)	X	X	X	X	X
Estudio Ambiental Previo (EAP) / Estudio Ambiental Previo para Redes (EAPr)	X				
Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)		X			
Plan de Gestión Ambiental (PGA) - Formulación		X			
Plan de Gestión Ambiental (PGA) - Implementación			X	X	X

En función de las "reglas y arreglos institucionales" que se han desarrollado a lo largo de las últimas dos décadas en el campo de la política ambiental y la puesta en marcha de instituciones como el EsIA y los diferentes sistemas de habilitación y otorgamiento de permisos ambientales, desde la sanción de las primeras leyes de presupuestos mínimos y la puesta en marcha del sistema federal ambiental plasmado luego de la reforma constitucional, se ha consolidado un modelo centrado en las potestades provinciales.

Si bien han existido intentos de organizar procedimientos en casos de proyectos interjurisdiccionales o a escala regional, sea bajo mecanismos legislativos, como los diferentes intentos de sancionar leyes de presupuestos mínimos, sea con mecanismos ad hoc, no hay un marco normativo a la fecha que articule estos procedimientos.

No obstante, el "federalismo concertado" figura desarrollada por Pedro Frías y consagrada en cierta forma en el Pacto Federal Ambiental ratificado con la sanción de la Ley 25.675, permite una hoja de ruta donde convergen los procedimientos de EIA, más allá de la existencia o no de un marco regulatorio prescriptivo para el abordaje del procedimiento. El ENARGAS y la Secretaria de Energía, ejercen papeles centrales, en tanto organismos con perfil sectorial y competencias técnicas, a partir del cual, las directrices contenidas en las normas NAG referenciadas son incorporadas al EsIA, desde lo metodológico, como también desde lo sustantivo en cuanto a contenidos, sin perjuicio de que la presentación, las instancias de participación y el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes se lleve a cabo, ante las autoridades de la provincia de Río Negro[13].

[13] De hecho, la Resolución ENARGAS 3.587/06 a la cual se ha hecho referencia fue concebida para los casos

Cabe hacer una reflexión tangencial sobre el papel de la cartera ambiental nacional, la cual, luego de la elaboración de las Resoluciones 337 y 434 del MGAyDS en 2019, estableció un marco de referencia con guías metodológicas para los instrumentos de la EIA y la EAE en áreas bajo la administración nacional. Dichas resoluciones constituyen directrices para la implementación de buenas prácticas en materia de evaluación de proyectos puntuales o programas a nivel estratégico, no obstante, no reemplazan los regímenes existentes, ni establecen un marco regulatorio prescriptivo en lugar de las "reglas de juego" en vigencia bajo el reparto de competencias en materia ambiental, donde las provincias ejercen prima facie el proceso de evaluación y autorización ambiental.

La Subsecretaria de Ambiente de la Nación tiene bajo su responsabilidad el instrumento de la EIA (y la EAE eventualmente), no obstante, no se considera que la misma tendrá un rol clave en el abordaje o el proceso de los estudios ambientales, sin perjuicio de sus eventuales aportes, a solicitud de la cartera de Energía, el ENARGAS, la Agencia Nacional de Puertos y Navegación, la PNA u otro actor relevante. En estas instancias, las resoluciones referenciadas podrán ser consideradas como buenas prácticas en la confección de los estudios ambientales, complementando en su caso, los requerimientos de la provincia. En este marco conceptual, cabe también consignar la necesidad de contemplar directrices que pueden surgir de las normas voluntarias consignadas en función de las necesidades de financiamiento externo o inversiones de capital sujetas a salvaguardas o resguardos socio-ambientales.

3. MARCO LEGAL AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

En esta sección se analiza el conjunto de normas y marcos regulatorios de la provincia de Río Negro con incidencia ambiental o de tutela sobre los recursos naturales, el ambiente o el entorno con valor patrimonial (natural o cultural), o con implicancias sociales para las obras de construcción del proyecto y su operación.

Además del relevamiento y el análisis normativo somero que se lleva a cabo a continuación, se efectúa un análisis de los principales organismos involucrados en el otorgamiento de las autorizaciones y permisos involucrados, incluyendo la evaluación ambiental del proyecto y sus correspondientes autorizaciones y habilitaciones, las instancias de participación ciudadana y eventual incidencia o participación de otros organismos o reparticiones en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Conforme a las reglas constitucionales que rigen el reparto de competencias en materia ambiental y reseñadas en la sección que aborda la legislación nacional, el análisis y aprobación de cualquier proyecto con incidencia ambiental **corresponde a las autoridades provinciales**, atendiendo al juego e interpretación armónica de los Artículos 41 y 124 de la Carta Magna.

Sin perjuicio de esta regla central en el reparto de competencias, donde las autoridades provinciales ejercen el dominio originario sobre sus recursos naturales y por lo tanto poseen las potestades para la consideración de los impactos ambientales de proyectos o actividades a ser ejecutados en el territorio, hay casos de convergencia entre potestades provinciales (e incluso municipales), con potestades nacionales surgidas de competencias sectoriales o específicas a algún tipo de actividad, como es en esta instancia la regulación del transporte de gas.

de ausencia de normas locales en materia de participación ciudadana. En los años transcurridos desde ese año a la fecha, todas las jurisdicciones provinciales han generado sistemas sofisticados de EIA, incorporando los procesos de participación ciudadana y acceso a la información, consolidada además con la ratificación por parte de Argentina del Acuerdo de Escazú, afianzando las exigencias e importancia del EIA.

Esta "convergencia" de múltiples y diversas potestades es una realidad administrativa y jurídica propia de la complejidad de la economía y sociedad contemporánea, requiriendo, en algunos casos acuerdos institucionales específicos para la coordinación de esfuerzos, en otros, esquemas de deslinde de atribuciones con la coexistencia de autorizaciones y habilitaciones originadas en diferentes áreas o ámbitos del sistema federal.

En la República Argentina no existe siempre un criterio claro para la coordinación de roles por parte de diferentes organismos competentes, tal como se observa en el derecho comparado en donde la figura del "Lead Agency" norteamericano o la del "Statutory Consultee" inglés o australiano, aseguran una intervención transversal más coordinada[14].

La experiencia y práctica a lo largo de las últimas décadas, desde la sanción de las primeras leyes de presupuestos mínimos (en especial la Ley General del Ambiente) ha permitido, sin embargo, generar un esquema de articulación del conjunto de permisos y autorizaciones en función de las potestades concurrentes de las diferentes jurisdicciones y niveles de estado involucrados en el proceso.

La Corte Suprema de Justicia ha convalidado esta regla en el conocido pronunciamiento "Día", planteando la coexistencia y convergencia de un plexo múltiple y a veces complejo de exigencias en materia ambiental y social para cualquier tipo de actividad con impactos sobre el entorno[15].

3.1 ASPECTOS GENERALES

3.1.1 La Constitución Provincial

La Constitución de la provincia de Río Negro, en sintonía con la Carta Magna Nacional, consagra en su artículo 84 el derecho de todos los habitantes a gozar de un medio ambiente sano, libre de factores nocivos para la salud, y les impone el deber de preservarlo y defenderlo (para lo cual los legitima en el Art. 85, para accionar ante las autoridades). En función de ello, la Constitución provincial impone al Estado la carga de prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo, manteniendo el equilibrio ecológico; conservar la flora, fauna y el patrimonio paisajístico; proteger la subsistencia de las especies autóctonas y legislar sobre el comercio, introducción y liberación de especies exóticas que puedan poner en peligro la producción agropecuaria o los ecosistemas naturales. Asimismo, ya desde la Carta Magna provincial se exige la realización de estudios previos del impacto ambiental para grandes emprendimientos que potencialmente puedan alterar el ambiente; y se impone al Estado la reglamentación de la producción, liberación y ampliación de los productos de la biotecnología, ingeniera nuclear y agroquímica, y de los productos nocivos, para asegurar su uso racional.

[14] El *Lead Agency* norteamericano es la Autoridad de Aplicación con el poder decisorio central para el proyecto, que, sin perjuicio de la participación de otros organismos en consultas o intervenciones, ejerce una suerte de "fuero de atracción" en la tramitación. En Gran Bretaña, el *Statutory Consultee* es el organismo a quien se debe recurrir de manera preestablecida para la emisión de un parecer que debe integrar la decisión administrativa final. En Argentina existen instancias de estos mecanismos a nivel provincial, por ejemplo, en Mendoza con los dictámenes sectoriales obligatorios, o en Santa Cruz con la integración de comisiones evaluadoras para proyectos que involucran a más de un marco sectorial regulatorio.

[15]"…*Toda actividad económica está alcanzada por una miríada de regulaciones provenientes de diversas autoridades y jurisdicciones, en especial en un Estado Federal que garantiza la autonomía municipal y cada uno de los respectivos ordenamientos legisla sobre aspectos diversos de la producción e intercambio de bienes y servicios…"* Voto de la Dra. Carmen Argibay: "Día Argentina c/Provincia de Buenos Aires" (CSJN, 15/06/10).

Asimismo, la Constitución de la provincia de Río Negro consagra en su Art. 70 el dominio originario de la provincia sobre los recursos naturales existentes en el territorio, su subsuelo, espacio aéreo y mar adyacente a sus costas. En esta línea, manda a preservar su conservación y aprovechamiento racional e integral, por sí o mediante acuerdo con la Nación, con otras provincias o con terceros. La constitución remarca su dominio sobre las aguas públicas ubicadas en su jurisdicción, que tengan o adquieran aptitud para satisfacer usos de interés general, y aclara que su uso y goce debe ser otorgado por autoridad competente (Art. 71).

Finalmente, huelga señalar que la Constitución provincial también se ocupa de reglar el Ordenamiento Territorial, disponiendo que la Provincia junto a los Municipios ordenará el uso del suelo y el desarrollo urbano y rural. Así también, establece pautas para el tratamiento del régimen de tierras, bosques, parques y reservas naturales, de los yacimientos mineros e hidrocarburíferos (Arts. 74 a 79).

3.1.2 Legislación Ambiental General

La provincia de Río Negro cuenta con una variada y dispersa gama de normas de índole ambiental, las cuales conforman el marco que rige la materia. Desde el punto de vista general, ha delineado la política ambiental rionegrina la Ley Provincial M Nº 2631. Se trata de una norma que posee algo más de tres décadas de antigüedad, cuestión que permite tener por afianzadas las directrices a seguir en la política y gestión ambiental. Maxime, cuando la norma asienta sus bases en la Carta de las Naciones Unidas, la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo y los principios del Derecho Internacional. Esta norma adopta y declara de interés social y económico a los principios que sustentan el denominado "Desarrollo Sustentable" como modo de generación de riqueza, distribución equitativa de la misma y protección del medio ambiente, y como vehículo del bienestar general de la sociedad.

Esta Ley parte de proclamar que los seres humanos están en el centro de los intereses del desarrollo sustentable y tienen derecho a una vida digna, sana y en armonía con la naturaleza. De ahí que, luego de reivindicar el derecho soberano de la provincia de explotar sus recursos de acuerdo con sus propias políticas de medio ambiente y desarrollo, proclama la responsabilidad estatal de garantizar que las actividades sociales, económicas, científicas o tecnológicas, no causen perjuicio al medio ambiente provincial o al de otros Estados o áreas situadas más allá de los límites de su jurisdicción territorial.

La Ley en comentario incorpora el principio de sustentabilidad a la legislación provincial, entendido como aquel modelo de desarrollo que se ejerce de modo de satisfacer equitativamente las necesidades económicas y ambientales de las generaciones presentes y futuras, considerando a la protección del medio ambiente como parte integral del proceso de desarrollo, no pudiendo aislarse del mismo. Asimismo, esboza los principios de prevención y de precaución, con el fin de impedir todo tipo de emprendimiento público o privado en su territorio que, aún sin tener la plena certeza científica, se presuma pueda causar -o exista riesgo de causar- daños serios o irreparables a su medio ambiente. Vale señalar que en sus pasajes se advierte una fuerte tutela social, de lo que derivan los derechos de acceso a la información y a la participación ciudadana, así como a la educación de orden ambiental. Todo esto se encuentra explicitado en su Art. 5.

Esta norma, entre otros objetivos que se plantea (Art. 6), recoge el de respetar el medio ambiente, integrando las consideraciones ecológicas con las productivas en la toma de decisiones; la utilización racional del suelo, agua, flora, fauna, paisaje, fuentes energéticas y demás recursos naturales, en función de lograr un desarrollo sustentable, y; la prevención y control de factores, procesos, actividades o componentes del medio que ocasionan o puedan ocasionar degradación al ambiente, a la vida del hombre y a los demás seres vivos. De igual modo, aborda el ordenamiento territorial, disponiendo la necesidad de planificar los procesos de urbanización, el poblamiento, la industrialización, la explotación minera, la expansión de fronteras productivas en general y el desarrollo turístico, en función de los valores del ambiente. Desde ya, como objetivo de especial protección, cataloga a la defensa y mantenimiento de áreas y monumentos naturales, refugios de la vida silvestre, reservas forestales, faunísticas y de uso múltiple, cuencas hídricas protegidas, áreas verdes de asentamiento humano y cualquier otro espacio físico que, conteniendo flora y fauna nativas o exóticas, requieran un régimen de gestión especial (Art. 6).

La Ley en tratamiento se erige como una suerte de Ley General del Ambiente, abordando seguidamente los distintos microbienes jurídicos de los que se compone el entorno, tales como el aire, los suelos, los recursos hídricos, la flora, la fauna, entre otros. Empero, para un mejor orden expositivo, cada uno de esos aspectos serán analizados más adelante.

En virtud de todo lo expuesto, es menester señalar que adquiere mayúscula relevancia la Ley Provincial M Nº 3266 (y su reglamentación por el Decreto Provincial M Nº 656 de 23-06-2004), la cual tiene por objeto regular el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental como instituto necesario para la conservación del ambiente en todo el territorio de la provincia a los fines de resguardar los recursos naturales dentro de un esquema de desarrollo sustentable, siendo sus normas de orden público. Este procedimiento será abordado inextenso en el acápite siguiente.

Finalmente, huelga aclarar que existen otras normas de índole ambiental, sectoriales, que no serán desarrolladas en las próximas líneas. Ello, por cuanto no se advierte que posean implicancias para el proyecto. Tal es el caso de la Ley Provincial Q 4736/11 de Preservación de glaciares y ambiente peri glaciar (adhesión a la Ley Nacional 26639), o la Ley Provincial M Nº 1556 de Fomento de la Conservación de Suelos (adhesión a la Ley Nacional 22428).

3.1.2.1 Evaluación de Impacto Ambiental

La ya comentada Ley Provincial M Nº 2631 anticipa en su artículo 23 que todo emprendimiento u obra que por su envergadura o característica, potencialmente pueda alterar el ambiente, deberá contar con la aprobación, por ante la autoridad competente, de la declaración de impacto ambiental que producirá su ejecución.

Así, el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en la Provincia de Río Negro se encuentra regulado en la Ley Provincial M Nº 3266 (y su reglamentación por el Decreto Provincial M Nº 656 - de 23-06-2004), la cual lo considera como un instituto necesario para la conservación del ambiente en todo el territorio de la provincia a los fines de resguardar los recursos naturales dentro de un esquema de desarrollo sustentable, siendo sus normas de orden público.

Luego de establecer los principios a los cuales debe sujetarse el instituto en comentario (Art. 2), la Ley establece cuáles son los proyectos, obras o acciones que estarán sujetos a sus términos (Art. 3). Ello, sin perjuicio de la facultad de la Autoridad de Aplicación de exigir -por resolución fundada- la realización de la EIA a otras actividades no comprendida en el mencionado artículo 3 (Art. 15).

En el caso que nos ocupa, el proyecto aparece como relacionado con los siguientes incisos del Art. 3, para los cuales se exige la EIA: b) La prospección, exploración, extracción, transporte e industrialización de hidrocarburos y sus derivados, instalaciones para la gasificación y licuefacción de residuos de hidrocarburos; c) La evacuación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos en áreas rurales o urbanas provenientes del uso industrial, residencial y/u otros; e) La construcción de rutas, autopistas, líneas férreas, acueductos, puentes, aeropuertos y puertos; g) El uso y manejo de recursos florístico, faunístico y paisajístico, tanto terrestres como marítimos, fluviales o lacustres con fines turísticos y/o productivos.

Es importante tener presente que la Ley considera a la EIA como procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir o mitigar, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, puedan causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes en la provincia. De ahí que todo proyecto de obras o actividades capaces de modificar, directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una Resolución Ambiental (RA), expedida por la Autoridad Ambiental Provincial. La RA constituye la última etapa de la EIA, y es requisito indispensable para que los organismos públicos centralizados o descentralizados de la administración pública provincial y/o municipal con competencia en la obra y/o actividad, puedan autorizar la ejecución de las actividades comprendidas en el artículo 3.

De acuerdo al Art. 7, el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental estará integrado por:

1. La presentación de la Declaración Jurada de Impacto Ambiental y, en su caso, la ampliación de la Declaración Jurada de Impacto Ambiental.
2. Estudio de Impacto Ambiental cuando resulte pertinente.
3. La audiencia pública.
4. El dictamen técnico.
5. La Resolución Ambiental.

En virtud de lo expuesto, a los fines de obtener la Resolución Ambiental, el proponente del proyecto deberá presentar previamente ante la Autoridad de Aplicación una Declaración Jurada en la que manifieste si la obra o actividad proyectada degradará el ambiente o afectará la calidad de vida de las personas. Estas Declaraciones deberán ser suscriptas por profesionales idóneos en las materias que comprendan, y que se encuentren registrados y debidamente habilitados. Asimismo, cuando las características de la obra o actividad lo requieran, y con el objeto de obtener mayores datos y precisiones, la Autoridad de Aplicación podrá requerir la ampliación de las Declaraciones Juradas de Impacto Ambiental, las que se integrarán a las primeras.

La autoridad de aplicación convocará a audiencia pública a las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, estatales o no, potencialmente afectadas por la realización del proyecto y a las ONG interesadas en la preservación de los valores ambientales[16]. Luego, podrá recabar el dictamen técnico de personas reconocidamente idóneas en el tema de que se trata o de universidades o centros de investigación públicos o privados, estatales o no, provinciales, nacionales o internacionales, respecto a las Declaraciones Juradas de Impacto Ambiental presentadas. Asimismo, la Autoridad de Aplicación deberá asimismo pedir dictamen sobre la repercusión en el ambiente a los organismos y reparticiones públicas nacionales, provinciales o municipales con injerencia y/o implicancia en el ambiente.

A los fines indicados en los párrafos que preceden, la Autoridad de Aplicación deberá establecer un sistema de información pública absolutamente abierto a fin de dar publicidad a las Declaraciones Juradas de Impacto Ambiental que le sean elevadas, como así también a las opiniones públicas y dictámenes técnicos que se produzcan durante el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. Sin perjuicio de lo expuesto, corresponde señalar que los titulares de los proyectos de una obra o actividad podrán solicitar que se respete la debida reserva de los datos o informaciones que puedan afectar la propiedad intelectual o industrial o legítimos intereses de carácter comercial.

Es importante tener presente que una RA sin dictamen técnico y sin audiencia pública resulta nula. Así también, que previo a la emisión de la RA, la Autoridad de Aplicación deberá considerar en los análisis de los resultados producidos en las distintas etapas del procedimiento los siguientes criterios: a) El ordenamiento ecológico provincial, con sus subsistemas e interacciones; b) Las disposiciones legales y planes de manejo de las áreas protegidas naturales y urbanas; c) Los criterios ecológicos para la producción de la flora y de la fauna, para el aprovechamiento racional de los recursos naturales y para la protección del ambiente; d) Las regulaciones sobre ordenamiento territorial y todas aquellas otras conducentes a la preservación ambiental; e) Los objetivos de la política ambiental provincial, la cual armonizará las necesidades del desarrollo económico y social con el sostenimiento y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la provincia.

En el caso que nos ocupa, es menester señalar que de acuerdo al último párrafo del Art. 3, la reglamentación determinará y enumerará las categorías de obras, actividades o acciones, según su riesgo presunto, fijando por vía reglamentaria los procedimientos específicos que pudieren corresponder. En este sentido, el Decreto Provincial M Nº 656/2004 (reglamentario de la Ley Provincial M Nº 3266) establece en su artículo 3 b) 1.- que los proyectos, emprendimientos y/o actividades vinculadas con la actividad hidrocarburífera, en los términos del artículo 3° inciso b) de la Ley, serán considerados como actividades de alto riesgo presunto. De tal modo, se entiende que el proyecto objeto del presente se encontraría comprendido en esta categoría. Especialmente, el Art. 28 inciso b) incluye como de actividades de mayor riesgo presunto al transporte e industrialización de hidrocarburos y sus derivados, instalaciones para la gasificación y licuefacción de residuos de hidrocarburos; gasoductos, oleoductos y poliductos; plantas compresoras de gas y toda infraestructura asociada a las mismas. También el inciso g) cataloga de esta manera a la construcción de rutas, autopistas, líneas férreas, acueductos, puentes, aeropuertos y puertos.

[16] Cabe destacar que los procesos de participación ciudadana se ven modificados sustancialmente a partir de la ratificación del Acuerdo de Escazú por Ley 27.566 (ya abordado anteriormente), estableciendo un verdadero “piso mínimo” en la materia de acceso a la información y participación ciudadana, más allá de las normas vigentes en la provincia, reglamentarias de la LGA u de otros regímenes específicos.

Es así que, en atención a los pronunciamientos de la jurisprudencia (Caso Villivar, CSJN, por ejemplo), y a la entrada en vigencia del Acuerdo de Escazú, la participación ciudadana eficaz y efectiva es considerada una instancia clave en el procedimiento de EIA, no solo desde una óptica formal o jurídica, sino también como instancia de validación social y legitimación política en términos sociológicos, o más comúnmente identificado como “licencia social”.

Siendo así, de acuerdo al Art. 16 de la Ley, el EsIA deberá contener, como mínimo, los siguientes datos:

a) Descripción general y tecnológica del proyecto, obra o actividad de que se trate.
b) Descripción del medio ambiente en que se desarrollará.
c) Descripción y cantidad de materias primas e insumos a utilizar durante su construcción, operación, desguace y su origen.
d) Descripción y cantidad de residuos a verter durante su construcción y operación, su tratamiento y destino, así como durante el desguace.
e) Descripción del consumo energético previsto durante la construcción y operación y fuente de energía a utilizar.
f) Evaluación de los efectos previsibles, presentes y futuros, directos e indirectos, sobre la población humana, la flora y la fauna y los ecosistemas.
g) Evaluación de dichos efectos sobre el suelo, el agua, el aire y el clima.
h) Evaluación de los mismos efectos sobre los bienes materiales e inmateriales significativos, incluyendo el paisaje del lugar, el patrimonio histórico, artístico, cultural o arqueológico, que pudieran afectarse.
i) Descripción y evaluación de los distintos proyectos alternativos que se hayan considerado y sus efectos sobre el ambiente y los recursos naturales, incluyendo el análisis de las relaciones entre los costos económicos y sociales de cada alternativa y los efectos ambientales.
j) Descripción y evaluación detallada de la alternativa seleccionada, con la debida ponderación de sus efectos ambientales positivos y negativos, así como las medidas previstas para reducir estos últimos al mínimo posible.
k) Programación de vigilancia ambiental o monitoreo de las variables a controlar durante y después de su operación o emplazamiento final.
l) Indicación de si el medio ambiente de cualquier otro Estado o de zonas que estén fuera de la jurisdicción provincial, pueden resultar afectados por la actividad propuesta o por sus alternativas.
m) Identificación precisa del titular responsable de la obra o actividad.

Una vez realizada la EIA, la Autoridad de Aplicación dictará la RA en la que podrá autorizar la realización de la obra o actividad en los términos y condiciones señalados en las Declaraciones Juradas presentadas, autorizar la realización de la obra o actividad proyectada pero condicionada al cumplimiento de las instrucciones modificatorias de la obra o actividad, o bien negar dicha autorización. Téngase presente que, de realizarse obras o actividades sin contar con la RA, la Autoridad de Aplicación podrá ordenar la paralización de las mismas, y hasta disponer su demolición o destrucción, siendo los costos a cargo del transgresor, al igual que el daño ambiental que se pudiera haber producido.

Vale agregar que, sin perjuicio de la validez temporal de la RA que la reglamentación pudiera establecer, cuando se produzcan modificaciones a los parámetros que le dieron origen, se deberá presentar una nueva Declaración Jurada.

Es necesario indicar que, conforme se apuntara, el Decreto Provincial M Nº 656/2004 establece ciertas normas procedimentales y recaudos a tener en cuenta con respecto a los proyectos considerados de mayor riesgo presunto. En este sentido, esta reglamentación se dedica pormenorizadamente al procedimiento a seguir cuando se trate de un EsIA que involucre obras o actividades hidrocarburíferas, estableciendo las especificaciones técnicas que -según el tipo de obra o actividad- habrán de respetarse en materiales, equipos e instalaciones, las prácticas prohibidas, el manejo de desechos y residuos, la gestión de aguas, la atención de incidentes y daños al ambiente, entre otras especificaciones.

Al respecto, el Decreto confiere a la Autoridad de Aplicación amplias facultades de fiscalización, así como también la potestad de indicar la adopción de medidas extraordinarias a las establecidas en la Resolución Nº 105/92 (Secretaría de Energía de la Nación) o a la normativa que la reemplace, en el caso que determinados ecosistemas se caractericen por una alta sensibilidad ambiental a determinadas operaciones de exploración y explotación, dictando a sus efectos las recomendaciones pertinentes.

Es importante considerar que las exigencias derivadas del citado Decreto se relacionan especialmente con las etapas de exploración y explotación de hidrocarburos. Empero, en la provincia de Río Negro rige la Ley Provincial Q N° 5594, que establece las facultades provinciales relativas al pleno ejercicio de la actividad de control y fiscalización del transporte de hidrocarburos líquidos y/o gaseosos por ductos, así como su infraestructura de captación, acondicionamiento y tratamiento, almacenamiento y terminales para la carga y descarga a los medios de transporte y todas las demás instalaciones asociadas al transporte.

La Ley Provincial Q N° 5594 no aborda en detalle las cuestiones ambientales asociadas a esta etapa, pues se limita a remarcar la exigencia de una EIA con carácter previo a desarrollar actividades u obras vinculadas al transporte de hidrocarburos en el territorio provincial; y a facultar a la Autoridad de Aplicación a suspender temporariamente la operación de oleoductos, gasoductos, poliductos y/o cualquier otra instalación permanente o fija para el transporte, carga y despacho, infraestructura de captación, de compresión, acondicionamiento y tratamiento de hidrocarburos, cuando con fundamento técnico suficiente considere que existe un riesgo de daño inminente para con las personas, los bienes o el ambiente. De ahí que no deberán perderse de vista los lineamientos del referido Decreto Provincial M Nº 656/2004, por cuanto lo mismos -atento su nivel de detalle- deberían ser adoptados analógicamente y en lo que resulte aplicable, a la etapa de transporte.

Implicancias para el Proyecto

El régimen de EIA permite avanzar en un procedimiento con adecuadas instancias de participación ciudadana, en línea con lo establecido en el Acuerdo de Escazú y permitiendo a su vez incorporar las buenas prácticas en materia técnica, propias de un ámbito específico y altamente especializado, como es el proyecto que nos ocupa.

El proyecto de licuefacción presenta condiciones singulares desde la óptica de su concepción, diseño y análisis de los procesos que entraña la operatoria de logística de carga del GNL a los buques, junto a las operaciones de licuefacción previa. Por ello, siguiendo la lógica de un procedimiento que procure la mayor eficiencia y economía procesal, se impone la conformación de un esquema en donde converjan las exigencias ambientales (incluyendo la difusión y participación ciudadana requerida por la Resolución 338/12 de la SE (nacional), lo normado en las leyes generales de la Nación y la Provincia, lo estipulado en la Ley Provincial M Nº 3266 (y su reglamentación por el Decreto Provincial M Nº 656 - de 23-06-2004) y Ley Provincial Q N° 5594, y las eventuales exigencias de ampliación de instalaciones portuarias.

Hasta el presente, en Argentina no hay mecanismos para coordinar la tramitación de exigencias ambientales cuando estas son requeridas por organismos sectoriales específicos, junto a mecanismos más generales de EIA, pese a la existencia de proyectos legislativos recientes en tales sentidos. Nada impide sin embargo la convergencia consensuada o coordinación de estas exigencias con el fin de aunar las exigencias previstas en la Resolución 338/12 de la SE conforme a la etapa de proyecto, con los requerimientos provinciales.

3.2 MARCO JURÍDICO AMBIENTAL CON INCIDENCIA EN LA ACTIVIDAD

Tanto para la construcción como para la operación de las instalaciones vinculadas al proyecto, las facultades de fiscalización de la provincia se dan en función de las normas de policía ambiental vigentes en el orden provincial, según el alcance de su aplicación a los recursos naturales sobre los que pueda tener impactos.

En este contexto, vale señalar que el régimen provincial de la EIA no puede inmiscuirse en cuestiones específicas propias del ente regulador, el ENARGAS, según lo señalado más arriba en las secciones dedicadas a la legislación nacional (conforme Art. 75 Inc. 30 CN; Art. 1º, 2º, 50 y 52, Ley 24.076; Art. 124 CN).

No obstante, las atribuciones sectoriales específicas, las operaciones durante la obra respecto al movimiento de suelos, excavaciones, dragado en caso de corresponder, y la logística en cuanto a la disposición de materiales, requerirán la intervención de otras autoridades (portuaria, en lo que hace a las condiciones de navegación, por ejemplo) y a la autoridad ambiental provincial o autoridades sectoriales provinciales (Secretaría de Hidrocarburos, Departamento Provincial de Aguas, por ejemplo) en lo que atañe a los sitios aptos para la extracción o disposición de áridos en la colocación de tubos, apertura de zanjas, terraplenes para el acceso vial o de servicios, etc.

3.2.1 Seguro Ambiental

Conforme ya fuera expuesto al momento de analizar la legislación nacional aplicable al caso, la Ley General del Ambiente N° 25.675 establece en su Art. 22 que toda persona física o jurídica, pública o privada, que realice actividades riesgosas para el ambiente, los ecosistemas y sus elementos constitutivos, deberá contratar un seguro de cobertura con entidad suficiente para garantizar el financiamiento de la recomposición del daño que en su tipo pudiere producir; y define al daño ambiental como toda alteración relevante que modifique negativamente al ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos (Art. 27).

En cumplimiento de lo indicado en el párrafo que antecede, el ámbito de la provincia de Río Negro, el Decreto Provincial N° 748/2020 establece que se deberá contratar un Seguro de Caución por Daño Ambiental de Incidencia Colectiva, extendido a favor de la Autoridad Ambiental (Secretaría de Ambiente y Cambio Climático) en calidad de asegurado o co-asegurado. La cobertura que se contrate en el marco de este Decreto deberá garantizar la efectiva remediación del daño causado hasta el monto mínimo asegurable, debiendo la aseguradora acreditar capacidad técnica para llevar a cabo tareas de recomposición y remediación del ambiente, mediante contratos debidamente suscriptos con empresas habilitadas (por el organismo de contralor ambiental provincial y/o por la empresa de seguros provincial) para llevar a cabo tales tareas.

El Decreto en comentario aclara que el único instrumento de garantía financiera suficiente que se admitirá en el ámbito de la Provincia de Río Negro, para acreditar el cumplimiento de la obligación prevista en el Art. 22 de la Ley Nacional N° 25.675, serán los contratos de Seguro de Caución por Daño Ambiental de Incidencia Colectiva, conforme las modalidades que determine la Superintendencia de Seguros de la Nación en su carácter de autoridad Nacional en materia de Seguros o la que en el futuro la reemplace. De acuerdo a los Considerandos de esta norma provincial, este tipo de seguro tiene por finalidad brindar cobertura a todo hecho accidental cuya primera manifestación o descubrimiento se presente durante la vigencia de la póliza, prescindiendo de la determinación de ocurrencia del daño, con excepción de la situación ambiental inicial que se hubiera detectado y denunciado oportunamente.

Así también, esta norma establece que las pólizas de Seguro de Caución por Daño Ambiental de Incidencia Colectiva deberán ser presentadas y entregadas en original y copia en formato digital ante la Autoridad Ambiental provincial, quien procederá a su guarda; y que tales pólizas deberán poseer vigencia corrida y consecutiva, a fin de brindar una cobertura ininterrumpida del riesgo, siendo responsabilidad del obligado reemplazarlas en ocasión de operar sus respectivos vencimientos, debiendo poseer una vigencia mínima de un (1) año.

Es necesario aclarar que están obligados a contratar un seguro ambiental aquellas actividades o establecimientos que sumen un Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) de 14.5 en adelante. El NCA es el grado de potencialidad de producir un daño ambiental propio de una actividad o establecimiento determinado, y se obtiene mediante un cálculo en base a una fórmula polinómica que se encuentra desarrollado en la Resolución MAYDS N° 1639/2007. De acuerdo con los valores del NCA, el riesgo ambiental se divide en tres categorías: Primera categoría: hasta 14,0 puntos inclusive; Segunda categoría: de 14,5 a 25 puntos inclusive, y; Tercera categoría: mayor de 25 puntos.

En cuanto al procedimiento de contratación y cumplimiento normativo, se debe presentar en la Autoridad Ambiental provincial la siguiente documentación (en los términos de la Resolución MAYDS N° 206/2016):

- FORMULARIO DE INFORMACIÓN BASE (Anexo II de la Resolución MAYDS N°206/2016).
- Estudio Ambiental Inicial (EAI), que constituye un diagnóstico previo a la contratación de la cobertura, a realizar por un perito en el lugar a asegurar, de manera que se establezca la existencia de condiciones contaminantes previas.
- NCA.
- Monto Mínimo Asegurable de Entidad Suficiente (MMAES), que es la suma asegurada mínima que debe tener la póliza de Caución Ambiental en una ubicación dada, que asegura la recomposición del daño ambiental producido por un siniestro contaminante. El mismo se obtiene mediante el cálculo en base a una fórmula establecida en la Resolución 1398/2008.

3.2.2 Ordenamiento Territorial

Como ya se adelantará, la Ley Provincial M Nº 2631 adhiere, adopta y declara de interés social y económico a los principios que sustentan el Desarrollo Sustentable, como modo de generación de riqueza, distribución equitativa de la misma y protección del medio ambiente, y como vehículo del bienestar general de la sociedad. Esta norma, en su Art. 6 inc. b), incluye como objetivo el ordenamiento territorial, en función de los valores del ambiente.

No obstante, lo expuesto por la norma citada, la Provincia de Río Negro no cuenta con una Ley provincial que aborde el ordenamiento del territorio y el uso del suelo. De ahí que, en este tópico, amén de las consideraciones que al respecto contiene la Legislación Nacional (Ley General del Ambiente N° 25.675), habrá que estarse a las disposiciones municipales.

3.2.3 Aprovechamiento de la Zona Costera

La provincia de Río Negro ha sancionado la Ley Provincial Q Nº 2951, que establece el marco regulatorio para la utilización, protección y aprovechamiento de la zona costera de la Provincia de Río Negro, sujeto a lo preceptuado por los principios del desarrollo sustentable. En términos de esta Ley, por Desarrollo Sustentable ha de entenderse el uso adecuado y racional de los ecosistemas, con aplicación de técnicas ambientales apropiadas y formas de organización social, consensuadas con los pobladores actores sociales en procura de la satisfacción de las necesidades humanas, generando y promoviendo un desarrollo económico y social, sostenido y sostenible que mejore la calidad de vida de la comunidad.

Se trata de una norma de eminente carácter ambiental, teniendo por objetivos: promover el desarrollo turístico, pesquero, portuario, económico en general y social en un todo de acuerdo con la conservación del medio ambiente; garantizar el acceso público a las costas; proteger la calidad del paisaje; salvaguardar el patrimonio cultural arqueológico; conservar la biodiversidad y el patrimonio genético; orientar los usos admisibles de la costa y su intensidad; conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas y de las playas, entre otros.

Su ámbito de aplicación es el espacio físico comprendido desde la isobata de veinte (20) metros de profundidad hasta una distancia aproximada de quinientos (500) metros tierra adentro, contados a partir de la línea de altas mareas normales. Este ámbito geográfico quedará sujeto a una zonificación conforme a los criterios que se explicitan seguidamente:

a) Zonas A, constituidas por:

1. Lugares ya desarrollados y urbanizables cuya capacidad puede todavía ser incrementada. En los mismos se permitirá y fomentará el establecimiento de construcciones fijas de infraestructura, equipamiento, instalaciones, etcétera, bajo condiciones de ordenamiento a determinar en forma conjunta con los municipios competentes.

2. Lugares que ofrecen posibilidades de desarrollo y urbanización en tanto puedan constituir nuevas zonas turísticas. En ellos se permitirán las mismas instalaciones que en la categoría anterior.

b) Zonas B:

1. Lugares sujetos a especial protección, atendiendo a la presencia de ecosistemas de particular fragilidad o patrimonio genético que, por su rareza, merezca tal atención u otros aspectos vinculados a la conservación de los recursos a perpetuidad.
   Luego, en el Anexo de la Ley se delimitan subzonas, todas las cuales deberán contar con un plan de manejo.

Conforme prescribe la Ley, todo uso dentro de su ámbito de aplicación quedará sujeto a sus disposiciones y a la aprobación correspondiente por parte de la Autoridad de Aplicación (Secretaría de Turismo), previa intervención de la Comisión Técnica que crea esta norma[17]. Así, y en lo que nos interesa, la Ley establece que los usos que revistan especiales características de intensidad, peligrosidad o rentabilidad y los que requieran la ejecución de obras e instalaciones, sólo podrán ampararse en la existencia de reserva, permiso, autorización o concesión, con sujeción a lo previsto en esta Ley y en otras especiales, en su caso. En este sentido, en los supuestos de usos que puedan producir daños y perjuicios sobre el dominio público o privado, la autoridad de aplicación estará facultada para exigir al solicitante la presentación de cuantos estudios y garantías económicas se determinen reglamentariamente para la prevención de aquéllos, la reposición de los bienes afectados y las indemnizaciones correspondientes.

[17] En el Art. 56 de la Ley se dispone la creación de la Comisión Técnica que estará integrada por representantes técnicos de cada una de las competencias que se encuentren involucradas en la cuestión costera. Serán sus principales funciones y atribuciones:

a) Elaborar los planes de manejo de cada una de las zonas delimitadas.

b) Elaborar el Código de Planeamiento Costero.

c) Emitir opinión a pedido de la autoridad de aplicación o por propia iniciativa, sobre todo proyecto o cuestión referido al ámbito de aplicación de la presente.

d) Toda otra que le asigne la reglamentación de la presente.

Vale agregar que la Autoridad de Aplicación llevará actualizado un Registro de usos, en el que se inscribirán de oficio las reservas, permisos, autorizaciones y concesiones, el cual deberá ser revisando al menos anualmente en cuanto al cumplimiento de las condiciones estipuladas, así como los efectos producidos. Dicha información tendrá carácter público.

La Ley determina en su Art. 17, de modo enunciativo, no taxativo, una serie de obras a actividades sujetas a autorización (v.gr. construcción o modificación de vías de transporte; actividades que impliquen la extracción de áridos; vertido de residuos sólidos, escombros y aguas residuales sin depuración; tareas de dragado; instalaciones que impliquen una alteración física del medio), reservando a la Autoridad de Aplicación la facultad de incluir otras, y de modificar o revocar las autorizaciones concedidas sin derecho a indemnización, cuando se produjeran efectos perjudiciales.

Vale agregar que la norma exige para el otorgamiento de las licencias de obra o uso que impliquen la realización de vertidos al dominio público, la previa obtención de la autorización de vertido correspondiente. Asimismo, con carácter previo al otorgamiento del permiso habilitante para la ocupación del dominio público, se impone garantizar el sistema de eliminación de aguas residuales de acuerdo con las disposiciones vigentes. No obstante, es necesario aclarar que subsiste la competencia del Departamento Provincial de Aguas (DPA), en todo lo relativo al aprovechamiento y protección de las aguas públicas, sus lechos y playas. La Ley plantea un marco de trabajo colaborativo entre la Autoridad de Aplicación y el DPA, tanto en lo atinente al intercambio de información, como en lo que respecta a la prohibición de aquellos vertidos que -a pesar del tratamiento a que sean sometidos los efluentes- puedan constituir riesgo de contaminación superior a la legalmente admisible.

En esta sintonía, el Art. 32 de la Ley prescribe que ninguna competencia específica podrá otorgar permisos, autorizaciones o concesiones particulares, sin que medie la intervención y conformidad de la Autoridad de Aplicación de esta Ley. Del mismo modo, la Autoridad de Aplicación no podrá hacerlo sin dar intervención a las competencias específicas. Más aún, cuando un asunto interese o pueda afectar a dos o más competencias específicas, se estudiará, tramitará y resolverá con la colaboración de las jurisdicciones interesadas o afectadas. En estos casos, la Ley posibilita que las peticiones, solicitudes o trámites referidos a su ámbito de aplicación, puedan iniciarse indistintamente, ya sea ante el organismo con competencia específica en la materia de que se trate o ante la Autoridad de Aplicación de esta Ley. En cualquiera de estos casos, el organismo interviniente deberá poner a consideración de la Comisión Técnica creada por esta Ley, el trámite en cuestión.

Siguiendo el mismo sentido de coordinación, la Ley preceptúa que si bien la Autoridad de Aplicación aprobará y pondrá en vigencia el Código de Planeamiento Costero, las normas contenidas en el mismo serán sometidas a consideración de los municipios involucrados, con carácter previo a su aprobación y en lo que resulte materia de su competencia. Asimismo, el Art. 58 y sgtes. indica que los distintos municipios involucrados de acuerdo a las zonas delimitadas en el Anexo I contarán con una participación activa en todo lo atinente a la elaboración y puesta en marcha del plan de manejo de cada una de ellas. Ello, teniendo en cuenta que las disposiciones de esta Ley tienen el carácter de regulación mínima y complementaria de las que dicten los municipios, en ejercicio de la competencia que les es propia.

Particular relevancia representa el Art. 27 de la Ley en comentario, pues prescribe que sin perjuicio de lo establecido en otras leyes específicas y de las exigencias que comporten los programas de control y reducción de la contaminación por vertidos de hidrocarburos al mar, las refinerías de petróleo, factorías químicas y petroquímicas e instalaciones de abastecimiento de combustibles líquidos, que posean terminales de carga y descarga de hidrocarburos en los puertos, mar territorial y aguas interiores, deberán disponer en las cercanías de las terminales, las instalaciones de recepción de los residuos de hidrocarburos y cuantos otros medios que para prevenir y combatir los derrames, que establecen las disposiciones vigentes en materia de contaminación de las aguas del mar. Asimismo, las plataformas e instalaciones dedicadas a la prospección de hidrocarburos en el mar, su explotación o almacenamiento, deberán contar con los medios precisos para prevenir y combatir los derrames que puedan producirse.

En lo atinente a proyectos y obras, para que la Autoridad de Aplicación resuelva sobre la ocupación o utilización dentro del área delimitada en el Anexo I, deberá formularse el correspondiente proyecto básico, en el que se fijarán las características de las instalaciones y obras, la extensión del área a ocupar o utilizar y las demás especificaciones que se determinen reglamentariamente. Con posterioridad y antes de comenzarse las obras, se formulará el proyecto de construcción definitivo sin perjuicio de que, si lo desea, el peticionario pueda presentar éste y no el básico acompañando a su solicitud. En caso de que las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante se requerirá, además, una previa evaluación de sus efectos ambientales sobre la zona, en la forma que lo determine la legislación vigente. El proyecto se someterá obligatoriamente a información pública.

Los proyectos deberán prever la adaptación al entorno en que se encuentren situados y, en su caso, su influencia sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta. Cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en las playas, deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas. En otro orden, todo proyecto de inversión deberá contener como condición mínima y necesaria un estudio económico-financiero, cuyo contenido se definirá reglamentariamente.

Finalmente, es dable agregar que la Ley incorpora toda una serie de obligaciones para los permisionarios o concesionarios, como la de mantener en buen estado las obras e instalaciones e inalterable el dominio público, el otorgamiento de caución suficiente de reparar cualquier perjuicio que pudiere ocasionar (v.gr. contratar seguro a tal fin). Consiguientemente, diseña un sistema de infracciones (v.gr. las acciones u omisiones que causen daños ambientales; la ejecución de trabajos, obras, instalaciones, vertidos sin la debida autorización; el incumplimiento de las condiciones de los correspondientes permisos, autorizaciones y/o concesiones, etc.) y sanciones como multas e inhabilitaciones. Al respecto, debe agregarse que no podrán prorrogarse las concesiones, autorizaciones o permisos, en el caso de que el titular hubiera sido sancionado por infracción grave.

Implicancias para el Proyecto

En atención al lugar de ubicación del proyecto, la Ley en comentario deviene de necesaria aplicación. Corresponderá prestar especial atención a la zonificación establecida en la norma, y en consecuencia a las actividades allí prohibidas y permitidas. Los usos en estas zonas se encuentran sujetos a la aprobación de la Autoridad de Aplicación (Secretaría de Turismo), la que obrará en coordinación con el Departamento Provincial de Aguas.

Se deberá presentar a la Autoridad de Aplicación el correspondiente proyecto básico, en el que se fijarán las características de las instalaciones y obras, y la extensión del área a ocupar o utilizar; y antes de comenzarse las obras se formulará el proyecto de construcción definitivo. Los proyectos deberán prever la adaptación al entorno en que se encuentren situados y, en su caso, su influencia sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta. Siendo que este proyecto intervendrá en el mar y en las playas, deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas.

Asimismo, se deberá prestar especial atención, en las terminales de carga y descarga de hidrocarburos en los puertos, mar territorial y aguas interiores, a la obligación de disponer en las cercanías de las terminales, las instalaciones de recepción de los residuos de hidrocarburos y cuantos otros medios que, para prevenir y combatir los derrames, establecen las disposiciones vigentes en materia de contaminación de las aguas del mar. Así también, a la necesidad de que las plataformas e instalaciones dedicadas a la prospección de hidrocarburos en el mar, su explotación o almacenamiento, cuenten con los medios precisos para prevenir y combatir los derrames que puedan producirse.

3.2.4 Áreas Protegidas

La ya comentada Ley Provincial M Nº 2631 que adhiere, adopta y declara de interés social y económico a los principios que sustentan el Desarrollo Sustentable, también incluye entre sus objetivos la protección, defensa y mantenimiento de áreas y monumentos naturales, refugios de la vida silvestre, reservas forestales, faunísticas y de uso múltiple, cuencas hídricas protegidas, áreas verdes de asentamiento humano y cualquier otro espacio físico que, conteniendo flora y fauna nativas o exóticas, requieran un régimen de gestión especial (Art. 6 inc. g).

En consonancia con lo expuesto, el Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas, en el ámbito continental, marítimo y aéreo de la Provincia de Río Negro, se ha instituido por Ley Provincial M N° 2669. De acuerdo a la misma, las Áreas Naturales Protegidas, también denominadas “Unidades de Conservación”, son territorios naturales o seminaturales, comprendidos dentro de ciertos límites bien definidos, afectados a protección legal y manejo especial para lograr uno o varios objetivos de conservación. Las mismas pueden pertenecer al Estado o ser de propiedad privada, pero siempre manejadas de acuerdo a normas fijadas por autoridades estatales. El Sistema de Áreas Naturales Protegidas (o Sistema de Unidades de Conservación) es el conjunto de ellas, que ordenadamente relacionadas entre sí y a través de su protección y manejo conservacionista, contribuyen al logro de determinados objetivos de conservación preestablecidos.

Cada Unidad de Conservación debe contar con un plan de manejo y una zonificación adecuada a sus objetivos particulares de conservación, lo que realiza y pone en vigencia la Autoridad de Aplicación. En este sentido, téngase presente que por “manejo” ha de entenderse el conjunto de decisiones políticas e implementación de acciones, sobre una base científica ecológica, para la compatibilización de intereses y la resolución de conflictos, que tiendan a lograr un equilibrio dinámico en la interacción entre el sistema universal conformado por el complejo sociotecnológico y económico del hombre y el Ecosistema Recurso Natural. Así, el “plan de manejo” consiste en un documento conceptual y dinámico de planificación, que establece las pautas para el manejo y desarrollo general de una Unidad de Conservación, que incluye, entre otros contenidos, un Mapa Base (descripción espaciotemporal de los recursos ambientales, el uso actual y potencial de los mismos y sus relaciones con los alrededores), las necesidades humanas que debería satisfacer, una Zonificación y un Plan General Conceptual de Acción, guía para la preparación de Planes o Programas de Manejo para cada Uso. Se lo conoce también como Plan Maestro. Vale aclarar que la zonificación es la clasificación y subsiguiente división de los recursos ambientales de cada Unidad de Conservación en Zonas de Manejo, para las cuales se establecen objetivos y normas de manejo específicos, dentro del marco general pautado por el Plan Maestro.

La Ley establece diez categorías de manejo, diferenciadas por el objeto de las mismas y, en función del mismo, por las actividades que en ellas se encuentran permitidas y prohibidas. Desde ya, esta previsión legal importa una regulación genérica, que luego debería ser detallada y especificada por los respectivos planes de manejo, de acuerdo a las realidades de cada Unidad de Conservación.

Las citadas categorías son las siguientes:

- CATEGORÍA I - Reserva Científica/Reserva Natural Estricta.
- CATEGORÍA II: Parque Provincial.
- CATEGORÍA III: Monumento Natural.
- CATEGORÍA IV: Reserva Natural Manejada/Santuario de Fauna y Flora.
- CATEGORÍA V: Paisaje Protegido.
- CATEGORÍA VI: Reserva de Recursos.
- CATEGORÍA VII: Ambientes Artificialmente Generados.
- CATEGORÍA VIII: Reserva de Uso Múltiple.
- CATEGORÍA IX: Reserva Biósfera.
- CATEGORÍA X: Sitio de Patrimonio Mundial (Natural).

Por fuera de estas categorías, la Ley recepta la figura de los Refugios de Vida Silvestre. La declaración de éstos la dispone la Autoridad de Aplicación, a instancia de quien lo peticione sobre áreas de su dominio. En tal caso, se le asignará la categoría de manejo que corresponda y se aprobarán los planes de manejo, para así pasar a integrar el Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas, sujeto a supervisión de la Autoridad de Aplicación.

En el caso que nos ocupa, en el ámbito de influencia del proyecto, precisamente en el Golfo San Matías, contamos con cuatro Áreas Naturales Protegidas provinciales[18] (amén de las nacionales ya mencionadas). Ellas son las siguientes:

1. Área Natural Protegida "Bahía de San Antonio", creada por Ley M Nº 2670, con el fin es el de proteger y conservar los ambientes de que dependen las posibilidades reproductivas, de descanso y alimentación de diversas aves, tanto residentes como migratorias. Asimismo, las especies faunísticas u organismos que descansen, se alimenten o reproduzcan en el Área, adquieren el status de protección que les brinda la norma. Según la Ley, la zona se extiende desde la Baliza San Matías hacia el oeste hasta el paraje El Sótano incluyendo la totalidad de la Bahía de San Antonio y abarca el espacio comprendido entre la línea de más baja marea hasta cincuenta (50) metros por encima de la mayor pleamar. Estos límites fueron indicados con mayor detalle en el Decreto Provincial M N° 1003-200819.

2. Área Natural Protegida "Puerto Lobos", creada por Ley M Nº 3211, cuyo fin es proteger y preservar un ecosistema particular caracterizado por la presencia de lobos marinos, ballenas y aves costeras, residentes y migratorias, así como por características adecuadas para la investigación paleontológica y arqueológica. También aquí, las especies faunísticas u organismos que descansen, se alimenten o reproduzcan en esta área, adquieren el status de protección que les brinda la presente normativa. La Ley indica que la zona se extiende desde el paralelo 42º veinte (20) kilómetros al norte hasta la denominada Punta Pórfido y abarca desde quinientos (500) metros por encima de la mayor pleamar hasta el límite de doce (12) millas consideradas aguas provinciales. Estos límites fueron indicados con mayor detalle en el Decreto Provincial M Nº 1863/2005.

[18] Pueden visualizarse en: https://rionegro.gov.ar/?contID=53085

[19] Corresponde agregar que Bahía de San Antonio ha sido declarada como Zona de Protección Especial por la Prefectura Naval Argentina, mediante la Ordenanza 12/98.

3. Área Natural Protegida -Pozo Salado, Caleta de los Loros, Punta Mejillón-, creada por Ley M Nº 3222, con la finalidad de preservar el medio ambiente, los elementos naturales, hábitat, especies acuáticas y terrestres, sitios naturales escénicos, yacimientos arqueológicos, paleontológicos y formaciones geológicas existentes, de acuerdo a los objetivos establecidos por las normativas antecedentes: Decreto 1840/84, Ley 2032, Decreto 1711/85, Decreto 894/90 y Decreto 895/90 (las cuales establecen los límites de estas zonas).

4. Área Natural Protegida Punta Bermeja, declarada Reserva Faunística Provincial por el Decreto Nº 898/71 y ratificada por Ley Nº 2669. La norma determina como límites tentativos de la misma el "mar adentro una línea paralela a la costa, situada a mil (1000) metros de la línea de alta marea; sobre tierra firme, una línea paralela a la costa situada a quinientos (500) metros de la línea de alta marea. Esta franja se extenderá entre Potrero Barrancas y Punta Bermeja, dos puntos fijos de triangulación del Servicio de Hidrografía Naval". Luego, detalla estos límites el Decreto Provincial N° 1862. Posteriormente, la Ley M Nº 3291 regula el manejo integral al Centro de Interpretación del Área Natural Protegida Punta Bermeja, al otorgar atribuciones e incumbencias suficientes a la Autoridad de Aplicación.

3.2.5 Protección de la Diversidad Biológica: Fauna

Aquí también la Ley Provincial M Nº 2631 incluye como objetivo de política ambiental la utilización racional de la fauna (Art. 6 inc. c), así como su protección y la de las áreas que la contienen, preservándola de los agentes contaminantes que pudieran afectarla. Particularmente, el Art. 16 establece que la Autoridad de Aplicación establecerá los usos de la fauna según su respectiva aptitud, como así también las normas para su adecuado manejo a fin de evitar actividades u obras que degraden o sean susceptibles de degradar en forma irreversible, corregible o incipiente, a los individuos y a las poblaciones de la fauna.

Es la Ley N° 2056 la que declara de Interés Público a la Fauna Silvestre que en forma temporaria o permanente habite el territorio de la Provincia de Río Negro, como así también su manejo y el de sus hábitats o ambientes[20]. En este sentido, la Ley define al manejo como la protección, preservación, conservación, propagación, repoblación, restauración, control y aprovechamiento racional del recurso Fauna Silvestre, realizado en forma integrada y armónica con los demás Recursos Naturales que constituyen sus hábitats o ambientes.

Debe tenerse presente que la Ley considera "Fauna Silvestre" a todos los vertebrados, con excepción de los peces, que viven libres e independientes del dominio del hombre en ambientes naturales y/o artificiales, los que siendo silvestres viven bajo dominio del hombre (en cautiverio, semicautiverio, o en proceso de domesticación), y los que habiendo sido domésticos han regresado a la vida silvestre por cualquier motivo. Expresamente, se excluye de las prescripciones de la Ley a los animales que están comprendidos en las leyes de Pesca Marítima y Continental.

[20] Esta Ley ha sido reglamentada por el Decreto Provincial Q N° 633/1986. El mismo se ocupa principalmente de la regulación de las actividades de caza y comercio de Fauna Silvestre, cuestiones que carecen de implicancias para el proyecto.

Como se dijera, el objetivo fundamental de esta norma es el manejo de la Fauna Silvestre y de sus hábitats o ambientes. Este manejo deberá asegurar la utilización sostenida del recurso a fin de que éste aporte al hombre los mayores beneficios posibles, de tipo consuntivo o no consuntivo, como subsistencia y económicos o recreativos, estéticos y culturales, manteniendo su estabilidad, permanencia, productividad y rendimiento, para permitir el uso y goce del mismo por las futuras generaciones, como así el mantenimiento de reservorios de genes y de aquellas especies cuya utilidad aún no haya sido determinada. Al respecto, es necesario considerar que la Ley en comentario data del año 1985, momento en el que las políticas ambientales se centraban mayormente en la utilización racional de los recursos naturales, cuestión que en los días que corren ha evolucionado y hoy por hoy se hace foco en el equilibrio ecosistémico. De ahí que los preceptos de esta norma deban ser armonizados con la más moderna legislación, abordada en las secciones anteriores referidas a las fuentes normativas internacionales y nacionales.

Vale agregar que, sin perjuicio de lo expuesto en el párrafo anterior, a nivel doctrinario se han desarrollado ciertas corrientes modernas que pretenden despegar a la Fauna de una pertenencia puramente ambiental, para considerar a los especímenes como sujetos de derecho. Esto ha motivado, aunque en pocos casos, el inicio de acciones judiciales tendientes a salvaguardar los derechos de los especímenes en sí.

Sin perjuicio de otras que indica la Ley, queda comprendida en su ámbito de aplicación, toda otra acción o actividad que esté relacionada con este recurso y que pueda implicar una modificación o alteración de las condiciones naturales en que viven y se desarrollan los animales de la Fauna Silvestre. De ahí que la Autoridad de Aplicación, amén de tener por función la administración y el manejo del recurso Fauna Silvestre, debe promover y coordinar con los demás organismos competentes, el dictado de normas y la ejecución de acciones tendientes a reglamentar: 1) El uso de biocidas y demás productos químicos en general; 2) La eliminación de residuos industriales y demás elementos nocivos y perjudiciales para los ambientes, y; 3) La prevención de la contaminación y/o degradación de los ambientes, en niveles nocivos para la vida de la Fauna Silvestre.

La Autoridad de Aplicación deberá clasificar a las especies y/o poblaciones de la Fauna Silvestre provincial (v.gr. Especies amenazadas de extinción, Especies vulnerables, Especies raras. Especies y/o poblaciones en situación indeterminada, Especies no amenazadas, Especies y/o poblaciones dañinas o perjudiciales, Especies protegidas, etc.), en función de lo cual diagramará su manejo. Luego, el Cuerpo de Guardafaunas Provincial (que crea la Ley) tendrá a cargo el control y fiscalización, incluso en relación a cualquier acción que pudiere producir o produjera contaminación o degradación en los ambientes en donde se desarrolla la Fauna Silvestre, así como en el manejo de las Áreas Protegidas.

Finalmente, resulta pertinente aclarar que más allá de las facultades del Cuerpo de Guardafaunas, la Ley impone a todo propietario, arrendatario y ocupante a cualquier título de predios rurales o urbanos, el carácter de custodio de la Fauna Silvestre que temporal o permanentemente habilite en los mismos y está obligado a cumplir y a hacer cumplir esta Ley y sus normas reglamentarias.

Por otra parte, corresponde hacer mención de la Ley M Nº 4644, que declara de interés provincial la conservación de las aves playeras migratorias y sus hábitats, y cuyo objetivo es conservar la funcionalidad de los humedales del territorio provincial utilizado por aves playeras migratorias, contribuir a la conservación de estas, brindar oportunidades para el desarrollo humano en forma ambientalmente sustentable, y apoyar las iniciativas y gestiones internacionales y nacionales realizadas en el marco del Año Internacional de la Biodiversidad (ONU) y el Consejo Argentino de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP).

En atención a lo expuesto, establece la Ley que resulta obligatorio realizar una completa Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en todo el territorio de la Provincia de Río Negro, para todo proyecto de modificación directa o de aquellos que podrían impactar indirectamente total o parcialmente sobre sitios Ramsar, RHRAP, AICAS -y para aquellas áreas que cuenten con las características necesarias para adquirir alguno de estos status- con excepción de aquellas obras o tareas que formen parte de proyectos de conservación y/o planes de manejo de áreas protegidas. La EIA deberá realizarse con la participación de organismos competentes de acuerdo a la Ley M Nº 3266 incorporando la opinión de municipios, comunidades, organizaciones no gubernamentales y científicos que se hallen trabajando en relación a las especies o ambientes potencialmente afectados por el proyecto.

Reviste especial importancia en el tema bajo análisis la Ley M Nº 4066, por medio de la cual se declara Monumento Natural, en el ámbito de las aguas jurisdiccionales de la Provincia de Río Negro y sujeto a las normas establecidas por la Ley Provincial Nº 2669, a la ballena franca austral (*Eubalaena australis*).

Entre otros, son objetivos de esta Ley la conservación de la especie en jurisdicción provincial estableciendo medidas para su protección y manejo, y el ordenamiento y la regulación de las actividades humanas relacionadas con la presencia de ballenas francas australes a fin de evitar interferencias, disturbios u otros efectos adversos sobre sus procesos biológicos naturales. Para ello, la norma establece una serie de prohibiciones en relación a esta especie, en particular las actividades que impliquen un acercamiento a las mismas. Más aún, se prohíbe, sin la debida autorización, toda actividad que, sin implicar un acercamiento explícito a la especie, resulte por sí misma o a través del impacto que genera sobre el medio, nociva para el recurso o para el hábitat en el que el mismo se desenvuelve. Quedan incluidos dentro de esta última tipología las actividades de dragado, los estudios sísmicos, la realización de eventos náuticos deportivos, concursos de pesca embarcada, la navegación por parte de particulares, la utilización de motos de agua o similares y otras actividades que, a criterio de los órganos competentes del Poder Ejecutivo Provincial, se establecerán vía reglamentaria.

Esta Ley ha sido reglamentada por Resolución Nº 769 (de 03-08-2015) de la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable provincial, y por la misma se aprueba el Plan de Manejo Anual de Ballena Franca Austral 2015 y el mapa con zonas controladas.

Por último, corresponde hacer mención de la Ley M Nº 4567, que declara al Delfín Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) especie protegida en la Provincia de Río Negro (en los términos de la Ley Provincial Q Nº 2056). A su respecto, también se prohíben las actividades de acercamiento, así como toda otra que impacte negativamente sobre esta especie y su hábitat.

3.2.6 Protección de la Diversidad Biológica: Flora

Al igual que en el caso de la fauna, la Ley Provincial M Nº 2631 incluye como objetivo de política ambiental la utilización racional de la flora (Art. 6 inc. c), así como su protección y la de las áreas que la contienen, preservándola de los agentes contaminantes que pudieran afectarla. También, el Art. 16 establece que la Autoridad de Aplicación establecerá los usos de la flora según su respectiva aptitud, como así también las normas para su adecuado manejo a fin de evitar actividades u obras que degraden o sean susceptibles de degradar en forma irreversible, corregible o incipiente, a los individuos y a las poblaciones de la flora.

En lo que hace a la regulación de la flora, es la Ley Q Nº 4552 la que aparece como de mayor relevancia. La misma establece las normas complementarias, para la conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques nativos existentes en el territorio de la Provincia de Río Negro, en cumplimiento de los umbrales básicos de protección fijados por la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos Nº 26.331.

Esta norma también aprueba el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Río Negro, en los términos y categorías de la Ley Nacional Nº 26.331, aclarando los criterios adoptados al efecto y estableciendo las actividades que se encuentran permitidas en cada categoría. Al respecto, y en atención a la ubicación geográfica de los bosques categorizados, no se advierten implicancias para el proyecto. No obstante, es obligación de la Autoridad de Aplicación efectuar una revisión completa del Ordenamiento Territorial aprobado por esta Ley, con una periodicidad de cinco (5) años.

Es importante señalar que para llevar adelante las actividades que se encuentren permitidas según la categoría, los proponentes deberán presentar los Planes de Conservación, Manejo Sostenible y Aprovechamiento de Cambio de Uso del Suelo que correspondan. Al efecto, en primer lugar, deberá presentarse una Declaración Jurada que permita a la Autoridad de Aplicación determinar (de acuerdo a Ley Nacional Nº 26.331) la necesidad de exigir la realización de un Estudio de Impacto Ambiental. Asimismo, en todos los casos en que se evalúen Planes de Aprovechamiento de Cambio de Uso del Suelo que puedan generar efectos negativos significativos sobre el ambiente, la celebración de Audiencia Pública será obligatoria (fuera de estos supuestos, será la autoridad competente de la Ley Provincial M Nº 3266 la que determine el procedimiento de participación pública a implementarse)

Por último, y en otro orden, corresponde hacer una consideración en relación a la Ley M Nº 3702, cuyo objeto es la preservación, conservación, defensa y aprovechamiento racional e integral de las especies vegetales medicinales, aromáticas y biodinámicas nativas no implantadas, de las cuales se pueden extraer los principios activos para la elaboración de medicamentos, extracción de principios inmediatos o derivados con destino a la industria y consumo, en el marco de la Ley Provincial Nº 2600 (Ley de Patrimonio y recursos genéticos, acuáticos, terrestres y aéreos del dominio público de Provincia de Río Negro). Esta norma declara de Interés Provincial la protección y preservación de los recursos naturales vegetales mencionados.

Implicancias para el Proyecto

Si bien las normas señaladas disponen un interés especial en la protección de las áreas naturales y especies de flora y fauna, tanto en forma general como en particular, no se advierten restricciones prescriptivas en cuanto al proyecto en sí. Sin perjuicio de ello, deberá ser en el Plan de Gestión Ambiental en donde se adopten las medidas de preservación y protección adecuadas para evitar cualquier impacto en áreas naturales protegidas, fauna y flora, sea en el ámbito acuático como en el terrestre. Esto último, teniendo en especial consideración los preceptos referidos a especies de aves playeras migratorias y cetáceos.

3.2.7 Protección del Patrimonio Cultural

En la Provincia de Río Negro rige la Ley F N° 3656, cuyo fin es la protección, conservación, restauración y acrecentamiento del patrimonio cultural y natural del territorio provincial. La norma establece que todos los bienes que integran el Patrimonio Cultural y Natural de la Provincia de Río Negro, deberán ser conservados como testimonio para el conocimiento y desarrollo cultural de las generaciones futuras.

Dice la Ley que se entiende por Patrimonio Cultural y Natural "el conjunto que integran, en un todo armónico, inseparable, las manifestaciones de interés y el ámbito natural, rural o urbano que ha producido el hombre, como ser social, en su permanente interacción vital con sus circunstancias, dentro del territorio provincial. La permanencia material de ese legado conforma la base concreta que da continuidad armónica al desarrollo social y espiritual de nuestra comunidad reafirmando su identidad cultural". Seguidamente, se individualizan una serie de bienes que integran esta categoría (Art. 4), incluyendo también a todos aquellos que hayan sido declarados Patrimonio Histórico y Cultural de la Nación.

Se pone en cabeza de los propietarios o poseedores (los terceros se encuentran facultados para denunciar la existencia de bienes que presuntamente reúnan las condiciones legalmente establecidas) de estos bienes la obligación de hacer conocer la existencia y ubicación de los mismos a la Autoridad de Aplicación (Secretaría de Cultura), a fin de que sean declarados como tales, e incorporados al Registro de Patrimonio Cultural.

Al momento de ser declarados integrantes del Patrimonio Cultural y Natural de la Provincia, los bienes deberán ser incorporados en alguna de las categorías que indica la Ley (v.gr. Monumento Histórico; Monumento Histórico Artístico; Sitio Histórico; Sitio Arqueológico; Sitio Paleontológico; Sitio de Interés Cultural; Pueblos Históricos; Parques, Plazas y Jardines; Patrimonio Documental; Archivos, Bibliotecas y Museos, etc.).

Es importante mencionar que, a tenor del art. 11, todo expediente que se tramite por ante la Autoridad de Aplicación y que tenga por objeto cuestiones relacionadas con algún bien integrante del Patrimonio Cultural y Natural de la Provincia, deberá contener un informe técnico expresamente elaborado al efecto por el Concejo Asesor del Patrimonio Cultural y Natural de la Provincia que se crea en la Ley. Este Concejo tiene por función, entre otras, la de dictaminar a solicitud de la Autoridad de Aplicación sobre la realización de obras o trabajos de cualquier naturaleza en los bienes afectados, así como también dictaminar sobre las denuncias sometidas a su consideración relativas a la realización de obras, acciones o trabajos no autorizados y que afecten, total o parcialmente, la naturaleza de los bienes (Art. 14 incisos g y k respectivamente).

También cabe destacar que en caso de hallazgos fortuitos de bienes que presuntamente sean significativos para el patrimonio cultural de la provincia, producidos en el marco de obras públicas y privadas, deberán ser denunciados inmediatamente a la autoridad de aplicación quien determinará el procedimiento a seguir en el plazo perentorio de treinta (30) días de transcurrido el hallazgo (Art. 19). En este sentido, vale mencionar que la Ley carga a los poseedores o propietarios de estos bienes con la responsabilidad de preservación y conservación, a fin de mantener y asegurar su genuinidad e inalterabilidad. Por ello, cualquier modificación que pueda alterar sus condiciones debe comunicarse previamente a la Autoridad de Aplicación, que tendrá un plazo perentorio para expedirse, fundamentando técnicamente la autorización o no de la modificación.

Del mismo modo, se impone a los municipios la obligación de comunicar a la Autoridad de Aplicación las solicitudes de permisos para obras en inmuebles que figuren en el Registro del Patrimonio Cultural Provincial. Esto es así pues, para el inicio de cualquier obra o proyecto, se deberá solicitar un permiso de iniciación de los mismos a la Autoridad de Aplicación correspondiente cuando se afectare algún bien público provincial, municipal o privado, declarado provisoria o definitivamente como patrimonio histórico, arquitectónico, artístico y artesanal, que sea intervenido en todo o en parte, debiéndose respetar los valores por los cuales se halla protegido, sin que tales proyectos puedan afectar su aspecto exterior e interior.

Finalmente, huelga comentar que la Ley crea un Sistema de Padrinazgo de Monumento Históricos, Lugares Históricos, de Interés Provincial y Áreas Naturales y/o Culturales de propiedad del Estado Provincial. A estos fines, el Poder Ejecutivo Provincial deberá realizar las gestiones pertinentes con personas físicas y/o jurídicas, con o sin fines de lucro, gubernamentales o no gubernamentales, que asuman, sin derecho a retribución, el cargo de Padrino, cuyas obligaciones consistirán en la restauración, remodelación, mantenimiento, embellecimiento y construcción de obras complementarias y protección y preservación de las áreas naturales conforme al plan y precisiones técnicas, que al respecto confeccione la autoridad de aplicación con acuerdo del citado Consejo Provincial del Patrimonio Cultural. En lo referente a las áreas naturales, se convocará la autorización del área pertinente del Poder Ejecutivo Provincial con consulta a organismos técnicos de reconocida trayectoria en el ámbito de la provincia tales como Universidad Nacional del Comahue y la Administración de Parques Nacionales.

3.2.8 Protección Patrimonio Arqueológico y Paleontológico

Parte integrante del patrimonio cultural provincial es el patrimonio arqueológico y paleontológico. Su protección, conservación, acrecentamiento y recuperación, así como las actividades relacionadas con la investigación y el aprovechamiento científico y cultural del mismo, se encuentran regulados por la Ley F Nº 3041 (reglamentada por el Decreto Provincial F Nº 1150/2003).

Vale recordar que son considerados objetos arqueológicos todos los restos y objetos y/o cualquier otro rastro de existencia humana, que acredite testimonio de épocas o civilizaciones pasadas, para las cuales, las excavaciones, prospecciones o descubrimientos son la fuente principal o una de las principales fuentes de información científica. Por su parte, integran el patrimonio paleontológico los restos fósiles que dan testimonio de la evolución de la vida. Lo estipulado por el presente se refiere a todos aquellos restos que se encuentran en la superficie o en el subsuelo, en el medio acuático, en el mar territorial o en la plataforma continental, hayan sido o no extraídos o encontrados en jurisdicción de su territorio.

La Ley declara que estos bienes inenajenables integran el dominio público de la Provincia de Río Negro. Asimismo, los declara como de utilidad pública y sujetos a restricciones al derecho de propiedad o a expropiación. Por ello, Estado Provincial convendrá con los propietarios de los inmuebles que los contengan, lo necesario para su estudio, prospección, excavación y/o conservación. En caso de no contar con el consentimiento amigable del propietario, el Estado Provincial podrá establecer la ocupación temporaria del área dentro de la cual se encuentren o se presuman encontrarse, por un plazo que no exceda los sesenta días por año, y sin derecho del propietario al cobro de resarcimiento (excepto si se comprobase fehacientemente un perjuicio económico). En caso de determinarse la necesidad de conservar el inmueble o el yacimiento, el Estado Provincial podrá imponer una servidumbre o disponer la expropiación, ya sea del inmueble o del yacimiento.

La norma créase el Registro Patrimonial de Bienes Arqueológicos y Paleontológicos de la Provincia de Río Negro, con el objeto de relevar el acervo cultural provincial, en lo atinente a los referidos bienes, ya sea los que se hallen en el dominio del Estado, en dominios privados o en posesión de entidades públicas y privadas o de particulares. Asimismo, prohíbe expresamente la salida del territorio provincial de piezas y/o colecciones de objetos arqueológicos o paleontológicos, sin la previa intervención y autorización por parte de la Autoridad de Aplicación. Es por ello que también la Autoridad de Aplicación deberá ejercer acciones de prevención y adoptar las medidas necesarias de control para evitar la circulación, intercambio o comercialización de piezas arqueológicas o paleontológicas no registradas, procedentes de excavaciones no autorizadas o de extracciones ilegítimas en excavaciones oficiales. En este sentido, vale agregar que la Autoridad de Aplicación podrá designar a los propietarios de inmuebles y/o pobladores de tierras fiscales en los que existan yacimientos arqueológicos o paleontológicos, como cuidadores de estos, a fin de preservarlos de todo tipo de depredación.

Dispone la Ley que las empresas que realicen obras que impliquen movimientos de tierras susceptibles de producir grandes transformaciones en el suelo o el subsuelo de los terrenos, deberán incluir desde el comienzo de su planificación, una evaluación técnica del impacto que puedan producir sobre los recursos arqueológicos y/o paleontológicos eventualmente existentes en el lugar de los mismos, un plan de actividades tendientes a su rescate y preservación y la previsión de su costo en el presupuesto general de la obra. Si en el curso de tales actividades se encuentran yacimientos, restos u objetos de la índole de los protegidos por esta Ley, deberán hacer la correspondiente denuncia y suspender los trabajos en el lugar hasta que la autoridad competente (Ministerio de Desarrollo Humano, Deporte y Cultura) haya tomado intervención y adoptado las medidas pertinentes, las que deberá disponer dentro de las cuarenta y ocho horas de haberse recibido la denuncia del hallazgo. La suspensión de los trabajos no podrá mantenerse por más de veinte días desde el momento de haberse notificado a la autoridad, salvo que ésta convenga con las empresas un plazo mayor si los trabajos de rescate o preservación así lo exigieran.

3.2.9 Protección del Aire

Una vez más, la Ley Provincial M Nº 2631 aborda aspectos vinculados al tratamiento que ha de otorgarse al aire, prescribiendo que la Autoridad de Aplicación (en coordinación con los restantes organismos gubernamentales concurrentes de la Provincia) habrá de controlar la calidad y/o estado de contaminación del aire, a fin de preservar la salud y bienestar de la población, de manera tal de poder gozar de sus propiedades protegiendo además la vida animal y vegetal. En este sentido, se prohíbe incorporar o emitir efluentes al aire, que contengan agentes físicos, químicos o biológicos, o la combinación de todos, en cantidades tales que sean posibilitantes de modificaciones en la salud de la población, afecten su bienestar no permitiendo el uso y goce de sus propiedades o que la flora y fauna sean modificadas de una manera no deseada.

A los fines indicados en el párrafo anterior, dice la Ley que la Autoridad de Aplicación, por sí misma o en coordinación con otros organismos provinciales competentes en la materia, establecerán sistemas de vigilancia ambiental, referidos a las condiciones de uso y manejo de los cuerpos de agua, del suelo y del aire, debiendo anualmente elaborar un informe de sus actuaciones. Correlativamente, la norma atribuye a las personas o entidades que ocasionaren modificaciones que impliquen variaciones en la aptitud para los cuerpos de agua, del suelo y del aire, la responsabilidad de realizar las acciones tendientes a asegurar que el medio ambiente recupere su capacidad de uso, quedando las mismas a su entero costo.

3.2.10 Cambio Climático

En 2005 se sancionó en Río Negro la Ley M Nº 4052, en la que se determina como política prioritaria del Estado Provincial en materia ambiental y productiva, la implementación del “Mecanismo de Desarrollo Limpio” (MDL), acordado en el Protocolo de Kyoto. Al efecto se encomienda a la Autoridad de Aplicación la misión de instruir a los organismos públicos provinciales y municipales para que lleven adelante las acciones necesarias para la implementación del MDL, así como la de coordinar las acciones de los sectores públicos y privados vinculados a la implementación de este mecanismo. Asimismo, se establece que los proyectos aprobados en el marco del MDL e incorporados en el Registro que crea la Ley, son de aplicación obligatoria para los emprendedores radicados en la provincia de Río Negro.

En sintonía con lo expuesto, vale agregar que por Ley M Nº 3705, la provincia de Río Negro ha considerado al bromuro de metilo como compuesto químico nocivo a la salud humana, contaminante del medio y degradante de la capa de ozono.

Amén de lo expuesto, es quizás la más relevante la Ley M Nº 5665, en tanto complementa la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global Nº 27.520, y establece acciones y estrategias provinciales para la adaptación y mitigación del cambio climático, con el objeto de proteger a los habitantes, el ambiente y contribuir al desarrollo sostenible.

Entre varios de los objetivos de esta última norma, se destacan:

- Fomentar un modelo de desarrollo sostenible que preserve los ecosistemas y la calidad de vida de los habitantes, especialmente de los más vulnerables a los efectos del cambio climático.
- Establecer líneas de acción para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero e incrementar la capacidad de absorción a través de la promoción de sumideros de carbono y otras iniciativas beneficiosas para el ambiente.
- Constituir el marco de las estrategias y medidas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad humana y de los ecosistemas frente al cambio climático.
- Incluir el factor de riesgo climático futuro, en la formulación y evaluación de las políticas públicas y sectoriales.
- Contribuir a la transición hacia las energías renovables y la eficiencia energética.

La Ley atribuye distintas funciones a la Autoridad de Aplicación, entre las que se destaca la de llevar adelante la política provincial de respuesta al cambio climático y coordinar la formulación, ejecución y evaluación de los instrumentos de gestión previstos en esta, así como la de elaborar el plan provincial de acción frente al cambio climático (el cual comprende acciones de mitigación y adaptación al cambio climático). Es así que mediante Resolución N° 535/2023 de la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático se aprobó el Plan Provincial de Respuesta al Cambio Climático (2022-2030) de la Provincia de Río Negro.

Vale agregar que, entre otras funciones, la Autoridad de Aplicación debe acompañar a los municipios y comunas en la elaboración e implementación de medidas locales de respuesta al cambio climático; fomentar la participación de la ciudadanía en la definición, ejecución y seguimiento de las políticas de respuesta al cambio climático; informar en general a la población, y responder los requerimientos de información en materia de cambio climático y; elaborar los inventarios provinciales de emisiones de gases de efecto invernadero y mantener actualizado un registro sistemático, permanente y dinámico de las fuentes de emisión.

En relación al mencionado Plan Provincial de Acción Frente al Cambio Climático, la Ley explica que el mismo ha de ser un instrumento base de implementación de la política provincial de respuesta al cambio climático, debiendo definir las acciones específicas y necesarias para lograr los objetivos planteados. Este instrumento se compone de un Plan Provincial de Mitigación y un Plan Provincial de Adaptación, y debe contener las metas, acciones, cronograma de ejecución, mecanismos de evaluación y presupuesto necesario. Asimismo, el Plan fija objetivos estratégicos de mediano y largo plazo, por lo que debe actualizarse con una periodicidad no mayor a cinco años.

Especialmente, el Plan Provincial de Acción Frente al Cambio Climático debe contener las acciones de mitigación y adaptación necesarias para alcanzar las metas previstas, describiendo los procesos de seguimiento, evaluación de las acciones y definición de las líneas de base e indicadores.

Finalmente, resulta novedoso agregar que la Ley crea un Sistema de Créditos por Emisiones de Carbono. En virtud del mismo, las entidades públicas o privadas pueden generar créditos de carbono a través de proyectos que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero o aumenten la capacidad de sumideros de carbono.

3.2.11 Ruido

En la provincia de Río Negro rige la Ley S Nº 1550, que aprueba las normas tendientes a erradicar del ámbito provincial los ruidos molestos o parásitos. De acuerdo al contenido de la Ley, las prohibiciones establecidas se relacionan con las emisiones en centros urbanos o urbanizados, por lo que teniendo en cuenta la ubicación del proyecto, no se advierten implicancias para el mismo.

3.2.12 Aguas

Nuevamente, la Ley Provincial M Nº 2631 incluye como objetivo de política ambiental la utilización racional del agua (Art. 6 inc. c). La norma establece que la Autoridad de Aplicación, con los demás organismos provinciales competentes, establecerá criterios de uso y manejo de los cursos de agua que forman los recursos hídricos de la Provincia y sus espacios terrestres adyacentes, teniendo en cuenta la aptitud de ellos y los valores del ambiente. Agrega que no se podrán incorporar o volcar efluentes en los cuerpos de agua que constituyan los recursos hídricos de la Provincia cuando ellos contengan agentes físicos, químicos o biológicos, o las combinaciones de éstos, en cantidades tales que afecten negativamente a la flora, la fauna, la salud humana y los bienes.

En virtud de lo expuesto en el párrafo precedente, la Autoridad de Aplicación, por sí misma o en coordinación con otros organismos provinciales competentes en la materia, establecerán sistemas de vigilancia ambiental, referidos a las condiciones de uso y manejo de los cuerpos de agua, del suelo y del aire, debiendo anualmente elaborar un informe de sus actuaciones. Aquí también, se impone a las personas o entidades que ocasionaren modificaciones que impliquen variaciones en la aptitud para los cuerpos de agua, del suelo y del aire, la responsabilidad de realizar las acciones tendientes a asegurar que el medio ambiente recupere su capacidad de uso, quedando las mismas a su entero costo.

La Ley Q Nº 2952 constituye el Código de Aguas de la Provincia de Río Negro (reglamentado por el Decreto Provincial Q Nº 1923 de 08/11/1996, afectado por el Decreto Provincial Nº 1093 de 03/12/2012). Por sus disposiciones se rige, en el ámbito de la jurisdicción territorial e institucional de la provincia, todo lo concerniente a la tutela, gobierno, administración y policía del agua pública, sus fuentes, lechos, cauces, riberas y playas; su uso y goce por las personas particulares, así como lo relativo a la construcción, administración y mantenimiento de las obras que posibiliten su aprovechamiento y preservación o la protección contra sus efectos nocivos.

Téngase presente que son aguas del dominio público provincial, todas las que se encuentren dentro de sus límites territoriales, incluyendo las correspondientes al Mar Argentino adyacente y que no pertenezcan al dominio privado de particulares o del Estado (según el Código Civil y Comercial). El recurso hídrico constituye un bien del Estado provincial, concesible, incluso al mismo Estado.

Es Autoridad de Aplicación de este Código el Departamento Provincial de Aguas (DPA), quien tendrá a cargo todo lo relativo a la tutela, gobierno, administración y policía de los recursos hídricos provinciales, así como a la regulación de su uso y goce y la prevención contra sus efectos nocivos. A tales fines, y entre otras, tiene por función intervenir y proveer en todo lo relacionado con las obras de cualquier naturaleza que se ejecuten en los cauces, lechos, playas y riberas de los cursos y cuerpos de agua pública y, en general, sobre los usos, actos y hechos que puedan tener relación con el régimen del agua pública, la defensa y conservación de los cauces, lechos, playas y de las riberas, las condiciones de los tajamares o atajadizos, diques, presas, embarcaderos, muelles y otras obras construidas en los mismos. Cuando dichas obras, usos o hechos, sean declarados perjudiciales para el régimen del agua pública por el DPA, podrá éste ordenar su modificación, cesación, desmantelamiento o destrucción e imponer multas, y en caso de incumplimiento de sus resoluciones, podrá modificarlos, hacerlos cesar, desmantelarlos o destruirlos por sus propios medios, por cuenta y a cargo de los respectivos propietarios o interesados.

La política hídrica que formule la provincia se regirá, entre otros principios, por el de compatibilidad de la gestión pública del agua con la ordenación del territorio, la planificación del uso y aprovechamiento de los recursos provinciales, la conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza.

Asimismo, la planificación hidrológica tendrá por objetivos generales, alcanzar la mejor satisfacción de las demandas de agua y equilibrar y compatibilizar el desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo, racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales. La planificación se realizará mediante la elaboración de planes hidrológicos y se ejecutará mediante programas directores sectoriales.

Los planes hidrológicos, entre otros recaudos, comprenderán obligatoriamente: la asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como la conservación o recuperación del medio ambiente natural; las características básicas de calidad de las aguas y las pautas generales sobre autorización de los vertidos de aguas residuales, y; los perímetros de protección y las medidas para la conservación y recuperación del recurso y entorno afectados.

Para derivar el agua pública de los cauces y lechos; captar aguas subterráneas con destino al uso privado en sus respectivos predios o industrias; verter en los mismos efluentes domiciliarios, urbanos, agrícolas o industriales y, en general, efectuar cualquier uso especial de los bienes integrantes del dominio público hídrico, se debe obtener una concesión, autorización o permiso de la autoridad competente.

El aprovechamiento estará sujeto a autorización administrativa, cuando se lo destine a la disposición final de efluentes domiciliarios, urbanos, agrícolas o industriales. Ahora bien, el otorgamiento de permiso administrativo corresponde en casos como los siguientes:

- Para la realización de obras transitorias y especiales.
- Para el uso de aguas sobrantes de desagües y drenajes supeditado a eventual disponibilidad.
- Para utilizaciones de escasa magnitud, entendiendo por tales aquéllas en que el caudal de agua extraída no supere el límite que se establezca para el cuerpo o curso de agua de que se trate y, salvo que el interesado no peticione, el otorgamiento de una autorización administrativa.
- Para la utilización en la construcción de caminos y calles públicas y el riego de sus arboledas.
- Para exploración y perforación de aguas subterráneas previa presentación del plan de obras a realizar y su aprobación por la Autoridad de Aplicación y sin perjuicio de que la perforación deba ser realizada por personas humanas o jurídicas inscriptas en el Registro respectivo.

Téngase en cuenta que el permiso de uso es esencialmente precario, sujeto a revocación por causa justificada, en cualquier tiempo y sin derecho a indemnización alguna. Este permiso ha de ser otorgado sin perjuicio a las concesiones y autorizaciones.

Las solicitudes de uso deberán incluir (amén de los requisitos que pueda fijar la reglamentación): a) El nombre del propietario o poseedor de la tierra, superficie, plano de la propiedad, ubicación, población o superficie que se proyecta abastecer o regar; b) Memoria descriptiva, antecedentes, memorias técnicas y descripción de las obras, documentación gráfica, proyecto ejecutivo de abastecimiento, saneamiento, drenaje, aprovechamiento hidroeléctrico, industrial o de otro tipo, así como de las obras civiles e hidráulicas que son motivo del mismo con los alcances y detalle que fijará la Autoridad de Aplicación, en proporción a la magnitud del aprovechamiento; c) La ubicación de saltos, tomas, descargas, niveles máximos y mínimos de fuente o cuerpo receptor, caudales, composición, volúmenes, potencia y energía involucrados en cada caso y las propiedades o bienes de terceros que resultaran afectados por las obras; d) El régimen de uso y operación de las aguas captadas, turbinadas y los tratamientos o reutilizaciones de efluentes que se prevén y, cuando se indique, estudios básicos de carácter agronómico; e) Cuando corresponda, en función de la entidad o magnitud del aprovechamiento, la Autoridad de Aplicación requerirá las correspondientes evaluaciones de impacto ambiental y sus previsiones al respecto, dando intervención a la autoridad competente en la materia.

Presentada la solicitud de permiso se citará por edictos (a publicar en el Boletín Oficial y en un diario de circulación en la zona donde se proyecta el aprovechamiento) a todos los que se consideren con derecho a oponerse, por el término de treinta días. Asimismo, en caso de conocerse la nómina de propietarios, se efectuará además la información en forma directa. El edicto también se exhibirá durante quince días en los locales del DPA que hubiere en el lugar, y cuando la magnitud del aprovechamiento o las características del recurso que se pretende utilizar lo justifiquen, el DPA podrá disponer que se publicite la solicitud por otros medios de difusión pública idóneos y la ampliación del plazo de emplazamiento.

Si se dedujera oposición, el DPA procederá a la inspección del lugar, con intervención de los interesados si lo requirieran y, oída la municipalidad de la jurisdicción en su caso, resolverá la solicitud, teniendo en cuenta la más racional utilización del agua, los intereses públicos conexos, la naturaleza y procedencia de las oposiciones. El acto administrativo que acuerde la autorización o permisos para aprovechar el agua pública, determinará: a) La cantidad, modo, condiciones de la captación, regulación, extracción, derivación, conducción, uso, restitución integral o reducida del caudal derivado y desagüe en su caso; b) Las previsiones en protección de la agricultura, la industria y la higiene pública y el interés general; c) Las pautas para el cálculo de la regalía periódica a pagar a la Autoridad de Aplicación; d) Los términos dentro de los cuales deberán iniciarse y terminarse las obras y la utilización del agua.

Vale aclarar que la Ley que otorgue una concesión, deberá cumplir idénticos requisitos a los enunciados precedentemente, pudiendo facultar a la Autoridad de Aplicación para fijar los aspectos técnicos o económicos que se estime conveniente.

Todos los derechos sobre las aguas y demás bienes integrantes del dominio público hídrico y los usos especiales o privativos existentes y que en el futuro se otorguen, de conformidad con las disposiciones de este Código, deberán inscribirse en los Registros Públicos que llevará al efecto la Autoridad de Aplicación. Estos Registros son los siguientes:

a) Registro de aguas públicas otorgadas en uso, mediante concesión, autorización o permiso.
b) Registro de aguas de dominio privado.
c) Registro de exploración y explotación de aguas subterráneas y permisos de perforación.
d) Registro de usuarios de cuerpos receptores hídricos.

Es importante considerar que los usuarios de agua pública de uso común y los propietarios ribereños están obligados a abstenerse de realizar actos o hechos que perjudiquen o entorpezcan el régimen y el libre escurrimiento de las aguas. Están igualmente obligados a remover del cauce, lecho, playas y riberas los obstáculos que hayan tenido origen en sus predios, siempre que la remoción signifique una real necesidad común o de interés general. En este sentido, el DPA podrá, por su propia autoridad, reponer a su primitivo estado, cuando lo estime necesario o conveniente, el curso de agua, su lecho, playas, riberas y márgenes, ocupados por particulares o aun por organismos estatales sin el correspondiente derecho otorgado regularmente por autoridad competente.

También es importante señalar que el Poder Ejecutivo, directamente o por intermedio del organismo competente, podrá conceder o autorizar la extracción de arena, piedra o cualquier otro material, mineral u orgánico, de cualquier tipo o naturaleza, de las riberas, playas, lechos o cauces del agua pública; así como el establecimiento de puentes, pasarelas, balsas, embarcaderos e instalaciones para balnearios públicos y cualquier otra construcción transitoria o permanente en bienes integrantes del dominio público hídrico. En tales casos será obligatoria la previa intervención del DPA para que se expida sobre la conveniencia en relación al régimen de las aguas públicas.

En cuanto a la protección y conservación de los recursos hídricos, el control de calidad y la protección de los recursos hídricos provinciales que sean utilizados como cuerpos receptores de residuos o efluentes, productos de la actividad del hombre, se regirán por las disposiciones de este Código, su reglamentación y las normas generales de protección ambiental.

Particularmente, toda persona humana o jurídica que vuelque sus desechos en cuerpos receptores hídricos de la Provincia de Río Negro[21], queda sujeta al régimen del Código. Asimismo, el DPA queda facultado para resolver la incorporación a este régimen de todas aquellas actividades o acciones humanas que, aun sin generar en forma habitual u ocasional vuelcos de desechos o efluentes, crean un riesgo potencial de degradar o deteriorar el recurso o afectar la salud o el bienestar de la comunidad.

De acuerdo a lo expuesto, todo establecimiento industrial radicado o a radicarse en el territorio de la provincia, deberá adecuar sus desagües a las disposiciones de este Código. Al respecto, se entiende por establecimiento industrial a cualquier planta industrial, fábrica, taller, lavadero o lugar de manufactura, extracción, incorporación, elaboración, depósito o proceso de transformación de materias primas o productos semielaborados o elaborados que origine o pueda originar residuos o aguas residuales industriales. Correlativamente, es agua residual industrial todo líquido que se deseche después de haber participado en cualquier operación industrial, bien sea de preparación, de producción, de limpieza o de operaciones auxiliares a los procesos, tales como generación de vapor, intercambio calórico y transporte hidráulico.

Las aguas residuales industriales y su disposición final deberán contar con la correspondiente autorización de descarga de desagües otorgada por el DPA. Asimismo, es necesario tener en cuenta que ningún establecimiento industrial a radicarse en la provincia podrá iniciar sus actividades ni ser habilitado, aun en forma precaria, si su desagüe industrial no se ajusta a los parámetros de calidad permitidos conforme se establezca por vía reglamentaria. En el caso del presente proyecto, es importante tener presente que por el Código establece que, en virtud de la Ley Provincial M Nº 2472 (modificada por la Ley Provincial M Nº 4361) se prohíbe el volcado directo o indirecto al medio marino de efluentes industriales, con independencia del grado de tratamiento previo al que sean sometidos.

En este punto, corresponde mencionar dos Resoluciones del DPA, de fino contenido técnico y específico, que llevan los números 885/15 y 886/15. La primera de ellas se orienta a asegurar mediante controles y monitoreos efectivos, el cumplimiento con los parámetros de calidad y sus límites permitidos de vuelco en los distintos cuerpos receptores, por parte de efluentes industriales, de modo tal que se garantice la no contaminación de los recursos hídricos. Esta norma tipifica las actividades alcanzadas por la misma; establece los requisitos que han de cumplir las Declaraciones Juradas de Inscripción y de Situación; aprueba la documentación a presentar por los establecimientos en el Proyecto de Planta de Tratamiento de efluentes o instalaciones afines (incluyendo la presentación de planos y cronogramas de obras); establece las restricciones en casos de vías en sistemas de riego y drenaje, líneas de ribera y riesgo hídrico, y cruces de ríos, canales, colectores de drenaje, cauces aluvionales, etc.; determina los límites a los parámetros de vuelco y la forma de realizar los muestreos y análisis de líquidos residuales; prohíbe la dilución y/o disolución de residuos líquidos y/o sólidos como alternativa para alcanzar los parámetros máximos de vuelco establecidos en la misma resolución; regula las formas de traslado y disposición de líquidos residuales, subproductos sólidos y semisólidos, y; aprueba el contenido del plan de contingencias para eventos que afecten en cualquier grado a los cuerpos receptores hídricos.

[21] Se considera cuerpo receptor hídrico a la totalidad de las aguas superficiales y subterráneas existentes en el territorio de la Provincia de Río Negro. La utilización que se haga del mismo deberá contar con la autorización del Departamento Provincial de Aguas en la medida y condiciones que se establecen en el presente Código.

En cuanto a la Resolución DPA N° 886/15, la misma se refiere con especificidad a la actividad hidrocarburífera. Ello, considerando que este tipo de actividades pueden crear un riesgo potencial de degradación de los recursos hídricos, por lo que se entiende necesario asegurar mediante controles y monitoreos efectivos la desconexión hidráulica de las instalaciones y de las actividades con fuentes de aguas superficiales y subterráneas de modo tal que se garantice la no contaminación de los recursos hídricos. La norma establece cuáles son las actividades o acciones cuyos efluentes y/o aguas residuales industriales y/o hidrocarburos son capaces de contaminar directa o indirectamente a los recursos hídricos superficiales y subterráneos, y tipifica las actividades alcanzadas. Aquí también se aprueba el contenido de las Declaraciones Juradas de Inscripción; la necesidad de instalar un medidor de caudal de agua residual; la forma de presentación de planos; los límites a los parámetros de vuelco en los distintos cuerpos receptores; la forma de realizar los muestreos y análisis de líquidos residuales; la prohibición de la dilución y/o disolución de residuos líquidos y/o sólidos como alternativa para alcanzar los parámetros máximos de vuelco, establecidos en la misma resolución; las modalidades de traslado y disposición de líquidos residuales, subproductos sólidos y semisólidos; la necesidad de contar con una Constancia de Situación (emitida por el DPA) previa a la autorización de descarga; las restricciones en casos de vías en sistemas de riego y drenaje, líneas de ribera y riesgo hídrico, y cruces de ríos, canales, colectores de drenaje, cauces aluvionales, etc. Luego, de acuerdo con el tipo de actividad, se establecen diferentes contenidos para las Declaraciones Juradas de Situación, para la disposición de efluentes, para la documentación a presentar por las empresas en el Proyecto de Planta de Tratamiento Integral de efluentes o instalaciones afines, el contenido del Plan de Contingencia ante incidentes, entre otros recaudos.

Vale también hacer mención que, en caso de pretenderse un reúso o reutilización de aguas, habrán de seguirse las prescripciones de la Resolución DPA N° 1423/15.

Por último, huelga mencionar que el Código establece el canon de uso y preservación de los cuerpos receptores hídricos, que será abonado por todos los usuarios, establecimientos industriales y actividades alcanzadas por el mismo, en concepto de derecho de uso y preservación de dichos cuerpos receptores.

Finalmente, es útil agregar que este Código, como toda norma regulatoria de aspectos ambientales y de los recursos naturales, incluye un régimen de sanciones. En él, más allá de las típicas infracciones vinculadas al incumplimiento de los preceptos y requisitos formales de la norma, se reprime explícitamente la contaminación de cuerpos receptores hídricos y el incumplimiento al régimen de calidad de aguas residuales, lo que será sancionado con clausura o multa, y esta última se establecerá en función del costo del tratamiento del efluente (Art. 173).

Implicancias para el Proyecto

De acuerdo a los requerimientos en las etapas de obra y operación del proyecto, corresponderá tramitar la autorización administrativa para la disposición final de efluentes. Las aguas residuales industriales y su disposición final deberán contar con la correspondiente autorización de descarga de desagües otorgada por el DPA, con carácter previo al inicio de las actividades. Lo propio corresponde en caso de instalarse plantas de tratamiento de efluentes. Especialmente, debe tenerse presente la prohibición de volcado directo o indirecto al medio marino, y en materia de vertidos prestar especial atención a las Resoluciones del DPA N° 885/15 y 886/15.

Asimismo, deberá gestionarse el otorgamiento de permiso administrativo en caso de ser necesario para la realización de obras, para la utilización en la construcción de caminos y calles públicas y el riego de arboledas, para exploración y perforación de aguas subterráneas, etc.

Así también, corresponderá dar intervención al DPA en caso de obras o actividades que pudieran modificar o incidir en cauces de agua.

3.2.13 Sustancias Controladas

Entre las sustancias controladas en el ámbito de la Provincia de Río Negro, corresponde mencionar la Ley M Nº 5600, en cuanto a la utilización de productos agroquímicos que pudieren ser utilizados en la etapa de obra (y posterior mantenimiento) del proyecto. Esta norma declara de interés sanitario, social, ambiental, educativo y productivo provincial la implementación de las buenas prácticas agrícolas, y tiene por objeto la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, el cuidado del ambiente y la preservación de los recursos naturales. Entre sus objetivos, se destacan propender a una correcta y racional utilización de tecnologías menos contaminantes y al empleo de agroquímicos autorizados, y la prevención y disminución de los riesgos de intoxicación de toda persona relacionada con el uso y manejo de agroquímicos.

Por otra parte, en Río Negro rige la Ley M Nº 3660 (con las modificaciones efectuadas por la Ley M N° 4174, y reglamentada por el Decreto Provincial M Nº 1517), que prohíbe en todo el territorio provincial la instalación y funcionamiento de equipos que contengan PCBs, así como también el ingreso de PCBs a la provincia.

3.2.14 Residuos

3.2.14.1 Residuos Sólidos Urbanos

Los objetivos y procedimientos de protección ambiental aplicables a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) en la Provincia de Río Negro se encuentra positivizados en la Ley M Nº 5491. Quedan excluidos del objeto de esta norma los residuos regulados por las leyes provinciales M Nº 2472 (Residuos Peligrosos), M Nº 3250 (Residuos Especiales), Q Nº 4495 (Residuos de Pescado) y R Nº 2599 (Residuos Patogénicos), de los que nos ocuparemos más adelante.

Entre otros, son objetivos de la política ambiental efectivizar la gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos por parte de todos los municipios y comisiones de fomento de la provincia, promoviendo los principios de prevención y precaución ambiental, sustentabilidad y equidad intergeneracional, de congruencia y regionalización. Asimismo, promover un adecuado y racional manejo de los residuos sólidos urbanos, a fin de preservar los recursos naturales, resguardar la salud de la población y su calidad de vida; como así también promover la valorización de los residuos domiciliarios, a través de la implementación de métodos y procesos adecuados; y minimizar la generación, reducción del volumen y cantidad de residuos por habitante.

Aquí también es Autoridad de Aplicación la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático de la provincia, la cual tiene por atribución, amén de diseñar, difundir, ejecutar y monitorear el cumplimiento del “Plan Provincial GIRSU”, la determinación de las bases sobre las cuales los municipios elaborarán los respectivos Programas GIRSU Municipales, los que deberá evaluar, aprobar y controlar su cumplimiento. Para adherir al Plan Provincial GIRSU provincial, las autoridades municipales deben elaborar y presentar en los plazos y condiciones establecidos en esta Ley, el “Plan GIRSU Municipal” (elaborado de manera coherente con el contenido del Plan Provincial, del cual será complementario).

Es importante remarcar que el Generador (a toda persona humana o jurídica que produzca residuos sólidos urbanos) tiene la obligación de realizar el acopio inicial y la disposición inicial de los residuos cumpliendo con las normas complementarias que cada jurisdicción establezca. El Generador puede ser individual o especial, de acuerdo a la cantidad y calidad de los residuos generados y de las condiciones en que éstos se generan[22]. La disposición inicial de los residuos sólidos urbanos debe efectuarse mediante métodos adecuados a la realidad de cada jurisdicción para lograr minimizar los riesgos ambientales de exposición de los residuos a cielo abierto y garantizar el correcto funcionamiento de la recolección.

Luego, los responsables de la gestión deben garantizar la recolección y el transporte de los residuos sólidos urbanos hacia las estaciones de transferencia, plantas de tratamiento y/o sitios de disposición final, mediante métodos adecuados a las características ambientales y geográficas de su jurisdicción y acorde al tipo de generación de residuos, sea ésta individual o especial. El transporte de los residuos debe efectuarse en vehículos habilitados y adaptados a la cantidad y calidad de residuos que transportan.

Vale aclarar que las Estaciones de Transferencia son aquellas instalaciones habilitadas por la Autoridad de Aplicación, en las cuales los residuos sólidos urbanos son almacenados transitoriamente y/o acondicionados para su transporte a las plantas de tratamiento y/o sitio de disposición final. Por su parte, las Plantas de Tratamiento son aquellas instalaciones en las cuales los residuos sólidos urbanos reciben un proceso de transformación física, química, mecánica y/o biológica con el fin de producir su valorización comercial, dando lugar al reciclaje y/o reutilización de los mismos (los residuos con valorización comercial ingresan al circuito de comercialización a cargo de los responsables de la gestión; y el material de rechazo de estos procesos y todo residuo sólido urbano que no haya sido valorizado debe ser transportado al Sitio de Disposición Final habilitado por la autoridad competente). Tanto el establecimiento de Estaciones de Transferencia como el de las Plantas de Tratamientos deben estar avalados por un Estudio de Impacto Ambiental.

Implicancias para el Proyecto

Durante la etapa de obra y operación, el proyecto deberá cumplir con las exigencias de gestión de los RSU, según las medidas a ser definidas en el PGA. Tales exigencias habrán de ser coherentes con las exigencias municipales, debiendo evaluarse la adopción de una estrategia para la gestión de residuos tendientes a su minimización.

3.2.14.2 Residuos Especiales

Corresponde iniciar este acápite por mencionar que en virtud de la Ley M Nº 2472 se prohíbe el ingreso, transporte, trasbordo, traslado, vertido o almacenamiento, permanente o transitorio en el territorio de Río Negro y su mar jurisdiccional de residuos radiactivos y de desechos o residuos tóxicos de origen industrial, químico o biológico, cualquiera sea su lugar de origen, capaces de contaminar, infectar o degradar al medio ambiente y los ecosistemas y de poner en riesgo o peligro actual o potencial la vida o la salud de los habitantes, de las generaciones futuras, así como a la flora y fauna provincial y/o la calidad ambiental. Asimismo, se prohíbe el volcado directo o indirecto al medio marino de efluentes industriales, con independencia del grado de tratamiento previo al que sean sometidos.

[22] Cada municipio o consorcio de municipios, según corresponda, debe crear un Registro de Grandes Generadores de Residuos de tipo domiciliario y clasificarlos según el tipo y la cantidad de residuos sólidos urbanos, a fin de elaborar programas, parámetros de control y normas específicas.

La Ley determina que el traslado en tránsito por el territorio provincial de residuos tóxicos y/o radioactivos propios o de otras jurisdicciones provinciales o del país, estará sujeto a convenio de autorización con las jurisdicciones originarias de los mismos y sometidos a las normas de control, seguridad y prevención que establezca la reglamentación, en concurrencia con las disposiciones nacionales vigentes en la materia o específicamente en materia de desechos radioactivos, en un todo de acuerdo con el reglamento para el transporte seguro de material radioactivo del Organismo Internacional de Energía Atómica. Asimismo, en cada caso se comunicará previamente a las poblaciones afectadas el tránsito de materiales con 10 (diez) días de anticipación.

De particular relevancia es la prohibición que contiene la norma, en cuanto a la instalación en territorio de la Provincia de Río Negro y/o las 200 (doscientas) millas de su mar jurisdiccional de: reservorios, repositorios, depósitos, basureros, permanentes o transitorios, con destino al almacenaje de todo material, insumos o desechos radioactivos como así también de desechos biológicos o inertes, producidos fuera del territorio provincial, dentro del país o proveniente de terceros estados.

Por otro lado, la provincia de Río Negro cuenta con la Ley M Nº 3250, que tiene por objeto regular todas las etapas de gestión de los residuos especiales en salvaguarda del patrimonio ambiental provincial. La norma establece que en la gestión de residuos especiales deberá tenderse a la prevención a través de la minimización de la cantidad y la peligrosidad de los residuos generados y de la gestión adecuada de los residuos producidos con el objeto de garantizar la protección de la salud de los seres vivos y promoviendo el desarrollo sostenible.

La Ley crea el Sistema Provincial de Registro de Generadores, Transportistas y Operadores de residuos especiales, el que funcionará dentro de la órbita de la autoridad ambiental provincial. Es obligatoria la inscripción y actualización de la información de todo establecimiento responsable de la generación, transporte y eliminación de residuos especiales. Se extenderá un Certificado Ambiental expedido por el mismo Registro a los fines de acreditar la inscripción.

La naturaleza y cantidad de los residuos especiales generados, su origen, transferencia del generador al transportista y de éste a la planta de tratamiento o disposición final, así como los procesos de eliminación a los que fueren sometidos y cualquier otra operación que respecto de los mismos se realizare, quedará documentada en un instrumento que llevará la denominación de “manifiesto".

Será considerado generador todo establecimiento que, como resultado de sus actos o de cualquier proceso, operación o actividad, produzca residuos calificados como especiales. Todo generador de residuos especiales deberá presentar al momento de su inscripción, una declaración jurada que contenga sus datos identificatorios, las características y cantidad los residuos que generen, método y lugar, tratamiento y/o disposición final y forma de transporte, descripción de procesos generadores de residuos especiales, listado de sustancias peligrosas utilizadas, entre otros. Asimismo, todo generador dedicado a actividades alcanzadas por la norma deberá llevar un Registro de las Operaciones y Residuos (ROR), rubricado por el responsable del establecimiento y un profesional en la materia, el cual deberá estar a disposición de las inspecciones que a cualquier día y hora determine la autoridad de aplicación.

Según la Ley, los generadores de residuos especiales deberán cumplir ciertas obligaciones, como la de adoptar medidas tendientes a disminuir su cantidad, separarlos adecuadamente y no mezclar los incompatibles entre sí, almacenarlos y eliminarlos de acuerdo a lo legalmente establecido, promover la recuperación, etc. Cuando el generador se encuentre autorizado por la autoridad ambiental a eliminar los residuos en su propia planta, será considerado, además, operador y como tal deberá inscribirse en el Registro correspondiente.

Por otro lado, las personas físicas o jurídicas responsables del transporte de residuos especiales deberán inscribirse en el Registro Provincial mencionado cuando transporten residuos dentro del territorio de la provincia. Los transportistas deberán acreditar su capacidad operativa. El transportista sólo podrá recibir del generador residuos especiales si los mismos vienen acompañados del correspondiente manifiesto, los que serán entregados en su totalidad y solamente a las plantas de tratamiento o disposición final debidamente autorizadas que el generador hubiera indicado en el manifiesto. Vale destacar que para las vías fluviales o marítimas la autoridad de aplicación tendrá a su cargo la coordinación de acciones conjuntas con los organismos nacionales y provinciales correspondientes, tendientes al control de las embarcaciones que transporten residuos especiales, así como las maniobras de carga y descarga de los mismos.

Son plantas de tratamiento aquellas donde se realiza alguna operación de eliminación de residuos especiales conforme a lo establecido en la ley nacional, con miras a modificar las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo especial, de modo tal que se eliminen, modifiquen o atenúen sus propiedades peligrosas o se recupere energía y/o recursos materiales. La norma detalla los requisitos para la inscripción y funcionamiento de este tipo de plantas.

En cuanto al régimen de responsabilidades, es dable mencionar que se presume, salvo prueba en contrario, que todo residuo especial es cosa riesgosa en los términos del Código Civil y Comercial, y que no es oponible a terceros la transmisión o abandono voluntario del dominio de los residuos especiales. En este sentido, el dueño o guardián de un residuo especial no se exime de responsabilidad por demostrar la culpa de un tercero de quien no debe responder, cuya acción pudo ser evitada con el empleo del debido cuidado y atendiendo a las circunstancias del caso.

Finalmente, vale decir que la Ley se integra con cinco Anexos: I. Características de los residuos; II. Residuos que son considerados desechos sujetos a eliminación; III. Categorías sometidas a control; IV, Lista de características peligrosas, y; V. Operaciones de eliminación. En virtud de los mismos puede determinarse el carácter de los residuos, recibiendo la categoría de “Residuo Especial”, cualquier residuo que pertenezca a alguna de las categorías enumeradas en el Anexo III, a menos que no tenga ninguna de las características intrínsecas descriptas en el Anexo IV”. También a aquellos residuos casuales o accidentales que, no siendo habitualmente residuos de eliminación, por motivos accidentales, se derramen sobre el terreno o recursos hídricos y que causaren daño directa o indirectamente a alguno de los objetos o sujetos de un ecosistema determinado.

Finalmente, corresponde hacer mención de una norma de singular importancia en relación a la actividad hidrocarburífera. Por Ley Q Nº 4682 se crea en el ámbito de la Provincia de Río Negro el “Plan de Remediación Ambiental”, destinado a las áreas afectadas por la exploración y explotación de hidrocarburos y otras actividades conexas. Si bien se trata de una norma que se orienta a la gestión de pasivos ambientales y/o sitios contaminados en las etapas de exploración y explotación de hidrocarburos, al incluir en su ámbito de aplicación la mención de “otras actividades conexas”, la misma deviene abarcativa del proyecto que nos ocupa.

El Plan de Remediación Ambiental es in instrumento que debe cuantificar los daños y pasivos causados por la explotación y exploración de hidrocarburos al medio ambiente, a la salud de la población y a los fondos superficiales, debiendo determinar los potenciales costos de remediación y reparación que pueden suscitarse como consecuencia del cumplimiento de una serie de objetivos que la misma norma establece (v.gr. limpieza general de las superficies de los yacimientos, remediación del subsuelo por derrames de petróleo, repoblamiento vegetal y forestal de las zonas desertificadas, remediación y preservación de fuentes naturales de agua potable, etc.). Asimismo, el Plan tiene por finalidad la formulación de un diagnóstico de la situación medioambiental y la estimación de las consecuencias que conlleva la continuidad de las operaciones.

Este Plan funciona como una previsión de mínima, y en forma complementaria, no significando un límite a la responsabilidad patrimonial establecida por otras normas concordantes. Al respecto, vale mencionar que la Ley establece un sistema de denuncias por hechos de contaminación producidos como consecuencia de las operaciones realizadas por las operadoras de yacimientos de hidrocarburos, ante la Autoridad de Aplicación.

Implicancias para el Proyecto

Verificada la generación de residuos especiales en los términos de la Ley M N° 3250, conforme las indicaciones de los Anexos de esta norma, corresponderá la inscripción en el Registro de Generadores, Transportistas y Operadores de residuos especiales. Asimismo, deberá llevarse un Registro de las Operaciones y Residuos (ROR), rubricado por el responsable del establecimiento y un profesional en la materia, el cual deberá estar a disposición de las inspecciones que a cualquier día y hora determine la autoridad de aplicación.

En caso de ocuparse del transporte de estos residuos, o de la eliminación en propia planta, será considerada, además, operador y por ello se deberá formalizar la inscripción en dicha categoría en el mencionado Registro.

Durante la etapa de obra y operación, el proyecto deberá cumplir con las exigencias de gestión de residuos especiales, según las medidas a ser definidas en el PGA, en un todo coherente con las prescripciones de la Ley citada (v.gr. adoptar medidas tendientes a disminuir su cantidad, separarlos adecuadamente y no mezclar los incompatibles entre sí, almacenarlos y eliminarlos de acuerdo con lo legalmente establecido, promover la recuperación, etc.).

Asimismo, en caso de advertirse en algún momento la existencia de un sitio contaminado en razón de la actividad propia del proyecto, deberá formularse un Plan de Remediación Ambiental, en los términos de la Ley Nº 4682.

3.2.14.3 Residuos Patogénicos

Es la Ley R Nº 2599 la que regula toda actividad sanitaria, pública o privada, cuyo desenvolvimiento implique la producción de residuos o desechos de cualquier especie, susceptibles de representar un peligro para la seguridad, salubridad y/o higiene de la población de la localidad en que se desarrolla, por sus características patológicas o contaminantes.

Según esta norma, todo establecimiento o servicio médico o sanitario habilitado en territorio de la provincia, que produzca residuos o desechos patológicos o contaminantes, deberá proveer los medios para su eliminación o procesamiento. El proceso de tratamiento y eliminación de residuos contaminantes y patológicos deberá garantizar la salud y la seguridad de la población y de los trabajadores en él involucrados, estableciendo condiciones de trabajo adecuadas para dicho propósito y mecanismos y procedimientos tecnológicamente aptos, de acuerdo con las necesidades de cada producto, para evitar riesgos innecesarios y asegurar el resultado más eficaz.

Implicancias para el Proyecto

La consideración de esta Ley adquiere virtualidad en el caso de instalarse una sala de atención médica en el obrador durante la etapa de construcción, o luego durante la etapa de operación en caso de contar con servicio médico o consultorio *in situ*. Deberán disponerse adecuadamente los residuos patogénicos mediante la contratación de empresas autorizadas para su retiro, transporte, tratamiento y disposición final.

3.3 ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL EN LA PROVINCIA DE RIO NEGRO

El organismo clave en el procedimiento de EIA en la Provincia de Río Negro, es la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático, la cual depende directamente del Gobernador de la provincia, con rango y jerarquía de Ministerio.

Las competencias de esta Secretaría se indican en la Ley Provincial de Ministerios N° 5683, específicamente en el artículo 22 b). Allí, entre muchas otras incumbencias de orden ambiental, se destacan específicamente la de "Entender en todo lo relativo a la exploración, explotación, industrialización, transporte y comercialización de recursos minerales e hidrocarburos" (punto 4) y la de "Entender en lo relativo a los proyectos, programas, acciones y todo lo inherente a la planificación, ejecución y control de obras relacionadas con Gas Licuado de Petróleo (GLP) y Gas Natural Licuado (GNL)" (punto 6).

Asimismo, existen otros organismos con competencias sectoriales o que pueden intervenir ante situaciones puntuales en el EsIA. Tal es el caso de la Secretaría de Turismo, dependiente del Ministerio de Gobierno, Trabajo, Modernización y Turismo, en lo referente a la aplicabilidad de la comentada Ley Provincial Q Nº 2951 referencie al aprovechamiento de la zona costera. De igual modo, el Departamento Provincial de Aguas (DPA), dependiente del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, resulta competente en lo vinculado al uso y afectación de los recursos hídricos.

4. MARCO LEGAL INSTITUCIONAL A NIVEL MUNICIPAL: MUNICIPIO DE SAN ANTONIO OESTE

4.1 ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL

La Municipalidad de San Antonio Oeste posee una estructura administrativa en la cual la Intendencia es asistida, esencialmente y en lo que al presente proyecto compete, por la Secretaría de Planificación y Desarrollo Sustentable, conforme dispone la Ordenanza N° 7119 del 9 de diciembre de 2023[23].

En materia puramente ambiental, quien resulta específicamente competente es la Subsecretaría de Desarrollo Sustentable, cuyos objetivos y funciones consisten en: proponer políticas y diseñar planes, programas y proyectos tendientes a mejorar y preservar la calidad ambiental; prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo; proponer el dictado y actualización de normas de regulación y conservación del ambiente; velar por el cumplimiento de las normas en materia de regulación y control del ambiente; desarrollar y revisar sistemas de mediciones e indicadores de desarrollo sostenible; fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión; establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental; facilitar el acceso a la información ambiental; entre otros.

[23] Texto disponible en: https://sanantoniooeste.gob.ar/ordenanza-n-o-7119-organigrama-municipal-sesion-09-de-dicimbre-2023/

Los datos de contacto de las principales dependencias que conforman el Gabinete Municipal pueden consultarse en: https://sanantoniooeste.gob.ar/gabinete-municipal/

Vale agregar que la Ordenanza en comentario ha asignado como objetivos y funciones de la Agencia de Turismo, Cultura y Deportes, la de Preservar los recursos naturales y el medio ambiente, así como la de "Coordinar planes y acciones con las Secretarías de Turismo Provincial y Nacional e intervenir conjuntamente con dichos organismos en la elaboración y aplicación de las normativas que afecten el desarrollo de las actividades turísticas". De ahí que, pese a no tratarse del área específica, esta competencia le permitirá inmiscuirse en aspectos ambientales del proyecto que pudieran tener la virtualidad de afectar actividades de orden turístico.

Lo expuesto, claro está, lo es sin perjuicio de la necesaria intervención de otras áreas municipales en aspectos distintos de los puramente ambientales, pero vinculados al proyecto. En algunos casos, se tratará de organismos dependientes de la misma Secretaría de Planificación y Desarrollo Sustentable, como en el caso de la Dirección de Tierras, que entre sus objetivos tiene -por ejemplo- el de atender todos los trámites relacionados con los actos de administración y/o disposición de tierras fiscales. Lo propio ocurre en el caso de la Jefatura de Catastro, que lleva el Catastro Territorial de la Municipalidad de San Antonio Oeste, el registro del estado parcelario de los inmuebles de su jurisdicción y constituye la base de su sistema inmobiliario desde el punto de vista tributario y de policía y ordenamiento administrativo de la propiedad.

También vale mencionar que, de acuerdo al caso, podría tener cierta intervención la Dirección de Servicios Públicos, dependiente de la Secretaría de Servicios Públicos, como es en lo atinente a las Secciones de Mantenimiento de la Vía Pública; Recolección de Residuos Urbanos y Barrido; de Forestación y de Espacios Verdes; y de Muelles. Si bien estas áreas se ocupan de la prestación de servicios públicos, la mencionada Dirección tiene facultades control y mantenimiento que puede tener como contrapartida la existencia de obligaciones para el particular

4.2 COMISIÓN MUNICIPAL DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE DE SAN ANTONIO OESTE

Resulta pertinente señalar que por Ordenanza N° 547 se crea la Comisión Municipal de Ecología y Medio Ambiente de San Antonio Oeste, la que tiene por objetivos difundir, promover, asesorar y colaborar en la aplicación de las normativas nacionales, provinciales y municipales vigentes y futras en materia medioambiental en esa región, en el marco del desarrollo sustentable; formular programas de difusión y educación ambiental; prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo del ejido municipal; conservar la flora, fauna y patrimonio paisajístico del ejido municipal, y; elaborar proyecto de ordenanzas y reglamentaciones de materia ambiental, para ser elevadas al Concejo Deliberante para su aprobación; realizar todas las acciones, que dentro del ámbito del tratamiento ambiental, le sean encomendadas a través del Concejo Deliberante.

El Reglamento Interno de la Comisión Municipal de Ecología y Medio Ambiente fue aprobado por Ordenanza N° 566.

De acuerdo a las modificaciones efectuadas por la Ordenanza N° 5405, la mencionada Comisión estará conformada por dos representantes del Poder Legislativo, uno del Poder Ejecutivo Municipal, uno de la provincia, y representantes de las Organizaciones Gubernamentales y Organismos no Gubernamentales. Puede agregarse que esta Ordenanza individualiza como miembros de la Comisión, amén de los representantes de los Estados Municipales y provincial, a un representante de la Fundación Inalafquen, uno del Instituto de Formación Docente, uno de la Escuela de Ciencias Marinas de la Universidad del Comahue, uno del CIMAS, y tres representantes uno por San Antonio Oeste, uno por Las Grutas y uno por el Puerto San Antonio Oeste, elegido por las Juntas Vecinales.

4.3 CARTA ORGÁNICA DE SAN ANTONIO OESTE

San Antonio Oeste cuenta con una Carta Orgánica que desde su Preámbulo ya proclama la protección del medio ambiente para el desarrollo sustentable de las generaciones actuales y futuras. Este instrumento impone a los habitantes del Municipio el deber de preservar el ambiente, evitar su contaminación, participar en la defensa y reparación de los daños causados (Art. 15 inc. 8). Asimismo, dedica un Capítulo a la cuestión ambiental (Capítulo II, Arts. 16 a 19), donde consagra el derecho de todos los habitantes del Municipio a vivir en un medio ambiente sano, equilibrado y adecuado para su desarrollo armónico; participar en los procesos de toma de decisiones legislativas en los temas que afecten al medio ambiente, a través de audiencias públicas, y; acceder a la información municipal que se relacione con el medio ambiente o con las actividades que puedan afectarlo.

La Carta Orgánica también impone deberes al Municipio, tales como propender a la conservación del medio ambiente, incluyendo los recursos naturales sobre los que la municipalidad tenga competencia; incorporar la protección del ambiente y el respeto del paisaje a los planes de ordenamiento territorial y uso del suelo, destacando que todo efecto negativo para el ambiente debe atemperarse con medidas positivas, y; adoptar una política ambiental basada en la preservación, sustentabilidad, defensa y mejoramiento del ambiente, evitando su contaminación, propiciando el uso racional de los recursos naturales y haciendo propios los principios de la Ley Nacional N° 25.675, Ley General del Ambiente.

Finalmente, la Carta reserva para el Municipio la participación en los programas de asistencia técnico-financiera para el estudio y la preservación ambiental que realicen en el ejido organismos provinciales, nacionales o internacionales.

4.4 RESIDUOS

En materia de residuos, la Ordenanza N° 2915 establece de modo diferencial la recolección de residuos inorgánicos en establecimientos comerciales, industriales y edificios públicos, excluyendo de sus alcances a los residuos patógenos, peligrosos y radioactivos, los que deberán manipularse y disponerse finalmente por sus generadores de conformidad con la legislación nacional y provincial vigente. Al respecto, siendo que las instalaciones del proyecto se encontrarán distantes a los centros urbanos, deberá el PGA establecer pautas para la adecuada gestión de los residuos.

Vale agregar a modo complementario, que por Ordenanza N° 4769 se encomienda al Ejecutivo Municipal la promoción de acciones tendientes a generar conciencia ambiental y sensibilización de la población, el hábito de reciclaje, la promoción de huertas orgánicas y cambios de hábitos de consumo, entre otros. Al efecto, se propicia la realización de campañas masivas junto a ONGs.

En otro orden, es importante tener presente que la Ordenanza N° 2141 crea un registro de transportes atmosféricos, y dispone que los mismos deben estar habilitados por el Municipio. Ello, pues de acuerdo al lugar de emplazamiento del proyecto su consideración deviene de singular interés atento la inexistencia de red cloacal en dicho lugar.

4.5 RUIDOS

En San Antonio Oeste, por Ordenanza N° 2386 se establecen los horarios para ruidos molestos provenientes de obras de construcción, imponiendo a los responsables de obra la obligación de solicitar permiso (con 72 horas de anticipación) en forma fehaciente para ciertas obras. Por su parte, la Ordenanza N° 2521 prohíbe producir, causar, estimular o provocar ruidos molestos cualquiera sea su origen, cuando por razones de hora y lugar o por su calidad de grado de intensidad se perturbe o pueda perturbar la tranquilidad o reposo de la población o causar perjuicios o molestias de cualquier naturaleza u origen. No obstante, las normas de referencia se relacionan con las emisiones sonoras en centros urbanos o urbanizados, por lo que teniendo en cuenta la ubicación del proyecto, no se advierten implicancias para el mismo.

4.6 ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

Es la Ley Nº 900 de la Provincia de Río Negro la que determina el ejido municipal de San Antonio Oeste, lugar en el que se emplaza el proyecto. Luego, por Ordenanza 4683 del Concejo Deliberante de San Antonio Oeste se aprueba el Código de Ordenamiento Territorial (y asimismo el Código de Edificación) de dicho ámbito geográfico. Este Código tiene por objeto regular los usos, edificabilidades, subdivisión y ocupación del suelo urbano y normas para protección del hábitat, para las localidades de San Antonio Oeste, San Antonio Este, Las Grutas y el Cruce (Rutas 3 y 251), así como las áreas suburbanas y rurales de jurisdicción municipal, conforme indica la Ley Provincial Nº 900.

El Código de Ordenamiento Territorial de San Antonio Oeste, amén de establecer los distritos de zonificación del territorio (como todo Código o Ley de ordenación territorial), distinguiéndolos según el destino, usos, actividades prohibidas y permitidas; se ocupa especialmente de distintas medidas de protección del ambiente, así como de ciertas zonas de interés ambiental. Se establece la salvaguarda del ambiente cómo política territorial y, a la vez, como obligación de los habitantes, planteando variados objetivos -generales y específicos- en este sentido.

Particular relevancia adquiere la definición de catorce Unidades Ambientales que presentan cualidades particulares y potencialidades que las diferencian y caracterizan, según su condición natural, paisaje, organización espacial e interrelación. Esta clasificación permite establecer para cada una de ellas las exigencias y condicionantes localizacionales para el desarrollo de las distintas actividades, residenciales, productivas y de servicios, los programas específicos para sanearlas y protegerlas, y/ o proyectos particulares para intervenir en ellas.
El Código clasifica el territorio en distintos tipos de áreas y zonas, que contemplan las caracterizaciones, pautas y parámetros tales como carácter, usos, constructividades y densidades a fin de la regulación de ordenamiento territorial según cada una de ellas. Las áreas en las que se divide el territorio municipal pueden ser:

1. Áreas ambientalmente protegidas: Son las que se encuentran con restricciones de edificabilidad y usos, para las protecciones ambientales definidas, que se subdividen en unidades ambientales.

2. Áreas Urbanas: Se trata del territorio municipal que se encuentra dentro de los ejidos urbanos, destinadas al desarrollo de usos vinculados con la residencia, las actividades terciarias y secundarias compatibles de asentamientos poblacionales.

3. Áreas Rurales: Resultan ser todo territorio municipal que no se encuentre incluido en el Área Urbana ni como Unidad Ambientalmente Protegida, y se encuentra destinada a la explotación agrícola-ganadera, o minera, pudiendo desarrollarse sobre ellas normas específicas de ordenamiento territorial.

Las áreas ambientales protegidas se distinguen, a su vez, en:

1. Unidades de Sensibilidad Ambiental, que son aquellos recortes territoriales identificados como riberas, playas, parques dunares, áreas de relictos de montes, marismas, cañadones y acantilados que se despliegan en el territorio del Municipio (Unidades Ambientales 1 a 5).

2. Unidades de Vulnerabilidad ante actividades Antrópicas, las que son aquellos recortes territoriales donde el agro-ecosistema predominante y el sistema productivo en general presentan diversos niveles de afectación derivados de los procesos localización de actividades productivas y de servicios y de actividades residenciales, en los que se reconoce la existencia de fragmentos artificializados por antropización, que tienen una localización precisa y extensiones acotadas (Unidades Ambientales 6 a 13).

3. Unidades que comprenden Zonas Rurales No Afectadas, que son aquellos recortes territoriales reconocidos como áreas relevantes ubicados en zonas rurales que no quedan comprendidas dentro de ninguna de las unidades previamente delimitadas (Unidad Ambiental 14).

Respecto de cada una de estas Unidades, el Código las delimita, indica los usos posibles y formas de intervención, se establecen requisitos para la localización de actividades, se disponen prohibiciones y se determina la necesidad de elaborar un Plan de Manejo a su respecto.

Corresponde aquí abrir un paréntesis para mencionar la figura de los Convenios Urbanísticos. Estos consisten en acuerdos celebrados entre el Ejecutivo y los particulares y/u organizaciones de la sociedad civil para la generación de proyectos con normas especiales. Estos se inician a propuesta de los interesados y, previa verificación por parte de la Autoridad de Aplicación se convocará a Audiencia Pública, para luego determinarse su aprobación, rechazo o modificación. En este sentido, es importante remarcar que el Código asigna suma relevancia a las Audiencias Públicas en general, exigiéndola cada vez que se pretenda modificar este Código y/o la generación de normas especiales cuya superficie exceda de una hectárea.

En la misma sintonía de tutela ambiental, el Código prescribe la necesidad de implementar buenas prácticas ambientales para los sectores productivos y de servicios, entendiendo a las mismas como un conjunto de comportamientos adecuados y prioritarios para los distintos subsectores involucrados. Particularmente, se establecen preceptos a cumplir por parte del Sector de la Industria de la Transformación.

En igual sentido, y de modo maximizador, el Código incluye un Título especial (Título 3) dedicado a la protección patrimonial, cultural y ambiental, donde se atribuye al Municipio la facultad de llevar a cabo las acciones, programas y regulaciones para la protección patrimonial, sea edilicia, paisajística, cultural y/o ambiental.

Implicancias para el Proyecto

Conforme establece el Código de Ordenamiento Territorial de San Antonio Oeste, será obligatorio requerir “Permiso de Uso y/o Construcción” para usar y/o construir una parcela, edificio, estructura, instalación o parte de ellas, con destino a cualquiera de las actividades de uso del suelo.

En este sentido, y si bien corresponderá validarlo con la autoridad municipal, el **proyecto se emplazaría en el Área Rural de Jurisdicción Municipal. La misma comprende el área no zonificada ni expresamente indicada en el Código**, quedando sujetas a las especificaciones de uso, ocupación y subdivisión dictadas por el entonces Ministerio de Agricultura, Ganadería y Minería de Río Negro (hoy Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo), como así también deberá ajustarse a las directivas y pautas fijadas por la Secretaría de Planificación de la Municipalidad de San Antonio Oeste (hoy Secretaría de Planificación y Desarrollo Sustentable) referidas y a las exigencias y condicionantes localizacionales establecidos en el apartado de protección ambiental.

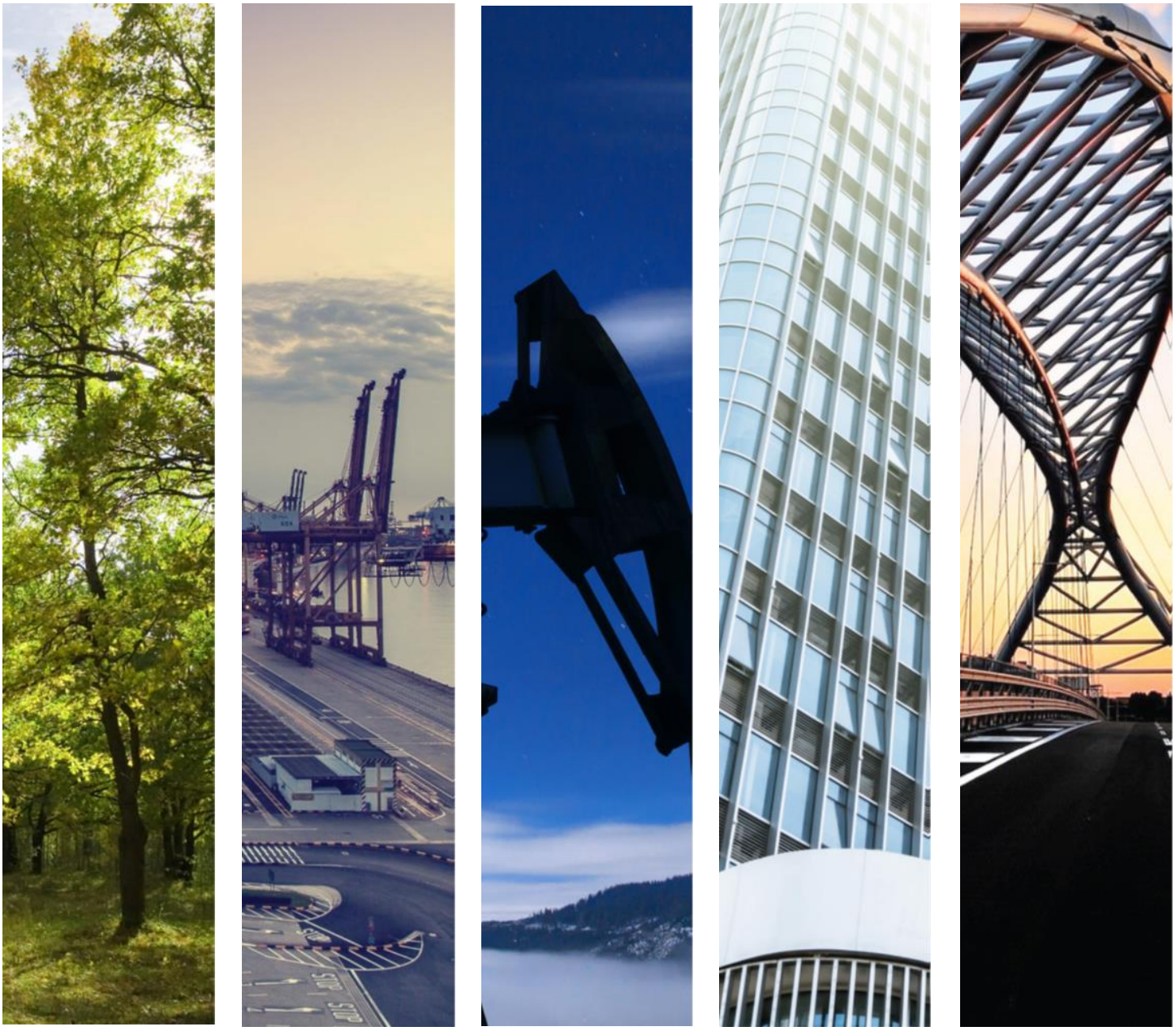
En cuanto a la clase de uso, de acuerdo con el mencionado Código, el proyecto se englobaría dentro de los usos “Productivos” como “Actividades Industriales”. Estas últimas resultan ser aquellas categorizadas según lo prescripto por la Resolución Nº 1639/2007 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación que establece el listado de rubros comprendidos y las categorías de industrias y actividades de servicios según su nivel de complejidad ambiental. Dicha clasificación se utiliza para el reconocimiento de las industrias riesgosas y la definición de los alcances de los seguros ambientales.

Por último, es importante considerar que, si bien el Código en comentario se encuentra vigente, en un caso particular se declaró la inconstitucionalidad de la totalidad de la Ordenanza 4683 (que aprueba los Códigos de Ordenamiento Territorial y de Edificación), por considerarse que la misma se halla en pugna con la Carta Magna Provincial. Esto ocurrió en el fallo “FISCAL DE ESTADO DE LA PROVINCIA DE RIO NEGRO S/ ACCION DE INCONSTITUCIONALIDAD (ORDENANZA Nº 4683 MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO OESTE)" (Expte.N°28129/15-STJ-), Superior Tribunal de Justicia (STJ) de Río Negro, sentencia del día 16 de mayo de 2017. El caso de mención adquiere particular interés para el proyecto, por cuanto el STJ se remarcó la preeminencia de la legislación tuitiva ambiental de orden nacional y provincial, por sobre la municipal. De ahí la necesidad de respetar la verticalidad del sistema de legalidad ambiental de nuestro país.

4.7 CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LA NORMATIVA MUNICIPAL

Es importante tener presente que, cómo se ha podido apreciar, la normativa municipal no abarca todas y cada una de las cuestiones vinculadas a la gestión ambiental, y que muchas de las regulaciones se orientan a los aspectos ambientales propios de la planta urbana. Esta situación es propia de muchos municipios de nuestro país.

No obstante, y atendiendo a las jerarquías normativas, y distribución de competencias ambientales explicadas al momento de analizar el sistema de legalidad ambiental nacional, es menester tener presente que las regulaciones municipales habrán de ser vistas como complementarias de las provinciales y nacionales. De ahí que, de existir lagunas normativas en el ámbito municipal, habrá que estarse a las disposiciones de las normas nacionales (especialmente de presupuestos mínimos de protección ambiental) y provinciales ambientales.



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 3: Descripción del Proyecto

Junio 2025

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO 6

3. NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA 9

3.1 AMPLIACIÓN DE PLANTA COMPRESORA 9

3.2 GASODUCTO TRAMO SUBMARINO 2 9

3.3 DISPOSITIVO DE AMARRE SPM 10

4. UNIDAD FLOTANTE DE LICUEFACCIÓN 12

4.1 PROCESO DE LICUEFACCIÓN 16

4.1.1 Instalaciones de Entrada de Gas (Inlet Facilities) 18

4.1.2 Planta de remoción de gases ácidos. 18

4.1.3 Regeneración de Aminas 18

4.1.4 Alimentación de Gas y Eliminación de Mercurio 19

4.1.5 Sistema de Deshidratación 19

4.1.6 Sistema de Licuefacción 20

4.1.7 Sistema de Manipulación y Fraccionamiento de GNL 22

4.1.8 Sistema de Reposición de Refrigerante 22

4.1.9 Sistema de Gas de Ebullición (Boil-Off Gas System) 22

4.2 SISTEMAS Y PROCESOS AUXILIARES 23

4.2.1 Sistemas de Agua de Refrigeración 23

4.2.2 Sistema de venteos 23

4.2.3 Oxidador Térmico 24

4.2.4 Sistema de Gas Combustible (Fuel Gas) 24

4.2.5 Sistema de Agua de Servicio 25

4.2.6 Sistema de Vapor 25

4.2.7 Agua Desmineralizada 26

4.2.8 Sistema de Drenaje Abierto 26

4.2.9 Drenaje Cerrado 26

4.2.10 Sistema de Drenaje Criogénico 26
4.2.11 Sistema de Aire de la Planta 27
4.2.12 Sistema de Nitrógeno 27
4.2.13 Sistema de Aceite Lubricante 27
4.2.14 FASES OPERATIVAS 27
4.2.15 Posicionamiento del Buque FLNG 27
4.2.16 Puesta en Marcha y Ensayos 27
4.2.17 Descarga de GNL 28
4.2.18 Operaciones de Apoyo 29
4.3 ASPECTOS OPERATIVOS 30
4.3.1 Generación de Energía y Consumo Energético 30
4.3.2 Insumos Principales 30
4.3.3 Generación y Tratamiento de Efluentes 32
4.3.4 Agua de Lastre 35
4.3.5 Generación y Gestión de Residuos 35
4.3.6 Emisiones Gaseosas 36
4.3.7 Emisiones Fugitivas 37
4.3.8 Generación de Ruido 37
4.3.9 Contaminación Lumínica 37
4.3.10 Requerimiento de Personal 38
4.4 CIERRE Y DESMANTELAMIENTO DE LA UNIDAD FLNG 38
5. ETAPA CONSTRUCTIVA 38
5.1 CRONOGRAMA DE OBRAS 39
5.2 OBRADORES Y DEPÓSITOS TEMPORALES 39
5.3 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL TRAMO SUBMARINO DEL GASODUCTO 39
5.3.1 Metodología Constructiva 39
5.3.2 Equipos 47
5.4 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL DISPOSITIVO DE AMARRE SPM 51
5.5 INSUMOS Y SERVICIOS 52
5.6 EFLUENTES Y RESIDUOS 52

6. ETAPA OPERATIVA 53

6.1 PROPIEDADES DEL GAS NATURAL 53

6.2 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL FLNG 53

6.3 SOPORTE LOGÍSTICO DE LA FLNG MKII 54

7. CIERRE Y ABANDONO 55

7.1 PROCEDIMIENTOS 56

7.1.1 Abandono o Inactivado de Instalaciones 57

7.1.2 Retiro de Instalaciones 59

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

1. INTRODUCCIÓN

Como se describió en el Capítulo 1 del presente, el Proyecto FLNG en el Golfo San Matías (Proyecto FLNG GSM) es un proyecto de la empresa SOUTHERN ENERGY S.A. que consiste, en una **primera etapa**, en la instalación de una Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG Hilli Episeyo) en el Golfo San Matías para la producción de gas natural licuado (GNL) con una capacidad nominal de 2,4 MTPA (millones de toneladas por año).

El gas natural para abastecer a la FLNG Hilli Episeyo se tomará del Gasoducto Gral. San Martín (GGSM, operado por TGS), aguas abajo de la Planta Compresora San Antonio Oeste (PC SAO, operada por TGS). Para el traslado del gas natural se prevé la construcción de un Gasoducto constituido por un tramo terrestre y un tramo submarino hasta la FLNG Hilli Episeyo en el Golfo San Matías. El tramo terrestre del gasoducto tendrá una longitud de 14 km entre la Cabecera, donde se prevé instalar una Planta Compresora que asegure un caudal de gas natural de 12 MMSCMD (mil millones de metros cúbicos estándar por día), y la Terminal, ubicada en un predio sobre la costa, desde donde se iniciará el tramo submarino del gasoducto de 6 km hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG Hilli Episeyo.

La FLNG Hilli Episeyo estará fondeada en el Golfo San Matías, a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino[1], que se localiza a 35 km al sur de Las Grutas (Departamento de San Antonio, Provincia de Río Negro).

El proceso de licuefacción implica el enfriamiento del gas natural (que a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso) hasta su temperatura de condensación a presión atmosférica (-162°C) cuando pasa a estado líquido, para reducir su volumen y permitir así su almacenamiento y transporte a través de buques metaneros (buques *carriers*). El producto GNL (gas natural en estado líquido) se trasvasará desde la FLNG Hilli Episeyo a buques metaneros para su despacho mediante una operación conocida como *ship to ship* (transferencia de carga entre buques).

El FLNG GSM contempla una **segunda etapa** que consiste en la ampliación de la capacidad de procesamiento de gas natural mediante la incorporación de una segunda Unidad Flotante de Licuefacción (denominada FLNG MKII) con una capacidad de producción nominal de 3,5 MTPA.

La nueva FLNG MK II estará fondeada a 3,5 km al norte de la primera FLNG Hilli Episeyo y a la misma distancia de la costa (4,5 km) frente al Fuerte Argentino.

La incorporación de una nueva FLNG demandará la construcción de un nuevo tramo submarino de gasoducto, para trasportar el gas natural hasta la FLNG MKII, la instalación de un nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para la FLNG MKII y la ampliación de la capacidad de la Planta Compresora en la Cabecera del tramo terrestre del gasoducto, para asegurar un caudal de gas natural de 30 MMSCMD para el abastecimiento de ambas FLNG en funcionamiento simultáneo.

El presente **Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM** comprende la evaluación ambiental de los siguientes componentes:

- **FLNG MKII.** Nuevo buque FLNG con una capacidad de producción de 3,5 MTPA ubicado 3,5 km al norte del primero (FLNG Hilli Episeyo) y a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino.
- **Gasoducto tramo submarino 2.** Nuevo tramo submarino de gasoducto de 6 km que se proyecta desde la Terminal del tramo terrestre del gasoducto hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG.

[1] Formación geológica de interés turístico local.

- **SSY 2.** Nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.

La Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM contempla, además, la ampliación de la Planta Compresora para garantizar la presión requerida de ingreso para ambas FLNG en funcionamiento simultáneo; aunque dicha ampliación de la Planta Compresora se encuentra fuera del alcance del presente Estudio de Impacto Ambiental y será presentada como Adenda a la DIA otorgada mediante RESOL-2025-247-E-GDERNE-SAYCC#SGG en el Expediente N° 157712-SEYA-2024, como se ha explicado en el Capítulo 1 del presente.

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto FLNG GSM de la empresa SOUTHERN ENERGY se emplaza en el departamento de San Antonio de la provincia de Río Negro, 35 km al sur de la localidad de Las Grutas.

El nuevo buque FLNG MKII (Proyecto FLNG GSM – Etapa 2) se ubica en las aguas del Golfo San Matías a aproximadamente 4,5 km de la costa y a una distancia de 3,5 km el norte del buque FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1).

La ubicación definitiva de la FLNG MKII queda definida por su punto de amarre en el lecho submarino, el cual consiste en un SPM (por sus siglas en inglés *Single Point Mooring*). Considerando que el sistema de amarre permite una rotación de 360° de la embarcación, se busca garantizar la profundidad mínima de operación (-20 m) en todo el borneo. Por lo tanto, este punto se define en función de las condiciones de borde impuestas por el buque FLNG MKII, la batimetría, las condiciones del lecho y las condiciones oceanográficas (condiciones de marea, olas, vientos y corrientes) del sitio.

Para el abastecimiento de la FLNG MKII se utilizará el mismo gasoducto terrestre que alimenta a la FLNG Hilli Episeyo, oportunamente evaluado en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1). En la Terminal de este gasoducto terrestre, que se ubica en un predio costero, es a partir de donde se proyecta el gasoducto submarino hasta la FLNG Hilli Episeyo. En esta Etapa 2 del proyecto se prevé la derivación de un nuevo gasoducto submarino hasta la FLNG MKII. Ambos gasoductos submarinos se iniciarán desde el mismo punto de partida en el predio costero.

Al igual que el gasoducto submarino que se proyecta hacia la FLNG Hilli Episeyo, dada la ausencia de obstrucciones (como pueden ser plataformas preexistentes, zonas de pesca, naufragios u otras restricciones ambientales o geotécnicas) el nuevo gasoducto submarino se proyecta en traza recta hasta el punto de amarre (SMP) de la FLNG MKII.

Por su parte, el Centro de Soporte Logístico para la operatoria del buque FLNG MKII será el mismo que para la operatoria del buque FLNG Hilli Episeyo, y estará ubicado en el Puerto San Antonio Este.

En la Figura 1 y Figura 2 se detalla la ubicación general del Proyecto FLNG GSM con la FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1) y la FLNG MKII (Etapa 2), junto con las instalaciones on shore y off shore.

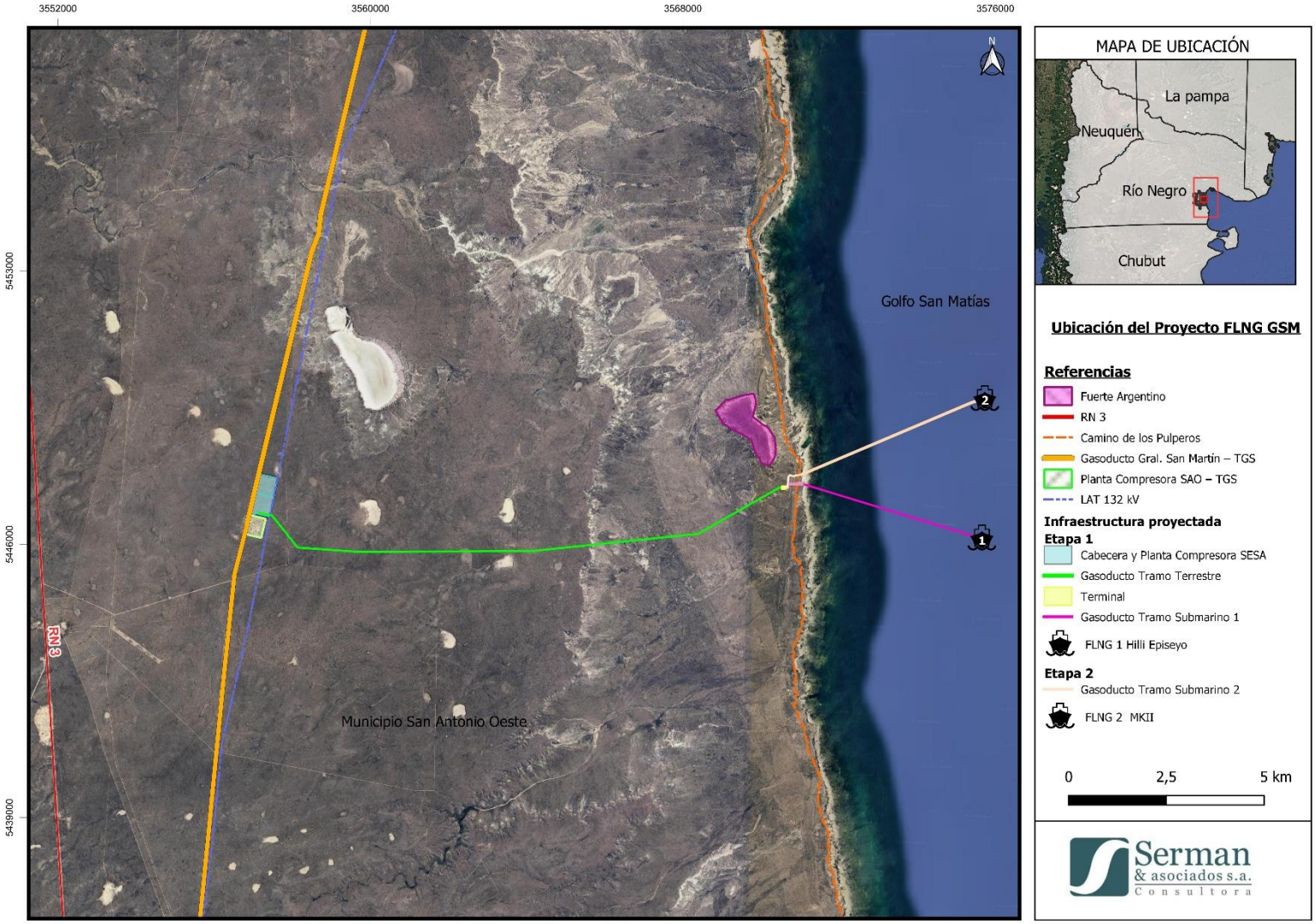


Figura 1. Ubicación del Proyecto FLNG en Golfo San Matías, Provincia de Río Negro.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

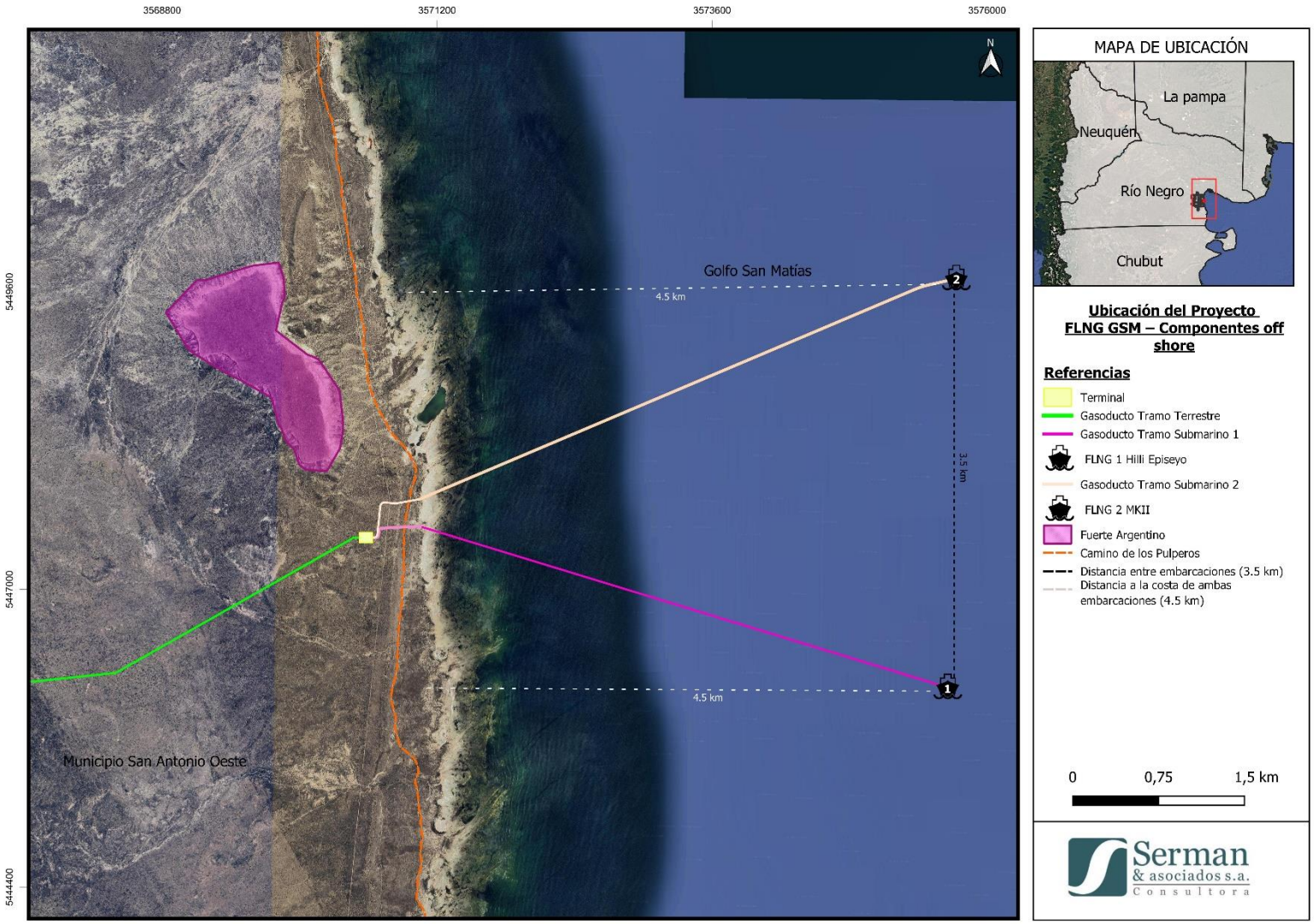


Figura 2. Ubicación del Proyecto FLNG en Golfo San Matías, Provincia de Río Negro. Detalle componentes off shore.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

3. NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Para el abastecimiento de la FLNG MKII se emplearán las mismas instalaciones on shore evaluadas en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1). El gas natural será tomado del Gasoducto Gral. San Martín (GGSM) y procesado en la Planta Compresora ubicada en la Cabera del gasoducto terrestre, con el fin de otorgarle las condiciones de presión requeridas.

El gasoducto terrestre, evaluado en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), abastecerá de gas natural a ambas FLNG en funcionamiento simultáneo. En la Terminal de este gasoducto terrestre, ubicada en el predio costero del proyecto, se ubica el punto desde el cual se derivan dos gasoductos submarinos: uno para abastecer a la FLNG Hilli Episeyo (gasoducto submarino 1), evaluado en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1); y otro para abastecer a la FLNG MKII (gasoducto submarino 2) que se propone para esta Etapa 2.

En la Terminal del predio costero, evaluada también en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), se instalarán facilidades para la operación de ambos gasoductos.

3.1 AMPLIACIÓN DE PLANTA COMPRESORA

Para alcanzar el caudal de gas natural requerido para el funcionamiento en simultáneo de las dos FLNG, será necesario realizar una ampliación de la capacidad de procesamiento de la Planta Compresora evaluada en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

Con la ejecución de la ampliación de la capacidad de la Planta Compresora, el Proyecto FLNG GSM podrá alcanzar el procesamiento de un caudal total de gas natural de 30 MMSCMD.

No obstante, tal como se mencionó anteriormente, **la ampliación de esta instalación no se encuentra comprendida dentro del alcance del presente Estudio de Impacto Ambiental**.

3.2 GASODUCTO TRAMO SUBMARINO 2

El denominado gasoducto tramo submarino 2 consta de un tramo menor terrestre, de aproximadamente 675 metros de extensión, que se proyecta desde el predio costero (donde ingresa el gasoducto terrestre, propiamente dicho) hasta el punto Tie-In donde inicia el tramo submarino, de aproximadamente 6 kilómetros de extensión.

El límite entre el tramo terrestre y el tramo submarino está determinado por un muerto de anclaje con una junta de aislamiento cercano a la orilla y una válvula de seccionamiento (Tie-In). El muerto de anclaje, suele ser un bloque de hormigón enterrado que proporciona un punto fijo en la tubería submarina que absorbe la expansión potencial que la tubería puede experimentar debido a la diferencia de temperatura durante la instalación (entre las condiciones ambientales de verano e invierno) y la operación (entre la temperatura del gas de transporte y el agua de mar). La junta de aislamiento se utiliza para separar el sistema de protección catódica entre el ducto on shore (conectado a un sistema de corriente impresa desde on shore) y el ducto off shore (proporcionada por ánodos de brazalete). La válvula de seccionamiento (o aislamiento) permite cortar el flujo en caso de emergencia o durante tareas de mantenimiento.

En el otro extremo del ducto submarino se ubica un PLEM (en inglés, *Pipeline End Manifolf*) que es un dispositivo que permite conectar o desconectar la tubería con otros componentes del sistema de manera segura.

A los efectos del diseño del ducto submarino, se utiliza el diámetro óptimo de 24 pulgadas de acuerdo con los resultados del análisis hidráulico, asumiendo los siguientes parámetros:

- Espesor mínimo de pared de 14,3 mm (0,563”), considerando presión interna, externa y propagación de deformación de pandeo.
- Espesor mínimo de concreto de 110 mm de manera de tener una gravedad especifica con el ducto vacío requerida, con lo cual se evita la flotación del ducto.
- Protección catódica del ducto submarino vía ánodos de sacrificio.

Los ductos submarinos típicamente se entierran a medida que van acercándose a la costa, por diversos motivos, a saber:

- Para evitar accidentes por arrastre de anclas debido a actividades de pesca.
- Para no quedar expuestos en las zonas costeras, que son más susceptibles a la erosión debido a las tormentas, o al movimiento de sedimentos del lecho marino.

Típicamente los ductos submarinos se entierran con una tapada mínima de 2 metros hasta el punto de rompiente de la ola de la tormenta de 100 años de período de recurrencia. Luego, pueden dejarse expuestos sobre el lecho marino (siempre y cuando sean estables frente a la acción hidrodinámica de corrientes y olas) o enterrarse por protección, típicamente con un metro de cobertura.

Las condiciones del sitio determinan un primer tramo del gasoducto submarino (900 metros aprox.) sobre restinga (una roca arenosa dura), y luego un tramo más extenso sobre arenas y gravas. La diferencia de mareas entre pleamar y bajamar es de aproximadamente 8 metros, lo que hace que en bajamar toda la extensión de restinga quede expuesta.

De acuerdo con las condiciones del sitio, se asumen los siguientes valores de tapada del ducto:

- Una cobertura mínima de 2 metros (*Top of Pipe*) hasta el punto de rompiente de 100 años, siendo aproximadamente a 1500 m de la costa.
- Una cobertura mínima de 1 metro (*Top of Pipe*) por los siguientes 200 m.
- Al ras del lecho marino hasta el punto SPM.

3.3 DISPOSITIVO DE AMARRE SPM

Finalmente, el dispositivo de amarre SPM (por sus siglas en inglés *Single Point Mooring*) para el buque MKII se denomina SSY (por sus siglas en inglés *Submerged Swivel and Yoke*). Cabe mencionar que esta es misma tecnología de amarre planteada para el buque FLNG Hilli Episeyo, evaluado en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

El dispositivo consta de una base de amarre piloteada con una torreta giratoria que sostiene un brazo de yoke con cadenas de amarre. La base está fijada al lecho marino mediante pilotes. La torreta transfiere las fuerzas de amarre desde el brazo de yoke a la base y también sostiene el swivel[2] en la dirección a través de la cual pasa la línea de flujo de gas (*riser*). El sistema permite una rotación de 360° de la FLNG alrededor de la posición de la base. El brazo de yoke está conectado en 2 puntos a la proa de la FLNG mediante cadenas gemelas, que le otorgan al buque un grado de liberad en torno a un punto fijo en respuesta de las condiciones de oleaje, viento y corrientes, contribuyendo a la estabilidad de la carga y el amortiguamiento de los movimientos.

[2] Swivel es conexión giratoria que cuenta con componente mecánico que evita el enredo o torsión de la manguera

Este dispositivo de amarre está diseñado para soportar una condición de ola de 100 años con una altura significativa de ola de 4,5 m.

A continuación, se presentan las estructuras típicas que poseen los dispositivos SPM SSY (estos datos serán confirmados en la etapa de Ingeniería de Detalle):

- Base del amarre
- Pilotes
- Estructura del Yoke
- Riser
- Umbilical de Control
- Cadenas de amarre.

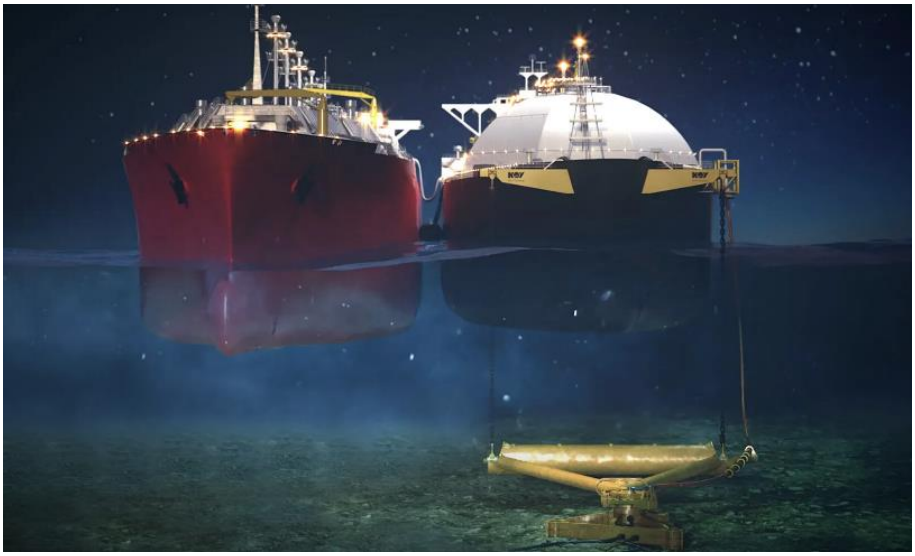


Figura 3. Imagen informativa de un dispositivo de amarre típico de un buque FLNG.



Figura 4. Imagen informativa de un dispositivo de amarre típico de un SPM SSY.

4. UNIDAD FLOTANTE DE LICUEFACCIÓN

La Unidad Flotante de Licuefacción propiamente dicha (FLNG) es un buque que tiene la capacidad de recibir, procesar y enfriar gas natural (que a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso) para pasarlo a estado líquido (conocido como GNL) mediante el uso de refrigerantes, permitiendo su almacenamiento y transporte mediante buques metaneros (*LNG carriers*). Este proceso se denomina *licuefacción*.

El buque FLNG que será utilizado en el Proyecto FLNG GSM Etapa 2 es el MKII perteneciente a la compañía GOLAR. Esta unidad originalmente fue un buque metanero (*LNG carrier*) convertido en una FLNG. El buque metanero era un buque moderno tipo Moss fabricado en el año 2004.

La conversión se lleva a cabo en dique seco insertando una nueva sección del casco en la parte media del transportador de GNL lo que permitirá espacio para la instalación de equipos y sistemas para el pretratamiento de gas, licuefacción de gas y sus utilidades que se organizarán en la cubierta principal y dentro de los espacios debajo de la cubierta de la nueva sección media.

El concepto de conversión FLNG se denomina Golar FLNG Mark II o MkII. Este concepto se desarrolla como la próxima generación de FLNG y es una evolución del Mark I, desarrollado para el FLNG Hilli y FLNG Gimi.

Para el concepto FLNG MKII, las partes superiores se desarrollaron como módulos de proceso prefabricados y completados mecánicamente que se elevaron a la nueva sección central del buque, con equipos y paquetes adicionales.



Figura 5. Buque FLNG MKII (imagen renderizada).

Las características principales de este buque se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del buque FLNG MKII que se utilizará en Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM.

Característica	Valor	Observaciones
Operador	Golar LNG	
Longitud	392,4 m	
Manga	61 m	
Calado	27 m	Profundidad mínima requerida para operación.
Sistemas de Amarre		
Soft Yoke System	15 a 50 m	
Single Point Mooring (SPM)	50 a 250 m	
Proceso de Licuefacción		
Proceso	2 trenes PRICO	2 turbocompresoras por tren
Capacidad Nominal	3,5 MTPA	MTPA: millones de toneladas por año (de LNG)
Volumen Almacenado	147.000 m^3 LNG	
Presión de Ingreso	50-70 barg	Mínima adoptada: 50 barg
Capacidad de Descarga	10.000 m^3/h LNG	

El FLNG recibirá gas de alimentación de una fuente externa y contará con el equipo necesario para su limpieza, pretratamiento y licuefacción. El GNL se almacenará a bordo y se descargará en buques metaneros comerciales.

El buque GOLAR MKII utiliza el proceso de licuefacción PRICO® exclusivo de Black & Veatch. La licuefacción implica el enfriamiento del gas natural hasta su temperatura de condensación a presión atmosférica (-162°C) para reducir el volumen de gas.

La producción nominal de GNL del buque GOLAR MKII es de 3,5 MTPA (2 trenes PRICO®) y su capacidad de almacenamiento es de 147.000 m^3 de GNL (4 tanques esféricos tipo Moss®).

Previo a la licuefacción, el gas de alimentación debe ser tratado para eliminar impurezas (dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, agua e hidrocarburos más pesados) para proteger los componentes y el rendimiento del sistema.

El despacho del GNL se hace a buques metaneros (buques de casco doble diseñados para el transporte de GNL a bajas temperaturas). El buque metanero se coloca paralelo al buque FLNG (con ayuda de remolcadores), en una posición que se conoce como *buques abarloados (ship to ship)*. La transferencia del GNL se hace por medio de 4 brazos rígidos, con sistema de *quick release* (liberación rápida) y sistema de retorno de gases, con una capacidad de carga de 10.000 m^3 por hora.

Tal como se mencionó en la sección anterior, , el buque FLNG MKII se mantiene amarrado al fondo marino en una posición fija a través de un sistema de amarre SSY que asegura su estabilidad y seguridad durante la operación bajo condiciones hidrometeorológicas normales y extremas. El sistema está montado en la parte delantera del buque, con pivote y elevador flexible. La parte integral de este sistema es la base de un pilote de anclaje triangular que se coloca en el fondo marino con un área total de 200 m^2. Este sistema de amarre permite una rotación del buque de 360°.

Desde tierra, el gas natural es transportado desde la Terminal del predio costero por un gasoducto tramo submarino 2 hasta un sistema de recepción PLEM (por sus siglas en inglés, *Pipeline end Manifold*) acoplado al sistema de amarre del buque FLNG. El ducto se conecta a un *riser* flexible que transporta el gas natural desde el fondo marino hasta el buque FLNG.

El buque FLNG incluye una serie de sistemas y procesos auxiliares para gestionar la producción, el almacenamiento y el despacho de GNL, así como para garantizar la seguridad operativa, la gestión de residuos, el tratamiento de aguas residuales y la generación de energía.

El buque MK 2 tendrá una dotación similar al FLNG Hilli Episeyo: 90 personas a bordo en operaciones normales y hasta 180 en operaciones no habituales y programadas, como por ejemplo tareas de mantenimiento mayores y puestas en servicio.

A continuación, las imágenes del buque FLNG con identificación de las operaciones principales.

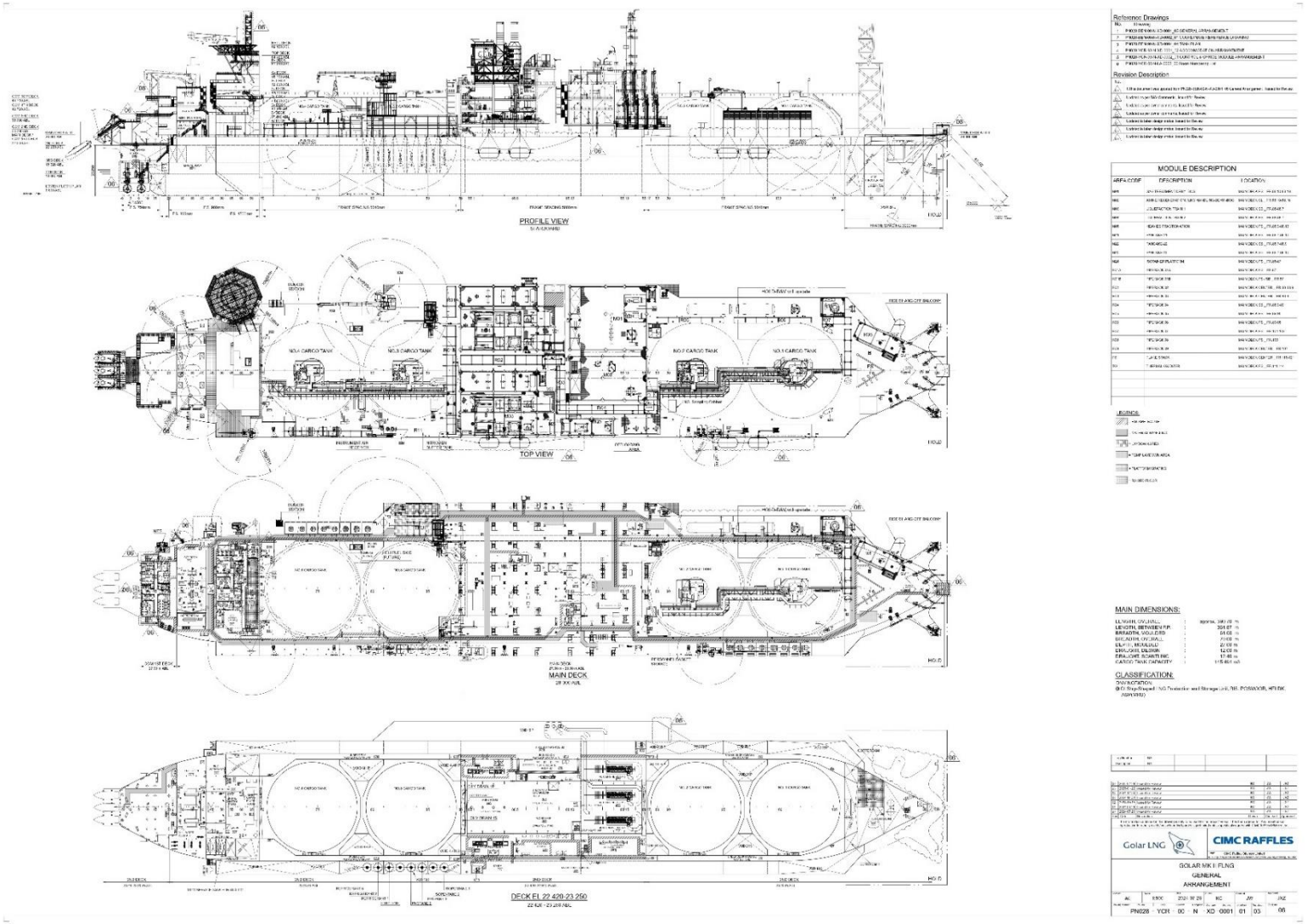


Figura 6. Plano de buque FLNG MKII de Golar.

Algunos aspectos del buque MKII en materia ambiental:

- Consumo nominal interno de 10,5% de la energía total ingresada al sistema
- Sistema de gestión de residuos, con retiro de estos hacia continente.
- Sistema de recolección y tratamiento de efluentes cloacales, cumpliendo con los parámetros de vertido impuesto por la normativa internacional.
- Posee un *flare* (antorcha) para emergencias, el cual solo tendrá encendido el piloto durante la operación regular.
- Monitoreo de emisiones de dióxido de carbono (CO_2).
- Tiene una toma de agua de mar para enfriamiento, cumpliendo un diferencial de temperatura máximo de +3°C.

4.1 PROCESO DE LICUEFACCIÓN

A continuación, se exhiben las principales características técnicas del proceso que aplica el buque FLNG MKII para la producción de GNL a partir de gas natural (GN).

Tabla 2. Datos del proceso de licuefacción del buque MKII.

Característica	Valor	Observaciones
Capacidad nominal	3,5 MTPA	Millones de toneladas por año
Volumen almacenado	147.000 m^3 de LNG	4 (cuatro) tanques tipo MOOS
Sistema de Licuefacción	2 trenes	Proceso PRICO de Black & Veatch
Descarga de LNG	Hasta 10.000 m^3/hora	Equiv. a 6 x10^6 m^3/h de GN
Presión de ingreso al proceso	50 Barg	Mínima
	70 barg	Máxima

El proceso de licuefacción del gas natural se desarrollará completamente sobre el buque FLNG.

En líneas generales, el proceso de licuefacción consta de varias etapas. Inicialmente se lleva a cabo distintos tratamientos para la purificación del gas de alimentación. Luego, tiene lugar la licuefacción propiamente dicha, que implica el enfriamiento del gas natural hasta su temperatura de condensación a presión atmosférica (-162°C) para reducir su volumen.

Tabla 3. Condiciones de diseño y operación del buque FLNG para el proceso de licuefacción

Proceso de Licuefacción	Condiciones de Diseño
Caudal gas de alimentación	305-370 MMSCFD
Presión gas de alimentación	50-70 barg
Temperatura de diseño	-45°C / 75°C
Rango de temperatura de operación	15-35 °C
Capacidad de producción nominal	2,11-2,75 MTPA

A continuación, se presenta un esquema del proceso de licuefacción típico para el cual está equipado el buque FLNG MK II.

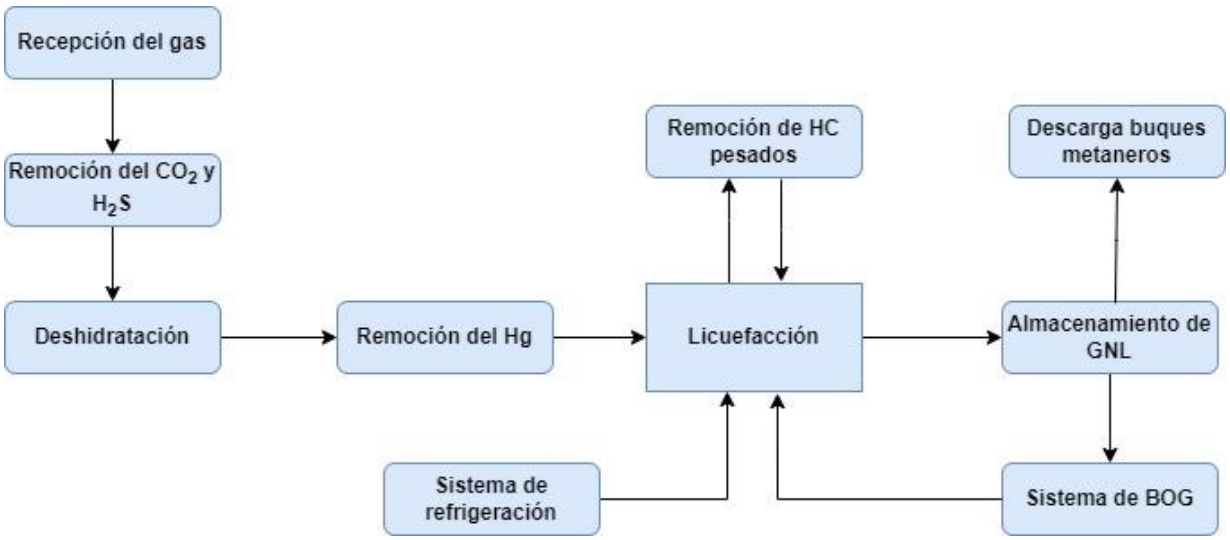


Figura 7. Esquema del proceso de licuefacción.

Las siguientes secciones describen el flujo a través de cada unidad del proceso de licuefacción. La planta se dividirá en las siguientes unidades ubicadas por encima y por debajo de la cubierta:

- Instalaciones de entrada de gas
- Sistema de eliminación de mercurio (en caso de que el gas natural lo tuviera, cuestión que no se verifica en el gas natural a ser tratado) y tratamiento de aminas
- Sistema de deshidratación
- Sistema de licuefacción
- Sistema de manejo de GNL
- Sistema de fraccionamiento
- Sistema de reposición refrigerante
- Sistema de gas de ebullición, conocido como BOG, por su denominación en inglés: Boil-Off -Gas. Este es una porción de vapor de gas que se desprende del gas de licuefactado.
- Servicios auxiliares:
    - Sistema de Agua de Enfriamiento
    - Sistema de venteo
    - Oxidador Térmico
    - Fuel Gas
    - Sistema de Agua de servicio
    - Sistema de Vapor
    - Agua Desmineralizada
    - Drenaje Abierto
    - Drenaje Cerrado
    - Drenaje Criogénico

- Aire de instrumentos y servicios
- Sistema de Nitrógeno
- Sistema de Aceite Lubricante
- Sistema de Agua contra Incendios

4.1.1 Instalaciones de Entrada de Gas (Inlet Facilities)

La instalación de manejo de gas de entrada del proceso de GNL recibe el gas de alimentación del gasoducto a una presión entre 50-70 barg aguas abajo del sistema de amarre. El proceso también podrá operar con una presión de entrada tan baja como 30 barg a una capacidad y eficiencia más bajas y no optimizadas. El gas que ingresa a la instalación será controlado por una válvula aguas arriba del equipo primario de las instalaciones de entrada para mantener una presión de alimentación constante. Las válvulas HIPPS (Sistema de protección por sobrepresión) se proporcionan para proteger contra una posible sobrepresión de los equipos aguas abajo de la tubería.

4.1.2 Planta de remoción de gases ácidos.

El tratamiento del gas de alimentación para la eliminación de dióxido de carbono (CO2) y sulfuro de hidrógeno (H2S) se realiza con un sistema de aminas que utiliza una solución acuosa MDEA activada patentada.

Esta unidad está diseñada para eliminar hasta un 3 % molar de CO_2 y 100 ppmv de H_2S del flujo de gas de alimentación.

4.1.3 Regeneración de Aminas

La solución de amina rica (que contiene CO2 y H_2S) sale del fondo del contactor de amina (etapa anterior) y se flashea[3] a aproximadamente 6,9 barg de presión en el tambor flash de amina desde el cual se libera el vapor de flash, principalmente vapores de hidrocarburos ligeros, y se envía al oxidador térmico para su combustión. Este paso sirve para eliminar los hidrocarburos disueltos de la corriente de aminas. El oxidador térmico quema térmicamente hidrocarburos, como el benceno, así como las especies de azufre presentes en la corriente de gas ácido, antes de ventilar de manera segura a la atmósfera en forma de SO2 (ver Apartado 4.2.3).

El reflujo de amina rica (aproximadamente 20%) se filtra en el filtro de amina rica para eliminar las partículas del circuito. A continuación, todo el flujo de amina rica se calienta en el intercambiador de aminas rico/pobre antes de ser alimentado al regenerador de aminas. Los intercambiadores ricas/pobres son dos intercambiadores 100% de placas instalados en paralelo para permitir la limpieza de las mismas mientras la planta está en funcionamiento.

Para su regeneración, el flujo de amina se envía a una columna de stripping donde se calienta a fines de eliminar el CO_2 remanente (que tiene restos de agua e hidrocarburos) de la corriente líquida. Luego, se filtra, enfría y presuriza previo a su retorno a la torre de contacto. En este equipo, los gases se ventilan a la atmósfera desde la parte superior de la columna de stripping.

[3] Flash: es un proceso donde la corriente liquida se convierte en vapor debido a la baja de presión en un recipiente o sistema.

4.1.4 Alimentación de Gas y Eliminación de Mercurio

El gas de alimentación ingresa a la unidad de tratamiento de gas entre 49 barg y 69 barg e ingresa al filtro/separador de gas de alimentación. El propósito de este recipiente es eliminar cualquier líquido pequeño y sólido en el gas de alimentación. Normalmente, no hay líquidos presentes. Si se eliminan líquidos, se envían al tambor de descarga.

A continuación, el gas pasa a través del tambor de eliminación de mercurio para eliminar cualquier mercurio que pueda ser transportado por el gas de alimentación a menos de 0,01 µg/Nm3. El exceso de mercurio en el gas de alimentación puede corroer agresivamente el aluminio en el intercambiador de refrigerante y contaminar la solución de amina en el circuito de amina y, por lo tanto, debe eliminarse. El tambor de eliminación de mercurio es un tipo de lecho fijo con material adsorbente de Hg-Adsorbente, diseñado para un contenido de mercurio de hasta 120 µg/Nm3 en el gas de alimentación con una vida útil estimada de 9,0 años. Una vez que el gas sale de los filtros de lecho de mercurio, se combina con el gas de regeneración de los compresores de regeneración. Es de destacar que técnicamente el FLNG MK II, al igual que el FLNG Hilli Episeyo, cuentan con este sistema de eliminación de mercurio como parte del proceso genérico de licuefacción, pero que el gas natural a ser procesado no contiene tal elemento por lo que, en todo caso, el proceso en el caso de estudio es redundante.

A continuación, el gas de alimentación caliente fluye hacia el contactor de aminas. La solución de amina fluye hacia abajo a través del empaque de la torre y entra en contacto con el gas de alimentación que fluye hacia arriba, lo que reduce la concentración de CO2 en el gas a menos de 50 ppmv y la concentración de H2S a menos de 3 ppmv.

4.1.5 Sistema de Deshidratación

4.1.5.1 Adsorción

El gas de alimentación tratado que sale del sistema de tratamiento de aminas se encuentra saturado de agua. El gas debe estar completamente seco antes de la licuefacción para evitar la congelación en el intercambiador de refrigerante. Se proporciona un sistema de tamiz molecular de tres lechos (dos en modo de adsorción y uno en modo de regeneración/espera) para la eliminación de agua a menos de 0,1 ppmv del gas de alimentación. Este sistema es complejo, con numerosas válvulas de conmutación que trabajan al unísono para completar cada paso del proceso de deshidratación/regeneración. Los tamices moleculares absorben agua a temperaturas moderadas y luego liberan agua a altas temperaturas, lo que permite la regeneración. Tanto el H2O como el CO2 se eliminarán del tamiz durante la etapa de regeneración. La mayor parte del H2O se condensará, separará y reciclará en el sistema de tratamiento de aminas para su reutilización en la composición de aminas. Los vapores de gas de regeneración no condensables se reciclarán aguas arriba del sistema de tratamiento de aminas.

4.1.5.2 Regeneración

Cuando uno de los dos lechos de servicio se satura de agua, se desconecta y el lecho que estaba en modo de espera se conecta. A continuación, el lecho saturado pasa por un ciclo de regeneración de calor, seguido de enfriamiento.

Para el proceso de regeneración, el gas de regeneración estará compuesto por gas de alimentación seco y tratado que se llevará aguas abajo de los filtros de polvo de tamiz molecular. Durante algunos escenarios de funcionamiento, el gas de regeneración fluye hacia el calentador de gas donde se calienta a aproximadamente 290 °C mediante vapor sobrecalentado a alta presión durante el paso de regeneración de calentamiento. También hay una conexión alternativa que permite que el gas de ebullición (BOG, por su denominación en inglés: Boil-Off Gas) de los compresores BOG se utilice como gas de regeneración cuando la presión del gas de alimentación es inferior a 50 barg.

El gas de regeneración caliente y seco fluye hacia arriba a través del lecho saturado del deshidratador, eliminando el agua a medida que avanza. El gas de regeneración húmeda que sale de este lecho se enfría en el enfriador de gas de regeneración antes de fluir al tambor de gas de regeneración donde se elimina el agua condensada.

El gas de regeneración, ahora húmedo, ingresa a un intercambiador de calor donde el agua se condensa, y luego por un separador de condensado donde se elimina. El H_2O recolectada se separa y se recicla a la unidad de aminas, mientras que el gas seco se comprime para su uso como combustible en las turbinas de gas o reciclaje en el proceso.

4.1.6 Sistema de Licuefacción

La unidad de licuefacción utiliza el proceso de refrigerante mixto PRICO® de Black & Veatch para licuar el gas de alimentación tratado y producir GNL. Para este proyecto se utilizan dos trenes idénticos, cada uno de los cuales contiene dos compresores de refrigerante mixto en paralelo. Todos los trenes de licuefacción son comunes a los dos trenes de licuefacción.

La licuefacción se basará en la tecnología de proceso de refrigerante mixto único (SMR) PRICO®, propiedad de Black & Veatch, en combinación con un sistema de compresión en paralelo. El diseño general del proceso incorporará características como recuperación de calor residual, expansores criogénicos y enfriamiento del aire de entrada del turbogenerador para lograr una alta eficiencia energética del proceso.

Habrá un total de dos trenes de licuefacción, cada uno de los cuales tendrá la capacidad de funcionar independientemente.

Cada tren de licuefacción contará con dos Compresores de Refrigerante Mixto (MRC), cada compresor será accionado directamente por una turbina de gas.

Dentro de cada tren de licuefacción los siguientes equipos son comunes para los dos circuitos MRC: tambor de succión, tambor entre etapas, tambor de descarga, bombas entre etapas, bombas de descarga, intercambiador de refrigerante y expansor de refrigerante.

El tren de licuefacción podrá funcionar con solo un MRC en operación mientras los demás equipos específicos del circuito MRC estén fuera por mantenimiento.

4.1.6.1 Licuefacción

El gas pretratado se alimenta al Intercambiador Refrigerante. El Intercambiador Refrigerante consta de ocho intercambiadores de aluminio soldados (núcleos) alojados en una carcasa fría. El gas de alimentación entra por la parte superior de los núcleos verticales y fluye hacia el extremo frío inferior. Los líquidos criogénicos solo se producen en el proceso PRICO® en el extremo inferior del intercambiador de refrigerante.

La corriente de gas se enfría a una temperatura de punto medio para condensar los hidrocarburos pesados a medida que fluye hacia abajo a través del intercambiador de refrigerante. Dependiendo de la composición y la presión del gas de alimentación, se puede lograr un punto medio de -33 °C a -77 °C.

En el punto medio, el flujo en el intercambiador de refrigerante se interrumpe y la corriente de gas se dirige fuera del intercambiador. La corriente fría fluye hacia el separador de pesados para eliminar cualquier hidrocarburo pesado que pueda estar presente en la corriente de gas. Los hidrocarburos especialmente el benceno, el xileno y el tolueno, tienden a congelarse a bajas temperaturas. La eliminación de los pesados garantiza que el equipo criogénico de GNL no se obstruya ni se ensucie.

La corriente de gas enfriada sale de la parte superior del separador de pesados regresa al intercambiador de refrigerante y continúa su flujo descendente y sale de la parte inferior del intercambiador como GNL a aproximadamente -153 ° C. El GNL de alta presión que sale del intercambiador de refrigerante de cada tren se combina y fluye hacia el sistema de lavado.

4.1.6.2 Refrigeración

El refrigerante es una mezcla de nitrógeno e hidrocarburos que va de C1 a C5 (mezcla de metanos, etanos, butanos y pentanos). Cada uno de los dos trenes de licuefacción contendrá dos compresores de refrigerante paralelos. Los controladores de turbinas de gas refrigerante (para los compresores de dos etapas son turbinas de gas que funcionan con gas combustible a alta presión.

La simplicidad inherente del proceso de refrigerante mezclado único conduce a menos tuberías, menos controles necesarios y un menor número de equipos, al tiempo que proporciona un proceso de licuefacción eficiente. Para maximizar la producción de GNL, se proporciona un paquete de enfriamiento de aire de entrada para los controladores de turbinas de gas refrigerante.

El diseño PRICO® utiliza un ciclo de refrigeración simple de circuito cerrado en el que el refrigerante se comprime, se condensa parcialmente, se enfría, se expande y luego se calienta a medida que suministra refrigeración al gas natural de alimentación.

El refrigerante en forma de vapor a baja presión sale de la parte superior del intercambiador de refrigerante y se dirige al compresor de refrigerante donde se comprime en una primera etapa. Este vapor pasa a un enfriador interetapa donde se enfría y condensa parcialmente. A continuación, en un tambor interetapa se separa el vapor y el líquido. El vapor se dirige a la segunda etapa del compresor, mientras que el líquido se bombea a la descarga de la segunda etapa del compresor.

En la segunda etapa del compresor, el vapor comprimido se mezcla con el líquido del tambor interetapa y se enfría en el condensador de refrigerante. A partir de allí, la mezcla parcialmente condensada fluye hacia el Separador de Descarga de Refrigerante, donde se separan el vapor y el líquido. El líquido refrigerante se bombea hacia la parte superior del intercambiador de refrigerante principal, donde recibe enfriamiento adicional de líquidos pesados (si se utilizan). El vapor se mezcla nuevamente con el líquido refrigerante en la parte superior del intercambiador.

El refrigerante a alta presión y temperatura fluye hacia abajo a través del intercambiador de refrigerante principal, donde se condensa completamente a aproximadamente -153 ºC. Luego, el refrigerante fluye a través del expansor de refrigerante que genera electricidad a partir de la reducción de la presión del refrigerante líquido a aproximadamente 17 a 19 barg. Luego pasa por otra válvula que reduce aún más la presión a aproximadamente 2,4 barg, lo que permite reducir aún más la temperatura de la corriente a aproximadamente -154 °C a -157 °C.

4.1.6.3 Funcionamiento de Compresión en Paralelo

Cada tren de licuefacción contará con 2 x 50% Compresores Refrigerantes los cuales operarán en paralelo. Cada compresor está equipado con un control anti-sobrecarga y un control de distribución de carga. Además, hay un controlador maestro común para el par de compresores paralelos. La succión a cada etapa de cada Compresor Refrigerante está equipada con una válvula de estrangulamiento de succión para manejar transitorios como el arranque de un compresor mientras el otro compresor está funcionando.

Durante el funcionamiento normal, ambos compresores del tren de licuefacción estarán funcionando. En el caso de apagado de un compresor, el otro compresor enviará el fluido completo a reciclo y el flujo a través del Intercambiador Refrigerante se detendrá para evitar el estrés térmico del Intercambiador Refrigerante.

Es posible operar con un solo compresor de refrigerante, sin embargo, esto debe hacerse de manera controlada y no transitoriamente durante el encendido o apagado del otro compresor. El Expansor Refrigerante también es común a los dos compresores paralelos. Cuando solo un Compresor Refrigerante está en funcionamiento, el Expansor Refrigerante estará por debajo del límite de flujo mínimo y no podrá funcionar.

4.1.7 Sistema de Manipulación y Fraccionamiento de GNL

El GNL de alta presión (HP, por su denominación en inglés: *High pressure*) de ambos trenes del sistema de licuefacción, se baja su presión a través del LNG Expander común a aproximadamente 16 a 29 barg para mantener un fluido monofásico en la salida. La válvula de control del producto de GNL en la línea de GNL de alta presión que sale de cada tren de licuefacción aguas arriba del expansor actúa como una válvula de control de flujo. También posee un set-point remoto de temperatura, el cual ajusta el flujo para mantener la temperatura de GNL deseada.

De esta manera, el sistema puede ajustar automáticamente la capacidad de producción de GNL debido a cambios en el servicio de enfriamiento disponible de la unidad PRICO®. La temperatura del GNL debe seleccionarse para equilibrar la producción de GNL con los requisitos de gas combustible.

El GNL proveniente del Expansor de GNL, después de combinarse con el producto de GNL de baja presión (LP, por su denominación en inglés: *Low pressure*) fluye hacia el Recipiente flash de GNL (GNL *Flash Drum*) a aproximadamente -160 °C. El vapor creado al dejar caer el GNL a la presión de funcionamiento del tanque de 1,08 bar se separa en el GNL Flash Drum y se envía al precalentador de gas de ebullición (BOG, por su denominación en inglés: *Boil-Off Gas*) para una mayor compresión en el sistema de gas de ebullición (BOG). El producto del recipiente GNL Flash Drum se drena por gravedad a través de una junta de circuito de líquido a los tanques de almacenamiento de GNL.

Los pesados retirados en el tambor de pesados fluyen en el control de nivel al condensador de reflujo del fraccionador y al intercambiador de pesos pesados.

4.1.8 Sistema de Reposición de Refrigerante

Los componentes refrigerantes para la reposición provienen de tres fuentes. El nitrógeno es proporcionado por un sistema de generación de nitrógeno a bordo ubicado en el casco. El metano se puede obtener a partir del gas de alimentación tratado aguas abajo de la deshidratación o del gas de ebullición comprimido. Los otros componentes del refrigerante se proporcionan desde los tambores de reposición de refrigerante. Los recipientes de almacenamiento de refrigerante están dimensionados para contener aproximadamente dos inventarios de trenes de refrigerante con una composición de refrigerante promedio.

4.1.9 Sistema de Gas de Ebullición (Boil-Off Gas System)

Este sistema permite la recuperación de gas para que pueda regresar al proceso y así mejorar la eficiencia operativa. El gas flash del Recipiente flash de GNL se mezcla con el gas de ebullición (BOG) de los tanques de almacenamiento de GNL y se envía al precalentador BOG. El gas flash de GNL y el BOG se calientan a -30 °C utilizando un reflujo de gas de alimentación tratado para proteger los compresores BOG de acero al carbono. A continuación, la corriente de gas refrigerado se divide y se envía al tambor de pesados de cada tren.

Durante el modo de almacenamiento, las fuentes primarias de BOG son:

- Gas flash de la corriente de productos de GNL que ingresa al Recipiente de flash de GNL.
- Los vapores generados en los tanques de almacenamiento de GNL, tuberías y sistemas de bombeo.
- Vapor desplazado a medida que se llenan los tanques de almacenamiento de GNL.

Durante el modo de descarga, el gas de evaporación de la corriente de producto de GNL y de los tanques de almacenamiento de GNL no cambian considerablemente; sin embargo, se generará más gas de evaporación (BOG) a bordo debido al funcionamiento de las bombas de GNL y a una cantidad significativa de vapor y gas de evaporación desplazados del buque metanero (LNGC). Una parte del BOG adicional durante la descarga se destinará a los tanques de almacenamiento de GNL del FLNG para desplazar el GNL bombeado, y el resto será gestionado por el sistema BOG del FLNG mediante la activación del segundo compresor BOG.

4.2 SISTEMAS Y PROCESOS AUXILIARES

Las utilidades del proceso de licuefacción incluyen todos los sistemas necesarios para apoyar todo el proceso de licuefacción en cada una de sus etapas. Cada sistema está diseñado para proporcionar soporte crucial, asegurar la eficiencia operativa y mantener la seguridad durante el proceso.

4.2.1 Sistemas de Agua de Refrigeración

El agua de refrigeración para los sistemas de cubierta, de servicios y marinos se suministrará mediante sistemas de refrigeración de circuito cerrado de agua demineralizada. El sistema de refrigeración de agua desmineralizada se enfriará con agua de mar.

Los condensadores de vapor se enfriarán directamente con agua de mar.

El sistema de enfriamiento de agua dulce de circuito cerrado en la parte superior se utiliza para el enfriamiento del proceso en todo el recipiente. El agua de refrigeración del casco se suministra a los intercambiadores de proceso a 31 °C y se devuelve a 45 °C. Cada módulo tiene un encabezado de retorno y suministro. Hay dos tambores de expansión de agua de enfriamiento ubicados en los cabezales de retorno para compensar las variaciones en la temperatura del sistema antes de que el agua de retorno del calentador se devuelva a los intercambiadores cruzados en el casco. Un tambor de expansión de agua de enfriamiento está ubicado en el cabezal de retorno para el tren de licuefacción 1, y otro tambor está ubicado en el cabezal de retorno para el tren de licuefacción 2. Los cabezales de suministro y retorno de agua de refrigeración de cada módulo, así como los intercambiadores de procesos que utilizan el agua de refrigeración, están dentro del ámbito de Black & Veatch. Los intercambiadores de calor de placas y bastidores para el sistema de agua de refrigeración se encuentran en el casco. El agua desmineralizada compensará las pérdidas del circuito cerrado de agua de refrigeración hasta el tambor de expansión del agua de refrigeración.

4.2.2 Sistema de venteos

Tres cabezales de venteos recorren el tanque, conectados a diversas fuentes de la planta. El cabezal de venteo frío se conecta a todas las fuentes que contienen gases secos o líquidos criogénicos. El cabezal de venteo caliente es necesario para cualquier fuente que contenga H_2O debido al riesgo de congelación si el agua entra en contacto con un fluido criogénico. El cabezal de antorcha de baja presión (LP) es necesario para los vapores liberados de los tanques de almacenamiento de GNL, ya que la presión de alivio puede ser inferior a la presión de operación de la antorcha fría.

Los líquidos se separan en los tambores de KO de antorcha caliente y fría para evitar que se envíen a la antorcha.

Los líquidos del tambor de KO de antorcha caliente se pueden bombear al sumidero de aminas o a un isocontenedor de residuos mediante una bomba portátil y una conexión de manguera. El tambor de KO de antorcha fría está equipado con un calentador eléctrico para facilitar la vaporización de los líquidos acumulados. Para evitar la entrada de aire al sistema, se mantiene una purga en todo el sistema de antorcha mediante la introducción de gas combustible al final de todas las derivaciones de los cabezales de la antorcha. También se dispone de una conexión de nitrógeno para la red de suministro como purga de respaldo.

El cabezal de la antorcha fría drena libremente al tambor de descompresión de la antorcha fría. La línea de antorcha termina en la boquilla de la antorcha fría, ubicada en la chimenea de la antorcha en la proa. Para realizar el mantenimiento del sistema de antorcha fría, todos los sistemas de hidrocarburos fríos, principalmente los de licuefacción, se despresurizan y se inertizan con nitrógeno, excepto el sistema de almacenamiento de refrigerante y el/los tanque(s) de almacenamiento de GNL. Se proporciona una ruta alternativa a un venteo de mantenimiento aguas arriba del tambor de descompresión de la antorcha fría. Una vez libres de hidrocarburos, el cabezal de la antorcha fría y/o la boquilla de la antorcha se pueden inspeccionar y mantener según sea necesario.

4.2.3 Oxidador Térmico

El gas ácido con alto contenido de CO2 y H_2S del tambor de reflujo de la regeneración de aminasse envía al tambor de gas ácido KO para proteger el oxidante térmico de los líquidos que pueden condensarse en la tubería que corre hacia el arco. Cualquier líquido condensado se empuja a presión con nitrógeno a través del sistema de drenaje cerrado al sumidero de amina, mientras que el gas ácido se dirige al paquete de oxidante térmico y al oxidador térmico. El gas flash del tambor flash de amina y el gas combustible a baja presión se envían por separado al oxidador térmico para proporcionar calor para destruir la corriente de gas ácido.

Los hidrocarburos, como el benceno, así como las especies de azufre presentes en la corriente de gas ácido, se oxidan con una eficiencia de destrucción del 99,9% antes de ventilarse a un lugar seguro. Los analizadores ubicados en la pila de oxidadores térmicos monitorean las emisiones de CO, NOx, SO2 y el contenido residual de O2 de los gases de combustión.

El tipo de tiro forzado se selecciona teniendo en cuenta la flexibilidad operativa (mayor índice de reducción); 2 x Sopladores 100% TermalOxidador proporcionan el aire de combustión. No se considera la recuperación de calor residual (aire o gas ácido, precalentamiento, generación de vapor).

4.2.4 Sistema de Gas Combustible (Fuel Gas)

El gas combustible de alta presión (HP) se utiliza para suministrar combustible a los impulsores de la turbina de gas del compresor de refrigerante. El suministro principal de gas combustible proviene del compresor BOG. Para mantener una presión constante o suministrar combustible si el compresor BOG falla, se extrae una corriente de gas combustible de reposición del conducto de gas de alimentación aguas abajo del tambor de entrada y se calienta en el calentador eléctrico de gas combustible de alta presión antes de que se reduzca la presión para la reposición de gas combustible. El calentador eléctrico de gas combustible de alta presión incluye dos conjuntos independientes de elementos para aumentar la disponibilidad en línea.

Finalmente, el líquido pesado de las bombas de refuerzo de gases pesados ingresa a la línea de gas combustible de alta presión. El combustible combinado de 41 barg se calienta mediante vapor LP en el sobrecalentador de gas combustible hasta un mínimo de 28 °C por encima del punto de rocío, según las especificaciones de la turbina. El gas combustible HP fluye posteriormente al tambor de KO de combustible HP, que proporciona un volumen de retención para limitar la tasa de cambio del índice de Wobbe y mantenerla dentro de las especificaciones aceptables para combustible de turbina de combustión. El tambor de KO de combustible HP incluye una sección de extracción en la parte inferior del recipiente, que envía el gas a la sección de mezcla a través de un tubo distribuidor interno. El tubo distribuidor distribuye el gas combustible a múltiples compartimentos de mezcla, lo que garantiza una mezcla adecuada y limita la tasa de cambios en la composición. Finalmente, el gas combustible pasa por los filtros de gas combustible HP para alimentar los impulsores de la turbina de gas refrigerante.

Los drenajes de los tambores LP y HP Fuel KO se envían de vuelta al tambor de descarga.

4.2.5 Sistema de Agua de Servicio

El sistema de agua dulce incluye un colector de agua para los usuarios de la cubierta superior, que se utiliza para el lavado de cubierta, el lavado para el mantenimiento de equipos, etc. Este colector recorre el soporte de tuberías de la cubierta superior, con subcolectores que conducen a cada módulo.

El sistema de agua dulce del casco también incluye agua potable, que se suministra a las estaciones de lavaojos/duchas de seguridad de la cubierta superior, distribuidas por todos los módulos del buque.

4.2.6 Sistema de Vapor

El sistema de vapor ubicado a bordo del barco se utilizará para proporcionar calor a través de vapor de alta presión (HP) y baja presión (LP) a los intercambiadores de proceso, así como para generar electricidad a través de los generadores de turbina de vapor dentro del casco.

Un equipo de unidad de recuperación de calor residual (WHRU) por tren de licuefacción se utiliza para generar vapor HP mediante la recuperación del calor residual de los controladores de turbinas de gas del compresor de refrigerante. El vapor HP proporciona calor al calentador de gas en el control de temperatura del gas de regeneración caliente. Aguas abajo del intercambiador, el condensado HP se recoge en el tambor de condensado de regeneración que actúa como una trampa de vapor. Cualquier vapor se recupera y se recicla a la entrada del calentador de gas mientras que el condensado fluye en el control de nivel al tambor KO de condensado LP. El vapor de HP también se dirige a los generadores de turbina de vapor para producir electricidad para el proceso y otros usuarios de barcos.

Los generadores de turbina de vapor incluyen un punto de extracción para proporcionar un suministro nominal de vapor LP de 4,5 barg a los usuarios de Topsides. Los usuarios de vapor LP de la parte superior son el rehervidor regenerador, el rehervidor fraccionador, el sobrecalentador de gas combustible y el desaireador WHRU. Aguas abajo del rehervidor de aminas, el rehervidor del fraccionador y el sobrecalentador de gas combustible, el condensado se recoge en el tambor de recolección de condensado y se bombea a los WHRU.

A bordo del buque habrá una caldera auxiliar, situada en el casco. La caldera auxiliar proporcionará vapor a la turbina de vapor durante el arranque cuando el vapor de las WHRU no esté disponible. El gas combustible LP del Cabezal de Gas LPFuel o el gasóleo marino se utilizará como combustible para la Caldera Auxiliar.

Dentro del sistema de vapor hay dos módulos WHRU idénticos, un módulo para cada tren de licuefacción. Cada módulo WHRU consta de dos calderas WHRU independientes para un total de cuatro calderas WHRU a bordo del buque. Cada WHRU recibirá los gases de escape de un accionamiento de turbina de gas dedicado. Cada módulo WHRU contendrá un desgasificador común que proporciona agua de alimentación de caldera desaireada a tres bombas de agua de alimentación de caldera comunes. Cada WHRU tendrá dos bombas de circulación de caldera dedicadas) para un total de cuatro bombas por módulo y un tambor de vapor de caldera por WHRU para un total de dos por módulo. Cada módulo tendrá un potenciómetro de fosfato para la inyección de productos químicos en el tambor de la caldera y un tanque de purga común, además de accesorios, conductos y pilas.

4.2.7 Agua Desmineralizada

El agua desmineralizada de alta pureza se produce en el casco y se envía a la cubierta. Posteriormente, se distribuye en subcabezales a los distintos usuarios, incluyendo el aporte a la unidad de aminas, el sistema de vapor y el sistema de refrigeración de circuito cerrado.

4.2.8 Sistema de Drenaje Abierto

Varias ubicaciones en las instalaciones requieren drenaje intermitente a un sistema de drenaje abierto para aguas oleosas.

Este sistema recoge agua de lluvia, agua de lavado, agua contra incendios y otros fluidos de los patines y equipos con potencial de derrames de aceite (lubricante), grasa o similares en toda la instalación. Todos los equipos rotativos ubicados en los módulos de proceso cuentan con una bandeja de goteo para capturar los hidrocarburos y el agua de lluvia liberados. Los diversos drenajes de cada bandeja de goteo se conectan a dos subcolectores, uno de proa y otro de popa, que se envían al casco para el tratamiento de aguas oleosas.

Por otra parte, las cubiertas de proceso del buque están equipadas con un sistema de imbornales para drenar el agua de drenaje, agua de lavado, agua contra incendios u otros fluidos que puedan acumularse.

4.2.9 Drenaje Cerrado

El sistema de drenajes cerrados consta de un colector de residuos y un tambor de descarga que recoge el agua contaminada y otros líquidos de proceso acumulados en diversos recipientes de proceso en toda la instalación. El tambor de descarga se purga con nitrógeno y se ventila a la antorcha. Todos los líquidos se drenan manualmente a un colector de residuos mediante una bomba portátil y mangueras. El colector de residuos recoge los líquidos residuales del tambor de descarga, el sistema de drenaje cerrado de amina, el tambor de KO de la antorcha caliente y los tanques de almacenamiento de amina. Los residuos del colector se cargan manualmente en isocontenedores para su eliminación segura en tierra mediante una bomba portátil.

4.2.10 Sistema de Drenaje Criogénico

El sistema de drenajes criogénicos constará de bandejas para derrames y un colector para recoger posibles derrames de todos los equipos criogénicos durante el proceso de FLNG. Además, el colector de antorcha fría funciona como drenaje criogénico para eliminar el líquido de las tuberías del proceso.

4.2.11 Sistema de Aire de la Planta

Se proporcionarán conexiones separadas para el aire de planta y el aire de instrumentación para cada módulo de la parte superior. Los colectores de distribución de aire de instrumentación en el recipiente suministran aire seco a los actuadores de control. Los colectores de distribución de aire de planta suministran aire a las estaciones de servicio en toda la planta. Los colectores de aire de planta e instrumentación contienen subcolectores para cada módulo.

4.2.12 Sistema de Nitrógeno

Un sistema de generación integrado suministra nitrógeno al proceso. Se incluyen dos cabezales de nitrógeno: uno para nitrógeno de grado refrigerante de alta pureza (99,9 %) y otro para nitrógeno de grado utilitario de menor pureza (97-99 %). El nitrógeno de alta pureza se utiliza para la reposición de refrigerante y otros servicios criogénicos. El nitrógeno de menor pureza se utiliza para purgas de mantenimiento, inertización de tanques no criogénicos, etc. El cabezal de nitrógeno utilitario contiene subcabezales para cada módulo.

4.2.13 Sistema de Aceite Lubricante

Se utilizará un colector de aceite lubricante para recolectar el aceite lubricante usado de todos los equipos rotativos relevantes de la planta FLNG. El colector terminará cerca de la zona de descarga del isocontenedor y se drenará de los patines mediante una manguera o una bomba portátil.

4.2.14 FASES OPERATIVAS

4.2.15 Posicionamiento del Buque FLNG

El Sistema de Amarre SSY del buque FLNG consiste en una base metálica anclada al lecho marino por tres pilotes. Esta base a su vez cuenta con dos brazos amortiguados desde los cuales se conectan sendas cadenas que son las que se unen al casco del barco. Abarca en el fondo marino con un área total de 50 m^2. El lecho marino donde se posiciona es nivelado y despojado de escombros y rocas.

En el fondo marino se apoyan 3 pilotes. Una estructura giratoria (torreta) conecta la base del pilote con el brazo del yugo lo que permite que el buque pueda girar 360° en función de las condiciones de viento y oleaje. A su vez, el brazo de yugo está conectado en 2 puntos a la proa de la FLNG mediante cadenas de amarre idénticas.

Desde el SSY hasta la unidad FLNG el gas se conduce por un riser flexible.

4.2.16 Puesta en Marcha y Ensayos

Inicialmente, todo el gas recibido se dirige hacia el sistema de antorchas del buque FLNG donde se quema mientras se secan las líneas de flujo y se ajusta el gas de entrada a las especificaciones.

Luego, se realiza la puesta en marcha de las turbinas de gas, seguidas por los compresores de refrigerantes y la introducción de gas con purga final antes del enfriamiento de los trenes de producción de GNL.

4.2.17 Descarga de GNL

Los buques metaneros (*LNG carriers*) que arriben a tomar carga serán variados y provendrán de la flota internacional de GNL. Esa flota tiene un amplio rango de capacidades de carga, sin embargo, el 85% de la flota tiene capacidades entre 130.000 y 180.000 m^3 de GNL.

Debido a la mayor capacidad de carga de los buques metaneros respecto a la capacidad de almacenamiento del buque FLNG, cada operación de carga se realiza en dos etapas: una carga inicial proveniente de los tanques de almacenamiento, y una carga complementaria proveniente directamente del sistema de licuefacción hasta completar la capacidad de carga del buque metanero.

Las operaciones de carga son asistidas por tres remolcadores, dos de los cuales asisten al buque metanero para su posicionamiento y amarre al buque FLNG, y el tercero asiste a este último manteniendo su posición. En la Figura 8 se observa la maniobra de acercamiento y amarre del buque metanero, junto con la posición de asistencia de los remolcadores. Se estima que un cuarto remolcador quedara en espera para ser llamado en caso de ser requerido.

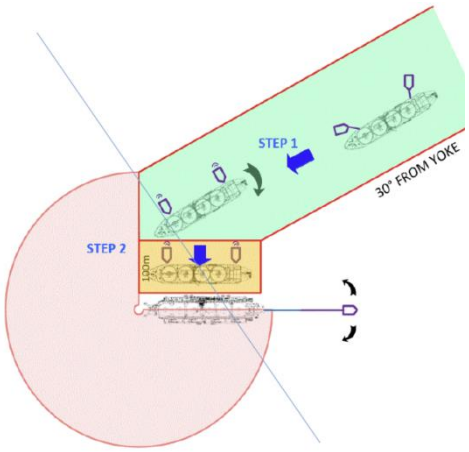


Figura 8. Esquema de maniobra de acercamiento y amarre de un buque metanero al buque FLNG. Fuente: Especificaciones Técnicas Servicio: Estudio de Impacto Ambiental FLNG (SOUTHERN ENERGY S.A, 2024).

El buque metanero se amarra al buque FLNG mediante un sistema de líneas y ganchos de amarre de liberación rápida separados mediante una serie de defensas marca Yokohama. Una vez amarrado el buque metanero al buque FLNG (posición de amarre conocida como buque abarloado), se procede a la conexión de los cuatro brazos rígidos para la operación de transvase *ship to ship*.

Los cuatro brazos se dividen en dos brazos de carga, un brazo de retorno de vapor y un brazo de reserva con capacidad dual. Están montados en el lado estribor, a la altura media del barco. Los brazos están equipados con acopladores hidráulicos que permiten la conexión y desconexión rápida asistida por un sistema de orientación para acoplamiento seguro. También, poseen acopladores de liberación de emergencia con válvulas de corte dobles.

La capacidad de descarga permite la transferencia de 10.000 m^3/h de GNL utilizando 3 de los 4 brazos (2 brazos líquidos de 5.000 m^3/h c/u + 1 brazo vapor de 17.500 m^3/h de capacidad máxima). El tiempo de descarga estimado es de 13 h, para la capacidad nominal.

El sistema de licuefacción de GNL, el sistema de almacenamiento de GNL y el sistema de descarga de GNL están diseñados para permitir la producción de GNL simultáneamente con las operaciones de descarga de GNL. También, en caso de que los tanques de carga del FLNG necesiten enfriarse primero, es posible transferir y recibir LNG de los metaneros.

Todo el proceso de descarga es controlado remotamente por un Sistema de Control y Seguridad Integrado (ICSS por sus siglas en inglés). Se controlan válvulas, bombas, sensores de presión y temperatura. Los tanques de lastre cumplen una función relevante durante la operación de transferencia de LNG ya que garantizan que la estabilidad, inclinación y tensiones del casco sean óptimas y seguras.

4.2.18 Operaciones de Apoyo

Las operaciones de apoyo incluyen el suministro de agua y comida, consumibles, reposición de químicos y refrigerantes, así como la disposición de residuos.

A esto hay que agregarle las operaciones programadas de mantenimiento, con su logística específica de carga y descarga de personal (turnos rotativos), consumibles y repuestos.

Para el desarrollo de estas operaciones se utilizarán más mismas instalaciones de apoyo detalladas en el EIA Proyecto FLNG GSM.

4.2.18.1 Embarque de la Tripulación

El FLNG contará con alojamiento y dispositivos de salvamento diseñados para una dotación de 90 pasajeros durante las operaciones normales en una configuración de camarote individual, con un máximo de aproximadamente 180 pasajeros durante las campañas de puesta en servicio y mantenimiento. 20 camarotes individuales, 60 camarotes dobles y 10 camarotes para 4 personas.

4.2.18.2 Transferencia de Personal

Durante las operaciones en paralelo con buques de GNL u otros buques (buque de suministro, barco de tripulación, etc.), la transferencia segura de personal entre el FLNG y el otro buque se realizará mediante grúa dedicado (*transfer basket*, en inglés) del FLNG al Carrier o mediante plataforma de embarque y desembarque (*boat landing area* en inglés) entre lancha de personal y FLNG.

Para el traslado seguro de la tripulación se incluirán métodos de traslado enumerados a continuación:

- El traslado rutinario de la tripulación será por medio de embarcaciones. Las mismas atracarán al buque en un sector destinado a tales fines.
- Helipuerto para traslado de personal en caso de producirse una eventual emergencia.

4.2.18.3 Helipuerto

El FLNG MKII contará con una plataforma para helicópteros, la cual tendrá un tamaño acorde con los criterios CAA/CAP 437 del Reino Unido, adecuados para el aterrizaje de un solo helicóptero del tamaño de un Sikorsky S-92.

4.3 ASPECTOS OPERATIVOS

4.3.1 Generación de Energía y Consumo Energético

El FLNG MKII tiene capacidad de generación de energía para satisfacer las demandas de carga de proceso y servicios auxiliares:

- Traslado del buque
- Operación de la FLNG
- Parada para realizar tareas de mantenimiento

Dispone de equipamiento eléctrico esencial, para condiciones normales de operación y de emergencia.

La generación de energía eléctrica a bordo se realizará de acuerdo con los siguientes requisitos:

- 230 VCA / 60 Hz / 1 fase
- 440 VCA / 60 Hz / trifásico, hasta aprox. 250 kW (para equipos existentes)
- 690 VCA / 60 Hz / Trifásico, hasta 399 kW
- 6.600 VCA / 60 Hz / trifásico, desde 400 kW hasta 2.000 kW
- 13.800 VCA / 60 Hz / trifásico, superior a 2.000 kW

4.3.2 Insumos Principales

A continuación, se resume el inventario de todas las sustancias empleadas por el buque.

Tabla 4. Inventario de insumos del buque FLNG.

Sustancia	Cantidad
Refrigerantes	197 Tn en trenes de licuefacción 94 Tn almacenadas
Gas natural (en estado líquido y gaseoso)	166 tn en todo el proceso 58.500 tn (125.000 m^3) en los tanques de carga
Aminas	29 tn
Diésel	5.800 m^3
MDO	1.860 m^3
Aceites	Lubricantes: 220 m^3 Hidráulico: 6 -10 m^3

- **Diésel**

El diésel se utiliza para los generadores de energía (esenciales y de emergencia), los motores de las bombas de incendio y como combustible de respaldo para las calderas. Su uso será circunstancial.

- **Marine Diesel Oil (MDO) o Diésel Marino**

El consumo de Combustible Diesel Marino (MDO) podrá suceder en:

- Generadores de energía de emergencia y esenciales
- Generadores de energía principal de combustible dual
- Bombas de agua contra incendios

Se espera que el consumo de MDO sea muy bajo, ya que se utilizará únicamente durante las pruebas de rutina de los equipos y emergencias. No se utiliza durante la operación normal. El MDO se transferirá al buque mediante un barco de suministro una vez al año o menos (debido al bajo nivel de consumo). El combustible será provisto por proveedores locales.

Los generadores de la FLNG están diseñados para funcionar con gas natural por lo que el consumo de MDO será puntual para situaciones anormales o de emergencia.

- **Heavy Fuel Oil (HFO) o Fuel Oil Pesado**

El HFO sólo se utiliza en las calderas del barco por el sistema de propulsión para su traslado hasta el punto de anclaje. Los tanques son de doble fondo y estarán vacíos durante la vida útil del proyecto.

- **Gas Combustible**

El gas combustible proviene de dos fuentes principales: el fraccionamiento de líquidos pesados durante la licuefacción y del gas de regeneración comprimido luego de sistema de pre-tratamiento de gases.

Alimenta a las turbinas de gas de los compresores de los trenes refrigerantes (luego de sobrecalentarse), a los generadores de gas, las calderas y antorchas.

También se puede utilizar como combustible el Flash-gas y el Boil-Off gas (BOG).

- **Aceite**

El aceite lubricante se utiliza para reducir la fricción entre partes móviles, en este caso se abastece para su uso en los generadores de las turbinas de vapor.

- **Nitrógeno**

Por un lado, se lo utiliza como componente de la mezcla de refrigerante (99.9% puro). Además, se emplea para el purgado y la inertización de equipos (97 % puro). De forma secundaria, si fuese necesario, para sellar equipos rotativos y equipos de refrigeración.

El nitrógeno se proporcionará mediante una planta que de generadores de nitrógeno que se detalló en el Apartado 4.2.12.

- **Aire Comprimido**

El aire deberá ser filtrado, seco y libre de aceite para uso continuo. Se cuenta con dos sistemas diferenciados para suministro de planta de licuefacción (Aire de Planta) y otro para equipos fuera de esta (Aire Instrumental).

El sistema de generación de aire comprimido se detalla en Apartado 4.2.11.

- **Aminas**

El abastecimiento de amina se realiza mediante isotanques que se cargan desde el punto de acceso al buque y luego se transfiere hasta los tanques de almacenamiento permanente.

4.3.3 Generación y Tratamiento de Efluentes

- **Agua de Enfriamiento**

El agua de enfriamiento utilizada en el proceso de licuefacción se descargará al mar desde el lado de babor del buque a una profundidad de aproximadamente 3-4 m (calado en torno a los 10 m). Esto ocurrirá a través de un sistema de descarga dispuesto horizontalmente y en ángulo recto hacia la línea central del barco.

La geometría general del FLNG y la salida de descarga de agua de refrigeración se ilustran en la Figura

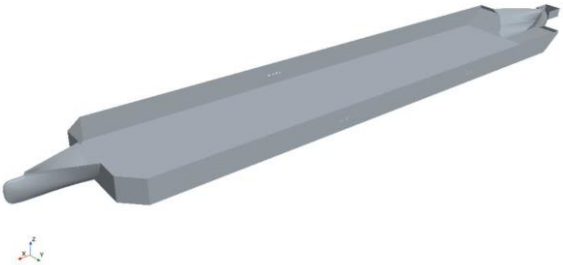


Figura 9. Forma general del casco debajo de la superficie del mar del buque FLNG MKII. Fuente: Análisis de dispersión de descarga de agua de refrigeración FLNG MKII (VYSUS GROUP, 2024).

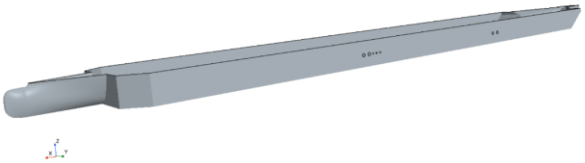


Figura 10. Ubicación de las líneas de descarga y entrada de agua de refrigeración, vista de Baborbuque FLNG MKII. Fuente: Análisis de dispersión de descarga de agua de refrigeración FLNG MKII (VYSUS GROUP, 2024).

La velocidad actual es de 1 m/s. Los caudales de descarga del agua de refrigeración se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Caudales de descarga del agua de refrigeración.

Punto de Descarga	Punto de Origen	Presión (barg)	Caudal de Efluente (m^3/h)	Descarga Continua?
1	Recipiente de condensador N°2	1	3250	SI
2	STG Condesador N°2	1	5500	SI
3	Recipiente de condensador N°1	1	3250	SI
4	STG Condesador N°1	1	5500	SI
5	Lavado a contracorriente	1	5500	NO
6	Agua de enfriamiento N°1 y N°2	1	150	NO
7	Agua de enfriamiento N°3 y N°4	1	150	NO
8	Descarga Puerto AFT N°1	0,75	20940	SI
9	Descarga Puerto AFT N°2	0,75	20940	SI
10	Descarga Puerto FWD N°1	0,75	20940	SI
11	Descarga Puerto FWD N°2	0,75	20940	SI
12	Descarga Puerto M&U 1	1	3710	SI
13	Descarga Puerto M&U 2	1	3710	NO
14	Enfriamiento de motores	1	850	SI
15	Enfriamiento de motores de emergencia	1	77	NO

La guía del IFC (2007) sobre medio ambiente, salud y seguridad para las plantas de gas natural licuado (GNL) del Banco Mundial (IFC), determina que el agua fría o de refrigeración se descargará en las aguas superficiales en una ubicación que facilite al máximo la mezcla y enfriamiento de la columna de agua térmica para garantizar que la temperatura no supere en 3°C la temperatura ambiente en el perímetro de la zona de mezcla, o a 100 metros de distancia del punto de descarga.

En el estudio realizado por Vysus China Inc., consultora de riesgos independiente, contratada por la empresa GOLAR y la constructora del buque MKII, se realizó el análisis de dispersión de la descarga de agua de refrigeración para el proyecto. El objetivo del estudio es evaluar el cumplimiento de las Directrices sobre medio ambiente, salud y seguridad de la IFC.

Los resultados muestran que el aumento máximo de temperatura a 100 m de la salida de descarga de agua de refrigeración es de 1,7 °C para el Caso 3, a una profundidad de agua de 300 m y con la corriente predominante. Se concluye que el diseño actual cumple con las Directrices sobre medio ambiente, salud y seguridad de la IFC las descargas de agua de refrigeración no deben provocar un aumento de la temperatura del agua de mar superior a 3 °C por encima de la temperatura ambiente en el borde de la zona donde se produce la mezcla y dilución inicial, que se considera a 100 metros del punto de descarga.

- **Aguas Residuales**

Son los efluentes generados por el uso de las dependencias sanitarias por parte de la tripulación. Se dirigirán a la Planta de Tratamiento para el ajuste de parámetros previo a su vuelco. En este sentido, se dará cumplimiento a los requisitos de MARPOL especificados por la Resolución MEPC 227(64) de la Organización Marítima Internacional para el Anexo IV de MARPOL de la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques. No obstante, la descarga al mar del agua tratada deberá cumplir los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías los que a la fecha de este estudio adoptan las directivas de MARPOL.

El volumen de aguas residual generado en la FLNG variará según el número de personas a bordo y típicamente puede oscilar entre 10 m^3/día durante las operaciones normales y 30 m^3/día durante eventos de mantenimiento.

- **Agua de Sentina**

El agua de sentina (o agua oleosa) es aquella que contiene trazas de aceites y fluidos procedentes de las distintas áreas de máquinas del buque.

La FLNG está equipada con un Sistema de Separación de Aceites a fines de cumplir con el límite de descarga al mar para el agua de sentina que debe tener un contenido de aceite inferior a 15 mg/l (Edición Consolidada de MARPOL 2011; MARPOL, 2011).

El aceite residual se dirige a un tanque de aceite usado que es luego llevado a tierra para su tratamiento y disposición final.

El agua ya tratada, que cumple con las especificaciones de calidad, podrá ser descarga al mar. No obstante, esta descarga deberá cumplir los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías los que a la fecha de este estudio adoptan las directivas de MARPOL.

- **Drenajes**

Los drenajes consisten principalmente en agua de lavado o agua de escorrentía de lluvia.

El drenaje de las áreas que pueda aportar pequeñas cantidades de aceite se dirigirá a un sumidero, para ser luego enviado al Sistema de Separación de Aceites. Estas áreas estarán delimitadas para garantizar que el agua de drenaje fluya hacia el sumidero en lugar de directamente al agua.

Las áreas de la cubierta donde se manipula GNL no estarán delimitadas. Aquí, el agua de drenaje de la cubierta se dirigirá inmediatamente al mar como medida de seguridad del diseño.

- **Descarte de Rechazo**

Durante la producción de agua dulce, cada unidad de ósmosis inversa consume 12,2 m^3/h, del cual se extraen 5 m^3/h de agua potable. Los restantes 7,2 m^3/h de agua con alta concentración de sales se descargan directamente al mar. Este volumen habrá aumentado su contenido de sales en 1,75 veces lo que naturalmente contenía por unidad de volumen (es decir, si el agua de mar contiene un 3% de sal, el efluente contendrá un 5,25%).

Las dos plantas de desalinización operativas en el buque generarán un caudal de vuelco de 7 lt/s. Se espera que el agua descargada tenga una salinidad de alrededor de 60 ppt (partes por mil).

El agua tratada se descargará al mar por debajo de la línea de flotación, lejos y corriente abajo de las tomas de agua. La descarga debe realizarse lejos de la costa y en cumplimiento con las especificaciones de MARPOL y los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías.

- **Fluido de Prueba Hidrostática**

Se genera un descarte de agua dulce en la prueba hidrostática (la cual se ejecutará después de la instalación de la pieza de empalme que conecta el gasoducro submarino desde el PLEM hasta el riser en el Sistema SSY). Se estima que el volumen de fluido por descartar será reducido y no contendría sustancias aceitosas ni productos químicos, no obstante, se conducirá al separador de líquidos aceitosos.

4.3.4 Agua de Lastre

Tanto el buque FLNG como los buques metaneros están equipado con un sistema de lastre que permite una gestión satisfactoria de la carga, el calado y el trimado en todas las condiciones operativas y meteo-oceánicas, incluyendo el transporte del buque a su ubicación operativa (remolque marítimo), instalación, mantenimiento en alta mar y otras condiciones operativas.

Durante el viaje desde su lugar de origen hasta su lugar de destino, el agua de lastre se intercambiará en alta mar de acuerdo con la Convención de Agua de Lastre de la OMI. De esta manera, no se transportarán organismos/especies marinas potencialmente invasivas desde el puerto de salida para su liberación en el puerto de destino. Esta salvaguardia ambiental es un requisito para todas las embarcaciones involucradas en el comercio internacional.

En el sitio de amarre de la FLNG, el agua de mar de lastre que se tome en el barco se obtendrá localmente durante la descarga de GNL a los buques metaneros; esta misma agua de mar será bombeada nuevamente cuando el buque FLNG se haga más pesado con el llenado de sus tanques de almacenamiento durante el proceso de producción de GNL.

4.3.5 Generación y Gestión de Residuos

Residuos de aceite recolectados del sistema de separación de aguas aceitosas. Se almacenarán en un tanque hasta su posterior tratamiento en tierra mediante tratadores habilitados.

- **Residuos Asimilables a Domiciliarios**

Son aquellos generados por la tripulación en comedores y sitios de esparcimiento. Se encuentran contenedores diferenciados para la clasificación y separación de residuos.

- **Residuos Industriales No Peligrosos**

Se incluye chatarra metálica, embalajes, madera, cartón, papel y envases vacíos. Dichos residuos se separan en contenedores diferenciados según su potencial de recuperabilidad y reciclabilidad. Cada contenedor tendrá una identificación propia para su transporte a tierra.

Se contratará a una empresa autorizada para el tratamiento de residuos o envío a disposición final. Se gestionarán todos los permisos para la correcta gestión de estos residuos.

- **Residuos Peligrosos**

Se generará residuos peligrosos como resultado de algunos procesos durante las distintas etapas del proyecto.

Los residuos peligrosos generales pueden incluir:

- Solventes recuperados.
- Restos de productos químicos; pinturas y latas de pintura.
- Residuos biológicos de instalaciones médicas.
- Materiales contaminados con aceite (por ejemplo, absorbentes, filtros, trapos).
- Cartuchos de filtro reemplazados (filtros de polvo de mercurio), pueden contener trazas de mercurio; sin embargo, dado que el gas de alimentación real no contiene mercurio, no se espera residuo de mercurio).

Los residuos peligrosos generales se almacenarán en contenedores diferenciados y correctamente identificados antes de ser transferidos a tierra firme. Los residuos peligrosos se manejarán y almacenarán diferenciadamente de acuerdo con las fichas de seguridad de las sustancias químicas involucradas. Para su disposición en tierra se dará cumplimiento a la Ley Nº 3250 que regula los residuos especiales en la provincia de Río Negro mediante tratadores habilitados. Se completará el manifiesto para garantizar la trazabilidad desde su origen hasta destino final.

Una vez en tierra, se contratará a una empresa habilitada como operadora de residuos peligrosos para la gestión y disposición final de estos residuos

4.3.6 Emisiones Gaseosas

Se generarán emisiones por la combustión de gas principalmente durante las etapas de instalación, operación y desmantelamiento de la unidad FLNG considerando también la operación de los remolcadores y buques de apoyo que asisten estas actividades.

Actividades que generan emisiones durante la etapa operativa de la FLNG:

- La combustión de gas natural en las turbinas de gas utilizadas para accionar los compresores de refrigerantes (la MKII contará con dos turbocompresoras por cada tren de licuefacción).
- La combustión de gas natural en un generador para generar energía eléctrica. Hay un segundo generador de reserva
- La combustión de gas piloto y de purga (el flujo y la presión de estos gases son tan bajos que no pueden recuperarse ni aprovecharse en el proceso)
- Venteos de los sistemas de amina (torre stripper) y MEG (corrientes de baja presión que tampoco se pueden recuperar)
- Emisiones fugitivas de gas natural (CH4 principalmente) de las válvulas, conductos, compresores
- CO2 proveniente de la unidad de remoción de gas ácido en el proceso de licuefacción
- Emisiones de combustión de las antorchas, generadores diésel de servicios esenciales y generadores diésel de emergencia que queman MDO durante ciertas situaciones operativas no planificadas o de emergencia.
- Venteo de gas de los tanques de almacenamiento durante situaciones no planificadas.
- Combustión de diésel marino (MDO o MGO) para cubrir la demanda de energía de los buques de apoyo y lanchas que trasladan el personal.
- Durante la instalación del buque FLNG, las emisiones prevendrán de la quema de diésel marino en las calderas de vapor o en los generadores de emergencia.

Durante la operación de la unidad FLNG la principal contribución de emisiones será la combustión de gas en los equipos de generación de energía y los motores de los compresores, que generan energía eléctrica y mecánica en las facilidades de la unidad FLNG. La quema durante el venteo también es una fuente de emisiones, aunque es un evento de corta duración y excepcional.

La combustión regular de GNL en los motores y de diésel marino (en condiciones operativas no normales o de emergencia) resultarán en emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_X) y dióxido de azufre (SO_2), así como en gases de efecto invernadero, específicamente dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4). También se emiten COVs.

Los contaminantes emitidos en la combustión de GNL para generar energía incluyen principalmente NO_2, NO y CO. Por otro lado, la combustión de MDO incluye SO_2, NO_x, CO, Benceno y partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$). La quema de ambos combustibles genera CO_2 y CH_4.

A continuación, se presentan las principales fuentes de emisiones gaseosas durante las condiciones operativas normales:

- Se considera 4 turbinas de gas asociadas a los 4 trenes de licuefacción.
- Se emplea 1 generador de gas para el abastecimiento de energía durante la operación de descarga.
- La caldera funcionará principalmente a gas y se emplea para satisfacer la demanda de vapor del proceso.
- Las antorchas cumplen un rol en el control de emisiones y permiten gestionar las fluctuaciones de presión y quemar gases residuales que no se pueden aprovechar.

4.3.7 Emisiones Fugitivas

Refieren a las emisiones de gas natural no procesado (principalmente CH_4) debido a fugas en bridas, sellos de válvulas de control y sellos de compresores en las instalaciones. Se minimizarán mediante el uso de juntas soldadas cuando sea posible, sistemas de detección de gas y mantenimiento preventivo. Además se realizarán campañas de monitoreo de emisiones fugitivas in situ.

4.3.8 Generación de Ruido

Se identifican dos operaciones de generación de ruidos y vibraciones:

- **Operaciones de los buques metaneros y los buques de apoyo**

Emisiones sonoras submarinas que se originan en los buques metaneros y los buques de apoyo que asisten las tareas de maniobra y amarre, así como de los buques de apoyo que asisten al buque FLNG en su operación. El uso de propulsores (hélices) probablemente sea la fuente de ruido más significativa

- **Operación del buque FLNG**

Durante la puesta en marcha y la operación del buque FLNG, el ruido y la vibración submarina se atribuirán principalmente al funcionamiento de equipos y maquinaria ubicados dentro del casco del buque (incluyendo generación de energía, compresores y bombas) y equipos ubicados en la cubierta (incluyendo compresores, turbinas y motores).

4.3.9 Contaminación Lumínica

Las emisiones de luz artificial provendrán de dos fuentes principales: iluminación de navegación y operativa. Se requiere iluminación funcional en el buque FLNG a niveles que proporcionen un entorno de trabajo seguro para el personal durante las 24 hs. Los buques de apoyo y metaneros contarán con iluminación de navegación. También, la luz puede provenir del quemado de gases en las antorchas. Esta quema es intermitente variando en duración e intensidad y no ocurrirá durante las operaciones normales, excepto el encendido de la llama piloto. Si se pueden quemar gases durante operaciones no rutinarias como la puesta en marcha de distintas unidades o en situaciones de emergencia donde se despresurizan o purgan los sistemas que contienen hidrocarburos.

Respecto a las unidades de proceso, se tienen los siguientes niveles de luminancia para el área superior cumpliendo con los estándares API 540[4] (tabla 4):

- Área de proceso: 50 Lux
- Estructura de tuberías: 20 Lux
- Pasarelas / plataformas: 20 Lux

Para la iluminación general de las áreas, incluyendo escaleras, plataformas, paredes, pilares, pasarelas y estantes de tuberías, se utiliza iluminación tipo LED de 2x18 W. Se utilizarán luminarias LED lineales de 2 x 28 W para la iluminación normal y de emergencia de áreas de proceso, estanterías de tuberías, escaleras, pasillos y plataformas. Se utilizarán luminarias LED lineales de 2 x 28 W y 2 x 14 W con batería de respaldo integrada de 90 minutos. Las luminarias LED (lámparas LED) tienen un tiempo de reencendido corto y proporcionan luz en pocos segundos tras el restablecimiento del suministro eléctrico, por lo que se conectarán a una fuente de alimentación de emergencia.

4.3.10 Requerimiento de Personal

El buque FLNG MKII requiere una dotación de 90 personas que trabajarán en un sistema de rotación durante las operaciones normales. Sin embargo, este número puede aumentar durante las operaciones de mantenimiento y durante la puesta en marcha.

Para las operaciones a bordo, parte de la tripulación de GOLAR será argentina, la cual se irá incorporando progresivamente y pasará por un proceso de desarrollo de capacidades para cumplimentar los requisitos de los puestos de trabajo y garantizar el cumplimiento de las normas aplicables.

4.4 CIERRE Y DESMANTELAMIENTO DE LA UNIDAD FLNG

Al final del contrato entre SOUTHERN ENERGY y GOLAR, el buque FLNG se desconectará del sistema de amarre SSY, finalizará su actividad de acuerdo con las mejores prácticas ambientales y la legislación vigente en ese momento. El alcance del proceso de cierre será acordado entre las partes intervinientes y las autoridades sectoriales y jurisdicciones provinciales antes de iniciar dicha etapa.

5. ETAPA CONSTRUCTIVA

Los trabajos on-shore del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2 comprenden:

- El montaje de la vinculación entre el gasoducto terrestre (evaluado en el EIA antecedente del Proyecto FLNG GSM – Etapa 1) y el Tie-In del gasoducto submarino para el abastecimiento de la FLNG MKII. Esta vinculación comprende un tramo terrestre de gasoducto de 675 metros.

Mientras que los trabajos off-shore comprenden:

- El tendido de un gasoducto submarino para el abastecimiento de la FLNG MKII de aproximadamente 6 kilómetros de extensión.
- El montaje del dispositivo de amarre de la FLNG MKII (SPM, por su denominación en inglés: Single Point Mooring).

[4] Norma publicada por la American Petroleum Institute (API) que establece los requisitos de iluminación para áreas de proceso en instalaciones industriales

- Vinculación del dispositivo de amarre con la FLNG MKII mediante cadenas y abastecimiento del gas natural mediante *riser* o tubería flexible.

5.1 CRONOGRAMA DE OBRAS

La construcción del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2 en su conjunto está prevista para el inicio de las obras es junio de 2028 y para la finalización de las mismas es marzo de 2029.

Una vez finalizadas las obras, se movilizará el buque MKII desde su actual ubicación hasta el Golfo San Matías.

5.2 OBRADORES Y DEPÓSITOS TEMPORALES

Para la ejecución del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2, se utilizarán los mismos obradores e instalaciones detallados en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

Estos obradores se instalarán para la planificación de actividades, acopio de materiales, resguardo de vehículos y maquinarias, montaje de instalaciones y sistemas, tareas de mantenimiento, suministro de combustible y demás operaciones de apoyo a la etapa constructiva.

Se instalarán oficinas para diversas actividades administrativas y técnicas. Además, se prevé un comedor para el personal. Se instalarán baños químicos en cantidad suficiente y distribuidos según los sectores y frentes de trabajo. La gestión de los efluentes sanitario

También, se construirá un depósito adecuado para la disposición de materiales peligrosos o especiales con acceso restringido y que estará protegido de las condiciones climáticas. El depósito de combustibles deberá disponer de material absorbente para derrames de hidrocarburos.

5.3 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL TRAMO SUBMARINO DEL GASODUCTO

Tareas constructivas:

1. Tendido y colocación de tuberías.
2. Soldadas y revestidas en el fondo marino.
3. Soterramiento de la tubería a profundidades especificadas, de acuerdo a la tapada mínima requerida.
4. Estabilización adecuada del gasoducto submarino mediante post-zanjeado.
5. Limpieza interior, pruebas hidrostáticas, purga e inertización nitrogenada de toda la tubería.
6. Ensayos e inspecciones no destructivas
7. Inspección de las instalaciones de transmisión de gas y los accesorios para el transporte de gas.

5.3.1 Metodología Constructiva

Respecto al tendido de ductos submarinos, reviste especial importancia la zona en el que el ducto pasa de la costa al agua o viceversa (Aproximación Costera).

Se contemplan diversas alternativas de Aproximación Costera como Pull Out, Pull In, Perforación Dirigida Horizontal, Tunneling, Direct Pipe.

- Pull Out: Fabricación de la tubería en la playa y remolque de esta con boyas (para reducir su peso sumergido) a través de pequeñas embarcaciones hasta el punto de carga. Otra forma es fabricar secciones de tubería en la playa y traccionar (*pull out*) las mismas con un guinche sobre un buque de tendido localizado lo más cerca de la costa, según los requisitos de calado de la embarcación.
- Pull In. Fabricación de la tubería en una embarcación de tendido anclada lo más cerca posible de la costa, según los requisitos de calado de la embarcación mientras se tira con un guinche desde la costa (*pull in*). Otra forma es tener el guinche en la embarcación y una configuración de poleas ancladas en la playa. Una vez completada la aproximación costera, el barco de tendido puede comenzar a instalar la tubería hasta el punto de carga (utilizando el método S-lay).
- Perforación Dirigida Horizontal (HDD). Consiste en perforar un agujero de pequeño diámetro que servirá de guía para el gasoducto. La perforación se realiza a partir de un trepano en la punta de la máquina de perforación dirigida y la inyección de lodo bentonítico. En el punto de salida, un buque de tendido conecta un cabezal y un caño que permite agrandar el tamaño del agujero. Desde la costa, la perforadora va tirando del conducto para traerlo a tierra. Esto se realiza múltiples veces (método Yo-Yo) para ir agrandando el agujero progresivamente hasta llegar al diámetro necesario según el ducto a instalar. Alcanzado el diámetro adecuado, se tiende el gasoducto hacia la costa, soldándolo sobre el lecho marino y conectándolo con la cabeza del caño de perforación. El proceso finaliza cuando el cabezal de tiro llega al punto de comienzo de la perforación en la costa
- Tunneling. Esta metodología se caracteriza por la formación de un túnel desde un pozo de ataque ubicado en la costa. Una vez construido el túnel, se realiza el tendido del ducto dentro de este. Para la perforación se utiliza un cabezal con dientes de corte comandado desde la costa y se instalan tuberías de hormigón armado que se hincan desde el pozo de ataque trasladando el empuje a la tuneladora ubicada en el frente. Para pasar el gasoducto por el túnel perforado, se emplea una barcaza de apoyo (donde se acopian los ductos) que lo tire a la costa o, en caso contrario, se lo tira desde tierra al agua con un malacate ubicado en la barcaza.
- Direct Pipe. Es una combinación entre los métodos HDD y Tunneling presentados. Las perforaciones se realizan desde un pozo de ataque en la costa. Se emplea un propulsor que empuja continuamente la tubería hacia delante. Se utiliza un cabezal de perforación unido a la columna soldada y el conjunto avanza mediante la tracción del mismo a medida que realiza el túnel.

El ducto submarino debe ser estabilizado y/o enterrado, dependiendo de las regulaciones locales o las condiciones de diseño. Por lo general, se requiere estabilización hasta el punto de rotura de la ola para el evento de tormenta de 100 años, para garantizar que el gasoducto permanezca en su lugar.

Métodos de estabilización del ducto submarino:

- Pre-trinchera, que es una zanja abierta en la restinga y en la arena. Se considera el uso de explosivos como condición de máxima.
- Post-trinchera, donde la tubería se apoya en el lecho marino, y se coloca una máquina post-trinchera (ya sea chorros a alta presión o un elemento mecánico cortante) en la parte superior de la tubería y se tira utilizando un guinche, ya sea de la orilla o desde buque, hasta que la tubería logra la cobertura deseada.

Para este proyecto se prevé la apertura de una trinchera hasta donde finaliza la zona de restinga mediante retroexcavadora desde la costa (Pre-trinchera). El resto de la zanja se realizará con una maquina post-trenching (Jetting) que se colocará sobre la tubería y acompañará el tendido de ésta en simultaneo (Post-trinchera).

Para el tendido del ducto se consideraron dos secciones:

- La aproximación costera, donde la tubería es traccionada con un malacate, ya sea desde la playa (*pull in*) o desde una plataforma flotante (barcaza de tendido o pontón) que se posiciona lo más cerca posible de la costa (*pull out*).
- El tendido de tubería submarina, donde la tubería se instala utilizando una barcaza de tendido SWLB (*Shallow Water Lay Barge*). Para estas profundidades, la barcaza de tendido utilizara el método S-Lay con una estructura de salida en la proa que se denomina *stinge*r.

5.3.1.1 Aproximación Costera

Para este proyecto se consideró que la opción más segura es utilizar una barcaza de tendido típica (con calado de trabajo de 2,5 m), que se posicione en el punto de quiebre de ola de 10 años de recurrencia (675 m de la costa). Esta barcaza de tendido (de fondo plano) puede acercarse todavía más a la costa aprovechando las mareas y quedando en seco en bajamar.

Considerando un peso sumergido de aproximadamente 257 kg/m (con 3 pulgadas de concreto) y coeficiente de rozamiento de 1,1 (conservador), la fuerza de tracción necesaria seria de aproximadamente (1,1 x 257 kg/m (peso sumergido) x 1200 m) = 339240 kg ~ 340 ton. Durante la ingeniería básica se analizará el efecto del cable durante la tracción, las condiciones de bajamar y pleamar, además de considerar boyas para reducir el peso sumergido en un 50% y el efecto del cable durante el tendido (peso típico de 50 kg/m). Se asumirá un malacate de 400 toneladas de tiro. El posicionamiento del malacate definirá dos alternativas para esta metodología:

- Fabricación de la tubería (mediante soldadura de las juntas de 12 metros) en la playa sobre trenes de rodillos en secciones de 480 metros y traccionar las mismas con un malacate sobre la barcaza de tendido anclada a 675 metros de la costa (p*ull out* como se denomina en inglés). En este caso, el malacate se ancla con cables en tablestacas en la costa y se recomiendo un malacate de tiro lineal.
- Fabricación de la tubería en la barcaza de tendido (anclada a 675 metros de costa) en secciones de 12 o 24 (según el tipo de barcaza), y traccionar la misma con un malacate posicionada en la playa (*pull in* como se denomina en inglés). En este caso el malacate se ancla con un muerto de anclaje detrás del mismo y se recomienda un malacate de tambor (que es de menor dimensión que el lineal).

En ambos casos, una vez completado la tracción del ducto y que el mismo este posicionado en la aproximación costera, se realiza el post-zanjeado faltante hasta los 675 metros (es importante señalar que se utilizarán retroexcavadoras en toda la zona de restinga, aprovechando la marea baja), utilizando el malacate (*pull in* o *pull out*) traccionando el equipo de *jetting*. Una vez completado el enterramiento del ducto en la aproximación costera, el barco de tendido comienza a instalar la tubería hasta el punto SPM (utilizando el método S-Lay), y a la misma vez pasando el equipo de *jetting*, para enterrar la tubería a tope del lecho marino.

- **Metodología adoptada**

La metodología de instalación adoptada comprende un *pull in*, con el malacate en la costa, y la fabricación de tubería en la barcaza de tendido. La barcaza se coloca sobre sus anclas en línea y a popa con la alineación deseada de la tubería, tan cerca de la costa como lo permitan sus condiciones de calado y marea (en este caso se asume 675 metros).

El tiro del gasoducto comenzará una vez se conecte el cable de tiro con la cabeza de tiro sobre la línea de fabricación de la barcaza. La longitud total del cable se desenrollará y se colocará en la playa. La disposición real del cable comprende dos secciones de cable de alambre de 2 1/2" (de 1,100 m cada uno) conectados con *spelter sockets*, y se utilizarán poleas, soportes de madera, rodillos y boyas para acelerar la transferencia del cable de la playa a la barcaza.

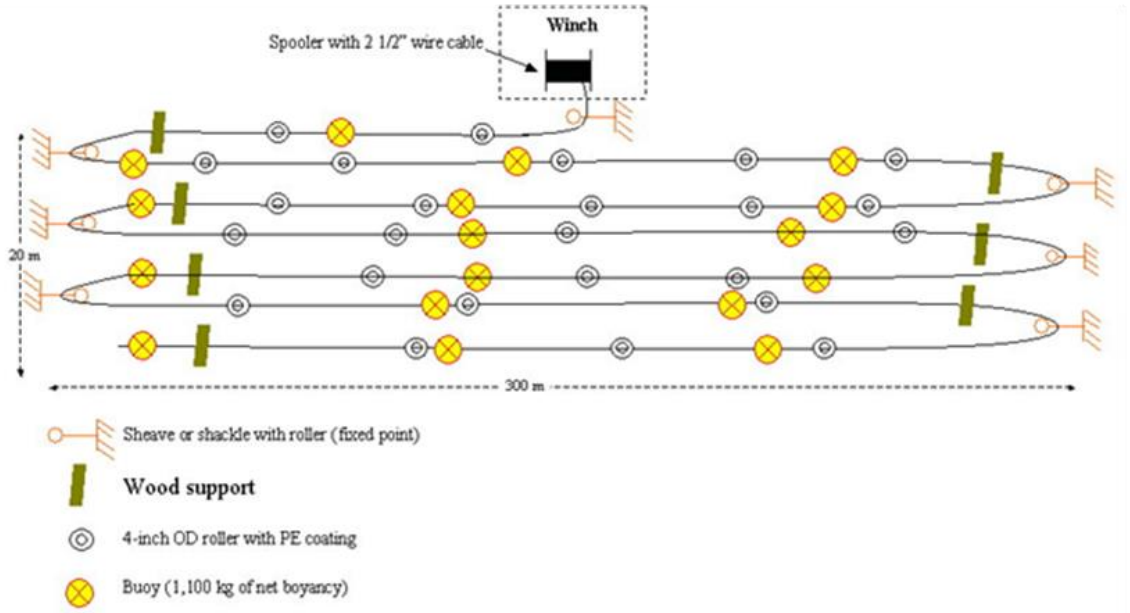


Figura 11. Arreglo cable de tiro de cabeza en playa.

Se instalará un malacate de tiro lineal de 400 toneladas en tierra y se anclará a un muerto de anclaje. Una línea mensajera, compuesta de cuerda de polipropileno, se extiende desde la playa hasta la barcaza utilizando una *zodiac*, un bote de trabajo y un remolcador, y luego el cable del malacate se tira de la barcaza y se conecta a un cabezal de tiro soldado a la tubería. El método de aparejo preferido es un solo cable desde el cabezal de tracción de la tubería en la barcaza directamente hasta el malacate, lo que garantiza un tirón simple y continuo de principio a fin.

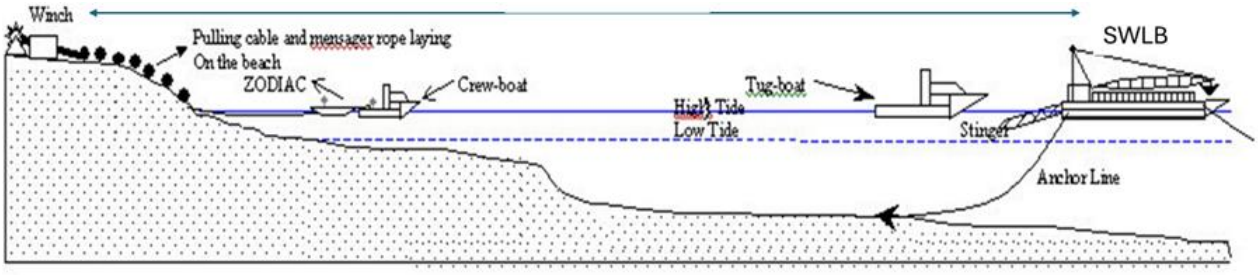


Figura 12. Arreglo pasaje de cable de tiro de playa a barcaza.

La Figura 13 muestra todos los elementos típicos que intervienen durante el paso del cable de tiro desde la playa hasta la barcaza. Para esta tarea se utilizarán tres diámetros de polipropileno diferentes, típicamente de 3/8", 1" y 2 1/2", que se van pasando *Zodiac* al *tug boa*t y al remolcador, respectivamente. El remolcador es el último que recupera la cuerda y lleva la cuerda del PP de 2 1/2" a la barcaza, donde se llevará el cable de acero.

La fuerza de tiro durante la instalación de la tubería varía linealmente a medida que las secciones progresivamente más largas de la tubería generan fuerzas de fricción con el lecho marino. La carga máxima de tracción utilizada para dimensionar el malacate y tirar de los cables suele producirse al final de tiro. La fuerza de tiro total se basa en el peso sumergido de la tubería, la longitud total de tubería y la fricción entre la tubería y el lecho marino, considerando el peor caso cuando tenemos toda la longitud de 675 metros de tubería sobre el lecho marino.

Una vez que el cable de tiro esté a bordo de la barcaza de tendido, el extremo del cable con el enchufe hembra se atará a un cáncamo en la cubierta de la barcaza, y luego toda la disposición del malacate tendrá la fuerza de tracción máxima para la que la barcaza sea adecuado, generalmente menos que 200 toneladas. Otra alternativa para probar el sistema es utilizar anclajes superpuestos (de 15 toneladas cada uno) para una carga de prueba de 200 a 400 toneladas.

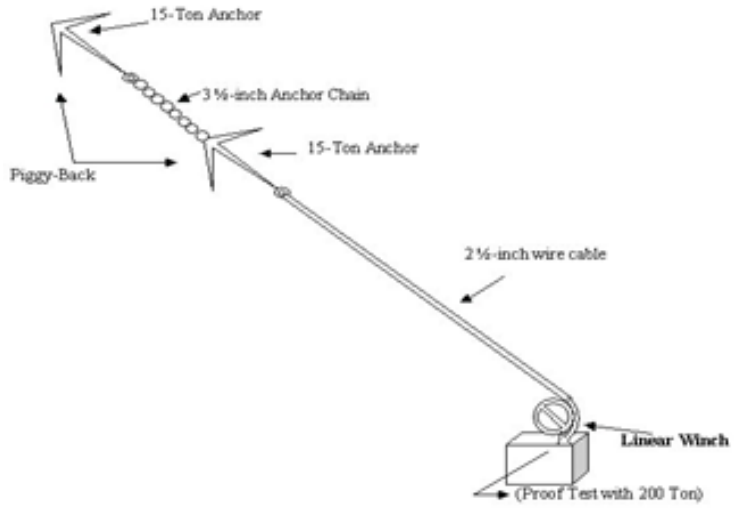


Figura 13. Arreglo de anclas para prueba de tiro del malacate.

La soldadura de la tubería comenzará a bordo de la barcaza de tendido. Un extremo de un cable de acero está unido a un cabezal de tracción al comienzo de la línea de producción, el otro extremo está montado en el malacate de tracción lineal colocado en tierra. A medida que se sueldan las uniones de las tuberías, el malacate tira de la tubería de la barcaza, que permanece estacionaria durante el tiro de la misma. Cuando el cabezal de arrastre llega a la orilla, el proceso se invierte: el oleoducto permanece estático mientras la barcaza de tendido se aleja, instalando la tubería a medida que avanza.

Es importante evitar durante el tendido que la tubería se tuerza por torsión y que la cabeza de tiro quede clavada en el lecho marino, dificultando toda la operación. Generalmente, las dos boyas en el cabezal de tiro y la del *spelter socket* (de unión de los tramos de cables) disminuirán drásticamente este efecto. Para aliviar el peso sumergido del cabezal de tiro y evitar enterrar el cabezal de tracción en el lecho marino, se soldará una *pup joint* entre el cabezal de tiro y la tubería.

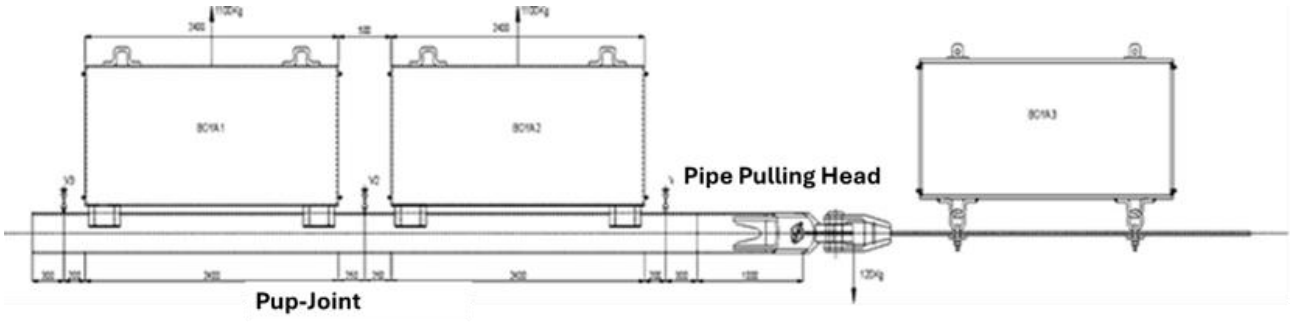


Figura 14. Arreglo de cabeza de tiro con boyas para evitar torsión.

El malacate de tiro lineal tiene que anclarse con un muerto de anclaje, que tiene que estar diseñado para tomar una fuerza de tracción máximas de 400 toneladas métricas. Generalmente, la disposición de anclado consiste en dos "haces de pilotes" verticales de 36 pulgadas enterrados a 5 metros de profundidad, a 35 metros del cabrestante. La disposición del muerto de anclase se instala en una zanja abierta y se rellena a través de un terraplén hidráulico.

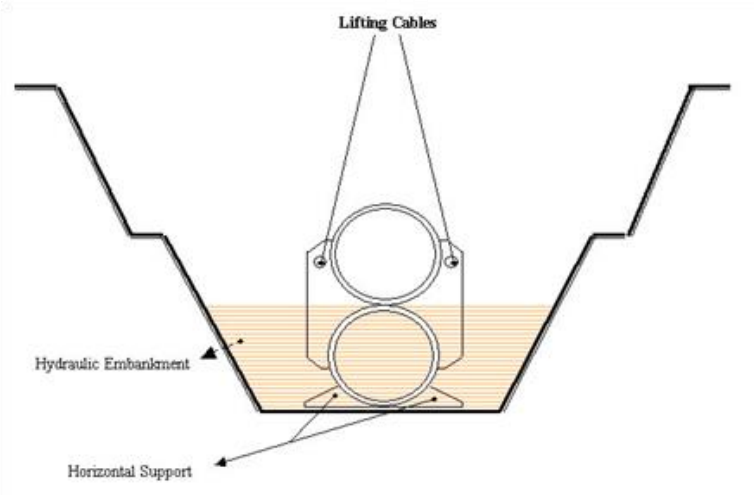


Figura 15. Arreglo Muerto Anclaje Para Malacate de Tiro Lineal

Dado que los cáncamos del malacate no resisten las cargas desplazadas, los dos cables de acero de anclaje estarán rectos. El cable de acero de anclaje del malacate es el mismo cable de acero de 2 1/2" que el especificado para la tracción.

Para el área del malacate de 400 toneladas es posible asumir un área de 60 x 35 metros donde vamos a tener equipos:

Malacate de tiro lineal con su sistema de anclaje, su tambor para enrollar el cable de tiro, con su sistema de anclaje, una grúa, carretes adicionales (se asumieron dos en nuestro caso), el HPU, y la cabina de control.

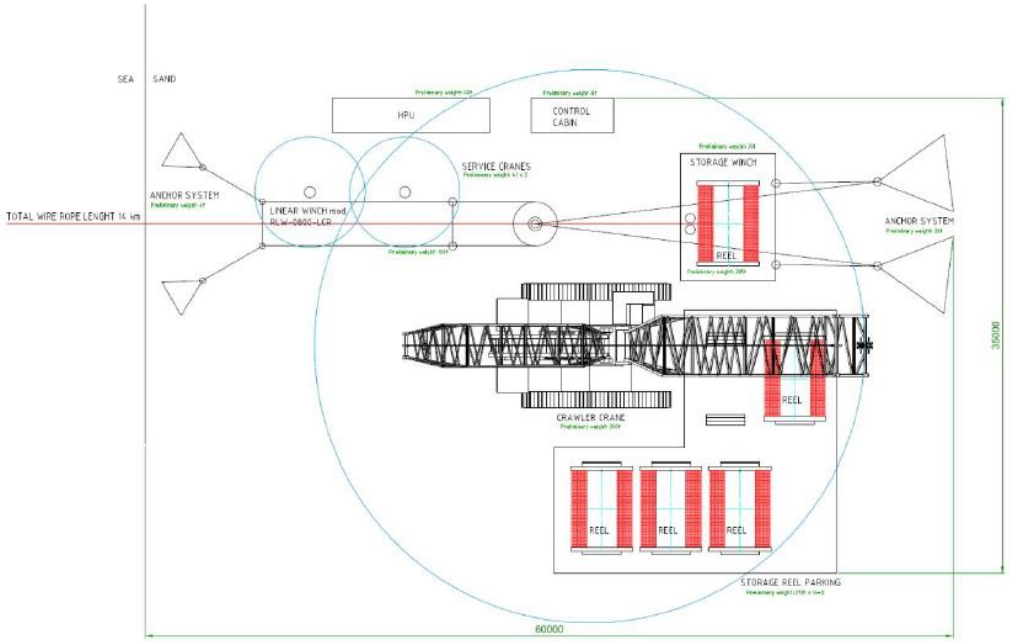


Figura 16. Arreglo típico de área de trabajo para malacate de miro lineal.

Finalmente, en caso de que la tubería tenga que abandonarse durante el tendido por mal tiempo o por alguna falla del tensionado, un cabezal de abandono se soldara a la tubería, que tiene dos válvulas y un scraper bidireccional, lo que asegura que la tubería pueda abandonarse inundada en caso de ser necesario por estabilidad. Una vez reiniciado el tendido, el agua se desplaza con aire, la tubería se recupera y se reinicia el tendido.

- **Metodología alternativa**

Se puede pensar como alternativa el empuje y tiro de tuberías en flotación, sea a nivel de agua o cerca del lecho marino (además de boyas se agregan cadenas para dar el peso de manera de tener una cierta distancia al fondo marino). Una vez en su lugar, la tubería descenderá al lecho marino mediante la liberación de los flotadores.



Figura 17. Operación típica de empuje y tiro.

La tensión necesaria para el descenso, el control y la alineación de la tubería se aplica mediante el posicionamiento del remolcador y/o un sistema de retención tipo pilotes hincados a lo largo de la ruta seleccionada.

La alternativa de empuje y tiro (*push & pull*) depende firmemente de la velocidad de las corrientes en el área, especialmente cuando las velocidades de corriente son menores a 0,1 m/s.

El método consiste en tener una logística adecuada, a saber:

- Un área de fabricación en tierra para soldadura de juntas y fabricación de secciones de 480 metros, con una rampa de lanzamiento adecuada con soporte de rodillos, sobre toda el área de la restinga.

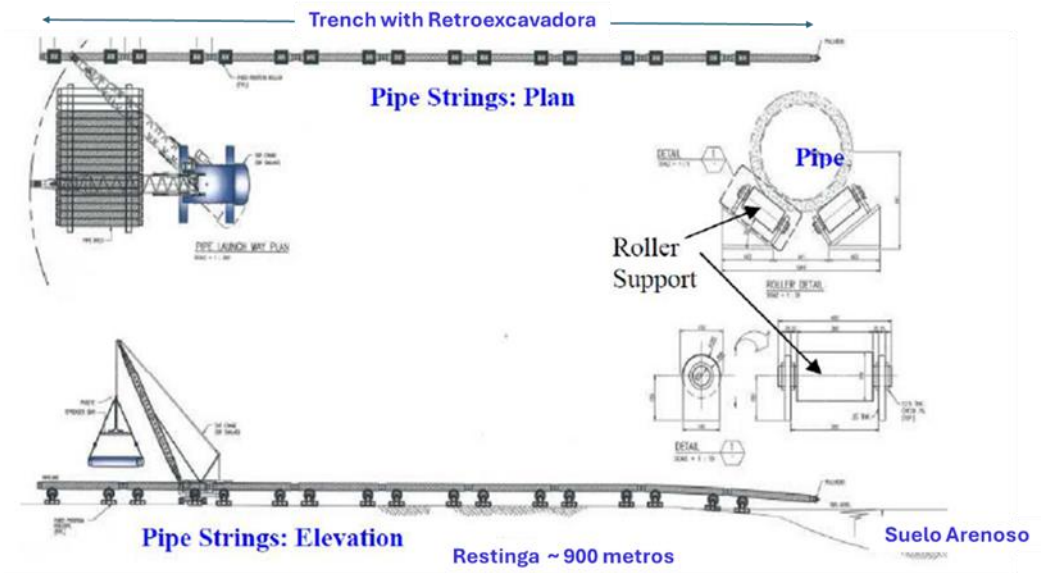


Figura 18. Fabricación y rampa de lanzamiento sobre restinga.

- Un remolcador adecuado.
- Un equipo de buceo que vaya anclando las secciones de acuerdo con la longitud final que quiera realizarse, ya sea 675 metros de aproximación costera (utilizando un pontón de base plane) o los 5200 metros (utilizando un barco de apoyo con posicionamiento dinámico).
- Las boyas del tipo flotante y se pueden instalar de acuerdo a diferentes configuraciones (sin cadenas de peso):

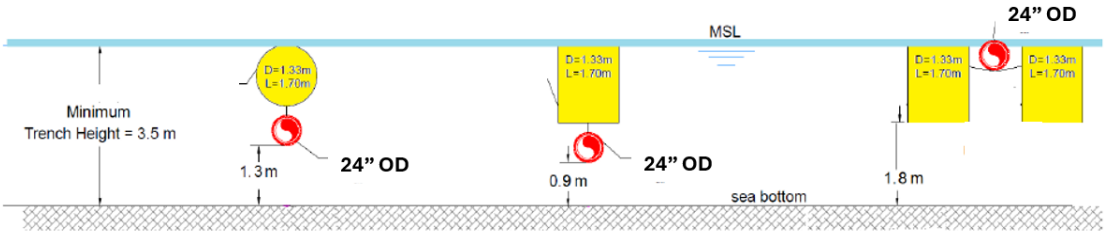


Figura 19. Potencial arreglo de boyas (sin cadenas).

5.3.1.2 Tendido S-Lay

Se utilizará un cabezal de A&R al final del alcance del trabajo de S-Lay. El cabezal de A&R se soldará a las líneas de amarre y se utilizará para bajar la tubería al lecho marino. Además, se instalará con abandono y recuperación. La cabeza de abandono se transforma en un cabezal de tiro para las operaciones de *pull-in* y *pull-out*, y también puede ser reemplazado por la estructura de terminación si el tendido se hace en línea o se abandona del SSY desde la proa de la barcaza. Otra posibilidad es abandonar la línea con el cabezal de abandono y recuperarla por izamiento a un lado de la barcaza y realizar la unión soldada para luego abandonar a la estructura de terminación en el lecho marino.

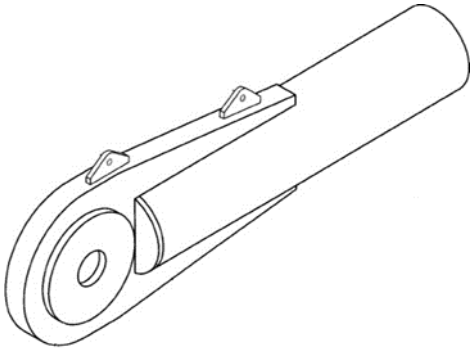


Figura 20. Cabeza de abandono y recuperación típica.

5.3.2 Equipos

Equipamiento de zanjeo

- Retroexcavadoras hidráulicas, auto elevables, o que pueden estar posicionadas en equipos anfibios en caso de trabajar las 24 horas. Se utilizarán para hacer la zanja en la zona de restinga.



Figura 21. Retroexcavadora típica (CAT 365) / Auto Elevable.

- Equipos de post-zanjeado tipo jetting. Desde el KP 1+000 hasta el KP 5+200.



Figura 22. Equipamiento Tipico Jetting.

Equipamiento de tendido

- El “spread” de tendido de tubería consiste en los siguientes elementos:
- Barcaza de tendido de agua rasas (SWLB) (1), con un draft mínimo de 2 a 2.5 metros (cargada). Esta barcaza se posiciona con anclas, a 1200 metros de la costa.
- Remolcadores para la manipulación de anclas (o Anchor Handling Tugs -AHT por su denominación en Ingles), de 400 HP (2) de bajo calado.
- Remolcador de carga (4000 HP) (1) para proporcionar tubería durante el tendido (AHTS)
- Barcazas de carga (2)
- Sistema de amarre especial compuesto por muerto de anclaje (DMA), líneas de amarre y boyas para las operaciones de anclaje de la barcaza de tendido.

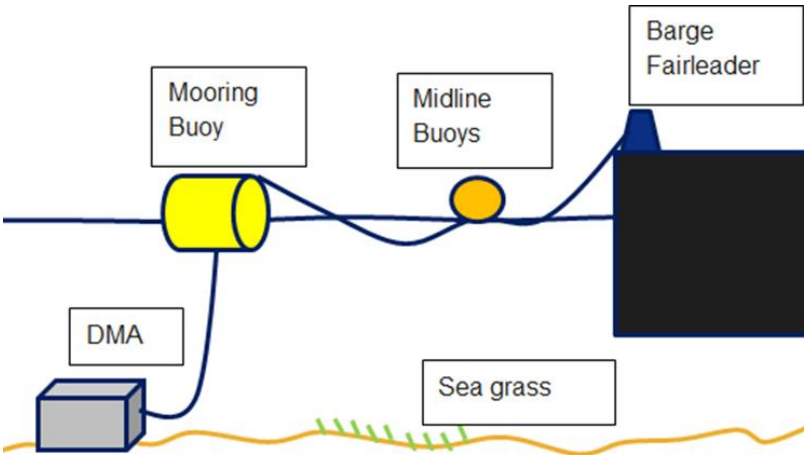


Figura 23. Arreglo Típico de Anclaje de Barcaza de Tendido.

Equipamiento de tracción o tiro

- Malacate de tiro lineal de 400 ton de capacidad cubrirá las expectativas de tiro. Será capaz de permitir el paso de un soquete y tirar de un cable de 100 mm de diámetro exterior, y tendrá dos HPU de 300 kw, con cabina de control y manguera de interconexión.



Figura 24. Malacate de tiro lineal típico.

El malacate de tiro lineal y todo su equipamiento asociado se dejan en muelle por un buque de suministro, y se transfieren en camión hasta la zona de trabajo (KP 0+437). El malacate se instala sobre sobre rieles perpendiculares al eje de tracción, lo que le permitirá desplazarse en las diferentes posiciones de tracción, número que depende de la capacidad del malacate. El malacate debe anclarse y se utilizan diferentes formas como un muro de tablestacas, muertos de anclaje de hormigón, pilotes hincados o anclajes de retención.

El malacate de tiro lineal se anclará con sus dos puntos de anclaje directamente vinculados a los anclajes o a una polea conectada a los anclajes.



Figura 25. Vista típica del cabrestante lineal desde el lado de anclaje con polea.

- Carretes de almacenamiento de cable (2), cada uno de los cuales tendrá una sección de 1100 m de largo. El peso de un carrete completamente cargado es de aproximadamente 70 ton. Se movilizará un bobinado hidráulico diésel 100 ton para enrollar el cable en los carretes de almacenamiento mientras se realiza el tiro.



Figura 26. Carrete de Almacenaje ("spooling winch") típico.

- Boyas de Tiro para que la tubería sea más ligera y, por lo tanto, reducir la fuerza de tracción, se podrán instalar unidades de flotabilidad (boyas) en la tubería. Se propone construir las boyas utilizando secciones de tubería de HDPE tapadas en sus extremos y atadas a la tubería. Alternativamente, se podría considerar el uso de boyas de plástico adecuadas para este tipo de operación. Las boyas se instalan cada 12 metros (una junta). Las boyas son fabricadas en tierra e instaladas durante las operaciones de pull-in o pull-out dependiendo la metodología de instalación.

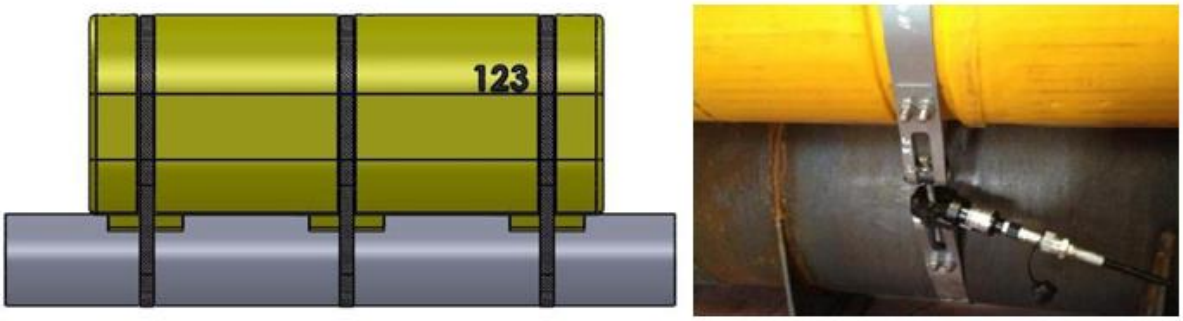


Figura 27. Arreglo típico de boyas de tiro y sistema de desacople.

- Barco de buceo (1) equipado con equipo de buceo de reemplazo. Para fines de emergencia, se ubicará una cámara de descompresión en tierra a poca distancia y de acuerdo con las reglas de buceo.



Figura 28. Barco de buceo típico.

5.4 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DEL DISPOSITIVO DE AMARRE SPM

La instalación del dispositivo de amarre SPM y SSY será apoyada por al menos un remolcador y constará de una serie de etapas:

- Inspección del sitio e instalación de defensas. La inspección del sitio puede determinar la necesidad de limpiar el fondo marino e instalar sistemas de protección del fondo marino y/o frente a colisiones con otras embarcaciones (defensas).
- Instalación de la base de amarre.
- Hincado y cementado: los tres pilotes se hincan en el fondo marino y se rellena con material adecuado para asegurar su estabilidad y capacidad de carga.
- Instalación de la torreta giratoria y el brazo de yoke, que conecta la base de amarre con la FLNG.
- Instalación del umbilical de control.
- Instalación del riser que permite la transferencia del gas desde el ducto submarino hasta la FLNG.
- Despliegue de las cadenas de amarre.

Para la instalación y conexión del dispositivo de amarre SSY se requiere la instalación de pilotes, el relleno de cemento y trabajos de buceo.

Se realizan pruebas previas a la puesta en marcha para verificar la integridad del sistema de amarre. Además, se realizan las correspondientes pruebas para la detección de fugas de la línea de alimentación de gas natural. Por último, previo al paso de gas, se purga la línea con nitrógeno.

5.5 INSUMOS Y SERVICIOS

Para la provisión de combustibles el obrador contará con tanques de acopio de diésel y tanques móviles avanzando con el frente de montajes.

El volumen de agua a utilizar para las pruebas hidráulicas para el gasoducto submarino de la Etapa 2, será de aproximadamente 1.600 m^3. Si el agua es una limitante se puede seccionar y hacer más de una prueba, reutilizando el agua. La selección y gestiones asociadas a la toma de agua a utilizar estarán a cargo del Contratista que resulte adjudicado para la ejecución de la obra

5.6 EFLUENTES Y RESIDUOS

Para todas las actividades constructivas se generarán distintos tipos de residuos. Los residuos domésticos se generan principalmente en los frentes de trabajo, en los obradores e instalaciones oficinas y comedor. Se incluyen restos de alimentos, envoltorios, papeles, todos asimilables a urbanos. Son retirados del área por camiones para su disposición final de acuerdo con la reglamentación vigente de la provincia/municipio.

Por otro lado, durante las actividades generales y de mantenimiento se generarán residuos de tipo peligroso como restos de solventes, pinturas, trapos contaminados con aceite e hidrocarburos. Estos se almacenarán en depósitos próximos a los obradores, equipados para tal fin, cerrados, protegidos de las condiciones climáticas y con acceso restringido. Las distintas corrientes de residuos se identificarán y almacenarán de forma diferenciada, y serán retirados por una empresa habilitada para la gestión de residuos peligrosos.

Por último, se generan residuos inertes e industriales del tipo no peligrosos característicos de toda construcción. Se generan en mayores cantidades tierra y relleno del movimiento y excavaciones de suelo, fragmentos de bloques, hormigón, piedra; vidrios, tubos metálicos, barras de acero de construcción, perfiles metálicos sobrantes, embalajes, plásticos, entre otros,

Tabla 6. Tasa de generación de residuos estimadas para la etapa constructiva.

Etapa	Tipo de Residuo Sólido	Cantidad (kg/mes)
Tendido de Ducto submarino	Biodegradables	40
	Especiales	25
	Metálicos	25
	Varios	50

La recolección y disposición final de residuos será a cargo de una empresa especializada y habilitada para tal fin. Estará prohibido arrojar en la zanja residuos de cualquier tipo o naturaleza mientras esta esté abierta.

Respecto a los residuos líquidos, será principalmente del tipo cloacal producto del uso sanitario por el personal de obra. Se instalarán baños químicos portátiles que serán vaciados por camiones cisterna para su transporte a sitios de tratamiento según lo determina la normativa vigente.

Un segundo tipo de efluente variable será de tipo industrial, generado por el lavado de equipos y maquinarias. También, se considera el agua derivada de las pruebas hidráulicas del gasoducto.

Tabla 7. Efluentes y emisiones principales de la etapa constructiva.

Tipo de Efluente	Descripción	Volumen Estimado	Gestión
Líquidos	Agua para prueba hidráulica	1600 m^3	N/A
Gaseosos	Emisiones de maquinarias	-	N/A
	Emisiones de material particulado por movimiento de suelo	-	-

Se generarán emisiones gaseosas producto de la combustión de motores de maquinarias y equipos generadores de energía. Se emitirán CO_2, SOx, NOx, HC, y PM.

Además, se emitirá ruido variable producto de las actividades constructivas, incluyendo: el transporte y movimiento de personas y materiales, el uso de maquinarias para la excavación y movimiento de tierra, perforación y excavación de zanjas, instalación de tuberías, operaciones de soldaduras y corte, montaje de estructuras y ensamblajes, funcionamiento de compresores y generadores de energía.

6. ETAPA OPERATIVA

El operador y el responsable de toda la infraestructura es SOUTHERN ENERGY, quien contrata a GOLAR para los servicios de operación y mantenimiento del buque FLNG MKII.

La vida útil del Proyecto FLNG GSM es de 20 años, durante los cuales la FLNG MKII se encontrará anclada en el Golfo San Matías, produciendo GNL a partir del gas natural (proceso de licuefacción). El gas natural será abastecido a través de un gasoducto dedicado conformando por un tramo terrestre y un tramo submarino. El gasoducto está diseñado para un caudal operativo de 30 MMSCMD, considerando el funcionamiento de las dos FLNG en funcionamiento simultáneo (FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII).

La operación de la FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1) y la FLNG MKII (Etapa 2) estarán a cargo de la empresa GOLAR, mientras que SOUTHERN ENERGY será responsable de la operación del gasoducto y todas las actividades terrestres principales de logística y apoyo, debiendo coordinar las operaciones con TGS para garantizar las condiciones de suministro de gas natural y con GOLAR el despacho de GNL, tal como se indicó en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

6.1 PROPIEDADES DEL GAS NATURAL

Las propiedades del gas natural tomada en el gasoducto San Martin será la detallada en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM Etapa 1.

- Presión en punto de Toma: 70 kg/cm_2g / (40 kg/cm_2g garantizado)
- Temperatura: 45°C
- Caudal estimado: 30 MMSCMD (considerando la operación de ambas FLNG)

6.2 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL FLNG

Genéricamente las equivalencias entre el LNG obtenido desde un gas natural tipo se indican a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8. Equivalencias LNG/GN[5]

Equivalencias		
Million tonnes per annum (of LNG)	Billon Cubic Feet per day (of GN)	Millones de metros cúbicos por día[6]
1 MTPA	0,131584156 Bcf/d	3,726048360 x 10^6 m^3/día

La capacidad de producción del MKII informada por SOUTHERN ENERGY varía entre 3,5 MTPA (millones de toneladas de LNG por año) según el tipo de gas natural tratado.

Para la capacidad declarada, se tiene el siguiente requerimiento de gas natural a ser procesado presentado en la Tabla 9.

Tabla 9. Capacidad de Producción del buque FLNG.

Producción Nominal (LNG)	Equivalente (GN)[7] (GN "Average" TGS)
3,5 MTPA	13,041 x 10^6 m^3/ día

6.3 SOPORTE LOGÍSTICO DE LA FLNG MKII

Para el soporte del funcionamiento de la FLNG MKII, es utilizará el mismo centro de soporte logístico indicado en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLGN GMS Etapa 1, es decir el centro que se instalará en el Puerto San Antonio Este. Esta ubicación responde a que éste será el puerto logístico del proyecto, desde donde se abastecerá y dará asistencia a la FLNG y los buques metaneros.

Esto incluye las actividades de transporte y transferencia de suministros y personal. También, se descargarán los residuos y efluentes generados abordo para darle un tratamiento acorde según lo indica la normativa.

Respecto al despacho de GNL, se deberá dar autorización a los buques metaneros y remolcadores que ingresen al área de exclusión de la FLNG, así como monitorear la operación de descarga. Además, se brindará asistencia y coordinación ante eventuales contingencias o situaciones de emergencia.

El centro logístico utilizará los servicios del puerto para la gestión de residuos, efluentes y abastecimiento energético.

Para el soporte del funcionamiento de la FLNG MKII se utilizará el mismo personal del Centro de Soporte Logístico que fue informado en el EIA Proyecto FLGN GMS Etapa 1. Por su parte, la FLNG MKII

[5] Fuente: https://natural-resources.canada.ca/energy/international/nacei/18057

[6] Equivalencia de volumen 1 cfd = 0,0283168466 m^3

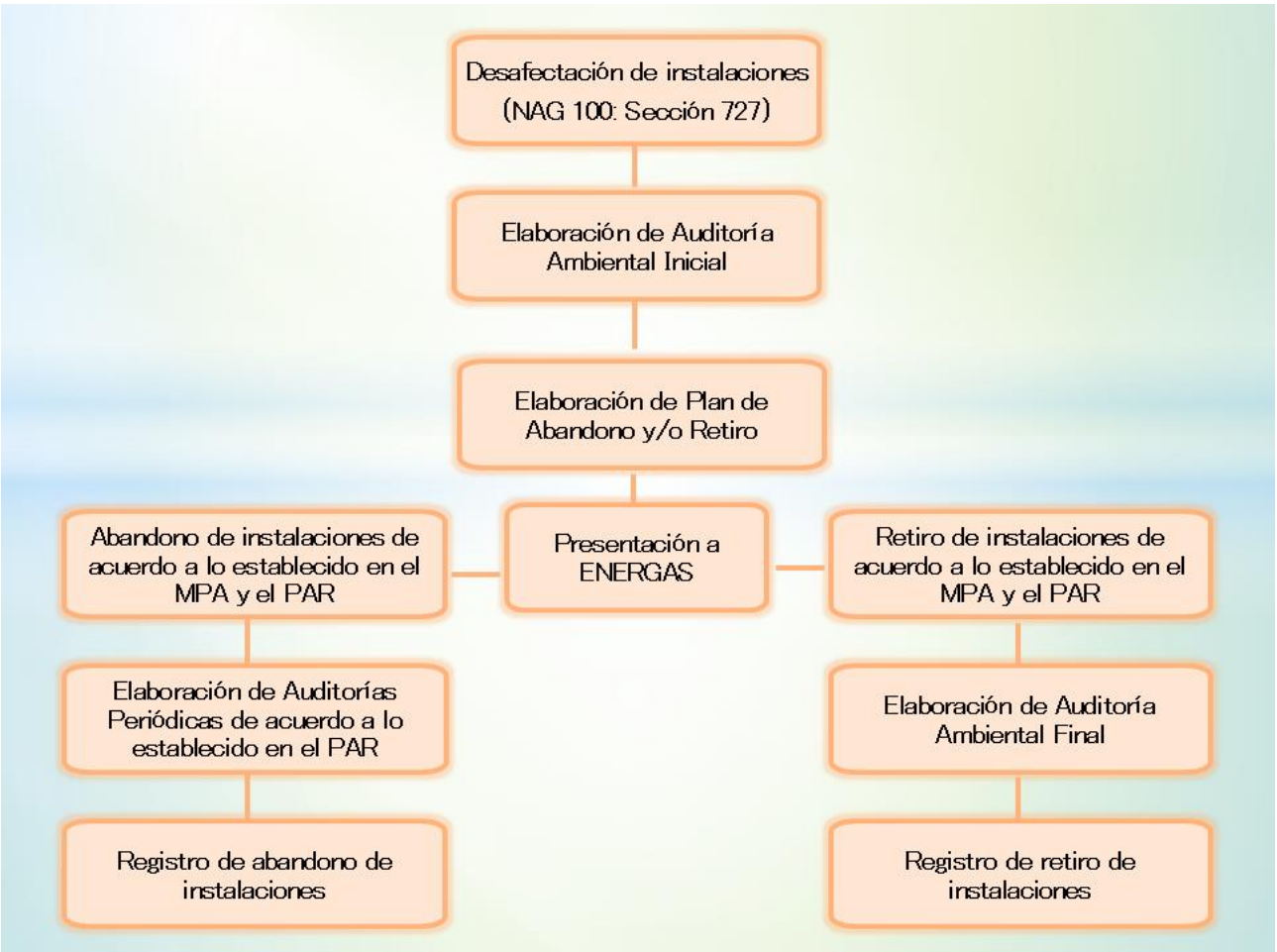
[7] Máxima producción según composición (cálculo de SOUTHERN ENERGY gas natural recibido de 9439 kcal/m^3 de PCS)

7. CIERRE Y ABANDONO

El Plan de Cierre de las instalaciones del Proyecto FLNG GSM una vez cumplida su vida útil, se elaborará conforme a las normas NAG-100 y NAG-153 de ENARGAS. Estas normas constituyen guías técnicas elaboradas por Gas del Estado, actualizadas en forma periódica con los avances tecnológicos y la incorporación de lo que constituyen buenas prácticas, tomando como referencia a diferentes estándares técnicos internacionales, como las normas de la American Gas Association, entre otras.

En igual sentido, la Norma NAG-100, en su sección 727, establece las actividades para el abandono o cierre de instalaciones; y la Norma NAG-153 (versión 2006, TO Resolución ENARGAS 1.609/09) contempla los requerimientos ambientales durante las actividades de desafectación y abandono de ductos, requiriendo la elaboración de auditorías de inicio y de cierre para la constatación de las condiciones ambientales.

Conforme el marco normativo del ENARGAS, el Plan de Cierre se enmarca en la Etapa de Abandono o Retiro (NAG 153) que establece que hacia el final de la etapa de operación se deberá elaborar un Plan de Abandono o Retiro. El PAR es un documento técnico que incluye los procedimientos técnicos para proceder al abandono o el retiro de instalaciones desafectadas, así como las medidas de protección ambiental a ejecutarse durante la ejecución del mismo. En este sentido, a los efectos de asegurar la protección ambiental del área de influencia de las instalaciones durante esta etapa, se deberá seguir el siguiente procedimiento (NAG 153):



En síntesis, una vez autorizado el retiro de servicio con remoción o abandono de los ductos por parte de ENARGAS, se deberá seguir el procedimiento establecido en materia ambiental, con el fin de llegar a la auditoría final y la demostración de la inexistencia o minimización de cualquier afectación al ambiente. El ENARGAS actúa en estos casos como órgano sectorial técnico competente en materia ambiental, en virtud de una ley sectorial que le asignó estas atribuciones, sin perjuicio de las potestades provinciales de carácter general en materia ambiental.

7.1 PROCEDIMIENTOS

El abandono de las instalaciones tendrá lugar al término de la vida útil del proyecto y quedar el mismo fuera de operación permanente. Llegado el momento, los buques FLNG se desconectarán de sus sistemas de amarre SSY y partirán hacia sus nuevos destinos. En ese momento, SOUTHERN ENERGY S.A. deberá definir un Plan de Cierre para las instalaciones (gasoductos e instalaciones superficiales, sistema de amarre SSY y planta compresora) conforme a las normas NAG-100 y NAG-153 de ENARGAS.

Para la desafectación de las instalaciones se podrá optar entre dos alternativas: el abandono o el retiro. La decisión de la alternativa de desafectación seleccionada deberá estar justificada técnicamente como la opción ambiental más idónea, considerando también trámites de baja de las servidumbres y la conformidad de los propietarios.

Como primera medida se llevará a cabo una **Auditoría Ambiental Inicial** donde se describirá la situación ambiental de las instalaciones en su entorno y se señalarán las recomendaciones sobre la conveniencia de proceder con el abandono o el retiro de las mismas.

Definida la opción de desafectación, en conformidad con las Autoridades Sectorial y Jurisdiccional, se deberá elaborar un **Plan de Abandono y/o Retiro** con los procedimientos técnicos para proceder al abandono o el retiro de instalaciones desafectadas, así como las medidas de protección ambiental a ejecutarse durante la ejecución del mismo.

El PAR deberá contener los siguientes requerimientos mínimos:

- **Detalle de las instalaciones**: deberá describir en forma detallada cada una de las instalaciones a desafectar (incluyendo la ubicación y descripción del lugar, características técnicas, motivo de la desafectación, etc.) y su vinculación con otras existentes, en caso de corresponder. A esa descripción se debe adjuntar un plano o un mapa de ubicación georreferenciado.

- **Actualización de Línea de Base Ambiental**. Se deberá realizar la caracterización del ambiente al momento de realizar el abandono. Para esto se deberán analizar los monitoreos realizados durante la operación, los cuales deberán ser complementados con campañas adicionales de ser necesario.

- **Definición de Retiro o Abandono**. En base al detalle de las instalaciones y la actualización de la LBA, así como el resultado de la Auditoría Ambiental Inicial, se elaborará el PAR y se definirá la mayor o menor conveniencia ambiental entre efectuar el abandono o el retiro de la cañería y las instalaciones. Siempre se debe tener como primera opción la posibilidad de dar continuidad a la operación y, cuando esta no sea viable, decidir el mejor uso o aprovechamiento de las instalaciones.

- **Identificación de Principales Impactos**. Una vez definidos los pasos necesarios para realizar el retiro o abandono se deberán identificar los impactos ambientales asociadas a estas tareas.

- **Definición de Medidas de Gestión Ambiental**. Tomando como base el Plan de Gestión desarrollado en el marco del EsIA para la etapa de Construcción se deberán ajustar los programas para el retiro o abandono.

Una vez remitido y aprobado el PAR por las Autoridades Sectorial y Jurisdiccional, SOUTHERN ENERGY S.A. podrá comenzar el proceso.

En el caso de retiro, se deberá llevar a cabo una Auditoría de cierre de tercera parte, con el correspondiente Informe de **Auditoría Ambiental Final** que deberá ser presentado y aprobado por las Autoridades.

En el caso de abandono, se ejecutarán monitoreos o controles ambientales (**Auditorías Ambientales Periódicas**) para controlar la efectividad de las acciones realizadas. Los informes deberán ser remitidos a las Autoridades.

7.1.1 Abandono o Inactivado de Instalaciones

De acuerdo a lo dispuesto en la NAG 100, Sección 727 - Abandono o Inactivado de Instalaciones, y el Apéndice G-12 del Material de Guía - CIERRE PLANIFICADO se especifica el siguiente procedimiento para el abandono de gasoductos y cañerías principales de distribución.

a) Control previo al abandono.

Se deberá revisar la documentación de archivo y efectuar las pruebas de campo necesarias para asegurar que los gasoductos estén desconectadas de toda fuente y suministro de gas (tales como otros gasoductos, cañerías de cruce, estaciones de medición, líneas de control u otras).

b) Gas residual o hidrocarburos

No deberá completarse el abandono hasta que no se determine que el volumen de gas natural o de hidrocarburos líquidos contenidos en la sección abandonada no plantee un riesgo potencial.

Generalmente es aconsejable purgar las cañerías de 200 mm (8") y mayores, y los tramos largos de cañería de diámetro menor.

c) Purgado[8]

Los gasoductos se purgarán utilizando aire, gas inerte o agua.

Según lo indicado en la Sección 629, cuando se purgue el gas de una cañería por medio de aire, éste deberá ser inyectado en el punto de la línea desde el que se efectúe el trabajo, o inducido (aspirado) por los extremos; el flujo deberá ser moderadamente rápido y continuo a una velocidad aproximada de 15 m/s. Si se emplea aire como agente de purga se deberán tomar los recaudos para asegurar que no haya presencia de hidrocarburos líquidos. Si el aire no puede ser suministrado en cantidad suficiente como para evitar la formación de una mezcla peligrosa de gas y aire, deberá introducirse en la línea un bolsón de gas inerte delante del aire.

[8] Material guía: "Purging Principles and Practice" de la American Gas Association (A.G.A.), sobre el purgado de gas natural e hidrocarburos líquidos.

La Sección 751 establece la necesidad de Prevención de Ignición Accidental disponiendo que el operador deberá tomar medidas para reducir al mínimo el riesgo de ignición accidental de gas en cualquier construcción o zona donde la presencia del fluido constituya un peligro de incendio o explosión, incluyendo lo siguiente:

- cuando se ventea a cielo abierto una cantidad peligrosa de gas, toda fuente potencial de ignición deberá ser retirada de la zona, y deberá contarse con un extinguidor de incendio adecuado;
- no podrá realizarse soldadura o corte por medio de arco eléctrico o gas, en caños o en componentes de cañería que contengan una mezcla explosiva de gas y aire en la zona de trabajo;
- fijar letreros de advertencia donde sea necesario.

Previamente al proceso de purgado, se deberá notificar a los funcionarios públicos correspondientes y al público de las cercanías a la descarga de gas. Las consideraciones primarias para establecer la necesidad de la mencionada notificación son el ruido, el olor y la posibilidad de una ignición accidental.

d) Sellado

Entre los métodos aceptables de sellado de gasoductos o aberturas principales están comprendidos, según sean como aplicables, los siguientes:

- Utilizando cierres normales de extremos (tales como casquetes soldados o roscados, tapones roscados, bridas ciegas, casquetes y tapones con junta mecánica).
- Soldando chapa de acero en los extremos del caño.
- Llenando los extremos con un material de obturación adecuado.
- Cerrando los extremos por aplastamiento.

Consideraciones adicionales para purgado y sellado

- Llenado del tramo abandonado con agua o con un gas inerte para evitar el riesgo potencial de combustión.
- Otra acción ideada para evitar peligrosos hundimientos provocados por colapso del caño causado por corrosión o carga externa.

e) Seccionado de los tramos abandonados

Todas las válvulas que se dejen en los tramos abandonados deberán cerrarse. Si el segmento es largo y existen pocas válvulas de línea, se tomará en consideración taponar el mismo a intervalos.

f) Remoción de instalaciones aéreas y rellenado de huecos

Todas las válvulas sobre nivel, prolongaciones, cámaras y cajas de cobertura de válvulas deberán ser removidos. Las cámaras y las cajas para válvulas vacías se rellenarán con un material compactado adecuado.

Por último, se deberá proceder con el reacondicionamiento del sitio a su estado original, garantizando la limpieza del terreno, la recomposición y la nivelación del suelo, y la ausencia de pasivos ambientales, debiéndose remediar las capas de suelo alcanzadas por derrames de hidrocarburos o combustibles. Para todas las tareas se deberán aplicar los lineamientos establecidos en el Manual de Procedimientos Ambientales vigente.

7.1.2 Retiro de Instalaciones

El retiro de las instalaciones deberá iniciarse una vez que se haya concluido con el proceso de abandono. El retiro se efectuará por tramos definidos y el proceso completo deberá tardar el menor tiempo posible.

Para el retiro de las instalaciones se deberá seguir el procedimiento inverso al de instalación de un gasoducto (Apertura de zanja, Extracción de instalaciones, Tapada de zanja, Restauración de la pista y Disposición final de las instalaciones)

En este sentido, a continuación, se detallan las Pautas Mínimas de Protección Ambiental establecidas en la NAG 153, Sección 1.3 Manual de Procedimientos Ambientales, aplicables al proyecto.

Pautas de carácter general:

- La política de la empresa deberá ser la de observar y promover el respeto y la protección de la flora y fauna de las áreas en las que desarrollan las actividades.
- Se debe procurar la instalación de los campamentos en zonas alejadas de las planicies de inundación de ríos o arroyos.
- La selección del lugar para campamentos debe ser realizada en sitios sin arboleda. Es obligatoria la restauración ambiental de esos sitios.
- En lo posible, no se deberán desmalezar los accesos. Las cámaras sépticas deben ser construidas de modo tal de asegurar que no se contaminarán los niveles acuíferos subyacentes.
- Los depósitos de combustibles deben ubicarse en zonas alejadas de los campamentos. Los tanques o depósitos deben estar sobre una pileta impermeable con una berma de protección que asegure la contención de, al menos, el doble de la capacidad del recipiente. En todo momento se deberán tener disponibles paños absorbentes de hidrocarburos y absorbentes de tipo orgánico biodegradable, para eventuales derrames.
- En todo momento, se deberán tener disponibles paños absorbentes de hidrocarburos y absorbentes de tipo orgánico biodegradable para eventuales derrames.
- El suelo contaminado accidentalmente con hidrocarburos debe ser considerado residuo peligroso y debe ser sometido a la gestión pertinente.
- El acopio de materiales debe realizarse en un sitio en el que deberán seguirse los mismos criterios mencionados para el helipuerto.
- La gestión de los residuos industriales, peligrosos y no peligrosos debe ser realizada en un todo de acuerdo con los marcos regulatorios a nivel nacional, provincial y municipal vigentes.
- En zonas arboladas, los cruces de caminos no deben realizarse como una continuación directa de la pista, sino que deben ser efectuados con desvíos con el objeto de mitigar el impacto paisajístico.
- Ante el hallazgo de restos arqueológicos o paleontológicos, se debe detener la obra en ese lugar, que solo quedará liberada nuevamente mediante autorización expresa del profesional ambiental responsable en la obra.
- Se debe comunicar a las autoridades locales la iniciación de las obras en tiempo y forma.
- Está prohibido arrojar a la zanja residuos de cualquier tipo o naturaleza. Para los casos en que sea necesario colocar en la zanja otro tipo de litología ajena a la propia del terreno, deberá ser la mínima necesaria a los efectos de la ingeniería de construcción.

Pautas de ingeniería:

- La zanja debe permanecer abierta el menor tiempo posible, el que no deberá superar los 10 días. Los anchos máximos permitidos para la apertura de pista serán los siguientes en función de los diámetros de las cañerías utilizadas.

	Área de desechos	Zanja	Área de trabajo	Ancho máximo de intervención
22" < ø ≤ 30"	3,40 m	1,10 m	10,50 m	15 m

- La nivelación de la pista sólo se llevará a cabo en los lugares donde se requiera una superficie adecuada para los equipos de trabajo, debiendo en esos casos proceder con la mínima remoción de la superficie vegetal.
- En lo posible se debe evitar el uso de explosivos o bien reducir al máximo su utilización.
- En el caso de cruces de cursos de agua y vías de comunicación, se deben confeccionar planos en planta, y cortes transversales y longitudinales del cruce.

Pautas de carácter geológico:

- Se deben mitigar los impactos relacionados con las modificaciones de las geoformas y las perturbaciones al sistema de escurrimiento hídrico superficial.
- Durante las tareas de zanjeo, se deberá separar el material edáfico de acuerdo con la secuencia de los horizontes del suelo y se deberá respetar esa secuencia edáfica durante la tapada.
- Se deberá evitar el encauzamiento de vías de escurrimiento superficial sobre la pista.

Pautas de carácter biológico:

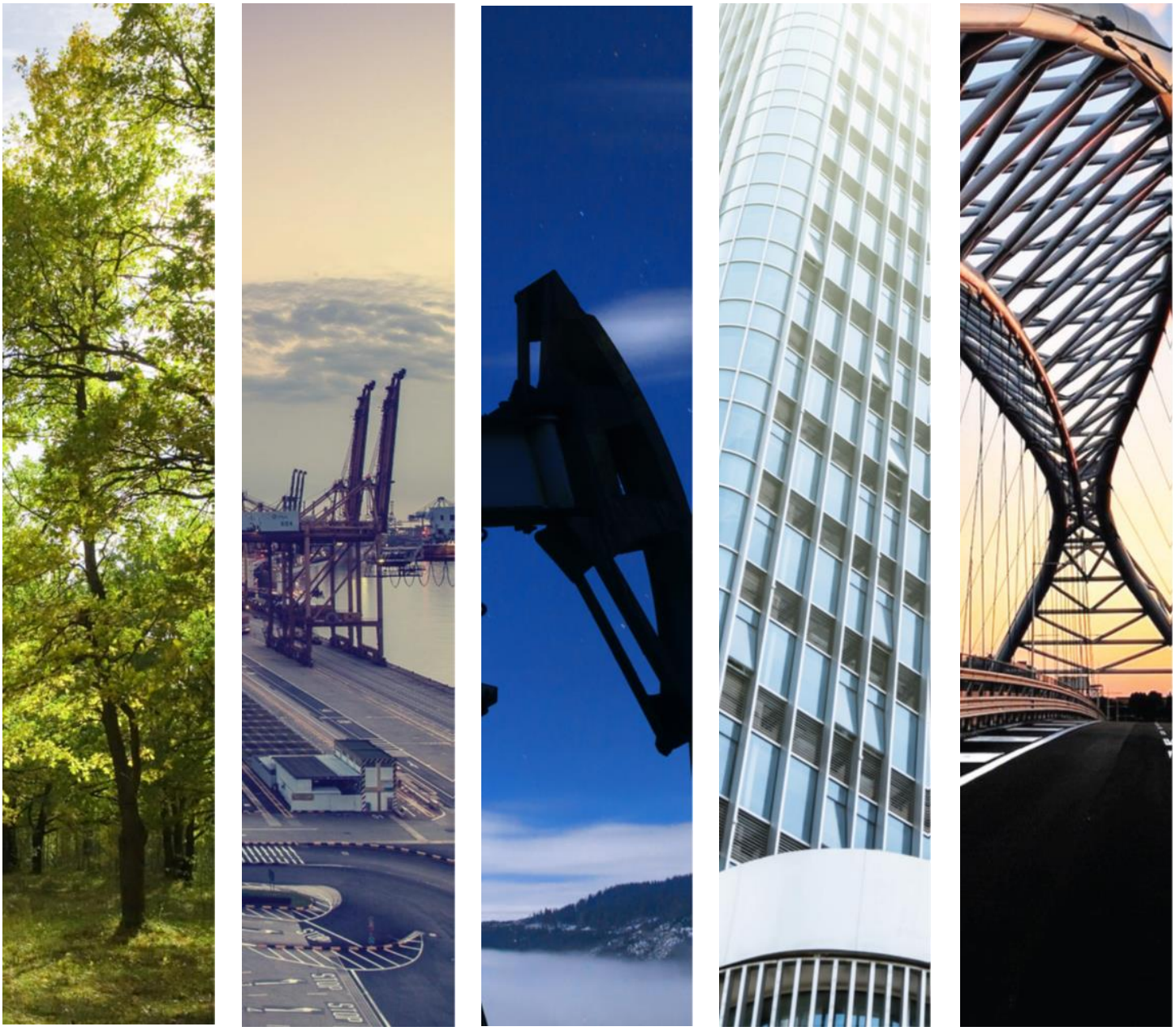
- Una vez finalizadas las tareas, se deberán revegetar los sitios afectados con idénticas especies o bien con aquellas que sean compatibles con el área considerada
- Se deben mitigar los impactos relacionados con la cobertura vegetal, las modificaciones de las geoformas y las perturbaciones al sistema de escurrimiento hídrico superficial.
- Está prohibido cortar árboles cuyo diámetro supere los 50 cm, medidos a 1,5 m de altura, cualquiera sea la especie de que se trate.
- La vegetación removida deberá ser trozada y dispuesta en la misma traza a efectos de minimizar los procesos de erosión, y se deberán tomar todas las precauciones necesarias para que la acumulación de la biomasa no constituya riesgo de incendios y no presente riesgos a la seguridad de las personas.
- Está prohibida la caza de animales (incluida la pesca) de cualquier especie, por el personal vinculado a la empresa.
- Los campamentos y obradores deben ser ubicados fuera de hábitats frecuentes de animales silvestres.
- Se deberán mantener las márgenes de los cursos de agua con la mayor cantidad de vegetación posible.
- Todos los vehículos deberán estar provistos de arrestallamas, cuyo uso será obligatorio en los casos en que existan riesgos de incendio.

Pautas de restauración:

- Las tareas de limpieza y restauración deben comenzar inmediatamente después del relleno de la zanja. Se deben restaurar las pendientes o taludes modificados.
- Una vez finalizadas las tareas, se deben restaurar todos los drenajes y sistemas de escurrimiento superficiales.
- Se debe escarificar el relleno y áreas circundantes a la zanja para promover la revegetación natural.
- Todo camino o senda abierto para la obra, no necesario una vez finalizada ella, debe ser cerrado y restaurado.
- Se debe evitar el proceso de erosión en pista, colocando material permeable en zanjas perpendiculares a la picada.

Finalizadas las tareas de retiro de las instalaciones, se lleva cabo la Auditoría Ambiental Final que documenta las acciones y las recomendaciones pertinentes en materia ambiental y las conclusiones del cierre de los aspectos ambientales. Se deberá garantizar que el sitio fue restituido y acondicionado hasta alcanzar su estado original. Los terrenos deberán estar libres de residuos y contaminantes, siendo necesaria la remediación del suelo en caso de derrame hidrocarburos o combustibles.

Se notificará a la Autoridad Regulatoria sobre la finalización del Plan de Retiro. Se realizarán auditorías posteriores de control, espaciadas en el tiempo, para evaluar la efectividad del programa de cierre propuesto.



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 4: Área Operativa y Áreas de Influencia

Junio 2025

CAPÍTULO 4: ÁREA OPERATIVA Y ÁREAS DE INFLUENCIA

ÍNDICE

1. ÁREA DE ESTUDIO 3

2. ÁREA OPERATIVA DEL PROYECTO 4

3. ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 5

3.1 ÁREAS DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE NATURAL 5

3.1.1 Área de Influencia Natural Directa (AIND) 5

3.1.2 Área de Influencia Natural Indirecta (AINI) 6

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANTRÓPICO 8

3.2.1 Área de Influencia Social Directa (AISD) 8

3.2.2 Área de Influencia Social Indirecta (AISI) 9

1. ÁREA DEL ESTUDIO

El **Proyecto FLNG en el Golfo San Matías** se emplaza en la provincia de Río Negro, a 35 km al sur de la localidad de Las Grutas. Las FLNGs Hilli Episeyo y MKII se ubicarán en las aguas del Golfo San Matías a 4,5 km de la costa y distantes 3,5 km una de la otra. El Centro de Soporte Logístico del proyecto se ubicará en el puerto San Antonio Este.

El Proyecto FLNG GSM abarca instalaciones on shore y off shore:

- Instalaciones on shore:
  - Cabecera: instalación desde donde se deriva el gas natural proveniente del Gasoducto General San Martin y donde se ubica la Planta Compresora que impulsará el gas natural a través del gasoducto.
  - Gasoducto Tramo Terrestre: ducto soterrado a través del cual se transporta el gas natural desde la Cabecera hasta la Terminal.
  - Terminal: instalación donde se bifurcan el tramo terrestre del gasoducto en dos tramos submarinos.
- Instalaciones off shore:

  Etapa 1
  - Gasoducto Tramo Submarino 1: ducto submarino a través del cual se transporta el gas natural desde la costa hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG Hilli Episeyo.
  - SSY 1: dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG Hilli Episeyo a instalarse en el lecho submarino a -35 mLAT[1] de profundidad.
  - FLNG 1: unidad flotante de licuefacción (Buque Hilli Episeyo) donde se produce GNL a partir del gas natural y se despachan los buques metaneros para su transporte.

  Etapa 2
  - Gasoducto Tramo Submarino 2: ducto submarino a través del cual se transporta el gas natural desde la costa hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG MKII.
  - SSY 2: dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG MKII a instalarse en el lecho submarino a -35 mLAT[1] de profundidad.
  - FLNG 2: unidad flotante de licuefacción (Buque MKII) donde se produce GNL a partir del gas natural y se despachan los buques metaneros para su transporte.

Tabla 1. Principales coordenadas del Proyecto FLNG GSM.

Componente	Observación	Latitud	Longitud
Cabecera	Planta Compresora / Inicio Gasoducto Tramo Terrestre	41° 7'45,50"S	65°19'10,19"O
Terminal	Final Gasoducto Tramo Terrestre y Bifurcación	41° 7'20,86"S	65° 9'32,00"O
Tie In 1	Inicio Gasoducto Tramo Submarino 1	41° 7'17,58"S	65° 9'14,23"O
SSY 1	Dispositivo de Amarre Buque Hilli Episeyo	41° 8'1,69"S	65° 5'56,18"O
Tie In 2	Inicio Gasoducto Tramo Submarino 2	41° 7'9,80"S	65° 9'14,33"O
SSY 2	Dispositivo de Amarre Buque MKII	41° 6'6,84"S	65° 5'52,80"O
SAE	Centro de Soporte Logístico	40°47'56,89"S	64°53'2,76"O

[1] mLAT: Profundidad en metros en condición de Marea Astronómica más Baja.

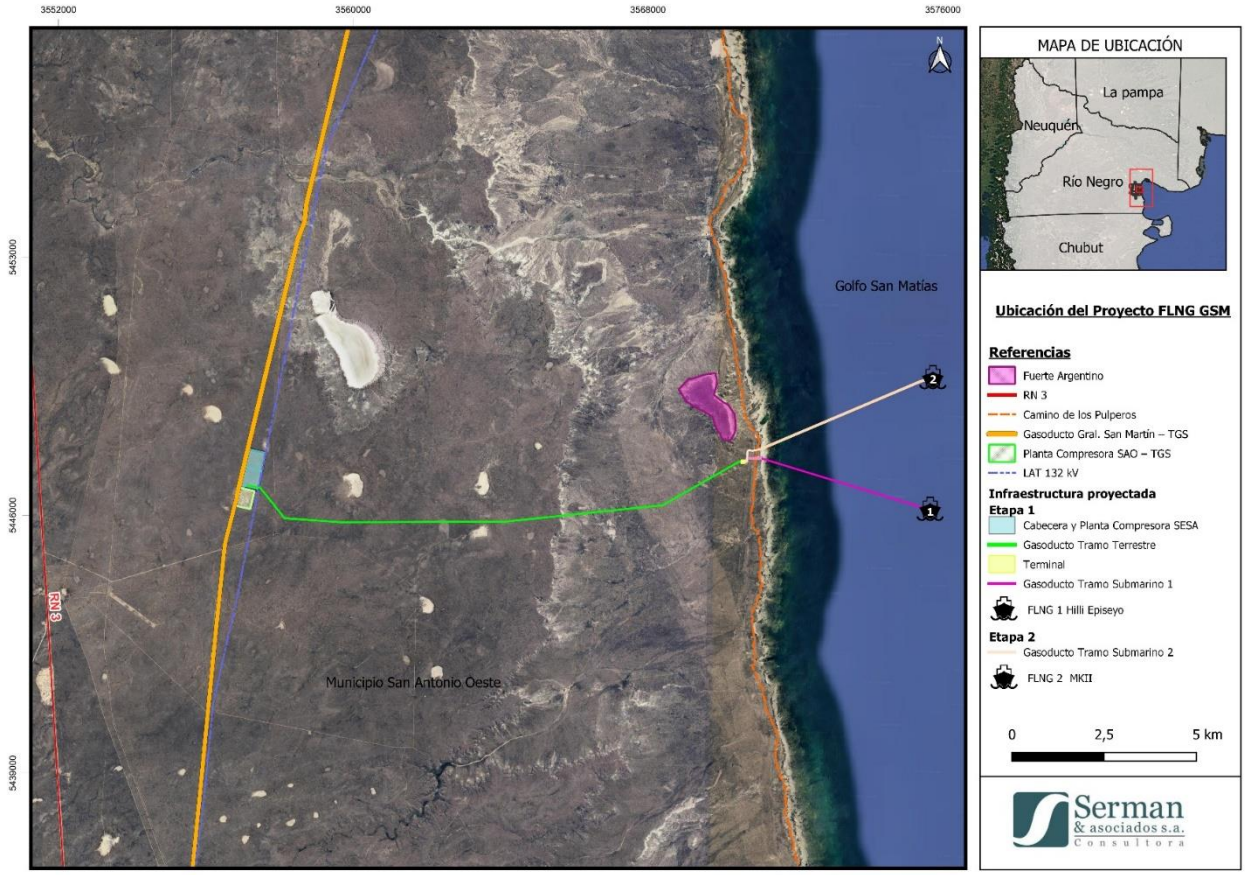


Figura 1. Ubicación del Proyecto FLNG en Golfo San Matías, Provincia de Río Negro.

2. ÁREA OPERATIVA DEL PROYECTO

El Área Operativa (AO) de un proyecto comprende los espacios físicos donde se ubican las obras y las instalaciones vinculadas al proyecto, así como los espacios físicos donde se llevan a cabo actividades o tareas vinculadas al proyecto.

En el caso del Proyecto FLNG GSM, el AO comprende:

- Las instalaciones propias del proyecto:
  - Instalaciones on shore: Cabecera y Planta Compresora; Gasoducto terrestre.
  - Instalaciones off shore: Gasoductos submarinos; Dispositivos de amarre y abastecimiento de las FLNG; y las FLNG Hilli Episeyo y MKII.
- Las instalaciones vinculadas al proyecto (donde se llevan a cabo actividades o tareas propias del proyecto), aunque no sean instalaciones propias del proyecto:
  - Puerto San Antonio Este.
- Los espacios físicos donde se llevan a cabo actividades o tareas propias del proyecto:
  - Camino de servidumbre del Gasoducto terrestre.
  - Área de exclusión de los Gasoductos submarinos.
  - Área de exclusión de los buques FLNG en el Golf San Matias.

- Las rutas de acceso terrestres y marinas por donde se desplazan los vehículos y las embarcaciones vinculadas al proyecto:
  - El camino de acceso a la Cabecera de gasoducto terrestre desde Ruta Nacional 3.
  - La ruta marítima entre las FLNG y el puerto de apoyo (Puerto San Antonio Este).
  - La posible ruta marítima de los buques metaneros al ingresar al Golfo San Matías en dirección a las FLNG.

Particularmente, los componentes propios de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM son:

- Gasoducto submarino 2 (Tie In 2 – SSY 2)
- Dispositivos de amarre y abastecimiento de la FLNG MKII (SSY 2)
- FLNG MKII

3. ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Se define como área de influencia de un proyecto a la zona sobre la que será posible medir impactos derivados de las acciones que proponga el mismo. Según sea el tipo de impacto, directo o indirecto, el área podrá ser de influencia directa (AID) o indirecta (AII). La "Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental" de la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS, 2019) define al Área de Influencia Directa (AID) como "*la máxima área envolvente del proyecto y sus instalaciones asociadas, dentro de la cual se pueden predecir con una razonable (fundamentada) confianza y exactitud los impactos ambientales directos sobre los receptores sensibles identificados en el área de estudio*"; y al Área de Influencia Indirecta (AII) como "*el área dentro de la cual se prevén impactos indirectos vinculados a impactos directos del proyecto, y cuyos efectos se podrían superponer o acumular con efectos ambientales de otros proyectos pasados, presentes o futuros*".

Dado que la manifestación de los impactos ambientales de una actividad, obra o proyecto puede variar de un componente a otro y de una actividad a otra, resulta factible que, en el proceso de identificación y delimitación del área de influencia de dicho proyecto, se establezcan áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, que luego se adicionan para definir el área de influencia del proyecto. De este modo, la delimitación del área de influencia puede considerar uno o varios polígonos.

3.1 ÁREAS DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE NATURAL

3.1.1 Área de Influencia Natural Directa (AIND)

El AIND es la escala territorial natural donde se podrían generar las afectaciones directas de las obras y acciones propuestas sobre los factores físicos y bióticos del ambiente.

Para la delimitación del **área de influencia directa del componente natural** se utiliza, en primera instancia, los lineamientos establecidos por la Norma NAG-153 para la definir el Área de Influencia Directa de proyectos de gasoductos. En segunda instancia, se recurrió a los resultados de la modelación de la propagación submarina del ruido generado por los buques en movimiento (potencial afectación fisiológica de los organismos marinos producto de la contaminación sonora); y los resultados de la modelación de las descargas de los efluentes desde el buque FLNG (potencial afectación sobre la calidad del agua).

Definición del AIND

Tabla 2. Descripción de Área de Influencia Natural Directa.

Ambiente	Indicadores de afectación	Observaciones
Costero-Marino	AID Gasoducto (NAG-153)	▪ 500 m a cada lado de la traza del gasoducto submarino y 1 km entorno al SPM de la FLNG
	Propagación acústica submarina: potencial impacto acústico con efectos fisiológicos	▪ 1,3 km entorno al SPM de la FLNG
	Comportamiento de la pluma térmica: potencial afectación de la calidad del agua	▪ 2 km entorno al SPM de la FLNG

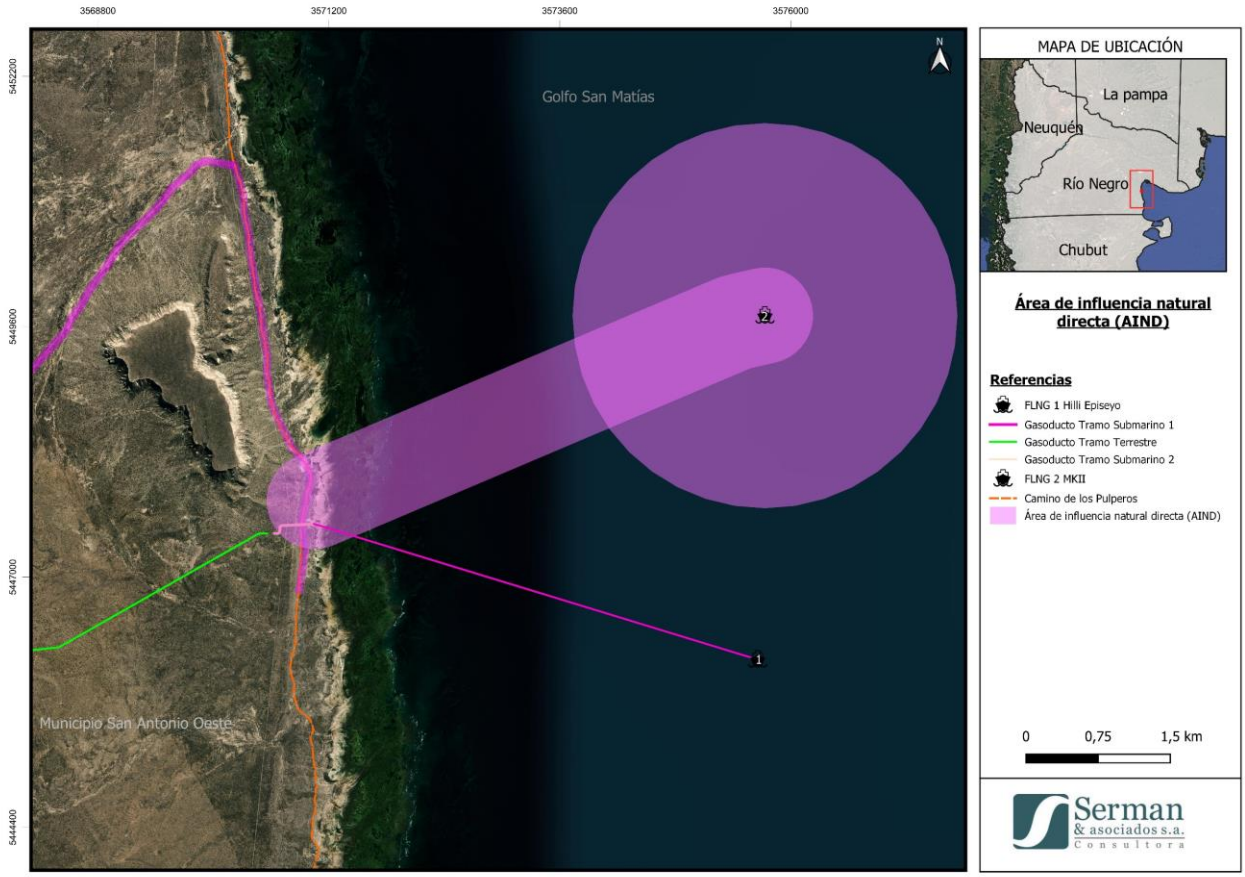


Figura 2. Proyecto FLNG GSM – Etapa 2. Área de Influencia Natural Directa (AIND).

3.1.2 Área de Influencia Natural Indirecta (AINI)

El AISI es la escala territorial natural donde se podrían generar las afectaciones indirectas de las obras y acciones propuestas sobre los factores físicos y bióticos del ambiente.

Para la delimitación del **área de influencia indirecta del componente natural** se consideran los impactos vinculados a efectos sobre el comportamiento de los organismos y los resultados de las modelaciones de potenciales contingencias que podrían desencadenarse durante la ejecución del proyecto.

En el **ámbito costero-marino** se recurrió a los resultados de la modelación de la propagación submarina del ruido generado por los buques en movimiento (potencial afectación comportamental de los organismos marinos producto de la contaminación sonora); los resultados de la modelación de un derrame de hidrocarburos durante la provisión de la FLNG (potencial afectación sobre la calidad del agua); y el análisis del alcance de un potencial incendio producto de una fuga de GNL.

Definición del AINI

Tabla 3. Descripción de Área de Influencia Natural Indirecta.

Ambiente	Indicadores de afectación	Observaciones
Costero-Marino	Propagación acústica submarina: potencial impacto acústico con efectos comportamentales	▪ 3 km entorno al SPM de la FLNG
	Comportamiento de un derrame de HC: potencial afectación de la calidad del agua/sedimentos	▪ Parque Nacional Islote Lobos ▪ Área Natural Bahía de San Antonio ▪ Área Natural Protegida Caleta de los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón
	Alcance de un potencial incendio (fuga de GNL)	▪ 2 km entorno al SPM de la FLNG

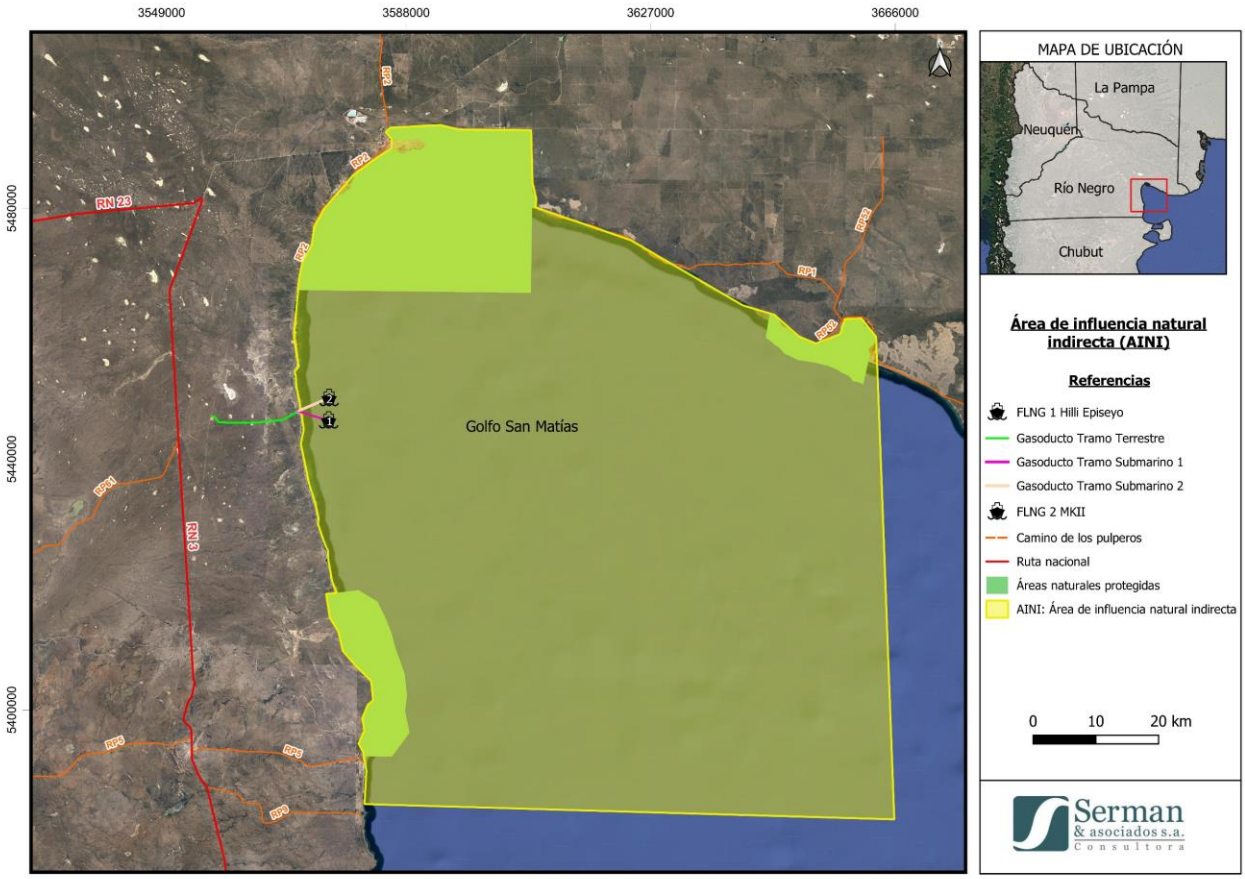


Figura 3. Proyecto FLNG GSM – Etapa 2. Área de Influencia Natural Indirecta (AINI).

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANTRÓPICO

Las áreas de influencia sociales están compuestas por la población y las actividades de la misma con posibilidad de ser afectadas y/o influenciadas por el proyecto en sus distintas dimensiones, como por ejemplo:

- Calidad de vida
- Infraestructura habitacional
- Infraestructura productiva
- Infraestructura pública y de servicios
- Producciones o actividades económicas
- Pautas de circulación y/o movilidad
- Paisaje y usos de la costa

El área de influencia del medio antrópico también incluye a los actores sociales (partes interesadas) de los ámbitos estatales y no estatales (empresarial, organizaciones de la sociedad civil, grupos de investigación, etc.) de alcance local, nacional y regional que pueden tener relación con el proyecto; que pueden ser afectados por el mismo y/o que pueden generar interés e influencia sobre sobre el proyecto. Los mismos son identificados y caracterizados en la sección Partes Interesadas de la Línea de Base Ambiental (Capítulo 5).

Teniendo en cuenta las características del proyecto, se definen las áreas de influencia social:

- Área de Influencia Social Directa (AISD)
- Área de Influencia Social Indirecta (AISI)

3.2.1 Área de Influencia Social Directa (AISD)

El AISD es la escala territorial social donde se podrían generar las mayores afectaciones del proyecto y las relaciones directas del mismo, de acuerdo a las obras y acciones propuestas. La tabla a continuación describe los indicadores y componentes del AISD.

Tabla 4. Descripción de Área de Influencia Social Directa.

Indicadores de afectación	Descripción de afectados
Territorio (catastros o unidades territoriales) directamente afectado por las obras del proyecto.	▪ Estancia La Paula: unidad catastral donde se ubica la planta de TGS y el comienzo del gasoducto terrestre de PAE. ▪ Estancia Fuerte Argentino: unidad catastral donde se desarrollará el proyecto y el acceso al gasoducto marítimo.
Localidades de referencia del proyecto.	▪ Las Grutas ▪ San Antonio Oeste ▪ San Antonio Este
Caminos y/o vías de circulación de referencia del proyecto.	▪ RN3 entre la Estancia La Paula, acceso a Las Grutas, acceso a San Antonio Oeste y acceso a San Antonio Este. ▪ RP2 Acceso Sur entre RN3 y Las Grutas. ▪ RP2 Acceso Norte entre San Antonio Oeste y Las Grutas. ▪ RP2 entre San Antonio Oeste y la RN3. ▪ RN A025 entre RN3 y San Antonio Este. ▪ Camino de los Pulperos entre Las Grutas y el Fuerte Argentino.

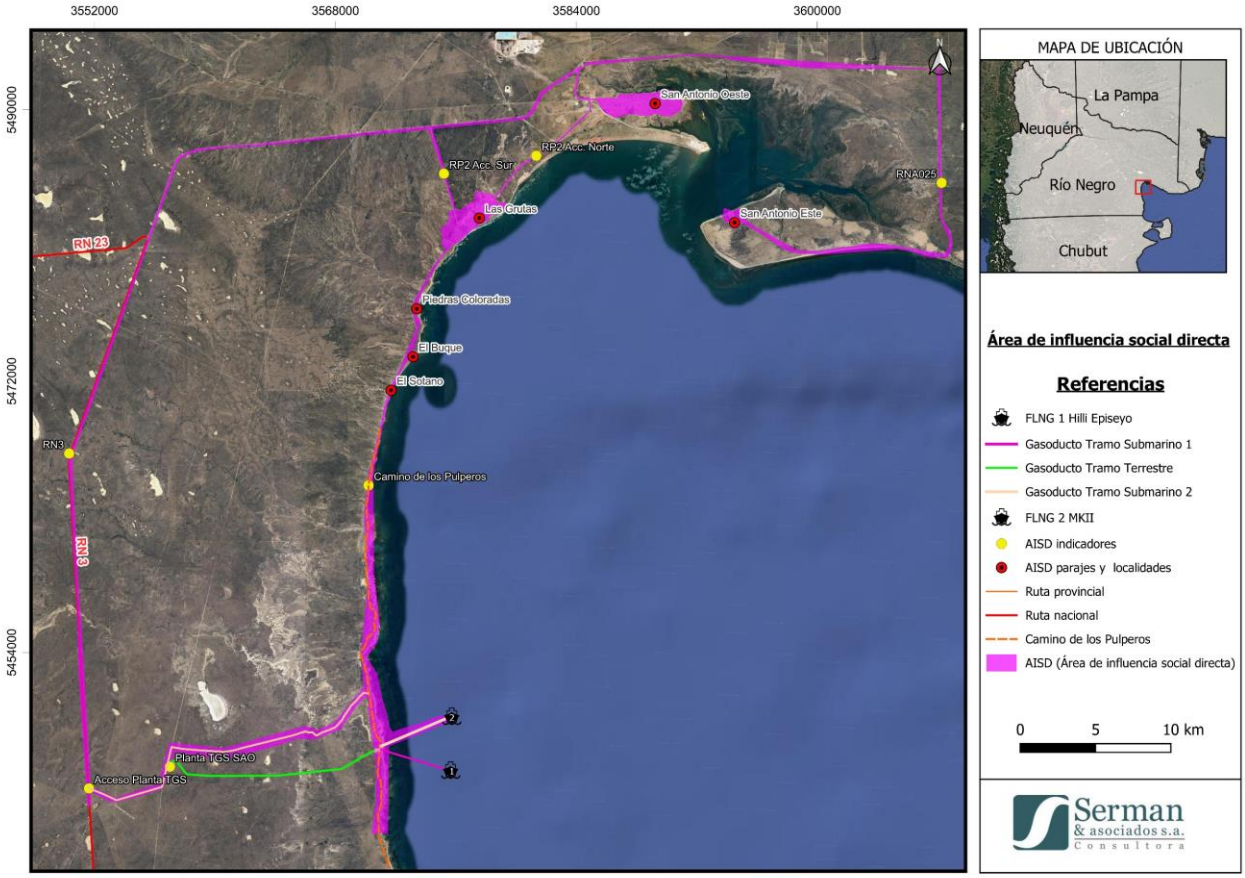


Figura 4. Proyecto FLNG GSM – Etapa 2. Área de Influencia Social Directa (AISD).

3.2.2 Área de Influencia Social Indirecta (AISI)

El AISI es la escala territorial social donde se podrían generar relaciones indirectas del proyecto con el medio antrópico, aunque no afectaciones específicas (incluidas en el AISD), de acuerdo a las acciones propuestas por el proyecto. El AISI incluye la totalidad del AISD.

La tabla a continuación describe los indicadores y componentes del AISI.

Tabla 5. Descripción de Área de Influencia Social Indirecta.

Indicadores de afectación	Descripción
AISD	▪ Incluye la totalidad del área de influencia social directa del proyecto (descrita arriba).
Aspectos administrativos de referencia.	▪ Departamento San Antonio: departamento donde se asienta el proyecto. ▪ Viedma: capital provincial
Vías de circulación relacionadas con el proyecto.	▪ RN3 entre el Departamento San Antonio y Viedma.

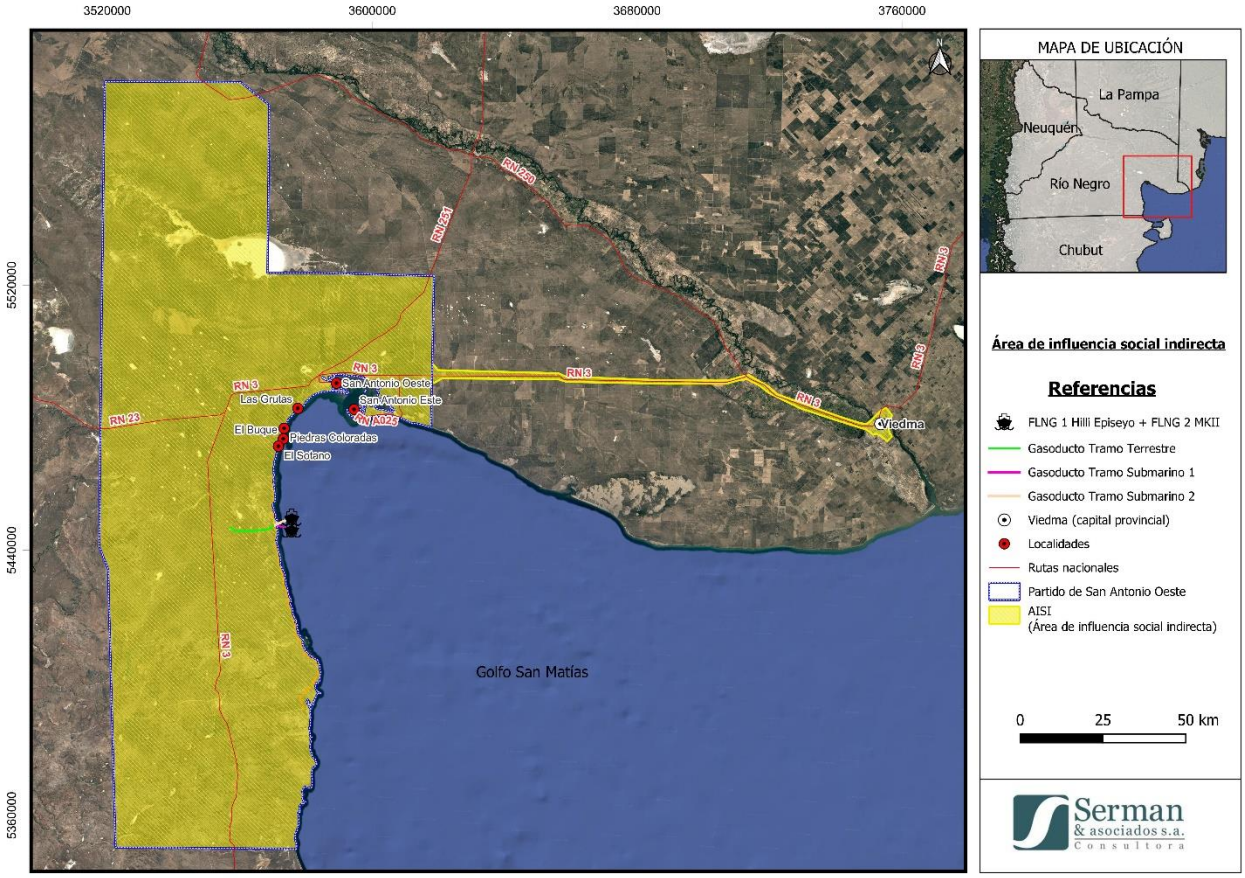
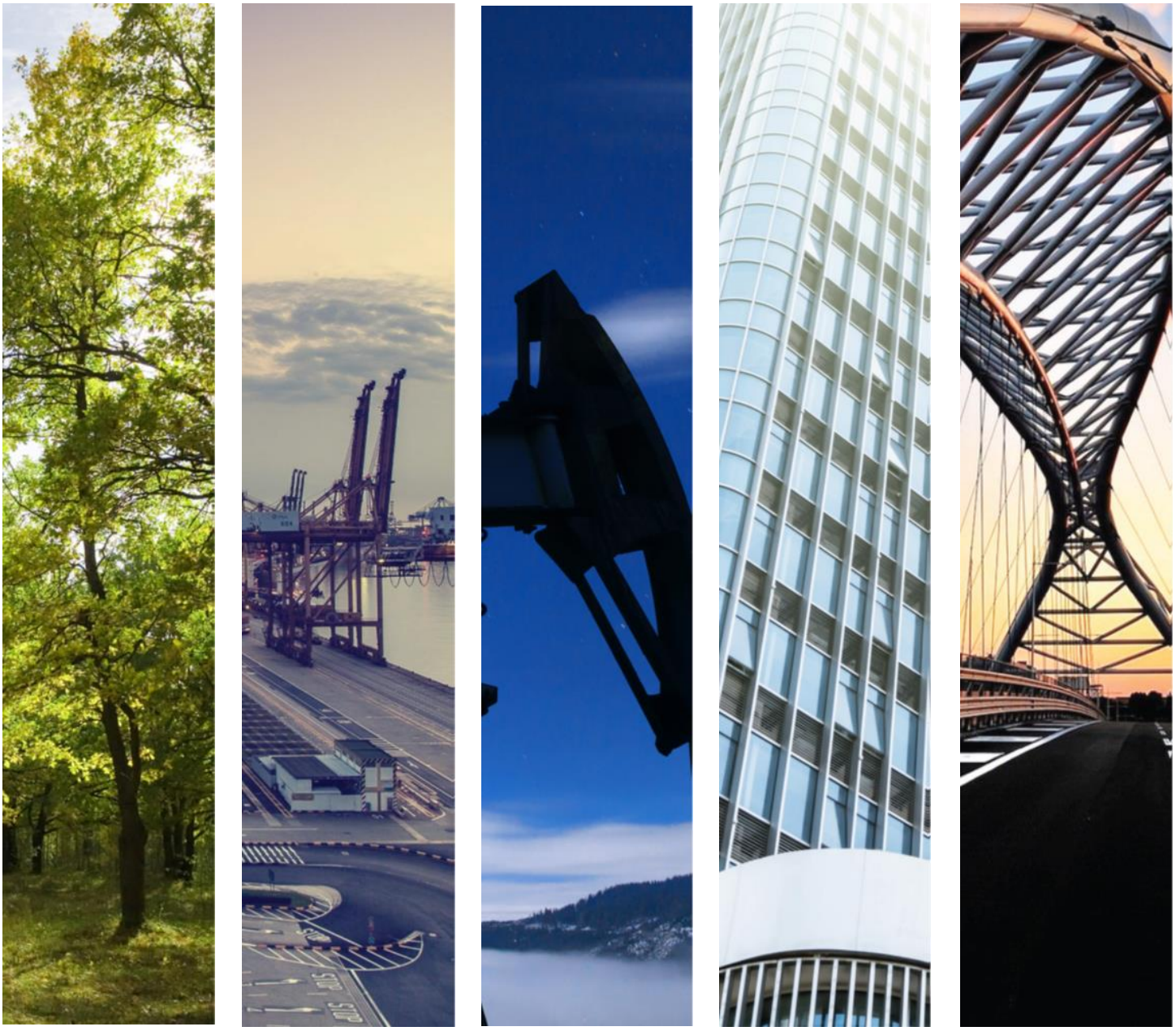


Figura 5. Proyecto FLNG GSM – Etapa 2. Área de Influencia Social Indirecta (AISI).



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 5: Línea de Base Ambiental
Anexo 5-1: Medio Físico

Junio 2025

ANEXO 5-1: MEDIO FÍSICO

El presente apartado corresponde a la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías, elaborado por esta misma consultora (Serman & Asoc., 2024) y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en octubre de 2024.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. AMBIENTE COSTERO-MARINO 4

2.1 OCEANOGRAFÍA 5

2.1.1 Masas de Agua y Circulación 5

2.1.2 Corrientes 7

2.1.3 Mareas 9

2.1.4 Clima de Olas 11

2.1.5 Parámetros Físicos 15

2.1.6 Climatología 22

2.1.7 Batimetría 24

2.2 GEOLOGÍA 27

2.2.1 Marco Geológico General 27

2.2.2 Morfología 28

2.2.3 Sismo Estratigrafía 35

2.2.4 Sedimentos Superficiales de Fondo 42

2.2.5 Sismicidad 47

2.3 CALIDAD DE AGUA DE MAR 48

2.4 CALIDAD DE SEDIMENTOS 51

3. BIBLIOGRAFÍA 58

1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la ecología, la división entre un ambiente marino y un ambiente terrestre es difusa. Existe lo que se conoce como una zona de transición o interfase, donde los ecosistemas marinos y terrestres se superponen y se relacionan. Esta zona de transición puede incluir áreas como estuarios, manglares, deltas y zonas costeras, como en este caso, donde la influencia de ambos ambientes se entrelaza.

En estas áreas de interfase, los organismos y procesos ecosistémicos de los ambientes marinos y terrestres interactúan de manera dinámica. Por ejemplo, los nutrientes transportados por los ríos desde tierra firme pueden influir en la productividad de los ecosistemas marinos cercanos, mientras que las especies marinas pueden migrar hacia áreas terrestres para reproducirse o alimentarse.

Esta interconexión entre los ecosistemas marinos y terrestres resalta la importancia de estudiar estos espacios de manera integrada, reconociendo que las actividades humanas en un ambiente pueden tener impactos significativos en el otro. Por lo tanto, es fundamental adoptar enfoques holísticos y transdisciplinarios para abordar los desafíos ambientales en estas zonas de interfase.

Para una mejor organización del presente Estudio de Impacto Ambiental y particularmente de esta Línea de Base Ambiental, se optó por separar la caracterización del ambiente puramente terrestre, del ambiente costero-marino.

En la presente caracterización del Ambiente Costero Marino se hace foco e en la traza del tramo submarino del Gasoducto y la ubicación de la FLNG en el Golfo San Matías (Componentes Off Shore).

No obstante esto, al momento de evaluar los potenciales impactos del proyecto sobre estos ambientes, es muy importante implementar un enfoque holístico que considere al ambiente como un todo.

2. AMBIENTE COSTERO-MARINO

En este apartado se describe el ambiente costero-marino del Golfo San Matías, con especial énfasis en la zona donde se ubicará el Gasoducto submarino y la unidad flotante de licuefacción FLNG (Figura 1).

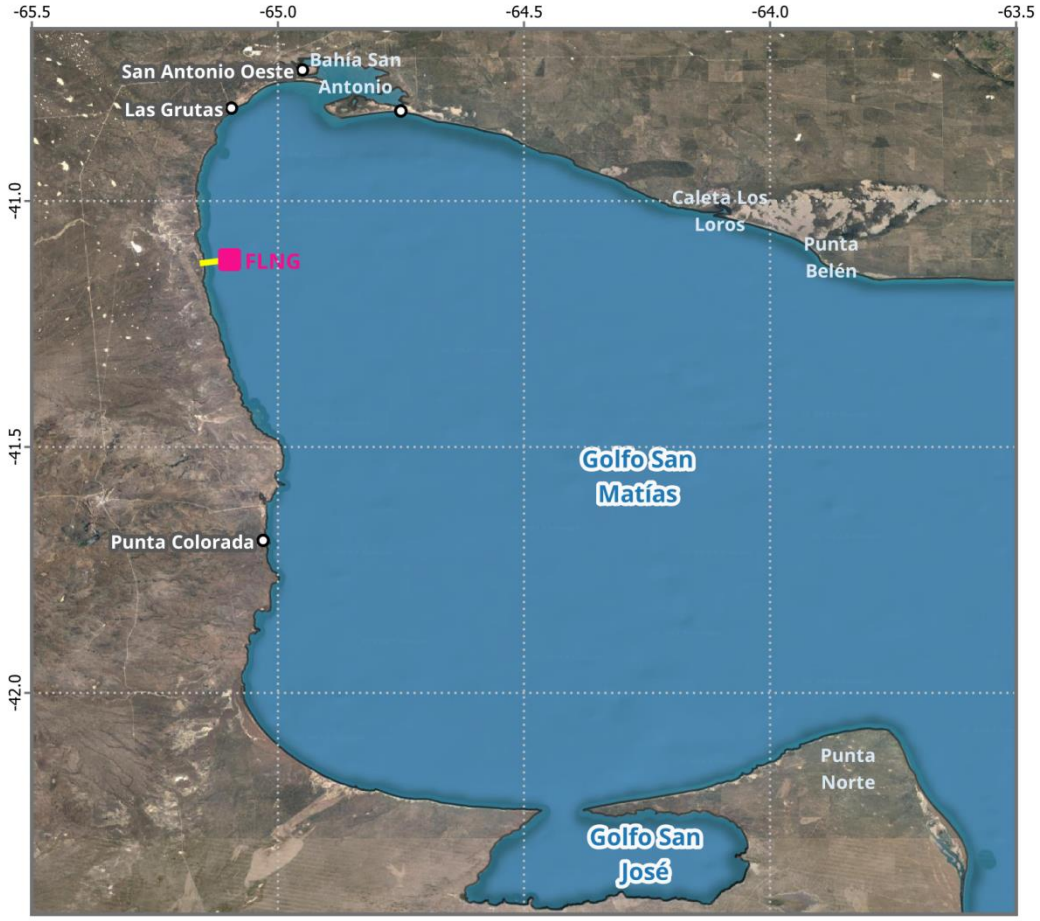


Figura 1. Área de estudio.

El Golfo San Matías está localizado en el Mar Argentino y se extiende desde Punta Bermeja (40º 45’ S), al norte, en la provincia de Río Negro, y Punta Norte (42º 15’ S), al sur, en el extremo de la península Valdés, en la provincia de Chubut, centrado aproximadamente en la longitud 64º 30’ O.

Su saco alcanza los 120 km de fondo y se comunica con la plataforma continental abierta a través de una amplia boca (ancho de aproximadamente 100 km). En su costa norte se encuentra la caleta de los Loros, poco profunda, mientras que en su extremo noroeste se extiende la bahía de San Antonio. En su sector sur se conecta, a través de un estrecho angosto, con el golfo San José.

El Golfo San Matías es el mayor de los tres golfos ubicados en el sector noroeste de la plataforma patagónica norte, junto con los golfos Nuevo y San José.

2.1 OCEANOGRAFÍA

2.1.1 Masas de Agua y Circulación

La plataforma continental argentina se caracteriza por su gran extensión, alcanzando hasta 400 millas en las Islas Malvinas y terminando hacia el este con un declive pronunciado a partir de aproximadamente los 180 metros de profundidad (variable a lo largo del extenso margen continental).

Las masas de agua sobre la plataforma continental argentina deben ser analizadas en función de las características de las aguas adyacentes, las modificaciones por intercambio de propiedades y energía con la atmósfera, y la descarga continental. Los límites de la plataforma están definidos por la línea de costa, las corrientes de borde a lo largo del talud continental y la interfase mar-atmósfera.

Las aguas subantárticas del extremo norte del Pasaje de Drake y la corriente de Malvinas son la principal fuente de las aguas de plataforma.

Distintos procesos modifican los balances de sal y calor, alterando las características de las masas de agua, como ser el intercambio de calor y masa con la atmósfera, las corrientes y sus fluctuaciones, y la difusión y la mezcla lateral. Por otro lado, la mezcla producida por la energía del viento, las corrientes de mareas y la influencia del fondo es responsable de la formación y mantenimiento de áreas costeras verticalmente homogéneas con temperaturas y salinidades distintas del resto de la plataforma.

El balance de agua dulce en la plataforma se debe a la descarga continental de los ríos y al balance entre evaporación y precipitación. La variación en los caudales de las principales cuencas de drenaje continental afecta localmente la salinidad y, en menor medida, la temperatura. Las principales cuencas, según la importancia de su caudal, son las del Río de la Plata y las de los ríos Negro, Santa Cruz y Chubut (Consejo Federal de Inversiones, 1981).

Utilizando datos meteorológicos disponibles, Scasso y Piola (1988) demostraron que en el Golfo San Matías hay un exceso de evaporación sobre la precipitación durante todo el año, responsable de la alta salinidad de sus aguas. Este fenómeno es más pronunciado en invierno, con valores superiores a 75 cm/año, y disminuye en verano, situándose entre 20 y 50 cm/año (Bianucci, 2004). La mayor temperatura superficial en el sector noroeste del golfo, resultado de un sistema de recirculación que prolonga el tiempo de residencia de las masas de agua, contribuye significativamente a este exceso de evaporación.

Modelos numéricos utilizados para predecir la circulación (Tonini et al., 2013; Tonini y Palma, 2011) indican que el caudal en la desembocadura del golfo es mayor durante el invierno y casi nulo en verano. El análisis de trazadores pasivos sugiere que las aguas superficiales del golfo se renuevan principalmente en invierno (Tonini, 2010). El aporte de aguas del golfo a El Rincón, una región costera de Buenos Aires entre la desembocadura del río Negro y la ciudad de Necochea, ayuda a mantener la celda de altas salinidad y temperatura en esta región, donde se forma un frente estuarino con las aguas de los ríos Negro y Colorado (Lucas et al., 2005).

Recientemente, Saraceno et al. (2020) combinaron imágenes de clorofila-a de cielo despejado con trayectorias de derivadores lagrangianos y resultados de un modelo numérico regional, mostrando la presencia de una circulación ciclónica cerrada en el norte del golfo. Previamente, Scasso y Piola (1988) también indicaron que el agua ingresa al golfo desde el sureste y sale por el noreste, generando un máximo de temperatura y salinidad en esta última área, en función de un tiempo de permanencia en el golfo de aproximadamente 300 días antes de que fluya por el sector norte de la desembocadura hacia el sistema El Rincón (Rivas y Beier, 1990).

Guerrero y Piola (1997) definieron dos masas de agua en el golfo: Aguas Costeras de Alta Salinidad y Aguas Costeras de Baja Salinidad. Previamente, Carreto et al. (1974) observaron dos zonas bien diferenciadas de masas de agua: "aguas propias del golfo" en el noroeste, caracterizadas por alta temperatura y salinidad, y "aguas de origen externo" en el sur-sureste, con menor temperatura y salinidad.

Amoroso (2004) y Amoroso et al. (2010) estudiaron la interacción entre el golfo San José y el golfo San Matías, detectando un frente térmico meridional (norte-sur) en el interior del golfo San Matías mediante la combinación de imágenes de clorofila-a de cielo despejado con trayectorias de derivadores lagrangianos y resultados de un modelo numérico regional (ver Figura 2).

Por otro lado, la región se caracteriza por la formación de un frente termohalino estacional en primavera y verano, que se establece en dirección este-oeste (zonal) cerca de los 41° 50′ S. Este frente separa las aguas más frías del sur de las más cálidas del norte. Inicialmente inferido en campañas de verano previas a 1990 (Piola y Scasso, 1988), este frente fue posteriormente identificado con datos Landsat de Thematic Mapper (TM) y Enhanced Thematic Mapper (ETM) en 2000-2001 (Gagliardini y Rivas, 2004). Experimentos numéricos demostraron que tanto la marea como el viento son cruciales para la formación de este frente zonal (Tonini et al., 2013).

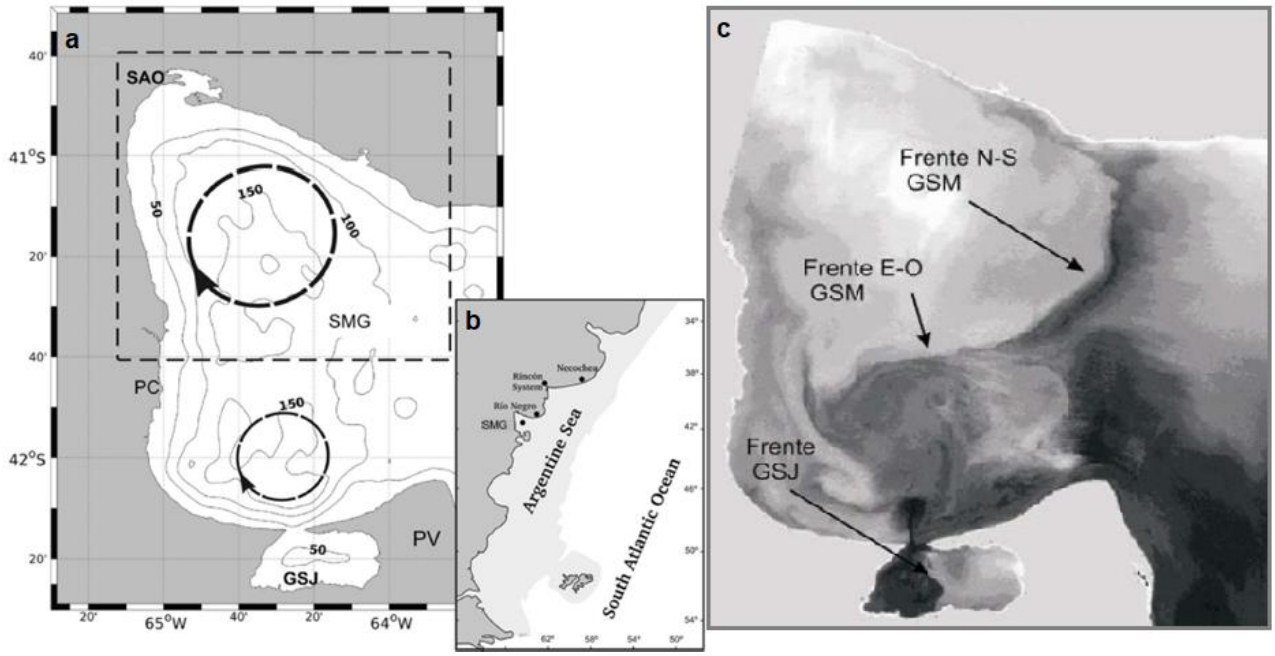


Figura 2. (a) Circulación esquemática del Golfo San Matías (GSM/SMG). Los círculos cerrados (líneas negras discontinuas en negrita) indican giros ciclónicos; las isobatas (m) se indican con líneas negras. San Antonio Oeste (SAO) es la principal ciudad del golfo. El golfo San José (GSJ) se ubica en la porción sur de la región, al oeste de Península Valdés (PV). El cuadrado indicado por la línea negra discontinua es la subregión considerada en la imagen (c). (b) Ubicación del GSM/SMG. (c) Temperatura superficial del mar (60 m de resolución) del sensor LANDSAT ETM7+ en el mes de Diciembre 2001 (las zonas más claras corresponden a las mayores temperaturas y las zonas más oscuras a las menores. Fuente: (a, b) Saraceno et al., 2020 y (c) modificado de Gagliardini et al., 2004.

2.1.2 Corrientes

El Golfo San Matías (GSM) se comunica con las aguas de la plataforma continental argentina a través de una abertura de aproximadamente 100 km de ancho. La presencia de un zócalo (menores profundidades) en la boca y de mayores profundidades en el centro convierten al GSM en una cuenca semicerrada. En este contexto, el régimen de mareas y las corrientes generadas por éstas juegan un papel crucial en la circulación general de las masas de agua (Tonini, 2010).

El aporte de agua dulce continental al GSM es escaso e intermitente. Dos arroyos desembocan en el golfo: el Verde y el Salado. El arroyo Salado tiene un caudal anual medio de 0,11 m³/s a unos 150 km de la costa, mientras que el arroyo Verde tiene un caudal de un orden de magnitud menor a 120 km de la costa (DGH, 1988). Esto sugiere que las descargas de agua dulce son insignificantes en comparación con los flujos superficiales.

Las mediciones directas en el área de estudio son limitadas y la frecuencia de medición es insuficiente para realizar análisis a escala de circulación regional.

Framiñán et al. (1991) llevaron a cabo una campaña oceanográfica en el GSM en diciembre de 1987, instalando un conjunto de correntómetros y termógrafos en el sector noroeste del golfo, en las coordenadas 41º 2,9' S y 64º 50,6' O, donde la profundidad alcanza 125 m (Figura 3). El instrumental permaneció instalado hasta junio de 1988 y se realizaron mediciones de corrientes horizontales a 25, 65 y 105 m de profundidad. Las observaciones indicaron velocidades medias de 14 cm/s en dirección NNO (348º) a 25 m de profundidad, 3 cm/s en dirección NO (295º) a 65 m, y 1,7 cm/s en dirección NO (315º) a 105 m.

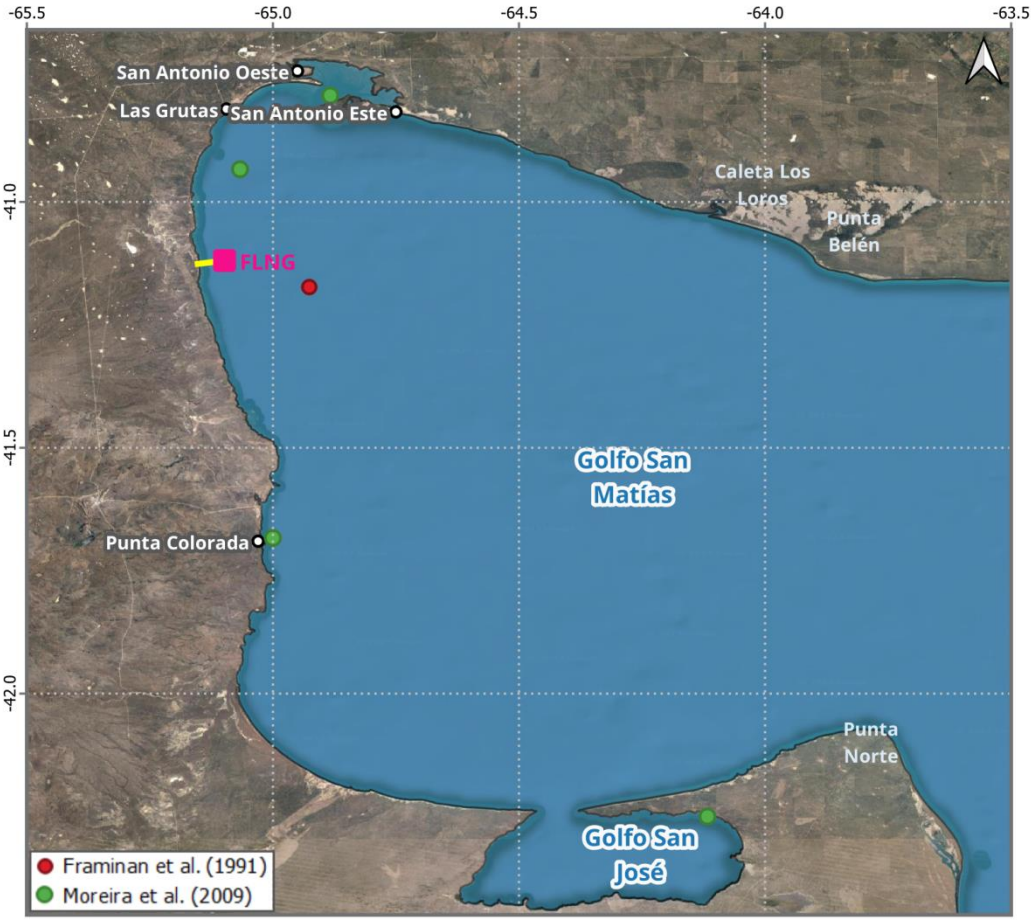


Figura 3. Ubicación de los lugares donde hay series de mediciones de corrientes disponibles.

Moreira et al. (2009) analizaron series temporales en tres estaciones dentro del GSM, recolectadas durante cinco meses en 2006. Las mediciones se realizaron en Las Grutas desde el 4 de julio al 11 de noviembre de 2005 en superficie, en Punta Colorada desde el 4 de julio al 30 de agosto a una profundidad de 10 m, y en San Antonio Este (SAE) desde el 16 de noviembre al 10 de diciembre a una profundidad de 9 m (Figura 3). Las conclusiones indican que las corrientes en Punta Colorada (máximas de 37,5 cm/s en la dirección este-oeste “u” y 54,2 cm/s en la dirección norte-sur “v”) y en Las Grutas (máximas de 57,5 cm/s en “u” y 54,8 cm/s en “v”) muestran una orientación de N-NO a S-SE. En SAE, las corrientes tienen una dirección NE a SO con máximos de 23,8 cm/s en “u” y 44,3 cm/s en “v”. Los autores calcularon las elipses de marea para la componente M2, obteniendo amplitudes de 18,8 cm/s en Punta Colorada, 28,2 cm/s en Las Grutas y 60,4 cm/s en SAE. Las corrientes de marea representan más del 70% de la varianza en cada estación y están dominadas por componentes semidiurnas.

Sarraceno et al. (2020) combinaron imágenes de clorofila-a de cielo despejado con una resolución de 750 m con trayectorias de cinco derivadores lagrangianos y resultados de un modelo numérico regional con el objetivo de mejorar el conocimiento de la circulación superficial en el GSM. Los resultados muestran que, si bien el modelo numérico reproduce bien la circulación general, las imágenes satelitales y las derivas indican patrones muy complejos. En particular, se infiere por primera vez la presencia de un chorro costero utilizando imágenes satelitales y derivadores, además de proporcionar las primeras mediciones de las corrientes superficiales en las regiones muestreadas por las boyas (Figura 4 y Tabla 1).

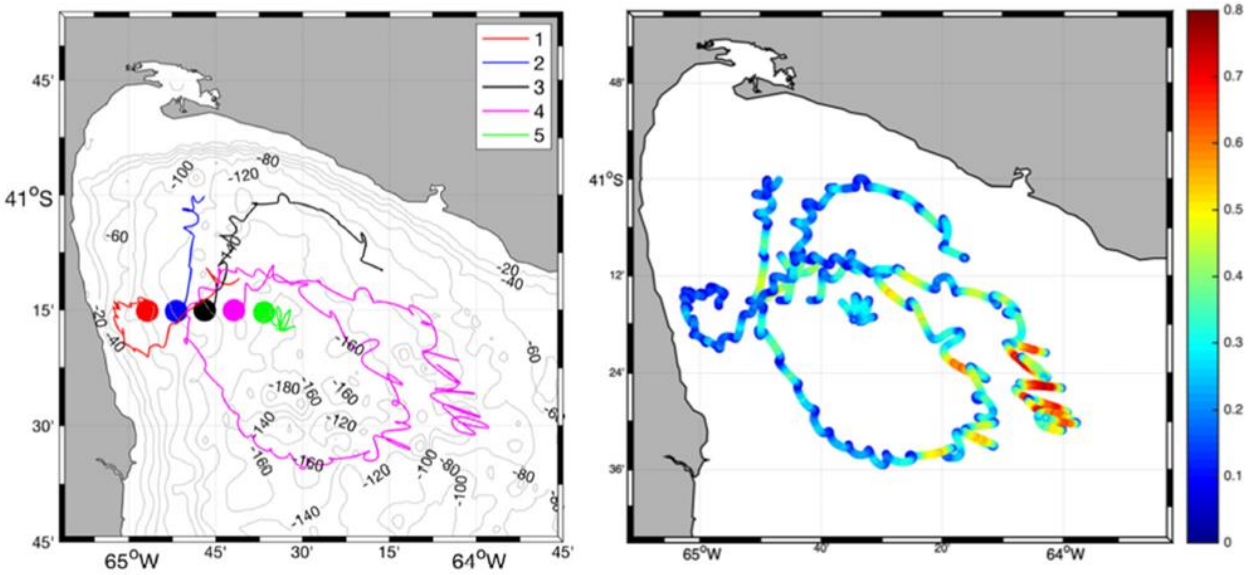


Figura 4. Trayectoria descripta por los derivadores (izq.) y velocidad (m/s) de cada derivador a lo largo de su trayectoria. Fuente: Saraceno et al., 2020.

Tabla 1. Velocidad medio, desviación estándar y máximas velocidades para cada derivador. Fuente: modificado de Saraceno et al., 2020.

Derivador	Velocidad media (cm/s)	Desviación estándar (cm/s)	Velocidad máxima (cm/s)
01	14,3	9,1	45,8
02	17,2	10,2	47,3
03	16,7	9,0	38,2
04	23,8	15,2	82,5
05	21,3	7,4	34,4

2.1.3 Mareas

La plataforma continental argentina presenta un régimen de marea altamente energético, con una amplitud de la marea que disminuye de sur a norte y de este a oeste, variando desde 4,5 m en Río Coig (51°S) a menos de 0,25 m en la costa sur de Uruguay (Panella et al., 1991). La resonancia de la marea semidiurna es favorecida por las dimensiones de la plataforma (Piola y Rivas, 1997).

En la porción sur de la plataforma predominan las componentes semidiurnas (Palma et al., 2004), mientras que las componentes diurnas son más débiles, excepto en la plataforma externa y el talud. El parámetro Simpson-Hunter, utilizado para evaluar la capacidad de las corrientes de marea para generar frentes de marea, indica que en las desembocaduras de los tres golfos de la Patagonia Norte, la marea tiene suficiente energía para superar la estratificación y producir frentes de marea, siendo las áreas más significativas la desembocadura del Golfo San Matías y el este de la Península Valdés (Pisoni y Rivas, 2006).

La región del Golfo San Matías se caracteriza por vientos intensos del oeste, especialmente en invierno, y grandes amplitudes de marea, algunas de las mayores del océano mundial, con rangos que superan los 8 metros (Glorioso y Flather, 1997; Palma et al., 2004; SHN, 2008; Moreira et al., 2011). En este sistema macromareal, las corrientes de marea son más significativas que las corrientes residuales, afectando la mezcla vertical y la distribución espacial de varios parámetros. Los frentes observados en imágenes satelitales de temperatura superficial del mar están relacionados con las mareas (Gagliardini y Rivas, 2004; Glorioso y Flather, 1995; Pisoni y Rivas, 2006).

En la región se han identificado dos frentes de marea: uno al sureste de la Península Valdés y otro en el sector norte de la boca del Golfo San Matías (Glorioso, 1987; Glorioso y Flather, 1995).

Moreira et al. (2009) emplearon el modelo tridimensional HamSOM (Hamburg Shelf Ocean Model, Backhaus, 1985) para estudiar la propagación y energía de las mareas en los Golfos Norpatagónicos. Este modelo, utilizando 10 niveles horizontales y forzado con ocho componentes principales de marea (M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1 y Q1) en los bordes abiertos, indicó que el régimen de mareas en la plataforma patagónica es esencialmente semidiurno y está dominado por la componente principal M2, coincidiendo con Simionato et al. (2004) y Tonini (2010).

La marea se propaga a lo largo de la plataforma patagónica como una onda de Kelvin e ingresa a los golfos desde el sur con una significativa amplificación en su interior. La amplitud alcanza valores mayores a 3 m en la porción occidental del GSM (Figura 5) y las elipses de marea en esta región indican un aumento a lo largo de la costa en dirección noroeste, alcanzando valores mayores a 0,6 m/s en San Antonio Este. El flujo de energía proviene del sur, viaja paralelo a la costa ingresando al GSM y sale por la parte norte de su boca.

Además, se observó que los armónicos de orden superior provenientes de interacciones no lineales pueden ser muy importantes en la región. Las corrientes M4 y M6 fueron más fuertes que las relacionadas con los componentes diurnos, y sus amplitudes representaron alrededor del 5% de M2. En todos los lugares, se observó una alineación de las elipses de marea con la línea de costa.

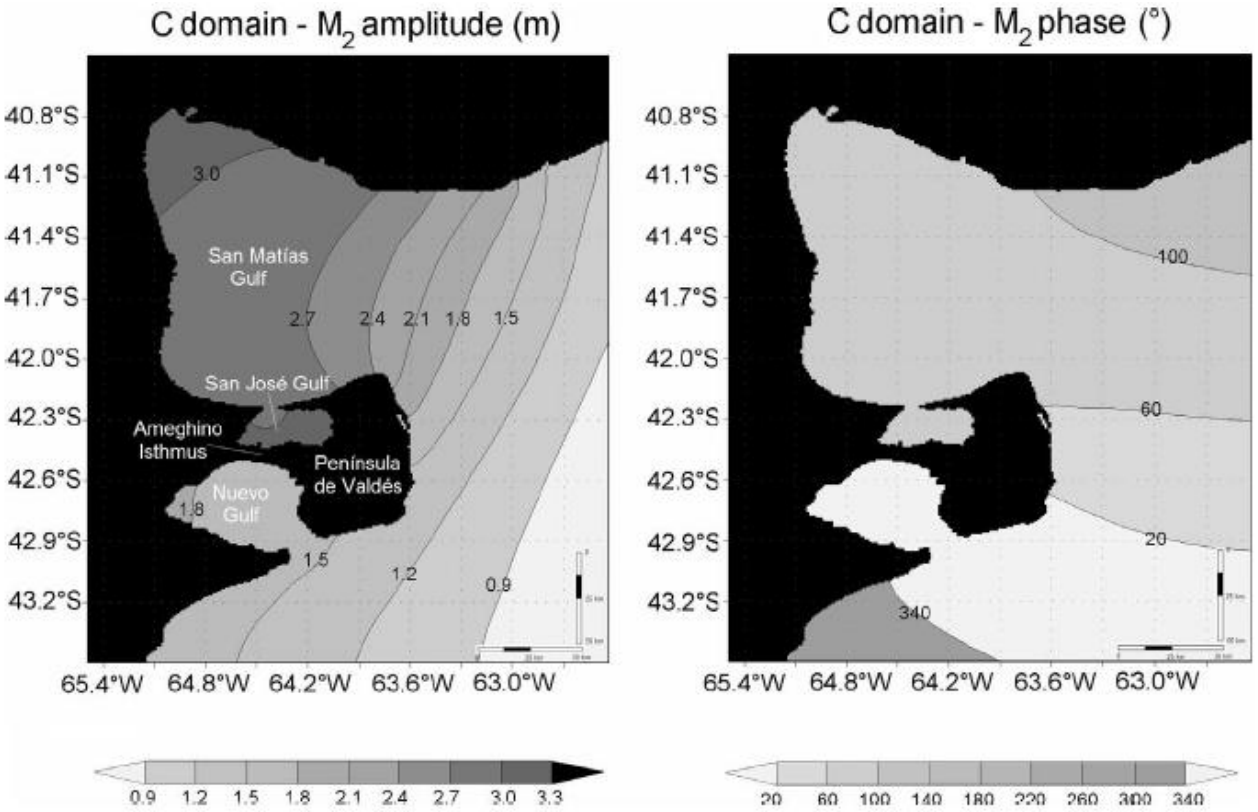


Figura 5. Mapas de isoamplitudes (en metros) y cotidales (igual fase, en grados) de la constituyente M2 del modelo C. Fuente: Moreira et al. (2011).

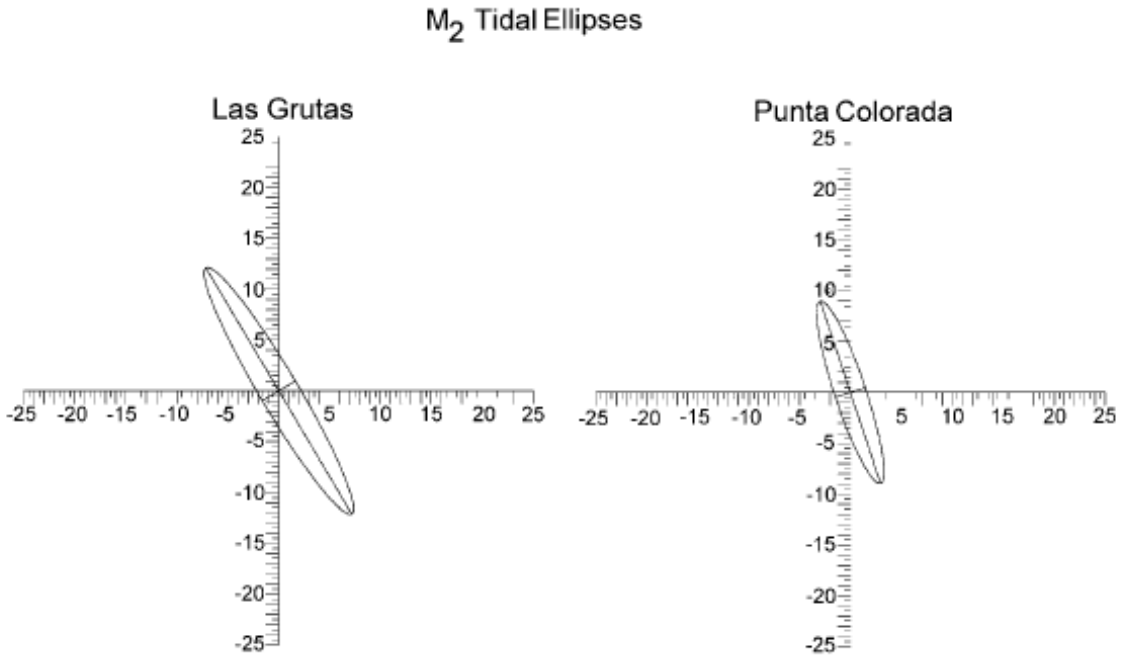


Figura 6. Elipses de marea M2 derivadas de un análisis armónico aplicado a las series de tiempo recolectadas en Punta Colorada y Las Grutas. Los ejes están en cm/s. Fuente: modificado de Moreira et al. (2009).

Simionatio et al. (2011), utilizando también el modelo HamSOM pero a partir de un conjunto de tres modelos tridimensionales anidados, analizaron la propagación de la marea desde la plataforma continental argentina hasta los golfos norpatagónicos. Observaron mayores corrientes en la desembocadura del GSM, con velocidades máximas dos o tres veces superiores a las del interior, especialmente al noreste de la península Valdés y al este de la caleta Valdés, fenómeno que representa una fuente importante de energía para la mezcla vertical. Los modelos indicaron que la disipación de energía en esta área constituye alrededor del 17% de la energía total disipada en la plataforma patagónica, una de las regiones más disipadoras del océano mundial.

En la región se han identificado dos frentes de marea: uno al sureste de la península Valdés y otro en el sector norte de la boca del Golfo San Matías (Glorioso, 1987; Glorioso y Flather, 1995). Williams (2011) identificó y caracterizó la zona de ocurrencia del frente de mareas del GSM utilizando imágenes AVHRR de temperatura superficial del mar. La presencia y magnitud del frente fue máxima en enero, con gradientes frontales alineados en forma de "S" invertida desde el norte de la boca del GSM hasta Punta Quiroga.

Los frentes generados por la mezcla por marea, como el de la península Valdés y el de la boca del GSM, tienen incidencia de superficie a fondo y una mayor permanencia temporal. En contraste, el frente zonal en el GSM se forma entre enero y febrero, cuando la estratificación empieza a incrementarse y se rompe la zona sur del frente en la boca del GSM, permitiendo el ingreso de agua más densa al golfo y encerrando en el norte una zona de alta temperatura superficial entre la caleta de los Loros y Punta Colorada, similar a la detectada por Piola y Scasso (1988).

De acuerdo con la Carta H-275 del Servicio de Hidrografía Naval (SHN) correspondiente a Punta Colorada, el Nivel Medio del Mar es 4,45 m (igual que en Puerto San Antonio según la Carta H-114), mientras que la Pleamar de Sicigias Medias es igual a 7,86 m en Punta Colorada y 8,26 m en Puerto San Antonio. De acuerdo con las Tablas de Marea, la Pleamar de Sicigias de Perigeo alcanza 8,90 m en Puerto San Antonio.

En cuanto a las bajamares de Sicigias, las mismas son iguales a 1,04 m en Punta Colorada y 0,64 m en Puerto San Antonio. Según la tabla de Puertos Secundarios del SHN, en Bahía de Los Loros (Las Grutas) el Nivel Medio del Mar es igual a 4,81 m.

2.1.4 Clima de Olas

Se presenta a continuación la serie de datos del sistema WAVERYS dentro de la iniciativa Copernicus Marine Service (Copernicus Marine Environment Monitoring Service), la componente marina del Programa Copernicus de la Unión Europea, para el período 1993-2023 en un punto ubicado en 41,1240° S y 65,0434º W, aproximadamente a 8 km de la costa, a unos 50 m de profundidad. El núcleo de WAVERYS se basa en el modelo MFWAM, un modelo de olas de tercera generación que calcula el espectro de olas. El oleaje derivado de este espectro se entrega en una malla regular de 0,2° con un paso temporal de 3 h. El forzamiento atmosférico es ERA5. WAVERYS proporciona parámetros de oleaje y tiene en cuenta las corrientes oceánicas del reanálisis oceánico físico GLORYS12.

La información de WAVERYS presenta las ventajas, frente a otras fuentes de datos (por ejemplo el WAVEWATCH III de la NOAA), que la distancia entre puntos de grilla es menor, por lo que permite disponer de información a distancias relativamente más cortas de los puntos de interés, además que las validaciones con mediciones de boyas han demostrado una confiabilidad excelente.

Cabe mencionar que la información brindada por WAVERYS fue contrastada por Serman & asociados s.a. con datos de mediciones efectuadas con un olígrafo direccional ADCP en Tierra del Fuego, obteniendo un excelente ajuste de los datos del modelo con los datos medidos.

Asimismo, una reciente publicación (Salimbeni et al., 2024), que compara la información de WAVERYS y de otros con otros modelos como el WAVEWATCH III (NOAA), IOWAGA (IFREMER) y ERA 5 y con datos históricos medidos en diferentes sitios de la zona marítima argentina, en la cual participaron el Servicio de Hidrografía Naval, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Universidad de Buenos Aires y el Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMIIFAECI/CNRS-CONICET/CIMA/UBA), concluyó lo siguiente:

“El modelo WAVERYS es el producto global que mejor representa los parámetros del oleaje en la zona de estudio. Probablemente es consecuencia directa de una mayor resolución espacial (0,2°) y un forzamiento atmosférico más realista (ERA5). WAVERYS también es capaz de captar satisfactoriamente la variabilidad temporal de la altura significativa de ola en el Río de la Plata, Tierra del Fuego y en una boya de mediciones en el Atlántico (Ocean Observatories Institute Buoy 2: OOI2), aunque las mayores alturas se subestiman ligeramente durante condiciones severas.”

Además, esta base de datos contempla no solo la descripción del espectro total de energía correspondiente a cada instante del registro sino que también entrega información específica sobre la componente energética aportada por el oleaje generado por vientos locales (*sea*) y por las distintas componentes principales asociadas al oleaje oceánico propagado desde diferentes zonas de generación (*swell*).

La distribución direccional para la altura significativa de ola (hs) en el período 1993-2023 para el punto mencionado se presentan en la Figura 7.

Las distribuciones direccionales para la altura significativa (hs) y el período pico (tp) de la serie 1993 a 2023 del oleaje en punto mencionado se presentan en la Figura 7 y el análisis estadístico direccional en la Tabla 2.

Cabe destacar que las direcciones señalan desde donde vienen las olas.

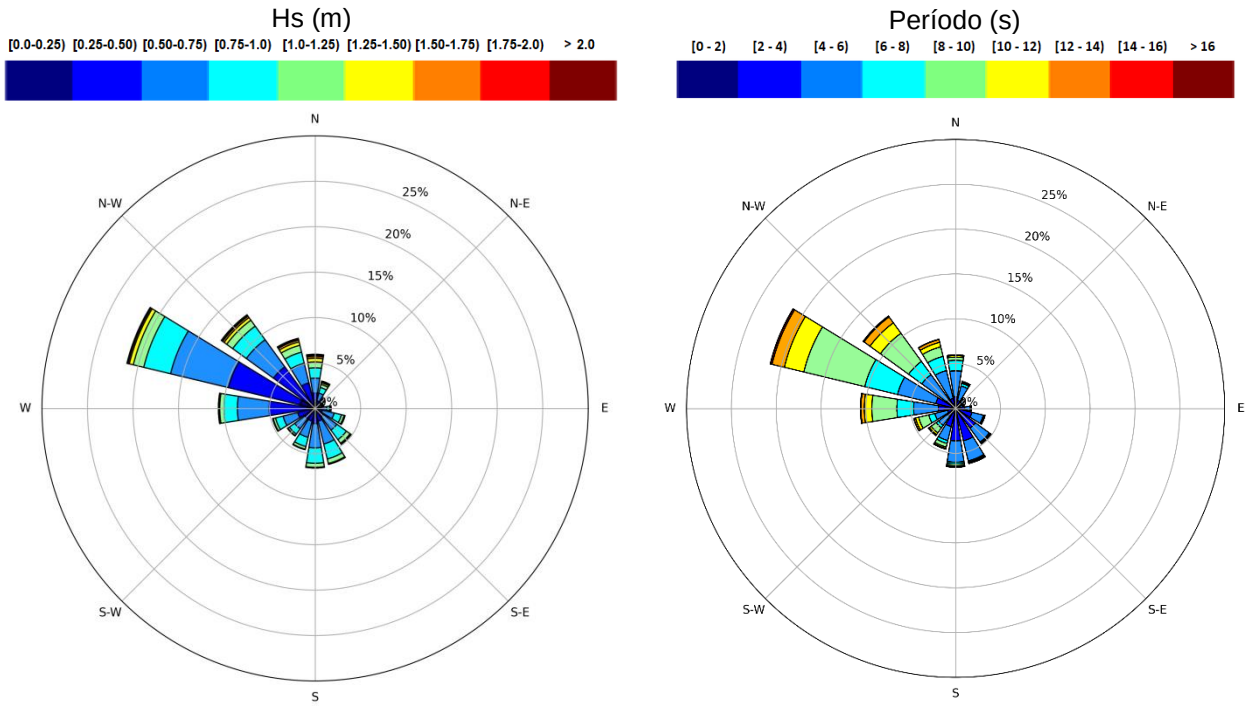


Figura 7. Distribución direccional del oleaje para el punto 41,1240º S, 65,0434º W. Hs (izquierda); Tp (derecha). Serie 1993 a 2023. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

Tabla 2. Análisis estadístico direccional de la serie de altura significativa para el período 1993-2023.

Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

	Altura Significativa (m)									
	0-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	TOTAL
NNE	1.42%	2.88%	0.35%	0.01%						4.67%
NE	1.39%	2.11%	0.24%							3.74%
ENE	1.96%	2.51%	0.32%	0.01%						4.79%
ESTE	5.04%	4.96%	0.58%	0.03%						10.62%
ESE	9.79%	9.56%	1.63%	0.20%	0.06%	0.01%				21.26%
SE	5.66%	5.53%	1.16%	0.28%	0.06%	0.03%	0.01%			12.74%
SSE	2.89%	3.47%	1.17%	0.32%	0.06%	0.02%				7.93%
SUR	1.68%	2.78%	1.05%	0.34%	0.09%	0.02%	0.01%			5.97%
SSO	0.85%	1.51%	0.53%	0.14%	0.05%	0.01%	0.01%			3.10%
SO	0.51%	0.64%	0.16%	0.02%						1.33%
OSO	0.44%	0.44%	0.09%							0.97%
OESTE	0.58%	1.02%	0.15%	0.01%						1.76%
ONO	0.82%	2.15%	0.37%	0.03%						3.37%
NO	1.13%	3.11%	0.61%	0.02%						4.88%
NNO	1.43%	4.28%	0.60%	0.01%						6.32%
NORTE	1.68%	4.36%	0.51%	0.01%						6.56%
TOTAL	37.27%	51.31%	9.54%	1.42%	0.32%	0.10%	0.03%	0.01%		100.00%

La dirección predominante de las olas es el ESE, seguida por el SE y el ESTE. El 89% de las olas son menores a 1 m y el 10% tienen alturas de entre 1 m y 1,5 m. La frecuencia de olas mayores a 3 m es despreciable.

El oleaje con períodos más largos (mayores a aproximadamente 10 segundos) corresponde a *swell* marino, que son olas de período largo y regular que se propagan en océano abierto hasta muchos kilómetros lejos de su zona de generación, casi sin pérdida de energía.

Las olas de períodos más cortos (en general menores a los 8 segundos) corresponden a *sea* u ola de viento. Este oleaje, de períodos menos regulares que el *swell*, es generado localmente debido a los vientos de la zona.

Del análisis del período de los datos (Tabla 3) se desprende que alrededor del 18% de las olas concentran su período entre 8 y 10 segundos (*swell*) mientras que más del 70% presentan períodos menores a 8 segundos, correspondiente con las olas de viento (*sea*).

Tabla 3. Análisis estadístico de período en función de la altura significativa para el período 1993-2023. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	>16	TOTAL
0-0.5	10.94%	6.53%	4.81%	10.66%	2.90%	1.19%	0.15%	0.09%	37.27%
0.5-1	15.93%	18.85%	5.32%	6.29%	2.89%	1.78%	0.21%	0.05%	51.31%
1-1.5	0.02%	6.12%	1.58%	0.76%	0.50%	0.52%	0.04%	0.01%	9.54%
1.5-2		0.46%	0.73%	0.13%	0.02%	0.05%	0.02%		1.42%
2-2.5		0.03%	0.21%	0.07%	0.01%		0.01%		0.32%
2.5-3			0.04%	0.05%					0.10%
3-3.5			0.02%	0.01%					0.03%
3.5-4				0.01%					0.01%
4-4.5									
TOTAL	26.89%	31.98%	12.70%	17.97%	6.32%	3.54%	0.43%	0.15%	100.00%

El análisis estacional de la serie temporal de oleaje se presenta en la Figura 8. En dicha figura se graficaron las distribuciones direccionales estacionales de hs para las estaciones verano (diciembre, enero y febrero), otoño (marzo, abril y mayo), invierno (junio, julio y agosto) y primavera (septiembre, octubre y noviembre).

Se observa que la distribución direccional del oleaje para todas las estaciones, excepto en invierno, no se aparta de manera significativa de la anual. En invierno, si bien la dirección predominante sigue siendo ESE, se registran muchos menos eventos en esa dirección y en la dirección ESTE y más eventos en las direcciones ONO a NORTE, con respecto a la distribución anual.

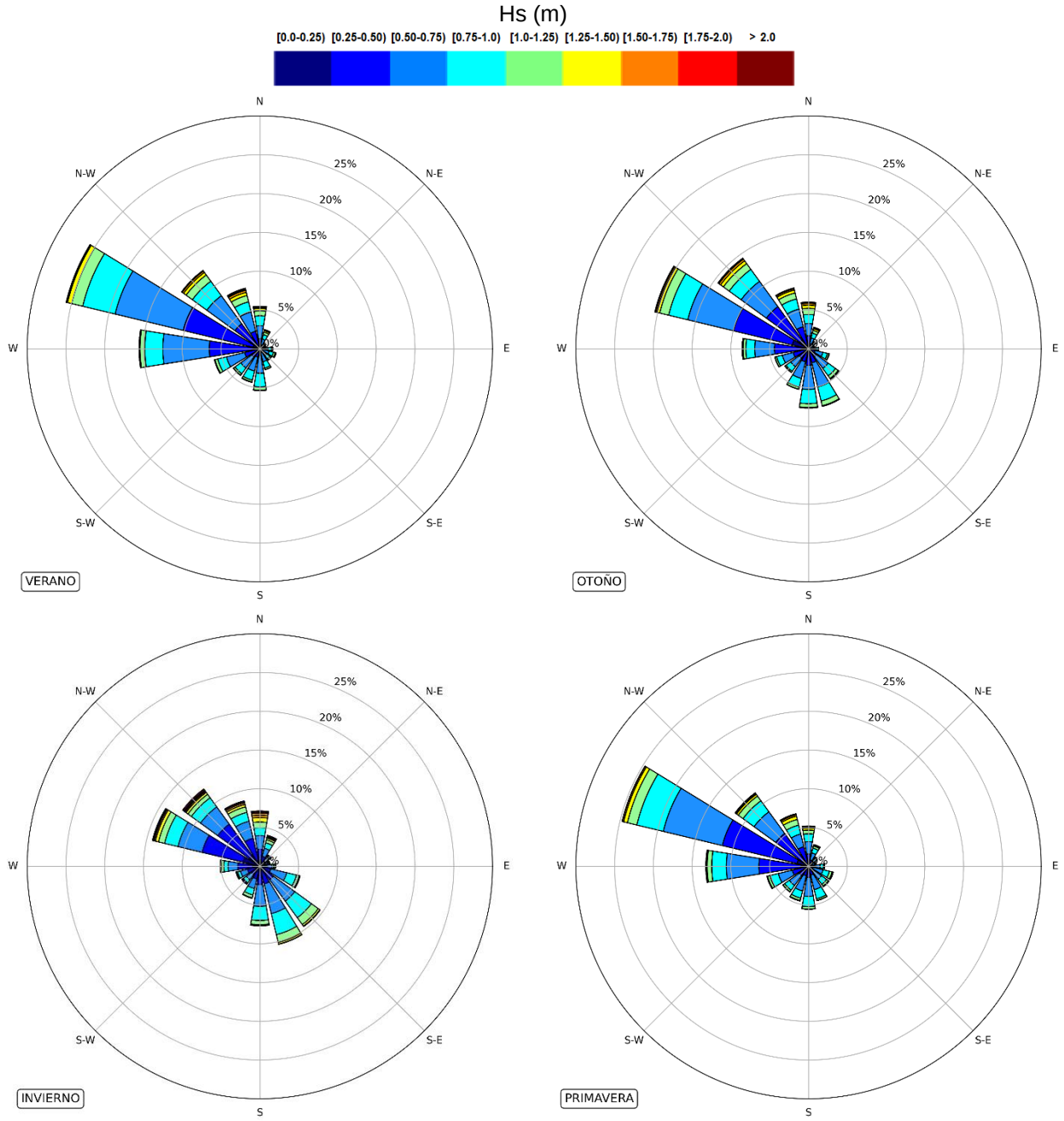


Figura 8. Distribución direccional del oleaje, Hs discriminada por estación, período 1993 a 2023. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

2.1.5 Parámetros Físicos

El Golfo San Matías (GSM), al ser una cuenca semicerrada, se caracteriza por la distribución y evolución de sus propiedades físicas, las cuales están principalmente reguladas por el intercambio con la atmósfera y el mar abierto a través de su desembocadura. El influjo de agua de la plataforma desde el sector sureste regula las condiciones físicas del sector sur del golfo e incluso del golfo San José. Sin embargo, debido a la particular geometría del Golfo San Matías (profundo y con una boca limitada por un pronunciado umbral de menor profundidad), el forzamiento atmosférico tiene una mayor influencia en las condiciones internas del golfo (Rivas y Beiber, 1990).

2.1.5.1 Temperatura y Salinidad

Se recopiló información relativa a los campos superficiales de temperatura y salinidad del Programa Espacial COPERNICUS. Se accedió a estos datos mediante el enlace: https://www.copernicus.eu/es/servicios/vigilancia-marina.

Para el campo de temperaturas se utilizó el sistema OSTIA (Operational Sea Surface Temperature and Ice Analysis), el cual emplea datos satelitales proporcionados por el proyecto GHRSST junto con observaciones *in situ* para determinar la temperatura de la superficie del mar con una resolución de 1/20°. Para el campo de salinidad se empleó el modelo numérico tridimensional "Global Ocean Physics Analysis and Forecast", que ofrece una resolución de 1/12°.

En la Figura 9 y la Figura 10 se presentan las distribuciones espaciales de temperatura y salinidad, respectivamente, para los meses de julio 2023 (invierno), octubre 2023 (primavera), enero 2024 (verano) y abril 2024 (otoño).

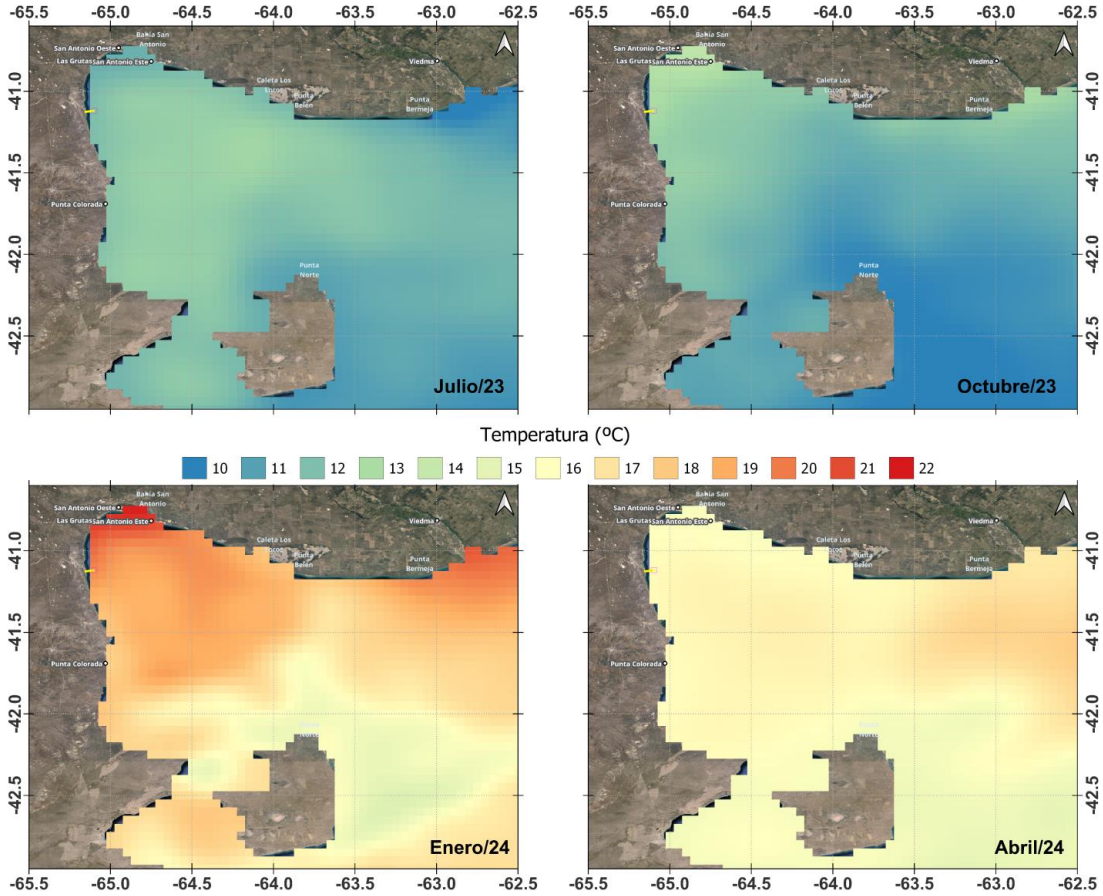


Figura 9. Temperatura potencial en superficie (ºC). Se indica el área del proyecto. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

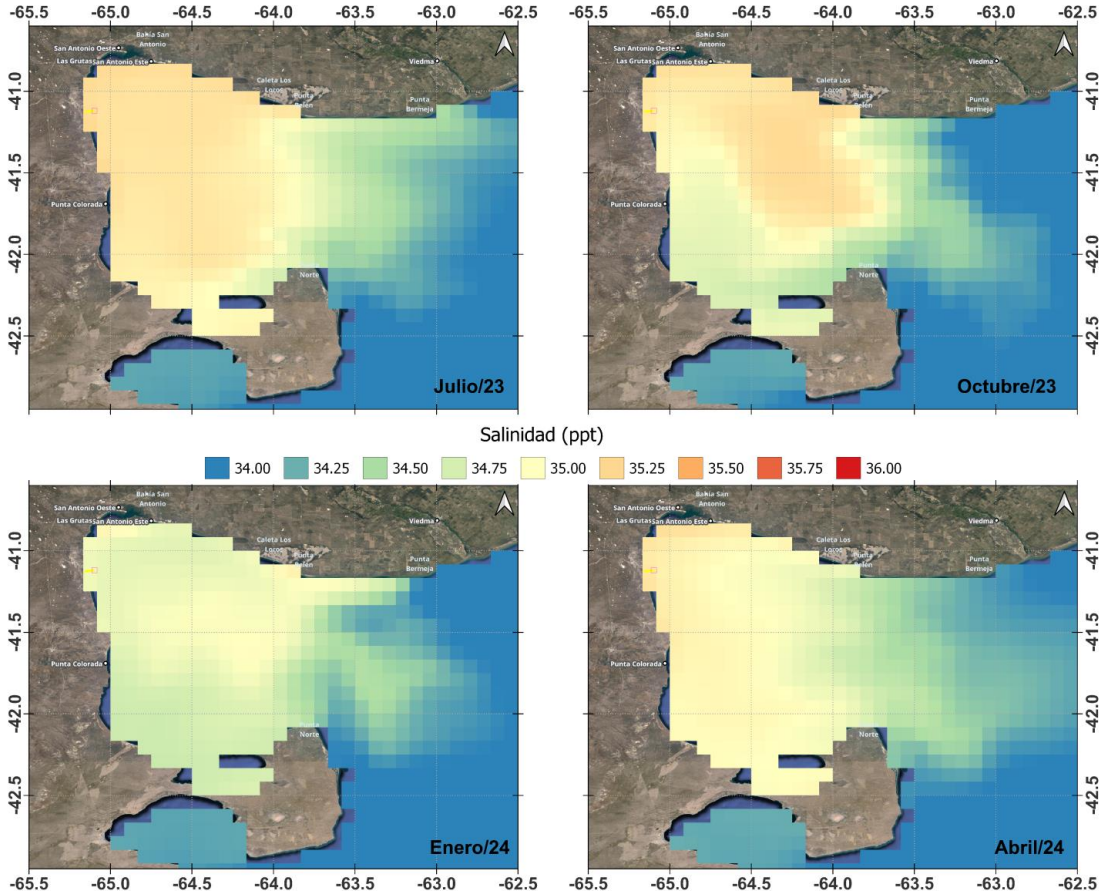


Figura 10. Salinidad en superficie (UPS). Se indica el área del proyecto. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

La distribución se caracteriza por la presencia de dos zonas con diferentes temperaturas. Los datos muestran una diferencia promedio en la temperatura de la superficie del mar (SST) entre ambas regiones del orden de 1–3 °C, excepto durante el otoño y el invierno, cuando la zona frontal térmica prácticamente desaparece (Piola y Scasso, 1988; Gagliardini y Rivas, 2004).

El análisis del campo de salinidad superficial sugiere que la exportación de agua más salina a la plataforma se produce principalmente por el sector norte del golfo.

Rivas y Beiber (1990) recolectaron datos de salinidad y temperatura tomados durante dos cruceros realizados en abril y septiembre de 1986 en los golfos norpatagónicos. A continuación, se presentan perfiles verticales de temperatura y salinidad sobre las dos transectas que se presentan en la Figura 11 (líneas A-A y B-B).

Las imágenes (a) y (b) de la Figura 12 y la Figura 13 corresponden a la sección transversal paralela a la boca del golfo y muestran bajas temperaturas y salinidades al sur, y altas temperaturas y salinidades al norte para ambos meses relevados. Se observa una columna de agua homogénea en salinidad y temperatura, salvo en el sector norte donde esta última es menor.

Las imágenes (c) y (d) de la Figura 12 y la Figura 13, son secciones transversales de una línea que se extiende desde una estación dentro del golfo San Matías hasta una en mar abierto. Exhiben altas temperaturas y salinidad dentro del golfo y bajas temperaturas y salinidad fuera del mismo.

En otoño se observa una columna de agua homogénea tanto en temperatura como en salinidad a lo largo de la boca del golfo (transecta A-A). En el interior del golfo (transecta B-B) se desarrolla una termoclina a una profundidad de 50-100 m, mientras que la temperatura es homogénea en toda la columna de agua fuera de la boca del mismo. La salinidad es homogénea a lo largo de toda esta transecta oeste-este.

En primavera, el comportamiento observado en la transecta A-A es similar al de otoño, con la salvedad que en el extremo norte se encuentra una lente superficial de agua más cálida. En el interior del golfo (transecta B-B) se observa el inicio del desarrollo de la termoclina estacional, mientras que en la boca y hacia afuera se mantiene la estratificación. Al igual que en el otoño, la salinidad es homogénea a lo largo de toda esta transecta oeste-este.

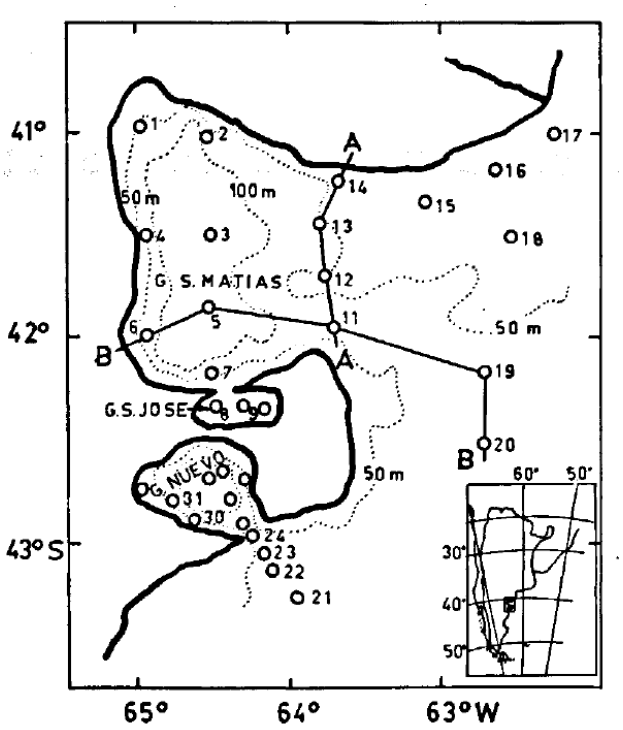


Figura 11. Ubicación de las transectas A-A y B-B. Fuente: Rivas y Beiber (1990).

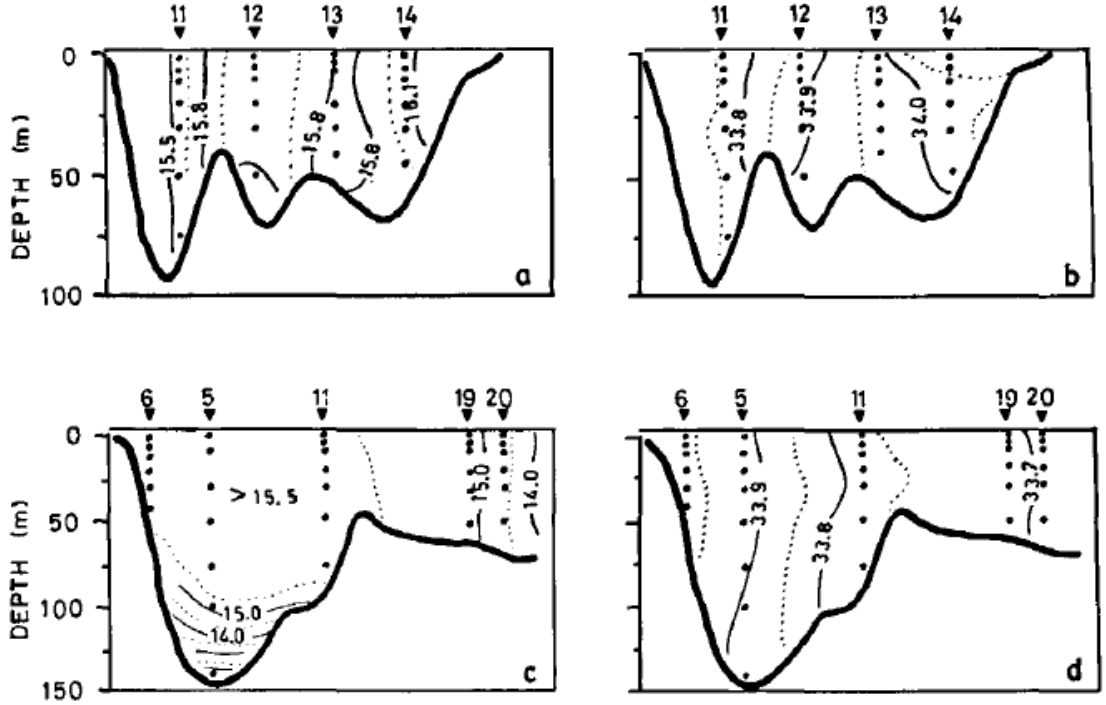


Figura 12. Sección vertical a lo largo de las transectas A-A (sur a norte) [(a) temperatura y (b) salinidad] y B-B (oeste a este) [(c) temperatura y (d) salinidad] para el mes de abril de 1986. Fuente: Rivas y Beiber (1990).

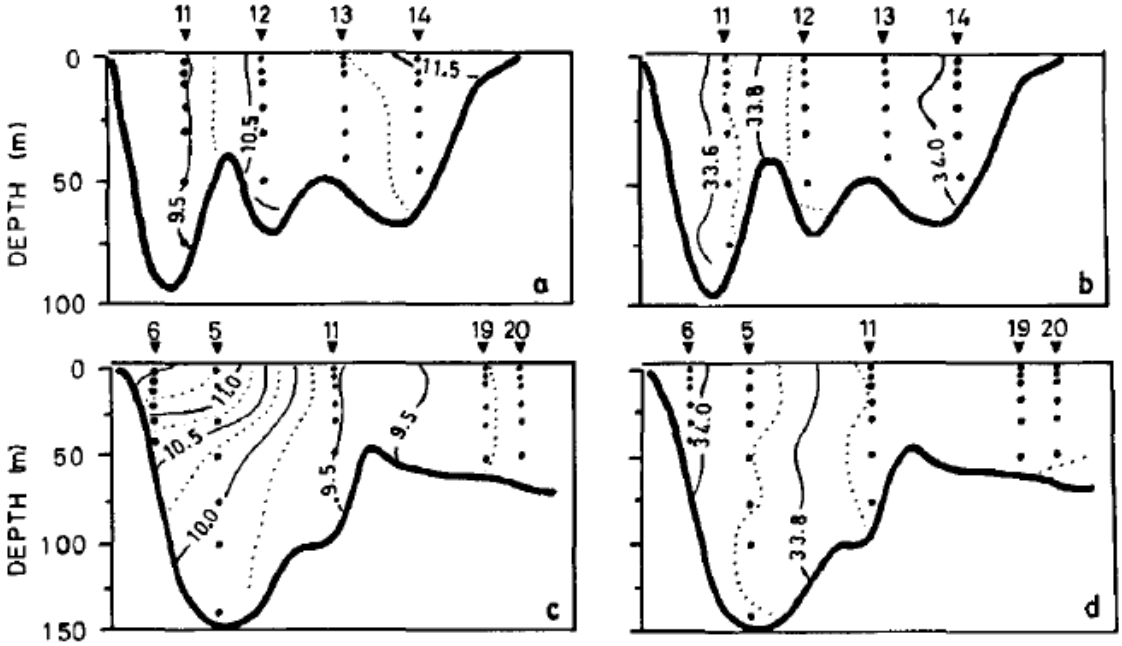


Figura 13. Sección vertical a lo largo de las transectas A-A (sur a norte) [(a) temperatura y (b) salinidad] y B-B (oeste a este) [(c) temperatura y (d) salinidad] para el mes de septiembre de 1986. Fuente: modificado de Rivas y Beiber (1990).

Para el mes de abril se observa una columna de agua homogénea tanto en temperatura como en salinidad a lo largo de la boca del golfo (transecta AA). En el interior del golfo (transecta B-B) se desarrolla una termoclina a una profundidad de 50-100 m, mientras que la temperatura es homogénea en toda la columna de agua fuera de la boca del mismo. La salinidad es homogénea a lo largo de toda esta transecta oeste-este.

Para el mes de octubre, el comportamiento observado en la transecta A-A es similar al de abril, con la salvedad que en el extremo norte se encuentra una lente superficial de agua más cálida. En el interior del golfo (transecta B-B) se observa el inicio del desarrollo de la termoclina estacional, mientras que en la boca y hacia afuera se mantiene la estratificación. Al igual que en el mes de abril, la salinidad es homogénea a lo largo de toda esta transecta oeste-este.

2.1.5.2 Turbidez

La presencia de partículas o sólidos suspendidos totales (SST) en el agua de mar, compuestos de fracciones minerales y orgánicas, puede tomarse como indicador de turbidez.

Pierce y Siegel (1979) realizaron muestreos en la plataforma sur argentina (Figura 14, izquierda), encontrando que la concentración de material total suspendido en el agua osciló entre 0,10 y 40,56 mg/l en mayo de 1975, observándose las magnitudes más altas en cercanías de la costa. También concluyeron que el compuesto orgánico en profundidades cercanas a la superficie disminuye al alejarse de la costa, aunque la cantidad relativa del total aumenta. Este aumento en la cantidad relativa se debe a una disminución más rápida en la concentración de minerales en suspensión. La fase orgánica generalmente es un componente menos importante del material particulado suspendido debajo de las capas superficiales.

Villagran et al. (2021) realizaron un muestreo durante el verano de 2016 en 20 estaciones distribuidas a lo largo del Mar Argentino ((Figura 14, derecha), encontrando que la concentración del material total suspendido no muestra una variación espacial notable, excepto en la estación 1 (correspondiente al Río de la Plata) con un pico de 63,8 mg/l. Otras estaciones con niveles relativamente altos fueron la estación 14 en Santa Cruz (11,4 mg/l), la estación 20 en Tierra del Fuego (10,5 mg/l) y la estación 9 en Península Valdés (10,2 mg/l). Por otro lado, los sitios con niveles relativamente bajos de SST fueron en la provincia de Buenos Aires, frente a la ciudad de Mar del Plata y al sureste de Tierra del Fuego, con valores alrededor de 5,0 mg/l.

El Global Ocean Colour de COPERNICUS, basado en observaciones satelitales provistas por la compañía ACRI-ST, incluye el producto "materia particulada suspendida - no algal (inorgánica)". Este producto se basa en el algoritmo de Gohin, que utiliza mediciones *in situ* de SST y ha sido desarrollado para proporcionar una estimación de la materia mineral en suspensión en la zona costera.

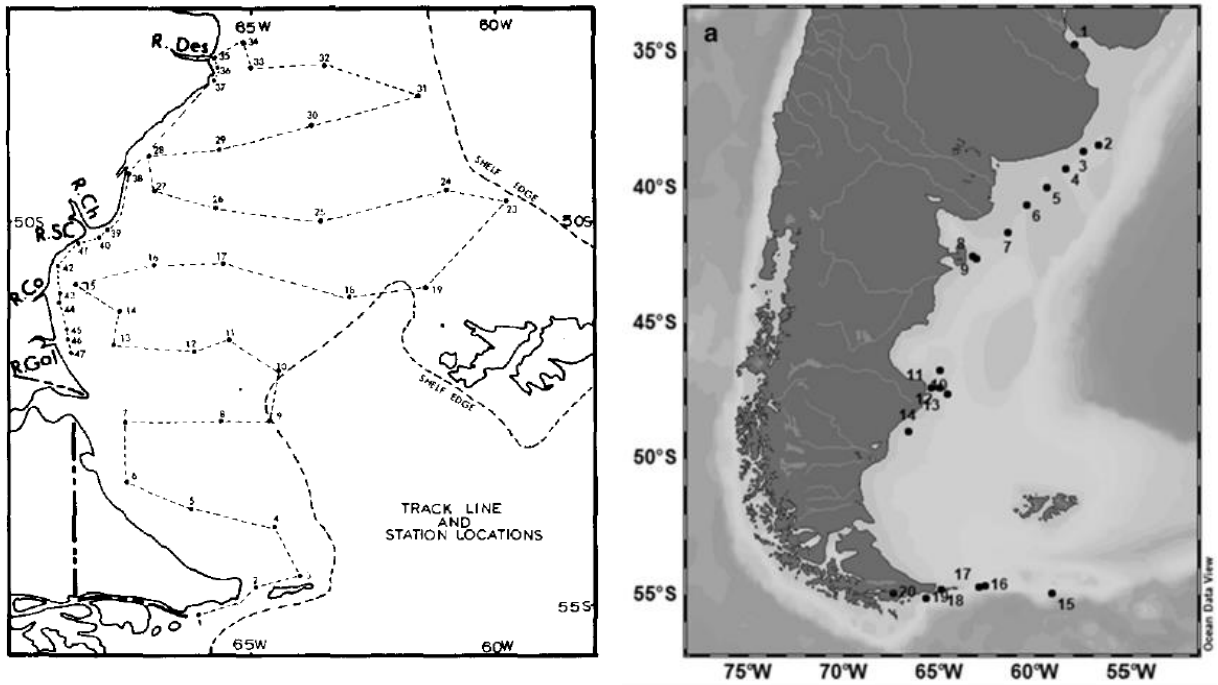


Figura 14. Ubicación de las estaciones. Pierce y Siegel, 1979 (izq.) y Villagran et al., 2021 (der.).

A partir del análisis de los datos de Copernicus se presenta a continuación la caracterización de la turbidez del agua de mar.

En la siguiente imagen (Figura 15) se presenta el promedio mensual de SST en superficie para los años 2003 a 2023, resaltando en negro la concentración promedio, para un punto a 8 km de la costa. El rango de variación mensual se encuentra entre 0,3 mg/l y 1,9 mg/l. Sin embargo, a excepción de algunos años, la concentración mensual no supera los 0,8 mg/l.

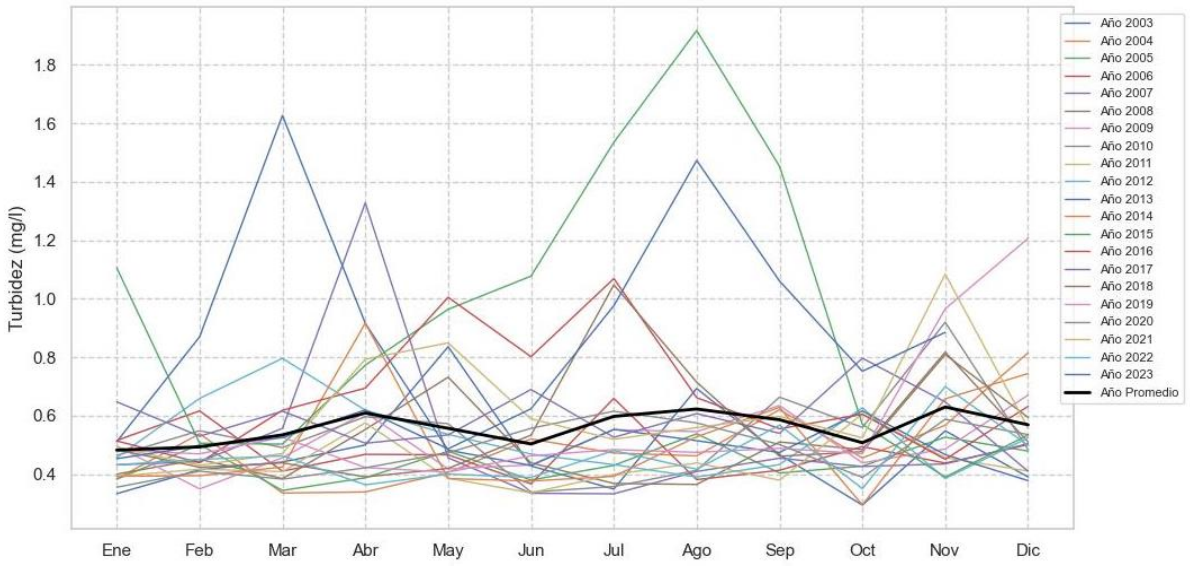


Figura 15. Sólidos totales suspendidos (SST) mensual para el punto 41,1240º S, 65,0434º W. Serie 2003 a 2023. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

La Figura 16 presenta la concentración diaria en superficie para el año 2023 en el mismo punto de estudio.

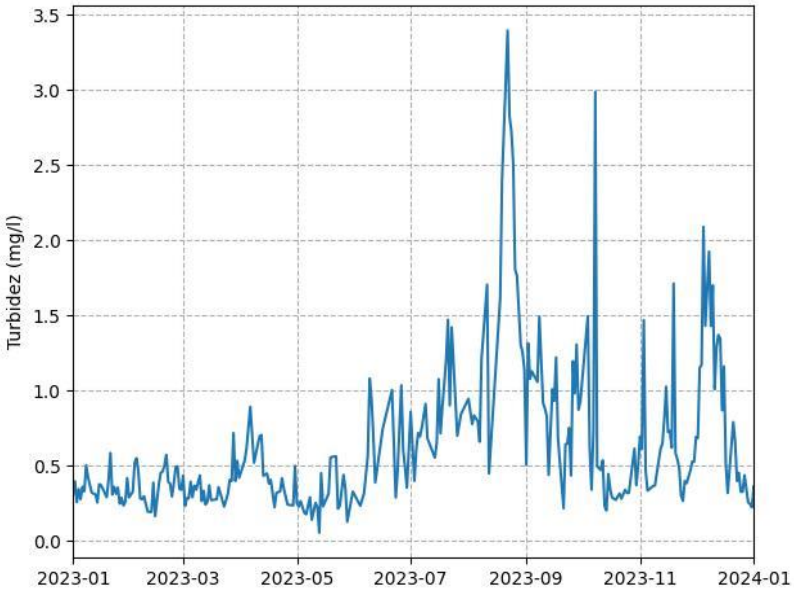


Figura 16. Turbidez diaria para el punto 41,1240º S, 65,0434º W durante el año 2023. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

Para analizar la distribución espacial de los sedimentos inorgánicos se presentan 4 imágenes en planta del golfo para distintos meses del año 2023 (Figura 17). Se observa que las concentraciones más bajas coinciden con una baja concentración a nivel del golfo se dieron en febrero y mayo, y noviembre fue el mes con mayores valores de turbidez a nivel regional.

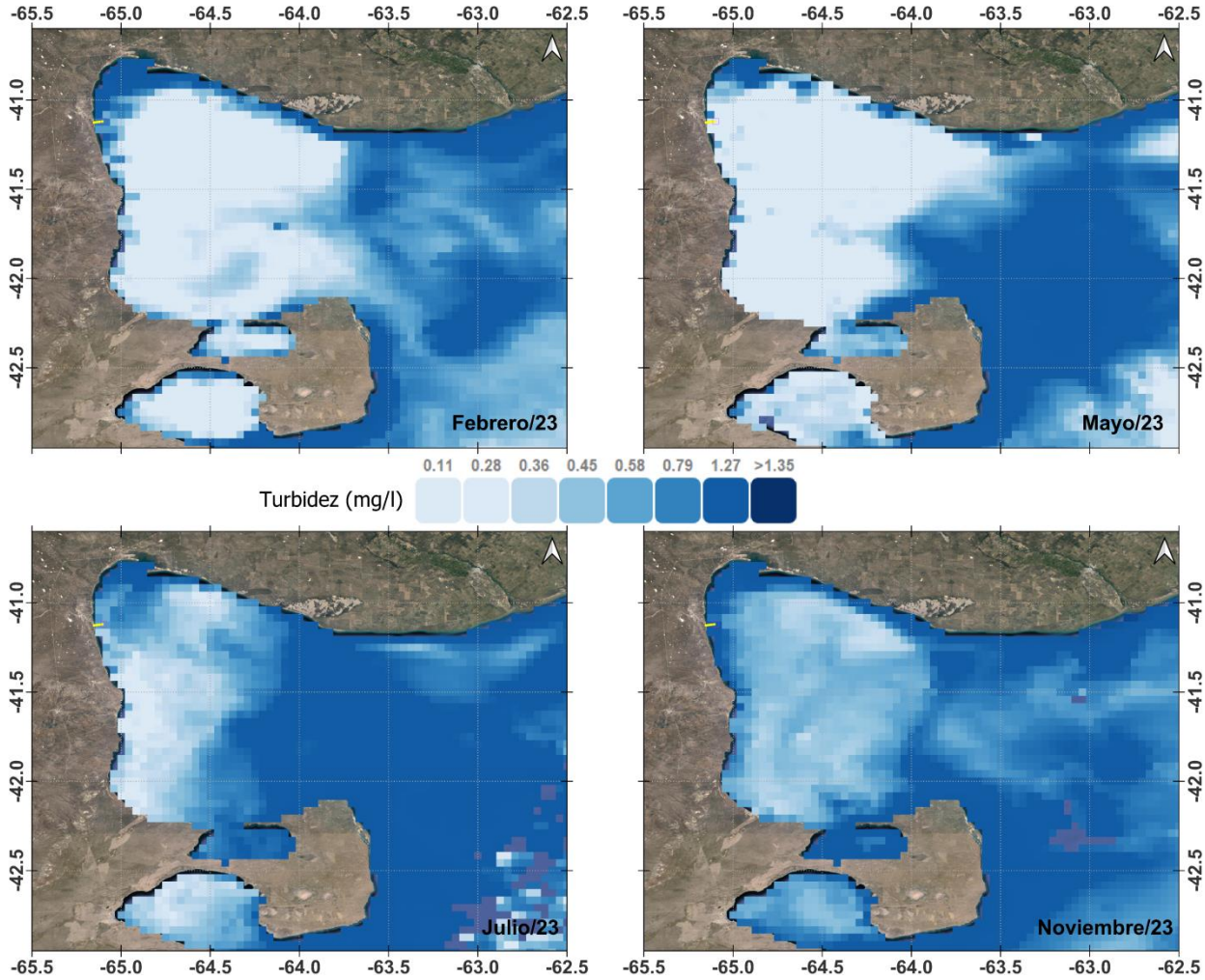


Figura 17. Distribución superficial de turbidez, promedio mensual para los meses febrero/23, mayo/23, julio/23 y noviembre/23. Fuente: elaboración propia con datos de COPERNICUS.

2.1.6 Climatología

Hoffmann et al., (1997) analizaron la climatología del Océano Atlántico Sudoccidental utilizando diversas fuentes internacionales y nacionales.

La región comprendida entre los entre 40º-45º S y 65º-55º O presenta una humedad relativa promedio del 81% con poca variación interanual. La nubosidad (% de cielo cubierto por nubes) alcanza su valor mínimo en enero, del orden del 50% y su valor máximo en julio, del orden del 70% (ver Tabla 4).

Las escasas precipitaciones anuales en la Patagonia, inferiores a 250 mm, caracterizan también el sector occidental del Mar Argentino hasta una distancia de 150 km a 200 km de la costa. En promedio, solo llueve el 4% del tiempo en la región los entre 40º-45º S y 65º-55º O.

La temperatura media mensual del aire varía entre 8 y 10ºC en invierno y entre 15 y 17ºC en verano. La diferencia positiva de temperatura entre el mar y el aire indican un flujo de calor desde el mar a la atmósfera, que en la región ocurre entre agosto y febrero, mientras que en otoño e invierno las diferencias negativas indican que la atmósfera transfiere calor al mar.

El gradiente de presión en el área de interés no presenta diferencias marcadas entre enero y julio, y, en general, las isobaras sobre la superficie del mar son latitudinales.

Cuando el viento sopla sobre el agua ejerce una fuerza en su misma dirección que se denomina esfuerzo tangencial del viento. De esta manera se transfiere energía cinética en grandes cantidades solamente desde el aire al agua. De esta energía transmitida una pequeña porción es utilizada para originar corrientes en el mar, pues la mayor parte es usada en generar olas.

El agua transmite también energía al aire, en forma de calor latente y calor sensible, donde el viento juega también un papel importante. Por lo tanto, uno de los elementos del clima más importante en los procesos de interacción mar-atmósfera es el viento.

A nivel regional, el viento en superficie presenta isotajas aproximadamente paralelas a la costa, de modo que sobre el Mar Argentino la velocidad del viento aumenta tanto hacia el este como hacia el sur. Entre los 40º-45º S y 65º-55º O la velocidad media del viento es 6,6 m/s, con valores máximos entre abril y agosto superiores a 7,0 m/s y con una permanencia mayor al 40% del tiempo.

Tabla 4. Tabla climática para el área comprendida entre 40º-45º S y 65º-55º O en el océano Atlántico Sudoccidental. Fuente: modificado de Hoffmann et al. (1997).

Mes	V	PV	P	Temperatura (ºC)			r	C	P (frec.)
	(m/s)	(%)	(mb)	Mar	Aire	Dif.	(%)	(%)	(%)
Ene	6,1	22	1009	16,1	16,8	0,8	79	48	4,0
Feb	6,7	29	1009	16,5	16,8	0,3	78	47	2,4
Mar	5,9	26	1014	15,9	15,5	-0,4	79	46	3,8
Abr	7,2	43	1013	14,3	13,9	-0,5	80	52	3,5
May	7,1	54	1012	12,6	11,9	-0,7	81	59	5,9
Jun	6,9	48	1012	10,6	9,9	-0,8	82	62	5,5
Jul	7,4	41	1014	9,2	8,6	-0,7	81	69	5,8
Ago	7,1	46	1013	8,6	8,7	0,2	82	56	1,8
Sep	6,4	37	1015	8,7	9,0	0,4	81	50	3,9
Oct	6,4	22	1013	9,7	10,3	0,7	82	51	4,2
Nov	6,0	26	1012	11,7	12,7	1,1	82	55	3,1
Dic	6,3	32	1008	14,2	14,8	0,6	79	49	2,4
ANUAL	6,6	35	1012	12,4	12,4	0,1	81	54	3,9
sd	4,2		8	2,0	2,5	2,2	11	38	

V = Viento medio PV = Permanencia del viento P = Presión atmosférica media C = Nubosidad
Dif. = Temp. del Mar - Temp. del Aire r = Humedad relativa media P = Precipitación

A continuación, se presenta el análisis de la distribución direccional de las velocidades del viento de los datos correspondientes al registro del SMN en la cercana estación de San Antonio Oeste. Los datos corresponden a promedios de 10 minutos cada hora para el período 1991–2023 (34 años). La Figura 18 presenta la rosa de velocidades del viento y la Tabla 5 el análisis estadístico direccional.

Se puede apreciar que la dirección ampliamente predominante del viento corresponde al sector NO (20%), seguido por los sectores OESTE, ONO, NNO, N, SE y SUR con alrededor de un 7 a 9% del tiempo cada uno. Las velocidades de hasta 12,5 m/s están presentes un 97% del tiempo, siendo las más frecuentes entre 5,0 y 7,5 m/s (32%) y entre 2,5 y 5,0 m/s (24%).

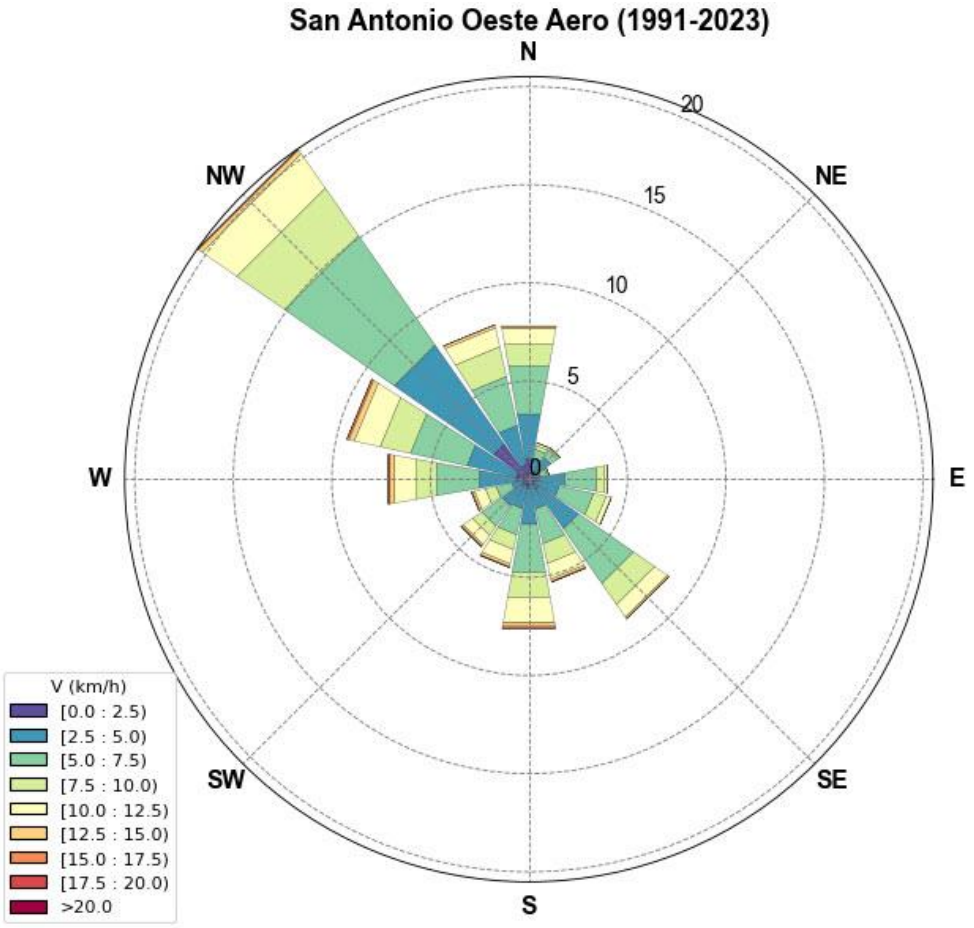


Figura 18. Rosa de velocidades del viento en la zona para el período 1991-2023. Fuente: elaboración propia en base a datos del SMN en San Antonio Oeste.

Tabla 5. Diagrama direccional de la velocidad del viento en la zona para el período 1991-2023 (%). Fuente: elaboración propia en base a datos del SMN en San Antonio Oeste.

V(m/s) \ Dir	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Excedencia
0,0-2,5	1,416	0,463	0,718	0,251	0,686	0,461	1,006	0,452	0,773	0,486	0,622	0,312	0,937	1,062	3,226	1,064	13,934	100,000
2,5-5,0	1,948	0,600	0,617	0,347	1,139	1,120	2,055	1,091	1,551	1,036	1,016	0,569	1,599	2,142	5,089	1,730	23,648	86,066
5,0-7,5	2,498	0,490	0,457	0,336	1,632	1,783	3,406	1,811	2,478	1,370	1,274	0,818	2,208	2,942	6,794	2,552	32,849	62,418
7,5-10,0	1,133	0,201	0,096	0,090	0,422	0,652	1,311	1,035	1,314	0,768	0,575	0,554	1,091	1,573	2,953	1,555	15,324	29,569
10,0-12,5	0,782	0,124	0,044	0,021	0,151	0,252	0,781	0,796	1,269	0,748	0,568	0,566	1,078	1,351	2,144	0,980	11,657	14,245
12,5-15,0	0,117	0,015	0,003	0,001	0,008	0,021	0,092	0,135	0,223	0,150	0,104	0,122	0,247	0,291	0,241	0,155	1,925	2,588
15,0-17,5	0,008	0,001	0,000	0,000	0,002	0,002	0,027	0,036	0,082	0,032	0,037	0,043	0,068	0,082	0,054	0,015	0,490	0,663
17,5-20,0	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,014	0,024	0,010	0,008	0,008	0,013	0,018	0,010	0,000	0,112	0,173
20,0-22,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,014	0,012	0,002	0,002	0,011	0,004	0,002	0,000	0,052	0,061
22,5-25,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,009
Total	7,903	1,895	1,936	1,046	4,042	4,291	8,681	5,373	7,730	4,617	4,207	2,995	7,253	9,467	20,512	8,053	100,000	

2.1.7 Batimetría

Los golfos norpatagónicos San Matías y Nuevo presentan la particularidad de tener las mayores profundidades, adyacentes a la costa, de la plataforma continental argentina. En el centro del Golfo San Matías hay profundidades mayores a 200 m y aproximadamente un 55% tiene profundidad mayor a los 10 m (Piola y Scasso, 1988).

La batimetría del lecho del Golfo San Matías se obtuvo de la base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans" y el modelo digital de elevaciones (MDE-Arv 2.1) del IGN, en combinación con cartas náuticas del Servicio de Hidrografía Naval de la República Argentina (SHN). La misma se presenta en la Figura 19 con una resolución espacial regional de 50 m x 50 m y de 10 m x 10 m en la zona del proyecto (Figura 20), con profundidades referidas al Cero LAT (bajamar astronómica más baja).

En la Tabla 6 se presentan las cartas náuticas del SHN utilizadas para este estudio, indicando su escala y el área de cobertura.

Tabla 6. Cartas náuticas del SHN utilizadas para el presente estudio. Fuente: elaboración propia.

Carta Náutica	Nombre	Escala
H-214	De Faro Segunda Barranca a Faro Punta Bajos	1: 275.000
H-262	Puerto San Antonio	1: 50.000
H-277	Golfo San José - Boca del Golfo San José	1: 80.000 – 1: 20.000

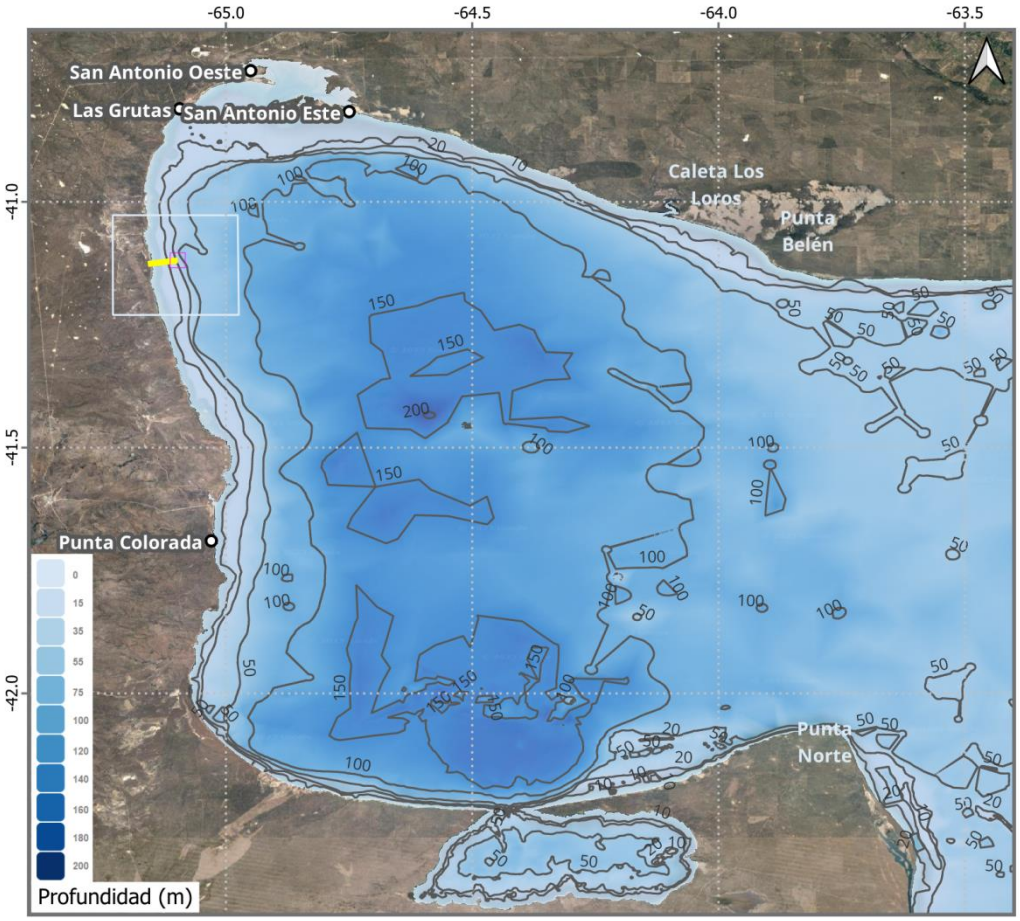


Figura 19. Batimetría del Golfo San Matías. El rectángulo de líneas blancas indica la zona representada con mayor resolución en la Figura 20.

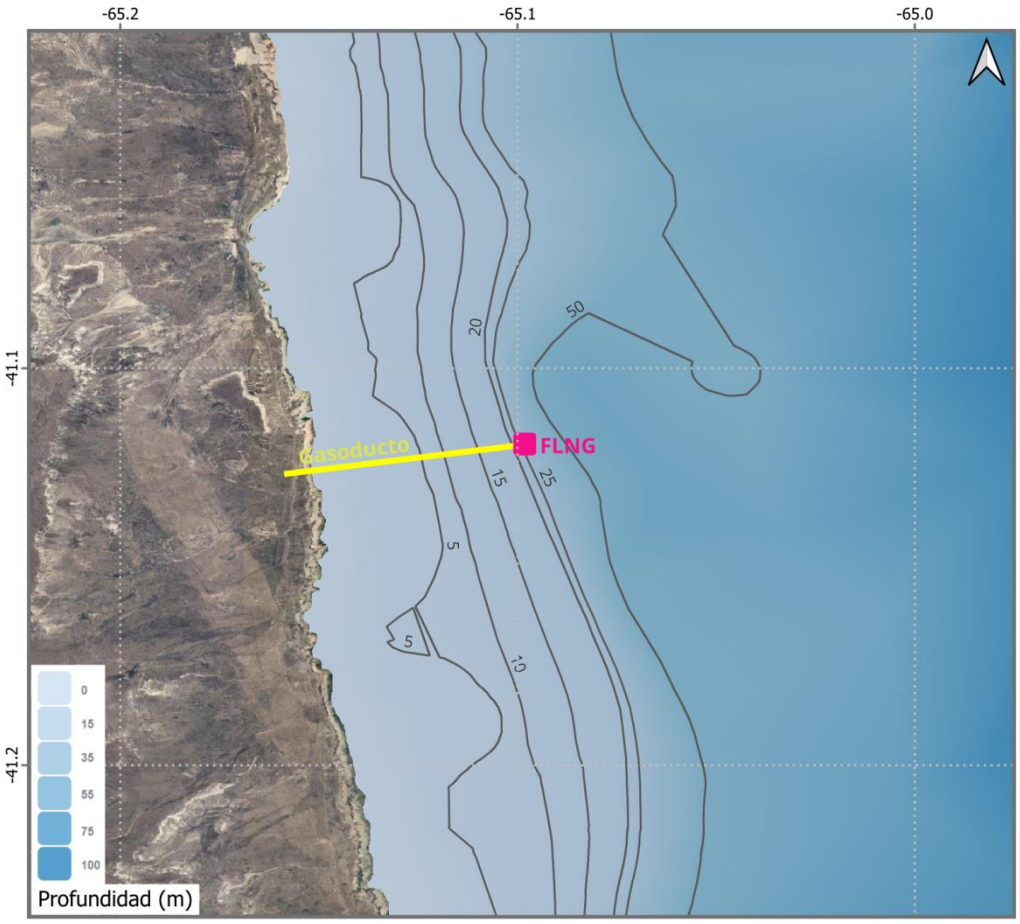


Figura 20. Batimetría en la zona del proyecto.

Más de la mitad de la región de la boca del Golfo San Matías tiene profundidades de entre 50 y 70 m, que también dominan en una amplia región de la plataforma continental abierta donde abundan sondajes menores aisladamente. Frente a Punta Norte las profundidades son más irregulares y llegan casi hasta los 100 m. Entre Punta Belén y Punta Norte se encuentran zonas de 50 a 100 m (borde oriental de la depresión que contiene al golfo) y hacia el oeste las profundidades son progresivamente mayores.

La parte central de la cuenca presenta una distribución de isobatas concéntrica y bastante regular que puede exceder los 170 m de profundidad y muestra dos hoyas a más de 180 m, orientadas meridionalmente con fondo sub horizontal.

En la Figura 21Figura 21 se muestra el perfil topográfico del golfo a los 41º S, exhibiendo la anomalía batimétrica de tener su fondo una profundidad mayor que la del borde de la plataforma continental en la misma latitud (Mouzo y Paterlini, 2017).

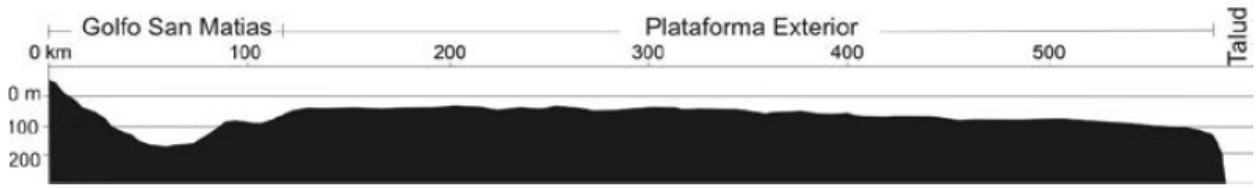


Figura 21. Perfil topográfico a los 41º S de la plataforma continental mostrando la anomalía batimétrica del Golfo San Matías. Fuente: modificado de Mouzo y Paterlini, 2017.

2.2 GEOLOGÍA

2.2.1 Marco Geológico General

El área de estudio se localiza en el Golfo San Matías, uno de los denominados Golfos Norpatagónicos (Figura 22). Este es el más extensos de estos, ubicado en la Plataforma Continental Argentina comprendida entre 40º 45' y 42º15' S. Está centrado aproximadamente en los 64º 30' O. El conjunto de los Golfos Norpatagónicos presenta las mayores profundidades de la plataforma continental argentina cerca de sus costas, incluso, mayores a las del borde de la plataforma continental (Figura 23).

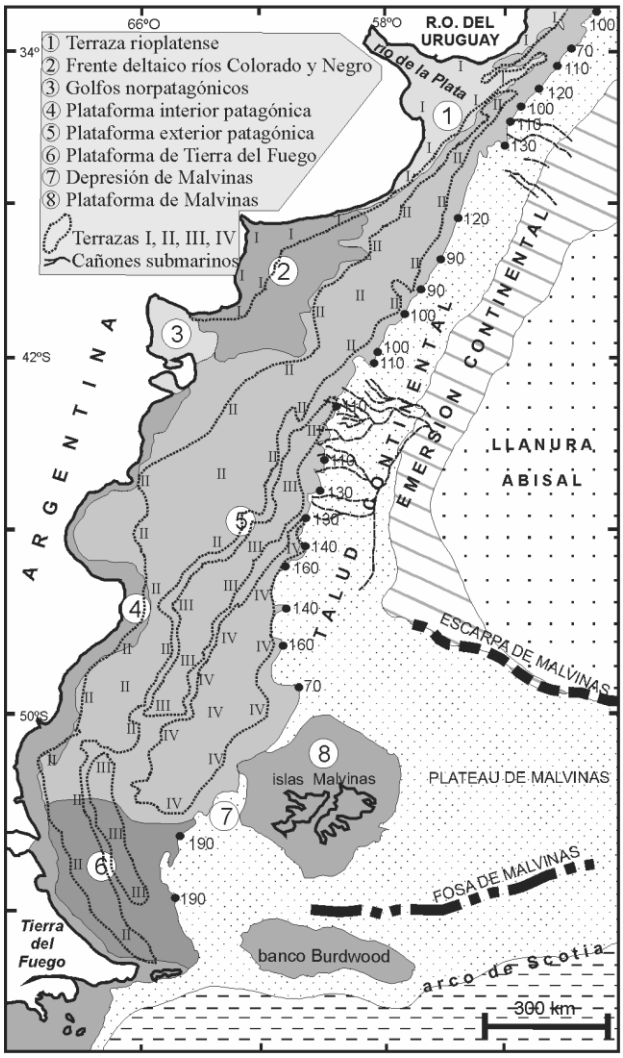


Figura 22. Mapa geomorfológico (modificado de Parker et al., 1996) con indicación de las profundidades del quiebre de pendiente plataforma exterior-talud (puntos negros). Fuente: Violante et al., 2014.

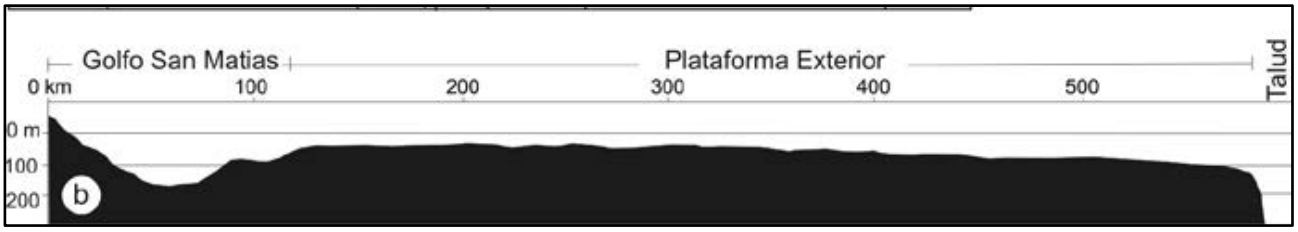


Figura 23. Perfil topográfico a los 41º S de la plataforma continental mostrando la anomalía batimétrica del golfo San Matías (modificado de Mouzo 1996). Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

De acuerdo con Mouzo y Paterlini (2017), la geología regional descripta en la bibliografía indica que alrededor del Golfo San Matías se encuentran básicamente dos tipos de rocas con diferente resistencia a la erosión marina, como notara Ameghino (1906): las rocas “duras” del Macizo Norpatagónico, sobre las que se apoya al oeste el Golfo San Matías y las rocas “blandas” que forman las costas al norte y al sur del Golfo. Las primeras son metamorfitas precámbricas de diversos grados, areniscas ferríferas silúrico-devónicas, intrusiones graníticas pérmico-carboníferas, riolitas, ignimbritas y tobas jurásicas, y reducidos asomos de sedimentitas cretácicas de origen pacífico, mientras las segundas son sedimentitas poco consolidadas, con bancos calcáreos a veces cementados, correspondientes al Patagoniense y Rionegrense (mioceno-plioceno), cubiertas por rodados patagónicos. Las rocas “duras” constituyen el basamento en la región, detectado magnéticamente bajo las aguas del golfo a profundidades crecientes hacia el E, que cubre enteramente la mitad SO del Golfo San Matías.

Estructuralmente, la región del Golfo San Matías, corresponde a un alto del basamento que separa las cuencas de Valdés y del Colorado, por lo que comparte algunas características estratigráficas con ambas. Esas cuencas postjurásicas poseen un estilo estructural de fallas extensionales con desarrollo de hemigrábenes. Estas fallas, muy rara vez afectan los depósitos postcretácicos y si lo hacen es sólo en el límite inferior de las capas terciarias. Las secciones superiores del terciario sólo muestran un plegamiento muy suave y pequeñas fallas de ajuste (Mouzo, 2014).

Los sedimentos terciarios que forman las costas al sur, al sureste, y al norte del Golfo San Matías corresponden a transgresiones marinas atlánticas del neógeno. Los posteriores procesos erosivos generaron la remoción de algunas secciones enteras de su estratigrafía regional en las depresiones sin salida, con su piso muy por debajo del nivel del mar actual.

El origen de los golfos norpatagónicos fue ampliamente discutido por la comunidad geológica desde Ameghino (1906) quien considera que su génesis se relacionaba con la erosión marina, mientras que Windhausen (1918, 1931) y Rovereto (1921) atribuyen el origen de golfos y depresiones sin salida a causas tectónicas y Feruglio (1949) los vincula con los procesos de deflación que generaron los profundos bajos sin salida en la Patagonia. Luego, Zambrano (1973) retoma la idea de Feruglio (1949) y sugiere ampliar la influencia eólica a las zonas centrales de los golfos San Jorge y San Matías. Mouzo y Garza (1975) sugieren que la depresión que ocupa el Golfo Nuevo fue modelada por agentes subaéreos antes de ser invadida por el mar, posiblemente durante el Holoceno, descartando un origen tectónico. Finalmente, Paterlini y Mouzo (2013) concluyen que el Golfo San Matías se originó por submergencia de una depresión subaérea durante el Último Interglacial (MIS 5), sin encontrar evidencias de un origen tectónico.

Es decir que la morfología, los sedimentos, la estructura sísmica somera y la estratigrafía indican que el golfo se formó en el Último Interglaciar durante la transgresión pleistocena (MIS 5 sensu lato) como resultado del retroceso costero y de la inundación de una depresión subaérea, similar a otras depresiones hoy cercanas a la costa (Mouzo y Paterlini, 2017). La regresión del mar pleistoceno originó un pequeño mar cerrado que podría haber descendido su nivel hasta la actual isobata de 100 m antes de ser nuevamente invadido por el mar durante la transgresión holocena. La roca de base corresponde al Terciario Medio-Tardío, por lo que el golfo sólo habría sido afectado por dos transgresiones en el Cuaternario.

Las caracterizaciones que se presentan a continuación se basan en información bibliográfica, fundamentalmente de los trabajos de Mouzo (2014) y de Mouzo y Paterlini (2017).

2.2.2 Morfología

Mouzo y Paterlini (2017) indican que en base a las características del relieve, la rugosidad del fondo y el tipo de sedimento que lo cubre, se diferencian cuatro regiones morfológicas en el Golfo San Matías. Sus ubicaciones se presentan sus en el mapa de la Figura 24 y las mismas se describen a continuación.

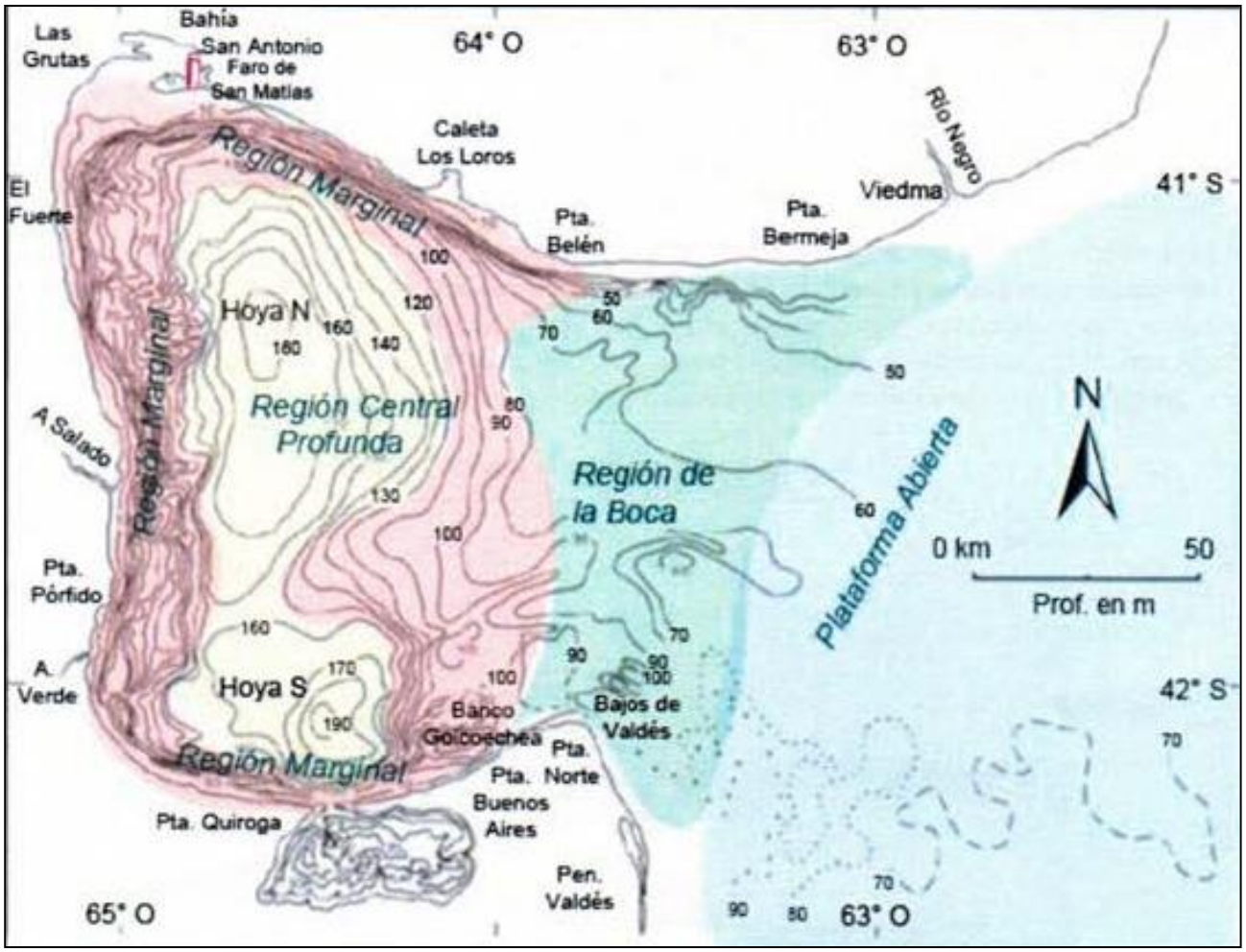


Figura 24. Mapa de Regiones morfológicas en el Golfo San Matías en base a Mouzo y Paterlini (2017). Se indica en: fucsia la región marginal, rosa la región central profunda, turquesa la región de la boca y celeste la plataforma abierta. Fuente: ERM 2023.

2.2.2.1 Plataforma Abierta

Esta región se encuentra en el límite este de la zona levantada, correspondiente a la plataforma interior e intermedia, donde se encuentra el umbral que separa al Golfo San Matías de la cuenca atlántica, a una profundidad de 65 m aproximadamente. De acuerdo con el comportamiento de las isobatas, paralelas a la costa norte, se señala un fondo de muy baja pendiente con irregularidades locales, como ondas de arena. Rasgos que comparte con la región de la boca. Las ondas de arena son de 5 a 10 m de alto y se presentan solas o en grupos pequeños aislados, separados entre sí desde cientos de metros a varios kilómetros.

El muestreo de sedimentos en esta región, señalado por Mouzo y Paterlini (2017), indica un contenido relativamente alto de grava, con las fracciones más arenosas frente a la parte media de la boca del golfo.

Se define en esta región a la Plataforma anómala, como la zona de la plataforma abierta al NE de la Península Valdés con batimetría irregular y relieve anómalo para ese ambiente (Bajos de Valdés). Debido a sus conexiones y su particular morfología, esta zona puede pertenecer a la región de la boca como se verá al tratar esa otra región.

2.2.2.2 Región de la Boca

Esta región no presenta límites muy precisos y se caracteriza por formas transicionales, muchas veces compartidas con las de la plataforma abierta y las propias del golfo. Adyacente a la plataforma abierta, la región de la boca se extiende por 120 km entre la Punta Bermeja al N y la Punta Norte al S. En la morfología de esta región se destacan las siguientes geoformas:

- **Terraza 60 m.** Es una planicie aterrazada que se encuentra a una profundidad promedio de 60 m, pudiendo distinguirla, también, entre 50 y 80 m, con una suave pendiente al SO del orden de 1:1.900 a 1:3.500. Está surcada por pequeñas depresiones y por elevaciones que en general corresponden a ondas de arena que pueden pasar los 15 m de altura. El rasgo negativo más conspicuo, con sección transversal en "V", corresponde al canal (cañón) ubicado en posición casi central con respecto a la boca del golfo. La Terraza 60 m presenta una cubierta de sedimentos sueltos que van de arenas limpias a grava de rodados, donde las arenas cubren una gran superficie en la zona del canal y sobre la vertiente occidental de la región de la boca.

- **Ondas de arena.** Con dimensiones y características varias, formando un gran campo en la Terraza 60 m, pero también se las encuentra hacia el E, en la plataforma abierta y se extienden sobre la región marginal que limita por el O a la Terraza de 60 m (Figura 25). Básicamente se las puede separar en ondas aisladas y ondas en trenes.

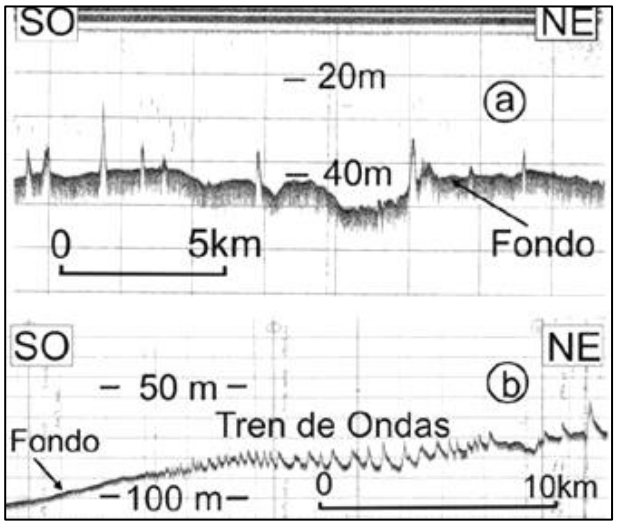


Figura 25. a) Registro de sonda mostrando ondas aisladas de más de 17 m de altura, sobre la Terraza 60 m; b) Tren de ondas en el flanco de la región marginal E, limítrofe con la región de la boca. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

- Las ondas aisladas, semejantes a las que se encuentran en la plataforma abierta, se muestran solas o en pequeños grupos, más o menos alejados entre ellos. Sus alturas son variables pero entre las máximas, las de 10-14 m son comunes, pero pueden llegar a medir más de 15 m (Figura 25a). Se las encuentra en fondos con sedimentos que van de arena limpia a mezclas variables de arena y grava.

- Los trenes de onda se encuentran en el borde O de la región, en la suave pendiente que baja de la región de la boca hacia la región central profunda, las ondas integran extensos y apretados trenes que se forman únicamente donde los sedimentos son arenas limpias. Sus alturas y longitudes de onda varían a medida que aumenta la profundidad, siguiendo el patrón: mediano-mayor-menor (Figura 25b), entre los 90-100 m de profundidad el fondo pasa a ser areno-fangoso y dejan de encontrarse.

- **Bajos de Valdés.** Rodeando la Punta Norte, las profundidades son muy variables y sensiblemente mayores que en la Terraza 60 m (Figura 24). En el perfil A-A, en la Figura 26, se observa el gran valle con elevaciones en su fondo que, desde donde termina la Terraza 60 m, se extiende unos 35 km hacia el SSO a profundidades mucho mayores.

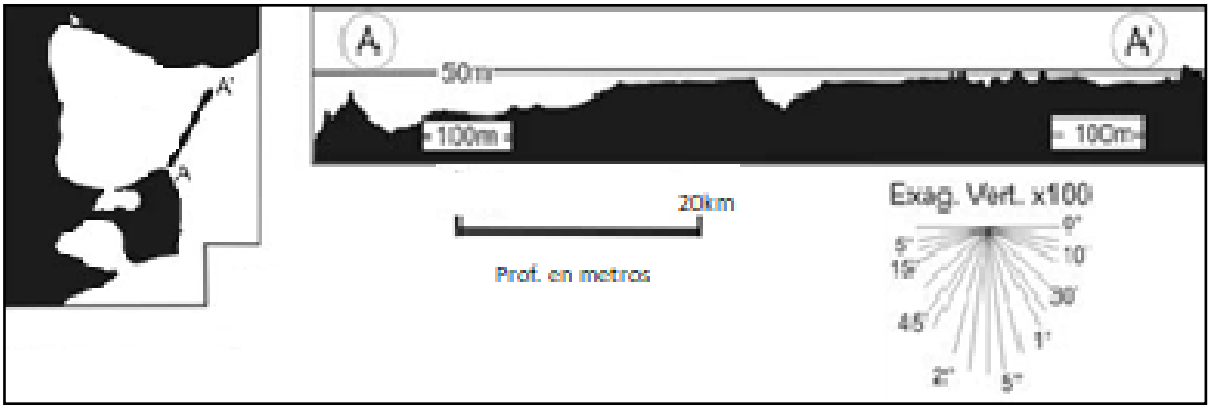


Figura 26. Perfil topográfico (A-A´) en el Golfo San Matías. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

El fuerte relieve observado sugiere que las partes profundas en los Bajos de Valdés serían remanentes de una o varias antiguas depresiones menores, como la del golfo San José o las que hay en la península Valdés, pero sumergidas durante el avance del Atlántico. El relieve positivo en la zona podría corresponder a restos erosionados de la roca de base del Terciario y/o a cordones de arena y grava, formados por las fuertes corrientes de la zona.

- **Cañones submarinos.** Al sur de la región de la boca, entre la Terraza 60 m y los Bajos de Valdés se encuentran dos cañones, el Central y el Sur. El cañón Central está marcado por la curva de 70 m y más profundas. Su cabecera, a la profundidad del umbral en la plataforma abierta, entra con rumbo ESE-ONO a la región de la boca, cambiando hacia el SO a 90 m de profundidad. El largo apreciable del cañón es de unos 105 km y desciende hacia las máximas profundidades del golfo en la hoya Sur. Los bordes de sus paredes en la cabecera, a 65 m de profundidad, marcan un valle de unos 6 km de ancho con thalweg a profundidad de 80 m labrado en un valle menor, de 500 m de ancho y sección en “V” (Figura 27).

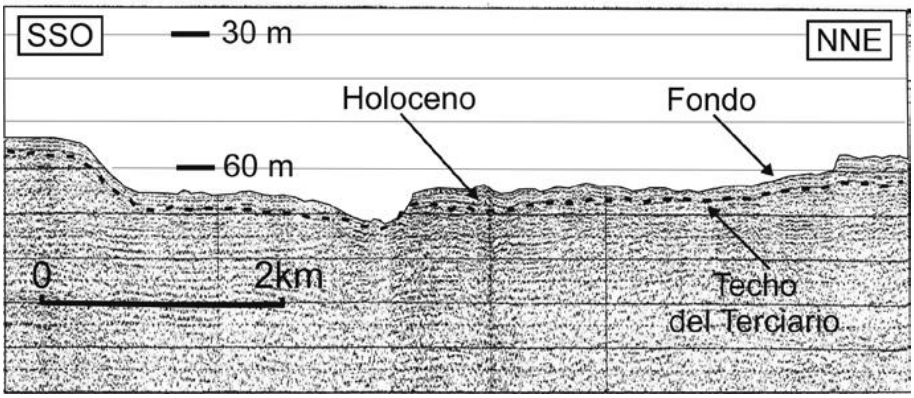


Figura 27. Sección sísmica del Cañón Central, que corta profundamente las capas del Terciario. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

El cañón Central corta una muy delgada cubierta de sedimentos sueltos y afecta, también, la roca de base del Terciario, capas que forman el fondo y subfondo en la zona, según la sísmica. La región del thalweg se encuentra libre de sedimentos sueltos, indicando la posible canalización de corrientes de marea.

El cañón Sur presenta su cabecera, unos 10 km al S del cañón Central y aunque su continuación también resulta menos conspicua, se lo puede seguir en los registros de sonda y en los sísmicos por unos 30 km, a profundidades de entre 90 y 130 m, hasta su sector terminal en la hoya Sur.

2.2.2.3 Región Marginal

Esta región se encuentra formando una franja a lo largo de las costas del Golfo San Matías, desde la playa hasta profundidades de entre 50 y 150 m, según su localización. Básicamente es de dos tipos: el ubicado frente a las costas N y S, y el que enfrenta la costa O del golfo. El flanco oriental, en cambio, es más indefinido y se complica con un rasgo morfológico singular, una nariz topográfica o espolón (Figura 24) que corresponde a un abanico submarino. Morfológicamente, la región marginal resulta semejante a las verdaderas plataformas y taludes que integran un margen continental y delimitan las cuencas oceánicas.

Las regiones marginales N y S son relativamente angostas y marcadamente abruptas, de 5 a 15 km de ancho y pendientes de 1:90 a 1:20, con suave relieve que refleja el carácter poco resistente de las sedimentitas del Terciario en las que están labradas. Por el contrario, la región marginal O presenta un ancho de 15-25 km y pendientes entre 1:190 y 1:100. Su relieve es más rugoso y está surcada de abundantes cauces. Esa rugosidad marca el control ejercido por las rocas del Macizo Norpatagónico que forman el substrato pre-Cretácico, plegado y fallado, cuya presencia es detectada en los registros sísmicos y magnéticos.

De acuerdo con Mouzo y Paterlini (2017), en relación con la Región Marginal Norte, en la Figura 28 se presenta la sección sísmica NNE-SSO normal a la costa N desde la playa al pie del talud, ubicado a una profundidad de 110 m.

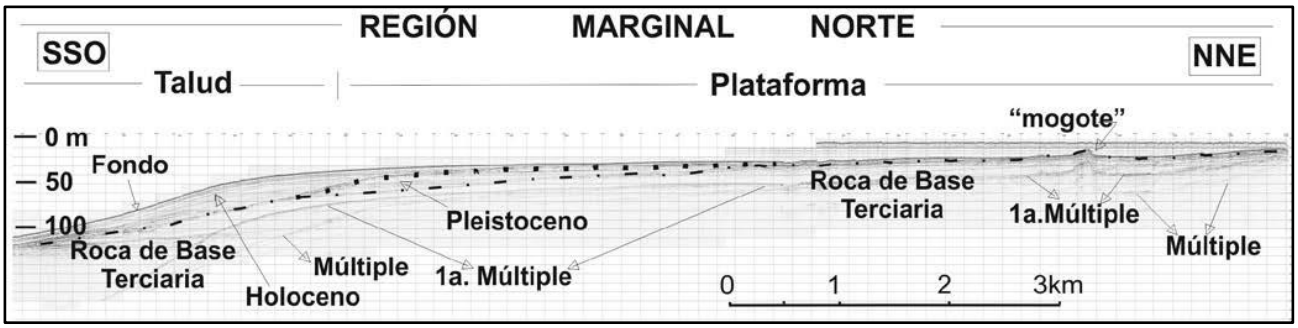


Figura 28. Registro sísmico normal a la costa, que muestra los rasgos morfológicos mayores. Línea de puntos y rayas = Techo del Terciario; Línea de puntos = Techo del Pleistoceno. Imagen cedida por Loxx Service. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

En la sección se pueden observar algunas características de la "plataforma" y del "talud". La plataforma se presenta casi sin relieve, con pendiente de 1:300, va desde la costa hasta el cambio de gradiente que se produce unos 8 km costa afuera, donde comienza el "talud". Este último se desarrolla entre 30 y 110 m de profundidad, con relieve suave y pendiente máxima de 1:15. Un "mogote" de 5-6 m de altura a unos 2 km de la costa, otro muy cercano de poco relieve y algunas irregularidades del fondo, son los únicos rasgos notables del relieve en la sección. La sección muestra también, la secuencia transgresiva-regresiva pleistocena, conservada en algunos tramos del perfil, identificada por las terminaciones de las fases sísmicas y tres escalones labrados en el paleo-talud–techo de la roca de base, por debajo de los sedimentos holocenos, el primero a profundidad de 65 m, el segundo a 80 m, y el tercero a 100 m.

En relación con la Región marginal O, Mouzo y Paterlini (2017), en la Figura 29, presentan dos secciones sísmicas. Una sección sísmica paralela y cercana a la costa en la parte S de esta región (Figura 29a). En ella se observa el fondo irregular y el registro sísmico casi libre de reflexiones coherentes, indicio de rocas intrusivas o volcánicas, evidenciando la presencia de las rocas ígneas del macizo Norpatagónico. Un registro de mejor calidad (Figura 29b) muestra las rocas del basamento en una sección paralela y a 4 km de la costa, casi frente a Piedras Coloradas, a unos 10 km al S de Las Grutas, donde aflora granito.

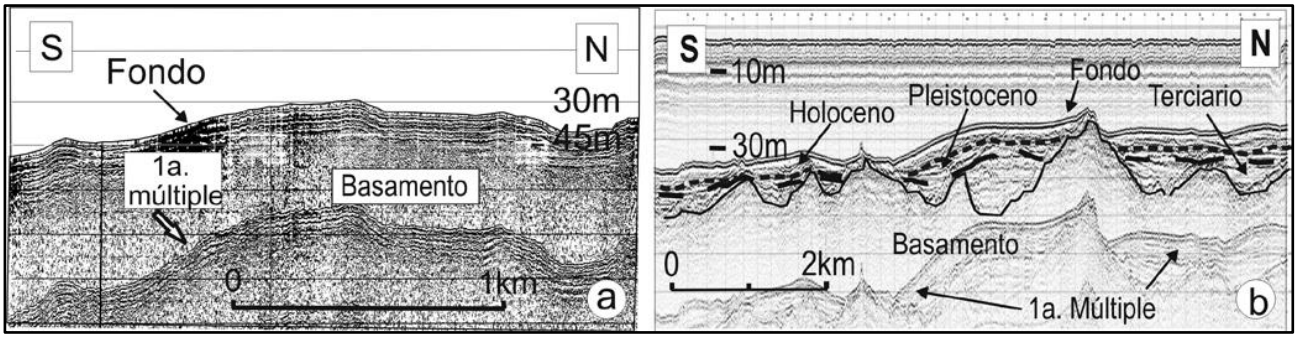


Figura 29. a) Región Marginal O, al SE de Punta Pórfido. Notar fondo irregular, casi sin sedimentos y subfondo sin reflexiones coherentes; b) Registro al S de Las Grutas. Se ven el basamento, casi aflorando, y la columna sedimentaria completa. Imagen cedida por Loxx Service. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

Las secciones descriptas confirman la extensión regional de la influencia del Macizo Norpatagónico sobre la región marginal O del Golfo San Matías.

- **Terrazas de abrasión por olas.** Los márgenes N y S también muestran amplias plateas a profundidades menores de unos 30 m. Estas superficies, incluyendo a la plataforma, corresponden a terrazas de abrasión por olas y se ubican en el Banco Goicoechea, al S, cerca de la Caleta de los Loros y la Bahía de San Antonio al N. De acuerdo con los datos publicados por Mouzo (2014), la terraza de la Bahía de San Antonio está labrada en la roca de base terciaria que también marca la divisoria entre la depresión del Bajo de San Antonio y la que ocupa el Golfo San Matías. Costa afuera, se encuentra tan solo cubierta de una delgada capa de sedimentos sueltos recientes.

- **Mogotes.** Lomadas del fondo en la región marginal que los registros de sonda asemejan a mogotes. Junto a otras irregularidades prominentes del fondo son remanentes de la erosión marina. En el margen N se identificaron “mogotes” entre San Antonio y la Caleta de los Loros y probablemente, como lo insinúan los sondajes en las cartas a falta de registros, sobre el Banco Goicoechea en el margen S (Mouzo y Paterlini, 2017).

- **Umbral.** Generado por la erosión marina en la región marginal S, es el sector que forma la divisoria entre las depresiones del Golfo San Matías y el Golfo San José (Paterlini y Mouzo, 2013).

2.2.2.4 Región Central Profunda

La región central profunda se ubica al pie del talud de la región marginal, a profundidades mayores de 100-140 m (Figura 24). Se encuentra cubierta por fangos hemipelágicos o fangos arenosos que según la sísmica a veces están ausentes, como en partes del flanco E de la hoya N (Figura 30a) y en la hoya S (Figura 30b), o sólo forman una delgada capa, como en la Hoya N. De fondo chato y pendientes menores de 1:400, los límites de la región son bien definidos excepto en el flanco oriental, donde el espolón (abanico) marca una divisoria entre dos zonas a más de 160 m de profundidad (las hoyas N y S) con fondo también muy chato, pendientes de 1:500 a 1:3500, y profundidades máximas de más de 180 y 190 m respectivamente (Mouzo y Paterlini, 2017).

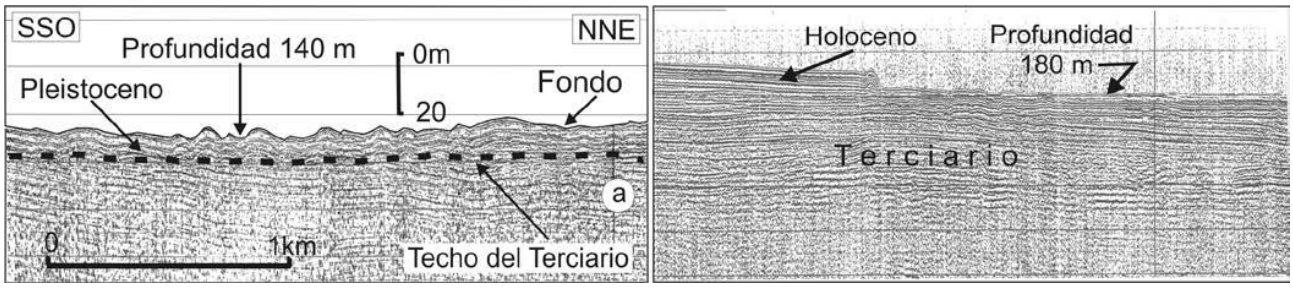


Figura 30. a) Al E de la hoya N: Capa pleistocena rugosa sin cubierta holocena, sobre roca de base; b) En la hoya S frente a la boca del GSJ: el escalón marca el límite de los fangos recientes y hacia el SSE, el fondo es la roca de base del Terciario. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

Abanico submarino

Conectada a la Región Marginal E y la Terraza 60 m, desde donde desciende a la región central profunda, la morfología submarina muestra un conspicuo espolón topográfico (Figura 24) a modo de barrera o umbral, cuya prolongación hacia el O marca una divisoria entre las hoyas N y S. Este rasgo estaría controlado por la estructura de la roca de base, pero su forma abultada responde, también, a otros procesos de tipo deposicional (Mouzo y Paterlini, 2017). Los registros sísmicos en ciertos lugares marcan patrones de reflexión anómalos que indican cambios en la naturaleza de los sedimentos, muchas veces asociados a paleocauces pleistocenos que los alojan. Estas características y su ubicación hacen pensar en un depósito asociado a pendientes y flujos en masa, con capacidad de erosión, por lo que sugiere la existencia de un abanico submarino. En la Figura 31. Se observan ambas márgenes de un paleocauce cortado en depósitos pleistocenos, con fondo labrado en capas de la roca de base terciaria.

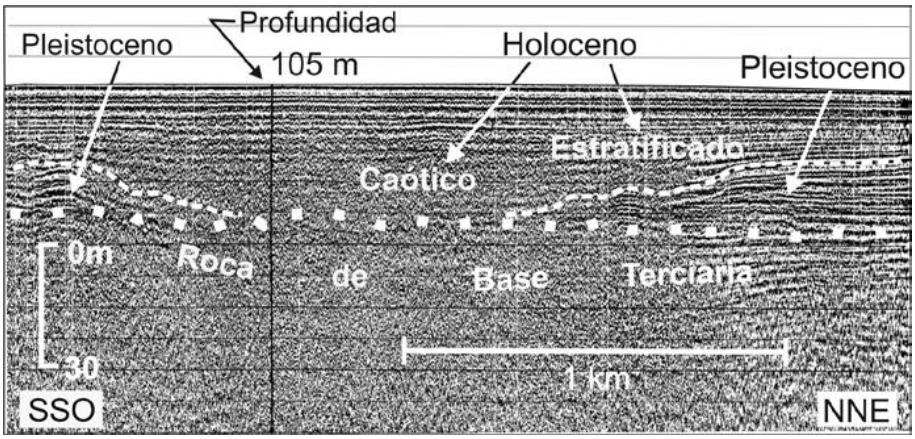


Figura 31. Paleocauce en capa pleistocena con lecho en capas terciarias y relleno caótico de movimientos en masa, cubierto por depósitos recientes. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

La configuración sísmica caótica en la parte inferior de los sedimentos que lo cubren, indica un depósito muy desordenado donde los abundantes patrones de difracción sugieren materiales gruesos y quizá hasta bloques dispersos de tamaños considerables. Esta caracterización se relaciona con depósitos causados por deslizamientos, derrumbes, o flujos densos, movimientos en masa muy rápidos y quizá catastróficos, que típicamente desarrollan abanicos o conos submarinos en sus áreas terminales. Al finalizar el proceso, se reactiva la sedimentación normal y tranquila de profundidad y se depositan las capas estratificadas sin perturbaciones que completan hacia arriba la sedimentación holocena. Exteriormente el depósito, constituye una lomada con forma de domo. De acuerdo con Mouzo y Paterlini (2017) la situación descripta para la zona del paleocauce en la Figura 31, se repite con algunas variantes dentro de una misma zona, delimitando un área de dispersión muy extensa para esos sedimentos caóticos que iniciaron la formación de la base del abanico, continuando hacia arriba y sus lados con capas de sedimentos progresivamente más finos, a medida que la energía del proceso, o los episodios depositacionales si fuera más de uno, o ambos, disminuían y con el aumento de la profundidad del mar durante la transgresión.

2.2.3 Sismo Estratigrafía

Mouzo (2014) mediante el estudio de datos sísmicos, obtenidos por el Servicio de Hidrografía Naval y por una empresa privada en el Golfo San Matías, presenta el análisis de las secciones S-1, S-2 y S-3, distribuidas de acuerdo con el plano que se presenta en la Figura 32. Una síntesis de dicho análisis se presenta en los siguientes párrafos.

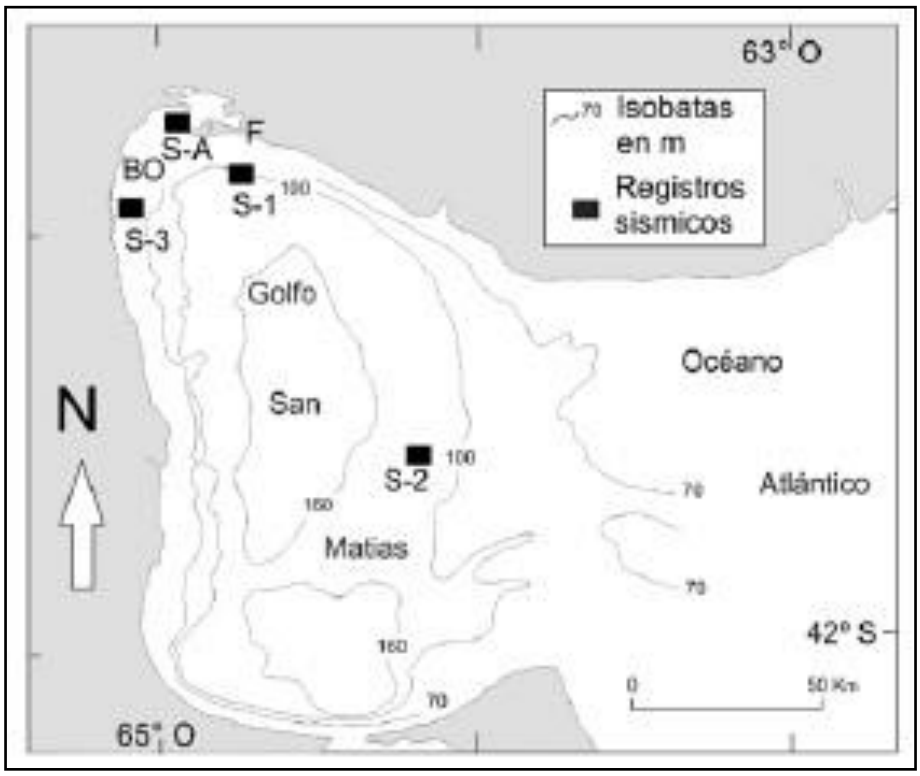


Figura 32. Ubicación de las secciones sísmicas S-1, S-2, S-3, y S-A, consideradas en el texto. BO: Bajo Oliveira - F: Faro San Matías. Batimetría simplificada del Golfo San Matías según Mouzo (2014). Fuente: Mouzo, 2014.

La sección S-1 con rumbo O-E, paralela a la costa (Figura 32), sobre el talud en la región marginal N del golfo, de fuerte pendiente, se ubica a unos 10 km costa afuera al S del Faro San Matías y a unos 120 metros de profundidad. De acuerdo con Mouzo (2014) el registro que se presenta en la Figura 33 muestra una capa inferior (Capa T), de estructura sin perturbar, alta amplitud y frecuencia, de estratificación paralela, correspondiente a la roca de base del Terciario en la región, donde sobresale un grueso paquete de fuertes reflectores con buzamiento aparente de muy bajo ángulo hacia el E. Se señala una discordancia angular que separa la roca de base de la capa superior (Capa H) de más alta amplitud y frecuencia, estratificación paralela y gran continuidad lateral, indicando sedimentos marinos recientes depositados horizontalmente, con un espesor de unos 10 m. En algunas zonas la Capa H es delgada o casi inexistente, la sísmica confirma su continuidad lateral y su posición superior formando el fondo del golfo, lo que indica que es el depósito más reciente y por ello se la ubica en el Holoceno. Un testigo de la capa superficial, referido por Pierce et al. (1969), obtenido a profundidad de 125 m y muestreado en su nivel de 120 cm, acusó una edad C14 de 3.770 ± 160 años A.P.

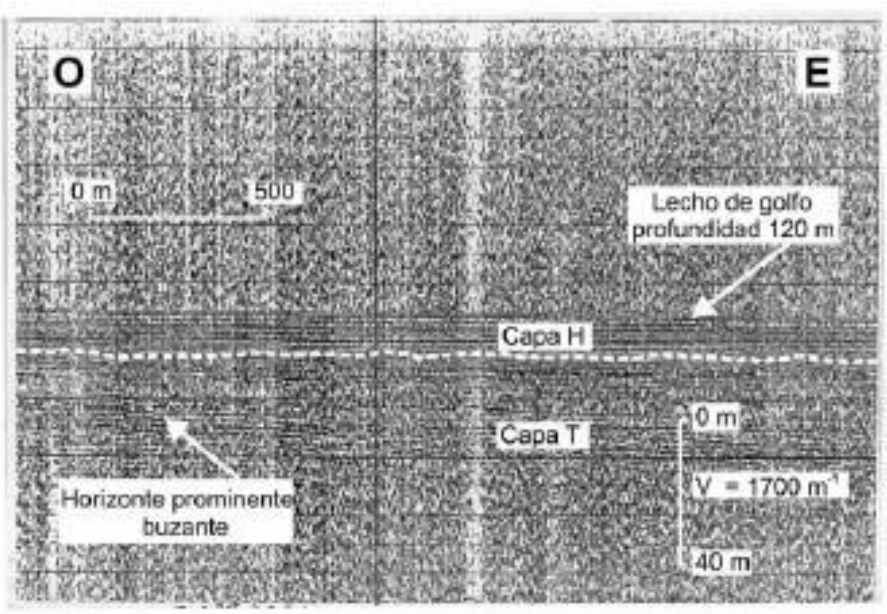


Figura 33. Registro sísmico S-1, en la región marginal norte del Golfo San Matías. La línea cortada resalta la discordancia que marca el techo de la Capa T, de sedimentos inclinados del Terciario medio-tardío, que forma la roca de base. Por encima, la Capa H, de sedimentos marinos recientes. Fuente: Mouzo, 2014.

La sección S-2 con rumbo ESE-ONO, a unos 100 km al SE del Faro San Matías (Figura 32), refleja las condiciones en la región marginal oriental del golfo, en la zona de la boca. En el registro de esta sección (Figura 34) se observa la Capa T que se presenta con amplitudes y frecuencias de medianas a altas, estratificación paralela, suave plegamiento y pequeñas fallas de ajuste de mínimo rechazo, terminando con una discordancia angular en el techo. Seguida hacia arriba por la Capa P, de 15 a 20 m de espesor, de alta amplitud y frecuencia, estratificación paralela algo discontinua y configuración caótica en partes, que remata en una discordancia erosiva. Por encima, se encuentra una capa superior, la Capa H, de estratificación horizontal paralela, y extendida continuidad, evidenciando un depósito del tipo hemipelágico con espesores variables que aquí son del orden de los 15 m. Esta capa superior H es continuación lateral de la señalada en la Figura 33, es de origen marino reciente. La capa intermedia P, más antigua que H, muestra las características de una depositación turbulenta en su parte inferior que se hace más tranquila hacia arriba. Sus límites formados por discordancias, sus diferencias con la capa superior, y su posición estratigráfica entre depósitos holocenos y la roca de base terciaria la ubican en el Pleistoceno.

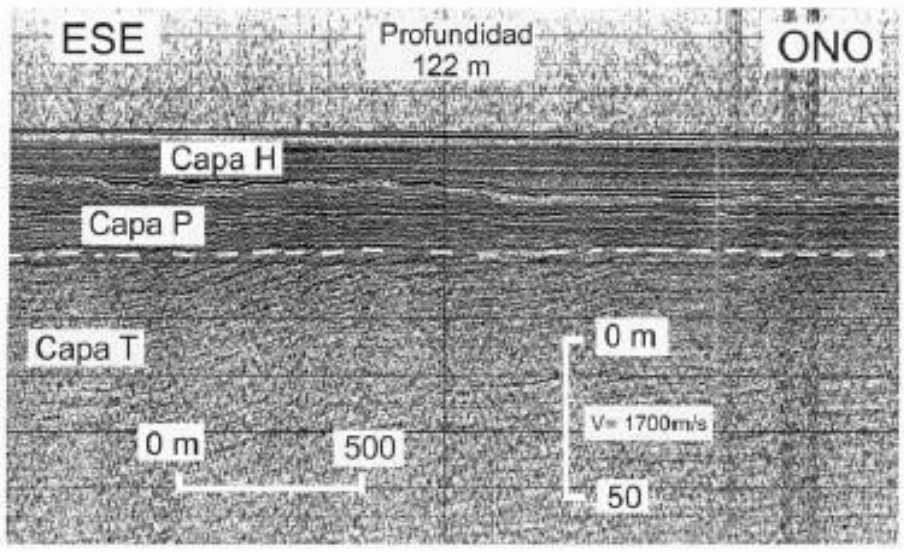


Figura 34. Sección sísmica S-2, con tres capas. La línea cortada resalta la discordancia angular en el techo de la Capa T, la roca de base; la discordancia erosiva en el techo de la intermedia Capa P es fácilmente visible en el registro; por encima aparece la Capa H. Fuente: Mouzo, 2014.

Lo anteriormente descripto es representativo para casi todo el golfo y especialmente para la región profunda. En las regiones menos profundas de la zona O del golfo, próximas a la costa, la situación es señalada por Mouzo (2014) como ligeramente diferente.

La Sección S-3 a unos 9 km al S del Bajo Oliveira, con rumbo E-O por unos 5 km, a profundidades de 30 a 10 m, fue terminada a unos 2000 m de la costa O del golfo (Figura 32). El registro (Figura 35) muestra una sección inferior (Capa B) con relieve muy irregular y marcado, libre de reflexiones o con sólo algunas pocas muy discontinuas e incoherentes, que en el extremo E del registro se eleva casi hasta el fondo del golfo, y que probable pertenezca al basamento granítico que aflora en las costas cercanas. En relación de no-concordancia, le sigue por encima una capa de alta amplitud y frecuencia moderada con estratificación paralela, suavemente plegada y fracturada (Capa T) que remata en una discordancia angular con relieve marcado. Esta Capa T, de espesor variable entre 5 y 15 m, se ve aflorar en el extremo del registro próximo a la costa y se correspondería con los depósitos terciarios de la formación Gran Bajo del Gualicho (Martínez et al. 2001) o Barranca Final (Zambrano 1980). La Capa T es cubierta por la Capa P, de alta amplitud y frecuencia, estratificación irregular y configuración caótica en sectores, de unos 5 m de espesor, correspondiente a depósitos pleistocenos, ya que hacia arriba le sigue en discordancia de erosión la Capa H, superficial, de moderada amplitud y alta frecuencia, estratificación horizontal, de gran continuidad y transparencia acústica que representa los depósitos marinos más recientes, que corresponden al Holoceno.

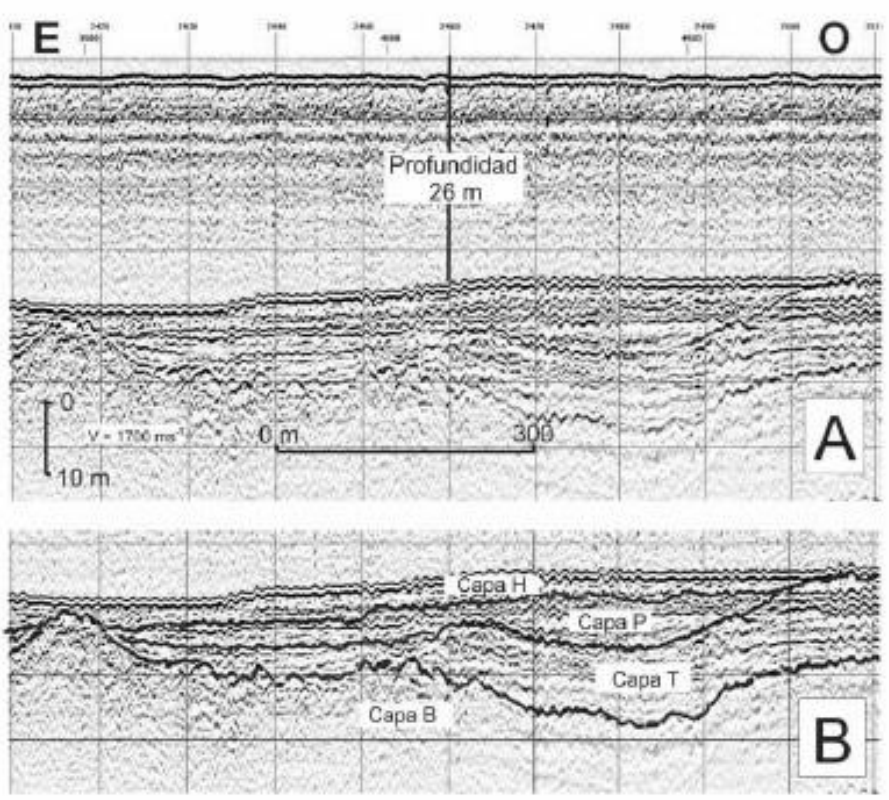


Figura 35. Sección S-3, cercana a la costa oeste. A) Sección original; B) La anterior, resaltando las discordancias entre las capas señaladas. Capa B: Basamento sísmico; Capa T: Terciario suavemente plegado y fracturado; Capa P: Depósitos pleistocenos rellenando depresiones en el Terciario; Capa H: Sedimentos del Holoceno. Fuente: Mouzo, 2014.

La sección sísmica S-A, de rumbo S-N y 13 km a lo largo del canal de acceso a la bahía, (Figura 32), se presenta en la Figura 36, donde la roca de base -Capa T- se ve cubierta sólo por una delgada capa superficial -la Capa H- situación que se observa todo a lo largo del canal. Dónde se inicia el canal costa afuera, a unos 13 km al S del muelle en el puerto, el techo de la roca de base se registró a unos 45 m b.n.m. y desde allí se eleva en dirección a la bahía, formando un umbral a unos 14 m b.n.m. de unos 4 km, y se hunde nuevamente hacia el interior de la bahía, estando a 27 m b.n.m. al final de la línea, a 650 m del muelle. Los registros también muestran algunos afloramientos de la roca de base de reducidas dimensiones pero se ve que, a lo largo del canal, sólo está cubierta por depósitos recientes, de entre 2 y 5 m de espesor, sin que aparezcan depósitos intermedios, esto es del Pleistoceno. Las dunas submarinas que se ven sobre el fondo del canal están formadas por arenas finas a gruesas con grava (Schnack et al. 1996) que corresponden a la capa superficial de sedimentos del Holoceno que se apoyan directamente sobre la roca de base.

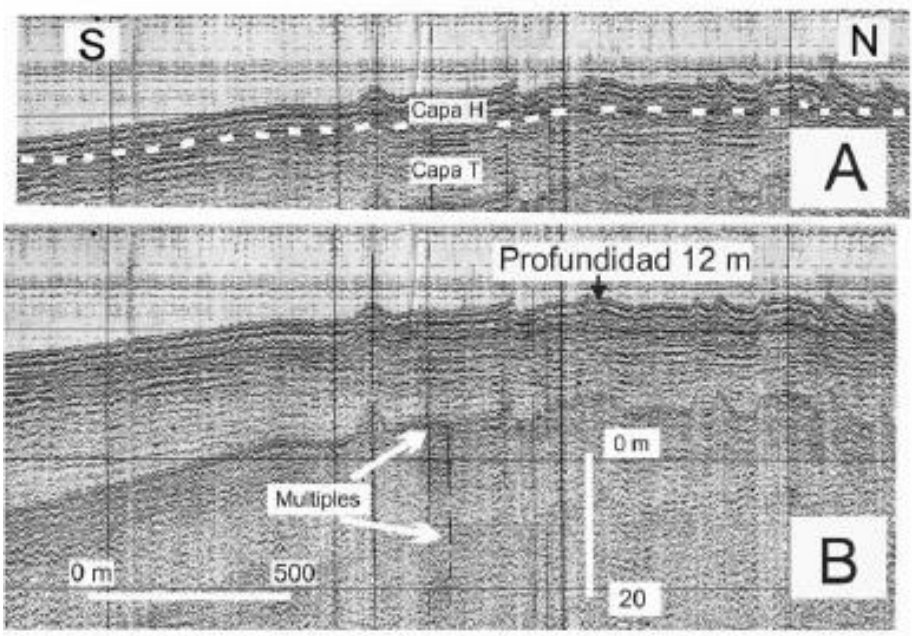


Figura 36. Sección S-A sobre el inicio del umbral en el acceso a la bahía de San Antonio. A) Trazo cortado indicando discordancia erosiva; Capa T: Terciario; Capa H: Holoceno. B) La anterior, en registro completo con datos complementarios. Fuente: Mouzo, 2014.

Mouzo (2014) concluye sobre la distribución espacial de las distintas capas indicando que la Capa T forma la roca de base de la cuenca que aloja al golfo y por sus características sísmicas y continuidad lateral con los depósitos marinos comúnmente asignados al Mioceno-Plioceno que rodea al golfo en la tierra firme, es considerada parte de la formación Barranca Final. Generalmente se la encuentra cubierta, pero afloraría en la mitad N de la región profunda del golfo y también en la región marginal, a menos de 30 m de profundidad. Frente a la bahía San Antonio, muestra un marcado umbral que separa la zona costa afuera del interior de la bahía. La Capa P, de sedimentos marinos pleistocenos, se encuentra en la mitad S de la región profunda del golfo a más de 80 m y también, se encuentra rellenando depresiones en la roca de base de la región marginal entre los 20 y 50 m de profundidad. Normalmente están cubiertas por depósitos holocenos. La Capa H, de sedimentos holocenos, puede cubrir discordantemente depósitos del Mioceno o del Pleistoceno, aunque puede faltar, o ser de espesor muy reducido o aún casi inexistente, en algunas zonas como la mencionada región central profunda N del golfo y a profundidades menores de 20 m en la región marginal.

Mouzo y Paterlini (2017), indican que la estratigrafía somera relacionada con el Golfo San Matías se determinó en base a los datos sísmicos obtenidos en las líneas indicadas en la Figura 37, reconociendo las unidades sismo estratigráfica, de acuerdo con lo señalado anteriormente por Mouzo (2014), tal como se describen a continuación.

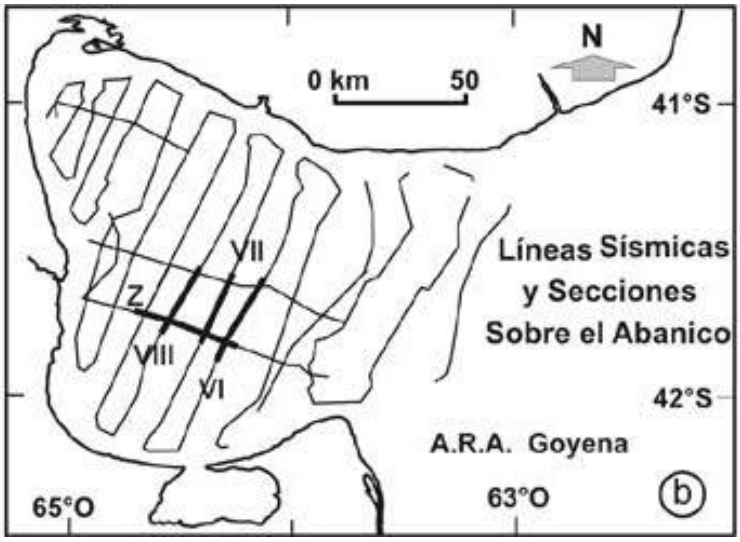


Figura 37. Líneas y secciones sísmicas utilizadas por Mouzo y Paterlini (2017) Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

Capa B (Pre-Cretácico): basamento sísmico, sólo reconocido en la Región Marginal O (Capa B, Mouzo 2014 = rocas pre-cretácicas del Macizo Norpatagónico, Stipanicic y Methol, 1980).

Capa T (Terciario, Mioceno-Plioceno): roca de base de extensión regional, sobre la cual se depositaron los sedimentos marinos de las transgresiones atlánticas cuaternarias (Capa T, Mouzo 2014 = Formaciones: Barranca Final, Kaaschieter 1965 = Gran Bajo del Gualicho, Lizuain y Sepúlveda, 1978).

Capa P (Cuaternario, Pleistoceno): depósitos marinos, muy erosionados y dispersos, en general alojados en depresiones locales y quizá formando el fondo en una zona de la hoya N (Capa P, Mouzo 2014 = Formación San Antonio, de Angulo et al., 1978, sensu Kokot y Favier Dubois, 2009).

Capa H (Cuaternario, Holoceno): depósitos marinos del Holoceno que, a pesar de tapizar casi todo el fondo del golfo, en ciertos lugares presentan espesores reducidos o están ausentes (Capa H, Mouzo. 2014).

Características tectónicas

Las capas del Terciario que forman la roca de base – la Capa T - muestran en general una estratificación paralela, a veces con estratos algo deformados que resaltan por sus diferencias en amplitud y/o frecuencia (que aquí se atribuyen a bancos resistentes de estructuras biohermales o capas con alto contenido de calizas). Son también comunes los estratos suavemente plegados, sólo sobre una cuarta parte del golfo, en el sector N, donde se observa un plegamiento bien desarrollado y en algunos lugares la presencia de fallas. El plegamiento es abierto, muy suave y tendido. Donde el plegamiento se hace más marcado, mostrando a veces zonas fracturadas, la sísmica registra fallas con rechazos que excepcionalmente pasan los 10 metros, si se adopta para el Terciario una velocidad de 2 km/s (Figura 38).

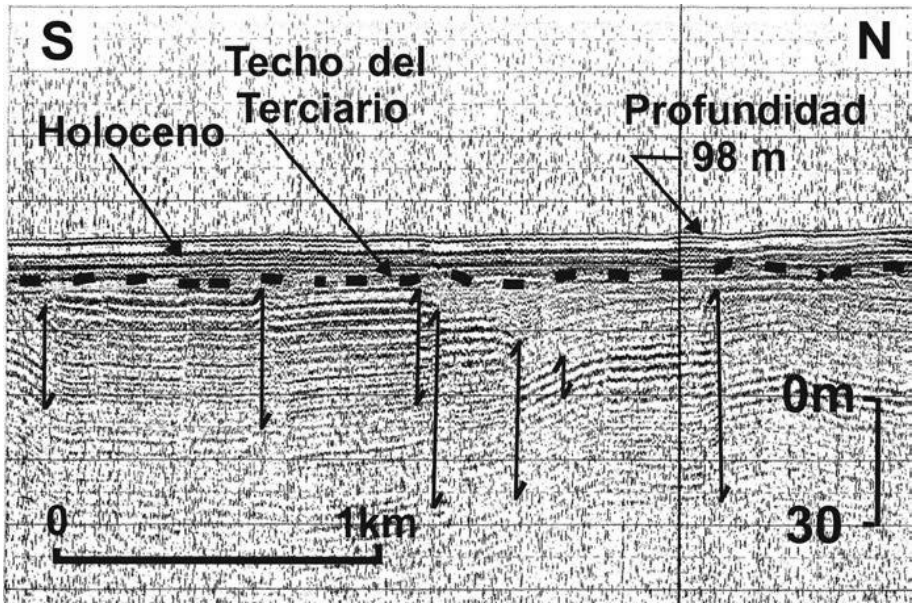


Figura 38. Pequeñas fallas normales de unos 10 m de rechazo en las capas terciarias de la roca de base, las únicas registradas. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

Las capas pleistocenas, en cambio, no están afectadas por movimientos tectónicos aunque, como se vio pueden presentar deformaciones y acumulaciones caóticas de sedimentos en la parte inferior de sus depósitos, lo que a veces les da un aspecto desordenado. Tampoco se observaron deformaciones tectónicas en los depósitos holocenos, que despliegan una estratificación continúa, paralela y tranquila, salvo en el caso mencionado de los depósitos caóticos.

Techo de la roca de base

La reconstrucción desarrollada por Mouzo y Paterlini (2017) de la superficie del techo de la roca de base terciaria se presenta en la Figura 39. En dicho mapa se puede observar la semejanza entre esa paleotopografía y la actual. Los rasgos mayores se encuentran marcados y el relieve en la región marginal O ya presentaba cañadones y torrenteras mientras que el resto del margen muestra un relieve suave como el actual aunque es probable que la transgresión holocena haya causado alguna modificación. Las dos hoyas en la región central profunda aparecen delineadas, con un reducido umbral entre ellas, sugiriendo que en su origen pudieron ser dos depresiones separadas. En el flanco oriental de la cuenca también se encuentran los rasgos mayores actuales aunque, además de los cañones identificados al presente, se insinúa un paleocauce que desemboca en la hoya N, labrado durante la inundación inicial. Al N de la península Valdés, la superficie no está totalmente resuelta, como tampoco lo está la actual topografía por falta de información batimétrica. Lo señalado indica que no se han producido cambios sensibles desde el origen de esa paleosuperficie y su morfología se ha preservado substancialmente, indicando que la roca de base ejerce un fuerte control estructural sobre las formas actuales.

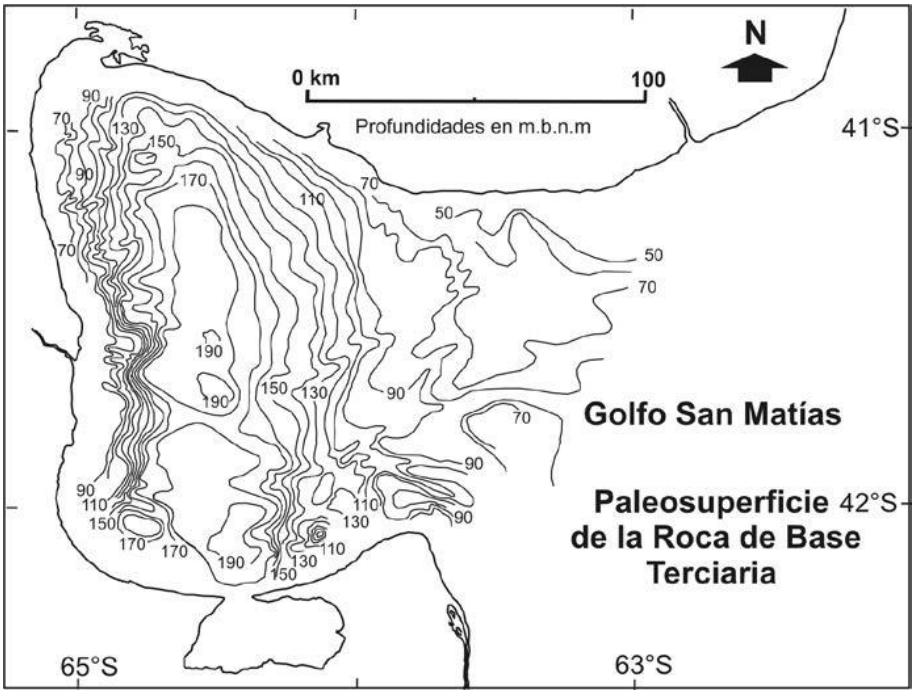


Figura 39. Plano estructural del techo del Terciario en el Golfo San Matías, referido al nivel del mar. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

2.2.4 Sedimentos Superficiales de Fondo

La distribución textural de los sedimentos superficiales del Golfo San Matías, evaluada por Mouzo y Paterlini (2017) a partir de 106 muestras procesadas en el SHN (1995), que se presenta en la Figura 40, responde a los conceptos clásicos en cuanto a su comportamiento espacial, las fracciones más gruesas próximas a la costa, y las más finas alejadas de la costa y/o a mayor profundidad, con algunas excepciones como en la zona profunda frente a la punta Norte, donde aparecen grados más gruesos (gravas y gravas arenosas) a profundidades mayores que las del campo de arenas que las rodea, apuntando así a un carácter relicto. Mouzo y Paterlini (2017) especifican que algunas zonas señaladas como gravas pueden corresponder a conchas o sus fragmentos con esa granulometría y que cuando las gravas están formadas por rodados, éstos son del tipo patagónico. El conjunto de sedimentos varía entre arenas limpias, gravas, y fangos, o sus mezclas transicionales, resultando predominantemente integradas por sedimentos terrígenos, arenas y gravas, derivados de la meteorización y erosión de rocas de los continentes aunque entre las fracciones más gruesas suelen encontrarse cantidades significativas de materiales biogénicos, formados por restos de conchillas mientras que en los sedimentos finos aparecen foraminíferos y diversos tipos de espículas.

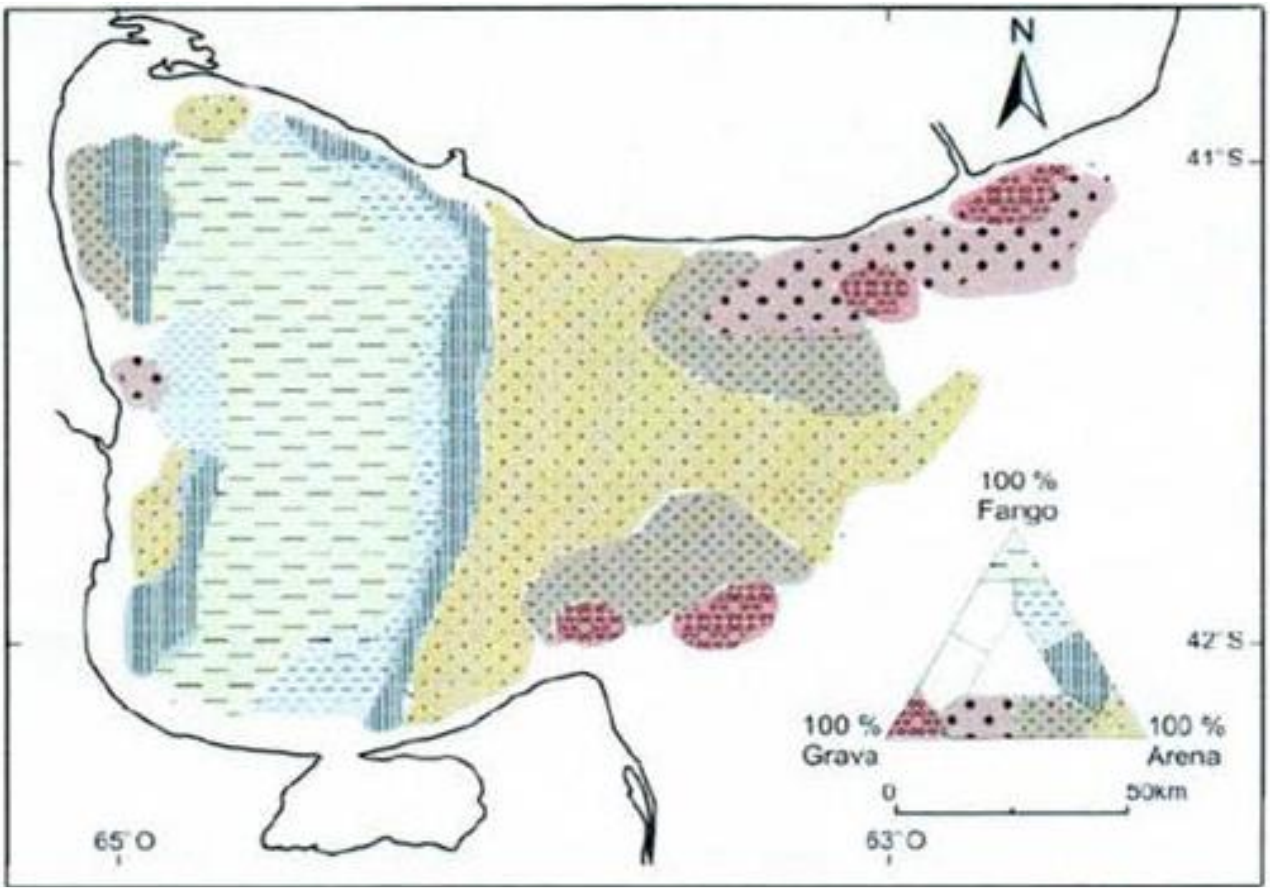


Figura 40. Distribución textural de los sedimentos superficiales en el golfo San Martín. Fuente: ERM, 2023, adaptado de Mouzo y Paterlini, 2017.

Asociada a estas descripciones se incluyen en los siguientes párrafos la descripción de los distintos tipos litológicos que se encuentran en el golfo, de acuerdo con Parker et al. (1997) para el lecho marino en el mar Argentino, donde los autores, también, señalan que “las facies sedimentarias son asociaciones de sedimentos con una característica litológica dominante, que no implican texturas puras”.

Arenas y fangos: corresponden a sedimentos no consolidados de granulometrías finas, a veces cohesivos, en el último de los casos que constituyen fondos blandos. Se trata de sedimentos actuales o relictos que están total o parcialmente ajustados a la hidrodinámica actual, los que bajo determinadas condiciones pueden ser puestos en suspensión. Los fangos son sedimentos con predominio de limos y/o arcillas son sueltos si predomina la primera fracción o pueden ser cohesivos si domina la segunda, pero en ambos casos están sujetos, bajo determinadas circunstancias a ser puestos en suspensión.

Gravas y conchillas: se trata de sedimentos sueltos, no consolidados, por el tamaño y composición de sus componentes pueden comportarse como fondos duros. Los sedimentos conchiles están formados por valvas de moluscos fragmentadas a enteras de diversos tamaños, normalmente sueltas, aunque localmente pueden estar algo cementadas por coquinas. Constituyen en su mayor parte concentraciones residuales que muchas veces señalan la posición de antiguas líneas de costas hoy sumergidas. Las gravas, forman extensos mantos de materiales sueltos que se extienden desde la desembocadura de los ríos hacia el mar. Se vinculan al aporte de sedimentos gruesos asociados a las diferentes posiciones del nivel mar durante periodos glaciales.

En relación con estas caracterizaciones se señala que el termino fango se utiliza para denominar en forma genérica a "mudrock", "mudstone" o "shale" como traducción del inglés, pero "shale" es también propuesto para pelitas con fisilidad (Lundegaard y Samuels, 1980 ó Potter et al., 1980) que es equivalente a lutitas en castellano. Por su parte una lutita, de acuerdo a la definición empleada por Pettijohn (1970), queda enmarcada dentro de una granulometría limo-arcillosa, pero con la característica principal de ser blanda y físil.

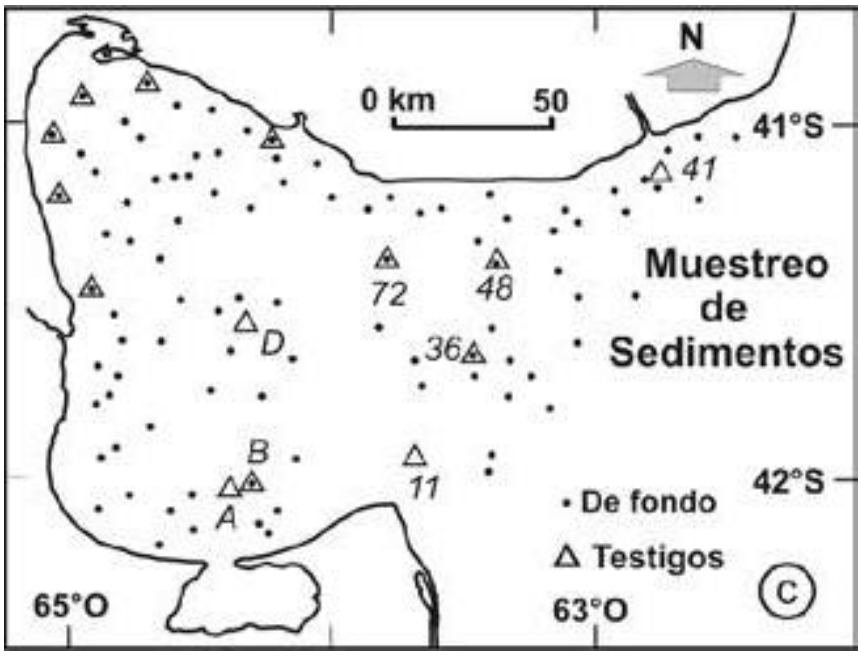


Figura 41. Ubicación de testigos y muestras de sedimentos. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

En el marco del trabajo de Mouzo y Paterlini (2017) se mencionan 14 testigos verticales colectados en el golfo, 7 de los cuales recuperaron muestras de 122 a 485 cm de largo y los restantes entre 30 y 68 cm. Todos mostraron variaciones texturales y composicionales en profundidad que señalan cambios en las condiciones y los procesos de depositación de los sedimentos estratificados. Los autores detallan en el trabajo de referencia los sedimentos obtenidos de los testigos 41, 36, 48, 72, 11, A, B y D, sus ubicaciones se presentan en el plano de la Figura 41 y las descripciones se transcriben a continuación junto otras de testigos sin denominación.

El testigo 41, cercano a la boca del río Negro, penetró 7 cm de rodados sobre 13 cm de arena fina limosa y 10 cm de arcilla arenosa tobácea, marrón oliva moderado en la base. La sísmica en la zona muestra que las rocas plegadas del Terciario, roca de base de los sedimentos marinos cuaternarios, están muy cerca del fondo, con una delgada cubierta de sedimentos modernos de unos 5 m de espesor, que en algunos lugares puede llegar a 15m.

El testigo 36, en la terraza 60 en la Región de la boca, tomado en 60 m de agua, se detuvo en 5 cm de conglomerado compacto de rodados y valvas de ostras, ambos de 1 a 2 cm, y concreciones calcáreas en matriz arcillo-arenosa, cubierto por 22 cm de ro dados de hasta 1 cm, concreciones calcáreas y restos de valvas de ostras en estructura gradada, a su vez cubiertos por 23 cm de arena mediana con restos de conchillas y arena muy fina arcillosa en el tope, en estructura también gradada.

El testigo 48, en la terraza 60 en la Región de la boca y a profundidad de 51 m, penetró 321 cm de arena mediana y grava de rodados de hasta 6 cm en la base, integrados en 3 secuencias grano decrecientes hacia arriba de alrededor de 1 m de espesor promedio.

El testigo 72, en la terraza 60 en la Región de la boca en 62 m de agua, penetró 235 cm de arena mediana a fina con una intercalación de conchillas fracturadas de hasta 2 cm en el nivel de 180 cm.

Los registros sísmicos en el área (terraza 60 en la Región de la boca) indican un subfondo integrado por una capa de sedimentos recientes con ondas de arena, con espesor de 5 a no más de 10 m, apoyada en capas suavemente plegadas del Terciario de un espesor determinado en unos 80 ms (≈ 70 m), que se pierden en la primera múltiple del fondo.

El testigo 11, próximo a la Punta Norte y a los Bajos de Valdés, atravesó 385 cm de gravas biogénicas y rodados patagónicos de hasta 3 cm, en varias secuencias gradadas, a 88 m de profundidad y fondo de grava arenosa, indicando episodios de fuerte remoción y redeposición de sedimentos.

Dos testigos cortos de 48 y 160 cm, en la región marginal norte, penetraron arena fina limosa con restos de 2 a 3 cm de conchillas fracturadas

Tres testigos cortos, de 35, 68 y 122 cm, fueron tomados del fondo, entre El Fuerte y el arroyo Salado, en una delgada cubierta de sedimentos recientes, se recuperaron arenas limosas con gravas cuarcíticas angulosas y fragmentos de conchillas sobre arcillas plásticas gris amarillentas.

Un testigo a 14 km al SE de Las Grutas, de una cubierta de una delgada capa de sedimentos sueltos recientes, 361 cm de grava y gravilla bioclástica con rodados de hasta 3 cm recuperados

Testigo A, de sólo 35 cm, obtenido en 180 m de agua en la hoya S, que recuperó 30 cm de arcilla tobácea gris oliva, con algo de yeso fibroso en la fracción gruesa, por encima de 5 cm de limo tobáceo castaño, muy compacto, con bandas más oscuras, donde el saca testigos se detuvo. El testigo se tomó en una zona en que los sedimentos recientes no se detectan sísmicamente. La muestra, que se asemeja a las rocas terciarias en las costas, se tiene como parte de la roca de base y no presenta sedimentos recientes.

Testigo B, no lejos del A pero a menor profundidad, que penetró 454 cm y muestra una sucesión alternante de capas areno-limosas y arcillo-arenosas de espesor semejante sobre 20 cm de arenas limosas con gravillas de 0,1-0,2 cm y rodados de 1 cm, encima de 250 cm de arena mediana con escasa gravilla, indicando cambios cíclicos en la depositación, donde la grava y gravilla gradada sugieren el efecto de deslizamientos.

Testigo D, en la hoya N, recuperó, en 150 m de agua, una secuencia de láminas calcáreo-arcillosas gris-oliva con alguna intercalación de poca arena muy fina, alternando con láminas calcáreas blancas. Las láminas, de unos 0,5cm, gradan hacia arriba a menos de 0,1 cm. Ambas contienen ostrácodos, más abundantes y con algunos pares de valvas articuladas y fibras vegetales oscuras. Las blancas son de una masa calcárea y restos de ostrácodos en aparente estado de disolución. A esta sucesión de láminas, cubierta en contacto neto por 235 cm de arcilla limosa y apoyada en 177 cm de arena fina, se la cree pleistocena por el lugar en que el testigo fue extraído y por el nivel en que se encuentra en el testigo.

Los Testigos A, B y D se encuentran en la Región Central Profunda.

Complementando la información mencionada por Mouzo y Paterlini (2017) se presenta un resumen de la información de un testigo recopilada de GeoMapApp, una aplicación de Lamont-Doherty Earth Observatory de la Universidad de Columbia (Tabla 7) que permite la búsqueda, visualización y análisis de sets de datos globales de las ramas de la geofísica, la geología, la oceanografía física, la climatología y otras.

Tabla 7. Descripción del material encontrado en los testigos. Fuente: GeoMapApp (www.geomapapp.org).

Identificación del Core	Latitud	Longitud	Descripción
VM14-27 (Prof. del lecho 128 m)	-41.833	-64.333	0-7 cm: Lutita de color verde. El contacto inferior no está bien definido 7-252 cm: Lutita limosa de color verde grisáceo bien moteada por madrigueras. Unas pocas manchas anaranjadas opacas dispersas probablemente representan antiguos parches de hidrotroilita que se oxidaron durante el período en que el núcleo se almacenó en la tubería de la canaleta. Algunos fragmentos de conchas están dispersos en la sección. 252-460 cm: Esta sección es similar a la sección anterior, pero es de color algo más oscuro y parece tener un contenido de limo mucho mayor. Probablemente contiene algo de arena fina. Hay mucho moteado en toda la sección de las madrigueras. Los parches de fragmentos de conchas se presentan a los 330 y 344 cm. 460-482 cm: capa de concha y lutita arenosa: Similar a la sección 252-460 cm, pero el sedimento parece estar perturbado, posible hundimiento. 482-595 cm: Lutita limosa de color verde grisáceo moteada por madrigueras. (Similar a la sección 7-252 cm) 600-900 cm: Lutita de color verde grisáceo, en algunos lugares puede contener limo considerable. Capa de fragmentos de concha de menos de 1 cm de espesor a 609 cm. De 625-644 cm consiste en una mezcla de lutita y fragmentos de conchas grandes. A los 655 cm se produce un pequeño parche de fragmentos de concha. Entre 700 y 900 cm la lutita se convierte en un verde más claro con la profundidad. El sedimento está moteado en toda la sección. Varias manchas anaranjadas dispersas pueden representar hidrotrolita oxidada. 900-965 cm: Mezcla de lutita, fragmentos de concha y arena; resultado del flujo hacia adentro cuando el saca núcleos penetró en la arena subyacente. 965-1212 cm Arena de grano medio a grueso compuesta por granos minerales. Arena principalmente cuarzo con una menor cantidad de minerales oscuros y algunos fragmentos de roca del tamaño de arena. El material se sacó con una cuchara de la tubería central. No hay concha aparente en la arena, sin embargo, los numerosos fragmentos de concha en el área de flujo indican la presencia de una capa de concha en la interfase lutita-arena. La cáscara está bien fragmentada y muestra evidencia de abrasión y solución.

Se observa que las litológicas del core presentadas en la Tabla 7, es prácticamente coincidente los sedimentos evaluados por Mouzo y Paterlini (2017), presentando variaciones propias de la zona y de las escalas de trabajo.

2.2.5 Sismicidad

El sector del Cratón del Río de la Plata, en el margen pasivo de la Placa Sudamericana, se caracteriza por ser una región continental estable (Dalla Salda 1999). En este sentido, también se indica que la costa argentina en el área del proyecto corresponde a una costa de margen pasivo, lo que supone cierta estabilidad tectónica (Codignotto et al., 1992).

En relación a la interpretación sísmica en los océanos no se cuenta con mucha información histórica por lo que no es posible una zonificación tan clara (Rouland et al., 2016). En la Figura 42 se observa que a nivel mundial en general, las zonas sísmicas con mayor actividad suelen encontrarse en las zonas de subducción, en las dorsales oceánicas y en fallas transformantes, excepto algunos que pueden estar relacionados con puntos calientes y sismicidad intraplaca.

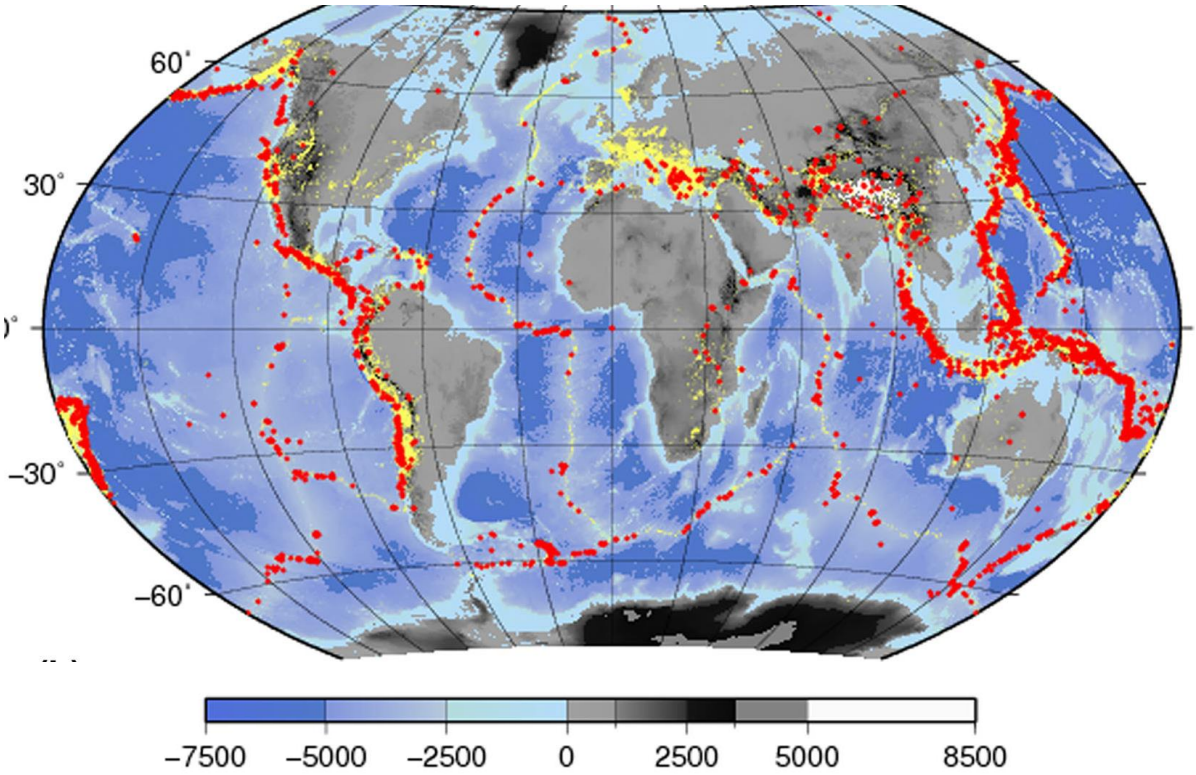


Figura 42. Sismicidad mundial de acuerdo con el Centro Nacional de Información Sísmica de los Estados Unidos (NEIC) para el período 1987-2010; Puntos amarillos: todos los epicentros, diamantes rojos: magnitudes ≥6.0. Escala batimétrico-topográfica en metros. Fuente: Rouland et al., 2016.

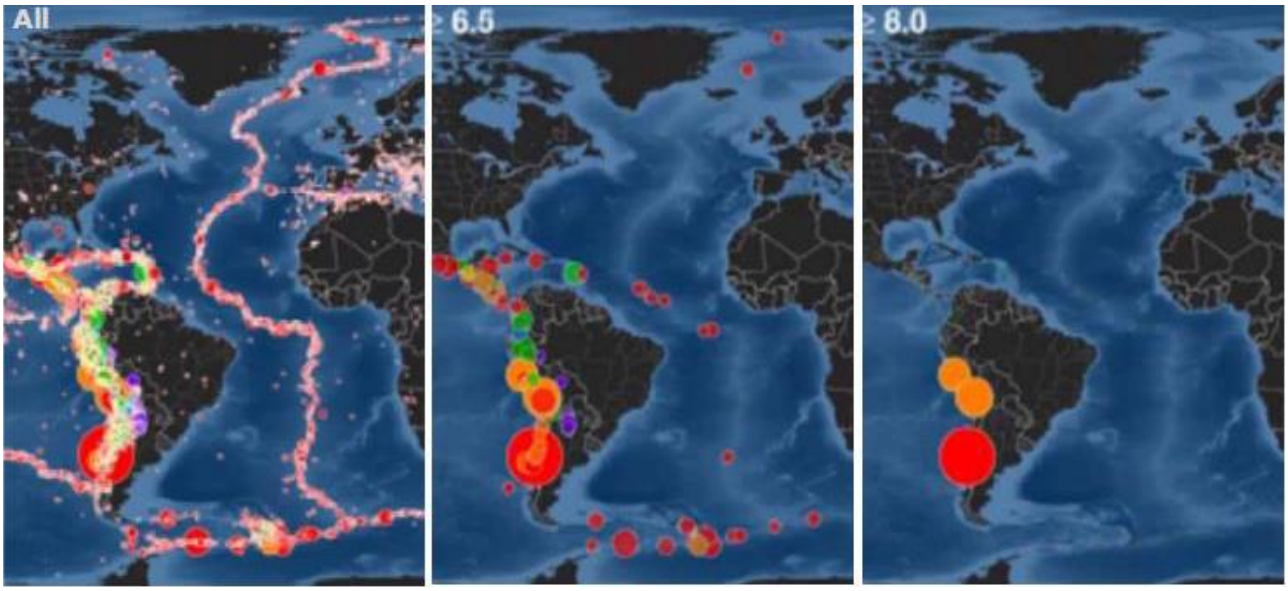


Figura 43. Detalle de información sísmica para el Atlántico Sur, de acuerdo con distintas intensidades. Fuente: INPRES, 2012 en ERM 2022.

En relación con lo observado para el Océano Atlántico Sur en la Figura 43, la sismicidad mayormente está asociada a la Dorsal Atlántica y al límite de la placa sudamericana.

2.3 CALIDAD DE AGUA DE MAR

Con el objetivo de analizar parámetros físico-químicos del agua de mar en el Área de Estudio, durante las campañas realizadas para la actualización acerca de las comunidades planctónicas (junio de 2024), se colectaron las muestras para el análisis de agua superficial.

Las muestras de agua se tomaron (por triplicado) con botella Van Dorn a un metro de profundidad, en los dos sitios submareales, y directamente de las pozas de marea en el intermareal. En todos los casos se colectaron 1000 ml de agua de mar, que fueron preservados (sin filtrar) en botella. Las muestras obtenidas fueron mantenidas refrigeradas e inmediatamente llevadas al laboratorio para su acondicionamiento y posterior envío, de acuerdo con los protocolos dispuestos por los laboratorios correspondientes.

Los análisis de todos los parámetros químicos se realizaron en IACA Laboratorios, de Bahía Blanca, con sistema de gestión de la calidad según la norma IRAM-ISO 9001:2015 y que cuenta con la certificación del Consejo de Fiscalización de Laboratorios de la República Argentina (COFILAB).

Las coordenadas geográficas de los sitios de muestreo se muestran en la Tabla 8 y la Figura 44; los métodos y los límites de detección se muestran en la Tabla 9; mientras que los resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 8. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de agua de mar.

Sitio	Latitud	Longitud
Intermareal	41° 7,566'S	65° 8,517'W
Submareal	41° 7,385'S	65° 7,495'W
Submareal Profndo	41° 7,170'S	65° 5,758'W

Tabla 9. Métodos y límites de detección de los resultados de laboratorio.

Analito	Unidad	Método	Límite de Detección
DQO	mg/l	SM 5220 D	5 mg/l
DBO	mg/l	SM 5210 B	1 mg/l
Sulfuro	mg/l	SM 4500 S=D	0,1 mg/l
Mercurio	mg/l	SM 3112 B	0,001 mg/l
Cianuros	mg/l	SM 4500 CNE	0,1 mg/l
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	SM 4500 NTK	1 mg/l
Nitratos	mg/l	SM 4500 NO3 E	4 mg/l
Nitritos	mg/l	SM 4500 N02 E	0,01 mg/l
Fósforo	mg/l	SM 4500 PC	0,1 mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	EFM	1 mg/l
Sólidos disueltos totales	mg/l	Gravimétrico	1 mg/l
Sustancias Fenólicas	mg/l	EPA 420.1	0,1 mg/l
Benceno	mg/l	ASTM D3871-03	0,01 mg/l
Tolueno	mg/l	ASTM D3871-03	0,01 mg/l
Etil-benceno	mg/l	ASTM D3871-03	0,01 mg/l
P-Xileno	mg/l	ASTM D3871-03	0,01 mg/l

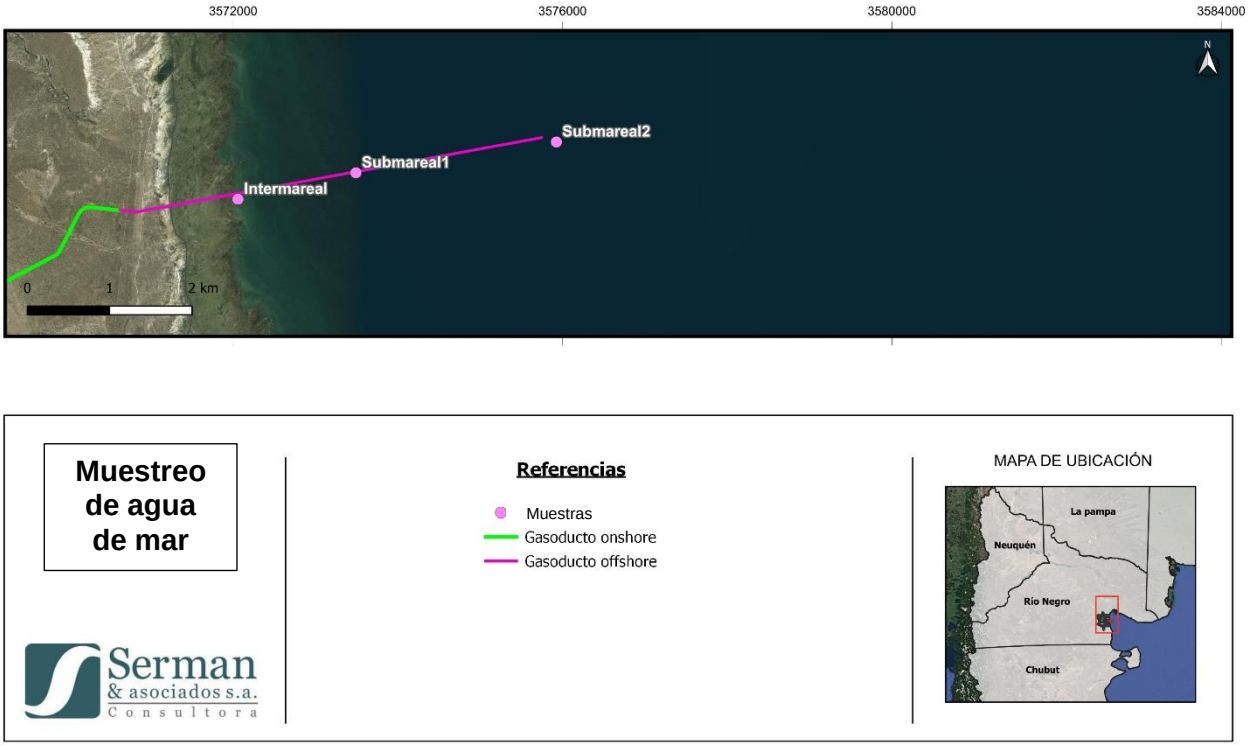


Figura 44. Mapa de sitios de muestreo de agua de mar.

Tabla 10. Resultados de los parámetros químicos de las muestras de agua de mar superficial.

Analito	Intermareal A	Intermareal B	Intermareal C	Submareal A	Submareal B	Submareal C	Submareal Profundo A	Submareal Profundo B	Submareal Profundo C
DQO	1683	1215	1510	1345	1515	1300	1310	1170	1545
DBO	410	180	280	330	275	330	290	210	360
Sulfuros	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mercurio	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cianuros	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrógeno Kjeldahl	3	3	4	1	4	1	6	4	2
Nitratos	12	12	7	5	12	5	14	13	12
Nitritos	0,11	0,13	0,12	0,16	0,12	0,1	0,1	0,12	0,15
Fósforo	2,4	2,2	2,05	2,4	2,2	2,0	2,3	2,2	2,3
Sólidos Suspendidos Totales	6	5	5	5	5	8	8	5	8
Sólidos disueltos totales	26400	27100	25900	27100	25100	25700	26900	27100	25700
Sustancias Fenólicas	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benceno	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tolueno	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etil-benceno	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
P-Xileno	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

2.4 CALIDAD DE SEDIMENTOS

Con el objetivo de analizar las propiedades físico-químicas de los sedimentos superficiales, durante las campañas realizadas para la actualización acerca de las comunidades bentónicas (junio de 2024), se colectaron las muestras para el análisis de los sedimentos superficiales.

En los mismos sitios (Intermareal, Submareal y Submareal Profundo) y con una metodología similar (colecta manual para los sitios Intermareal y Submareal y arrastre con rastra para Submareal Profundo) se obtuvieron en cada sitio cinco muestras para el análisis granulométrico y tres para el análisis de los parámetros químicos. Las muestras obtenidas fueron mantenidas refrigeradas e inmediatamente llevadas al laboratorio para su acondicionamiento y posterior envío, de acuerdo a los protocolos dispuestos por los laboratorios correspondientes.

Tabla 11. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de sedimentos.

Sitio	Latitud	Longitud
Intermareal	41° 7,566'S	65° 8,517'W
Submareal	41° 7,385'S	65° 7,495'W
Submareal Profndo	41° 7,170'S	65° 5,758'W

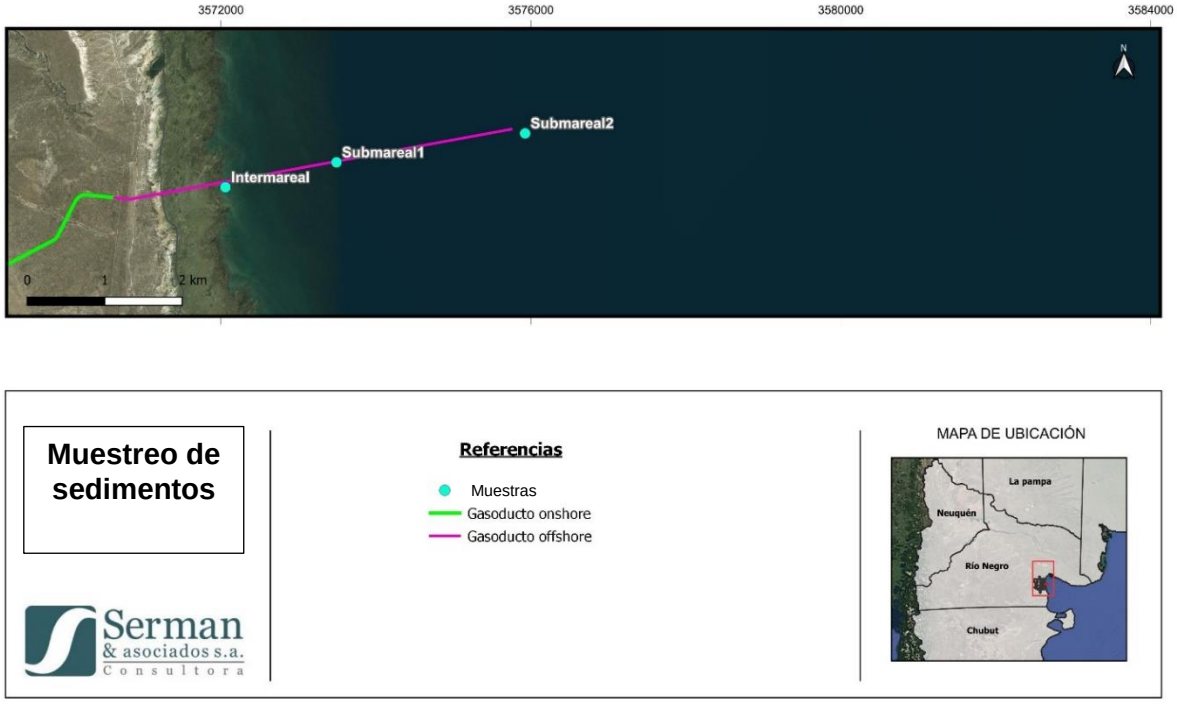


Figura 45. Mapa de sitios de muestreo de sedimentos.

Los análisis de los parámetros químicos As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn y Grasas y Aceites (HEM) se realizaron en el CCT-CENPAT (CONICET) por el Servicio Centralizado de Química (SECEQUIM), certificado por la Secretaría de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de Chubut. Por otra parte, los análisis de Hg, Sn, Fenol, Materia orgánica, Pesticidas organoclorados, PCB y BTEX se realizaron en IACA Laboratorios, de Bahía Blanca, con sistema de gestión de la calidad según la norma IRAM-ISO 9001:2015 y que cuenta con la certificación del Consejo de Fiscalización de Laboratorios de la República Argentina (COFILAB). Los métodos y límites de detección se muestran en la Tabla 12; mientras que en la Tabla 13 se consignan, a modo de referencia, los niveles estándares de calidad de suelo establecidos en la Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24.051, reglamentada en el Decreto 831/93. Los resultados correspondientes se muestran en la Tabla 14.

Tabla 12. Métodos y límites de detección de los resultados de laboratorio.

Analito	Unidad	Método o Norma	Límite de Detección
As	mg/kg	EPA 3052 y 6010 D	0,45 mg/kg
Cd	mg/kg		
Cr	mg/kg		
Cu	mg/kg		
Ni	mg/kg		
Pb	mg/kg		
Zn	mg/kg		
Hg	mg/kg	EPA 6010 B	0,1 mg/kg
Sn	mg/kg		0,4 mg/kg
Fenol	mg/kg	EPA 0420.1	0,1 mg/kg
HEM	mg/kg	EPA 9071 B	30 mg/kg
Materia orgánica	mg/kg	ASTM D 2974	0,1 mg/kg
Pesticidas organoclorados	mg/kg	EPA 8081B	
PCB	mg/kg	EPA 1668	2 mg/kg
BTEX	mg/kg	EPA 8260	0,1 mg/kg

Tabla 13. Niveles de referencia de calidad de suelos según la Ley Nacional de Residuos peligrosos 24.051, Decreto Reglamentario 831/93. Referencias. Unidades: µg/g peso seco (= mg/kg). NE: No especificado en la norma.

Parámetro	Uso Agrícola	Uso Residencial	Uso Industrial
As	20	30	50
Cd	3	5	20
Cr	750	250	800
Cu	150	100	500
Ni	150	100	500
Pb	375	500	1000
Zn	600	500	1500
Hg	0,8	2	20
Sn	5	50	300
Compuestos Fenólicos No Clorados	0,1	1	10
HEM	NE	NE	NE
Materia orgánica			
Pesticidas organoclorados	NE	NE	NE
Bifenilos Policlorados (PCBs)	0,5	5	50
Benceno (BTEX)	0,05	0,5	5
Tolueno (BTEX)	0,1	3	30
Etilbenceno (BTEX)	0,1	5	50
Xilenos (BTEX)	0,1	5	50

Para el análisis granulométrico, las muestras fueron secadas en estufa a 60°C durante 48-72 hs. Una vez secas, los grumos se desagregaron manualmente. Posteriormente se obtuvo el peso total de cada muestra en balanza analítica (± 0,1 mg). Para realizar la separación por fracción de tamaño, cada muestra fue colocada en un tamizador en seco Zonitest durante 15 minutos. Luego se recuperó lo retenido en los tamices de 12700, 8000, 4000, 2000, 1000, 500, 250, 125 y 62 µm, y cada fracción así obtenida se pesó con balanza analítica. Los valores de promedio aritmético del tamaño de grano, la denominación del tipo de sedimento y los diagramas triangulares para la clasificación textural, se obtuvieron mediante el programa GRADISTAT v. 9.1. Los resultados correspondientes se muestran en la Tabla 14 y la Figura 46, la Figura 47 y la Figura 48.

Tabla 14. Resultados de los parámetros químicos de los sedimentos superficiales.

Analito	Intermareal A	Intermareal B	Intermareal C	Submareal A	Submareal B	Submareal C	Submareal Profundo A	Submareal Profundo B	Submareal Profundo C
As	5,70	7,00	5,80	1,54	1,92	1,56	6,13	4,99	5,50
Cd	0,90	0,95	1,01	0,25	0,23	0,27	0,33	0,34	0,33
Cr	2,51	1,93	2,13	1,76	1,98	1,49	5,94	5,90	6,47
Cu	1,60	1,20	1,28	0,82	0,81	0,80	2,89	5,19	3,25
Ni	2,55	2,54	2,60	1,22	1,73	1,20	3,30	3,35	3,56
Pb	1,88	1,28	1,73	1,20	1,41	1,10	2,79	2,99	4,13
Zn	9,85	8,98	9,51	3,58	3,89	4,64	13,19	14,64	14,67
Hg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sn	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Fenol	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
HEM	213	487	170	226	192	141	728	466	171
Materia orgánica	< 0,1	< 0,1	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pesticidas organoclorados	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PCB	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
BTEX	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 15. Resultados del análisis granulométrico.

	Inter A	Inter B	Inter C	Inter D	Inter E	Sub A	Sub B	Sub C	Sub D	Sub E	Sub Prof A	Sub Prof B	Sub Prof C	Sub Prof D	Sub Prof E
Peso Inicial (gr)	753,457	890,881	829,711	821,531	864,814	1013,9	968,36	691,809	962,888	786,847	1790,11	1545,81	862,47	1659,52	1457,31
Abertura (µm)															
12700	141,94	348,09	16,65	0	163,54	53,94	15,69	12,22	31,52	7,83	519,83	477,17	78,21	574,4	519,3
8000	16,64	38,42	23,86	0	39,7	49,87	50,43	31,96	62,35	0,65	653,98	527,06	34,98	576,67	448,1
4000	35,76	66,01	130,55	61,76	107	135,5	206,66	104,46	182,24	10,58	509,14	430,95	95,43	396,1	393,3
2000	76,41	59,93	160,52	318,56	100,38	164,01	249,39	132,52	243,95	57,62	38,39	33,78	98,16	30,15	34,7
1000	160,78	95,06	214,17	369,51	150,92	255,84	271,34	181,27	343,92	237,61	11,48	11,4	138,47	11,9	11,67
500	162,15	135,23	217,05	42,51	169,28	311,57	138,66	180,06	31,61	387	6,26	6,84	152,8	7,44	6,3
250	95,3	87,12	48,36	23,54	85,33	57,86	21,63	37,1	47,68	64,14	7,09	14,57	132,56	9,08	7,04
125	49,11	47,71	10,56	4,145	35,08	13,33	7,69	8,21	11,74	15,81	28,35	29,27	81,84	36,74	26,2
63	13,72	11,316	4,537	1,506	10,808	2,748	3,905	2,166	4,43	4,245	13,052	12,308	36,246	13,915	8,27
<63	1,647	1,995	3,454	0	2,716	2,236	2,965	1,843	3,448	1,362	2,534	2,46	13,774	3,121	2,431
Promedio aritmético (µm)															
	3681,2	6503,7	2256,7	938,3	4250,2	2647,5	2794	2358,5	3049,1	1071,7	8887,2	8879,9	2791,4	9249,6	9167,6
Tipo de sedimento															
	Grava mediana arenosa	Grava mediana arenosa	Grava muy fina arenosa	Arena gruesa de grava muy fina	Grava mediana arenosa	Grava muy fina arenosa	Grava muy fina arenosa	Grava muy fina arenosa	Grava muy fina arenosa	Arena gruesa de grava muy fina	Grava mediana	Grava mediana	Grava mediana arenosa	Grava mediana	Grava mediana

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Intermareal

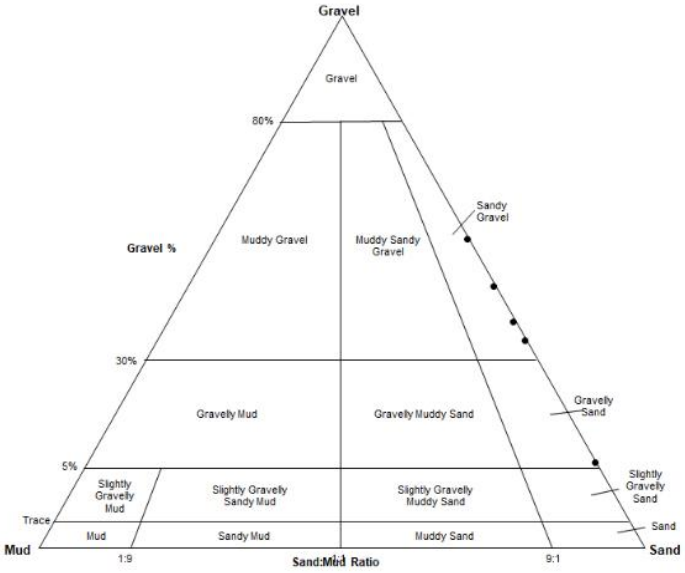


Figura 46. Diagrama triangular obtenido a partir del software GRADISTAT para la clasificación textural según tamaño de grano y la proporción de lodo, arena y grava para el Sitio Intermareal.

SUB-1

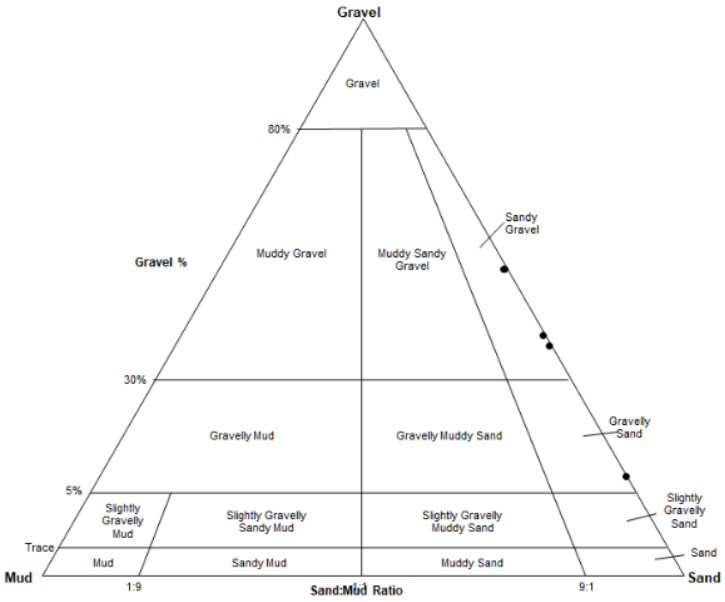


Figura 47. Diagrama triangular obtenido a partir del software GRADISTAT para la clasificación textural según tamaño de grano y la proporción de lodo, arena y grava para el Sitio Submareal.

SUB-profundo

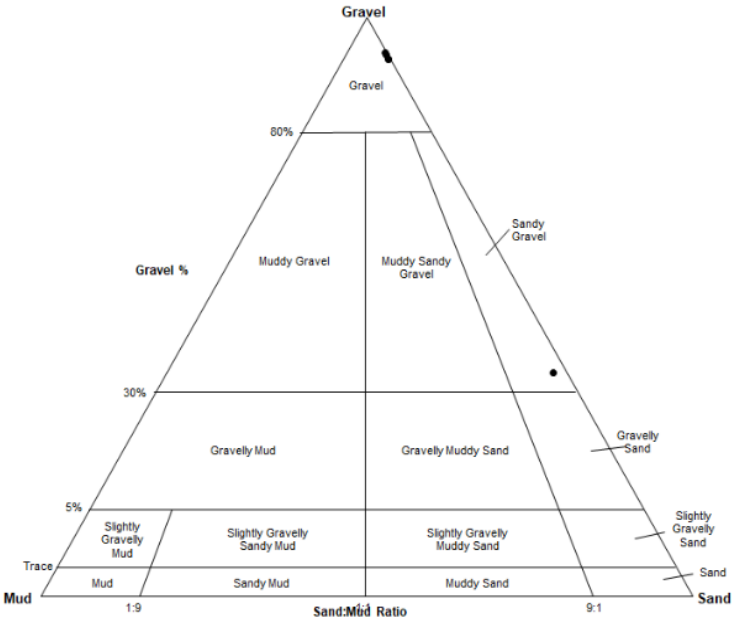


Figura 48. Diagrama triangular obtenido a partir del software GRADISTAT para la clasificación textural según tamaño de grano y la proporción de lodo, arena y grava para el Sitio Submareal Profundo.

3. BIBLIOGRAFÍA

Ameghino, F. (1906). Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires: 1-568, Buenos Aires.

Amoroso, R. (2004) Heterogeneidad espacial en la dinámica de la metapoblación de vieira tehuelche (Aequipecten tehuelchus) del golfo San José. Chubut, Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Tesis de Licenciatura, 55p.

Amoroso, R.; Gagliardini, A. (2010) Inferring complex hydrographic processes using remote-sensed images: turbulent fluxes in the patagonian gulfs and implications for scallop metapopulation dynamics. J. Coastal Res. In press.

Angulo R., Fidalgo F., Gómez Peral M. y Schnack E. (1978). Las ingresiones marinas cuaternarias en la bahía de San Antonio y sus vecindades, provincia de Río Negro. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 271-283, Neuquén.

Bianucci, L. (2004) Climatología de los frentes de marea en la Plataforma Continental y su rol en los flujos mar-atmósfera de CO2. Seminario de Licenciatura en Ciencias Biológicas, FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp. 83.

Busteros, A. G., Giacosa, R. E., Lema, H. A., & Zubía, M. A. (1998). Hoja Geológica 4166-IV Sierra Grande.

Carreto, J.; Verona, C.; Casal, A., Laborde, M., (1974) Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías. Buenos Aires: Instituto de Biología de Mar del Plata, Report 10, pp. 23-48.

Codignotto, J.O., Kokot R.R. y Marcomini S.C., (1992). Neotectonism and Sea-Level Changes in the Coastal Zone of Argentina. Journal of Coastal Research 8(1): 125-133.

Consejo Federal de Inversiones (1981) Evaluación de los recursos naturales de la Argentina. Recursos Hídricos Superficiales. Buenos Aires, 4, I. 459.pp

Dalla Salda, L. (1999). Cratón del Río de la Plata, 1: Basamento granítico-metamórfico de Tandilia y Martín García. En Geología Argentina. Anales. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Subsecretaría de Minería Buenos Aires: 97-106.

ERM (2022) Estudio de Impacto Ambiental para la perforación del pozo exploratorio EQN.MC.A.x-1 en CAN_100

ERM (2023) Estudio de Impacto Ambiental para la Terminal de carga de petróleo e instalaciones asociadas, Punta Colorada, Prov. de Río Negro.

FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Roma), 99 pp.

Fernández, D.S. y Coppolecchia, M. (coordinadores); Balbi, A.B.; Barber, E.L.G.; Bedmar, J.M.; Boujon, P.S.; Cabrera, N.R.; Chávez, R.A.; Elissondo, M.; Jones, M.E.; Kaufman, J.F.; Pereyra, F.X.; Rosas, M.A.; Róvere, E.I.; Tello, N.E.; Tobío, M.I. y Villegas, D.C. (participantes); y Tejedo, A.G., directora DGAA, (2021). Normativa para la Cartografía de Peligrosidad Geológica de la República Argentina a Escala 1:250.000. 47 p. Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Dirección de Geología Ambiental y Peligrosidad Geológica.

Feruglio. E. (1949). Descripción geológica de la Patagonia 1. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 334 p., Buenos Aires.

Gagliardini, D.; Rivas A. (2004) Environmental characteristics of San Matías Gulf obtained from LANDSAT-TM and ETM+ data. Gayana 68(2). pp. 186–193.

Glorioso, P.; Flather, R. (1995) A barotropic model of the currents off SE South America, J. Geophys. Res., 100:13,427– 13,440.

Glorioso, P.; Flather, R. (1997) The Patagonian Shelf tides. Progress in Oceanography, 40, 263–283.

Glorioso, P.D., 1987 : Temperature distribution related to shelf-sea fronts on the Patagonian shelf. Continental Shelf Research, 7(1), 27-34.

Gobierno de la Provincia de Río Negro (2013). Plan de Manejo Área Natural Protegida “Bahía De San Antonio”. Programa de Apoyo a la Modernización Productiva de la Provincia de Río Negro. Préstamo Bid 1463/1464 Oc-Ar 2013

Guerrero, R.; Piola, A. (1997) Masas de agua de la Plataforma Continental Argentina. In: El Mar Argentino y sus recursos pesqueros; Tomo 1: Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y características ambientales, Edition: Mayo 1997, Chapter: Tomo 1, Publisher: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Editors: Enrique E Boschi. pp. 107-118.

Hoffmann, J.; Núñez, M.; Piccolo, M. (1997) Características climáticas del Océano Atlántico Sudoccidental. In Boschi, E. (Ed.), El Mar y Sus Recursos Pesqueros, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, pp. 163-193.

Kokot, R. R., Salminci, J. G., Luna, F. S. y Tunstall, C. (2013). Retroceso costero y su relación con parámetros geotécnicos: Las Grutas, Río Negro.

Kokot. R y Favier Dubois, C. (2009). Evolución geomorfológica de la bahía de San Antonio (Río Negro, Argentina). Su importancia para el registro de ocupaciones humanas. 4º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Resumen 125, CD, La Plata.

Lizuain, A. y Sepúlveda, E. (1978). Geología del Gran Bajo del Gualicho (Provincia de Río Ne- gro). 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 407-422, Neuquén.

Lizuain, A. y Sepúlveda, E. (1978). Geología del Gran Bajo del Gualicho (Provincia de Río Negro). Actas 7º Congreso Geológico Argentino, 1: 407-422. Buenos Aires.

Lucas, A.; Guerrero, R.; Mianzán, H.; Acha, E.; Lasta, C. (2005) Coastal oceanographic regimes of the Northern Argentine Continental Shelf (34-43°S). Estuar Coast Shelf Sci 65(3). Pp. 405-420.

Lundegard, P M and Samuels, N D. 1980. Field classification of fine-grained sedimentary rocks. Journal of Sedimentary Petrology, 50, 781-786.

Martínez, H., Náñez, C., Lizuain, A., Dal Molin, C. N. y Turel, A. V. (2001). Hoja Geológica 4166-II San Antonio Oeste.

Moffatt & Nichols (2024). Metocean data for FLNG project - Argentina – PAE. 26/03/2024 y su posterior Revisión 2 del 8/05/2024.

Moreira, D.; Simionato, C.; Dragani, G. (2011) Modeling ocean tides and their energetics in the North Patagonia Gulfs of Argentina. Journal of Coastal Research 27, 87–102.

Moreira, D.; Simionato, C.; Dragani, W.; Nuñez, M. (2009) Tidal and residual currents observations at San Matías and San José gulfs, Northen Patagonian, Argentina. Journal of Coastal Research, 08-1035.

Mouzo, F y Paterlini, M (2017) Geología submarina del golfo norpatagónico San Matías. Revista de la Asociación Geológica 74(4) 553-569.

Mouzo, F. (1996). Los Golfos Patagónicos, ¿renuevan sus aguas? Petrotecnia, Revista del Instituto Argentino del Petróleo 37: 72-84, Buenos Aires.

Mouzo, F. (2014) Edad del golfo San Matías, Plataforma Continental Argentina y la Estratigrafía en el Gran Bajo de San Antonio, Provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina 71: 129 - 142.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Mouzo, F. (2014). Edad del golfo San Matías, plataforma continental Argentina y la estratigrafía en el gran bajo de San Antonio, provincia de Río negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 71(1), 125-138. Recuperado en 18 de junio de 2024, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-48222014000100012&lng=es&tlng=es.

Mouzo, F. y Garza, M. (1975). Rasgos de la Geología Submarina del Golfo Nuevo (Provincia del Chubut). 6º Congreso geológico Argentino, Bahía Blanca, Actas 2: 413-430, Buenos Aires.

Mouzo, F.; Paterlini, C. (2017) Geología submarina del golfo norpatagónico San Matías. Revista De La Asociación Geológica Argentina, 74(4), 553-569.

Palma, E.; Matano, R.; Piola, A. (2004a) Three dimensional barotropic response of the southwestern Atlantic shelf circulation to tidal and wind forcing, J. Geophys. Res., 109, C08014.

Panella, S.; Michelato, A.; Perdicaro, R.; Magazzu, G.; Decembrini, F.; Scarazzato, P. (1991) A preliminary contribution to understanding the hydrological characteristics of the Strait of Magellan: austral spring 1989, Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata (2–3 special issue), 107–126.

Paparazzo, F. (2003) Evolución de nutrientes inorgánicos en aguas oceánicas y su relación con la biomasa fitoplanctónica. Seminario de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Puerto Madryn. pp. 90.

Parker, G, Paterlini, C.M., y Violante, R.A. (1997). *El fondo marino*. En: Boschi, E. (ed.). El mar argentino y sus recursos marinos. INIDEP 1, 65-87, Mar del Plata.

Pascual. R., Ortega Hinojosa, E., Gondar, D. y Tonni, E. (1965). Las edades del Cenozoico mamalífero de la Argentina con espacial atención a aquellas del territorio bonaerense. Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aites, 6:165-193. La Plata.

Paterlini, M. y Mouzo F. (2013). Exploración sísmica del golfo norpatagónico San José, plataforma continental argentina, provincia del Chubut. GEOACTA 38: 81-94.

Pettijohn, F. (1970). Rocas Sedimentarias (2a. edición en español). Buenos Aires: Editorial Universitaria.

Piola, A.; Scasso, L. (1988) Circulación en el Golfo San Matías. Geoacta 15(1):33–51

Piola, A; Rivas, A. (1997) Corrientes en la Plataforma Continental. En: El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. Ed: E.E. Boschi. Vol. 1. Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata, Argentina. pp. 119-132.

Pisoni, J. (2012) Los sistemas frontales y la circulación en las inmediaciones de los Golfos Norpatagónicos. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Pisoni, J.; Rivas, A. (2006) Frentes teérmicos sobre la PCA por medio de imágenes satelitales. Proceedings of the VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar and XIV Coloquio de Oceanografía. December, 4–8, 2006. Puerto Madryn, Argentina.

Potter, P. E., Maynard, J. B. & Pryor, W. A. (1980). Sedimentology of Shale. Springer-Verlag, New York.R

Rivas, A.; Beier, E. (1990) Temperature and salinity fields in the northparagonic gulfs. Oceanol Acta 13(1). Pp. 15–20.

Roth, S. (1899). Apuntes de la geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén. Revista del Museo de La Plata, 9:143-197. La Plata.

Rouland, D., Legrand, D., Cisternas, A., Streng, D., Gir, R. &Souriau, A.(2016). Historical seismicity in oceans from sailors' testimonies. Journal of Seismology 20(1). DOI: 10.1007/s10950-015-9523-y-

Rovereto, G. (1921). Studi di geomorfología Argentina, V. La Penisola Valdez. Bollettino Società Geològica Italiana 40: 1-47.

Salimbeni, A.; Dragani, W; Alonso, G. (2024) Ocean waves in the southwestern Atlantic Ocean: An evaluation of global wave models. International Journal of Climatology, 1–14. https://doi.org/10.1002/joc.8477

Saraceno, M.; Tonini, M.; Williams, G.; Aubone, N.; Olascoaga, M.; Beron-Vera, F.; Gonzalez, R.; Soria, M.; Saad, J.; Svendsen, G. (2020) On the complementary information provided by satellite images, Lagrangian Drifters, and a regional numerical model: a case study in the San Matias Gulf, Argentina. Remote Sensing in Earth Systems Sciences 3 (3). pp. 123-135.

Scasso, L.; Piola, A. (1988) Intercambio neto de agua entre el mar y la atmósfera en el Golfo San Matías. Geoacta 15(1):13–31.

SHN (1995). Sondajes del A.R.A. Comodoro Rivadavia en zona Punta Norte, Provincia del Chubut. Inédito. Servicio de Hidrografía Naval, Departamento de Hidrografía, Archivo Técnico F ¢ 126, Buenos Aires.

SHN, 2008. Tablas de Marea. Buenos Aires, Argentina: Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa, Publicación H 610.

Simonato, C.; Dragani, W.; Nuñez, M.; Engel, M. (2004) A Set of 3-D Nested Models for Tidal Propagation from the Argentinean Continental Shelf to the Río de la Plata Estuary – Part I. M2, Journal of Coastal Research, 20 (3): 641-936.

Stipanicic, P. y Methol, E. (1980). Comarca Norpatagónica. 2º Simposio de Geología Regional Argentina, Actas 2: 1071-1097, Córdoba.

Tonini, M. (2010) Modelado numérico del ecosistema de los golfos norpatagónicos. Phd thesis, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

Tonini, M.; Palma, E. (2011) Respuesta barotrópica de los golfos norpatagónicos argentinos forzados por mareas y vientos. Lat Am J Aquat Res 39(3). Pp. 481–498.

Tonini, M.; Palma, E.; Piola, A. (2013) A numerical study of gyres, thermal fronts and seasonal circulation in austral semienclosed gulfs. Cont Shelf Res 65:97–110.

Violante, R.A., Costa, I.P., Cavallotto, J.L., Paterlini, C.M., Marcolini, S., y Bozzano, G. (2014). Rasgos morfosedimentarios, procesos y evolución de la plataforma continental argentina desde el último máximo glacial. Revista de la Asociación Geológica Argentina 71 (2), 292-310.

Weber, E.I. (1983). Descripción geológica de la Hoja 40j, Cerro El Fuerte. Servicio Geológico Nacional. Boletín 196, 69 p. Buenos Aires.

Williams, G. (2011) Caracterización ambiental del Golfo San Matias mediante sensores remotos y parámetros océano-gráficos. Relación con la distribución y abundancia de los recursos biológicos de interés pesquero. Tesis de Doctorado en Biologia. Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, 272 pp.

Windhausen, A. (1918). Rasgos de la historia geológica de la planicie costanera en la Patagonia septentrional. Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, Boletín 23: 319-364, Córdoba.

Windhausen, A. (1931). Geología Argentina, 2a Parte, 1-645. Editorial Peuser, Buenos Aires.

Zambrano, J. J. (1980). Comarca de la cuenca cretácica de Colorado. 2º Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias 2: 1033-1070, Córdoba.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

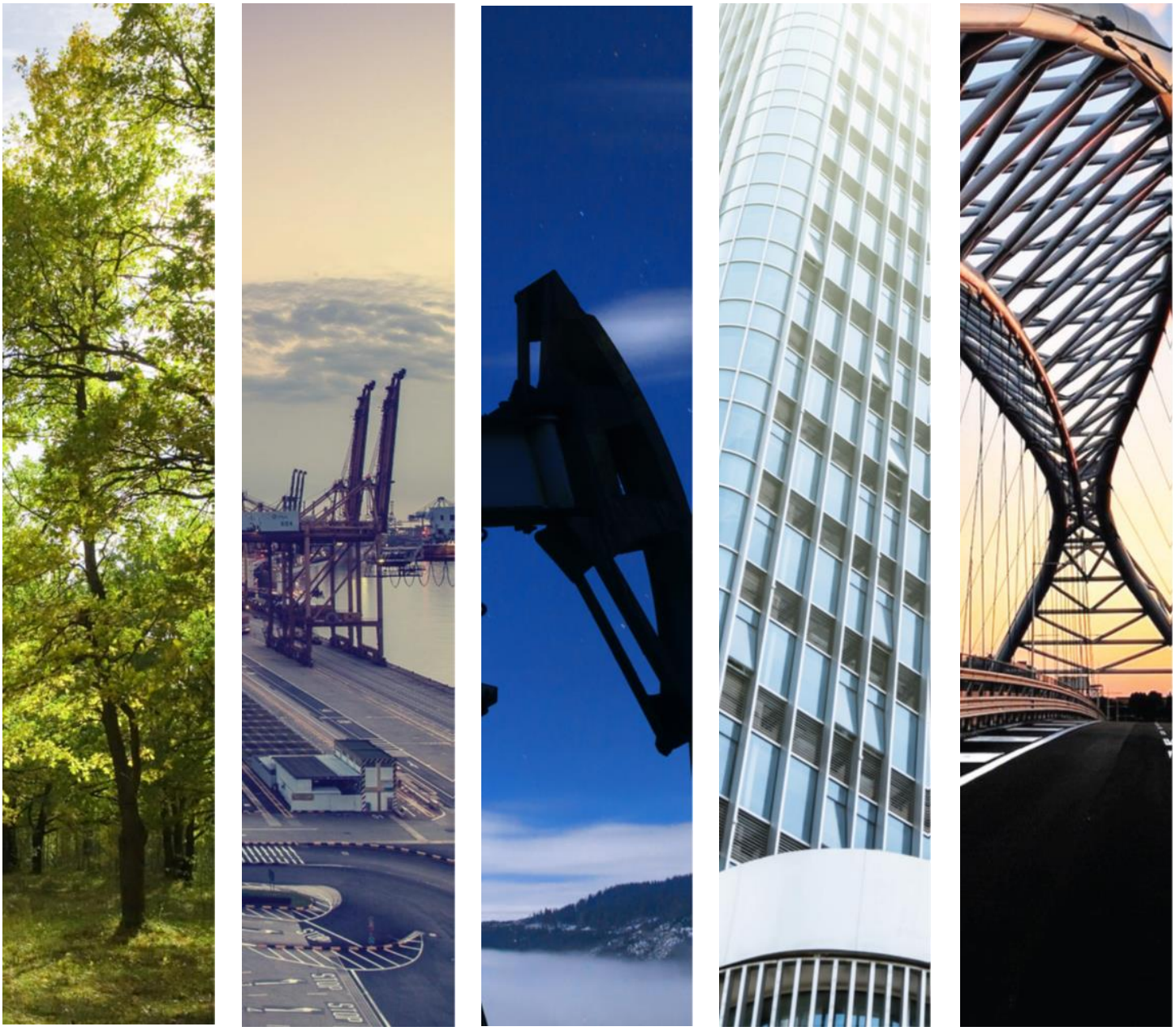
- **Páginas Web**

https://resources.marine.copernicus.eu/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_REANALYSIS_WAV_001_032

https://www.mercatorocean.eu/en/place/meteo-france/

https://www.mercator-ocean.eu/en/ocean-science/glorys/

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 5: Línea de Base Ambiental
Anexo 5-2: Medio Biótico

Junio 2025

ANEXO 5-2: MEDIO BIÓTICO

El presente apartado corresponde a la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías, elaborado por esta misma consultora (Serman & Asoc., 2024) y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en octubre de 2024.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5

2. AMBIENTE COSTERO-MARINO 6

2.1 CARACTERIZACIÓN REGIONAL 6

2.1.1 Ambiente Costero 8

2.2 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS 10

2.2.1 Fitoplancton 11

2.2.2 Zooplancton e Ictioplancton 22

2.3 COMUNIDADES BENTÓNICAS 28

2.3.1 Actualización de la Información sobre Comunidades Bentónicas para el Área de Estudio 31

2.4 COMUNIDADES DEMERSAL PELAGICAS 36

2.4.1 Actualización de la Información sobre Ictiofauna 44

2.5 MEGAFAUNA MARINA 52

2.5.1 Tortugas Marinas 52

2.5.2 Aves Costeras y Marinas 60

2.5.3 Mamíferos Marinos 76

2.5.4 Relevamiento de Megafauna Marina en el Área de Estudio 94

3. ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN 105

3.1 ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS 106

3.1.1 Reserva Faunística Punta Bermeja 107

3.1.2 Área Natural Protegida Caleta de los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón 109

3.1.3 Área Natural Bahía de San Antonio 111

3.1.4 Parque Nacional Islote Lobos 116

3.1.5 Área Natural Protegida Puerto Lobos 118

3.1.6 Área Natural Protegida Península Valdés 119

4. BIBLIOGRAFÍA 122

5. ANEXO: FICHAS DE ESPECIES 180

I. FICHAS DE ESPECIES DE TORTUGAS MARINAS 180

II. FICHAS DE ESPECIES DE AVES COSTERAS Y MARINAS 196

III. FICHAS DE ESPECIES DE MAMÍFEROS MARINOS 224

1. PRESENTACIÓN 262

2. COMUNIDADES FITOPLANCTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 263

2.1 ANTECEDENTES 263

2.2 METODOLOGÍA 264

2.3 RESULTADOS 264

2.3.1 Condiciones Físico-Químicas 264

2.3.2 Biomasa Fitoplanctónica 265

2.3.3 Característica de los Ensambles Fitoplanctónicos 265

2.3.4 Análisis Cuantitativo de Especies Dominantes 269

2.4 CONCLUSIONES 270

3. COMUNIDADES ZOO-ICTIOPLANCTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 271

3.1 ANTECEDENTES 271

3.2 METODOLOGÍA 271

3.3 RESULTADOS 271

3.3.1 Zooplancton 271

3.3.2 Ictioplancton 274

3.4 CONCLUSIONES 275

4. COMUNIDADES BENTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 276

4.1 ANTECEDENTES 276

4.2 METODOLOGÍA 276

4.3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES 277

5. ICTIOFAUNA: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 284

5.1 ANTECEDENTES 284

5.2 METODOLOGÍA 284

5.3 RESULTADOS 285

5.4 CONCLUSIONES 289

6. MEGAFAUNA MARINA: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 293

6.1 ANTECEDENTES 293

6.2 METODOLOGIA 293

6.3 RESULTADOS 295

6.3.1 Salidas Náuticas 295

6.3.2 Relevamientos de Animales en Costa 303

6.3.3 Registros Sonoros 305

6.4 CONCLUSIONES 309

7. BIBLIOGRAFÍA 311

1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la ecología, la división entre un ambiente marino y un ambiente terrestre es difusa. Existe lo que se conoce como una zona de transición o interfase, donde los ecosistemas marinos y terrestres se superponen y se relacionan. Esta zona de transición puede incluir áreas como estuarios, manglares, deltas y zonas costeras, como en este caso, donde la influencia de ambos ambientes se entrelaza.

En estas áreas de interfase, los organismos y procesos ecosistémicos de los ambientes marinos y terrestres interactúan de manera dinámica. Por ejemplo, los nutrientes transportados por los ríos desde tierra firme pueden influir en la productividad de los ecosistemas marinos cercanos, mientras que las especies marinas pueden migrar hacia áreas terrestres para reproducirse o alimentarse.

Esta interconexión entre los ecosistemas marinos y terrestres resalta la importancia de estudiar estos espacios de manera integrada, reconociendo que las actividades humanas en un ambiente pueden tener impactos significativos en el otro. Por lo tanto, es fundamental adoptar enfoques holísticos y transdisciplinarios para abordar los desafíos ambientales en estas zonas de interfase.

Para una mejor organización del presente Estudio de Impacto Ambiental y particularmente de esta Línea de Base Ambiental, se optó por separar la caracterización del ambiente puramente terrestre, del ambiente costero-marino.

En la presente caracterización del Ambiente Costero Marino se hace foco e en la traza del tramo submarino del Gasoducto y la ubicación de la FLNG en el Golfo San Matías (Componentes Off Shore).

No obstante esto, al momento de evaluar los potenciales impactos del proyecto sobre estos ambientes, es muy importante implementar un enfoque holístico que considere al ambiente como un todo.

2. AMBIENTE COSTERO-MARINO

2.1 CARACTERIZACIÓN REGIONAL

El área de estudio comprende el Golfo San Matías y parte de la plataforma continental situada al este del golfo. Todo este espacio marino se localiza en el sector central de la eco-región marina denominada Gran Ecosistema Marino de la Plataforma Patagónica (Patagonian Shelf Large Marine Ecosystem).[1]

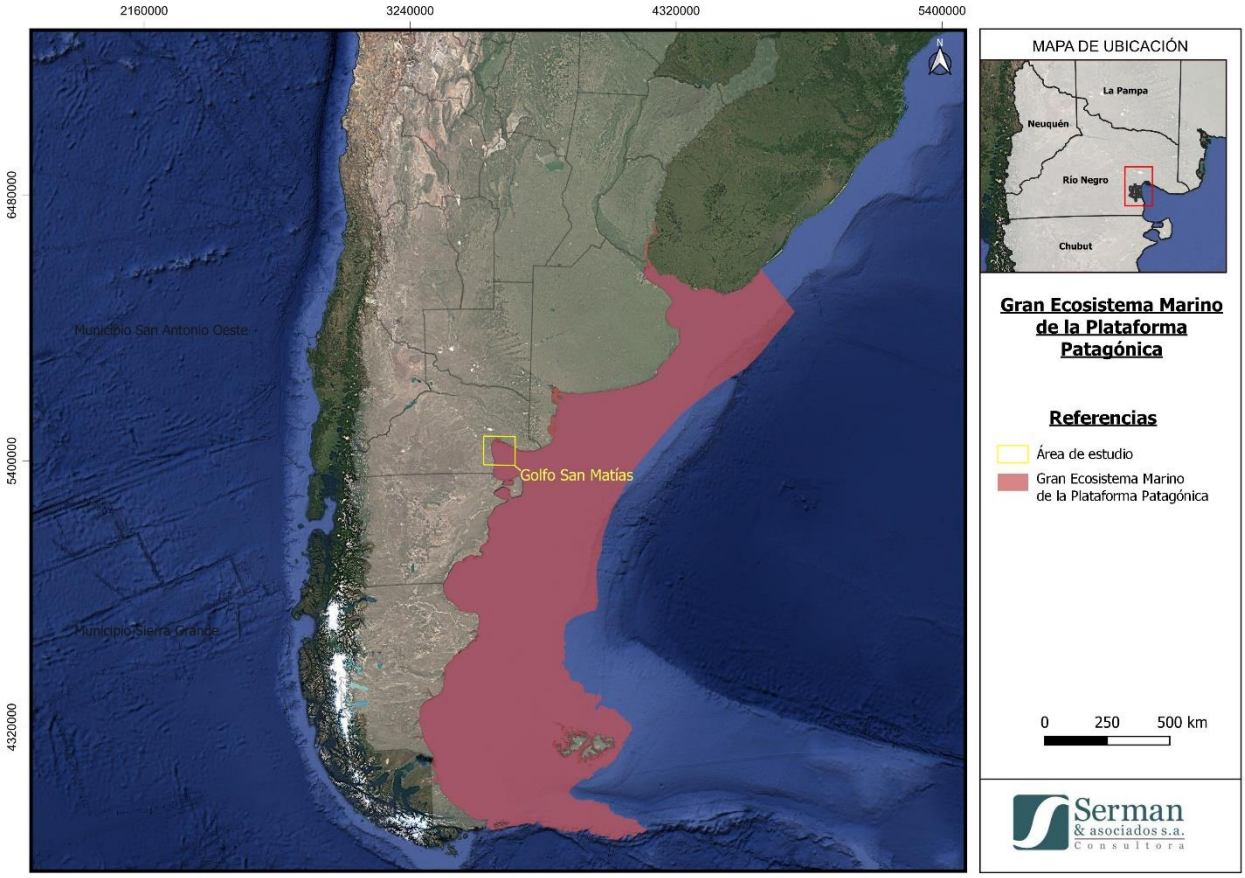


Figura 1. Ubicación del Gran Ecosistema Marino de la Plataforma Patagónica (en rojo) y ubicación del Golfo San Matías. Imagen tomada de www.marineregions.org (Flanders Marine Institute, 2023).

La Plataforma Patagónica está dominada por los efectos combinados de fuertes vientos del oeste, mareas de gran amplitud, grandes descargas de baja salinidad y un amplio flujo de circulación en sentido noreste que se intensifica hacia el borde de la plataforma (Matano et al. 2010). Este ecosistema se encuentra dominado por dos grandes corrientes marinas oceánicas: la corriente fría de Malvinas, que corre en sentido sur-norte a lo largo del contorno del talud continental y constituye la fuente de producción biológica de este sistema oceánico; y la corriente cálida de Brasil que, en cambio, corre en sentido norte- sur y presenta una baja concentración de nutrientes (Figura 2). Ambas grandes corrientes, restringidas a profundidades menores a los 1500 m, convergen en una latitud cercana a la del Río de la Plata. Esta zona de convergencia se desplaza hasta el sur de la provincia de Buenos Aires durante el verano y en invierno se localiza más al norte, hasta alcanzar las costas de Río Grande do Sul. La enorme zona frontal resultante de la convergencia a ambas corrientes se denomina Convergencia Subtropical del Atlántico.

[1] https://www.marineregions.org/gazetteer.php?p=details&id=8586

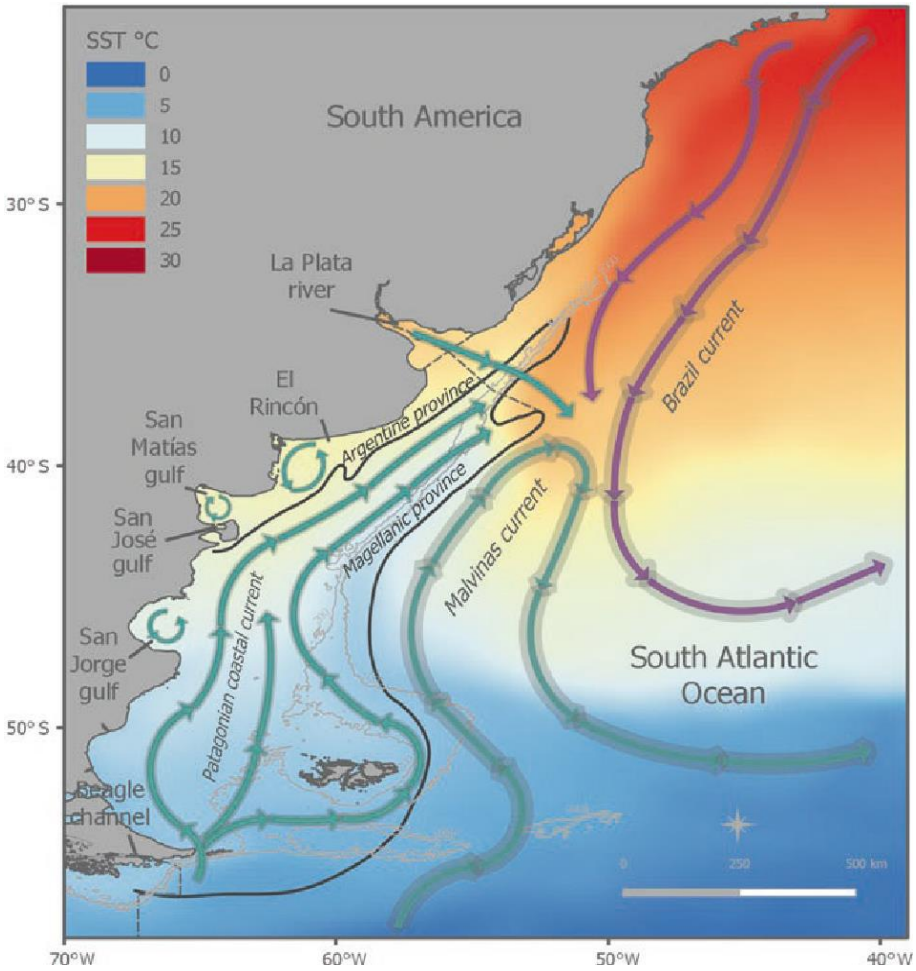


Figura 2. Principales corrientes marinas que dominan la Plataforma Continental Argentina. Tomado de Narvarte et al. 2022 (modificado de Matano et al. 2010).

Aparte de la corriente de Malvinas, la llamada corriente Costera Patagónica, ejerce una influencia significativa sobre la plataforma y sobre las aguas costeras en particular. Se trata de una corriente en chorro bien definida dentro de la plataforma interior que se origina al sur de los 49°S. Dicha corriente tiene su origen en la interacción de las corrientes de marea de origen subantártico que ingresan a la plataforma entre el continente y la Isla de los Estados y las descargas del Estrecho de Magallanes. La corriente Costera Patagónica fluye en sentido sur-norte entre la costa y la corriente de Malvinas, desde el litoral atlántico fueguino y la plataforma frente a la provincia de Santa Cruz, hasta alcanzar el paralelo 38ºS. Tanto la corriente de Malvinas como la corriente Costera Patagónica transportan grandes cantidades de nutrientes y constituyen la base de la producción biológica de este gran ecosistema. Esta producción biológica generada por estas corrientes, tanto en el sector antártico como en la plataforma patagónica, constituyen el sostén de los servicios ecosistémicos, que incluyen principalmente a la pesca y el turismo de naturaleza.

La zona costera de la Plataforma Patagónica entre los 38°S y el límite de la Provincia Magallánica, conocida como El Rincón, recibe la influencia alternada de las aguas cálidas costeras del norte y las aguas templadas frías de la corriente Patagónica (Piola y Rivas 1997, Matano et al. 2010). Ocasionalmente, esta área también recibe una intrusión de las aguas frías de la corriente de Malvinas (Piola et al. 2009).

Desde el punto de vista biogeográfico (Figura 2), el límite norte de la Plataforma Patagónica coincide con el límite norte del Distrito Rionegrino de la Provincia Biogeográfica Argentina (Balech y Ehrlich 2008). Al sur, el límite entre las provincias biogeográficas Argentina y Magallánica corre en dirección noreste-sudoeste a lo largo de la isobata de 70 m hasta la latitud 44°S. Este límite es altamente permeable para varias especies cuyos estadios larvarios o adultos se desplazan en las masas de agua predominantes a cada lado de este límite. Debido a la diversidad faunística resultante de la mezcla de especies subtropicales y subantárticas, esta área, así como toda la Provincia Biogeográfica Argentina, ha sido considerada como un ecotono (Balech y Ehrlich 2008, Galván et al 2022).

2.1.1 Ambiente Costero

El Golfo San Matías (Figura 3) es el más extenso de los tres golfos norpatagónicos, con una superficie de casi 20 mil km^2. Ubicado entre las latitudes 40º43'S y 42º15'S, y las longitudes 63º07'O y 65º10'O, se comunica al este con la plataforma continental a través de una boca de unos 115 km, en Punta Bermeja al norte, y Punta Norte en el extremo sur.

En cuanto al origen y edad del Golfo San Matías, existe actualmente consenso respecto a que el mismo se formó en el último interglacial durante la transgresión pleistocena (aproximadamente 120 mil años atrás) como resultado del retroceso costero y de la inundación de una depresión subaérea similar a otras depresiones hoy cercanas a la costa (Mouzo y Paterlini 2017). Según estos autores, la posterior regresión del mar pleistoceno originó un pequeño mar cerrado que podría haber descendido su nivel hasta la actual isobata de 100 m, antes de ser nuevamente invadido por el mar durante la transgresión holocena hace poco más de 11 mil años (Isla 2013).

En torno a las costas del golfo se destacan los siguientes accidentes geográficos: al norte, una caleta poco profunda, Caleta de los Loros; en su extremo noroeste, la Bahía de San Antonio, formada a partir de la invasión marina de gran parte de una depresión continental preexistente, el Gran Bajo de San Antonio (Mouzo 2014); y en su extremo meridional se une a través de un angosto estrecho con un golfo interior, el Golfo San José.

El tramo de la costa norte del golfo, entre Punta Bermeja y Barranca Final, presenta grandes acantilados (hasta 50 m) conformados principalmente por sedimentitas de la Formación Río Negro (Mioceno-Plioceno), con presencia de areniscas conglomeradas (Fm Tehuelche o Rodados Patagónicos) y depósitos eólicos (Fm Punta Villarino) recientes en la parte superior (Caselli et al. 2019). El tramo costero entre Barranca Final y Punta Villarino, se compone de sedimentos arenosos y gravas con bioclastos de moluscos marinos, depositados en las playas actuales que cubren la costa desde la zona supramareal a la inframareal (Gelos et al. 1992; del Rio et al., 2004). Tanto la Fm Río Negro como la Fm Tehuelche constituyen las principales fuentes de sedimentos de playa para toda la costa norte del golfo (Gelós et al. 1992). La franja intermareal a lo largo de esta costa se caracteriza por la presencia de plataformas de abrasión de extensión variable (hasta 1000 m en Baliza San Matías) conformadas principalmente por sedimentos de la Fm Río Negro.

En la costa occidental del golfo, el ambiente litoral presenta características diferentes a las anteriores. En el tramo entre la desembocadura de la Bahía de San Antonio y el paraje El Sótano, que se extiende por algo más de 27 km, sobre la línea de pleamar se destaca la presencia de formaciones dunares continuas, ya sea en conexión directa con la línea de playa o establecidas sobre barrancas de diferente altura. En el mismo tramo costero, pero en el sector intermareal, las bajamares dejan al descubierto extensas plataformas de abrasión de superficie casi horizontal, que pertenecen a la Fm Patagonia de edad miocena, compuesta por sedimentos limo-arenosos hasta limo-arcillosos de color general amarillo verdoso y con niveles fosilíferos. En algunos sectores, como en la zona de Las Grutas, esta formación conforma acantilados de mediana altura.

Al sur del paraje El Sótano y hasta Punta Colorada (donde se localiza el área del proyecto) aflora en forma discontinua la Fm El Fuerte, compuesta de calizas arenosas de color blanco grisáceo (Kokot et al. 2004). En parte son areniscas carbonáticas muy cementadas, que presentan una alta resistencia a la erosión y constituyen la extensa plataforma litoral, cubierta en parte por depósitos de cordones litorales. Estos cordones, que afloran sobre esta plataforma en forma discontinua hasta el límite con la provincia de Chubut son depósitos pleistocenos y holocenos compuestos de gravas arenosas. Más al sur de Arroyo Verde, entre esa localidad y Punta Quiroga, en el contorno sur de la costa del golfo, se extienden grandes acantilados compuestos de limos cineríticos, arcillitas y areniscas correspondientes a la Fm Gaiman, de origen Oligoceno Superior (Haller et al. 2001).

En lo que respecta a los aspectos hidrológicos, el Golfo San Matías presenta en su zona central profundidades de hasta 200 metros, superiores incluso a las de la plataforma continental adyacente. La presencia en la zona de la boca del golfo de un zócalo de profundidades intermedias (50-80 m) determina restricciones en el intercambio de las masas de agua con el mar abierto.

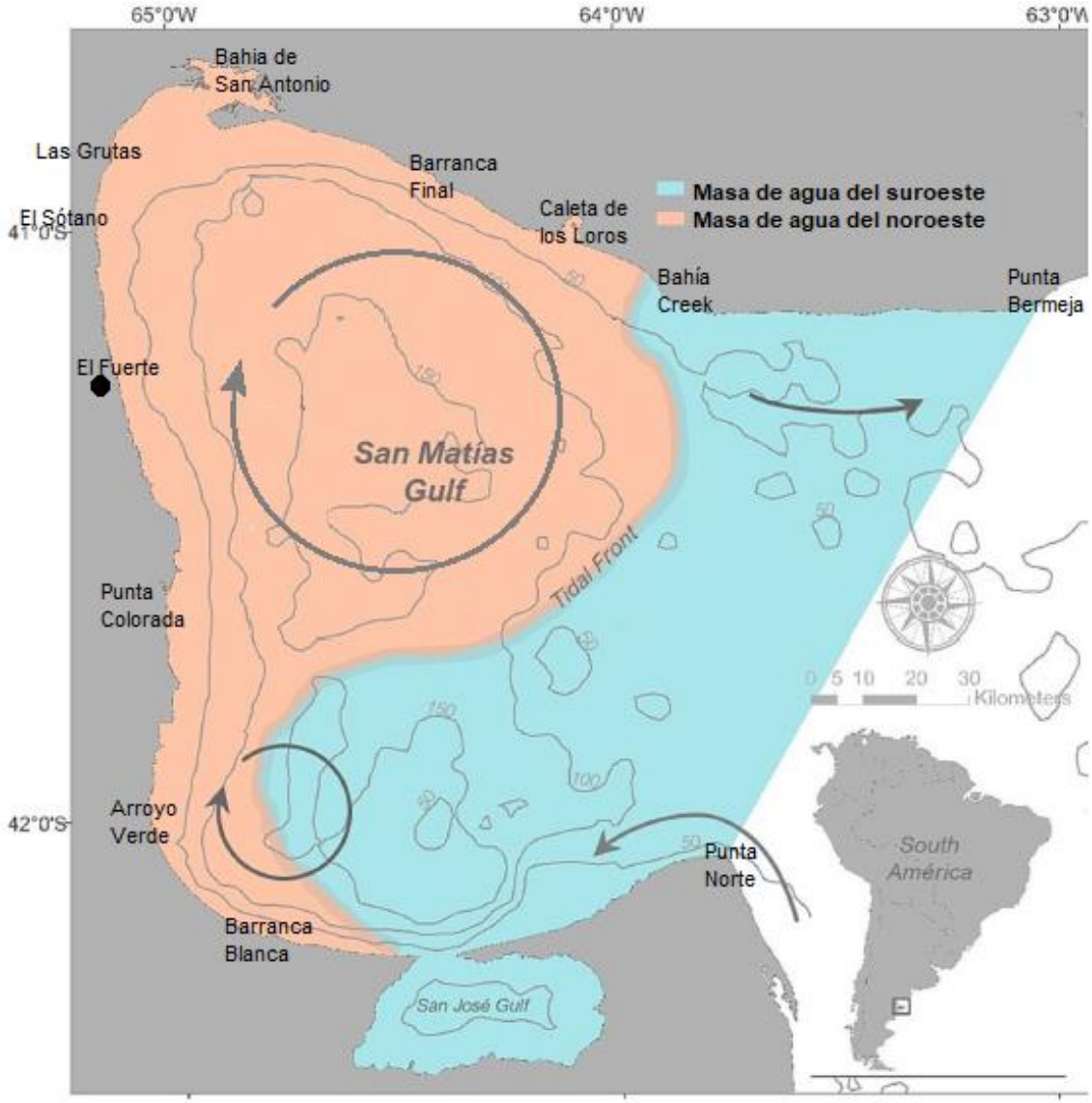


Figura 3. Esquema de la batimetría general y estructura ambiental del Golfo San Matías durante el verano. Se destaca el sistema frontal principal totalmente formado (sombra gris) y la dirección el flujo medio de circulación (flechas grises) (basado en Piola y Scasso, 1988, Acha et al., 2004, Tonini et al., 2013).

Esta particularidad determina además la formación de un frente de mareas termohalino que, durante los meses de verano, divide al golfo en dos masas de agua bien diferenciadas: una al norte, cálida, más salina, con menores concentraciones de nutrientes inorgánicos y una marcada termoclina; y otra masa de agua en la zona sur, verticalmente homogénea, fría, menos salina y con mayores concentraciones de nutrientes, que está influida a su vez por las aguas de plataforma que entran y salen a diario por el sector sur de la cuenca. Junto con este fenómeno, se verifica además que la circulación general en el golfo está determinada por dos giros: uno ciclónico al norte, de unos 70 km de diámetro, y otro anticiclónico al suroeste. Contrariamente a lo que ocurre en verano, durante los meses de invierno y gran parte de la primavera, esta estructura ambiental del golfo se disipa para conformar una masa de agua relativamente homogénea en toda su extensión.

Finalmente, desde el punto de vista biogeográfico el Golfo San Matías está situado entre las latitudes del deslinde de las provincias biogeográficas Argentina y Magallánica. Como se mencionó anteriormente, este límite difuso, que corre sobre la plataforma en dirección noreste-sudoeste a lo largo de la isobata de 70 m constituye una frontera permeable para algunas especies cuyos estadios larvarios o adultos se desplazan en las masas de agua predominantes a cada lado de este límite. En el caso del golfo, en su interior se repite un patrón de diversidad similar, con combinación de especies subtropicales y subantárticas (Svendsen et al. 2020, Cuesta Núñez et al. 2024). No obstante, tanto las características batimétricas como los fenómenos oceanográficos (frentes termohalinos, giros) que modulan el régimen de circulación de las masas de agua, han facilitado la conformación de subpoblaciones y comunidades de organismos en particular, lo cual confiere al ecosistema del golfo un patrón de diversidad característico y diferenciado del resto de la plataforma.

2.2 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

El plancton se compone de organismos, en su mayoría microscópicos, que carecen de movilidad o que nadan débilmente, siendo incapaces de vencer las corrientes marinas; por lo tanto, se encuentran adaptados a vivir en suspensión en la columna de agua y ser transportados por las corrientes. Sin embargo, estos organismos tienen cierta capacidad de posicionarse en la columna de agua y, en muchos casos, pueden realizar migraciones verticales. La clasificación más tradicional del plancton se basa en el modo de nutrición, dividiéndose en fitoplancton (microorganismos fotoautótrofos, principalmente microalgas) y zooplancton (microorganismos heterotróficos, en su mayoría animales).

El plancton constituye el sustento de las tramas tróficas marinas, desempeñando un papel fundamental en la alimentación de numerosos organismos acuáticos, incluidos peces, moluscos y crustáceos. El fitoplancton proporciona servicios ecosistémicos vitales, incluyendo casi la mitad de la producción primaria y de oxígeno a nivel global. Además, impulsa en gran medida los ciclos biogeoquímicos y el reciclaje de nutrientes, no solo en los ecosistemas acuáticos sino también en los terrestres. También contribuye significativamente a la regulación del clima. Por el contrario, algunos grupos de fitoplancton pueden causar efectos indeseables para el ser humano. Bajo ciertas condiciones ambientales, el fitoplancton puede experimentar altas tasas de crecimiento y alcanzar densidades celulares elevadas. Estos eventos pueden producir efectos adversos en la salud humana, en las explotaciones de acuicultura y turísticas de zonas costeras, y en las poblaciones naturales de organismos marinos. Además, varios grupos de microalgas como dinoflagelados, diatomeas y cianobacterias, en determinadas condiciones, tienen la capacidad de producir toxinas. Cuando estas microalgas son ingeridas por organismos filtradores, las toxinas se acumulan en sus tejidos y se transmiten a niveles superiores de la trama trófica, incluyendo a los seres humanos.

Para el Golfo San Matías, si bien se cuenta con abundante información sobre su circulación y dinámica oceanográfica espacial y temporal, la información de la taxonomía, la estructura y dinámica espacial y temporal de las comunidades planctónicas es escasa y fragmentada, lo que limita la capacidad de comprender los patrones de diversidad y distribución de los otros componentes de la trama trófica marina. A continuación, se describen las comunidades planctónicas para el Golfo San Matías con referencia a sus aspectos biológicos y ecológicos más relevantes.

2.2.1 Fitoplancton

Los primeros estudios sobre fitoplancton en el Golfo San Matías fueron de carácter taxonómico y fueron las contribuciones de Frenguelli (1935 y 1939) sobre silicoflagelados y diatomeas, respectivamente. Estos estudios estuvieron basados en muestras de las series 382 y 397 de la Colección de Diatomeas argentinas del Museo de La Plata (Argentina), tomadas en mayo de 1933 a menos de cinco millas de la costa del noroeste del golfo (40º52'S,64º59'O) y en septiembre de 1932 cerca de la boca del golfo (42º15'S, 62º13O). Ambos ambientes presentaron ensambles frecuentes en regiones templadas. El sitio más próximo a la costa presentó una florística de tipo más litoral con la identificación de 82 especies de diatomeas, mientras que el más cercano a la boca del golfo, con especies planctónicas neríticas, mostró una menor riqueza, con 23 especies de diatomeas. De estas, 9 especies fueron encontradas en ambos ambientes.

Medio siglo después, una importante actualización taxonómica de la flora de diatomeas del Golfo San Matías, en particular para la zona de la Bahía de San Antonio (noroeste del golfo) y su área de influencia, fue publicada en dos trabajos basados en muestras tomadas en la localidad de Las Grutas y en diferentes lugares de la Bahía de San Antonio, mensualmente entre julio de 1984 y julio de 1985. Uno estuvo enfocado en diatomeas céntricas, reportando 51 taxas para la zona (Sar 1996a), todas ellas citadas por primera vez para el área en estudio, dos especies citadas por primera vez para la Argentina y una por primera vez para el Atlántico Sur. El otro trabajo estuvo enfocado en diatomeas pennadas citando 56 taxas, siendo 54 de ellas primeras citas para el área en estudio, 13 especies citadas por primera vez para la Argentina y tres por primera vez para el Atlántico Sur (Sar 1996b).

Sar et al. (2002) realizaron estudios sobre la morfología, taxonomía y distribución de especies del género *Thalassiosira*, mientras que Sar et al. (2003) llevaron a cabo investigaciones similares sobre los géneros *Cocconeis* y *Psammococconeis* con muestras tomadas mensualmente entre abril de 1998 y febrero de 2000 en la zona norte y oeste del golfo. En estos estudios se hallaron 18 especies pertenecientes al género *Thalassiosira*, 15 de las cuales ya estaban citadas para la Argentina mientras que tres constituyeron registros nuevos para el país. Además, se identificaron 16 taxas de *Cocconeis* y una especie de *Psammococconeis*. Cinco especies de *Cocconeis* fueron nuevos registros para el Océano Atlántico sudoccidental.

2.2.1.1 Ecología del Fitoplancton

Las series de campañas oceanográficas denominadas SAO I, II y III, realizadas en 1971 en el Golfo San Matías fueron las que permitieron lograr un conocimiento amplio de las principales variables oceanográficas que regulan o limitan la producción primaria en el Golfo San Matías y constituyeron los primeros estudios de pigmentos fotosintéticos, abundancia y biomasa de especies fitoplanctónicas en la zona, constituyendo los antecedentes más robustos en la materia hasta hoy día. Estas campañas estuvieron distribuidas en momentos clave del año lo que permitieron tener conocimiento de la dinámica no solo espacial, sino también temporal de temperatura y salinidad, nutrientes inorgánicos disueltos, pigmentos fotosintéticos y análisis cuali y cuantitativo de densidad de fitoplancton en el golfo.

La campaña SAO I realizada en marzo de 1971, estuvo focalizada en el sector costero de la zona noroeste del Golfo San Matías, donde se concentraban, por entonces, las pesquerías de mariscos. Consistió de 29 puntos muestreados entre las isobatas de 12 y 40 m, a dos profundidades, superficie y 2 m del fondo (Carreto et al. 1974 a). La campaña SAO II realizada en mayo de 1971, cubrió 35 puntos distribuidos regularmente abarcando toda la extensión del Golfo San Matías, incluyendo además las áreas comprendidas en la campaña SAO I, también a dos profundidades, superficie y fondo (Verona et al. 1974). Por último, la campaña SAO III que se llevó a cabo en noviembre de 1971, abarcando la extensión del golfo, cubriendo menos puntos que las campañas anteriores (9), pero ganando resolución vertical ya que se muestreó cada punto a 3 (0, 20 y 50 m) o 4 profundidades (0, 10, 30 y 75 m) (Carreto et al. 1994 b).

La contribución más importante de estos estudios fue describir, tal como se detalla en el apartado de caracterización del ambiente costero marino regional, que durante la primavera/verano, el Golfo San Matías presenta dos masas de agua netamente diferenciadas en aguas propias del golfo en la zona norte (mayor temperatura y salinidad, menores concentraciones de nutrientes y presencia de una marcada termoclina) y aguas de origen externo que ingresan por la zona sur (menores temperatura y salinidad, mayores concentraciones de nutrientes y columna de agua uniforme), con una zona de transición que las separa. En otoño/invierno, esta estructuración en masas de agua se desvanece, y el golfo se conforma de una masa de agua relativamente homogénea.

La concentración de clorofila-a, que comúnmente es utilizada como estimador de biomasa fitoplanctónica, en el Golfo San Matías se encuentra asociada fundamentalmente a esta dinámica oceanográfica. En primavera/verano cuando el golfo se encuentra estructurado en estas dos masas de agua norte y sur, se observa que las mayores concentraciones ocurren en el sur, que coincide con las aguas que ingresan al golfo ricas en nutrientes. Luego las concentraciones mínimas ocurren al norte, donde debido a los escasos nutrientes hay poca productividad. Por el contrario, durante el otoño/invierno, las aguas del golfo son más homogéneas y por ende la concentración de clorofila-a más uniforme, con concentraciones mayores ligadas a las zonas costeras (a excepción de la zona sur).

Con respecto a la composición taxonómica, la distribución espacial del fitoplancton en el golfo se estructura siguiendo la dinámica oceanográfica a lo largo del año (Carreto et al. 1974b). En primavera, con un área frontal consolidada dividiendo el golfo en dos, la zona norte permite el desarrollo de organismos adaptados a condiciones oligotróficas, organismos mixotróficos (i.e. que combinan la fototrofia con la fagotrofia) o heterotróficos, explicando las bajas concentraciones de clorofila-a. En esta zona son frecuentes los dinoflagelados, que son considerados frecuentemente k-estrategas, tolerantes a baja concentración de nutrientes y aguas estratificadas e indicadores de las etapas finales de la sucesión planctónica.

La zona sur, por el contrario, presenta condiciones para el desarrollo de poblaciones estrictamente fototróficas, con mayores concentraciones de clorofila intracelular y por ende explicando las mayores concentraciones de clorofila-a en esta zona. Las diatomeas, consideradas como r-estrategas, dominan en esta área con una columna de agua bien mezclada y mayores concentraciones de nutrientes. Durante el otoño, y concurrente con la ruptura del frente termohalino y la consecuente homogeneización de las masas de agua del Golfo San Matías, ocurre el reemplazo de estas poblaciones típicamente estivales con el predominio de diatomeas y silicoflagelados, especialmente abundantes en las zonas costeras del norte y este del golfo.

En términos de espectro de tamaño del fitoplancton, y como es frecuente en ambientes costeros, durante todo el año las células flageladas menores a 100 µ3 dominan el ensamble, contribuyendo entre un 49,8 y un 99,3 % a la abundancia fitoplanctónica, sin embargo, las fracciones más grandes (2500 µ3) son las que dominan en términos de biomasa, dada la contribución de especies fitoplanctónicas de gran tamaño (Carreto et al. 1974b).

Sastre et al. (1997) realizaron un estudio de la estructura y distribución del fitoplancton abarcando la extensión del Golfo San Matías en tres momentos del año, tomando muestras superficiales en primavera (noviembre de 1992, con 17 estaciones relevadas), invierno (septiembre de 1993, con 10 estaciones relevadas) y verano (marzo de 1994, con 9 estaciones relevadas). En ese estudio se identificaron 96 taxas de las cuales 54 fueron diatomeas (31 céntricas y 23 pennadas), 35 dinoflagelados, tres silicoflagelados y cuatro perteneciente a otros grupos. En ese trabajo, las diatomeas son las especies más abundantes, sobre todo en invierno, los dinoflagelados prevalecen sobre las diatomeas en algunas muestras, mientras que los silicoflagelados fueron predominantes en invierno y verano.

El antecedente más reciente para la zona norte del Golfo San Matías corresponde a un muestreo realizado en noviembre de 2022 durante una campaña de investigación pesquera y ambiental realizada con el BIPO "Víctor Angelescu", en el marco de un proyecto de investigación de las pesquerías del Golfo San Matías (Proyecto MINCyT / Pampa Azul Cód. A-30; IB: Escuela Superior de Ciencias Marinas) patrocinado por la Universidad Nacional del Comahue y el Ministerio de Producción y Agroindustria de Río Negro, en colaboración con el Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS). En esa oportunidad se realizaron muestreos de plancton que incluyeron dos sitios (L1 y L3) ubicados a unas 11 millas al este del Fuerte Argentino.

Coincidiendo con lo previamente descrito por Carreto et al. (1974b) para esta zona noroeste del Golfo San Matías, este estudio indicó una columna de agua estratificada y una marcada termoclina durante los meses cálidos (primavera-verano). La temperatura superficial fue de 15,3 ºC en L1 y 14,3 ºC en L3, con una termoclina entre los 20-25 m de profundidad en ambos sitios. La salinidad superficial fue de 34,1 en L1 y 33,9 en L3. La clorofila superficial fue de 0,04 y 0,07 mg m^{-3} para los sitios L1 y L3, respectivamente. En ambos perfiles oceanográficos, se observó un máximo de clorofila profundo asociado a la termoclina, con valores de 0,23 y 0,32 mg m^{-3} a profundidades de 38 y 22 m, respectivamente, para L1 y L3.

En términos de densidad superficial de fitoplancton, los valores registrados en primavera fueron relativamente bajos, con una densidad total de 5,1 × 10^4 ind. L-1 en L1 y 1,2 × 10^5 ind.L-1 en L3. Entre los dos sitios se identificaron un total de 17 especies de fitoplancton. En ambos casos, las muestras estuvieron dominadas en términos de densidad por dinoflagelados (*Gymnodinium sp., Protoperidinium granii, Tripos spp*.) y, en segundo lugar, por diatomeas (*Navicula sp., Pseudo-nitzschia sp., Paralia sulcata*) y flagelados nanoplanctónicos. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Carreto et al. (1974b), quienes encontraron ensambles ricos en dinoflagelados en las aguas estratificadas y oligotróficas de la zona norte del Golfo San Matías.

2.2.1.2 Biomasa Fitoplanctónica

La variabilidad espacio-temporal de la biomasa de fitoplancton fue caracterizada en diferentes oportunidades a partir de la concentración de clorofila-a derivada del análisis de imágenes satelitales del sensor SeaWiFS (período 2000-2007, Williams 2011; Williams et al. 2018; Williams et al. 2021) y MODIS (Williams et al. 2014). Estos trabajos verificaron el ciclo anual de fitoplancton en función de características ambientales del golfo como la formación del sistema frontal en primavera-verano, previamente descrito por Carreto et al. (1974 b), la profundidad de la zona eufótica y la topografía del fondo. Al considerar estas características, se distinguieron dos ciclos anuales de biomasa fitoplanctónica típicos de aguas templadas, separados por el sistema frontal (Williams et al. 2021). Los patrones de clorofila analizados en estos trabajos sostienen que las características oceanográficas cíclicas son favorables para la alimentación y el desove de algunas especies que a su vez son recursos pesqueros.

2.2.1.3 Fitoplancton Potencialmente Nocivo

El trabajo de Sastre et al. (1997) anteriormente mencionado, es el primero en hacer mención para la zona de la presencia de especies potencialmente nocivas, citando al dinoflagelado *Alexandrium tamarens*e (potencial productor de toxina paralizante de moluscos) y a *Pseudonitzschia pseudodelicatissima* y *P. multiseries* (potenciales productores de toxina amnésica de moluscos).

Luego, Sunesen et al. (2009) realizaron un estudio exclusivamente de las diatomeas presentes en las aguas costeras del área norte del Golfo San Matías que han sido citadas como productoras de eventos nocivos en otras áreas geográficas. Para esto condujeron muestreos quincenales en Las Grutas y Piedras Coloradas entre marzo 2006 y abril 2007. A pesar de que *P. australis* y *P. pungens* fueron abundantes en el invierno (ambas especies alcanzaron concentraciones del orden de 103 cél L-1), no se detectaron resultados positivos para toxinas paralizantes en los muestreos periódicos de moluscos bivalvos para el control de las zonas de producción. Ninguno de los 18 taxas hallados en el transcurso de ese estudio que fueron reportados como nocivos no toxigénicos en otras áreas geográficas, ha generado eventos de toxicidad detectables en el área norte del Golfo San Matías.

En el marco del monitoreo de fitoplancton en tres sectores ubicados en el noroeste del golfo: Playa Villarino, Playa Orengo y El Buque (denominados como zonas de producción AR-RN 001, AR-RN 002 y AR- RN 004, respectivamente), Petter (2020) analizó muestras cuali y cuantitativas de fitoplancton comprendiendo 12 meses, desde enero hasta diciembre del año 2018. En ese estudio se evaluó la variación espacial y estacional del fitoplancton en general y especies toxigénicas en particular con el fin de establecer una línea base de los patrones comunitarios del fitoplancton en el sector noroeste del golfo. En ese estudio, además de identificarse 90 especies de diatomeas, 24 de dinoflagelados, dos silicoflagelados y una rafidoficea, se detectó la presencia de especies asociadas a la producción de toxinas: *Pseudo-nitzchia australis* y *Pseudo-nitzschia pungens* (diatomeas asociadas a la producción de toxina amnésica), *Dinophysis tripos* y *Prorocentrum lima*, (dinoflagelados asociados a la producción de toxinas lipofílicas), *Alexandrium catenella* (asociado a la producción de toxinas paralizantes) y *Chattonella sp.* (rafidoficea asociada a la producción de toxinas similares a brevetoxinas e ictiotóxicas). La mayor diversidad de especies se encontró durante el invierno y primavera. No se detectó una variación espacial en cuanto a la composición de especies. Se estableció una relación entre la detección de toxinas lipofílicas en carne de moluscos asociada a la presencia de *D. tripos* y *P. lima*. No se registraron otras toxinas en moluscos durante el período en el que se desarrolló ese estudio.

2.2.1.4 Actualización de la Información sobre Fitoplancton para el Área de Estudio

En otoño del 2024 se llevaron a cabo muestreos en el área de estudio con el fin de actualizar la información existente. Fueron relevados 2 sitios submareales (Sub1 y Sub2) y un sitio del intermareal (Inter 1) (Tabla 1 y Figura 4). Está previsto completar el estudio con una nueva campaña a realizarse durante la próxima primavera.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de fitoplancton.

Sitio	Latitud	Longitud
Inter	41° 7,566'S	65° 8,517'W
Sub1	41° 7,385'S	65° 7,495'W
Sub2	41° 7,170'S	65° 5,758'W

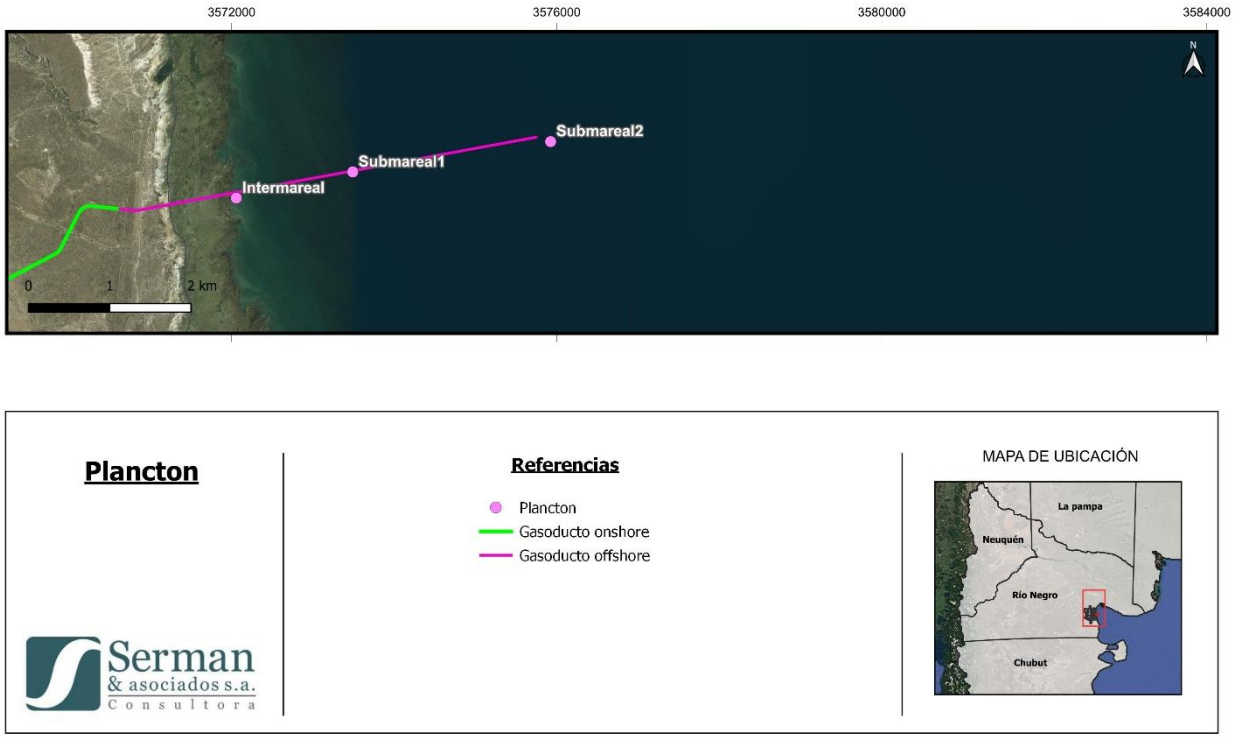


Figura 4. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo de fitoplancton en junio del 2024: Intermareal, Submareal 1 y Submareal 2.

En los tres sitios relevados se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos con un CTD Rinko ASTD-102, en el intermareal se realizaron mediciones puntuales en una poza de marea, mientras que en los sitios submareales se realizaron perfiles oceanográficos llegando hasta las inmediaciones del fondo. Las mediciones incluyeron temperatura, salinidad, profundidad (presión) y fluorescencia de clorofila (Figura 5).

La colecta de muestras de fitoplancton cualitativo se llevó a cabo mediante arrastres horizontales con una red equipada con una malla de 20 micras de poro. Estas muestras fueron fijadas con formaldehido 2-3% (concentración final) con el fin de identificar las especies. Las observaciones y mediciones se realizaron bajo microscopio Nikon E200 a 1000X. Las determinaciones taxonómicas se realizaron con bibliografía específica para cada grupo taxonómico.

Las muestras de agua para el estudio del fitoplancton cuantitativo se tomaron (por triplicado) con botella Van Dorn a un metro de profundidad, en los sitios submareales, y directamente de la poza de marea en el intermareal (Figura 6). En todos los casos se colectaron 250 ml de agua de mar, que fueron preservados (sin filtrar) en botella color caramelo con lugol al 1% (concentración final). Se realizaron los recuentos bajo microscopio invertido Olympus CX siguiendo la técnica de Utermöhl, alcanzando la mayor resolución taxonómica posible.

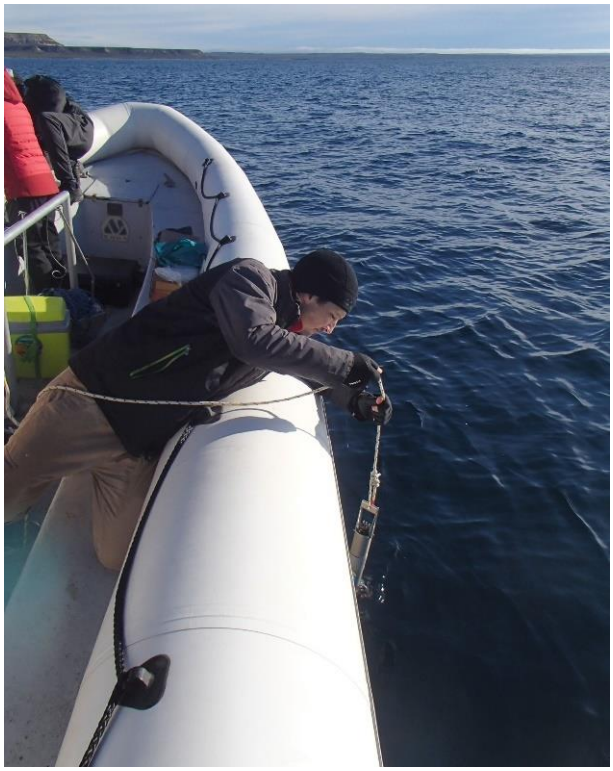


Figura 5. Medición de perfiles oceanográficos con CTD en la zona del Fuerte Argentino, en junio del 2024.

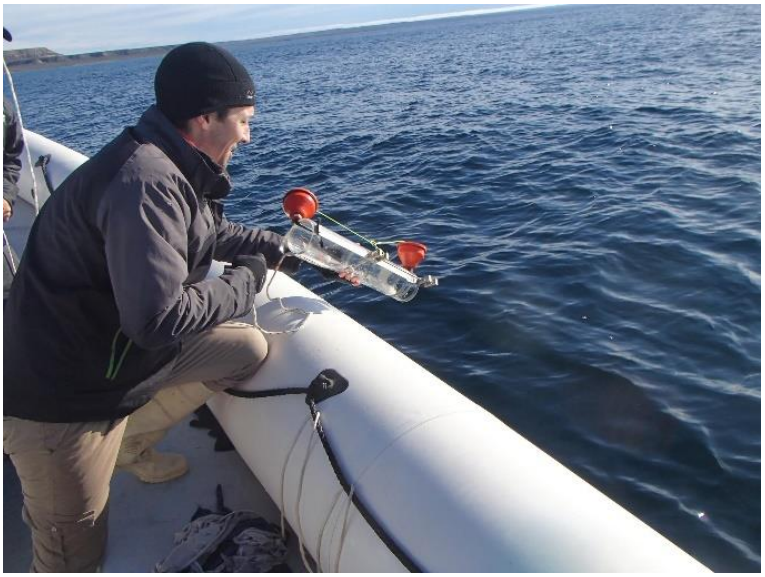


Figura 6. Toma de muestras con botella Van Dorn para análisis de fitoplancton cuantitativo en la zona del Fuerte Argentino, en junio del 2024.

Como fue previamente descrito por Carreto et al. (1974b), en los meses fríos (otoño-invierno) esta área presenta una columna de agua bien mezclada, con muy poca variación en la temperatura y salinidad en toda la columna de agua (Figura 7 A, B). Los valores más altos de temperatura se registraron en el sitio con mayor profundidad (Sub 2, 12,51 ºC), los intermedios en Sub 1 (12,22 ºC) y los menores en el intermareal (8,36 ºC). Los valores de salinidad fueron similares entre los sitios submareales e intermareales (en torno a 34,12), aunque en el intermareal se observó una mayor variación en los datos.

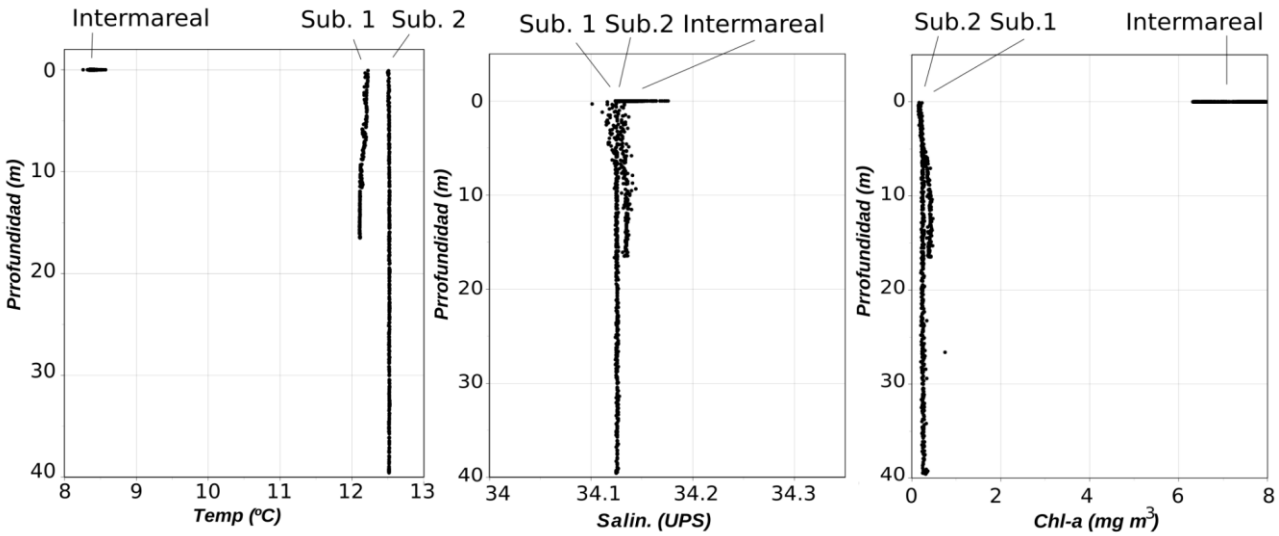


Figura 7. Perfiles de temperatura, salinidad y clorofila-a (fluorescencia) para los sitios correspondientes al área de estudio, tomados junio del 2024.

- **Biomasa Fitoplanctónica**

En los sitios submareales muestreados, la concentración de clorofila-a (utilizado como estimador de biomasa fitoplanctónica) no varió en la vertical (Figura 7 C). En el sitio submareal más profundo, en junio de 2024, se registró una concentración de 0,25 mg m^{-3}, mientras que, en el sitio más somero, la concentración fue de 0,15 mg m^{-3}. En el sitio intermareal, se registró una concentración significativamente mayor de 7,25 mg m^{-3}.

- **Característica de los Ensambles Fitoplanctónicos**

Las muestras del intermareal mostraron densidades mucho mayores (promedio 6,7105 ind. L-1) que las del submareal (3,8 10^4 ind. L-1)

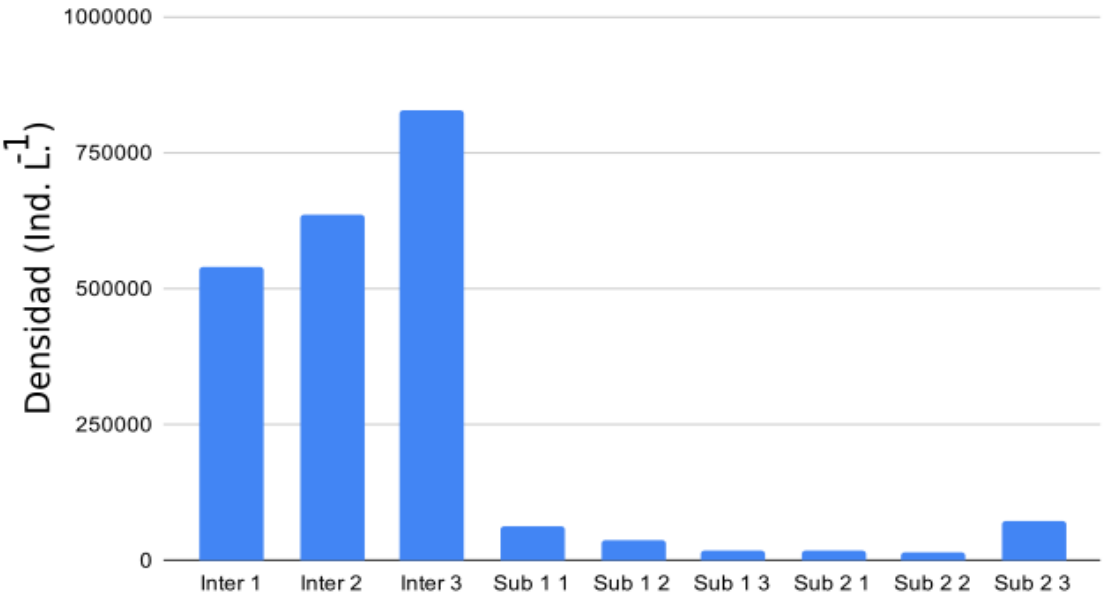


Figura 8. Densidad fitoplanctónica (ind L^{-1}) para los sitios correspondientes al área de estudio, tomados en junio del 2024.

Las muestras del intermareal estuvieron dominadas en términos de densidad, principalmente por diatomeas y dinoflagelados (Figura 9). Las muestras del submareal, en cambio, tuvieron una gran contribución de nanoflagelados, alcanzando porcentajes mayores al 50% en la mayoría de las muestras. En segundo lugar, el grupo dominante fueron las diatomeas. Los silicoflagelados fueron hallados solamente en 2 muestras del submareal, sin superar el 20% de la abundancia total de la muestra.

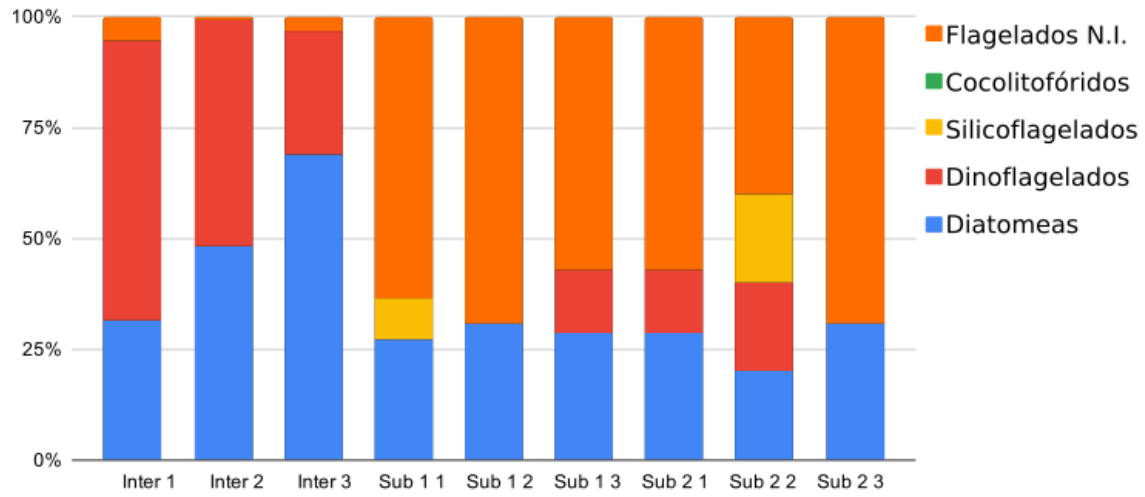


Figura 9. Abundancia relativa de los principales grupos fitoplancton (flagelados no identificados, silicoflagelados, dinoflagelados y diatomeas) para los sitios correspondientes al área de estudio, tomados en junio del 2024.

De las tres áreas relevadas, el intermareal fue el que albergó menos especies de fitoplancton, con una riqueza de 35 especies, mientras que las muestras submareales tuvieron riquezas mayores: 48 y 52 especies para el área más somera (Sub1) y la más profunda (Sub2), respectivamente (Tabla 1). Las diatomeas fueron el grupo más diverso, con 28, 35 y 38 especies en el intermareal, Sub1 y Sub2, respectivamente. En cuanto a dinoflagelados, en el intermareal se encontró una sola especie, mientras que en Sub1 se encontraron 4 especies y en Sub2, 8 especies. En las tres áreas se hallaron ciliados desnudos y tecados (tintínidos), foraminíferos, flagelados nanoplanctónicos no identificados y una especie de *Raphidiophyceae* (*Gonyostomum sp*.). Los tres sitios estudiados presentaron especies de fitoplancton potencialmente nocivo, con la presencia de Pseudonitzschia *sp*. en los tres sitios, y los dinoflagelados *Dinophysis tripos* y *Prorocentrum lima* en los sitios Sub2 y Sub1, respectivamente. Únicamente en los sitios submareales fueron hallados quistes del dinoflagelado *Alexandrium catenella*.

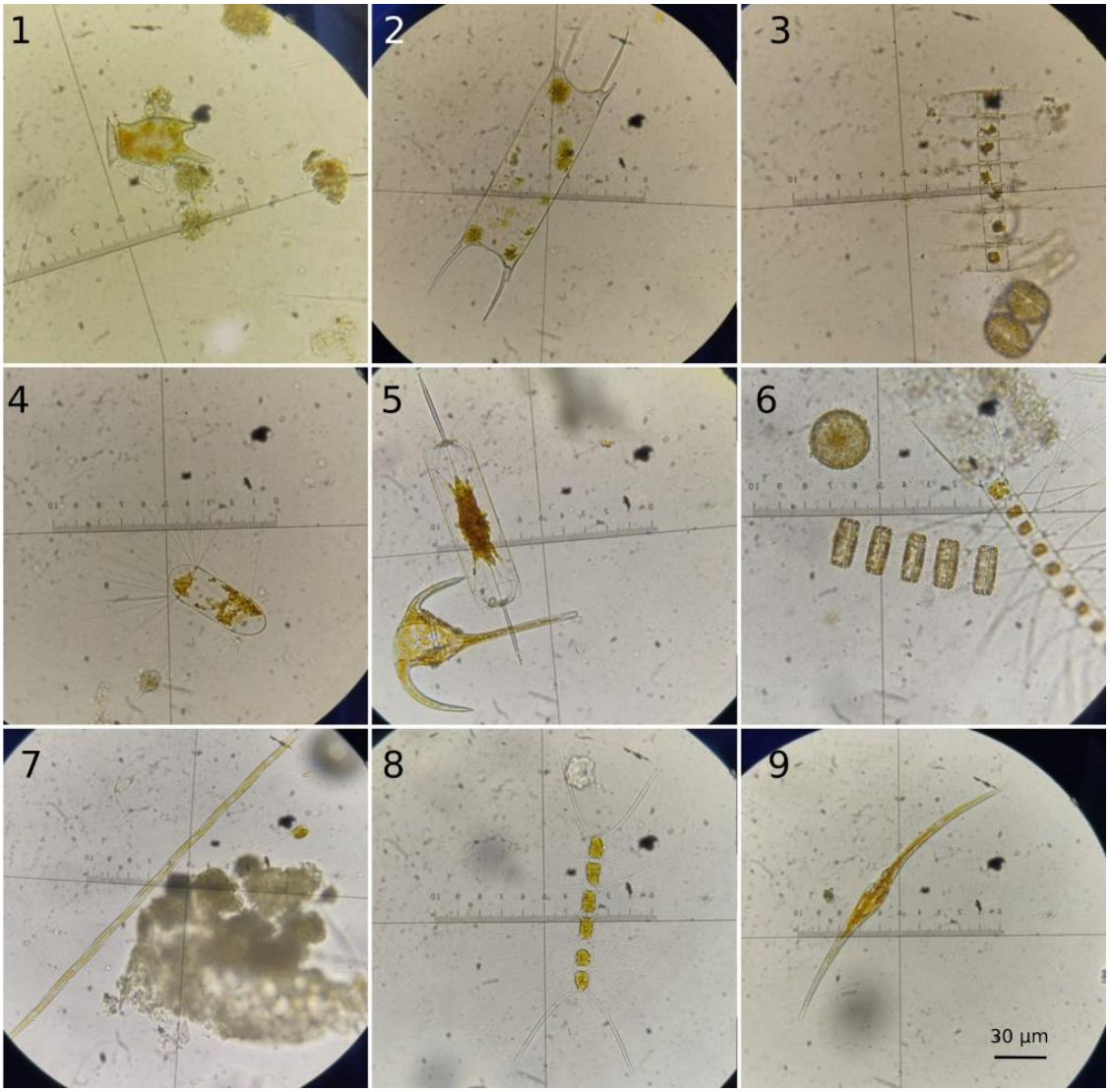


Figura 10. Especies de fitoplancton representativas de las muestras tomadas en junio del 2024 en la zona del Fuerte Argentino. 1: *Dinophysis tripos,* 2: *Trieres chinensis,* 3: *Bacteriastrum* sp., 4: *Corethron* sp., 5: *Tripos muelleri* y Ditylum sp., 6: *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus* sp. y *Chaetoceros decipiens,* 7: *Pseudo-nitzschia* sp., 8: *Chaetoceros lorenzianus,* 9: *Tripos fusus.*

Tabla 2. Presencia/ausencia de las especies fitoplanctónicas presentes en los sitios correspondientes al área de estudio, tomados en junio del 2024. En negrita se indican las especies potencialmente nocivas.

	Inter	Sub1	Sub2
Especies de Diatomeas			
Achnanthes sp.	1		
Actinoptychus	1		
Amphitetras antediluviana	1		1
Amphora sp.	1		
Auxosporas de chaetoceros sp.			1
Bacillaria paxillifera			1
Bacteriastrum sp.			1
Biddulphia sp.	1		
Campylodiscus sp.		1	
Chaetoceros contortus		1	
Chaetoceros curvisetus			1

	Inter	Sub1	Sub2
Chaetoceros danicus		1	1
Chaetoceros debilis		1	1
Chaetoceros decipiens		1	1
Chaetoceros didymus			1
Chaetoceros lorenzianus	1	1	1
Chaetoceros peruvianum		1	1
Chaetoceros radicans			1
Chaetoceros socialis		1	1
Chaetoceros sp.		1	
Chaetoceros teres		1	
Cocconeis sp.	1	1	1
Corethron sp.	1	1	1
Coscinodiscus sp.		1	1
Cylindrotheca closterium	1	1	
Cymatopleura		1	
Delphineis sp.	1		1
Detonula sp.		1	1
Ditylum sp.	1	1	1
Grammatophora sp.	1		1
Guinardia delicatula		1	1
Guinardia striata		1	1
Leptocylindrus sp.	1	1	1
Licmophora abbreviata	1	1	
Licmophora flabellata	1		
Melosira sp.		1	1
Navicula cancellata	1	1	1
Navicula sp.	1	1	
Neocalyptrella robusta	1	1	1
Nitzschia sigma		1	1
Nitzschia sp.	1		1
Paralia sulcata	1		1
Pleurosigma sp.	1	1	1
Pseudo-nitzschia sp.	**1**	**1**	**1**
Rhabdonema sp.	1	1	1
Rhizosolenia imbricata	1	1	1
Rhizosolenia setigera			1
Striatella unipunctata	1	1	
Thalassionema sp.	1		1
Thalassiosira sp.	1	1	1
Toxarium undulatum		1	1
Trieres chinensis		1	1
Ulnaria ulna	1	1	1
Especies de Dinoflagelados			
Dinophysis tripos			**1**
Gonyaulax sp.			
Gyrodinium sp.	1		1
Noctiluca sp.		1	1
Prorocentrum compressum			1
Prorocentrum lima	**1**		
Protoperidinium pellucidum			1
Protoperidinium sp.	1		1
Tripos fusus		1	1
Tripos longipes		1	1
Tripos muelleri		1	1
Especies de Silicoflagelados			
Dictyocha fibula			1
Distephanus speculum		1	1

	Inter	Sub1	Sub2
Otros			
Ciliados	1	1	
Quiste		1	
Quiste de *Alexandrium catenella*		1	
Flag < 10	1	1	1
Flag > 10	1	1	1
Foraminiferos	1	1	1
Gonyostomum sp.	1	1	1
Tintinidos	1	1	1

- **Análisis Cuantitativo de Especies Dominantes**

Las muestras correspondientes a la zona del intermareal estuvieron dominadas por dinoflagelados del género *Gyrodinium*, que representaron más del 50% de las células en dos de las tres réplicas analizadas, con una densidad promedio de 3,0 105 ind. L-1 (Tabla 3). En segundo lugar, en términos de dominancia, se encontraron diatomeas del género Cocconeis (1,4 105 ind. L-1) y Nitzschia (8,1 104 ind. L-1), así como flagelados menores de 10 micras (3,3 104 ind. L-1).

En el submareal, la dominancia fue principalmente de células flageladas, especialmente aquellas menores de 10 micras, que representaron más del 50% de las células en prácticamente todas las muestras (Sub1: 1,2 105 ind. L-1 y Sub2: 3,8 104 ind. L-1). En segundo lugar, en las muestras de Sub1 y Sub2 no hubo dominancias claras, con varias especies de diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados (como *Distephanus speculum*, presente solo en la réplica 2 de Sub2) que no contribuyeron con más del 9,1% y 2,6% del total de células en las muestras de Sub2 y Sub1, respectivamente. La excepción fueron los ciliados, que tuvieron una densidad promedio de 7,6 103 ind. L-1 en Sub1, con una contribución del 12,2%.

Tabla 3. Densidad de las especies fitoplanctónicas dominantes (ind. L-1) halladas en los sitios correspondientes al área de estudio, tomados en junio del 2024.

	Inter R1	Inter R2	Inter R3	Sub1 R1	Sub1 R2	Sub1 R3	Sub2 R1	Sub2 R2	Sub2 R3
Especies de Diatomeas									
Amphora sp.	2846								
Chaetoceros sp.				2846					
Cocconeis sp.	42685	133745	258953						5691
Corethron sp.				2846					
Coscinodiscus sp.		2846	2846	2846					2846
Cylindrotheca closterium	19919	11383	48376			2846			
Detonula sp.			2846						
Grammatophora sp.		2846						2846	
Leptocylindrus sp.	2846	8537	25611						
Licmophora abbreviata	2846								
Licmophora flabellata		2846	5691						
Navicula cancellata		5691	8537						
Navicula sp.	19919	28456	48376	8537	2846				
Nitzschia sp.	42685	73987	125208				2846		
Pleurosigma sp.	22765	17074	25611			2846			2846
Pseudo-nitzschia sp.	2846	5691							2846
Rhabdonema sp.					2846				
Rhizosolenia setigera		5691							
Striatella unipunctata			2846						
Thalassionema sp.	2846	8537	8537		2846				5691
Thalassiosira sp.	8537								
Ulnaria ulna			8537		2846		2846		2846

	Inter R1	Inter R2	Inter R3	Sub1 R1	Sub1 R2	Sub1 R3	Sub2 R1	Sub2 R2	Sub2 R3
Especies de Dinoflagelados									
Gyrodinium sp.	341477	318711	230497						
Protoperidinium sp.		2846						2846	
Tripos fusus							2846		
Tripos muelleri						2846			
Especies de Silicoflagelados									
Distephanus speculum				5691				2846	
Otros									
Ciliados			2846	5691	14228				
Quiste de *Alexandrium catenella*				2846					2846
Flag < 10	48376	25611	25611	219114	65450	88215	36993	17074	59758
Flag > 10	2846		8537	14228	2846	8537	2846	2846	14228
Gonyostomum sp.	25611	5691	17074	25611	22765	2846	8537	2846	36993

2.2.2 Zooplancton e Ictioplancton

2.2.2.1 Estructura del Zooplancton

Al igual que para el fitoplancton, los estudios sobre el zooplancton del Golfo San Matias sugieren que la distribución espacial de las especies responde a la compleja circulación y estructura espacio-temporal que presenta el golfo a lo largo del año. El primer antecedente de estudio de zooplancton para el Golfo San Matias corresponde a un estudio realizado por Curtolo et al. (1990) sobre la distribución y abundancia de eufáusidos durante la primavera de 1978 en el Mar Argentino. Esta extensa campaña incluyó un punto de muestreo en el golfo, donde se encontraron tres especies de eufáusidos subantárticos, incluyendo formas adultas y estadíos larvarios. Los autores sugieren que el golfo constituye un ambiente con una dinámica oceanográfica particular, marcadamente distinta a la de las aguas de la plataforma, brindando las condiciones ambientales adecuadas para que estas especies de eufáusidos completen su ciclo de vida.

El estudio de Ramírez (1996) constituye el primer antecedente sobre la estructura del zooplancton para el Golfo San Matias. Este estudio consistió en cuatro campañas estacionales abarcando el período abril de 1974 a febrero de 1975, donde se analizó la composición, abundancia y biomasa total del zooplancton (> 300 micras) abarcando 9 puntos en otoño y 8 puntos el resto de las estaciones del año distribuidos en la extensión del golfo (Ramirez 1996). El zooplancton del golfo, en términos de densidad, estuvo dominado por crustáceos, principalmente por 15 especies de copépodos, además de una gran contribución de meroplancton / ticoplancton (larvas de equinodermos, megalopas, anfípodos y ostrácodos). En términos de biomasa (peso seco total) los mayores valores se registraron durante la primavera y otoño con valores puntuales elevados, mientras que en verano e invierno las biomasas fueron marcadamente menores y homogéneas. Durante todo el año el golfo mostró un ensamble base de especies típicamente costeras. Sin embargo, la dinámica oceanográfica del Golfo San Matias explica la sucesión de otros grupos de organismos encontrados. La deriva de las aguas de plataforma en el sector sureste se relaciona con la presencia de especies de copépodos, sifonóforos y estadíos larvales de eufáusidos típicamente de regímenes templado-fríos. Por otra parte, en verano y otoño se detectó la presencia de copépodos y medusas típicas de aguas subtropicales.

Con relación al plancton gelatinoso en particular, Guerrero (2010) y Guerrero et al. (2013) describieron su diversidad y distribución en el Golfo San Matias a partir de cuatro campañas oceanográficas con 26 estaciones cubriendo toda la extensión del golfo, abarcando tres estaciones del año entre el 2007 y el 2008 (6/2007, 10/2007, 2/2008 y 6/2007). Encontraron 20 especies de hidromedusas y un sifonóforo, con ensambles diferentes a los hallados en aguas de la plataforma. Las mayores abundancias se encontraron en primavera.

2.2.2.2 Estudios Temporales de Zooplancton

Viñas y Gaudy (1996) realizaron un estudio comparativo en el ciclo de vida de un copépodo harpacticoideo entre las poblaciones del Golfo San Matias y el Golfo de Marsella (Francia). En el Golfo San Matias, el muestreo se llevó a cabo entre el 27-4-1981 y el 28-4-1982 con la toma de 27 muestras en pleamar a partir de las cuales se analizó la densidad de adultos (machos y hembras) y diferentes estadios. La población del Golfo San Matias fluctuó de manera marcada con la temperatura, con la ausencia de estos organismos durante el invierno. A lo largo del ciclo anual, se detectaron 7 generaciones que duraron entre 25 y 85 días cada una. La ocurrencia de las fases nauplii parece estar relacionada con el desarrollo del fitoplancton, y los individuos adultos de mayor tamaño fueron detectados antes del invierno.

Hoffmeyer y Pascual (2006) condujeron un monitoreo anual con frecuencia bimestral (5/2000 a 5/2001), de la calidad de agua y zooplancton en la toma de agua de un criadero de moluscos al norte de Las Grutas. Las especies encontradas corresponden a ensambles típicamente costeros / estuariales de ambientes templados fríos, comúnmente encontrados en la Argentina. La composición del zooplancton involucró 18 especies de copépodos (4 calanoideos, 5 ciclopoideos y 9 harpacticoideos), además de nauplii correspondientes a estos grupos, 2 especies de cladóceros y una gran variedad de organismos meroplanctónicos y ticoplanctónicos. En términos de abundancia los copépodos fueron el grupo dominante y la abundancia total de zooplancton tuvo su máximo en octubre.

2.2.2.3 Estructura del Ictioplancton

En lo que respecta al ictioplancton, Mercado (1993) realizó el análisis de la distribución y abundancia del ictioplancton y zooplancton acompañante en noviembre de 1992, incluyendo 36 lances en un diseño regular abarcando la extensión del Golfo San Matias. Las especies más abundantes en el ictioplancton (huevos y larvas) fueron de anchoita *Engraulis anchoita*, pez luminoso *Maurolicus stehmanni*, (ambas especies netamente pelágicas), merluza común Merluccius hubbsi (demersal pelágica) y *Tripterygion cunninghami* (de vida bentónica cuando adulto, similar a un blénido). El ictioplancton estuvo distribuido en dos zonas, respondiendo a la estructura oceanográfica del Golfo San Matias en primavera.

Las mayores abundancias se encontraron en el norte, explicado principalmente la retención en esta zona debida a la presencia del giro ciclónico que domina la zona norte del golfo durante los meses cálidos. En términos de la composición, el norte se caracterizó por una gran abundancia de pez luminoso y menores de anchoíta. El sur se caracterizó por una dominancia de larvas de anchoíta y merluza, con muy baja contribución de *M. stehmanni*. En cuanto al zooplancton acompañante, se destaca la gran abundancia de juveniles de eufáusidos capturados al sur, relacionados con la entrada de agua de la plataforma.

Rodríguez Gil (1994) analizó los datos de abundancia de larvas y huevos de peces obtenidos durante una campaña en octubre de 1993, que incluyó 36 lances concentrados mayoritariamente en la zona norte del Golfo San Matias, ya que a partir del estudio de Mercado (1993) se observó que esta es la zona con mayor densidad de ictioplancton. Las larvas más abundantes fueron las de palometa moteada o pampanito *Stromateus brasiliensis*, seguidas por las de Pleuronectiformes (lenguados) y en menor cantidad de escrófalo *Sebastes oculatus* y peces de la familia Centrolophidae (probablemente savorín *Seriolella porosa*). Los huevos más abundantes fueron los de menor tamaño, seguidos por los de *Maurolicus stehmanni* y los de chanchito *Congiopodus peruvianus*. En dicho trabajo se propone que la zona norte del Golfo San Matias (próximo al paralelo 41º20'S), con aguas relativamente más cálidas con respecto a las del sur, constituye un área de desove, donde el transporte de agua por el giro ciclónico sirve como agente de dispersión de las larvas hacia zonas someras, con temperaturas más cálidas y buena concentración de alimento en el noreste del golfo.

En particular para la anchoíta, Pájaro et al. (2007) analizaron la distribución y abundancia de huevos y larvas de esta especie en el Golfo San Matias. En diciembre del 2006, en el marco de la campaña EH-09/06 del INIDEP, se muestrearon 27 estaciones al sur, oeste y norte del golfo. Las mayores densidades de larvas y huevos se concentraron en las zonas costeras, principalmente en la zona sur del golfo.

2.2.2.4 Actualización de la Información sobre Zooplancton e Ictioplancton para el Área de Estudio

Al igual que para el fitoplancton, en otoño del 2024 se llevaron a cabo muestreos en el área de estudio con el fin de actualizar la información existente. Fueron relevados 2 sitios submareales (Sub1 y Sub2) y un sitio del intermareal (Inter 1). Las coordenadas geográficas y la ubicación de estos sitios en el área de estudio se muestran en la Tabla 1 y Figura 4, respecticamente. Está previsto completar el estudio con una nueva campaña a realizarse durante la próxima primavera.

La recolección de muestras de zooplancton e ictioplancton se realizó mediante arrastres oblicuos utilizando redes de 40 cm de diámetro y con poros de 200 µm y 500 µm, respectivamente. Las redes estaban equipadas con un flujómetro en la boca para determinar la eficiencia de filtración. Las muestras se fijaron con formol al 4%. Las especies dominantes de los distintos grupos se identificaron bajo lupa y microscopio, y se registraron los datos de abundancia (individuos/100 m³) a partir del volumen de agua filtrada, según lo registrado por el flujómetro. La identificación del material se llevó a cabo utilizando la bibliografía especializada para cada grupo.

- **Zooplancton**

En el análisis de todas las muestras se contabilizó un total de 6.658 individuos de zooplancton (con un tamaño superior a 200 micras), con una densidad promedio de 5.736 ind/100m³ entre los tres sitios muestreados. La Tabla 4 detalla la densidad de cada uno de los grupos hallados en cada una de las muestras analizadas.

Las mayores densidades se registraron en el sitio Intermareal, con un promedio de 11.000 ind/100m³, seguido por el sitio Submareal 2, el más profundo, con una densidad promedio de 5.696 ind/100m³, y finalmente el sitio Submareal 1, que presentó las menores densidades con un promedio de 512 ind/100m³ (Figura 11). En cuanto a la composición del zooplancton, los sitios Submareal 1 y Submareal 2 estuvieron dominados (>95% de los individuos) principalmente por grupos holoplanctónicos (i.e. organismos que tienen un ciclo de vida completamente planctónico), mientras que en el sitio Intermareal se observó un promedio del 50% de organismos meroplanctónicos (i.e. organismos que pasan alguna fase de su ciclo de vida como plancton) (Figura 11).

Tabla 4. Densidad (individuos/100m^3) de todos los grupos zooplanctónicos e ictioplanctónicos hallados en cada una de las muestras recolectadas en junio de 2024. R1, R2, y R3 indican las réplicas para cada sitio: Inter (intermareal), Sub 1 (submareal 1) y Sub 2 (submareal 2). El zooplancton fue separado en holoplancton y meroplancton.

Densidad (ind/100m³)	Interm. R1	Interm. R2	Interm. R3	Sub 1 R1	Sub 1 R2	Sub 1 R3	Sub 2 R1	Sub 2 R2	Sub 2 R3
Holoplancton									
Cladocera (género *Evadne*)				159	127	363	8	6	
Cladocera (género *Podon*)				2	9	56		3	
Copepoda (género *Paracalanus*)	3000	1000	7000	141	168	210	3264	7191	6114
Ostracoda	1000			2		10			
Larva nauplii									3
Malacostraca (género *Munida*)				14	11	2	44	103	46
Appendicularia				45	52	46	95	55	49
Chaetognatha			8000	25	23	20	10	27	17

Densidad (ind/100m³)	Interm. R1	Interm. R2	Interm. R3	Sub 1 R1	Sub 1 R2	Sub 1 R3	Sub 2 R1	Sub 2 R2	Sub 2 R3
Polychaeta							3	3	
Meroplancton									
Larva cypris				7		5			
Larva veliger (Gastropoda)	1000	2000	1000	9	14	2	21	15	6
Larva umbonada (Bilvalvia)	6000		3000	5	9				
Larva trocófora								6	
Ictioplancton									
Huevo de peces				39	7	7	3	9	
Larva de peces								3	

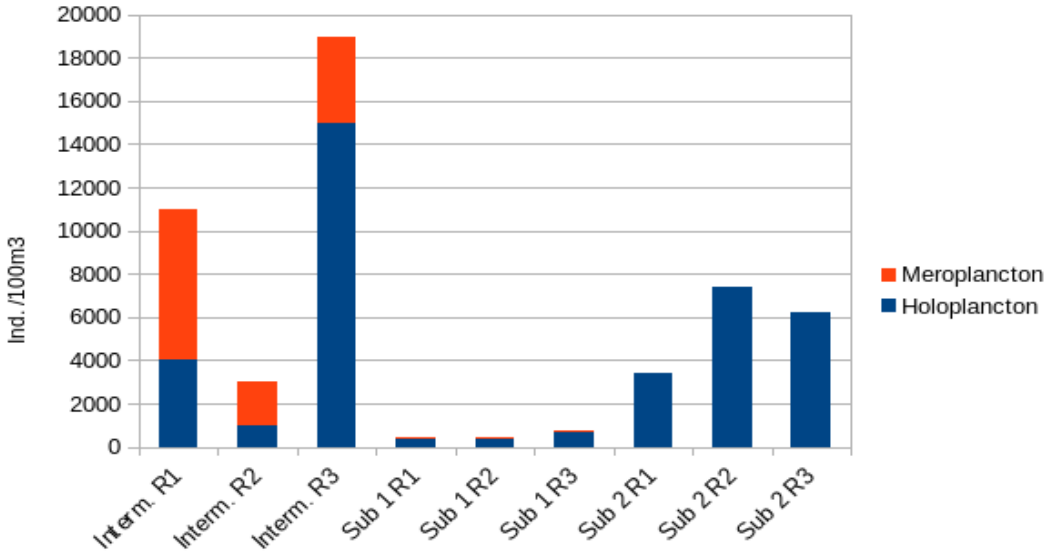


Figura 11. Densidad total de zooplancton y distribución diferenciada entre holoplancton y meroplancton en las diversas muestras recolectadas en junio de 2024. R1, R2, y R3 indican las réplicas para cada sitio: Inter (intermareal), Sub 1 (submareal 1) y Sub 2 (submareal 2).

En el **holoplancton**, se identificaron nueve grupos principales, siendo los copépodos del género *Paracalanus* el más relevante. Este grupo representó más del 94% de los individuos totales en el sitio Sub 2, el 35% en promedio en el sitio Sub 1, y el 32% en promedio en el sitio Intermareal (Figura 12). Los cladóceros del género *Evadne* fueron particularmente numerosos en las muestras del sitio Sub 1, donde constituyeron en promedio el 40% de los individuos totales, mientras que en el sitio Sub 2 fueron escasos (menos del 1%) y estuvieron ausentes en el sitio Intermareal. Por su parte, los cladóceros del género *Podon* también estuvieron ausentes en el sitio Intermareal, fueron menos abundantes, alcanzando solo el 7,8% en una réplica del sitio Sub 1, y presentaron densidades menores al 2% en el resto de las muestras (Figura 12). Las apendicularias también tuvieron una contribución significativa en el sitio Sub 1, con una participación promedio del 10% del total de individuos; sin embargo, no fueron cuantitativamente relevantes en el sitio Sub 2 y estuvieron ausentes en el Intermareal. Los quetognatos fueron particularmente dominantes en una de las réplicas del Intermareal, donde representaron el 42% de los individuos, pero fueron poco relevantes en los sitios Sub 1 (menos del 5%) y Sub 2 (menos del 0,5%) (Figura 12). Los ostrácodos resultaron ser dominantes en una de las réplicas del sitio Intermareal, contribuyendo con el 9% de los individuos totales, y solo estuvieron presentes en dos réplicas del sitio Sub 1, con una participación del 0,6% y 1,3% respectivamente. Los sitios Sub 1 y Sub 2 mostraron presencia del malacostráceo *Munida* en todas sus muestras, aunque en baja densidad, sin superar el 3,3% de los individuos totales. Finalmente, los grupos menos representados en las muestras fueron los poliquetos y las larvas nauplii, ambos presentes sólo en muestras del sitio Sub 2, con densidades muy bajas (<0,01% de los individuos).

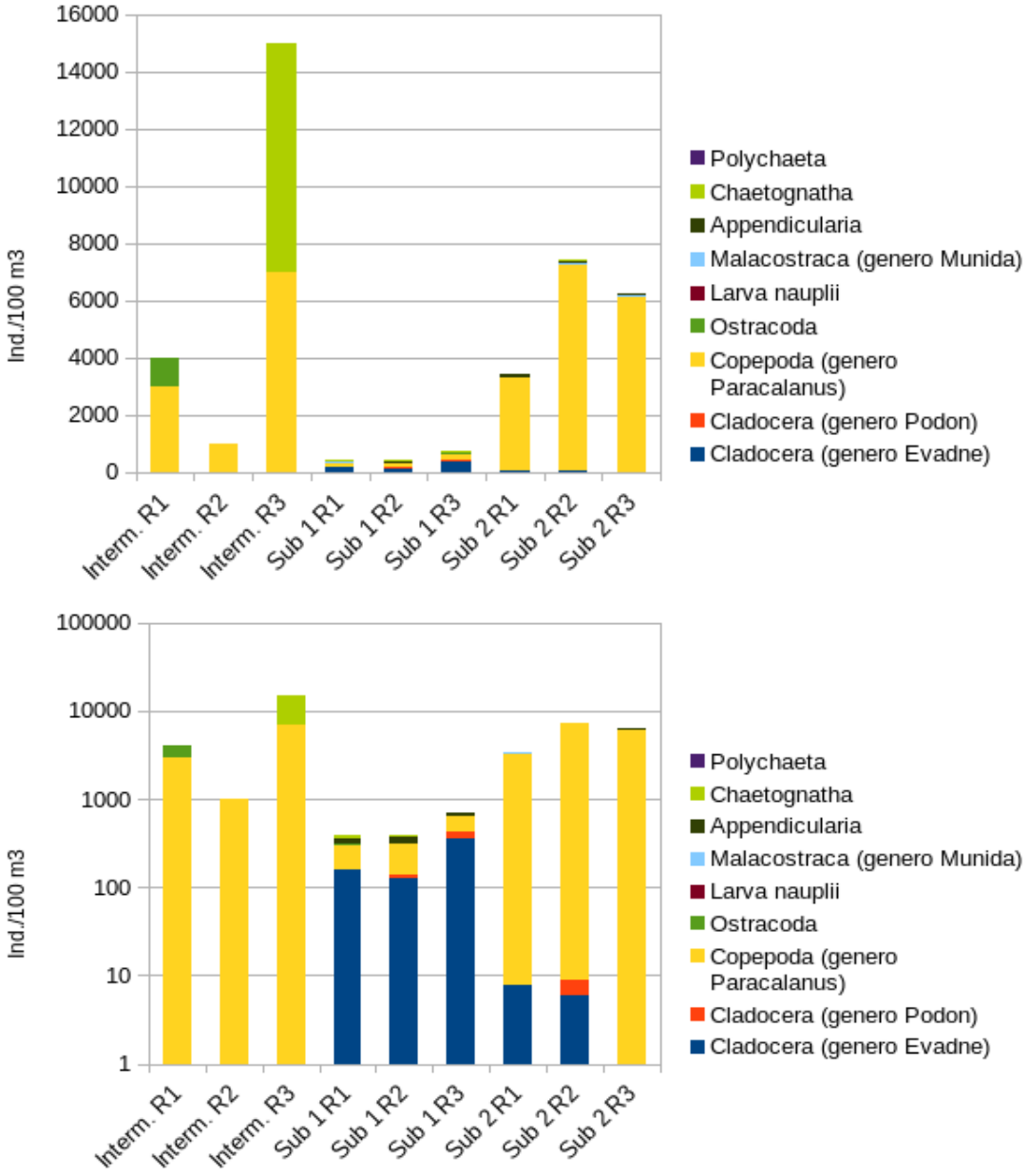


Figura 12. Densidad de los diferentes grupos del holoplancton en las diferentes muestras recolectadas en junio de 2024. R1, R2, y R3 indican las réplicas para cada sitio: Inter (intermareal), Sub 1 (submareal 1) y Sub 2 (submareal 2). En la imagen de arriba se muestra la densidad en escala lineal, y en la imagen de abajo se muestra la densidad en escala logarítmica.

Como se mencionó anteriormente, el sitio intermareal tuvo una importante contribución de organismos **meroplanctónicos**. En particular, las larvas veliger fueron dominantes en este sitio, con una contribución especialmente significativa en una de las réplicas, donde representaron el 66% de los organismos presentes en la muestra, y con una presencia del 9% y 5% en las otras dos réplicas (Figura 13). Estas larvas también estuvieron presentes en todas las muestras del submareal, aunque nunca superaron el 3,3% del recuento total de individuos. Las larvas umbonadas de bivalvos también fueron relevantes en dos de las réplicas del intermareal, contribuyendo con un 54,5% y un 15,8% de los individuos. Estas larvas aparecieron además en baja densidad en las muestras del sitio Sub 2, con una participación promedio del 1,6% (Figura 13). En menor medida, se hallaron larvas cypris en dos réplicas del sitio Sub 1, con una densidad promedio del 1%, y larvas trocóforas en una réplica del sitio Sub 2, con una densidad inferior al 1% (Figura 13).

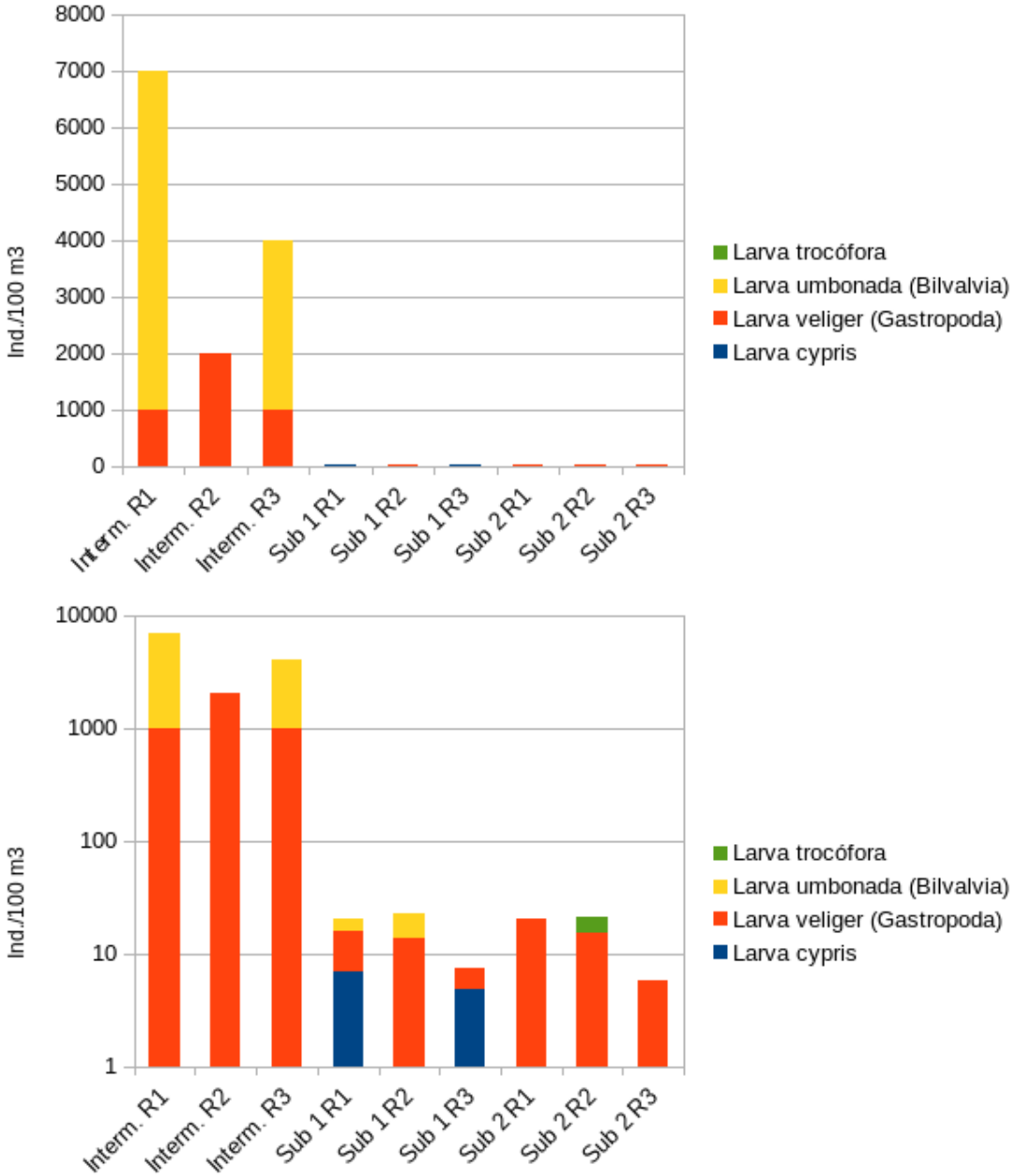


Figura 13. Densidad de los diferentes grupos del meroplancton en las diferentes muestras recolectadas en junio de 2024. R1, R2, y R3 indican las réplicas para cada sitio: Inter (intermareal), Sub 1 (submareal 1) y Sub 2 (submareal 2). En la imagen de arriba se muestra la densidad en escala lineal, y en la imagen de abajo se muestra la densidad en escala logarítmica.

- **Ictioplancton**

En el análisis de todas las muestras, se encontraron representantes del ictioplancton únicamente en las muestras del submareal. En total, se contabilizaron 27 huevos de peces y una sola larva de pez. En términos de densidad, los huevos presentaron un promedio de 13 ind./100 m³, estando presentes en las tres réplicas del sitio Sub 1 (39, 7, y 7 ind./100 m³ para R1, R2, y R3, respectivamente) (Figura 14). En la Tabla 4 se detallan las densidades halladas de huevos y larvas en cada una de las muestras analizadas. En las muestras del sitio Sub 2, los huevos solo se encontraron en dos réplicas, con densidades de 3 y 9 ind./100 m³ para las réplicas 1 y 2, respectivamente. La única larva de pez, que no pudo ser identificada, fue hallada en la réplica 2 del sitio Sub 2, con una densidad de 3 ind./100 m³ (Figura 14).

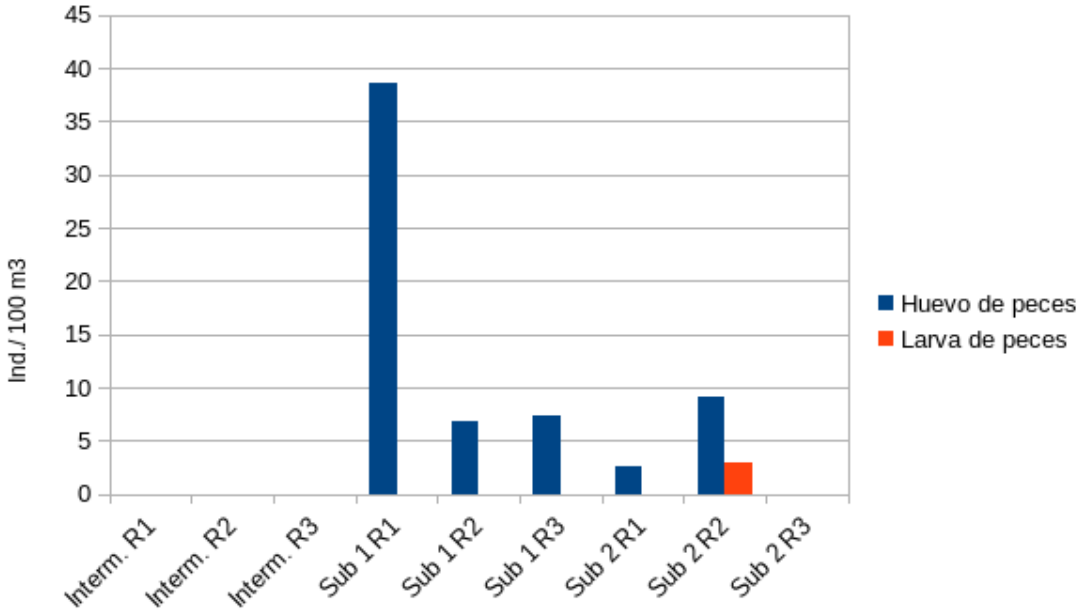


Figura 14. Densidad de huevos y larvas de peces en las diferentes muestras recolectadas en junio de 2024. R1, R2, y R3 indican las réplicas para cada sitio: Inter (intermareal), Sub 1 (submareal 1) y Sub 2 (submareal 2).

2.3 COMUNIDADES BENTÓNICAS

Bentos se refiere a las comunidades de organismos que habitan en el fondo de los cuerpos de agua. Estos organismos, taxonómicamente muy diversos, se dividen en dos categorías principales: epibentos y endobentos. El epibentos marino incluye a los organismos, principalmente sésiles, que viven sobre la superficie del sustrato, como algas, corales, esponjas y ciertos tipos de crustáceos; mientras que el endobentos comprende a aquellos que viven enterrados en el sustrato, como gusanos y bivalvos. Estas comunidades desempeñan roles cruciales en los ecosistemas costeros marinos, participando en procesos como la descomposición de materia orgánica, la producción primaria, la circulación de nutrientes y la provisión de hábitats complejos.

En el Golfo San Matías, el conocimiento acerca de estas comunidades es fragmentario, poco sistemático y disperso. Desde los trabajos seminales de Escofet et al. (1978, 1979) hasta el 2006, los estudios de las comunidades bentónicas, salvo excepciones, estuvieron primordialmente enfocados a evaluar la distribución y la abundancia de especies de importancia comercial especialmente moluscos. Sin embargo, desde 2006, a partir de diversos proyectos de investigación dirigidos, se ha ampliado el enfoque de los estudios, orientándose el objetivo principalmente a evaluar la estructura de las comunidades de invertebrados bentónicos y su relación con los factores ambientales (por ej.: características de las masas de agua, corrientes, profundidad, microhábitat, granulometría del sustrato, etc.) y la actividad antrópica (eutroficación, hábitats artificiales).

Uno de los primeros estudios a nivel comunitario y de carácter ecológico para la zona fue el de Zaixso et al. (1998). El objetivo principal de este trabajo fue estudiar la composición y la distribución de las asociaciones submareales del macrozoobentos del Golfo San José y sur del Golfo San Matias y sus relaciones recíprocas con la profundidad y tipo de sustrato. Allí, a partir de muestras provenientes de dragado, se determinaron unas 231 especies de moluscos, crustáceos, equinodermos, poliquetos y braquiópodos. Se halló una fuerte relación entre las distintas asociaciones comunitarias, la profundidad y la fracción sedimentaria del sustrato. Por otra parte, concluye que las asociaciones del macrozoobentos submareal de ambos golfos constituyen un sector distinguible de áreas vecinas y que resultaría de la existencia de una zona de naturaleza ecotonal entre las provincias biogeográficas Argentina y Magallánica. En una publicación posterior, realizada a partir del mismo muestreo de su publicación anterior, Zaixso & Lizarralde (2000) se enfocan en la comunidad de equinodermos. En este trabajo se analiza la distribución de las abundancias de algunas de las especies de equinodermos submareales del Golfo San José y sur del Golfo San Matias y su relación con la profundidad, granulometría del sedimento, presencia de sustratos duros y de macroalgas, velocidad de las corrientes de superficie y temperaturas de fondo.

En los años 2006 y 2008, en el marco del Plan Operativo trienal del Proyecto PID N°371, se realizaron dos campañas de investigación específicas para el relevamiento de la comunidad bentónica (las campañas Bentos 2006 y 2008). La primera de estas campañas, ejecutada en invierno de 2006, tuvo por objetivo la evaluación de las comunidades bentónicas de los sectores norte y noroeste del Golfo San Matias (Avaca et al. 2007). Los muestreos se realizaron en dos sectores diferentes a ambos lados de la Bahía de San Antonio: la zona noroeste (Vuelta del Indio - Bajo Oliveira, zona delimitada por los paralelos 40°51.5’ y 41°05’ S y al este por los meridianos 65°07,4’ y 64°58,6’ W); y la zona norte (Baliza San Matías, Playa Orengo, Barranca Final, Punta Mejillón y Bahía Creek, entre los paralelos 40°52,1’ y 41°11’ S y los meridianos 64°54’ y 64°43’ W). Allí se realizaron un total de 206 lances de pesca con rastra. Se identificaron 66 especies pertenecientes a 17 categorías taxonómicas. Los equinodermos y los bivalvos fueron los grupos de mayor dominancia numérica en la zona norte del golfo. Las especies mejillón, cholga, erizo rosa, verde y el ofiuro *Ophioplocus januarii* fueron los organismos más frecuentemente encontrados. Por otra parte, a pesar de la falta de conocimiento taxonómico y de su difícil cuantificación, el grupo de los poliquetos fue el más ampliamente distribuido en la zona de estudio. Dentro del rango de profundidades exploradas (0 - 57 m) no se encontraron diferencias en la composición de especies y los análisis de agrupamiento de especies no demostraron una fuerte asociación entre ellas. La campaña Bentos 2008 (Narvarte et al. 2008), de carácter complementario de la campaña del 2006, y con el mismo objetivo, comprendió el relevamiento del área suroeste del Golfo San Matias. Allí se realizaron un total de 128 lances de pesca, ubicados entre las latitudes 41° 35’ S y 42° 00’ S y entre las isobatas de 10 y 50 m de profundidad. En esta campaña se identificaron al menos un total de 71 especies pertenecientes a unas 14 categorías taxonómicas.

En mayo de 2007, se llevó a cabo un estudio enfocado a evaluar los efectos de distintas modalidades pesqueras sobre la diversidad y el daño individual en diferentes componentes del ensamble bentónico asociado a un banco monocohorte de mejillón *Mytilus platensis* (Narvarte et al. 2012). El área de estudio estuvo localizada a unas 10 millas al norte del área de estudio del proyecto en evaluación. Allí, se describen los componentes megafaunales del epibentos, capturado por rastra y por buceo, en términos de presencia y abundancia. El impacto principal fue la remoción casi total de todos los organismos epibentónicos tanto por la rastra artesanal bentónica como por el buceo comercial. Asimismo, el daño individual a determinados equinodermos (especialmente ofiuros y erizos) fue similar y de bajo nivel, y pareció obedecer a la manipulación postcaptura en la cubierta de las embarcaciones. El trabajo recomienda enfáticamente, de manera precautoria, realizar el descarte a bordo inmediatamente luego de cada lance de pesca, habida cuenta la habilidad regenerativa de estos equinodermos.

En 2008 se publicó un trabajo en el que se analizaron los cambios relacionados con la pesca con rastra industrial en la densidad epifaunística y la biodiversidad en los caladeros de pesca de vieiras del Golfo San Matias a lo largo de un periodo de 10 años (1987-1997), examinando asimismo el grado de resiliencia a la pesca de las comunidades macrobentónicas (Morsan 2008). En este estudio se analizaron datos provenientes de Bajo Oliveira, El Sótano (sitios no expuestos a la pesca con rastra), Playa Orengo y Barranca Final (caladeros expuestos a la pesca con rastra). En estos sitios se identificaron de 31 a 46 especies. Los taxas dominantes pertenecieron a tres grupos principales: bivalvos (representados por la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus*, el mejillón *Mytilus platensis*, la cholga *Aulacomya atra* y la cholga paleta *Atrina seminuda*), tunicados y equinodermos. Las comunidades de Bajo Oliveira, El Sótano estuvieron dominadas por equinodermos y mostraron pocos cambios durante el periodo de 10 años considerado. Estos caladeros que no fueron operados con rastra no mostraron cambios significativos en la composición y dominancia de las especies. La ausencia de arrastre permitió que estas zonas no impactadas mantuvieran su composición original de especies y su biodiversidad sin alteraciones significativas. Por otro lado, en 1987, las comunidades de Playa Orengo y Barranca Final estaban dominadas por bivalvos, con una alta densidad de vieira tehuelche y mejillón. En 1997, algunas especies habían aumentado su abundancia proporcional, probablemente como consecuencia del agotamiento de las especies comerciales. Así, la pesca con rastra industrial, utilizada en el golfo hasta el año 2000, causó altos niveles de perturbación que afectaron el ecosistema bentónico. El sustrato se abrió a la colonización de otras especies, como la cholga y el aumento de la densidad de tunicados. Los cambios en la dominancia de las especies fueron duraderos, con desplazamientos en la composición de la comunidad hacia especies diferentes.

Al ampliar la escala geográfica de estudio, Güller & Zelaya (2017) se propusieron documentar y caracterizar la diversidad biológica de los moluscos de los golfos San Matías y San José, ponderando la importancia de estos golfos en el contexto de la fauna marina argentina, y comparar la comunidad de moluscos presente en las áreas protegidas (Bahía de San Antonio, Puerto Lobos y Golfo San José, ver Figura 15) con respecto de la de un área intermedia no protegida. Se reportaron un total de 196 especies de moluscos (de las clases Bivalvia, Gastropoda, Polyplacophora, Cephalopoda y Scaphopoda) para los golfos San Matías y San José. Sorprendentemente, casi un tercio de estas especies carecían de registros previos para la zona, incluyendo varias especies nuevas o posiblemente nuevas. Las tres áreas protegidas estudiadas abarcaron el 88,3% de la diversidad total de especies conocidas de la zona de los golfos San Matías y San José. En contraste, un área no protegida, Playas Doradas, tenía un total de 131 especies reconocidas, con sólo 10 especies (7,6%) ausentes de las áreas protegidas. En la zona intermareal de la Bahía de San Antonio, a lo largo de seis sitios estudiados (Avaca et al. 2019), se registraron 46 especies de moluscos (22 gasterópodos, grupo dominante en abundancia en todos los sitios, particularmente *Heleobia australis* y *Tegula patagonica*, 13 bivalvos, y dos quitones). Por otra parte, la composición de los ensambles de moluscos difirió entre los sitios estudiados. Durante estos muestreos se registraron cuatro caracoles y dos bivalvos correspondientes a especies que no habían sido observadas con anterioridad en la zona de estudio (Roche et al. 2020).

Así, dado que el Golfo San Matias es considerado un *hotspot* de diversidad de moluscos (sensu Guller & Zelaya 2017), en 2019 se desarrolló una tesis de grado con el objetivo de determinar la composición y estructura del ensamble de nudibranquios presentes en un sitio puntual del golfo (el Parque Submarino Las Grutas, 40°48’ S, 65°04’ W), para lo que se evaluó la abundancia, diversidad y variabilidad temporal de las especies (Cetra 2019). Allí se registraron 13 especies, de las cuales 12 comprenden nuevos registros para el área, nueve expanden su distribución geográfica conocida y dos representan nuevos registros para la costa argentina. Si bien la composición del ensamble no presentó diferencias entre las estaciones climáticas, se observó un aumento del número de individuos registrados durante los meses cálidos.

Al analizar la diversidad específica y funcional de la macrofauna asociada a las esponjas intermareales de la Bahía de San Antono (ver Figura 15), Gastaldi et al. (2020), hallaron 71 taxas pertenecientes a 7 phylas asociados a las esponjas (Arthropoda, representando el 52% de la riqueza total, Annelida con 21%, Mollusca con 20%, Echinodermata con 2%, y Nematoda, Sipuncula, y Porifera todos con un 1%). El 58% de las especies encontradas representaron menos del 0,1% de la abundancia total de organismos. Del total de especies observadas, 17 fueron encontradas exclusivamente asociadas a esponjas y 7 se encontraron exclusivamente en sitios sin esponjas. En cuanto a los poríferos, se reportó la ampliación de rango de distribución para el Atlántico Sudoccidental, de las especies *Cliona aff*. *celata*, *Hymeniacidon perlevis* y *Pachychalina tenera* y se redescribieron tres especies, hasta el presente, endémicas de la Bahía de San Antonio, *Clathria unica*, *Clathria saoensis* y *Halichondria elenae* (Gastaldi et al. 2020a, b).

En el contexto de la reciente introducción de la ascidia *Styela clava* en las costas del Golfo San Matias (Pereyra et al. 2015), en los años 2018/2019 se llevó a cabo un estudio con el fin de describir los ensambles macrofaunales intermareales asociados a dicha especie y evaluar sus variaciones mensuales en dos sitios costeros del Golfo San Matias. El estudio se llevó a cabo en Punta Verde (interior de la Bahía de San Antonio) y Baliza San Matías (al norte de la bahía). La macrofauna asociada a la ascidia estuvo compuesta por 82 especies pertenecientes a 15 clases y 9 phyla. Si bien las abundancias mensuales de cada clase fueron distintas entre los sitios, el *Phylum Arthropoda* fue el más abundante en todo el período de estudio en ambos sitios, y en cuanto a Clases, predominaron Malacostraca y Adenophorea (*Phylum Nematoda*).

Por su parte, también en canales internos de la Bahía de San Antonio, Salas et al. (2022) analizaron el efecto de las densidades del mejillín *Brachidontes rodriguezii* sobre variables ambientales locales (peso del sustrato, contenido de agua, materia orgánica, peso de los sedimentos adheridos al biso del mejillón) y atributos ecológicos de la comunidad macrobentónica asociada (riqueza, abundancia, diversidad, uniformidad) en diferentes niveles intermareales, sitios y estaciones, en una zona intermareal de sedimentos mixtos. Este estudio reveló que allí, los atributos ecológicos asociados con *B. rodriguezii* dependen de la densidad de mejillín y varían según los diferentes sitios y a lo largo del año.

De manera similar a lo realizado por Morsan (2008), Lázari et al. (2022) se propusieron explorar los cambios en la fauna bentónica -en términos de diversidad local y estructura comunitaria- en los sitios Bajo Oliveira (40° 52’ S, 64° 55’ W) y El Sótano (40°57’ S, 65° 06’ W), para los años 2011 y 2014. Allí se registraron, para ambos sitios y años un total de 92 taxas, 43 de los cuales pudieron determinarse a nivel específico. Los principales grandes grupos fueron Echinodermata, Mollusca y Arthropoda. En cuanto a los equinodermos, se registraron siete especies, con una distribución espacial en parches. El trabajo sugiere que los cambios observados en la composición de las comunidades pueden haber sido causados por perturbaciones naturales, como tormentas de viento, en lugar de únicamente por actividades antrópicas o, incluso, por fluctuaciones naturales de abundancia.

En el 2022, se relevaron los ensambles epibentónicos de un sustrato artificial (un buque hundido) y uno natural (una restinga) en el Parque Submarino Las Grutas, con el objetivo de comparar dos metodologías de muestreos para estimar la diversidad de la comunidad epibentónica en sustratos duros (Salatino 2023). En este estudio se identificaron un total de 13 filos, 23 clases, 54 órdenes, 86 familias, 91 géneros y 78 especies.

2.3.1 Actualización de la Información sobre Comunidades Bentónicas para el Área de Estudio

La actualización acerca de las comunidades bentónicas en el área de estudio, se realizó a partir de información relevada en tres campañas específicamente planeadas para confeccionar esta línea de base ambiental en el otoño del 2024. Está previsto completar el estudio sobre las comunidades bentónicas con nuevas campañas a realizarse durante la próxima primavera.

Durante el mes de junio se realizó una campaña por tierra al sector intermareal, y otras dos campañas por agua al sector submareal: la primera a una profundidad de 24 m (sector submareal somero), en la que se tomaron las muestras mediante buceo autónomo, y la segunda a una profundidad de 40 m (sector submareal profundo), donde se utilizó una rastra bentónica suplementada con una malla fina. Para el muestreo intermareal, se seleccionaron al azar cinco pozas de marea en las que se colectó, con la ayuda de espátulas, toda la comunidad epibentónica comprendida en un cuadrado de 25x25 cm. Todos los organismos retenidos en una bolsa de malla de 500 micrones fueron llevados al laboratorio para su posterior identificación y cuantificación. En el caso del muestreo mediante buceo del sector submareal, la metodología fue similar, excepto por el tamaño de la unidad muestral, que fue de 50x50 cm. En este caso, dada la naturaleza del sustrato, también se colectó la infauna, hasta una profundidad de unos 10 cm.

Tabla 5. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo para comunidades bentónicas: en junio del 2024 (Intermareal, Submareal 1 y Submareal 2) y en junio de 2006 (lances BO239, BO240, BO242, BO245).

Sitio	Latitud	Longitud	Observaciones
Intermareal	41° 7,566'S	65° 8,517'W	Método muestreo: recolección a pie, con quadrats (profundidad en poza de marea)
Submareal 1	41° 7,385'S	65° 7,495'W	Método muestreo: buceo, con quadrats (profundidad 25 metros aprox.)
Submareal 2	41° 7,170'S	65° 5,758'W	Método muestreo: lance de rastra (prof. 47 metros aprox.)

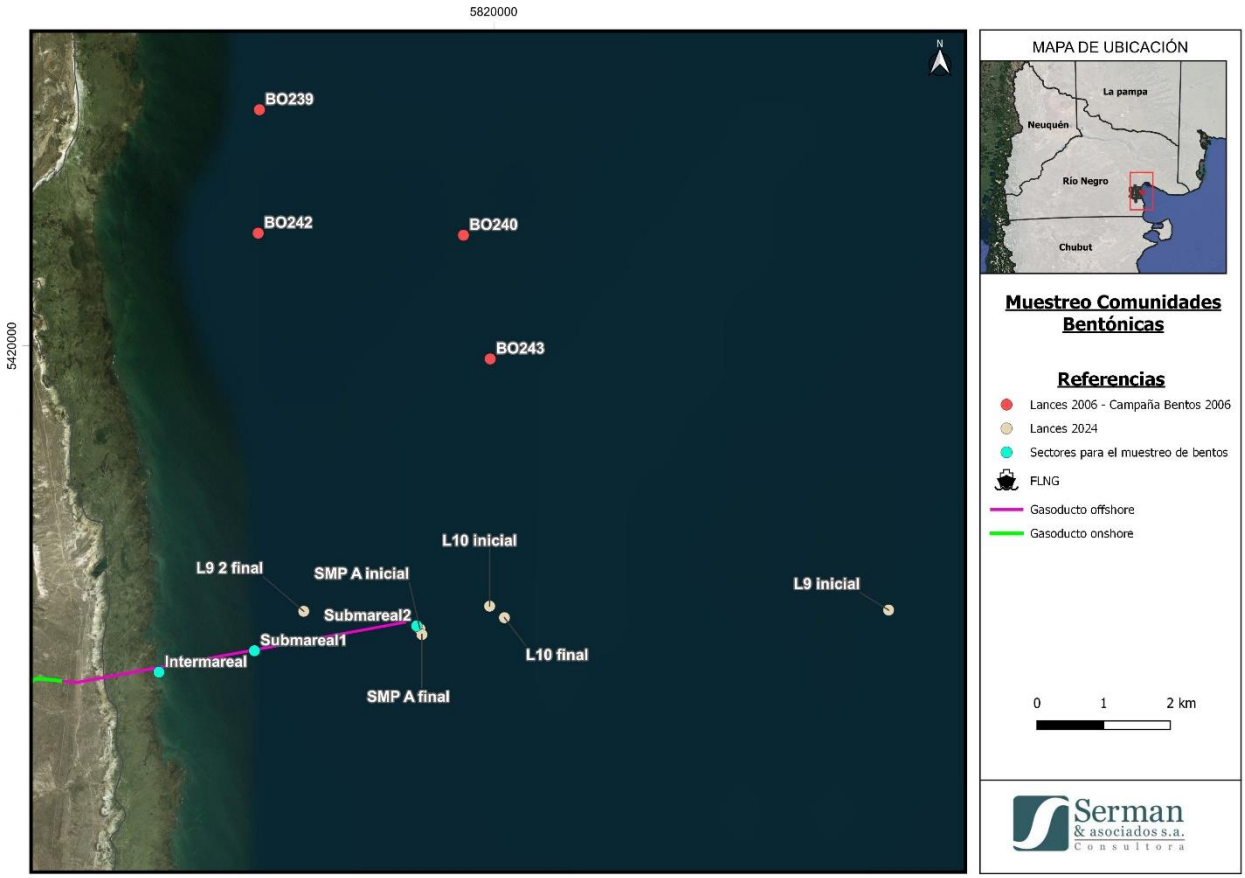


Figura 15. Mapa de los sitios muestreados en junio/julio del 2024: sector intermareal, sector submareal somero y sector submareal profundo (Lance 9, Lance 10 y Lance SPM-A). También se muestran los sitios muestreados en la campaña Bentos 2006 (BO239, BO240, BO242, BO245; Avaca et al. 2007).

De las tres muestras tomadas con rastra en el sector submareal profundo (ver Tabla 6), la muestra tomada a mayor profundidad es la que mostró mayor riqueza específica, con 36 especies/taxones. Comparados cualitativamente con los resultados de la campaña Bentos 2006, se observa que el sustrato biogénico de poliquetos es similar, y que dicho hábitat es el que tiene asociada una comunidad rica en moluscos, ascidias y braquiópodos (Tabla 7).

Tabla 6. Información detallada de los lances con rastra bentónica. Campaña El Fuerte Junio/Julio 2024.

Fecha	2-jul-24	2-jul-24	2-jul-24
Lance	9	10	SPM (A)
Lat inicial	41º07.000	41º07.004	41º07.194
Long inicial	65º00,699	65º04,978	65º05,723
Lat final	41º07,061	41º07,096	41º07,240
Long final	65º06,971	65º04,818	65º05,701
Hora inicial	10:26	11:23	11:06
Hora final	10:30	11:28	11:09
Tiempo de arrastre (min)	5	5	5
Prof inicial (m)	31	41	40
Prof final (m)	31	42	41
Veloc de arrastre (nudos)	1,7	2,1	1,6
Rumbo (º)	198	232	194
Cable filado popa (m)	150	150	150
Distancia recorrida (m)	119	282	91,6
Ancho de la rastra (m)	1,8	1,8	1,8
Área barrida (m^2)	214,2	507,6	164,88

Tabla 7. Listado taxonómico de la fauna bentónica muestreada con rastra en el sector submareal profundo en la campaña de junio/julio 2024 y en la campaña Bentos 2006 (Avaca et al. 2007).

	Bentos 2006				Campaña Jun/Jul 2024		
Especies	Lance BO239	Lance BO240	Lance BO242	Lance BO245	Lance 9	Lance 10	Lance SPM-A
Moluscos							
Mytilus platensis		x		x			
Aulacomya atra				x			x
Pododesmus leloiri				x			x
Pododesmus rudis				x			
Aequipecten tehuelchus		x	x	x		x	x
Ameghinomya antiqua							x
Hyatella sp. (a confirmar)			x	x			
Pitar rostratum			x				
Octopus tehuelchus					x		
Doryteuthis gahi							x
Chaetopleura isabellei				x	x		
Fissurella megatrema							x
Fissurela radiosa							x
Tegula patagonica							x
Calliostoma jucundum							x
Calliostoma militaris			x				x

Especies	Bentos 2006				Campaña Jun/Jul 2024		
	Lance BO239	Lance BO240	Lance BO242	Lance BO245	Lance 9	Lance 10	Lance SPM-A
Crepidula aculeata	x						
Doris fontanei							x
Anélidos poliquetos							
Afrodita sp.	x	x	x				
Chaetopterus sp.	x	x	x		x	x	
Phyllochaetopterus sp.	x	x	x	x	x	x	
Crustáceos							
Peltarion spinosulum		x					x
Leurocyclus tuberculosus				x			x
Rochinia gracilipes	x	x	x	x			x
Pilumnoides sp.				x			
Munida gregaria							x
Pleoticus muelleri							x
Platixanthus patagonicus	x	x					
Betaeus lilianae	x						
Alpheus puapeba	x	x					
Equinodermos							
Arbacia dufresnei		x			x	x	x
Loxechinus sp.					x	x	x
Ophioplocus januarii	x				x	x	x
Cycethra pinguis					x		x
Allostichaster capensis					x		x
Comasterias lurida					x		x
Astropecten sp.			x	x		x	x
Poriferos							
Esponja naranja		x	x				
Esponja marrón	x						
Clathria sp.							x
Pachychalina (cf)							x
Aplysilla o Darwinella (cf)							x
Clallyospongidae ó Niphatidae							x
Esponja sp1							x
Esponja sp2							x
esponja sp3							x
esponja sp4							x
esponja sp5							x
Braquiópodos							
Terebratella dorsata		x	x		x		x
Magallana venosa							x
Ascidias							
Ascidiella aspersa		x	x	x	x	x	x
Paramolgula gregaria							x
Cnemidocarpa sp.			x				
Ascidia blanda (confirmar)				x			
Ascidia colonial tubos (confirmar)			x				

Las muestras tomadas en el sector intermareal se caracterizaron por la presencia de algas como *Dyctiota dichotoma, Chaetomorpha sp.* y *Rhodymenia sp*., y contaron con una riqueza específica máxima de 16 (Tabla 8).

Las muestras tomadas en el sector submareal somero mostraron una riqueza específica de 34, con dominancia general de algas como *Polysiphonia sp* y *Anotrichium furcellatum*, poliquetos *Nereididae, Terebellidae*, el ofiruo *Ophioplocus januarii* y el caracol *Tegula patagonica* (Tabla 8).

Tabla 8. Listado taxonómico de la fauna bentónica muestreada en el sector intermareal y el sector submareal somero durante la campaña de junio 2024.

Especies	Interm1	Interm2	Interm3	Interm4	Interm5	Subm1	Subm2	Subm3	Subm4	Subm5
Dyctiota dichotoma	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Undaria pinnatifida	x		x						x	
Chaetomorpha sp	x	x	x	x	x					
Cladophora sp	x	x			x					
Ulva linza	x	x		x	x					
Ulva spp	x	x			x					
Rhodymenia sp	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ceramium sp	x	x	x	x	x	x		x		x
Polysiphonia sp	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Anotrichium furcellatum	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Rhabdonia sp		x			x	x		x	x	x
Lomentaria sp					x					
Delesseriaceae			x			x	x	x	x	x
Jania sp	x	x								
Bossiella orbigniana	x									
Corallina officinalis	x			x	x					
Spongites discoideus		x	x			x	x	x	x	x
Aulacomya atra						x	x		x	
Pododesmus rudis						x	x	x	x	x
Ostrea puelchana									x	
Entodesma sp							x	x		
Musculus viator						x				
Leiosolenus patagonicus							x	x	x	x
Felaniella vilardeboaena									x	
Carditamera plata									x	
Tegula patagonica						x	x	x	x	x
Anachis isabellei								x	x	
Costoanachis sertulariarum							x	x		
Calliostoma jucundum							x	x	x	
Eumetula pulla							x			
Turbonilla sanmatiensis							x		x	
Siphonaria lessonii						x	x			
Fissurella cf. F. picta picta							x			
Crepidula onyx							x			
Chaetopleura isabellei						x	x		x	x
cf. Tricnidactis errans						x				
Nereididae		x				x	x	x	x	x
Terebellidae						x	x	x	x	x

Especies	Interm1	Interm2	Interm3	Interm4	Interm5	Subm1	Subm2	Subm3	Subm4	Subm5
Polynoidae						x	x	x		x
Syllidae								x	x	
Eunice sp							x	x	x	x
Polychaeta Errantia Ind.1								x		
Nemertea Ind.1						x		x		x
Turbellaria Ind.1										x
cf. Golfingia sp									x	
Ophioplocus januarii						x	x	x	x	x
Amphipholis squamata						x				
Cycethra verrucosa								x		
Arbacia dufresnii								x	x	x
Amphipoda Ind.1	x		x				x		x	x
Monocorophium sp		x								
Leptostraca Ind.1				x				x	x	x
Terebratella dorsata				x		x	x	x		x
Sphaeroma serratum						x	x	x		x
Nauticaris magellanica		x								
Betaeus lilianae								x		
Pycnogonida Ind.1						x		x		
Carcinus maenas		x	x							
Rochinia gracilipes								x	x	x
Porifera Ind.1				x						
Porifera Ind.2						x	x	x	x	x
Porifera Ind.3										x
Didemnidae Ind.1						x	x	x	x	x
Ciona intestinalis							x	x		
Ascidia sp							x			
Ascidiella aspersa							x			
cf. Membranipora sp						x	x		x	x
Bugula sp						x	x		x	
Ribeiroclinus eigenmanni									x	

2.4 COMUNIDADES DEMERSAL PELAGICAS

Los estudios científicos relacionados con la evaluación de la comunidad demersal-pelágica del Golfo San Matías, tuvieron su inicio a comienzos de la década de 1970, con el objetivo de obtener información sobre los recursos pesqueros. En el marco de un Proyecto de Desarrollo Pesquero ejecutado por el Gobierno Argentino y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en los años 1969 y 1970 se realizaron las primeras prospecciones pesqueras de recursos demersales con red de arrastre de fondo (Rojo y Silvosa 1969, 1970). Los resultados permitieron conocer aspectos básicos de la biología, estructura de tallas y rendimientos del efectivo pesquero de merluza del Golfo San Matías, considerado prácticamente en estado virgen o explotado en forma incipiente para esa fecha.

Pocos años después, y también con el patrocinio de la FAO, se realizaron una serie de 4 campañas estacionales entre abril de 1974 y enero de 1975 (Flowers y Roa 1975). Esta última serie de campañas arrojó como principal resultado las primeras estimaciones de la biomasa total de merluza y de otras especies demersales acompañantes de la pesca de arrastre del golfo, además de una caracterización biológica detallada del efectivo pesquero. Con posterioridad a estos estudios, recién una década más tarde de las primeras prospecciones, se comenzaron a desarrollar, por parte de la Administración Pesquera de la Provincia de Río Negro, estudios sistemáticos sobre la merluza y algunas especies demersales acompañantes. Se realizaron una serie de campañas estacionales en 1981 y 1982 y una primera campaña estacional en primavera de 1986 (Di Giácomo y Perier 1992b), con el objetivo de estimar la biomasa total y obtener una caracterización biológica del efectivo pesquero bajo explotación.

En la década de 1990, se realizaron un total de diez campañas de prospección de recursos demersales, siete de ellas con redes de arrastre de fondo (Di Giácomo 1994, Di Giácomo y Perier 1996, 1997, Morsan y González 1999) y tres campañas de prospección de merluza (1996, 1998 y 1999) con buques palangreros industriales (González et al. 2003). En paralelo, durante los años 1995 a 1997, se puso en marcha el primer Programa de Biólogos Observadores a Bordo que permitió obtener información de las capturas pesqueras in situ.

Pasada la crisis económica del periodo 2000-2002, el desarrollo de las campañas de investigación pesquera de los recursos demersal-pelágicos se volvió a reactivar, para mantenerse en forma relativamente ininterrumpida hasta la actualidad. De esta forma, durante las últimas dos décadas se realizaron un total de once campañas de prospección, nueve dirigidas prioritariamente a merluza (2003-2007, 2009, 2016, 2018, 2022; Curtolo 2003, Ocampo Reinaldo 2005a y b, 2006, Ocampo Reinaldo et al. 2008a, 2009, 2016, 2023), y dos a langostino (Moriondo et al. 2022, 2023). Esta continuidad puso a disponibilidad una serie de índices anuales de abundancia relativa del efectivo pesquero de merluza, langostino y otras especies demersal-pelágicas que son aplicados para la calibración de los modelos de evaluación de stock, como así también información sobre la composición de las comunidades y datos ambientales. Para la evaluación de los efectivos pesqueros, otro de los insumos esenciales de información son los reportes del Programa de Observadores Pesqueros (POP) de la Provincia de Río Negro, instituido por resolución ministerial desde el año 2003.

Los resultados de estas campañas de investigación pesquera y la información recopilada por el programa de observadores pesqueros han permitido caracterizar la comunidad demersal-pelágica del Golfo San Matías a lo largo de los años, con una buena resolución temporal y espacial. El estado del conocimiento actual da cuenta que este ensamble de organismos o comunidad está integrada por diferentes especies de peces teleósteos, condrictios e invertebrados, muchas de las cuales revisten importancia comercial y/o forman parte de la fauna acompañante de la pesquería de arrastre demersal que opera en el golfo (González et al. 2007, Romero et al. 2008, Ocampo Reinaldo et al. 2013, Alonso et al. 2016, Svendsen et al. 2020, Cuesta Núñez et al. 2023).

Actualmente, las especies de peces citadas para el Golfo San Matías alcanzan un total de 111 y taxonómicamente corresponden a 3 clases, 25 órdenes y 67 familias. Dentro de la clase Actinopterygii, se registraron 16 órdenes y 50 familias, de las cuales la familia Atherinopsidae (pejerreyes) es la que presenta el mayor número de especies registradas (Galván et. al 2022). La clase Elasmobranchii está compuesta por 8 órdenes y 16 familias, siendo la familia Rajidae la que tiene mayor número de representantes. Por último, la clase Holocephali cuenta con una sola especie, el pez gallo *Callorhinchus callorynchus*.

De todos los representantes de la ictiofauna del golfo, 80 especies forman parte de la comunidad demersal-pelágica (Actinopterygii: 32 familias, 46 especies; Elasmobranchii: 15 familias, 33 especies; Holocephali: 1 familia, 1 especie). De ellas, 31 especies (38,7% de la totalidad de especies) tienen valor comercial (e.g., merluza común *Merluccius hubbsi*, merluza de cola *Macruronus magellanicus*, abadejo *Genypterus brasiliensis*, lenguados *Paralichthys patagonicus*, *Paralichthys isósceles*, *Xystreurys rasile*, salmón *Pseudopercis semifasciata*, mero *Acanthistius patachonicus*, gatuzo *Mustelus schmitti*, cazón *Galeorhinus galeus*, pez gallo *C. callorynchus*, entre otras), y de las restantes, 32 (40% de la totalidad de especies) forman parte de la fauna acompañante de la pesca de arrastre (e.g., brótola *Urophycis brasiliensis*, caballa *Scomber colias*, testolín rojo *Prionotus nudigula*, raya eléctrica *Discopyge tschudii*, raya lenticulada *Psammobatis lentiginosa*, entre otras) o son de interés para la pesca deportiva (e.g., besugo *Pagrus pagrus*, pescadilla *Cynoscion guatucupa*, rubio *Sebastes oculatus*, gatopardo *Notorynchus cepedianus*, escalandrún *Carcharias taurus*, entre otras).

Una de las especies clave del ensamble demersal pelágico del golfo, tanto por su abundancia como por el rol que juega en la estructura trófica del ecosistema, es la anchoíta *Engraulis anchoita*. Se sabe que, al sur de los 34°S, en la plataforma continental, existen dos grupos poblacionales (el stock bonaerense y el stock patagónico, separados entre sí aproximadamente a la altura del paralelo 41°S; Cousseau & Perrota 2000), la presencia de anchoíta en el golfo no parece estar vinculada con los mismos. En el golfo, la anchoíta se detecta a fines de otoño, en primavera y verano, en tanto los ejemplares presentan tallas medias menores durante el primer año de vida respecto de los de plataforma (Curtolo 2004). La abundancia de anchoíta en el golfo se estimó en 1996 mediante métodos hidroacústicos entorno a las 70 mil toneladas y posteriormente (2006) en 90 mil toneladas. Ocampo Reinaldo et al. (2005) utilizaron un modelo trofodinámico mediante el software Ecopath (Christensen & Pauly, 1992; Walters et al. 1997) el cual arrojó como resultado que la población del golfo estaría en condiciones de soportar una captura del orden de las 5 mil toneladas anuales, en el contexto de un esquema de manejo ecosistémico, es decir considerando la demanda de consumo de esta especie por parte de los predadores naturales.

La comunidad demersal-pelágica también está integrada por algunas especies de invertebrados, incluyendo crustáceos y moluscos. Entre estas especies las más conspicuas son los calamaretes *Doryteuthis gahi*, *D. sanpaulensis*, el calamar *Illex argentinus*, el langostino *Pleoticus muelleri* y la langostilla *Munida gregaria*. En particular, sobre los calamares y el langostino existe un interés económico, formando parte de la fauna acompañante de la pesquería de arrastre demersal o siendo especie objetivo de la flota langostinera que opera en el golfo.

Recientemente se ha avanzado en entender la estructura y el funcionamiento de la comunidad demersal-pelágica del Golfo San Matías. A escala espacial, la diversidad de este ensamble presenta un gradiente que responde, en parte, a la formación del frente de mareas termohalino durante los meses de verano. La formación de este frente estaría favoreciendo la disponibilidad de recursos tróficos para varias especies de peces demersales, con el consecuente aumento de la diversidad en las zonas próximas a dicho frente (Svendsen et al. 2020). Otras variables importantes para la estructuración espacial de la diversidad de la comunidad demersal-pelágica son la profundidad y la conectividad con el océano abierto. Se encontró que el aumento en la diversidad asociado con la proximidad al frente térmico es aún mayor a medida que aumenta la profundidad, y además se observó un aumento en la diversidad con la proximidad a la boca del golfo (Svendsen et al. 2020).

Además de la estructuración espacial, también se detectó un cambio en la dinámica temporal de la comunidad demersal-pelágica. El análisis de la riqueza y la dimensión taxonómica y funcional de la diversidad de la comunidad confirmó cambios significativos en la composición taxonómica, especialmente debido a un reemplazo de especies, lo que resultó en alteraciones en la estructura funcional del ensamble entre 2006 y 2018 (Cuesta Nuñez et al. 2023). Se encontró que el 15% de las especies fueron reemplazadas por década, lo que llevó a un reemplazo funcional del 13%. Específicamente, se identificó un incremento en la presencia de tres especies de crustáceos (langostino, la langostilla, y una especie de estomátopodo *Pterygosquilla armata*), con características funcionales distintivas, impactando tanto la composición taxonómica como la estructura funcional de la comunidad. A pesar de estos cambios, la riqueza de especies se mantuvo constante, lo que indica una regulación a nivel comunitario de esta variable.

El aumento significativo en la ocurrencia de crustáceos ya había sido detectado previamente, cuando en 2012, el repentino aumento de la abundancia de langostino justificó el surgimiento de una nueva pesquería dirigida específicamente a la captura de esta especie (Narvarte et al. 2013). Asociado con este aumento en la ocurrencia de crustáceos, se ha observado un cambio significativo en la composición de la dieta de la merluza desde el consumo de un amplio espectro trófico de crustáceos y peces (Ocampo Reinaldo et al. 2011) hacia una dieta dominada fuertemente por la langostilla (Alonso et al. 2017).

Estos cambios en la estructura de la comunidad demersal-pelágica del Golfo San Matías debido al aumento en la ocurrencia de crustáceos también han sido acompañados por cambios en la abundancia de las especies de peces más conspicuas. Históricamente esta comunidad ha sido dominada por la merluza, principal especie blanco de la pesquería demersal-pelágica que opera en el golfo desde la década de 1970. El índice de biomasa relativa del efectivo pesquero en campañas de esta especie se mantuvo, durante el periodo 1981-2018, en el rango de las 35.000 a las 72.000 toneladas, mostrando variaciones estacionales. No obstante, un cambio significativo se observó a partir de los resultados de la campaña de investigación realizada en 2022 donde se detectó una caída muy importante en el indicador de rendimiento pesquero (capturas por hora de arrastre) y con un índice de biomasa relativa de 11.670 toneladas. Además de la reducción en ambos indicadores, se registró también una disminución sustancial en el número de individuos por área barrida para todo el espectro de tamaños del stock de merluza (Ocampo Reinaldo et al. 2023).

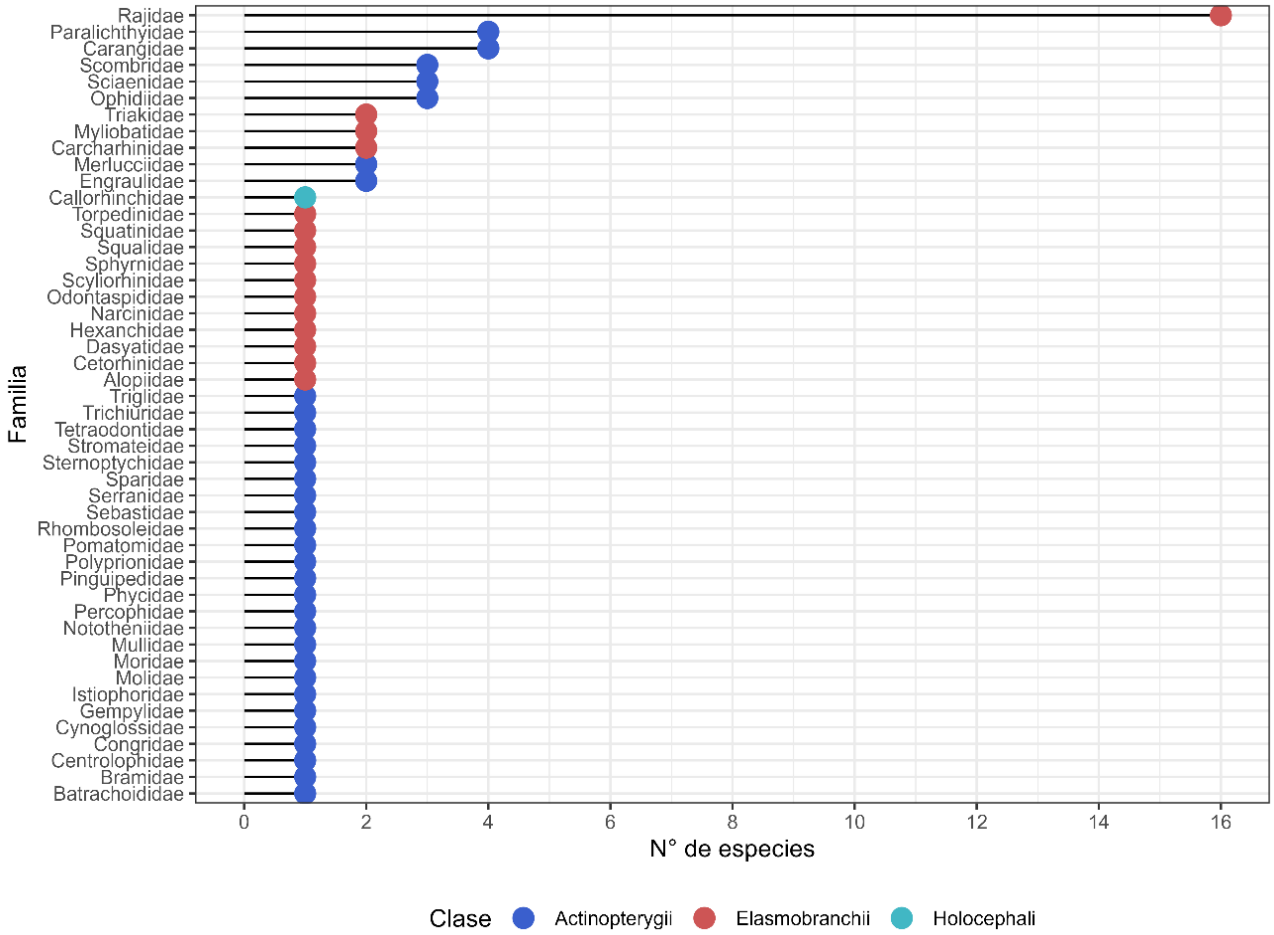


Figura 16. Número de especies de peces por familia registradas en el Golfo San Matías. En colores se indica la Clase.

Tabla 9. Especies de peces alguna vez registradas en el Golfo San Matías desde 1970 (compilado desde Galván et al. 2022).

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Actnopteri	Anguilliformes	Congridae	*Conger orbignianus (Valenciennes, 1837)*	Congrio
	Atheriniformes	Atherinopsidae	*Odontesthes argentinensis (Valenciennes, 1835)*	Pejerrey
		Atherinopsidae	*Odontesthes incisa (Jenyns 1841)*	Cornalito
		Atherinopsidae	*Odontesthes nigricans (Richardson 1848)*	Pejerrey lagunero
		Atherinopsidae	*Odontesthes platensis (Berg, 1895)*	Pejerrey panzón
		Atherinopsidae	*Odontesthes smitti (Lahille 1929)*	Pejerrey manila
	Batrachoidiformes	Batrachoididae	*Triathalassothia argentina (Berg, 1897)*	Pez de las piedras
		Batrachoididae	*Porichthys porosissimus (Cuvier, 1829)*	Lucerna
	Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoa marinii (Hildebrand, 1943)*	Anchoa
		Cupleidae	*Brevoortia aurea*	Saraca

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
			(Spix & Agassiz, 1829)	
		Engraulidae	*Engraulis anchoita (Hubbs & Marini, 1935)*	Anchoíta
	Gadiformes	Merlucciidae	*Macruronus magellanicus (Lönnberg 1907)*	Merluza de cola
		Merlucciidae	*Merluccius hubbsi (Marini 1933)*	Merluza común
		Moridae	*Salilota australis (Günther 1878)*	Bacalao criollo
		Phycidae	*Urophycis brasiliensis (Kaup, 1858)*	Brótola
	Lophiiformes	Lophiidae	*Lophius gastrophysus (Miranda Ribeiro, 1915)*	Rape
	Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil liza (Valenciennes, 1836)*	Lisa
	Ophidiformes	Ophidiidae	*Genypterus blacodes (Forster,1801)*	Abadejo marmorado
		Ophidiidae	*Genypterus brasiliensis (Regan, 1903)*	Abadejo
		Ophidiidae	*Raneya brasiliensis (Kaup, 1856)*	Raneya
	Perciformes	Labrisomidae	*Calliclinus geniguttatus (Valenciennes, 1836)*	Doncella
		Bovichtidae	*Bovichtus argentinus (MacDonagh, 1931)*	Torito
		Bramidae	*Brama brama (Bonnaterre, 1788)*	Brama
		Carangidae	*Hemicaranx amblyrhynchus (Cuvier, 1833)*	Sauro de profundidad
		Carangidae	*Parona signata (Jenyns 1841)*	Palometa
		Carangidae	*Trachurus lathami (Nichols, 1920)*	Jurel
		Carangidae	*Seriola lalandi (Valenciennes, 1833)*	Pez limón
		Centrolophidae	*Seriolella porosa (Guichenot 1848)*	Savorín
		Cheilodactylidae	*Nemadactylus bergi (Norman, 1937)*	Castañeta
		Clinidae	*Ribeiroclinus eigenmanni (Jordan, 1888)*	Pez embalsamado
		Eleginopsidae	*Eleginops maclovinus (Cuvier 1830)*	Róbalo
		Gempylidae	*Thyrsites atun (Euphrasen 1791)*	Pez sierra
		Istiophoridae	*Tetrapturus pfluegeri (Robins & de Sylva, 1963)*	Pez espada
		Mullidae	*Mullus argentinae (Hubbs & Marini, 1933)*	Trilla
		Notothenidae	*Gobionotothen gibberifrons (Lönnberg, 1905)*	Nototenia
		Percophidae	*Percophis brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1825)*	Pez palo
		Pinguipedidae	*Pinguipes brasilianus (Cuvier, 1829)*	Cabrilla
		Pinguipedidae	*Pseudopercis semifasciata (Cuvier, 1829)*	Salmón

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
		Polyprionidae	*Polyprion americanus (Bloch & Schneider, 1801)*	Chernia
		Pomatomidae	*Pomatomus saltatrix (Linnaeus, 1766)*	Anchoa de banco
		Sciaenidae	*Cynoscion guatucupa (Cuvier, 1830)*	Pescadilla
		Sciaenidae	*Cynoscion striatus (Cuvier, 1829)*	Pescadilla
		Sciaenidae	*Umbrina canosai (Berg, 1895)*	Pargo blanco
		Sciaenidae	*Menticirrhus americanus (Linnaeus, 1758)*	Burriqueta
		Sciaenidae	*Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823)*	Corvina rubia
		Scombridae	*Allothunnus fallai (Serventy, 1948)*	Atún lanzón
		Scombridae	*Gasterochisma melampus (Richardson, 1845)*	Atún argentino
		Scombridae	*Scomber japonicus (Houttuyn, 1782)*	Caballa
		Serranidae	*Acanthistius patachonicus (Cuvier, 1828)*	Mero
		Serranidae	*Dules auriga (Cuvier, 1829)*	Cocherito
		Serranidae	*Epinephelus marginatus (Lowe, 1834)*	Mero
		Sparidae	*Diplodus argenteus (Valenciennes, 1830)*	Sargo
		Sparidae	*Pagrus pagrus (Linnaeus, 1758)*	Besugo
		Stromateidae	*Stromateus brasiliensis (Fowler 1906)*	Pampanito
		Trichiuridae	*Trichiurus lepturus (Linnaeus, 1758)*	Pez sable
		Tripterygiidae	*Helcogrammoides cunninghami (Smitt, 1898)*	Diablillo
	Pleuronectiformes	Cynoglossidae	*Symphurus plagusia (Bloch & Schneider, 1801)*	Lengüita
		Paralichthyidae	*Paralichthys isosceles (Jordan, 1891)*	Lenguado
		Paralichthyidae	*Paralichthys orbignyanus (Valenciennes, 1839)*	Lenguado “lomo negro”
		Paralichthyidae	*Paralichthys patagonicus (Jordan, 1889)*	Lenguado
		Paralichthyidae	*Xystreurys rasile (Jordan, 1891)*	Lenguado
		Rhombosoleidae	*Oncopterus darwinii (Steindachner, 1874)*	Lenguado
	Scorpaeniformes	Agonidae	*Agonopsis chiloensis (Pozzi 1935)*	Acorazado
		Congiopodidae	*Congiopodus peruvianus (Cuvier 1829)*	Chanchito
		Sebastidae	*Sebastes oculatus (Valenciennes 1833)*	Rubio
		Triglidae	*Prionotus nudigula (Ginsburg, 1950)*	Testolín rojo
	Siluriformes	Ariidae	*Genidens barbus*	Bagre de mar

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
			(Lacepède, 1803)	
	Stomiiformes	Sternoptychidae	*Maurolicus stehmanni (Parin & Kobyliansky, 1993)*	Pez luminoso
	Syngnathiformes	Syngnathidae	*Hippocampus patagonicus (Piacentino & Luzzatto, 2004)*	Caballito de mar
		Syngnathidae	*Leptonotus blainvilleanus (Eydoux & Gervais, 1837)*	Pez aguja
		Syngnathidae	*Leptonotus vincentae (Luzzatto & Estalles 2019)*	Pez aguja patagónico
	Tetraodontiformes	Molidae	*Mola mola (Linnaeus, 1758)*	Pez luna
		Tetraodontidae	*Sphoeroides pachygaster (Müller & Troschel, 1848)*	Pez loro
	Zeiformes	Zeidae	*Zenopsis conchifer (Lowe, 1852)*	San Pedro
Elasmobranchii	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	*Carcharhinus brachyurus (Günther, 1870)*	Bacota
		Carcharhinidae	*Prionace glauca (Linnaeus, 1758)*	Tiburón azul
		Sphyrnidae	*Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758)*	Tiburón martillo
		Triakidae	*Galeorhinus galeus (Linnaeus, 1758)*	Cazón
		Triakidae	*Mustelus schmitti (Springer, 1939)*	Gatuso
		Scyliorhinidae	*Schroederichthys bivius (Müller & Henle 1838)*	Pintarroja
	Hexanchiformes	Hexanchidae	*Notorynchus cepedianus (Péron 1807)*	Gatopardo
	Lamniformes	Cetorhinidae	*Cetorhinus maximus (Gunnerus, 1765)*	Tiburón Peregrino
		Odontaspididae	*Carcharias taurus (Rafinesque, 1810=)*	Escalandrún
		Alopiidae	*Alopias vulpinus (Bonnaterre, 1788)*	Tiburón zorro
		Lamnidae	*Isurus oxyrinchus (Rafinesque, 1810)*	Mako
	Myliobatiformes	Dasyatidae	*Dasyatis hypostigma (Santos & Carvalho, 2004)*	Raya látigo
		Myliobatidae	*Myliobatis goodei (Garman, 1885)*	Chucho
	Rajiformes	Arhynchobatidae	*Atlantoraja castelnaui (Miranda Ribeiro, 1907)*	Raya a lunares
		Arhynchobatidae	*Atlantoraja cyclophora (Regan, 1903)*	Raya ojona
		Arhynchobatidae	*Atlantoraja platana (Günther, 1880)*	Raya platana
		Arhynchobatidae	*Bathyraja brachyurops (Fowler 1910)*	Raya de cola corta
		Arhynchobatidae	*Bathyraja macloviana (Norman, 1937)*	Raya espinosa
		Arhynchobatidae	*Bathyraja multispinis (Norman 1937)*	Raya asserrada
		Arhynchobatidae	*Psammobatis bergi (Marini, 1932)*	Raya reticulada
		Arhynchobatidae	*Psammobatis lentiginosa (McEachran, 1983)*	Raya lenticulada

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
		Arhynchobatidae	*Psammobatis rudis (Günther, 1870)*	Raya de hocico corto
		Arhynchobatidae	*Psammobatis scobina (Philippi, 1857)*	Raya escobina
		Arhynchobatidae	*Sympterygia bonapartii (Müller & Henle, 1841)*	Raya marmorada
		Arhynchobatidae	*Rioraja agassizii (Müller & Henle, 1841)*	Raya lisa
		Arhynchobatidae	*Sympterygia acuta (Garman, 1877)*	Raya picuda
		Rajidae	*Amblyraja doellojuradoi (Pozzi, 1935)*	Raya erizo
		Rajidae	*Dipturus trachyderma (Krefft & Stehmann 1975)*	Raya
		Rajidae	*Zearaja chilensis (Guichenot, 1848)*	Raya hocicuda
	Squaliformes	Squalidae	*Squalus acanthias (Linnaeus, 1758)*	Espineto
		Squatinidae	*Squatina guggenheim (Marini, 1936)*	Pez ángel
	Torpediniformes	Narcinidae	*Discopyge tschudii (Heckel, 1846)*	Raya eléctrica
		Torpedinidae	*Tetronarce puelcha (Lahille, 1926)*	Torpedo
Holocephali	Chimaeriformes	Callorhinchidae	*Callorhinchus callorynchus (Linnaeus, 1758)*	Pez gallo

2.4.1 Actualización de la Información sobre Ictiofauna

En otoño de 2024 se llevó a cabo una campaña para el relevamiento de la ictiofauna presente en el área de estudio. Está previsto completar el estudio con una nueva campaña a realizarse durante la próxima primavera.

El área de estudio comprendió el sector submareal delimitado por los paralelos 41º 01'S y 41º10'S al norte y sur respectivamente, al oeste por la línea de costa y al este por el meridiano 65º00´O, con una superficie total aproximada de 81 mn^2 (70,4 km^2). De acuerdo con los escasos antecedentes disponibles, consistentes en prospecciones pesqueras realizadas entre los años 1993 y 1999 con artes de pesca estáticas (ej. líneas, nasas, palangres), se ha podido determinar que gran parte del área, particularmente entre la línea de costa y la isobata de 50 m, los fondos se componen de estructuras rocosas salientes, canaletas y aleros. Por lo tanto, para la realización de los lances en esta campaña se decidió realizar un relevamiento preliminar con una ecosonda Koden (50/200 Khz), para evaluar la aptitud para operar con red de arrastre de fondo sobre el sitio previsto para la realización de los lances y a los efectos de evitar la rotura o la pérdida del equipo de pesca.

Como consecuencia de las características del fondo, el área de estudio carece de antecedentes como caladero de pesca de arrastre por parte de las flotas artesanal e industrial con base en los puertos del Golfo San Matías. Por ello, para este relevamiento se decidió utilizar un diseño espacial de muestreo de tipo regular, con una grilla compuesta de un total de 20 estaciones de muestreo o lances de pesca tentativos.

La campaña se realizó con el BP “Don Daniel” (eslora 9,9 m, 310 HP, 20 TRB), un arrastrero del segmento rada-ría/artesanal con puerto base en San Antonio Oeste. Se utilizó una red de arrastre de fondo de 14 m de largo de relinga con aparejo de arrastre para langostino, con mallero de 50 mm. El ancho de boca estimado (distancia entre puntas de alas) para esta red es de 9 m. Considerando la necesidad de obtener muestras representativas de la ictiofauna y teniendo en cuenta la alta probabilidad de enganches del equipo de pesca (y la consecuente interrupción de la maniobra de pesca), la duración de los lances se estableció en un tiempo máximo de 15 minutos, equivalentes a una distancia recorrida superior a 1000 metros y a un área barrida por encima de los 10 mil m^2 (1 ha).

Adicionalmente a los lances previstos con red de arrastre de fondo, se realizaron 3 lances (de 5 minutos de duración) con rastra bentónica artesanal en tres sitios de la pierna central del diseño de muestreo (Lances 9, 10 y SPM-A). Estos lances tuvieron por finalidad recoger muestras de la comunidad de organismos macrobentónicos (ver COMUNIDADES BENTÓNICAS).

Las capturas obtenidas en cada lance se seleccionaron por especies. Se contaron los ejemplares y se registró el peso mediante una balanza digital de mano. Posteriormente se realizaron muestreos de talla y sexo para las especies más conspicuas y de mayor tamaño. El resto de las especies se conservaron en cajones con hielo para su posterior análisis en laboratorio (registro de talla / sexo).

Con los datos de capturas obtenidos para cada lance se calculó la frecuencia de ocurrencia en número para cada especie (número de individuos de la especie en el lance sobre el número total de individuos de todas las especies en la campaña) y la frecuencia de ocurrencia en los lances (cantidad de lances en los que la especie fue capturada sobre la cantidad total de lances realizados). Se realizaron estimaciones de la abundancia relativa de las especies ícticas comerciales y no comerciales, expresada en términos de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, en kg / hora de arrastre) y de la densidad (en ton/mn^2) para el área de estudio. Con los datos de los muestreos biológicos se construyeron histogramas de distribuciones de frecuencias relativas de tallas separadas por sexos o en conjunto para las muestras con sexos indeterminados.

En la Tabla 10 se presenta la información general de los lances de pesca realizados. Del total de lances previstos se pudieron realizar efectivamente 8 lances, precisamente los localizados en la parte más profunda, en la cual por lo general el fondo es más llano y compuesto por arena, canto rodado y fango. En los sitios correspondientes a los lances más costeros, entre las isobatas de 10 y 50 m, las irregularidades del fondo imposibilitaron la maniobra de arrastre. La temperatura del agua en el área de estudio mostró una estructura vertical homogénea y osciló entre 12 y 12,6 ºC.

Tabla 10. Información detallada de los lances realizados con red de arrastre langostinera. Campaña El Fuerte Junio/Julio 2024.

Fecha	27-jun-24	1-jul-24	1-jul-24	1-jul-24	1-jul-24	1-jul-24	1-jul-24	1-jul-24
Lance	7	4	8	12	16	15	11	3
Latitud inicial	41°04,173	41°01,340	41°03,570	41°07,000	41°09,497	41°10,450	41°07,290	41°02,005
Longitud inicial	65°02,890	65°00,990	65°00,940	65°01,020	65°00,995	65°02,760	65°02,970	65°02,783
Latitud final	41°04,952	41°02,031	41°04,260	41°07,739	41°10,204	41°09,676	41°06,650	41°01,277
Longitud final	65°02,972	65°00,944	65°00,950	65°00,959	65°00,995	64°03,071	65°02,930	65°02,885
Hora inicial	9:19	9:17	9:54	10:49	11:33	12:20	14:06	15:25
Hora final	9:34	9:32	10:09	11:04	11:49	12:38	14:21	15:41
Tiempo de arrastre (min)	15	15	15	15	15	15	15	15
Profundidad inicial (m)	63	70,8	62,01	63	62,1	45	50	67

Profundidad final (m)	66,1	65,9	66,05	65,8	58,9	46	53,1	61
Veloc. arrastre (nudos)	3,0	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9
Rumbo	186	88	--	--	180	344	344	350
Cable filado popa (m)	225	250	225	225	225	175	175	175
Distancia recorrida (m)	1446	1281	1277	1368	1307	1492	1186	1356
Área barrida (m2)	13014	11529	11493	12312	11763	13428	10674	12204

La lista de especies capturadas y las capturas en peso por cada lance se presentan en la Tabla 11 y la Tabla 12, respectivamente. La captura estuvo compuesta por un total de 21 especies de peces (19 peces óseos y 2 cartilaginosos), la mayor parte de ellas especies costeras, incluyendo peces óseos de ambientes rocosos someros y peces cartilaginosos típicos de la ictiofauna de los golfos norpatagónicos. En los ocho lances realizados la captura total fue de 1245 individuos (= 155,9 kg) de todas las especies.

En cuanto a la frecuencia de ocurrencia en los lances de las especies con valor comercial, los lenguados, el pez gallo, el salmón de mar y la anchoíta, fueron las predominantes en todos los lances. El cocherito, la cabrilla y el testolín, fueron las predominantes entre las especies sin valor comercial. En cuanto a la ocurrencia en numerosidad, el cocherito fue la especie más abundante (74%) sobre el total de las demás especies capturadas.

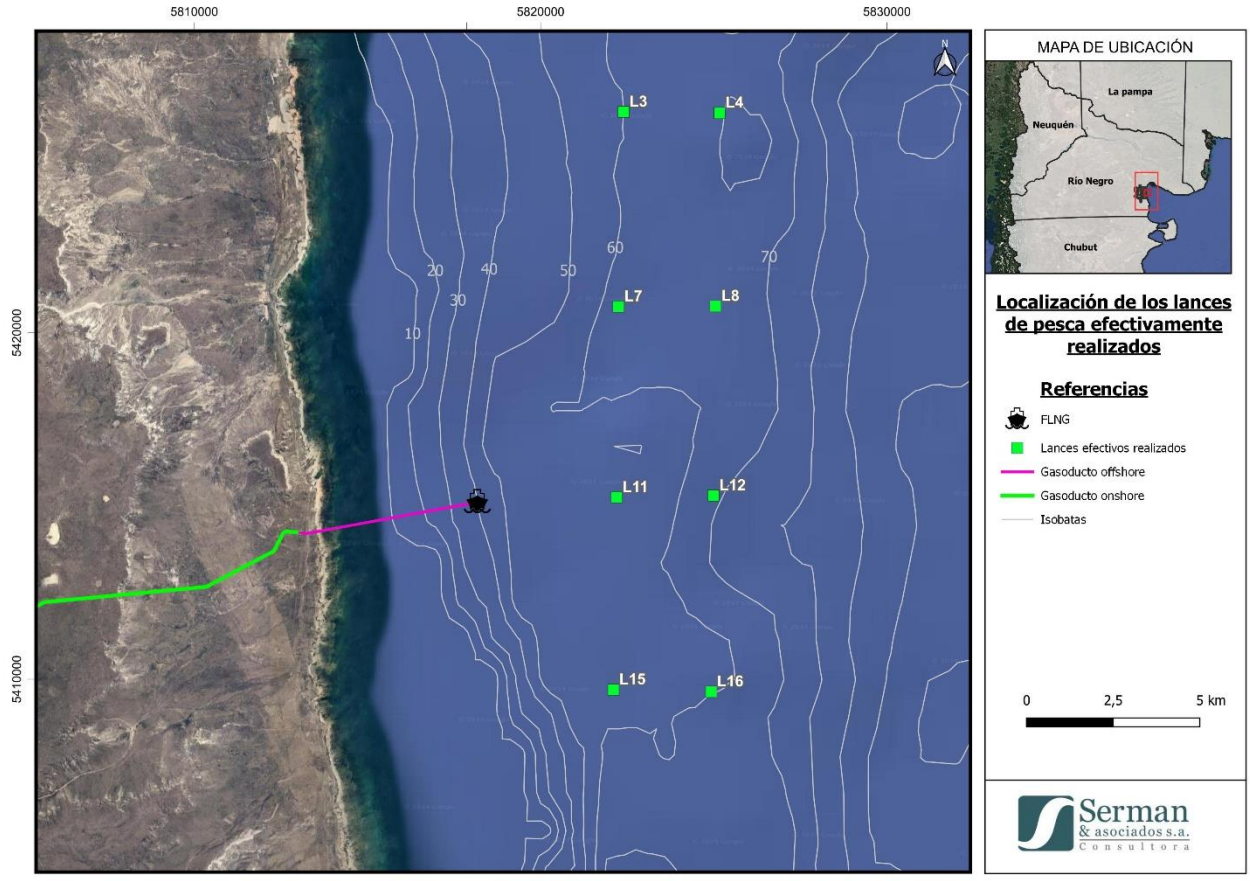


Figura 17. Localización de los lances de pesca efectivamente realizados. En blanco se presentan las líneas de isobatas cada 10 metros.

Tabla 11. Listado taxonómico de especies capturadas y frecuencia de ocurrencia.[2]

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Ocurrencia (% de ind.)	Ocurrencia (% de lances)
Merluza común	*Merluccius hubbsi*	Merluccidae	1,2%	25%
Salmón de mar	*Pseudopercis semifasciata*	Pinguipedidae	1,8%	63%
Pez gallo	*Callorhinchus callorhynchus*	Callorhinchydae	2,6%	88%
Lenguado isósceles	*Paralichthys isosceles*	Paralichthyidae	4,2%	100%
Lenguado patagónico	*Paralichthys patagonicus*	Paralichthyidae	0,6%	63%
Lenguado rasile	*Xistreuris rasile*	Paralichthyidae	0,7%	38%
Pez ángel	*Squatina guggenheim*	Squatinidae	0,1%	13%
Chucho	*Myliobatis goodei*	Myliobatidae	0,1%	13%
Besugo	*Sparus pagrus*	Sparidae	0,4%	25%
Trilla	*Mullus argentinae*	Mullidae	0,7%	13%
Cabrilla	*Pinguipes brasilianus*	Pinguipedidae	4,4%	50%
Cocherito	*Dules auriga*	Serranidae	74,1%	100%
Testolín rojo	*Prionotus nudigula*	Triglidae	1,8%	50%
Anchoita	*Engraulis anchoita*	Engraulidae	4,9%	63%
Acorazado	*Agonopsis chiloensis*	Agonidae	0,4%	25%
Lucerna	*Porichthys porosissimus*	Batrachoididae	0,2%	13%
Pampanito	*Stromateus brasiliensis*	Stromateidae	0,2%	13%
Jurel	*Trachurus lathami*	Carangidae	1,0%	13%
Escrófalo	*Sebastes oculatus*	Serranidae	0,2%	25%
Castañeta	*Nemadactylus bergii*	Cheilodactylidae	0,2%	25%
Chanchito	*Congiopodus peruvianus*	Congiopodidae	0,2%	13%

Tabla 12. Captura (en kg) de peces por especie en cada lance, CPUE y densidad en peso para el área de estudio.

Especies	Lances							
	7	4	8	12	16	15	11	3
Anchoita				0,3				
Merluza	1,6							1,7
Salmón	1,2	0,4		5,1	5,0	7,0	7,3	
Pez gallo	6,1	2,2		2,1		1,2	1,2	5,8
Lenguados	0,1	2,9	2,3	2,5	2,5	4,2	1,1	0,5
Pez ángel				1,9				
Chucho								26,5
Besugo				0,1		0,8		
Otros peces[3]	4,0	8,4	0,1	3,3	40,0	1,5	0,9	2,6
Peso total peces por lance	13,4	14,0	2,3	15,3	47,5	14,6	10,5	37,1
CPUE (kg/h)	53,4	56,1	9,3	61,1	190,0	58,5	42,0	148,4
Densidad (kg/mn2)	3518	4171	695	4256	13850	3738	3374	10424
Densidad (t/mn2)	3,52	4,17	0,70	4,26	13,85	3,74	3,37	10,42

[2] Nota: con fondo gris se consignan las especies sin valor comercial
[3] Nota: la categoría “Otros peces” reúne a las especies sin valor comercial

En el caso de las especies comerciales, las capturas estuvieron principalmente compuestas por un amplio espectro de tallas, con predominancia de estadios juveniles (Figura 18 y Figura 19). Para pez gallo, salmón de mar y lenguados también se registraron estadios adultos, pero en menor proporción. En el caso de las especies no comerciales, la mayor parte de las capturas estuvieron conformadas por todo el espectro de tallas, tanto juveniles como adultos (Figura 20).

La composición de la ictiofauna en el área de estudio fue la típica de los arrecifes rocosos norpatagónicos, con predominancia de peces óseos y, en menor medida, cartilaginosos (González 1993, Jeres et al. 2018). No obstante, resultó notable la escasa o nula presencia de algunas especies tales como mero *Acanthistius patachonicus* y besugo *Saprus pagrus*, las cuales habitualmente constituyen especies objetivo de la pesca deportiva embarcada en ambientes similares al prospectado, unos pocos kilómetros al norte del área de estudio. Esto podría deberse a la época del año, al rango batimétrico y/o, en menor medida, a la vulnerabilidad al arte de pesca. Estos interrogantes podrían ser aclarados a partir de otras prospecciones complementarias.

Como rasgo particular respecto de la composición comunitaria del área de estudio se destaca la abundancia y la estructura demográfica de cocherito *Dules auriga*, un serránido que hasta ahora no había sido detectado en niveles de abundancia tan altos en otros ambientes similares (González 1993). En el caso de otras especies, como el testolín rojo y la cabrilla, la abundancia y la estructura demográfica, se corresponden con registros de arrecifes localizados en el sector noroeste del golfo, pero en zonas someras (González 1993. Jeres et al. 2018).

La estructura demográfica de las capturas da cuenta de la importancia de estos ambientes como hábitat de crianza para varias especies de valor comercial (ej. lenguados, pez gallo) y otras especies sin valor comercial que forman parte de las comunidades ícticas regionales.

En resumen, esta primera prospección ha servido para generar información de base respecto de la composición del ensamble íctico y la estructura demográfica de las principales especies.

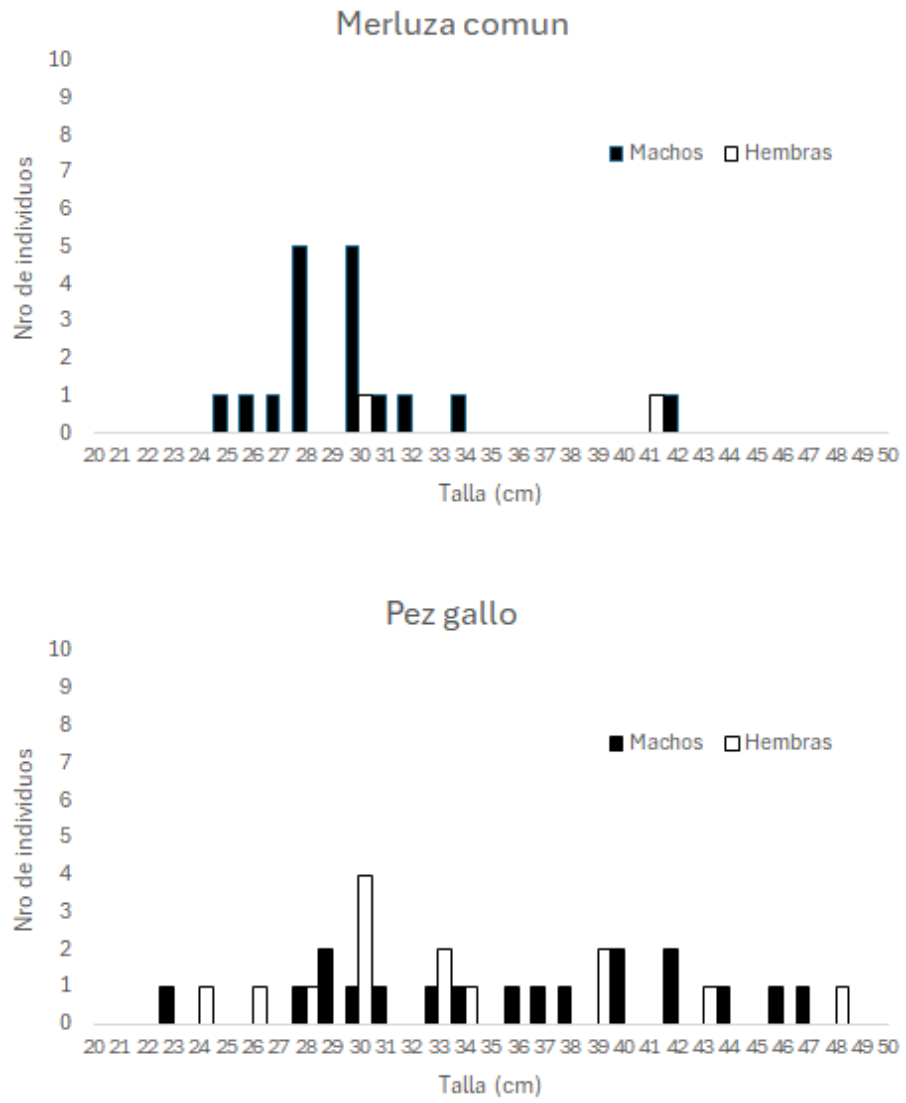


Figura 18. Distribución de tallas para las principales especies comerciales (merluza y pez gallo).

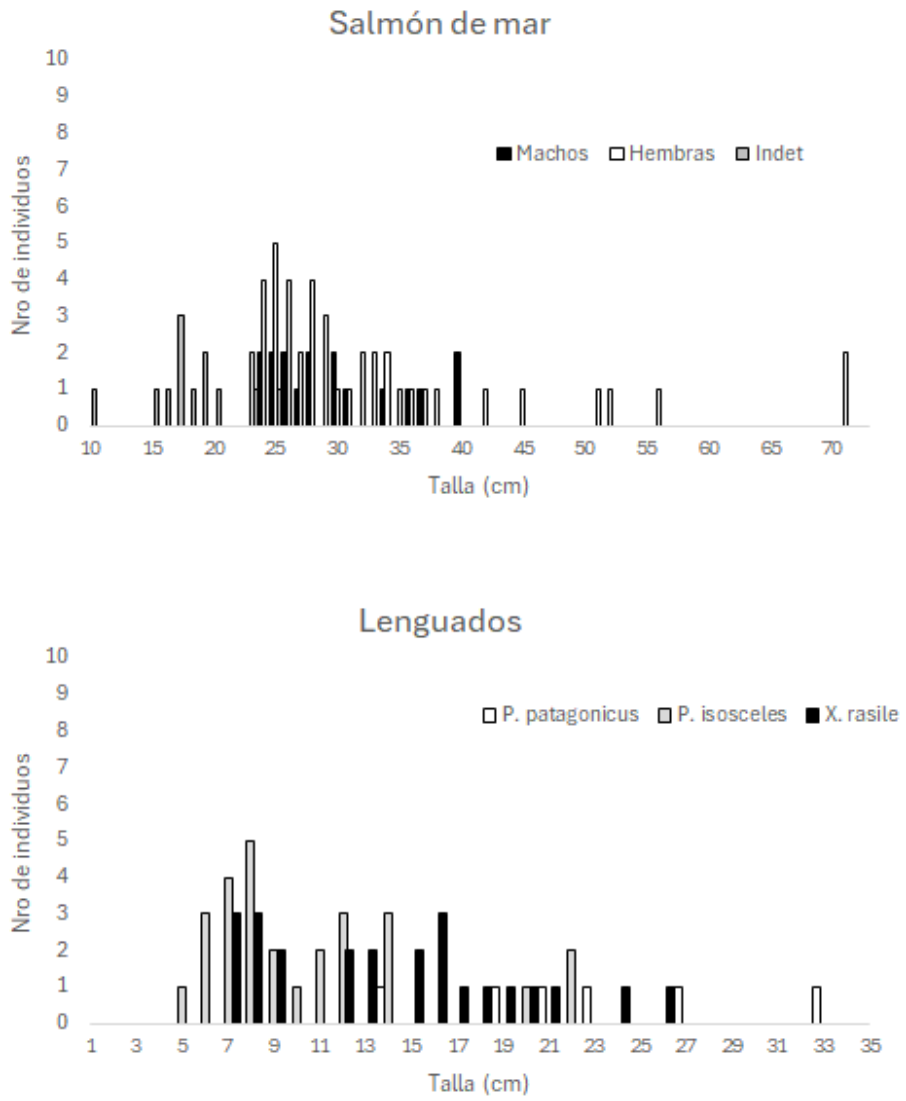


Figura 19. Distribución de tallas para las principales especies comerciales (salmón de mar y lenguados).

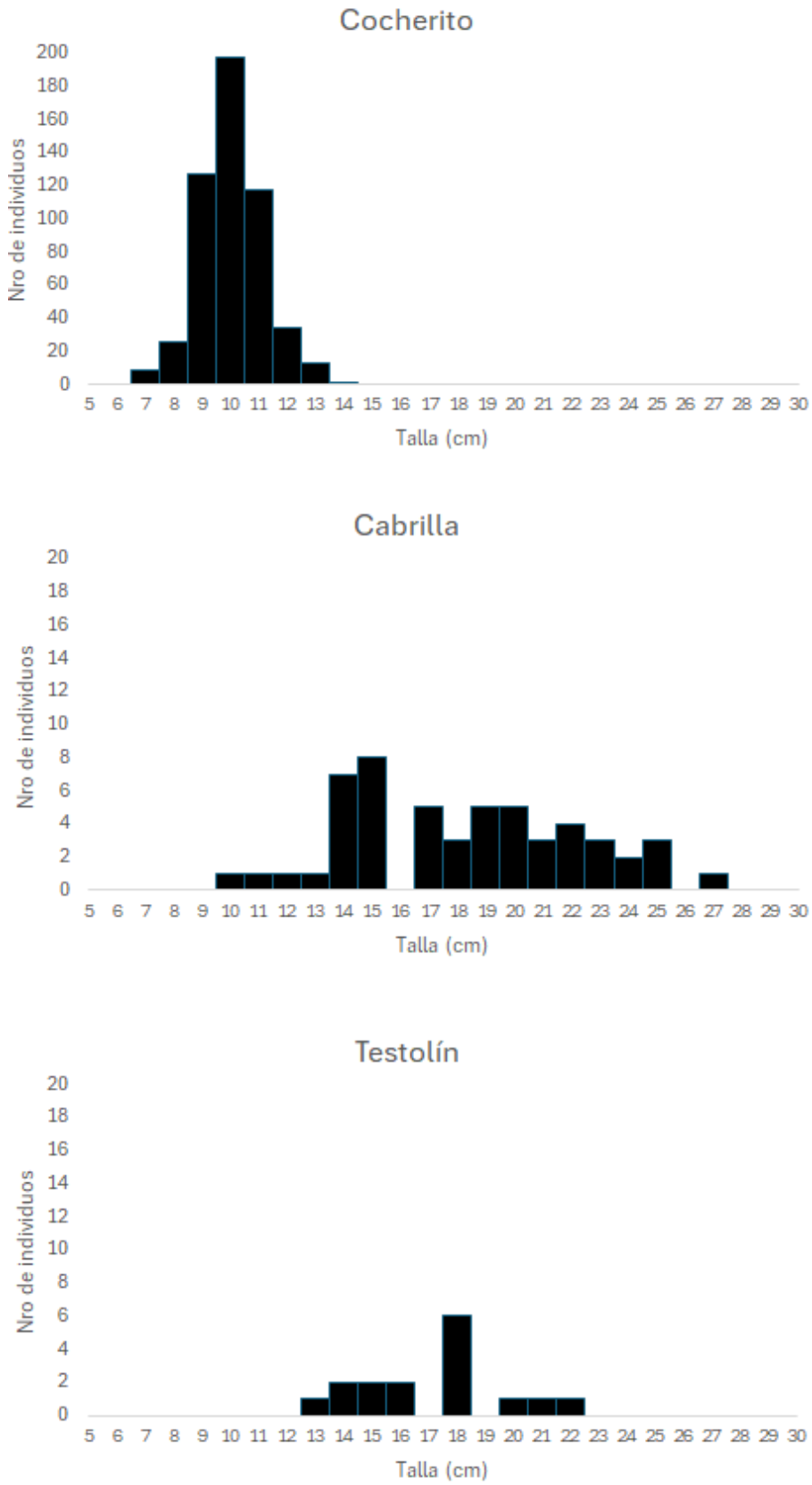


Figura 20. Distribución de tallas para las principales especies no comerciales.

2.5 MEGAFAUNA MARINA

2.5.1 Tortugas Marinas

2.5.1.1 Especies Presentes en el Área de Estudio

El Mar Argentino es área de alimentación y desarrollo de tres de las siete especies de tortugas marinas presentes en el mundo: tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga cabezona (*Caretta caretta*) y tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).

En el área del proyecto sólo existen registros en captura incidental por pesquerías y registro bibliográfico para ejemplares de tortuga verde y tortuga cabezona (De la Fuente, 1988; Frazier, 1984; Freiberg, 1945; González Carman et al., 2011) (Tabla 13 y Figura 21). Si bien no existen estudios puntuales de su presencia estacional en el área del proyecto, existen reportes de varamientos esporádicos de ejemplares de tortuga verde y cabezona en la zona de San Antonio Este (Com. Pers. Guillermo Svendsen).

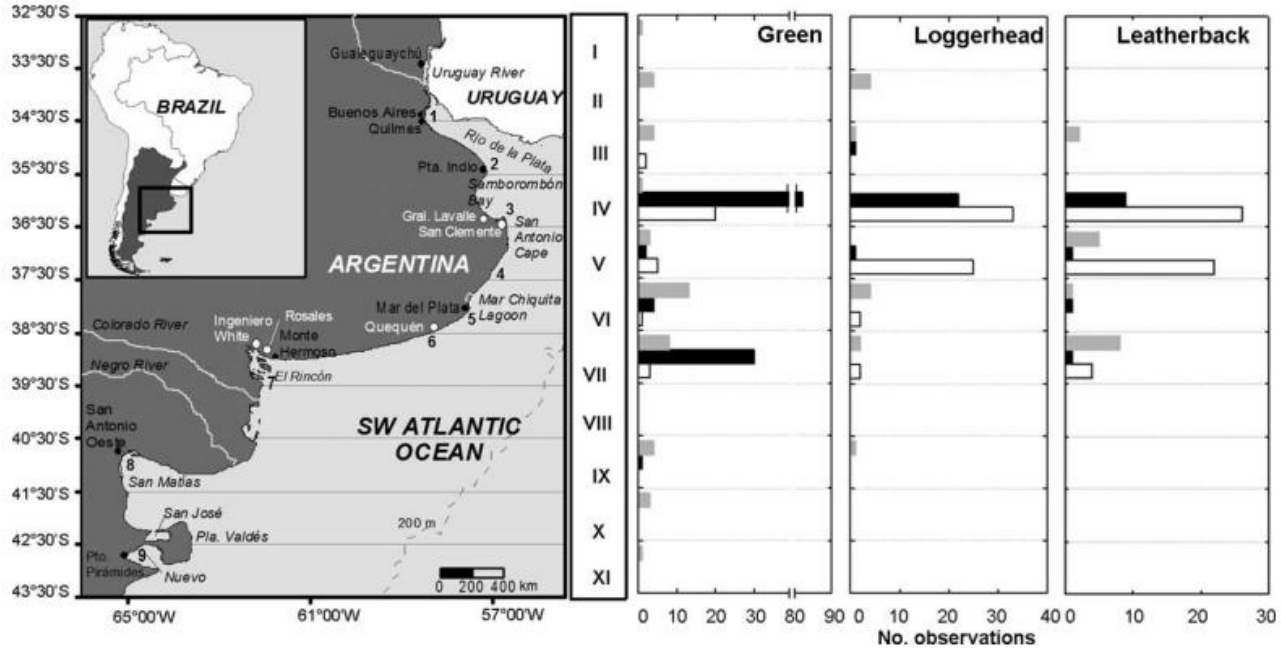


Figura 21. Distribución espacial de las tortugas verde, cabezona y laúd. Los registros se obtuvieron de entrevista a pescadores (barras negras), relevamiento de playas (barras blancas) y entrevistas al público (barras grises) (González Carman et al. 2011).

Tabla 13. Listado de especies de tortugas marinas presentes en el Golfo San Matías.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Presencia en el Área de Estudio
Testudines	Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tortuga verde	Sin registros
Testudines	Cheloniidae	*Caretta caretta*	Tortuga cabezona	Sin registros

En Argentina, la distribución espacio-temporal de las tortugas marinas está influenciada por la temperatura del mar (López-Mendilaharsu et al., 2009; Fossette et al., 2010a; González Carman et al., 2011; 2012). Aunque se han reportado varamientos y capturas incidentales en pesquerías a lo largo de casi 2800 km de costa, desde Gualeguaychú en la Provincia de Entre Ríos hasta Península Valdés en la Provincia de Chubut, estos eventos son más comunes en la Provincia de Buenos Aires, particularmente en el Río de la Plata, el Cabo San Antonio y la zona de El Rincón. Esto sugiere que las aguas del norte de la plataforma continental argentina son el principal hábitat de alimentación y desarrollo para estos reptiles (González Carman et al., 2011).

En esta región, la temperatura del mar varía entre 18 y 23 °C en verano y desciende a 8 °C en invierno, en contraste con las aguas más frías del sur de la plataforma (Lucas et al., 2005). La presencia de tortugas marinas se observa desde finales de la primavera hasta principios del otoño, indicando una marcada estacionalidad probablemente dictada por la baja temperatura del agua en invierno (8-10 °C) (González Carman et al., 2011; López-Mendilaharsu et al., 2009). En las áreas estuarinas de la costa bonaerense, estas especies son comunes debido a la alta productividad y la abundancia de medusas, moluscos y otros organismos que constituyen su dieta (Fossette et al., 2010b).

A partir de reportes de ejemplares varados o provenientes de la captura incidental en diferentes pesquerías, se pudo conocer que cada una de las especies arriban a nuestras aguas para alimentarse en distintos estadios del ciclo de vida (González Carman et al., 201). En el caso de la tortuga verde, sólo se han registrado individuos de tallas pequeñas correspondientes a un estadio juvenil temprano; recientemente reclutado del ambiente oceánico. Los juveniles de esta especie poseen un rango de peso de 3-10 kg. Para la tortuga cabezona se ha reportado un rango de tamaños más amplio, abarcando individuos juveniles, sub-adultos (grandes juveniles) y adultos que oscilan entre los 15 y 70 kg de peso. Para la tortuga laúd se han registrado mayormente animales sub-adultos y adultos de más de 200 kg de peso (González Carman et al., 2011).

2.5.1.2 Características Biológicas y Ecológicas de las Especies

Ciclo de vida

Las tortugas marinas habitan todos los océanos y mares del mundo. Al ser organismos ectotérmicos, su distribución se concentra principalmente en latitudes tropicales y subtropicales con aguas templadas. Solo el 1% de su vida transcurre en tierra, donde se reproducen, mientras que el resto ocurre en el mar, tanto en zonas oceánicas como costeras (Pritchard, 1997; Eckert et al., 2000). Estas tortugas son longevas y de crecimiento lento, migrando largas distancias para reproducirse o alimentarse, lo que las hace vulnerables a diversas amenazas (Bolten, 2003). Las áreas de anidación se encuentran ubicadas a miles de kilómetros de las zonas de alimentación de los adultos y juveniles. Estos desplazamientos han sido confirmados por estudios de seguimiento satelital, marcado y recaptura, y genética (Wallace et al., 2010a).

El ciclo de vida de las tortugas marinas consta de tres etapas: terrestre, oceánica y costera. Comienza en tierra, donde las hembras adultas anidan y ponen entre 80 y 200 huevos en la arena dependiendo de la especie (Van Burskirk y Crowder, 1994). Después de anidar varias veces durante la temporada, las hembras retornan al mar y migran hacia zonas de alimentación (Musick y Limpus, 1997; Bolten, 2003). Los huevos eclosionan tras 2 o 3 meses, y las crías se dirigen al mar, enfrentando numerosos depredadores en la playa. Solo unas pocas sobreviven para iniciar la etapa oceánica, que puede durar hasta 10 años (Musick y Limpus, 1997; Bolten, 2003) (Figura 22). Al culminar la etapa oceánica, las tortugas juveniles se dirigen a aguas más someras (menos de 200 m de profundidad) y adoptan dietas especializadas según la especie: herbívora para la tortuga verde y carnívora para la cabezona (Bjorndal, 1997; Witherington, 2002; Bolten, 2003; Boyle y Limpus, 2008). Permanecen varios años o décadas en esta etapa, migrando entre zonas de alimentación cálidas en invierno y templadas en verano (Musick y Limpus, 1997; Bolten, 2003). Cuando alcanzan la madurez sexual, el apareamiento ocurre en el agua, ya sea durante la migración hacia las playas de anidación o cerca de ellas (Musick y Limpus, 1997; Bolten, 2003).

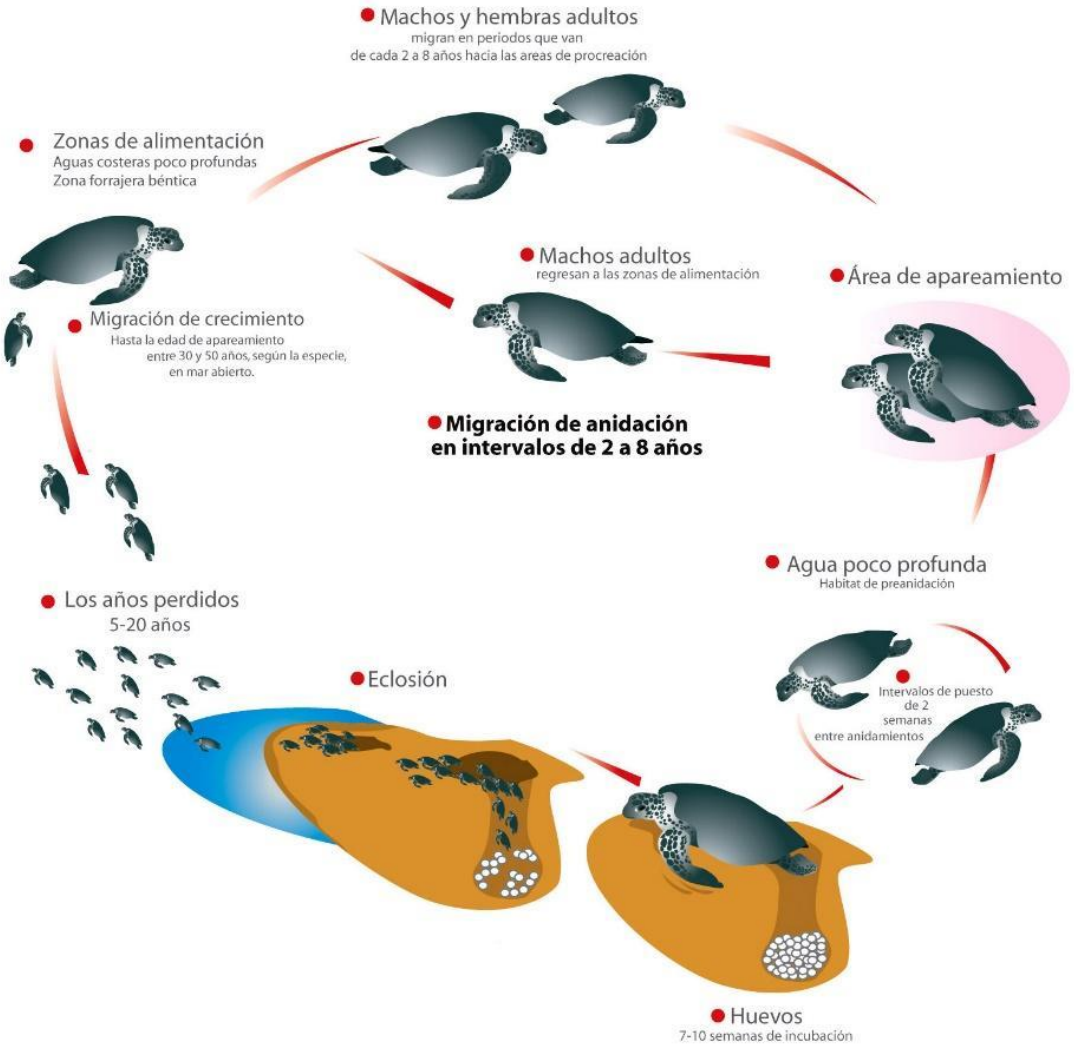


Figura 22. Ciclo de vida generalizado para todas las especies de tortugas marinas (Extraído de CIT, 2006).

Existen variaciones en el ciclo de vida de las tortugas marinas según la especie (Bolten, 2003). No obstante, todas las especies comparten dos características cruciales que tienen implicancias significativas para su manejo y conservación. Primero, las hembras adultas muestran una alta filopatría hacia la playa de anidación natal (FitzSimmons et al., 1997), es decir, regresan a la misma playa donde nacieron para desovar cada temporada reproductiva. Segundo, las zonas de alimentación de las tortugas son áreas de mezcla o stocks mixtos, donde convergen individuos de múltiples playas de anidación. Por lo tanto, cualquier factor que afecte negativamente a las tortugas en una zona de alimentación tendrá un impacto directo en varias colonias reproductoras, y viceversa; cualquier factor que afecte a una colonia reproductora específica repercutirá en diversas zonas de alimentación (Musick y Limpus, 1997; Bolten, 2003).

Amenazas

Las tortugas marinas han sido explotadas intensamente en sus áreas de reproducción para el consumo de carne y huevos (Seminoff, 2004), lo que ha resultado en una disminución drástica de algunas poblaciones (Broderick et al., 2002; 2006; McClenachan et al., 2006). Aunque la explotación comercial de tortugas marinas está actualmente prohibida en gran parte de su rango de distribución y se han implementado numerosas medidas de protección en las playas de anidación, las poblaciones aún no han recuperado sus niveles históricos. Las tortugas marinas enfrentan nuevas amenazas tanto en sus áreas de reproducción como de alimentación. La captura incidental en diversas pesquerías y la degradación de sus hábitats dificultan la recuperación de sus poblaciones, e incluso algunas especies están en peligro de extinción (Wallace et al., 2010b).

Se estima que la captura incidental afecta a más de 85.000 tortugas al año en todo el mundo, aunque esta cifra podría ser significativamente mayor debido a la falta de información sobre las pesquerías de pequeña escala y la ausencia de observadores en la mayoría de las flotas (Wallace et al., 2010b; Lewison et al., 2013). Las tasas más altas de captura incidental se registran en el Atlántico Sudoccidental, el Pacífico Este, el Atlántico Noroccidental y el Mediterráneo (Wallace et al., 2013a).

La degradación de los hábitats de anidación de las tortugas marinas se debe principalmente a la erosión costera, la presencia de depredadores introducidos y la contaminación lumínica. En sus zonas de alimentación, las principales amenazas son la contaminación por hidrocarburos y residuos sólidos como el plástico (Lutcavage et al., 1997). La contaminación por plásticos ya sea originada en tierra o en el mar por actividades marítimas, lleva a la ingesta accidental de estos materiales. La ingestión de grandes cantidades de plástico puede ser letal, aunque en la mayoría de los casos tiene efectos subletales, causando una dilución alimentaria que afecta el crecimiento y la supervivencia de las tortugas a largo plazo (McCauley y Bjorndal, 1999; Schuyler et al., 2013).

Otra amenaza antropogénica para las tortugas marinas es la colisión con embarcaciones y las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en los océanos. Estas actividades pueden provocar cambios de comportamiento o daños físicos, como el enredo en equipos sísmicos y la vulnerabilidad a cambios ambientales (Ecology, 2009; Nelms et al., 2016; Eguchi et al.).

Estas amenazas se desarrollan en un contexto de cambio climático global, cuyas consecuencias para las tortugas marinas están comenzando a ser estudiadas. Aunque las tortugas marinas están expuestas al cambio climático tanto en sus áreas de alimentación como de reproducción, la mayoría de las investigaciones se han centrado en las áreas de reproducción por razones logísticas. Uno de los principales efectos del cambio climático en las playas de anidación es el aumento del nivel del mar, que reduciría la disponibilidad de sitios adecuados para la construcción de nidos. Algunos estudios sugieren que al menos la mitad de las playas de anidación actuales podrían desaparecer con el aumento del nivel del mar, especialmente en islas o áreas sin protección costera (Witt et al., 2010). Además, el aumento de la temperatura global podría alterar la duración y el éxito de la incubación de los huevos, así como sesgar la proporción de sexos (Witt et al., 2010). En el mar, los efectos potenciales de los cambios en las corrientes, la temperatura o la distribución de presas sobre la dinámica de las poblaciones de tortugas aún son desconocidos (Hawkes et al., 2009). Un estudio reciente indicó que las poblaciones de tortuga laúd del Atlántico Sudoccidental son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático global (Fuentes et al., 2013).

2.5.1.3 Estados de Conservación

Todas las especies de tortugas marinas están incluidas en las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la mayoría de ellas en la categoría de En Peligro (Seminoff, 2004; Mortimer y Donnelly, 2008; Tiwari et al., 2013; Wallace et al., 2013b; Casale y Marcovaldi, 2015; Broderick y Patricio, 2019; Casale y Tucker, 2017).

En nuestro país, las tortugas no están exentas de estas amenazas. A partir de la Resolución MAyDS 1055/2013, se considera a las tortugas verde y cabezona como especies amenazadas.

En la Tabla 14 se presenta la categorización para IUCN a nivel global, Atlántico Sur y la categoría de lista roja en Argentina para las especies analizadas.

Tabla 14. Estado de conservación de las especies de tortugas marinas presentes en el área de estudio. EP: en peligro. A: amenazada. VU: vulnerable. LC: información insuficiente.

Nombre Científico	Nombre Común	MAyDS[4]	UICN Atlántico Sur	UICN global
Caretta caretta	Tortuga cabezona	A	LC	VU
Chelonia mydas	Tortuga verde	A	LC	EP

2.5.1.4 Instrumentos Legales para la Conservación

En los últimos años, gracias a la protección promovida por tratados internacionales, aunque a menudo de manera general, especies altamente migratorias con ciclos de vida complejos que abarcan diversos ambientes marinos han visto beneficios, como las tortugas marinas. Existen acuerdos e instrumentos internacionales que protegen directa e indirectamente a estas especies.

[4] Res. MAyDS 1055/13. Categorización de Reptiles y Anfibios de Argentina. http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/215000-219999/219633/norma.htm; 2. Casale, P. y Marcovaldi, M. 2015; 3. Casale et al., 2017; 4. Broderick, A. y Patricio, A. 2019.; 5. Seminoff, 2023; 3. Wallace et al., 2013b.

A nivel nacional y provincial, también existen políticas vinculadas con la protección de estos reptiles. Se detallan a continuación las normativas internacionales y nacionales que guardan relación directa o indirecta con la conservación de las tortugas marinas, abordando especialmente las dos principales amenazas que enfrentan: la captura incidental en actividades pesqueras y la contaminación por residuos sólidos de origen antrópico, tanto en tierra como en el mar, que pueden causar ingestión accidental y mortalidad de las tortugas.

En el ámbito provincial, se consideraron las normativas vigentes en las provincias de Buenos Aires y Río Negro, así como en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, dado que el rango de distribución de las tortugas se extiende desde el Río de la Plata hasta las aguas costeras de la Provincia de Río Negro.

Tabla 15. Normativa internacional relacionada directa o indirectamente con la conservación de las tortugas marinas

Normativa	Título/contenido
Ley 21.947/1979 (y su protocolo de 1996)	Convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias (LC 1972).
Ley Nacional 22.344/1982	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Todas las especies presentes en argentina se encuentran en el APENDICE I.
Ley Nacional 23.918/1991	Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (CMS).
Leyes Nacionales 23.919/1991 y 25.335/2000	Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, 1971).
Ley 24.089/1992	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78).
Ley Nacional 24.375/1994	Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).
Ley Nacional 24.543/1995	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR).
Ley Nacional 26.600/ 2010	Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). El objetivo de esta Convención es promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de los hábitats de los cuales dependen, basándose en los datos científicos más fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de los países Parte.

Tabla 16. Normativa nacional relacionada directa o indirectamente con la conservación de las tortugas marinas.

Leyes y Decretos	Resoluciones
22.421/1981: Ley de Fauna y su Decreto Reglamentario 666/1997.	CFP 3/2001: Encomienda al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) cuantificar la captura de reptiles, aves y mamíferos marinos.
24.922/1997: Régimen Federal de Pesca y su Decreto Reglamentario 748/1999. La	ex SAyDS 513/2007: Prohíbe la caza, captura, tránsito interprovincial, comercio en jurisdicción federal y la

Leyes y Decretos	Resoluciones
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPyA) del Ministerio de Agroindustria de la Nación (MINAGRO) es la Autoridad de Aplicación.	exportación de ejemplares vivos, productos y subproductos de la fauna silvestre, quedando incluidas en el Anexo I las tortugas marinas.
25.675/2002: Ley General del Ambiente. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) es la Autoridad de Aplicación.	Ex SAyDS 1.055/2013: Resolución de categorización de los anfibios y reptiles de la República Argentina.
25.916/2004: Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios. El MAyDS es la Autoridad de Aplicación.	

Bajo la órbita del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78) mencionado anteriormente, la Ordenanza 2/98 “Prevención de la Contaminación por Basuras desde Buques y Plataformas Costa Afuera, Rótulos, Planes de Gestión, Libro Registro de Basuras, Dispositivos Obligatorios y Certificado Nacional” de la Prefectura Naval Argentina (PNA) fue actualizada o enmendada a través de la Disposición DPAM RE2 - 2/2012, en la cual se adoptan tres resoluciones del Comité de Protección del Medio Marino (MEPC):

MEPC 201 (62): “Enmienda al Anexo V del Convenio MARPOL”, en el cual queda definido el término “basura”. Esta resolución se encuentra en el Anexo 13 del documento MEPC 62/24 de la Organización Marítima Internacional (OMI). Si bien el Convenio MARPOL consta de VI Anexos, la gestión de basura proveniente de buques se encuentra regulada específicamente en el Anexo V.

MEPC 219 (63): “Directrices de 2012 para la Implantación del Anexo V del Convenio MARPOL”. Esta resolución se encuentra en el Anexo 24 del documento 63/23/Add.1 de la OMI.

MEPC 220 (63): “Directrices de 2012 para la Elaboración de Planes de Gestión de Basuras”. Esta resolución se encuentra en el Anexo 25 del documento MEPC 63/23/Add.1 de la OMI.

Por su parte, el Régimen de la Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre (REGINAVE), aprobado por Decreto 4516/73 incorpora, mediante el Decreto 1.883/83 reglamentario de la Ley 22.190/80, el Título 8 “De la Prevención de la Contaminación proveniente de Buques”. En el artículo 2 de ese Decreto se designa a la PNA para proceder al dictado de las normas complementarias que sean necesarias, siendo pertinentes las Ordenanzas 2/98 y la 2/99 (Tomo 6 de la Dirección de Protección del Medio Ambiente). La Ordenanza 12/98 “Designación de Zonas de Protección Especial en el Litoral Argentino” menciona en su artículo 5 la prohibición de descargar basura de cualquier clase o en cualquier condición. Asimismo, en su artículo 8 se establece que las administraciones portuarias son las responsables de proveer los servicios, medios o sistemas que sean necesarios para recibir los residuos provenientes de los buques.

Tabla 17. Normativa provincial relacionada directa o indirectamente con la conservación de las tortugas marinas.

Provincia de Buenos Aires	Provincia de Río Negro
Ley de Pesca 11.477/1993: Ley Provincial de Pesca, cuya autoridad de aplicación es la autoridad de Pesca del Gobierno Provincial. Su Decreto Reglamentario es el 3237/1995	Ley de Pesca 1.254/1977: Ley Provincial de Pesca. Su Decreto Reglamentario es el 1315/1977. La Dirección de Pesca Continental es la Autoridad de Aplicación.
Ley de Ambiente 11.723/1995: Ley Integral del	Ley 3.379/2000: Adhesión a la Ley Federal de Pesca

Provincia de Buenos Aires	Provincia de Río Negro
Medio Ambiente y los Recursos Naturales. El Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) es la Autoridad de Aplicación.	24.922.
Ley 12.558/2000: Adhesión a la Ley Federal de Pesca 24.922.	Ley 4.417/2009: Instituye el Programa Provincial de Reducción y Sustitución Progresiva de las bolsas de polietileno, polipropileno u otra clase de material no biodegradable que proveen comercios para transporte de mercadería de los clientes. Incluye también la obligación de sustituir esas bolsas a nivel domiciliario. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia es la Autoridad de Aplicación.
Ley 13.592/2006: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Su Decreto Reglamentario es el 1.215/2010. El OPDS es la Autoridad de Aplicación.	Ley 5.004/2014: Establece los lineamientos, normas y procedimientos generales para la clasificación en origen de los Residuos Sólidos Urbanos que se generen dentro de las oficinas públicas en el territorio de la Provincia de Río Negro, con el fin de proteger el ambiente y la vida de la población. Entre otros objetivos plantea: desarrollar material para difundir en la población, respecto de los problemas ambientales que los residuos sólidos generan y cuáles son sus posibles soluciones para generar conciencia.
Resolución 1.142/2002: Crea el Registro Provincial de Tecnologías de Recolección, Tratamiento, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos. El OPDS es la Autoridad de Aplicación.	
Resolución 1.143/2002: Disposición de Residuos Sólidos Urbanos en rellenos sanitarios. El OPDS es la Autoridad de Aplicación.	
Resolución 86/2010: Resolución referente al programa de rescate de fauna, que incluye el rescate de tortugas marinas de las actividades pesqueras.	
Resolución 40/2011: Aprueba el procedimiento para la presentación del Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de su Programa Básico Preliminar, en los términos de la Ley 13.592 y su Decreto Reglamentario 1.215. El OPDS es la Autoridad de Aplicación.	

2.5.2 Aves Costeras y Marinas

2.5.2.1 Especies Presentes en el Área de Estudio

La alta productividad biológica (Carreto et al. 1974, Gagliardini y Rivas 2004, Rivas y Pisoni 2010, Williams et al. 2010) y la gran diversidad paisajística y ecológica (Curtolo 2004, González et al. 2010) que presenta el ambiente marino-costero del Golfo San Matías ofrece múltiples sitios de alimentación, descanso y re-aprovisionamiento, tanto para aves marinas residentes como migratorias como así también para otras aves acuáticas, playeras entre otras (Blanco y Canevari 1995, González 2005). Asimismo, provee zonas de nidificación para diversas especies de aves marinas y costeras, pertenecientes a las Familias Laridae (con 6 especies residentes), Phalacrocoracidae (1 especie residente), Haematopodidae (2 especies residentes), Ardeidae (3 especies residentes) (González 1996, González et al. 1998, González 2005, Yorio 2005, Yorio y Bertellotti 2005, Yorio et al. 2005, Lisnizer 2011, Seco Pon y Pereyra 2021), Charadriidae (2 especies residentes) (González 1996, Chebez 2005, González 2005), Spheniscidae (1 especie residente) (Schiavini et al. 2005, Luzenti 2014, Pozzi et al. 2015), Anatidae (1 especie residente) (Yorio y Bertellotti 2005), Accipitridae (3 especies residentes) (De Lucca et al. 2012a, b, De Lucca y Bertini 2015, De Lucca 2020), Cathartidae (2 especies residentes) (De Lucca 2016a, De Lucca et al. 2022a), Falconidae (3 especies residentes) (De Lucca 2014, De Lucca et al. 2015, De Lucca 2016b, De Lucca et al. 2022b), Psittacidae (1 especie residente) (Masello y Quillfeldt 2002, 2005a,b, Masello et al. 2006) y Hirundinidae (1 especie residente) (Masello y Quillfeldt 2002, De Lucca 2016a).

Al este, el Golfo San Matías se comunica con las aguas de la Plataforma Continental Argentina por una boca de 64 millas náuticas de ancho. La importancia de las aguas comprendidas en la plataforma no está solamente vinculada con su extensión, sino también con elevada productividad (Sherman et al. 1992, Acha et al. 2004), lo que hace que sea utilizada como área de alimentación por un importante número de predadores tope marinos que se reproducen en otros sectores costeros del litoral marítimo patagónico, así como también en islas oceánicas alejadas del Océano Austral, Australia, Nueva Zelanda y el Atlántico Este, los cuales viajan distancias muy largas para alimentarse allí (Croxall y Wood 2002, Favero y Silva Rodríguez 2005, Seco Pon y Tamini 2013, Seco Pon et al. 2015).

En el área del proyecto unas 59 especies de aves utilizan la misma durante algún momento de su ciclo anual (Tabla 18). Las aves marinas presentes en el área incluyen representantes de los cinco órdenes conocidos: Procellariiformes, Sphenisciformes, Pelecaniformes, Suliformes y ciertas familias entre Charadriiformes. Tan solo 9 especies de las 79 especies de Procellariiformes que existen están presentes en el área del proyecto. Alrededor de 25% de las especies Charadriiformes conocidas (127 especies) están presentes en el área del proyecto. Un bajo número de especies en pingüinos (1 especie sobre un total de 17 especies) y en Suliformes (3 especies sobre un total de 62 especies) están presentes en el área del proyecto. El área del proyecto contiene 44,4% de las especies de Procellariiformes (albatros y petreles) y 100% de las especies de Sphenisciformes (pingüinos) con algún grado de amenaza (BirdLife International 2024). Entre los Procellariiformes, las dos especies de albatros presentes en el área del proyecto se encuentran amenazados (e.g. Thalassarche chrysostoma y T. melanophris). En cambio, el área del proyecto contiene 43% de las especies de petreles con algún grado de amenaza (e.g. *Procellaria cinerea*, *P. aequinoctialis* y *Ardenna gravis*). Entre los Sphenisciformes, la única especie de pingüinos en el área del proyecto presentan estados de conservación amenazados (e.g. *Spheniscus magellanicus*). Entre los Charadiiformes, tan solo dos especies presentes en el área del proyecto presentan un estado de conservación amenazado; esta es *Larus atlanticus* y *Calidris canutus*. Entre los Suliformes las especies de cormoranes presentes en el área del proyecto no presentan estados de conservación amenazados (BirdLife International 2024).

La ocurrencia de las especies identificadas en el área de estudio está basada en distintas fuentes: por un lado de la base de datos de distribución de aves del mundo de Birdlife International y el Handbook of the Birds of the World (2020), avistamientos de individuos producidos desde una variedad de plataformas, incluidas embarcaciones de investigación (Curcio et al. 2017), embarcaciones pesqueras (Gandini et al. 1994, Yorio y Caille 1999, Savigny et al. 2005), así como también a partir de individuos equipados con transmisores satelitales (Copello et al. 2013, 2020, Paz et al. 2021, entre otros). En tercer lugar, se han consultado registros disponibles acerca de la nidificación de especies de aves marinas en sectores costeros del norte de Argentina (Yorio et al. 1998, Frere et al. 2005, Schiavini et al. 2005, Yorio et al. 2005, Yorio 2005, de la Peña 2015, Povedano 2016, Seco Pon y Pereyra 2021).

Un total de 13 especies nidifican en el área del proyecto. En el caso de las aves marinas los sitios reproductivos están incluidos en las áreas protegidas presentes en el golfo (Figura 23).

Tabla 18. Listado de especies de aves presentes en el área estudio.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Presencia
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche chrysostoma*	Albatros cabeza gris	Rara
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche melanophris*	Albatros ceja negra	Permanente
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes halli*	Petrel gigante del norte	Permanente
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes giganteus*	Petrel gigante del Sur	Permanente
Procellariiformes	Procellariidae	*Procellaria aequinoctialis*	Petrel mentón blanco	Permanente
Procellariiformes	Procellariidae	*Pterodroma arminjoniana*	Petrel de Trinidad	Rara
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna grisea*	Pardela oscura	Frecuente
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna gravis*	Pardela cabeza negra	Permanente
Procellariiformes	Procellariidae	*Puffinus puffinus*	Pardela boreal	Ocasional
Sphenisciformes	Spheniscidae	*Spheniscus magellanicus*	Pingüino de magallanes	Permanente
Charadriiformes	Stercorariidae	*Catharacta chilensis*	Escúa chilena	Permanente
Charadriiformes	Stercorariidae	*Stercorarius parasiticus*	Salteador chico	Ocasional
Charadriiformes	Stercorariidae	*Stercorarius antarticus*	Escúa parda	Ocasional
Charadriiformes	Laridae	*Larus atlanticus*	Gaviota de Olrog	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota cocinera	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Larus cirrocephalus*	Gaviota capucho gris	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Larus maculipennis*	Gaviota capucho café	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Gaviotín pico grueso	Frecuente
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Gaviotín real	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Gaviotín pico amarillo	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus scoresbii*	Gaviota gris	Ocasional
Charadriiformes	Laridae	*Rynchops niger*	Rayador	Permanente
Charadriiformes	Laridae	*Sterna trudeaui*	Gaviotín lagunero	Permanente
Charadriiformes	Chionidae	*Chionis albus*	Paloma antártica	Permanente

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Tipo de Presencia
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius falklandicus*	Chorlito doble collar	Permanente
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius modestus*	Chorlito pecho canela	Ocasional
Charadriiformes	Charadriidae	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo cabezón	Permanente
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis dominica*	Chorlo pampa	Ocasional
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo ártico	Ocasional
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero común	Permanente
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus ater*	Ostrero negro	Permanente
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero común	Permanente
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Tero real	Permanente
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playerito blanco	Ocasional
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playerito unicolor	Ocasional
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero rojizo	Ocasional
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	Playerito rabadilla blanca	Ocasional
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa haemastica*	Becaza de mar	Ocasional
Charadriiformes	Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Falaropo común	Ocasional
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoi chico	Ocasional
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pitotoi grande	Ocasional
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo atriceps*	Cormorán imperial	Permanente
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo magellanicus*	Cormorán cuello negro	Permanente
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Biguá	Permanente
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	Permanente
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza mora	Permanente
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garcita bueyera	Permanente
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garcita blanca	Permanente
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza bruja	Permanente
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Cuervillo de cañada	Permanente
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria austral	Ocasional
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco austral	Permanente
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	Permanente
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps occipitalis*	Macá plateado	Permanente
Podicipediformes	Podicipedidae	*Rollandia rolland*	Macá común	Permanente
Psittaciformes	Psittacidae	*Cyanoliseus patagonus*	Loro barranquero	Permanente
Chatartiformes	Chatartidae	*Coragyps atratus*	Jote cabeza negra	Permanente
Anseriformes	Anatidae	*Lophonetta specularioides*	Pato crestón	Permanente

2.5.2.2 Características Biológicas y Ecológicas de las Especies

Ciclo de vida

En este apartado nos centraremos en las aves marinas, las cuales, debido a la localización del proyecto, serán las que presenten un mayor grado de interacción.

Las aves marinas presentes en el área del proyecto son animales longevos y de crecimiento lento. Tal es así que los rasgos de la historia de vida en algunos taxones de aves marinas a menudo se denominan extremos; por ejemplo, los albatros y los petreles de gran tamaño muestran una esperanza de vida extrema y altas tasas de supervivencia de los adultos, madurez sexual diferida, tamaño de nidada pequeño (i.e. un huevo, y algunas especies bianuales) y un período prolongado de cría de pichones (del Hoyo et al. 1992, Warham 1996, Schreiber y Burger 2002).

En líneas generales, a lo largo del ciclo de vida de las aves marinas de hábitos costeros presentes en el área del proyecto, aquellas residentes se desplazan cortas distancias para alimentarse, estando localizadas sus áreas de alimentación en zonas costeras, mientras que aquellas aves marinas con hábitos pelágicos que provienen de sitios más distantes (islas subantárticas, Australia, Nueva Zelanda y Atlántico Este) migran largas distancias para alimentarse, estando localizadas sus áreas de alimentación tanto en zonas oceánicas como costeras.

Una muy baja proporción del ciclo de vida de las aves marinas transcurre en el ambiente terrestre donde se reproducen. Es en estas áreas donde también transcurre el cambio de plumaje o muda de las aves, la cual tiene lugar una vez al año generalmente (Warham 1996, Schreiber y Burger 2002). Para las aves marinas de hábitos costeros presentes en el área del proyecto, sus áreas de nidificación se localizan en ambientes costeros, como islas o islotes (Figura 23), mientras que, para el componente de aves marinas pelágicas, dichas áreas se localizan en ambientes oceánicos, como islas o archipiélagos. Una elevada proporción de las especies presentes en el área de estudio (69%) nidifica en sitios localizados dentro de la Zona Económica Exclusiva de Argentina.

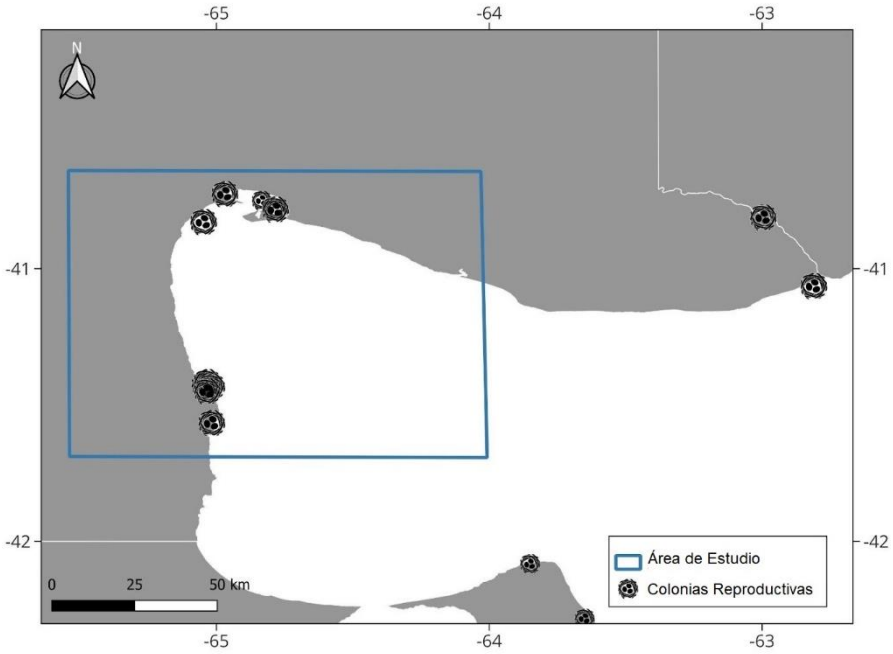


Figura 23. Localización de sitios reproductivos de aves en el área de estudio. Fuente: elaboración propia.

Las aves marinas de hábitos costeros realizan migraciones entre sus áreas de alimentación y reproducción que se encuentran en el orden de los cientos de kilómetros, mientras en el caso de las aves marinas de hábitos pelágicos las migraciones oscilan entre los cientos o miles de kilómetros. Estudios de seguimiento satelital, así como también estudios de marcado y recaptura han permitido corroboran estos desplazamientos o migraciones (Arata et al. 2009, Falabella et al. 2009, Pütz et al. 2009, Quintana et al. 2009).

Dos etapas marcan el ciclo de vida de las aves marinas presentes en el área de estudio: marino-costera (en el caso de aves con hábitos costeros) y terrestre y oceánica (en el caso de aves con hábitos pelágicas) (Warham 1996, Schreiber y Burger 2002, Mariano-Jelicich et al. 2021). Es el ambiente terrestre donde se inicia el ciclo de vida ya que es allí donde ocurre la puesta y la eclosión de los huevos. La reproducción de manera gregaria es el modo de reproducción general de las aves marinas presentes en el área de estudio. Para estas especies el modo de reproducción es anual, en colonias cuya densidad es variable, y con un ciclo reproductivo cuya duración puede oscilar entre los 6 y 9 meses. Predomina el sistema de apareamiento monógamo en las aves marinas presentes en el área de estudio. El arribo de las aves a los sitios de nidificación con el fin de construir o reutilizar nidos en sustratos variables (e.g. arena, roca, hielo, suelo desprovisto de material alguno, etc.) y empollar sus huevos marca el inicio de la temporada reproductiva. Para las aves presentes en el área de estudio, el tamaño de nidada es variable, desde por ejemplo un huevo (albatros, petreles y algunas especies de pingüinos), 2 huevos (pingüinos) y hasta 3 y 4 huevos (gaviotas, gaviotines, cormoranes) (del Hoyo et al. 1992, Schreiber y Burger 2002). En líneas generales, la puesta de huevos de las aves presentes en el área de estudio ocurre en la primavera austral. En líneas generales, la eclosión de los huevos de las aves marinas sucede luego de 3 o 4 meses de incubación. Es sabido que los pichones de aves marinas son nidícolas, esto es permanecen en sus nidos al cuidado de sus parentales hasta alcanzar su emancipación.

Existen mecanismos relacionados con la asimetría en el tamaño de los huevos y la asincronía en la puesta que pueden conducir a tasas de supervivencia empobrecidas para el último de los pichones en eclosionar, si la variabilidad ambiental es desfavorable. Esto es particularmente cierto para aquellas aves marinas que eclosionan más de un huevo (Schreiber y Burger 2002, Boersma 2008). El periodo de cría de los pichones en las aves marinas presentes en el área de estudio varía desde algunas semanas, i.e. cuatro semanas en algunos Charadiiformes hasta más de un año, i.e. en algunos Sphenisciformes. Aspectos morfológicos, ecológicos y/o del ciclo de vida (como la masa corporal del adulto, el rango de alimentación y/o filogenia, entre otros aspectos) podrían afectar la duración del período de cría de los pichones (Dobson y Jouventin 2007). En líneas generales, los pichones eclosionan a fines de la primavera o a principios del verano austral, finalizando a principios de otoño. Durante dicho periodo del ciclo de vida de las aves presentes en el área de estudio, las aves adultas de ambos sexos se alternan en el cuidado de los huevos y de pichones. Luego de dicho periodo, los adultos atraviesan una muda de su plumaje (aunque cabe aclarar que no en todas las especies sucede), y dependiendo de la especie, esta muda es completa o parcial y de manera abrupta o gradual; luego los adultos retornan al mar (del Hoyo et al. 1992, Warham 1996, Schreiber y Burger 2002).

En las aves marinas presentes en el área de estudio, la gran mayoría de sus pichones logran sobrevivir e iniciar la etapa costera u oceánica, dependiendo de los hábitos de las especies. El tiempo que las aves juveniles transcurren fuera de sus áreas de nidificación varía entre especies, pudiendo alcanzar hasta 10 años en algunas especies (del Hoyo et al. 1992, Warham 1996, Schreiber y Burger 2002). Una vez finalizada la etapa costera u oceánica, las aves juveniles presentes en el área de estudio comienzan sus desplazamientos pre-reproductivos con destino a áreas reproductivas. Durante el transcurso de dicha etapa (oceánica o costera dependiendo del grupo de aves marinas considerado), las técnicas de alimentación de las aves juveniles se condicen con aquellas de las aves adultas. En líneas generales, las aves juveniles permanecen varios años, incluso décadas, alimentándose y creciendo en ambientes fuera de sus áreas de nidificación hasta alcanzar la madurez sexual. Es en esta etapa en la cual las aves realizan extensas migraciones entre zonas de alimentación. Al momento de lograr la madurez sexual, tanto el cortejo como el apareamiento transcurren en tierra, en adyacencias a las colonias (del Hoyo et al. 1992, Warham 1996, Schreiber y Burger 2002). Las aves presentes en el área de estudio regresan a sus colonias conforme progresa la primavera austral. Aves marinas de hábitos costeros (por ejemplo, las gaviotas, gaviotines, escúas) intentan reproducirse y completar este ciclo anualmente. Mientras que aquellas de hábitos oceánicos (por ejemplo, albatros, petreles o algunos pingüinos), con temporadas reproductivas más largas, se reproducen bianualmente o dos veces cada tres años. Al finalizar el periodo reproductivo, la mayoría de las aves presentes en el área de estudio se desplazan o migran a áreas de invernada; los patrones de migración pueden abarcar una gran variedad de estrategias, duración y distancias recorridas (del Hoyo et al. 1992, Warham 1996, Schreiber y Burger 2002).

Ecología

Considerando una aproximación morfológica y ecológica, las aves marinas presentes en el área de estudio componen un grupo muy heterogéneo, cuyo rango de tamaño corporal varía desde muy pequeño (por ejemplo 30 g de peso y 30 cm de envergadura) hasta muy grande (por ejemplo 13 kg de peso y más 3 m de envergadura). En materia de técnicas de alimentación incluye desde planctívoros hasta depredadores y carroñeros ápice. En cuanto al uso del espacio marino engloba especies que utilizan áreas de alimentación restringidas hasta otras que se alimentan en toda la región circumpolar o que tienen distribución pantropical. Finalmente incluye desde especies residentes hasta aves marinas migratorias transecuatoriales que viajan grandes distancias a través de varios sistemas o cuencas oceanográficas (Brooke 2002, Oro y Martínez-Abraín 2004).

Las familias a las cuales pertenecen las aves marinas presentes en el área de estudio no solo se encuentran en las costas u océanos Atlántico o Pacífico, todas menos 1 familia de aves marinas pueden ser registradas en ambos hemisferios. La excepción corresponde a la Familia Spheniscidae (excepto algunos nidos de pingüinos de Galápagos ubicados justo al norte del ecuador) restringidos a latitudes altas en el sur (Carboneras 1992, Martínez 1992, Nettleship 1996).

El dimorfismo sexual en las aves marinas presentes en el área del proyecto es leve. Dependiendo del grupo de aves marinas, los machos de algunas especies o grupos de aves tienden a ser más grandes, en términos corporales, que las hembras. Ejemplo de esto ocurre en algunas especies de pingüinos, albatros del género *Diomedea* y petreles gigantes del género *Macronectes* (Croxall 1995, Onley y Scofield 2007, Shirihai 2008). Sin embargo, existen casos en donde las hembras son morfológicamente más grandes que los machos; esto se denomina dimorfismo sexual reverso. Una elevada fidelidad a la pareja es una característica intrínseca de las aves marinas, aunque existen excepciones (del Hoyo et al. 1992, Warham 1996, Schreiber y Burger 2002).

La estructura y material utilizado para la confección de los nidos varía entre grupos de aves marinas (De la Peña 2015). Acantilados, islas e islotes alejadas de predadores, hasta cavidades son algunos ejemplos de la fisonomía de los sitios donde las aves marinas emplazan sus nidos. Las aves marinas presentes en el área de estudio forman colonias numerosas que pueden llegar a incluir millones de individuos (Paleczny et al. 2015). Los tamaños poblacionales de estas aves marinas oscilan desde algunos cientos de pares reproductivos (por ejemplo, *Larus atlanticus*: 2400 pares), hasta algunos millones de individuos (e.g. *Spheniscus magellanicus*: 1.000.000 pares; *Thalassarche melanophris*: 1.600.000 pares). A través de restos alimenticios, carcasas de pichones y adultos, mortalidad de huevos, guano y altas densidad de ectoparásitos asociados, las colonias de aves marinas aportan energía y biomasa a la red alimentaria terrestre (Polis y Hurd 1996). La contribución del guano de las aves marinas trae aparejado grandes cantidades de materia orgánica, tanto en el suelo de las colonias como en áreas marinas de acceso restringido como ensenadas, bahías o estuarios, que potencialmente puede afectar la composición y la densidad de comunidades locales de flora y fauna (Powell et al. 1991).

Las aves marinas presentes en el área de estudio abarcan casi todos los niveles tróficos de la red alimentaria marina (Forero et al. 2002, Mariano-Jelicih et al. 2017, Weiss et al. 2009). Las adaptaciones que presentan las aves las tornan aptas para atrapar y manipular diferentes tamaños y tipos de presas, incluyendo presas en la columna de agua con capacidades de buceo extremas. Estas adaptaciones a los diversos estilos de vida se ven reflejadas en la diversidad de picos, patas y tamaños corporales, los que en su conjunto les permite a las aves nadar y bucear con las patas palmadas o las alas para impulsarse en el medio acuático (Raikow et al. 1988, Maddock et al. 1994). Entre las adaptaciones fisiológicas, cabe destacarse (a) la presencia de glándulas salinas o nasales, situadas en depresiones poco profundas alrededor de la órbita, por encima del ojo, que ayudan a sobrellevar una dieta sobrecargada de sal; b) la excelente capacidad de buceo de muchas especies, que se basa en una combinación de metabolismo aeróbico y anaeróbico; y (c) la capacidad para afrontar largos periodos de ayuno en momentos particulares del ciclo anual, entre otros (Raikow et al. 1988, Maddock et al. 1994).

Las aves marinas presentes en el área desarrollan sus actividades tanto durante las horas del día o de la noche, y estos hábitos alimenticios probablemente hayan evolucionado en respuesta al comportamiento de sus presas (del Hoyo et al. 1992, Warham 1996, Schreiber y Burger 2002). Peces, crustáceos y moluscos y/o plancton representan las principales presas en la dieta de las aves marinas. Actualmente algunas especies han incorporado residuos sólidos de origen antropogénico en su espectro trófico (del Hoyo et al. 1992, Schreiber y Burger, 2002). En el área de estudio los métodos de forrajeo de las aves marinas allí presentes incluyen técnicas de alimentación variable, a saber: buceador (pingüinos, petreles de mediano tamaño, cormoranes), carroñero (petreles de gran tamaño, algunas gaviotas y palomas antárticas), zambullidor superficial (albatros y petreles de gran tamaño), y clepoparásito (algunas escúas y aves fragata). En líneas generales, peces pequeños, cefalópodos (principalmente calamares) y crustáceos (principalmente krill) constituyen las principales presas de estas aves marinas (Schiavini et al. 2005, Frere et al. 2005, Yorio et al. 2005, Mariano-Jelicich et al. 2011). Las aves pelágicas como albatros y algunas especies de petreles presentes en el área localizan sus presas de manera muy eficiente con la vista y el olfato, cubriendo vastas extensiones marinas (Quintana y DellÁrciprete 2002, Falabella et al. 2009, Copello et al. 2013, Blanco et al. 2015, Paz et al. 2019). Mediante zambullida superficial, persecución subacuática y buceo superficial, estas aves capturan peces, crustáceos y calamares. Hay dos especies de petreles gigantes carroñeros en el área de estudio (Narosky e Yzurieta 2010). Los pingüinos son las aves buceadoras más especializadas que presentan las modificaciones más extremas (e.g. capa densa de plumas impermeables, alas cortas modificadas como remos, modificación de la microestructura ósea de las alas). Peces, crustáceos y calamares representan las principales presas de estas aves (Boersma y García-Borboroglu 2015, Yorio et al. 2017). Las aves buceadoras más grandes están representadas por los pingüinos del género *Aptenodytes* spp. y exhiben habilidades de buceo excepcionales. El cleptoparasitismo es otra técnica de alimentación particular entre las aves marinas (Rothschild y Clay 1952). Ciertas aves como las escúas y las fragatas pueden ser cleptoparásitos especializados en algún momento del año.

La segregación sexual consiste en la separación de individuos de diferentes sexos dentro de una misma especie y ocurre en las aves marinas. Una segregación social o una de hábitat componen dicha segregación y la misma puede suceder a diferentes escalas espaciales, composición dietaria y nivel trófico (Phillips et al. 2004, Wearmouth y Sims 2008). La segregación social incluye a especies que forman grupos de un solo sexo (i.e. establecimiento de jerarquías de dominación, aprendizaje de habilidades de lucha) o evitación social (i.e. para la agresión inter-sexual como las hembras durante el parto) (Main y Du Toit 2006, Wearmouth y Sims 2008). Mientras que la segregación del hábitat ocurre cuando los sexos difieren en el uso del entorno espacial y físico (Conradt 2005, Wearmouth y Sims 2008). Varias especies de aves marinas presentes en el área de estudio exhiben cierto grado de segregación sexual del hábitat mixta; las evidencias están basadas en individuos instrumentados con dispositivo de rastreo. Por ejemplo, en el Albatros ceja negra *Thalassarche melanophris*, Paz et al. (2021) no encontró efecto del sexo en la segregación del hábitat de individuos adultos e inmaduros durante el periodo invernal. En cambio, Forero et al. (2002), utilizando el análisis de isótopos estables de C y N en sangre de pingüinos de Magallanes machos y hembras adultos durante la temporada reproductiva, reveló diferencias a nivel sexual y de clase etaria en los valores de δ15N y δ13C, indicando mayores valores de ambos isótopos en machos adultos en comparación con las hembras, y menores valores de δ15N en aves juveniles (Forero et al. 2002). Silva y colaboradores (2014) reportan la ausencia de diferencias a nivel sexual en la composición de la dieta de individuos adultos al final de la temporada reproductiva empleando plumas. Las relaciones de los isótopos antes mencionados en tejido óseo evidenciaron en cambio un enriquecimiento en los valores de δ13C en machos comparados con las hembras. Se postula la existencia de un uso diferencial de recursos a nivel sexual durante la temporada invernal, siendo los individuos machos quienes exhiben una gran diversidad de estrategias de alimentación y/o migratorias (Silva et al. 2014).

2.5.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Las aves han demostrado ser efectivos indicadores de biodiversidad, por esta razón, hace más de 20 años surge el programa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBAs o AICA), con el fin de identificar y proteger sitios de particular importancia para las aves. La protección de estos sitios podría ayudar a asegurar la supervivencia de un gran número de otras especies.

Se trata de sitios clave para la conservación, lo suficientemente pequeños para ser conservados íntegramente y usualmente, también como parte de una red de áreas protegidas.

Contienen uno o más de los siguientes aspectos:

- Albergan números significativos de una o más especies globalmente amenazadas.
- Son parte de un grupo de sitios que contienen en conjunto especies de rango restringido o restringidas a un bioma.
- Contienen cantidades excepcionalmente grandes de especies migratorias o congregatorias.

En el Área de Estudio propuesta para el proyecto se puede reconocer la presencia de cinco AICAs denominadas (Figura 24): 1) Península Valdés, Punta León y Punta Loma; 2) Frente Península de Valdés; 3) Villa Marítima El Cóndor; 4) San Antonio Oeste; y 5) Complejo Islote Lobos – Punta Pozos.

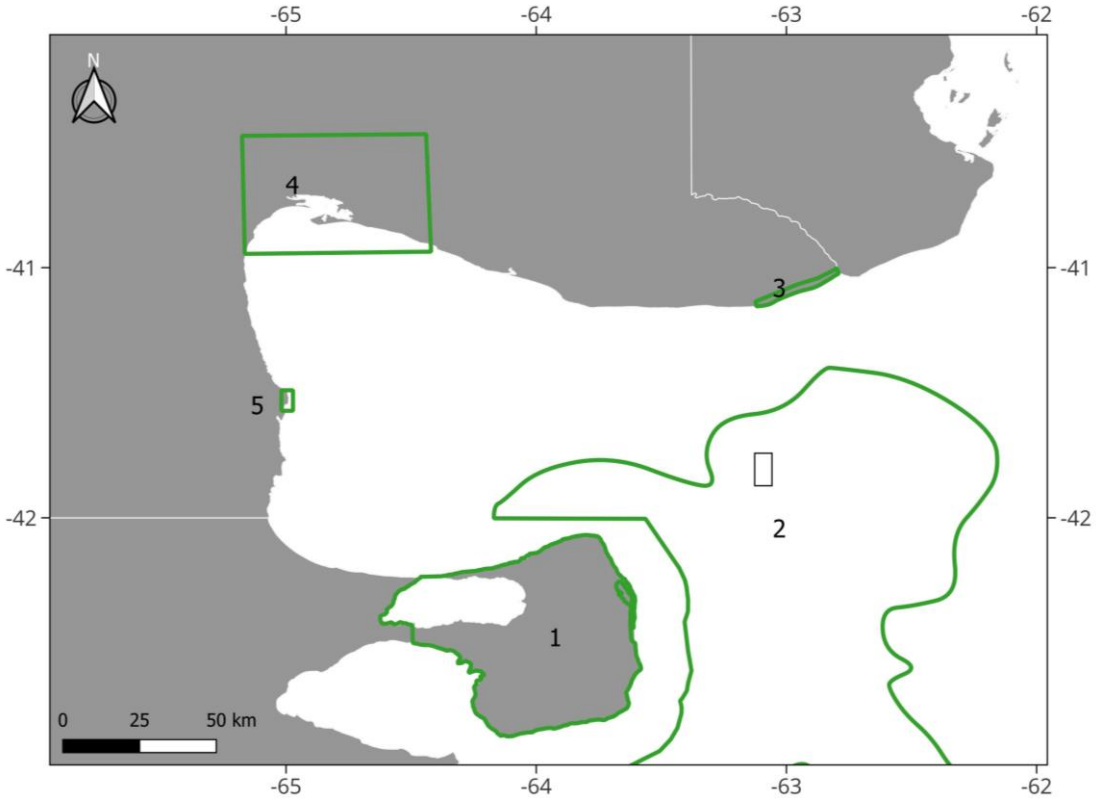


Figura 24. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) en el área de estudio

1) Península Valdés, Punta León y Punta Loma

Es considerado un sitio de importancia ya que presenta poblaciones abundantes tanto de aves marinas como playeras y acuáticas. Dentro de las marinas encontramos al Pinguino de magallanes, Cormorán cuello negro, Cormorán imperial, Gaviota cocinera, Gaviotín sudamericano, Gaviotín real, Gaviotín pico amarillo. En cuanto a las aves playeras es un sitio importante para la Becasa de mar y el Playero rojizo,entre otros, y se destaca la presencia del Flamenco austral.

2) Frente Península Valdés

Es un vasto sector de la plataforma adyacente a Península Valdés. Posee una parte costera con acantilados y extensas playas de arena o canto rodado e incluye frentes productivos y de marea. La mayor parte de su superficie presenta profundidades de entre 50 y 100 m. El frente de mareas de Península Valdés recorre de norte a sur el área propuesta. Se trata de un frente estacional de alta productividad que se forma durante los meses de primavera y verano. La influencia del frente en la distribución de organismos se extiende incluso a la región continental: la localización de grandes colonias de aves marinas parece relacionarse con la ubicación de estos frentes.

Se distribuyen potencialmente alrededor de 31 especies de aves marinas. De acuerdo a la categorización de estados de conservación realizada por la SayDS (2017), 11 de estas especies poseen estado de conservación que requieren atención: el Albatros cabeza gris se encuentra en peligro crítico (EC), el Pingüino penacho amarillo y el Albatros pico fino se encuentran en peligro (EN), el Albatros errante y el Petrel barba blanca se encuentran amenazadas (AM) y el Albatros real, el Albatros real de Norte, el Albatros ceja negra, el Petrel gigante del Sur, el Petrel ballena y la Skúa parda se encuentran en un estado vulnerable (VU).

3) Villa Marítima El Cóndor

Ubicada 30 km al SE de Viedma, con centro en la Villa Marítima El Cóndor. Comprende las islas, islotes y marismas del estuario del Río Negro, la costa SO del estuario y el cordón de dunas adyacente, El Cóndor, las playas que van desde la desembocadura del río y corren por 14 km en dirección SO y los primeros 11 km de acantilados que comienzan a la altura del Faro Río Negro.

En los acantilados cercanos a la Villa Marítima El Cóndor se encuentra la colonia de nidificación más importante del Loro barranquero (*Cyanoliseus patagonus*). La colonia se extiende a lo largo de 9 km de acantilados y cuenta con un promedio de 35.000 nidos activos. Una extensa investigación bibliográfica ha podido determinar que la colonia de Loros barranqueros de El Cóndor es la colonia conocida de Psittaciformes más grande del mundo. Si bien esta especie no está incluida en una categoría de amenaza a nivel global, la colonia de El Cóndor se encuentra seriamente amenazada y requiere urgente protección. Los nidos inactivos de loros barranqueros son rápidamente ocupados por la Golondrina negra (*Progne modesta*) que es muy abundante en el área. La colonia de Loros barranqueros también sirve como sitio de nidificación para la Lechuza de campanario (*Tyto alba*). Los Halcones peregrinos (*Falco peregrinus*) predan regularmente Loros barranqueros en el extremo oeste de la colonia y nidificarían en la zona. Se detectaron en el área hasta el presente 130 especies de aves. Entre ellas se han registrado ocho especies globalmente amenazadas. De ellas sólo dos, el Ñandú (*Rhea americana*) y el Cardenal amarillo (*Gubernatrix cristata*), nidifican en los alrededores del área. El Cauquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*) sería un visitante invernal, regular de acuerdo a observadores locales. El resto de las especies amenazadas son visitantes regulares de las costas marítimas del área. Entre las aves no amenazadas globalmente es de destacar la presencia regular de especies migrantes del Neártico tales como el Aguilucho langostero (*Buteo swainsoni*) y Playeritos (*Calidris alba* y *Calidris pusilla*) así como migrantes de la Patagonia como el Chorlo cabezón (*Oreopholus ruficollis*), la Monjita chocolate (*Neoxolmis rufiventris*), el Cachudito pico negro (*Anairetes parulus*) y el Jilguero austral (*Sicalis lebruni*).

4) San Antonio Oeste

Localizada en el sector noroeste del Golfo San Matías, forma parte del límite austral de la ecorregión del Monte. En la costa, los principales rasgos geomorfológicos son las extensas superficies intermareales barrosas, arenosas o con restingas, los médanos de arena y los rodados patagónicos. La amplitud de mareas alcanza los 9.30 metros y las bajamares pueden exponer superficies de hasta 7 km de ancho. Los principales sitios de importancia para las aves en el litoral son: la Bahía de San Antonio, Banco Reparo, Banco Lobos y la restinga de Los Álamos.

Se han registrado 16 especies globalmente amenazadas. El Flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*) aparece todo el año, estimándose su número en alrededor de 400 ejemplares, con una importante declinación numérica durante la temporada reproductiva. El Chorlito ceniciento (*Pluvianellus socialis*) y la Gaviota cangrejera (*Larus atlanticus*) son visitantes durante la temporada no reproductiva. El Pingüino patagónico (*Spheniscus magellanicus*) sólo se ve cuando se acerca o sale a la costa, generalmente durante sus migraciones y especialmente luego de la temporada reproductiva, cuando es habitual encontrar juveniles del primer año. El Petrel gigante común (*Macronectes giganteus*) es otra especie escasa pero frecuente de observar en invierno. Otras aves amenazadas y raras, de presencia ocasional, son el Albatros errante (*Diomedea exulans*), el Albatros real (*Diomedea epomophora*), el Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), el Petrel barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*) y la Pardela oscura (*Puffinus griseus*). Se conocen además al menos 2 registros para el Pingüino penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome*) y el Pingüino frente dorada (*Eudyptes chrysolophus*). El área es de especial importancia por su congregación de aves playeras migratorias y ha sido declarada Sitio Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras. Es utilizada por más de 18 especies de aves playeras de las Familias Charadriidae y Scolopacidae como sitio de escala migratoria o estadía no reproductiva. Entre ellas, el Playero rojizo (*Calidris canutus rufa*), el Playerito rabadilla blanca (*Calidris fuscicollis*), Playerito blanco (*Calidris alba*) y Becasa de mar (*Limosa haemastica*). El área además es importante como sitio de nidificación de aves marinas y costeras como el Ostrero pardo (*Haematopus palliatus*), la Gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) y el Chorlito doble collar (*Charadrius falklandicus*).

5) Complejo Islote Lobos – Punta Pozos

Es un complejo de aproximadamente seis islotes formados por afloramientos de roca granítica, situado a unos 50 km al norte de Sierra Grande y a 20 km del balneario El Salado. Incluye los islotes Lobos, La Pastosa, Ortiz Norte, Redondo, Ortiz Sur e Isla de los Pájaros, ubicados de norte a sur respectivamente.

En el área se encuentra la colonia más septentrional de Pingüino patagónico (*Spheniscus magellanicus*), de reciente formación y actualmente en expansión. Además nidifica el Gaviotín real (*Sterna maxima*), una especie con pocas colonias en el litoral Argentino y hay una colonia de Gaviota cocinera (*Larus dominicanus*). Anidan también el Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*), la Garza bruja (*Nycticorax nycticorax*), la Garza mora (*Ardea cocoi*), la Garza blanca (*Ardea alba*), el Pato crestón (*Lophonetta specularioides*), el Ostrero común (*Haematopus palliatus*), el Ostrero negro (*H. ater*), el Jote cabeza negra (*Coragyps atratus*), el Gaviotín lagunero (*Sterna trudeaui*) y la Gaviota capucho café (*Chroicocephaluis maculipennis*). Se observa la presencia de al menos otras 16 especies de aves acuáticas, incluido el Flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*).

2.5.2.4 Estados de Conservación

Para establecer el estado de conservación de las aves presentes se siguieron las Categorías de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la cual categoriza a las especies en nueve estados: No Evaluado, Datos Insuficientes, Preocupación Menor, Casi Amenazado, Vulnerable, En Peligro, En Peligro Crítico, Extinto en Estado Silvestre y Extinto. También se incluyó la categorización a nivel nacional realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación el cual considera seis categorías: En peligro crítico, En peligro, Amenazada, Vulnerable, No Amenazada e Insuficientemente Conocida.

Alrededor del 12% de la totalidad de las especies de aves presentes en el área del proyecto actualmente reconocidas está catalogada como amenazada por la UICN (5% vulnerable, 2% en peligro y 7% cercano a la amenaza) y a nivel nacional el 20% está catalogada como amenazada (4% en peligro, 5% amenazadas y 10% vulnerable).

Tabla 19. Estado de conservación internacional (Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN) y nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, MAyDS) de las especies de aves presentes en el área del proyecto. LC: Preocupación Menor, NT: Cercano a la Amenaza; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NA: No Amenazada; IC: Insuficientemente Conocida; AM: Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	IUCN	MAyDS_AA
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche chrysostoma*	Albatros cabeza gris	EN	EN
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche melanophris*	Albatros ceja negra	LC	VU
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes halli*	Petrel gigante del norte	LC	NA
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes giganteus*	Petrel gigante del Sur	LC	VU
Procellariiformes	Procellariidae	*Procellaria aequinoctialis*	Petrel mentón blanco	VU	AM
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna grisea*	Pardela oscura	NT	NA
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna gravis*	Pardela cabeza negra	LC	NA
Procellariiformes	Procellariidae	*Puffinus puffinus*	Pardela boreal	LC	NA
Procellariiformes	Procellariidae	*Pterodroma arminjoniana*	Petrel de Trinidad	VU	NA
Sphenisciformes	Spheniscidae	*Spheniscus magellanicus*	Pingüino de magallanes	LC	VU
Charadriiformes	Stercorariidae	*Catharacta chilensis*	Escúa chileno	LC	EN
Charadriiformes	Stercorariidae	*Stercorarius parasiticus*	Salteador chico	LC	NA
Charadriiformes	Stercorariidae	*Stercorarius antarticus*	Escúa parda	LC	VU
Charadriiformes	Laridae	*Larus atlanticus*	Gaviota de Olrog	NT	VU
Charadriiformes	Laridae	*Larus dominicanus*	Gaviota cocinera	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	*Larus cirrocephalus*	Gaviota capucho gris	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	*Larus maculipennis*	Gaviota capucho café	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Gaviotín pico grueso	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Gaviotín real	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Gaviotín pico amarillo	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus scoresbii*	Gaviota gris	LC	AM
Charadriiformes	Laridae	*Rynchops niger*	Rayador	LC	NA

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	IUCN	MAyDS_AA
Charadriiformes	Laridae	*Sterna trudeaui*	Gaviotín lagunero	LC	NA
Charadriiformes	Chionidae	*Chionis albus*	Paloma antártica	LC	NA
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius falklandicus*	Chorlito doble collar	LC	NA
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius modestus*	Chorlito pecho canela	LC	NA
Charadriiformes	Charadriidae	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo cabezón	LC	NA
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis dominica*	Chorlo pampa	LC	NA
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo ártico	LC	NA
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Tero común	LC	NA
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus ater*	Ostrero negro	LC	NA
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero común	LC	NA
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Tero real	LC	NA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playerito blanco	LC	NA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playerito unicolor	LC	NA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero rojizo	NT	EN
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	Playerito rabadilla blanca	LC	NA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa haemastica*	Becaza de mar	LC	NA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Falaropo común	LC	NA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Pitotoi chico	LC	NA
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Pitotoi grande	LC	NA
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo atriceps*	Cormorán imperial	LC	NA
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo magellanicus*	Cormorán cuello negro	LC	NA
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Biguá	LC	NA
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	LC	NA
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea cocoi*	Garza mora	LC	NA
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garcita bueyera	LC	NA
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garcita blanca	LC	NA
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza bruja	LC	NA
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Cuervillo de cañada	LC	NA
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Theristicus melanopis*	Bandurria austral	LC	NA
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco austral	NT	VU
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala	LC	NA
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps occipitalis*	Macá plateado	LC	NA
Podicipediformes	Podicipedidae	*Rollandia rolland*	Macá común	LC	NA

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	IUCN	MAyDS_AA
Psittaciformes	Psittacidae	*Cyanoliseus patagonus*	Loro barranquero	VU	AM
Chatartiformes	Chatartidae	*Coragyps atratus*	Jote cabeza negra	LC	NA
Anseriformes	Anatidae	*Lophonetta specularioides*	Pato crestón	LC	NA

En lo que refiere a ambientes utilizados por las especies mencionadas en el Área de Estudio, cabe mencionar que existen tres áreas marino-costeras protegidas (ver ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS) creadas con el objetivo de minimizar el impacto de actividades antrópicas sobre los ambientes y su biota, y eventualmente revertir tales efectos adversos. Buena parte de estas reservas y sitios protegidos contienen sitios reproductivos y no reproductivos de las especies presentes en el área del proyecto. Estás áreas son el Parque Nacional Islote Lobos, el Área Natural Bahía de San Antonio y Área Natural Protegida Caleta de los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón (ver ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS).

2.5.2.5 Instrumentos Legales para la Conservación

Argentina ha suscripto diversos acuerdos internacionales para la protección y la conservación de diversas especies de aves. Asimismo, Argentina cuenta a nivel nacional con varias reglamentaciones asociadas a la conservación de aves.

Tabla 20. Normativa para la conservación de las aves

Normativa	Título/Contenido	Sitio web de referencia
Normativa Internacional		
Ley Nacional 24.608/1995	Acuerdo para promover el cumplimiento de las Medidas Internacionales de Conservación y Ordenación por los buques pesqueros que pescan en Alta Mar	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32388/norma.htm#:~:text=LEY%2024.608%20Promulgada%20de%20Hecho%3A%20Enero%2012%20de%201996&text=Apru%C3%A9base%20un%20Acuerdo%20para%20promover,que%20pescan%20en%20alta%20mar
Ley Nacional 23.918/1991	Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (CMS)	http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/arg42833.pdf
Ley Nacional 26.107/2006	Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (ACAP).	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/117597/norma.htm
Ley Nacional 22.584/1982	Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA).	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/63711/norma.htm
Ley Nacional 22.344/1982	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/40000-44999/44770/norma.htm

Normativa	Título/Contenido	Sitio web de referencia
Leyes Nacionales 23.919/1991 y 25.335/2000	Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, 1971). Mayormente aplica para aves acuáticas.	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/319/norma.htm#:~:text=Ley%23919%20del%2021%2F03%2F91&text=Apru%C3%A9base%20una%20Convenci%C3%B3n%20Relativa%20a,Promulgada%3A%20Abril%2016%20de%201991 http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64959/norma.htm
Ley Nacional 24.375/1994	Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/29276/norma.htm
Ley Nacional 21.947/1979 (y su protocolo de 1996):	Convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/70000-74999/73611/norma.htm
Ley Nacional 24.089/1992	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de los Buques (MARPOL 73/78)	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/488/norma.htm
Ley Nacional 24.543/1995	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR).	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/28913/norma.htm
Normativa Nacional		
Resolución Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 795-E/2017	Categorización de las Aves de Argentina según su estado de Conservación.	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/285000-289999/287278/norma.htm
Resolución Consejo Federal Pesquero 15/2010	Plan de Acción Nacional para reducir la interacción de aves con pesquerías en la República Argentina (PAN-Aves).	https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-15-2010-171341/texto
Ley Nacional 22.421/1981	Ley de Fauna Conservación de la Fauna Silvestre.	https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-22421-38116/texto.
Decreto Reglamentario 666/1997 y las resoluciones 1089 (del año 1998), 3 (del año 2001) y 91 (del año 2003)	Protección a las aves marinas a nivel nacional, encomendando al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) cuantificar la secundaria de reptiles, aves y mamíferos marinos.	
Ley Nacional 24.922/1997. Decreto Reglamentario 748/1999	Régimen Federal de Pesca	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/45000-49999/48357/texact.htm
Resolución Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable 513/2007:	Prohíbe la caza, captura, tránsito interprovincial, comercio en jurisdicción federal y la exportación de ejemplares vivos, productos y subproductos de la fauna silvestre.	https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-513-2007-128435/texto
Ley Nacional 25.675/2002	Ley General del Ambiente	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm
Decreto Nº 1347/1997	Creación de la Comisión Nacional Asesora para la Conservación y	https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/conadibio

Normativa	Título/Contenido	Sitio web de referencia
	Utilización Sostenible de la Diversidad Biológica (CONADIBIO) organismo de articulación interinstitucional para consensuar políticas y planes de acción en materia de biodiversidad y lleva adelante la Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica	
Ley Nº 22.190/1980	Régimen de prevención y vigilancia de la contaminación de las aguas u otros elementos del medio ambiente por agentes contaminantes provenientes de los buques y artefactos navales	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/70000-74999/73454/norma.htm
Ley Nº 27.037/2014	Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas	https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/normativas/ley27037
Ley Nº 27.167/2015	Creación del Programa Nacional de Investigación e Innovación Productiva en Espacios Marítimos Argentinos	http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/251438/norma.htm
Resolución CFP[5] 03/01:	Establece que el INIDEP, a través del Programa de Observadores a Bordo, debe llevar adelante la cuantificación de la captura incidental, e invita a las jurisdicciones provinciales a implementar un sistema de registro	https://cfp.gob.ar/resoluciones/res03-2001.pdf
Resolución CFP 8/08:	Reglamenta las operaciones de pesca con palangre con la finalidad de minimizar la interacción con las aves marinas. Establece el hundimiento de la línea madre lo más rápido posible (art. 1), la incorporación de peso en la línea madre (art. 2), el calado nocturno (art.4), y la utilización de la línea espantapájaros, como también la utilización de un dispositivo que evita que las aves tomen la carnada durante el virado (art.6).	https://cfp.gob.ar/resoluciones/res08-2008.pdf
Resolución CFP 3/17	Establece el uso obligatorio de dos líneas espantapájaros (LEPs) en las operaciones de los buques congeladores arrastreros (art.1).	https://cfp.gob.ar/resoluciones/Resolucion%203%20(16-03-17)%20LEPs.pdf
RESOLUCIÓN MAyDS 409/2020	Se crea el PLAN NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES PLAYERAS EN ARGENTINA. La elaboración de este Plan se da en el marco de la "Iniciativa de la Ruta Migratoria de las Aves Playeras del Atlántico" (AFSI por sus siglas en inglés). Este instrumento de planificación genera un marco nacional para orientar los esfuerzos de diversos actores y sectores; públicos, privados, académicos y de	

[5] En lo que respecta específicamente a medidas de mitigación de la captura incidental de aves marinas en barcos de pesca comercial se encuentran las Resoluciones del Concejo Federal Pesquero (CFP).

Normativa	Título/Contenido	Sitio web de referencia
	la sociedad civil, buscando incrementar y fortalecer la capacidad de acción en la conservación de las aves playeras, tanto a nivel nacional como provincial y local.	
Normativa Provincial		
Ley N°4644/2011 Secretaría de Planificación y Ambiente (Dirección de Fauna Silvestre), Río Negro	Ley de Conservación de Aves Playeras Migratorias y sus hábitats	
Normativa Municipal		
Ordenanza N°4433/2013	Designa a *Calidris canutus rufa* (Playero rojizo) como Ave Símbolo Municipal. Municipalidad de San Antonio Oeste (Dirección de Cultura).	

2.5.3 Mamíferos Marinos

2.5.3.1 Especies Presentes en el Área de Estudio

En el Mar Argentino se pueden encontrar 52 especies de mamíferos marinos, los cuales incluyen Pinnípedos (9 especies), Cetáceos (41 especies) y Mustélidos (2 especies) (Bastida y Rodriguez, 2003; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, 2019; MAyDS, 2021). En el Área de Estudio definida para el proyecto se identifican un total de 29 especies de mamíferos marinos (Tabla 21), las cuales representan el 56% de las especies presentes en todas las aguas nacionales. La ocurrencia y el modo de utilización del área no es la misma para todas las especies.

En base a la información estacional y de distribución de las distintas especies que pueden ser encontradas en el Área de Estudio se pueden distinguir distintas categorías de uso:

- Permanente: La presencia se registra durante la mayor parte del año, y este patrón se repite en años sucesivos y cubriendo diferentes etapas de su ciclo vital. La presencia en mar abierto se correlaciona con su aparición en la costa. Puede presentar áreas de concentración que a su vez pueden variar estacionalmente.

- Frecuente: La presencia en el área es recurrente en diferentes años, pero varía estacionalmente, y por lo tanto está presente en el área solo una parte del año, y esta estacionalidad se repite en años sucesivos y es previsible. Esta presencia estacional puede estar asociada con partes de su ciclo vital (migración, reproducción).

- Ocasional: Los registros son en distintos años, pero sin patrones claros o estacionalidad específica.

- Rara: Los registros son esporádicos, pudiéndose tratar de especies que no se distribuyen en el área.

De las especies registradas en el Área de Estudio del proyecto, 6 de ellas muestran una presencia permanente; 2 especies son de presencia frecuente; 4 especies son de presencia ocasional y las 17 especies restantes muestran una presencia rara en el área.

Entre las 6 especies de ocurrencia permanente, 4 de ellas son cetáceos, siendo éstos los odontocetos delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus delphis*), delfín oscuro (*Sagmatias obscurus*) y la orca (*Orcinus orca*). Las especies de ocurrencia frecuente son la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) y el lobo marino de dos pelos sudamericano (*Arctocephalus australis*). Por otra parte, las 4 especies de presencia ocasional en el área son 4 cetáceos, 3 misticetos (Ballena azul, *Balaenoptera musculus*; Ballena Sei, *Balaenoptera borealis* y Ballena minke antártica, *Balaenoptera bonaerensis*) y 1 cetáceo odontoceto (Cachalote, *Physeter macrocephalus*).

El grupo de 17 especies de rara ocurrencia en el Área de Estudio incluye 9 cetáceos odontocetos (i.e. delfines), 3 cetáceos misticetos (i.e. ballenas) y 5 especies de pinnípedos (i.e. lobos marinos y focas) (Tabla 21).

Tabla 21. Especies presentes en el Área de Estudio definida para el proyecto, sus estados de conservación global (según IUCN), regional (homologación Clasificación de SAREM 2019) y Res. 1030/04 SAyDS. Se incluyen las especies que se encuentran en los apéndices CITES y el Convenio para la Conservación de Especies Migratorias (CMS). Los acrónimos hacen referencia a las categorías IUCN: EN (en peligro), VU (vulnerable), NT (casi amenazada), DD (datos insuficientes), LC (preocupación menor). App.1: apéndice 1, App.2: apéndice 2.

Especie	Presencia	SAREM	UICN	Res. 316/21	CITES	CMS
Eubalaena australis	Frecuente	LC	LC	No Amenazada	App.I	App.I
Arctocephalus australis	Frecuente	LC	LC	No Amenazada	App.II	App.II
Balaenoptera musculus	Ocasional	EN	EN	En Peligro	App.I	App.I
Balaenoptera borealis	Ocasional	EN	EN	En Peligro	App.I	App.I/II
Balaenoptera bonaerensis	Ocasional	DD	NT	Ins.Conocida	App.I	App.II
Physeter macrocephalus	Ocasional	VU	VU	Amenazada	App.I	App.I/II
Delphinus delphis	Permanente	LC	LC	No Amenazada	App.II	App.I/II
Tursiops truncatus	Permanente	EN	LC	No Amenazada	App.II	App.I/II
Sagmatias obscurus	Permanente	LC	LC	No Amenazada	App.II	App.II
Orcinus orca	Permanente	LC	DD	No Amenazada	App.II	App.II
Otaria flavescens	Permanente	LC	LC	No Amenazada	App.II	App.II
Mirounga leonina	Permanente	LC	LC	No Amenazada	App.II	No
Megaptera novaeangliae	Rara	LC	LC	No Amenazada	App.I	App.I
Balaenoptera physalus	Rara	EN	VU	En Peligro	App.I	App.I/II
Balaenoptera acutorostrata sbsp.ND	Rara	DD	LC	Ins.Conocida	App.I	No
Sagmatias australis	Rara	LC	LC	Ins.Conocida	App.II	App.II
Pseudorca crassidens	Rara	DD	NT	Ins.Conocida	App.II	No
Cephalorhynchus commersonii	Rara	LC	LC	No Amenazada	App.II	App.II
Phocoena spinipinnis	Rara	DD	NT	Ins.Conocida	App.II	App.II
Pontoporia blainvillei	Rara	VU	VU	Amenazada	App.II	App.I/II
Ziphius cavirostris	Rara	DD	LC	Ins.Conocida	App.II	No
Hyperoodon planifrons	Rara	DD	LC	Ins.Conocida	App.I	No
Mesoplodon grayi	Rara	DD	DD	Ins.Conocida	App.II	No
Mesoplodon layardii	Rara	DD	DD	Ins.Conocida	App.II	No
Arctocephalus tropicalis	Rara	LC	LC	No Amenazada	App.II	No
Arctocephalus gazella	Rara	LC	LC	No Amenazada	App.II	No
Hydrurga leptonyx	Rara	LC	LC	No Amenazada	No	No
Leptonychotes weddellii	Rara	LC	LC	No Amenazada	No	No

Especie	Presencia	SAREM	UICN	Res. 316/21	CITES	CMS
Lobodon carcinophaga	Rara	LC	LC	No Amenazada	No	No

La presencia de mamíferos marinos en el Área de Estudio está asociada con las diferentes etapas del ciclo de vida de las especies, como es el caso de la migración, alimentación, reproducción y cuidado de las crías, entre otros.

Dentro de los dos grandes grupos de mamíferos marinos, los pinnípedos se reproducen en tierra, con ciclos de vida con etapas bien definidas, y por lo tanto fácilmente identificables. Las colonias de pinnípedos ubicadas dentro del Área de Estudio han sido monitoreadas durante las últimas tres décadas (Ferrari et al., 2009; Svendsen et al., 2013; Romero et al., 2017; Bartés et al. 2020) y además se dispone de información de estudios de telemetría satelital que han permitido identificar zonas de uso de *Otaria flavescens* y *Mirounga leonina* (Campagna et al., 2001; Müller 2004; Campagna et al., 2021).

De las tres especies que ocurren en el Área de Estudio, dos de ellas (*O. flavescens* y *M. leonina*) presentan colonias reproductivas (primavera-verano), mientras que *Arctocephalus australis* solo ocurre durante el invierno utilizando distintas áreas del golfo como sitios de alimentación y descanso (Tabla 22).

En relación a los cetáceos, el grado de conocimiento sobre el ciclo de vida y el uso del Área de Estudio varía según las especies. Los delfines que ocurren permanente o frecuentemente en el área no tienen periodos definidos para reproducción, alimentación y lactancia, que suelen ocurrir a lo largo de todo el año. No obstante, en el caso de la orca (*Orcinus orca*), los aspectos reproductivos son poco conocidos (Tabla 22,Tabla 23). La ballena franca austral (*Eubalaena australis*) es una especie ampliamente estudiada, la cual se caracteriza por realizar extensas migraciones que involucran la formación de agrupaciones reproductivas durante el invierno en dos núcleos principales, Península Valdés-Golfo San Matías (Argentina) y Santa Catarina (Brasil). De esta manera, su presencia en el área está dirigida a la reproducción y cuidado de las crías (Tabla 22, Tabla 23).

Tabla 22. Ubicación de los sitios reproductivos de las especies presentes de manera frecuente y permanente en el Área de Estudio del proyecto.

	Pinnípedos		Cetáceos	
	Permanente	Frecuente	Permanente	Frecuente
Dentro	2	0	3	2
Fuera	0	1	0	0

Tabla 23. Estacionalidad de distintos procesos biológicos/ecológicos presentes en las especies con ocurrencia frecuente y permanente dentro del Área de Estudio del proyecto. Referencias: X, presencia; "-", ausencia; y "?", falta de información.

Especie	Cercanía al Sitio de Reproducción	Procesos Biológicos - Ecológicos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Otaria flavescens	Dentro	Lactancia	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Alimentación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Reproducción	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Mirounga leonina	Dentro	Lactancia	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-
		Alimentación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Especie	Cercanía al Sitio de Reproducción	Procesos Biológicos - Ecológicos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Reproducción	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-
Arctocephalus australis	Fuera	Lactancia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Alimentación	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-
		Reproducción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eubalaena australis	Dentro	Lactancia	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-
		Alimentación	-	-	-	-	?	?	?	?	?	?	-	-
		Reproducción	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-
Delphinus delphis	Dentro	Lactancia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Alimentación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Reproducción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sagmatias obscurus	Dentro	Lactancia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Alimentación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Reproducción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tursiops truncatus	Dentro	Lactancia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Alimentación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Reproducción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Orcinus orca	Dentro	Lactancia	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
		Alimentación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Reproducción	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

2.5.3.2 Características Biológicas y Ecológicas de las Especies

Los mamíferos marinos representan un grupo muy diverso de aproximadamente 138 especies (The Society for Marine Mammalogy, Acceso 2/7/2024), los cuales se han adecuado a la vida en el mar o dependen directamente de éste para su supervivencia. El término mamífero marino no distingue a un conjunto taxonómico, sino que agrupa a un número de especies que han adquirido diferentes rasgos para poder adaptarse a la vida acuática. De acuerdo con el Comité de Taxonomía de su Sociedad, los Mamíferos Marinos se agrupan en tres órdenes: Artiodactyla (Cetáceos), ballenas, delfines y marsopas, representada con 94 especies actuales; Carnívora, osos polares, nutrias, lobos marinos, focas y morsas, con 40 especies actuales; y Sirenia, manatíes y dugong, representado por 4 especies actuales. El 21% de ellas (29 especies) han sido registradas dentro del Área de Estudio definida para el proyecto, todas ellas exclusivamente pinnípedos (lobos marinos y focas) y cetáceos.

Para poder desarrollarse en el medio acuático, los mamíferos marinos presentan una serie de adaptaciones anatómicas, fisiológicas, metabólicas y comportamentales (Davis, 2019)

i. Debido a las bajas temperaturas y la alta conductividad del agua, necesitan lograr un aislamiento efectivo para evitar la pérdida del calor, por lo cual gran parte de los cetáceos y las focas desarrollan una importante capa de grasa debajo de la piel. Por su parte, los lobos marinos y nutrias presentan una densa capa de pelo impermeable que tiene la capacidad de retener el aire y preservar la piel seca y aislada.

ii. La forma hidrodinámica del cuerpo y los apéndices anteriores transformados en aletas favorece a la natación. La forma de locomoción y maniobra difieren entre pinnípedos y cetáceos (Berta et al., 2015; Segre et al., 2022; Fish, 1997). El desplazamiento en cetáceos se da por oscilación caudal, donde el movimiento dorso-ventral de la cola genera la fuerza de elevación y propulsión mientras el cuerpo se mantiene estable (Berta et al., 2015). La maniobrabilidad disminuye hacia las especies de mayor tamaño, registrándose menor aceleración, y cambios de posición, giros y rolls más lentos (Segre et al., 2022). La forma de locomoción y la restricción de movimientos hacen que los cetáceos de mayor tamaño requieran más espacio y tiempo para realizar cambios de dirección o movimiento. Por ejemplo, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) no realiza movimientos laterales para evadir buques y para esquivarlos por buceo necesita una distancia de 250m de distancia (MacKenna et al., 2015). En los pinnípedos el desplazamiento en el agua se da por oscilación pectoral en lobos marinos (Otáridos) y por oscilación pélvica (Fócidos). Principalmente los otáridos presentan gran movilidad y flexibilidad del cuerpo (columna) (Berta et al., 2015), pudiendo girar y cambiar de dirección rápidamente en poco espacio (Fish, 1997).

La velocidad de nado es independiente del tamaño corporal, tanto en cetáceos como en pinnípedos (Sato et al, 2007). La velocidad crucero es aquella que puede mantenerse durante períodos prolongados (Fish y Rohr, 1999), y es similar en los pinnípedos y cetáceos, en el rango de 0,6 a 3,2 metros por segundo (m/seg) (Fish y Rohr, 1999; William y Worthy, 2002). Por el contrario, las velocidades máximas, alcanzadas por períodos muy cortos, varían considerablemente, por ejemplo, de 2,1 a 13,4 m/seg para Misticetos y 1,5 a 15,3 m/seg en Odontocetos (Fish y Rohr, 1999).

Las características de la natación y la velocidad de desplazamiento de los mamíferos marinos que se encuentran en el área son herramientas esenciales para comprender como podrían ser las respuestas y reacciones a factores tales como el incremento del tránsito marítimo y el sonido de las embarcaciones por parte de los animales. A continuación, se detallan las velocidades registradas para las distintas especies presentes en el Área de Estudio.

Tabla 24. Velocidades de desplazamientos registradas para pinnípedos y cetáceos registrados de forma permanente y frecuente en el Área de Estudio. Con asterisco (*) los registros tomados en cautiverio. Referencias utilizadas: Boyd et al., 1995; Campbell, 2001; Crespo, 2018; Dassis et al., 2012; Fish y Hui, 1991; Heide-Jorgensen et al., 2001; Lagerquist et al., 2008; Mackay et al., 2020; Mandiola, 2015; Sato et al., 2007; Vila et al., 2008; Würsig, 2019. Los tipos de natación fueron discriminados: promedio (ME), en presencia de depredadores (DE), durante una migración (MI), máxima (MX) y en otra condición (OT).

Grupo	Familia	Especie	Velocidad en agua (km/h)
Pinnípedos	Otariidae	*Otaria flavescens*	6,79 km/h (DE) 1,91 km/h (OT) 1,03 km/h (ME)
Pinnípedos	Otariidae	*Arctocephalus australis*	9 km/h (ME*) 4,32 km/h (ME)
Pinnípedos	Phocidae	*Mirounga leonina*	4,68 km/h (ME)
Cetáceos	Balaenidae	*Eubalaena australis*	2,87 km/h (MI)
Cetáceos	Delphinidae	*Delphinus delphis*	5,4 km/h (OT*) 33,48 km/h (MX)
Cetáceos	Delphinidae	*Tursiops truncatus*	8 km/h (ME) 37,05 km/h (MX)
Cetáceos	Delphinidae	*Sagmatias obscurus*	7,7 km/h (ME)
Cetáceos	Delphinidae	*Orcinus orca*	5,04 km/h (ME) 55,8 km/h (MX)

Grupo	Familia	Especie	Velocidad en agua (km/h)
			4,04 km/h ((ME)) 55,76 km/h (MX)

Con excepción de los sirénidos (manatíes y dugones), los mamíferos marinos son depredadores de alto nivel trófico o depredadores tope de las tramas tróficas de los ecosistemas que habitan (Pauly et al., 1998; Schipper et al., 2008; Hammerschlag et al., 2019). Sus dietas carnívoras, pueden incluir peces, crustáceos, moluscos, e incluso algunas especies pueden depredar aves y otros mamíferos marinos (ej. orcas depredando sobre lobos marinos y pequeños delfines). El gran tamaño y abundancia de algunas de sus especies sugieren que este grupo de animales tienen una gran influencia en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Bowen, 1997, Trites et al., 1997, Barlow et al., 2008). De tal modo, el estado de las poblaciones de los mamíferos marinos puede ser determinante en la dinámica de un ecosistema.

Así como las características de la natación y la velocidad de desplazamiento de los mamíferos marinos que se encuentran en el área son relevantes para predecir reacciones ante el incremento del tránsito marítimo, es importante destacar que la alimentación de todas las especies de mamíferos marinos debe realizarse a partir por medio del buceo, por lo que debe contemplarse también a los movimientos en el eje vertical, el cual puede diferir según la especie y el uso que realice de la columna de agua.

Para contextualizar el comportamiento de las especies de presencia permanente y frecuente en el Área de Estudio, se clasificaron estas especies en las siguientes categorías (Tabla 25):

- Buceadores superficiales: corresponden a aquellas especies muy costeras, cuyas inmersiones no superan los 50 metros de profundidad.
- Buceadores someros: Son aquellas especies cuya profundidad máxima de buceo se encuentran entre los 50 y 200 metros, estando sus buceos restringidos a aguas de la plataforma continental.
- Buceadores intermedios: Aquellas especies cuyas inmersiones máximas se encuentran entre los 200 y 5mm metros de profundidad, todas ellas en los límites externos de la Plataforma continental y taled.
- Buceadores profundos: aquellas especies cuyas inmersiones máximas se encuentran entre los 500 y 1000 metros, los cuales utilizan hábitats mesopelagiales.
- Buceadores ultra profundos: Las especies que son capaces de alcanzar profundidades máximas que superan rutinariamente los 1000 metros de profundidad.

Entre las especies de presencia permanente y frecuente en el Área de Estudio, se cuenta con un solo representante de buceos profundos (*Mirounga leonina*), siendo las restantes especies buceadores someros e intermedios.

Tabla 25. Estadísticas promedio de indicadores de buceo de las especies de presencia permanente y frecuente en el Área de Estudio. En el caso de especies dimórficas, se detalla si la información incluye a hembras (H) y machos (M). Referencias: Campagna et al., 1995; 2001; Fish y Rohr, 1999; Lagerquist et al., 2008; McGovern et al., 2019; Miller et al., 2010; Pearson et al., 2019; Rodríguez et al., 2013; Zerbini et al., 2016.

Especie	Tipo de Buceador	Duración (min)	Velocidad de Transito Horizontal (m/seg)	Velocidad de Ascenso y/o Descenso durante el Buceo (m/seg)
Otaria flavescens	Intermedio	1,7-2,1 (M-H)	0,5-1,4 (M-H)	0,9
Arctocephalus australis	Somero	0,8-4,3 (M-H)	1,4 (H)	--

Especie	Tipo de Buceador	Duración (min)	Velocidad de Transito Horizontal (m/seg)	Velocidad de Ascenso y/o Descenso durante el Buceo (m/seg)
Mirounga leonina	Profundo	14,0-21,4 (H)	1,0-1,7 (H)	1,2-1,3 (H)
Eubalaena australis	Somero	4-33	0,06-0,80	0,6-2,3
Megaptera novaeangliae	Intermedio	7,7-7,9	0,3-1,1	1,4-2,3
Delphinus delphis	Somero	1,7-3,2	--	--
Tursiops truncatus	Superficial	0,6-2,8	--	--
Sagmatias obscurus	Somero	<2	--	--
Orcinus orca	Somero	5,8-11,2 (Max)	--	--

El mundo submarino está lleno de diversos sonidos, que pueden ser causados por fenómenos naturales como truenos, viento, sonidos de animales y lluvia, o ser de origen humano. Por lo tanto, en un mundo lleno de sonidos los animales dependen de su habilidad para moverse y orientarse, en un ambiente ruidoso, para sobrevivir. El sonido es una onda de presión que viaja a través de un medio y que en el agua se transmite 4,5 veces más rápido que el aire, por lo que la información puede transmitirse a considerables distancias con rapidez, recorriendo distancias mucho mayores que la luz.

Los mamíferos marinos, en particular, usan el sonido para entender su entorno, para comunicarse, localizar presas, para reproducirse y también para evitar depredadores, incluso a grandes distancias; es por ello que la audición es el sentido fundamental del entorno acuático. Este grupo utiliza el sonido tanto de manera activa como pasiva, cubriendo frecuencias que van desde los pocos Hertz hasta frecuencias mayores de 100 kHz, dependiendo de la especie (Figura 25) (Charrier, 2021; Frankel, 2018; Reckendorf et al., 2023; Sayigh, 2014).

Los mamíferos marinos están adaptados a los sonidos naturales y responden adecuadamente a los que les son relevantes. La contaminación acústica se refiere a todos los sonidos adicionales y no naturales que alteran a los animales. No todos los sonidos son escuchados de la misma manera por todos los animales; un sonido que es importante para una especie puede ser irrelevante o molesto para otra (Reckendorf et al., 2023).

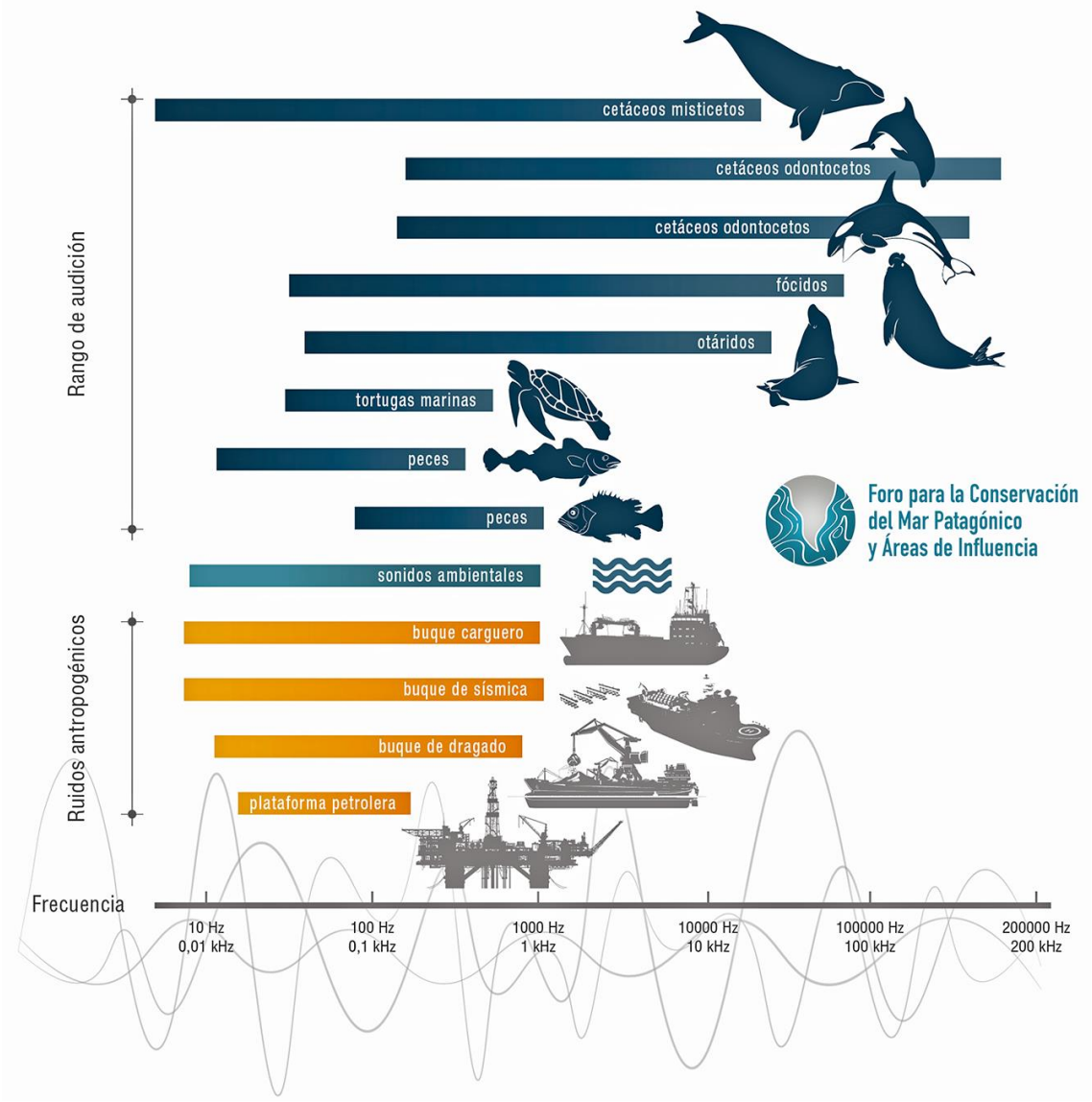


Figura 25. Rangos de frecuencia de audición de especies de peces, tortugas y mamíferos marinos, y frecuencias principales para fuentes antropogénicas y ambientales, extraído de: de Haro, J.C., Perez Orsi, H., Cané, S., Di Pangracio, A., Falabella, V. y Sapoznikow, A. (2022). Informe colaborativo sobre el Estado de situación. Riesgos e impactos de la prospección sísmica en el Mar Argentino. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. Disponible en: marpatagonico.org/publicaciones.

Los pinnípedos (focas y lobos marinos), están adaptados para la producción y la recepción sonora tanto fuera como debajo del agua. Los mecanismos de producción sonora son iguales a los mamíferos terrestres y la mayor parte de sus vocalizaciones se producen fuera del agua en contextos sociales, como reproducción, territorialidad o atracción madre-cría. Sus vocalizaciones aéreas se han descrito como ladridos, gritos, gruñidos, aullidos, rugidos, bufidos y chillidos (Figura 26). Por otra parte, las vocalizaciones subacuáticas se describen como sonidos de campana, chasquidos, trinos, gorjeos y silbidos. Los sonidos se producen por la vibración de las cuerdas vocales de la laringe cuando el aire pasa de los pulmones a la garganta y sale por la boca. El sonido producido por la laringe se modifica por los cambios de posición y forma de la cavidad bucal, la lengua y los labios del animal. Las frecuencias de emisión sonora incluyen, generalmente, el rango auditivo humano (desde los 18 Hz a los 15 kHz) (Charrier, 2021; Frankel, 2018).

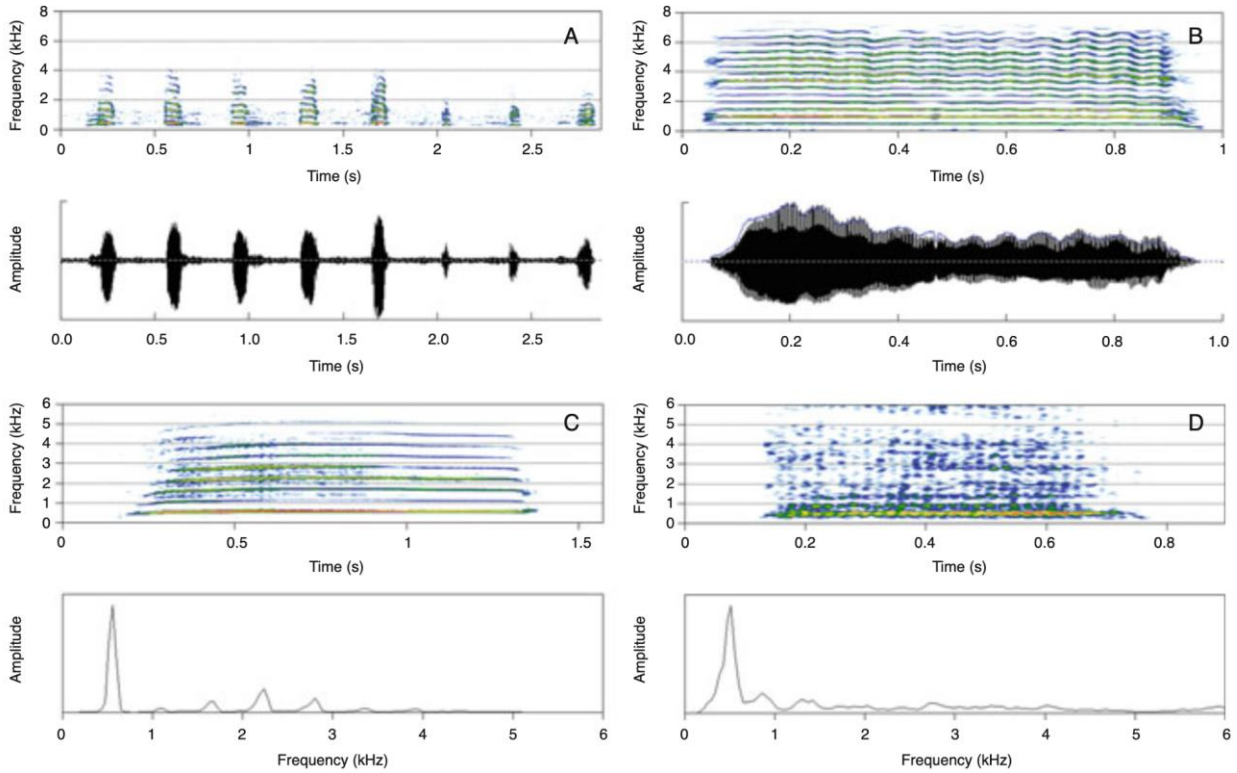


Figura 26. Diferentes representaciones visuales de vocalizaciones de machos, crías y hembras de lobo fino subantártico: espectrogramas (a-d), oscilogramas (e, f) y espectros de energía (g, h). Extraído de Charrier, 2021.

A diferencia de los pinnípedos, los cetáceos pasan toda su vida en el agua, oyen muy bien debajo del agua, pero pobremente en el aire. En odontocetos se ha observado que su sensibilidad auditiva es más aguda en rangos de alta frecuencia, aproximadamente entre 10.000 y 50.000 Hz. Sin embargo, en el caso de los misticetos, aún existe un conocimiento limitado sobre su sensibilidad auditiva. En base al estudio de su anatomía y a inferencias en base a modelos, se sugiere que las ballenas están adaptadas para escuchar frecuencias más bajas que los odontocetos. La intensidad mínima a la cual los mamíferos marinos pueden percibir un sonido se denomina umbral de audición, y este umbral puede variar entre individuos y con el tiempo (Scowcroft et al., 2012).

Los misticetos (ballenas) producen sonidos de muy baja frecuencia, generalmente por debajo de 20 Hz (sonidos infrasónicos) que es límite inferior de audición humana, como el registrado en las ballenas azules. Estas señales varían desde simples gruñidos, hasta señales complejas llamadas de alta frecuencia moduladas. Dado que los misticetos deben comunicarse a grandes distancias, las bajas frecuencias permiten una mayor dispersión del sonido (Reckendorf et al., 2023). La ballena franca austral, habitante del Golfo San Matías, produce diversas llamadas tales como : llamadas ascendentes, descendente, constante, alta, híbrida, pulsiva, y sonidos no vocales como golpes y palmadas (Figura 27).En presencia de ruido antropogénico se ha demostrado que las ballenas francas producen llamadas con una frecuencia fundamental media más alta y llaman a un ritmo más bajo en condiciones de alto ruido, posiblemente en respuesta al enmascaramiento del ruido de baja frecuencia (Parks et al., 2007).

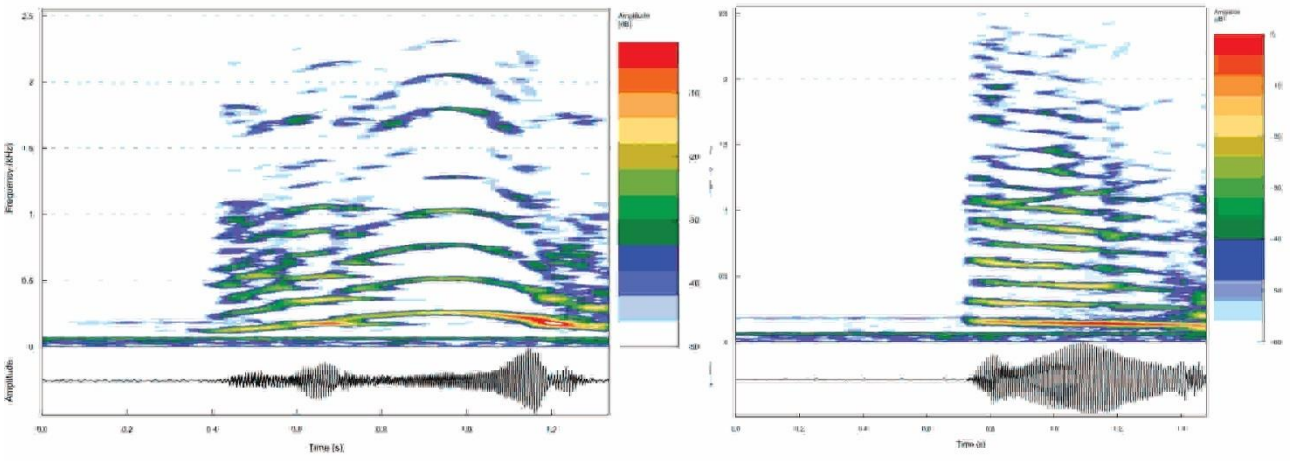


Figura 27. Ejemplo de vocalizaciones de ballena franca austral (*Eubalaena australis*). A la izquierda, el espectrograma; y a la derecha, el oscilograma.

Los cetáceos odontocetos, también producen diversos sonidos, incluyendo chasquidos, silbidos y pulsos de ráfaga. La mayoría de los sonidos, especialmente los de mayor frecuencia, son producidos por un complejo sistema de sacos de aire y tejidos blandos especializados que vibran cuando el aire se mueve a través de los conductos nasales. Sus señales de comunicación se encuentran en el rango de mediana a alta frecuencia (1-20 kHz), pero además de estas señales, han desarrollado un sofisticado sistema de ecolocalización por medio del cual emiten sonidos de alta a muy alta frecuencia (20-150 kHz) para ubicarse en el espacio, navegar, buscar presas e incluso comunicarse (Janik, 2009) (Tabla 26). Los silbidos son característicos de las especies muy sociales y los emiten principalmente cuando interaccionan entre ellos, y en general, son de banda estrecha, con una energía por debajo de los 20 kHz. Estos tienen una especial función en la relación madre-cría, por ejemplo, pudiendo existir silbidos que identifican individuos particulares conocidos como “silbidos firma” (Figura 28). No todos los odontocetos producen silbidos, pero todos ellos producen señales pulsadas, las cuales se conocen más frecuentemente como clics de ecolocalización se caracterizan por ser de corta duración, de alta intensidad y frecuencia, y se proyectan hacia adelante. Los clics de los cetáceos pueden ser clasificados además en clics de banda ancha y alta frecuencia, de banda estrecha y alta frecuencia y banda ancha y baja frecuencia, dadas las características de los pulsos de ecolocalización.

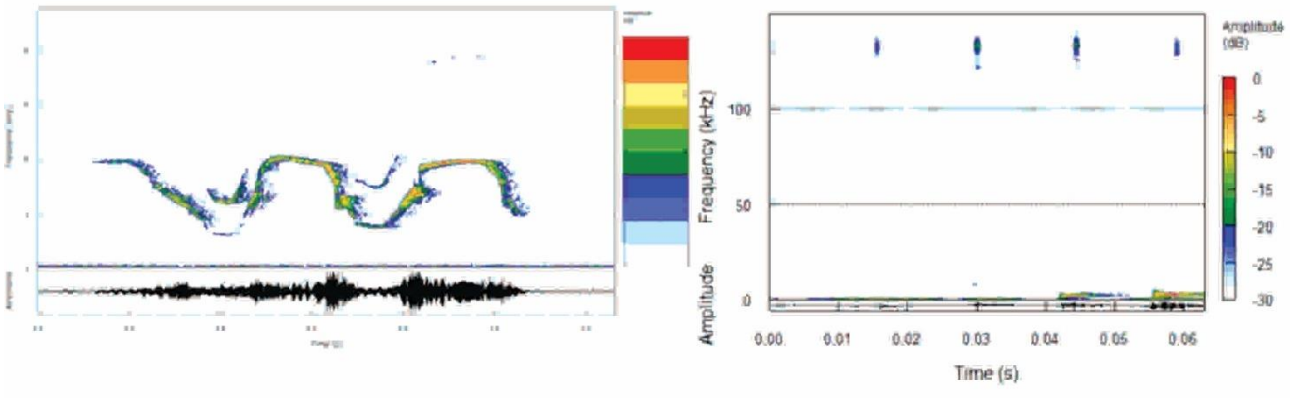


Figura 28. Ejemplo de silbidos de delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) a la izquierda y ejemplo de señales pulsada de banda angosta y alta frecuencia de marsopa espinosa (*Phocoena spinipinis*). A la izquierda, el espectrograma; y a la derecha, el oscilograma.

Tabla 26. Resumen del rango de frecuencia, tipo de producción sonora y rango auditivo de las especies de mamíferos marinos presentes en forma permanente y frecuente en el Área de Estudio (Adaptado de Erbe, 2011; Southall et al., 2019; Todd et al., 2015 y bibliografía específica para especies locales). La sensibilidad auditiva, las vocalizaciones y las señales de ecolocalización están dadas en rango de frecuencia. AEP: Datos medidos usando técnicas electrofisiológicas; BEH: Datos medidos usando técnicas psicoacústicas; SD: Sin datos.

Especie	Nombre Común	Tipo de Producción Sonora	Producción Sonora (kHz)	Audición (kHz)
Otaria flavescens	Lobo marino de un pelo sudamericano	4 llamadas los machos 2 llamadas de las hembras y dos llamadas las crías	0,24-2,15	SD
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos Sudamericano	11 tipos de llamadas diferentes	0,4-1,6	SD
Mirounga leonina	Elefante marino del sur	Vocalizaciones agonísticas	0,02-4	SD (<-4->4 en *Mirounga angustirostris*)
Eubalaena australis	Ballena Franca Austral	Sonidos de golpes, bofetadas y llamadas, madre-cría	0,02-2,2	SD (0,016-25 m en *Eubalaena glacialis*)
Delphinus delphis	Delfín común	Silbidos y Pulsos (*Clicks*)	0,3-44;0,2-150	SD
Tursiops truncatus	Tonina o Delfín nariz de botella de Lahille	Silbidos y Pulsos (*Clicks*)	0,1-165;23-102 (*Tursiops truncatus*)	BEH: 0,4-146; AEP: <5-169 (*Tursiops truncatus*)
Orcinus orca	Orca	Silbidos y Pulsos (*Clicks*)	0,1-75; 0,1-80	BEH: 0,2-140; AEP:<1-90
Sagmatias obscurus	Delfín oscuro	Silbidos (pocos) y Pulsos (*Clicks*)	1-28;90-100	SD

2.5.3.3 Áreas de Importancia para Mamíferos Marinos (IMMA)

Las Áreas Importantes para Mamíferos Marinos (IMMA) se definen como porciones discretas de hábitat importantes para las especies de mamíferos marinos, que tienes el potencial de ser delimitadas y gestionadas para su conservación. Estas áreas constituyen zonas que justifican una protección o un monitoreo significativo. La identificación y definición de estas IMMA se han logrado a partir de la colaboración y la participación de especialistas de diferentes regiones del mundo.

En el Área de Estudio propuesta para el proyecto se puede reconocer la presencia de dos IMMA, denominadas: IMMA Corredor Costero de Mamíferos Marinos del Norte de Argentina (CCMMNA) e IMMA Golfos Norpatagónicos y Frente de Península Valdés (GNFPV) (Figura 29).

La IMMA CCMMNA abarca una porción de la Plataforma Continental en la Zona Económica Exclusiva (ZEE), en el sector norte de Argentina. Esta área se extiende hasta los 50 m de profundidad, siendo una zona altamente productiva y sirviendo como un hábitat importante para tortugas, aves y mamíferos marinos. El área incluye la distribución más austral del delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*) y del delfín nariz de botella de Lahille (*Tursiops truncatus gephyreus*), ambas especies clasificadas como Vulnerables tanto en la Lista Roja de la UICN (Vermeulen et al. 2019a) como en la clasificación de la Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (Vermeulen et al. 2019b). Estas especies cumplen todas las etapas de su ciclo de vida dentro del área, mostrando eventos reproductivos, y manteniendo pequeñas poblaciones locales. Además, el área alberga subpoblaciones genéticamente diferenciadas de ambas especies (Gariboldi et al. 2015, 2016; Vermeulen et al., 2017; Loizaga et al. 2020).

La IMMA CCMMNA también alberga cuatro especies adicionales de mamíferos marinos. El lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*), el lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*) y el delfín común (*Delphinus delphis*) están presentes en esta área durante todo el año y están funcionalmente conectados con poblaciones de Uruguay y Patagonia. El número de ballenas francas australes (*Eubalaena australis*) que utilizan la IMMA fue aumentando a lo largo de las últimas décadas, vinculando las dos áreas de reproducción localizadas en Brasil y en el norte de la Patagonia. Esta especie, al igual que la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), muestran una recuperación poblacional, luego de la intensa caza comercial que sufrieron hasta mediados del siglo pasado (Zerbini et al., 2019; Giardino et al., 2022; Romero et al., 2022).

Los ensambles de peces costeros y de la plataforma continental son los principales ítems presa para la mayoría de los pequeños cetáceos y pinnípedos que ocurren en la IMMA CCMMNA, de esta forma esta área representa una importante zona de alimentación para los mamíferos marinos de la región (Rodríguez et al., 2002; Szteren et al., 2004, 2018; Frau-Martinez, 2009; Romero et al., 2011, 2012, 2014; Franco-Trecu et al., 2014; Paso Viola et al., 2014; Vales et al., 2014; Saporiti et al., 2015; Loizaga et al., 2016; Denuncio et al., 2017a, 2021; Drago et al., 2017; Campos Range et al., 2021).

Muchas de las especies de peces y calamares también están sujetas a presión pesquera, lo que genera interacciones entre los delfines y lobos marinos y las artes de pesca. El delfín franciscana es la especie más afectada por las capturas incidentales en artes de pesca artesanales en la Zona Económica Exclusiva Argentina (Bordino y Albareda, 2004; Cappozzo et al., 2007; Negri et al., 2012), mientras que los delfines comunes son los más afectados por la pesca de arrastre industrial de media agua (Romero et al. 2012).

Además, se reconoce que esta área representa un corredor biológico durante la migración de la ballena franca austral, con avistajes que ocurren principalmente entre julio y septiembre. Durante este tiempo, suelen observarse a profundidades de hasta 50 m y muestran tiempos de residencia cortos típicos de paradas migratorias (< 7 días). La especie también se observa en áreas más allá de la línea de contorno de los 200 m entre octubre y diciembre, un período que corresponde a la migración de regreso hacia el sur desde las áreas de reproducción en latitudes bajas a las zonas de alimentación en latitudes altas (Mandiola et al., 2020).

Otras especies que se registran regularmente en la IMMA CCMMNA incluyen la orca (*Orcinus orca*), el delfín oscuro (*Sagmatias obscurus*), el elefante marino del sur (*Mirounga leonina*), la marsopa espinosa (*Phocoena spinipinnis*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (Bastida y Rodríguez, 2003).

La IMMA GNFPV se extiende a lo largo de un hábitat que sostiene al menos 9 especies de mamíferos marinos, incluyendo tanto pinnípedos como cetáceos. Durante el invierno y la primera representa un área importante para la reproducción y la cría de la ballena franca austral, albergando el núcleo reproductivo más grande de la población del Atlántico sudoccidental (IWC, 2013). La IMMA también sostiene poblaciones residentes de delfines comunes, delfines oscuros y orcas. En el Golfo San Matías hay pequeñas poblaciones residentes tanto del delfín nariz de botella común (*Tursiops truncatus truncatus*) como de delfín de Lahille (*T.t. gephyreus*), siendo estos últimos genéticamente aislados de otras poblaciones vecinas (Fruet et al. 2014). Por otro lado, las áreas costeras del norte de Patagonia albergan más de 20 colonias reproductivas de lobos marinos de un pelo y elefantes marinos del sur.

En relación con el estado de conservación, en el área habita una población residente de delfín nariz de botella de Lahille, los cuales, como se mencionó anteriormente, están clasificados como Vulnerables en la Lista Roja de la UICN. Se estima que hay menos de 250 individuos presentes en la IMMA, basándose en el promedio de avistamientos desde la década de 1970, con una tendencia poblacional negativa (Coscarella et al. 2012). La causa de esta disminución es desconocida (Coscarella et al. 2012).

Las poblaciones de las demás especies que ocurren en la IMMA presentan tendencias positivas o relativamente estables a lo largo del tiempo. Aproximadamente, 30 orcas habitan en dicha área durante todo el año, y las líneas matrilineales de los diferentes grupos han sido identificadas mediante foto-identificación (López y López, 1985; Iñíguez, 2001; Hoelzel 1991). La población de lobos marinos de un pelo ha mostrado signos de recuperación a partir de la década de 1980, contando actualmente en Patagonia norte y centro con alrededor de 170.000 animales (Romero et al., 2017), distribuidos en al menos 21 colonias permanentes dentro de la IMMA. Los elefantes marinos del sur ocupan toda la costa de la Península Valdés y el área al sur de la desembocadura del Golfo Nuevo durante sus temporadas de reproducción y muda (Crespo et al., 2007). En los últimos 10 años, esta especie ha aumentado a una tasa que parece estar alcanzando su capacidad de carga (Ferrari et al. 2009). Se estima que unas 2.200 ballenas francas australes se congregan en la IMMA entre abril y diciembre para aparearse, parir y amamantar a sus crías (Crespo et al., 2019; Romero et al., 2022). En el caso de los delfines comunes y oscuros, no se dispone de datos recientes sobre la abundancia poblacional en la IMMA, pero en base a la información sobre la distribución se considera que son las especies de cetáceos más frecuentes y abundantes de la zona (Svendsen et al., 2015; Degrati et al., 2019; Romero et al., 2019; Curcio et al., 2023).

De esta forma, la IMMA GNFPV además de representar una importante área para la reproducción de las especies de pinnípedos y cetáceos, también representa un área de alimentación para lobos marinos y delfines comunes, oscuros y nariz de botella (Koen Alonso et al., 1998, 2000; Romero et al., 2011, 2012, 2014; Loizaga et al., 2016). Estas especies predan sobre diferentes recursos, muchos de los cuales revisten importancia pesquera (Romero et al., 2011, 2012). La orca, el predador con mayor nivel trófico del sistema, caza en esta área, pinnípedos, cetáceos, aves marinas y tiburones (López y López, 1985; Iñíguez, 2001; Hoelzel, 1991; Reyes y García-Borboroglu, 2004; Sironi et al., 2008; Vila et al., 2008, Coscarella et al. 2015).

En la IMMA GNFPV también se registra ocasional la presencia de otras especies de mamíferos marinos como el delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*), la tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*), la marsopa espinosa (*Phocoena spinipinnis*), la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), la ballena sei (*Balaenoptera borealis*) y la ballena minke antártica (*Balaenoptera bonaerensis*) (Bastida y Rodríguez, 2003; Dans et al., 2023).

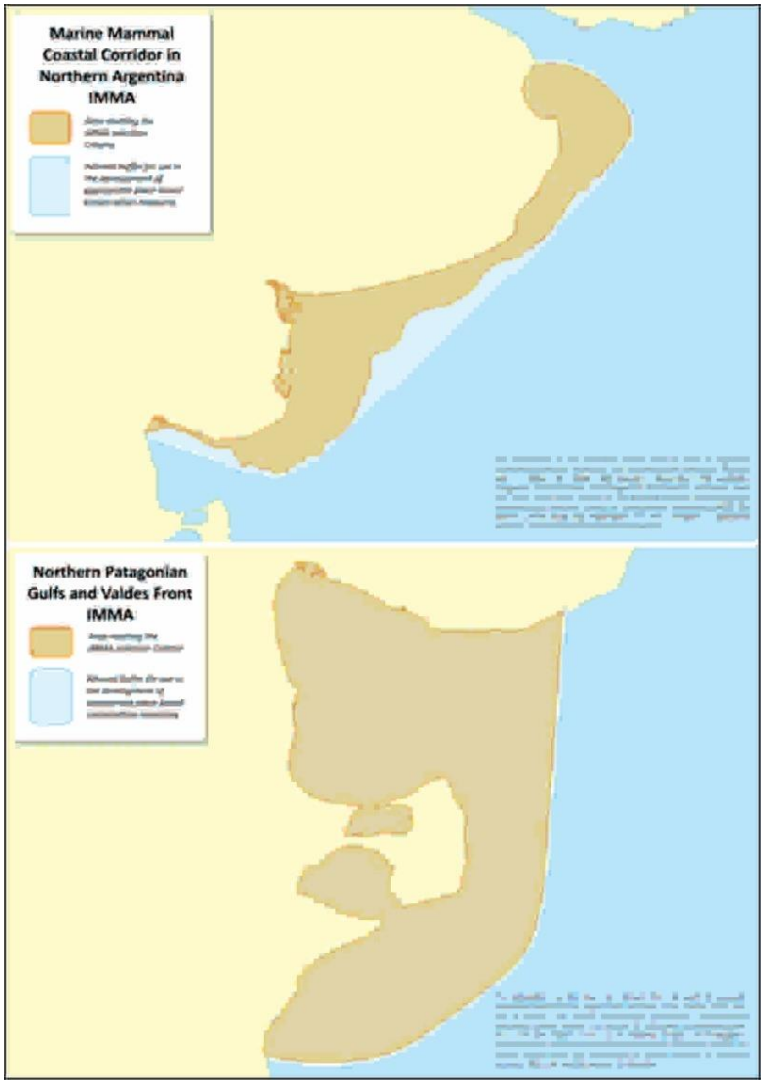


Figura 29. Área de Importancia para Mamíferos Marinos. Arriba: IMMA Corredor Costero de Mamíferos Marinos del Norte de Argentina. Abajo: IMMA Golfos Norpatagónicos y Frente de Península Valdés (IUCN MMPATF, 2018).

La importancia de estas áreas debido a la diversidad de especies de mamíferos marinos que alberga, la presencia de colonias, y la formación de agrupaciones reproductivas y de alimentación de la mayoría de las especies determinó la implementación de una serie de herramientas de gestión y conservación por parte de los gobiernos provinciales y nacionales. Por su parte el gobierno de la Provincia de Río Negro estableció la creación de cuatro Áreas Naturales Protegidas a lo largo de sus costas, reconociendo la importancia de la conservación de dichas áreas por ser especialmente sensibles al impacto de las actividades humanas. Tres de las Áreas Protegidas (Reserva Faunística Punta Bermeja, Área Natural Protegida Caleta de Los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón y Ára Natural Protegida Puerto Lobos) están dirigidas principalmente a la conservación de los apostaderos reproductivos de lobos marinos de un pelo, y la cuarta (Área Natural Bahía de San Antonio) destinada a la conservación de la diversidad de especies de aves y mamíferos marinos que hacen uso de la bahía (ver ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS para mayor información).

Dentro del Área de Estudio también se encuentra el Parque Nacional Islote Lobos (ver ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS para mayor información), para conservar el valioso registro arqueológico y la diversidad de especies de aves marinas y costeras, incluyendo migratorias, y las colonias de lobo marino de un pelo. Dentro de esta área se encuentra la colonia reproductiva de pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magallanicus*) más septentrional del mundo.

En el sur del Golfo San Matías, se extiende el Área Natural Protegida Península Valdés establecida por la provincia de Chubut para mantener muestras representativas de los ecosistemas terrestres, costeros y marinos, que aseguren la continuidad de los procesos naturales (ver ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS para mayor información).

2.5.3.4 Estado de Conservación de las Especies

Siguiendo la clasificación de la Lista roja de Mamíferos de Argentina (CMA-SAREM, 2019), el 20% (6 especies) de las especies presentes el Área de Estudio se encuentran amenazadas. En orden creciente del grado de amenaza, se cuenta con 2 especies Vulnerables (VU) y 4 especies En Peligro (EN, por su sigla en inglés), todas ellas cetáceos. Quince especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC, por su sigla en inglés) y 8 especies en las cuales la información existente no permite tener una evaluación, por lo que se mantienen en la categoría Deficiente de Datos (DD, por su sigla en inglés) (Tabla 21; Figura 30).

Particularmente para el caso de las 8 especies de presencia permanente y frecuente en el área, 7 de ellas están categorizadas como LC, mientras que 1 de ellas (*T. truncatus*) se encuentra bajo la categoría de EN, debido a su bajo número poblacional (Figura 31A). Las especies de presencia ocasional y rara (Figura 31B) se encuentran mayormente categorizadas como LC y DD, mientras que 5 de ellas se corresponden a especies bajo amenaza (2 VU y 3 EN) (Figura 31B).

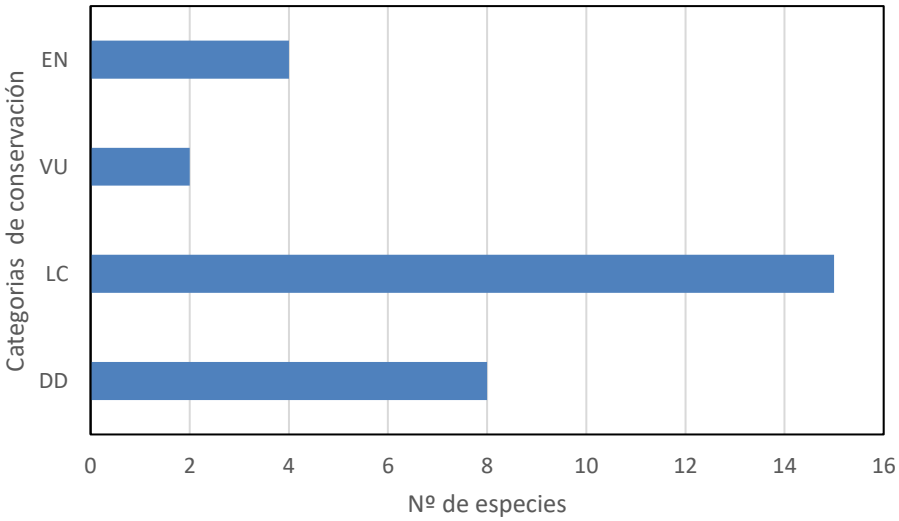


Figura 30. Especies de mamíferos marinos presentes en el Área de Estudio, agrupados según el estado de clasificación de conservación en la Categorización de Mamíferos Marinos de Argentina (CMA-SAREM, 2019).

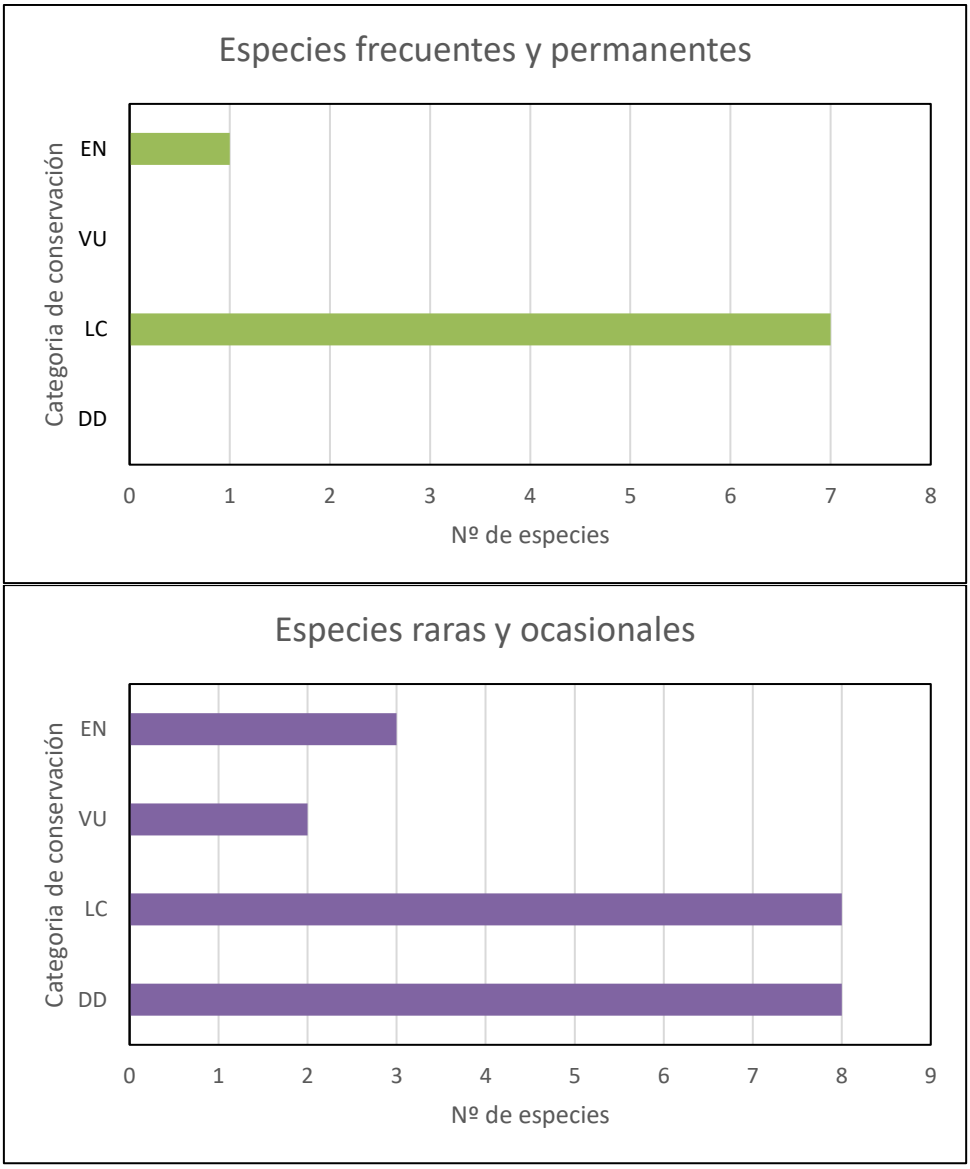


Figura 31. Especies de mamíferos marinos presentes en el Área de Estudio, agrupados según el estado de clasificación de conservación en la Categorización de Mamíferos Marinos de Argentina (SAREM, 2019). A) especies permanentes y frecuentes, y B) ocasionales y raras.

2.5.3.5 Instrumentos Legales para la Conservación

Argentina ha suscripto diversos acuerdos internacionales para la protección y la conservación de diversas especies entre las cuales se incluyen mamíferos marinos. Asimismo, Argentina cuenta a nivel nacional con varias reglamentaciones asociadas a la conservación de este grupo.

Tabla 27. Normativa para la conservación de los mamíferos.

Normativa	Título/Contenido	Autoridad de Aplicación
Normativa Internacional		
Decreto Ley 281/1958	Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena (ICRW)	Ministerio de Relaciones Exteriores

Normativa	Título/Contenido	Autoridad de Aplicación
Ley 23.918	Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) (75)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Ley 24.375 Decreto 1347/97	Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD). Comisión Nacional Asesora p/conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica (CONADIBIO).	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Ley 22.344	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Ley 15.802	Ratifica el Tratado Antártico (Suscripto el 1/12/59)	Ministerio de Relaciones Exteriores
Ley 24.216	Aprueba el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente	Ministerio de Relaciones Exteriores
Ley 21.676	Convención para la Conservación de Focas Antárticas (Londres 1 de junio de 1972 y en vigencia desde 1978)	Ministerio de Relaciones Exteriores
Ley 22.584	Aprueba Convención sobre Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y Consejo Federal Pesquero. Prefectura Naval Argentina
Ley 25.263	Régimen de Recolección de Recursos Vivos Marinos en el Área de Aplicación de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y Consejo Federal Pesquero. Prefectura Naval Argentina
Normativa Nacional		
Ley 27.037	Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas.	Administración de Parques Nacionales
Ley 23.094	Declara monumento natural, dentro de las aguas jurisdiccionales argentinas, a la Ballena Franca Austral	
Ley 22.351	Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales.	
Ley 22.421	Regula la conservación de la Fauna Silvestre	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Ley 27.167	Programa Nacional de Investigación e Innovación Productiva en Espacios Marítimos Argentinos – PROMAR.	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Resolución ex SRNyAH 351	Prohíbe caza, captura o apropiación y tránsito, en jurisdicción nacional, de todas las especies de Cetáceos y Pinnípedos que figuran en Anexo II. Aprueba el Reglamento de Oceanarios	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable

Normativa	Título/Contenido	Autoridad de Aplicación
Resolución N° CFP 11/2015	Plan de Acción Nacional para Reducir la Interacción de Mamíferos Marinos con Pesquerías en la República Argentina (PAN-Mamíferos)	Consejo Federal Pesquero. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Ley 25.052	Prohíbe la caza o captura de Orcas en todo el territorio nacional	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y PNA
Ley 25.577	Prohíbe la caza de Cetáceos en todo el territorio nacional	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Resolución CFP N°3/2001	Se encomienda al Programa Observadores a Bordo del INIDEP, instrumentar acciones y metodologías para la cuantificación de captura incidental de reptiles, aves y mamíferos marinas	Consejo Federal Pesquero. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Normativa Provincial		
Ley 2.056/85	Ley de fauna, incorpora a diversas especies de cetáceos y pinnípedos a la lista de especies protegidas	

Diversos Foros y Acuerdos Internacionales (varios de los cuales se mencionaron anteriormente) reconocen que **el ruido marino de origen antropogénico es una amenaza potencial para la conservación y el bienestar de las especies marinas**. En tal sentido han adoptado decisiones, resoluciones o han publicado documentos y guías, planteando un enfoque precautorio, la necesidad de reducir las fuentes de ruido antropogénico en el mar, y de desarrollar (con los más altos estándares posibles) medidas de prevención y mitigación de los impactos que pueda generar el ruido sobre la fauna marina. Algunos ejemplos se destacan a continuación:

- Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar (UNCLOS):
  - Res 61/222 (2006), punto 107
- Organización Marítima Internacional (OMI):
  - Resolución A.982 (24) (2005)
  - MEPC 59/19
  - Resolution MSC.337 (91) (2012) ADOPTION OF THE CODE ON NOISE LEVELS ON BOARD SHIPS
  - MEPC.1/Circ.833 7 (2014) GUIDELINES FOR THE REDUCTION OF UNDERWATER NOISE FROM COMMERCIAL SHIPPING TO ADDRESS ADVERSE IMPACTS ON MARINE LIFE
- Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres(CMS):
  - Resolución 9.19
  - Conferencia de las Partes - Novena Reunión (Roma, 1-5 de diciembre de 2008), adopta documento: “Impactos Antropogénicos Adversos por Ruido en el medio Marino y Oceánico Sobre los Cetáceos y sobre otras Biotas”.
  - Conferencia de las Partes - Décima Reunión (Bergen, 20-25 de noviembre de 2011), adopta documento: “OTRAS MEDIDAS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL RUIDO SUBMARINO PARA LA PROTECCIÓN DE CETÁCEOS Y OTRAS ESPECIES MIGRATORIAS”

- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN):
  - "Guía para mitigar los impactos de los estudios sísmicos sobre las especies marinas". Congreso Mundial de la Naturaleza. Hawai, EEUU, 2016

- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB):
  - "Expert Workshop on Underwater Noise and its Impacts on Marine and Coastal Biodiversity" (2014). Londres. UNEP/CBD/MCB/EM/2014/1/2 22 April 2014

- Comisión Ballenera Internacional (CBI):
  - Resolución 1998-6
  - "Draft Resolution on Anthropogenic Underwater Noise Submitted by Austria on behalf of EU Member States". IWC/67/05 Rev 2 Plenary Agenda item 11.3

  La CBI remarca la importancia de una mayor colaboración continuada en este tema, con otras organizaciones incluyendo ACCOBAMS, ASCOBANS, OMI y UICN

- Acuerdo para la Conservación de los Cetáceos del mar Negro, el mar Mediterráneo y el Área Atlántica Vecina (ACCOBAMS):
  - Resolución 4.17 (ACCOBAMS-MOP4/2010/Res.4.17). "GUIDELINES TO ADDRESS THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC NOISE ON CETACEANS IN THE ACCOBAMS AREA"

- Acuerdo para la conservación de los pequeños cetáceos del mar Báltico, el nordeste Atlántico, el mar de Irlanda y el mar del Norte (ASCOBANS):
  - Resolución No. 2. 6th Reunión de las Partes. Bonn, Alemania, Septiembre de 2009. "Adverse Effects of Underwater Noise on Marine Mammals during Offshore Construction Activities for Renewable Energy Production"
  - 17th Reunión del Comité Asesor, 2010. "Final Report of the ASCOBANS Intersessional Working Group on the Assessment of Acoustic Disturbance". AC17/Doc.4-08 (WG).

- Convenio para la protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste (OSPAR):
  - Comisión OSPAR. "Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment". Biodiversity Series, 2009.

2.5.4 Relevamiento de Megafauna Marina en el Área de Estudio

En otoño de 2024 se realizó una campaña para el relevamiento de la ocurrencia de especies de megafauna marina en el área de estudio a través de estudios visuales y acústicos desde embarcaciones, integrada con monitoreo costero de varamientos. Esta información será complementada con una nueva campaña a realizarse durante la próxima primavera.

2.5.4.1 Metologias Empleadas

Los relevamientos fueron realizados entre el 24 y el 28 de junio de 2024. Se realizaron monitoreos visuales desde una embarcación semirrígida con motor fuera de borda, información que se complementó con registros sonoros; y además se realizaron relevamientos de animales muertos varados en la playa. El área de estudio abarcó un sector costero comprendido entre la localidad de Las Grutas (-40,8131, -65,08528) y el cerro el Fuerte (-41,13097, -65,15219) hasta los 40 metros de profundidad.

Se emplearon dos metodologías complementarias para evaluar la abundancia y la distribución de tortugas, aves y mamíferos marinos en el área de estudio. Por un lado, se realizaron un total de 3 salidas náuticas con el fin de caracterizar la composición de los ensambles multiespecíficos en el área mencionada. En cada salida náutica se colectaron registros de número de animales observados, especie registrada y posición geográfica.

La primera salida náutica se realizó el día 24/06/2024 (hora de salida: 16:11 hs, hora de llegada: 17:20 hs, hora de la bajamar: 19:48 hs; -3 GTM). Se recorrió una distancia total de 26,5 km. En el marco de esta salida se procedió a la instalación de un detector acústico automatizado (FPOD CheloniaLimited) y dos hidrófonos autocontenidos (HydroMoth) en parte de la estructura del barco hundido Magdalena María II (-40,92500, -65,040833) para el relevamiento acústico de mamíferos marinos (Figura 32). El amarre de los equipos fue realizado por buzos expertos en el área, siguiendo la selección del lugar hecha en conjunto con los profesionales, quienes consideraron el barco como una zona segura para el amarre. Esta decisión se tomó para asegurar la protección del costoso equipamiento frente a las condiciones climáticas adversas. Aunque el barco hundido no se encuentra en el área más específica del estudio, es un lugar seguro que, según los buzos y profesionales de la zona, es frecuentemente visitado por mamíferos marinos.

Los problemas más frecuentes en el amarre de equipos incluyen:

- Robo: Principalmente perpetrado por pescadores, ya sea para frustrar el proyecto, repeler a "intrusos", obtener ganancias, o por simple curiosidad. El robo es una de las amenazas más comunes para los equipos de monitoreo en áreas marítimas.
- Buques arrastreros: Los dragadores de vieiras y algunos arrastreros pueden excavar profundamente en el lecho marino, lo que genera el riesgo de que las líneas de amarre se enreden con las redes y aparejos que llegan hasta la superficie.
- Tormentas: Las tormentas pueden desplazar las amarras o el suelo sobre el que están colocadas, o incluso pueden romper las estructuras. La fuerza de las tormentas representa un peligro significativo para la integridad del equipamiento.
- Incrustaciones biológicas (Biofouling): La acumulación de organismos marinos en las boyas de superficie puede hacer que estas se hundan, lo que complica su recuperación y afecta el monitoreo.
- Abrasión: El desgaste o fricción puede debilitar o romper las cuerdas utilizadas en el amarre, comprometiendo la estabilidad y seguridad de los equipos.
- Ruido del amarre: Las cuerdas frotándose contra el FPOD (dispositivo de detección pasiva) o las cadenas pueden generar ruido. Aunque es un problema poco frecuente y rara vez serio, puede interferir con la calidad de los datos acústicos recogidos.

Por lo tanto, los fabricantes recomiendan evitar que los equipos tengan elementos visibles en la superficie, lo que reduce la probabilidad de que sean detectados y robados por personas no autorizadas, especialmente pescadores, por lo que un amarre en el fondo de una estructura grande y conocida como un buque hundido representa un escenario ideal. Se sugiere el amarre con buzos (Diver Moorings), esta técnica ha sido utilizada con éxito en el Reino Unido y Nueva Zelanda[6], que involucra la intervención directa de los buzos para instalar los amarres, asegurando una colocación precisa y segura del equipamiento.

[6] https://www.chelonia.co.uk/fpod_downloads.htm

Los FPODs registran y almacenan exclusivamente los trenes de clics de ecolocalización producidos por los cetáceos odontocetos (delfines, marsopas), mientras que los hidrófonos autocontenidos registran todo el paisaje sonoro. El detector utilizado en el FPOD clasifica las series de clics (click trains) utilizando el clasificador KERNO-F v1.0. Este clasificador procesa archivos que contienen únicamente los clics que forman parte de una serie de clics. Los trenes de clics son clasificados de acuerdo a su frecuencia y ancho de banda por el programa como:

1. NBHF (Banda Ultra Alta de Frecuencia), que en este estudio corresponde a delfines franciscana (*Pontoporia blainvillei*) o marsopa espinosa (*Phocoena spinipinis*).
2. Other Cetacean (Otro cetáceo), correspondiente a delfines.
3. Sonar.
4. Unclassified (No clasificado).

Además, se realiza una clasificación por calidad de identificación específica como High (Alta) Moderate (Moderada) o baja (estos últimos fueron descartados para no tener falsos positivos).

Por otra parte, se utilizaron otros dos hidrófonos: hidrófono autocontenido (SoundTrap ST300), e hidrófono cableado de fabricación casera para el registro in situ de especies avistadas en el momento. Los mismos fueron desplegados durante el avistaje de un grupo de ballenas francas específicamente.

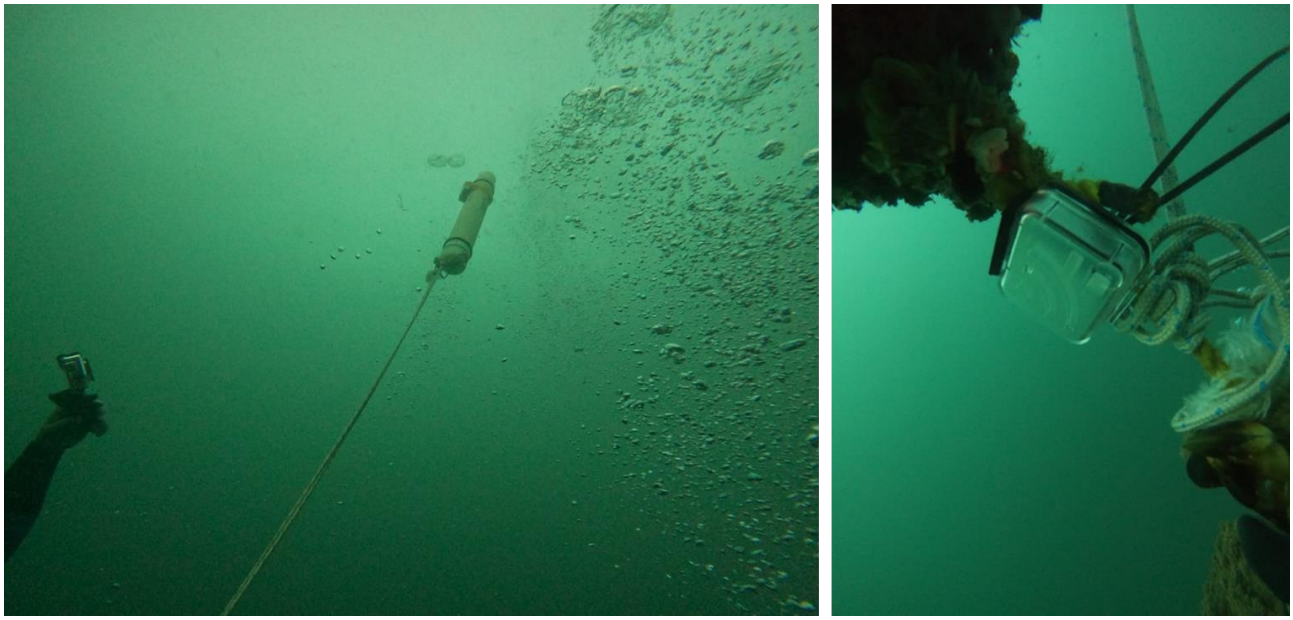


Figura 32. Hidrófonos instalados en parte de la estructura del pecio Magdalena María II en el marco de la campaña realizada.

La segunda salida se llevó adelante el día 25/06/2024, entre las 10:00 hs y 14:00 hs (hora de la bajamar: 7:55 hs, -3 GTM), recorriendo una distancia total de 54,3 km. La tercera salida náutica estuvo dirigida principalmente a recuperar los equipos de hidroacústica y tuvo lugar el día 27/06/2024 (hora de salida: 9:15 hs, hora de llegada: 12:00 hs, hora de la bajamar: 9:41 hs, -3 GTM), recorriendo una distancia total de 49 km.

Durante los relevamientos se conformaron dos grupos de observadores, uno hacia cada banda de la embarcación, los cuales registraron las aves y los mamíferos marinos observados a lo largo de cada una de las transectas con un ancho de 400 m (200 m a cada lado de la embarcación), mediante la utilización de binoculares. Todas las salidas náuticas tuvieron como punto de partida y llegada la Bajada 3 de Las Grutas (-40,813611, -65,089045).

Complementariamente, se realizaron un total de 2 relevamientos costeros de megafuana presentes en la costa aledaña (Figura 33). Estos relevamientos en costa fueron realizados los días 26 de junio y 05 de julio de 2024. El relevamiento realizado el 26 de julio comprendió horas de la tarde (entre las 15:00 y 18:00 hs, -3 GTM), abarcando un periodo de tiempo total de tres horas. Durante este relevamiento se recorrió una distancia lineal de 2,8 km a pie. El relevamiento realizado el 05 de julio también tuvo lugar en horas de la tarde (entre las 13:40 y las 18:00 hs, -3 GTM), y se recorrió una distancia lineal total de 14 km a bordo de un vehículo 4x4. Estos relevamientos consistieron en la cuantificación e identificación, tanto de animales vivos como muertos, observados a lo largo de cada una de las transectas. Para cada ejemplar registrado se tomó el largo total, y se realizó el relevamiento fotográfico

Adicionalmente se recopiló información sobre la ocurrencia de especies de mamíferos marinos en el área de estudio en el marco de las campañas realizadas para la caracterización de las Comunidades Planctónicas, Bentónicas y Demersal Pelágicas.



Figura 33. Relevamientos de aves y mamíferos muertos en costa realizados en el marco de la campaña costera.

2.5.4.2 Resultados

- **Salidas náuticas**

Durante los relevamientos náuticos se recorrió una distancia total de 129,8 km (Figura 34 y Figura 35). Se identificaron 3 especies de mamíferos marinos pertenecientes a 2 familias (*Otariidae* y *Balaenidae*), y 6 especies de aves pertenecientes a 5 órdenes (*Sphenisciformes, Procellariiformes, Pelecaniformes, Charadriiformes* y *Podicipediformes*), y 6 familias (*Spheniscidae, Diomedeidae, Procellariidae, Phalacrocroracidae, Laridae* y *Podicipedidae*).

Dentro de los mamíferos, se realizaron un total de 12 avistajes, registrándose 17animales en total. La especie más frecuentemente avistada (basada en el número de individuos) fue el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*), seguido de la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) y por último el lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*).

Entre las aves marinas, se realizaron un total de 80 avistajes, registrándose 441 animales en total. El cormorán imperial (*Leucocarbo atriceps*) resultó la especie más abundante, seguida de la pardela oscura (*Ardenna grisea*) y la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*).

Durante los monitoreos náuticos no se registró la ocurrencia de tortugas marinas.

En la Tabla 28 se presentan los resultados de las especies de megafauna marina avistadas en cada uno de los relevamientos náuticos. La Tabla 29 y la Tabla 30 denotan las tasas de encuentro para las especies de mamíferos y aves marinas, respectivamente, avistadas durante las salidas náuticas.

La Figura 36 muestra un mosaico de imágenes de algunas especies de aves y mamíferos marinos avistados durante los relevamientos náuticos, mientras que la Figura 37 denota algunos ejemplares de aves y mamíferos marinos avistados vivos durante los relevamientos de costa.

Por otro lado, durante los relevamientos náuticos realizados el día 22/06/2024 para la toma de datos de Comunidades Planctónicas y Bentónicas, se registró la presencia de 1 lobo marino de un pelo en el Punto 1 (-41,12324, -65,12081) y dos lobos marinos de un pelo en el Punto 2 (-41,11950, -65,09597). En la campaña para la toma de datos de Comunidades Demeral Pelágicas, se registró la presencia de una ballena franca austral (-41,0666924, -65,0489529) y 15 lobos marinos de un pelo (lance 7, -41,066667, -65,050000, 7 lobos; lance 10, -41,116667, -65,083333, 2 lobos; lance 11, -41,116667, -65,050000, 6 lobos).

Tabla 28. Abundancia (número de individuos) de mamíferos y aves marinas avistadas durante los relevamientos náuticos realizados en el marco del presente estudio. Entre paréntesis se menciona el número de individuos.

	Mamíferos Marinos	Aves Marinas y Costeras
Salida náutica 1 (24/06/2024). En el caso de aves marinas se realizó un total de 6 avistamientos.	Lobo marino de un pelo (3)	Albatros ceja negra (4) Gaviota cocinera (7) Cormorán imperial (20)
Salida náutica 2 (25/06/2024). En el caso de aves marinas se realizó un total de 74 avistamientos.	Lobo marino de un pelo (3) Lobo marino de dos pelos (1) Ballena franca (1)	Albatros ceja negra (12) Gaviota cocinera (18) Cormorán imperial (282) Huala (2) Pardela oscura (35) Pinguino de Magallanes (6)
Recorrida de playa 1 (26/6/2024)	2 ballenas francas (vivas en el mar)	Gaviota cocinera (621) Pato crestón (83) Pardelas sin identificar (80) Gaviotines sin identificar (40) Biguá (23) Ostrero pardo (7) Garzo bruja (6) Garza blanca (2)
Salida náutica 3 (27/06/2024).	Lobo marino de un pelo (3) Lobo marino de dos pelos (1) Ballena franca austral (5)	Albatros ceja negra (1)

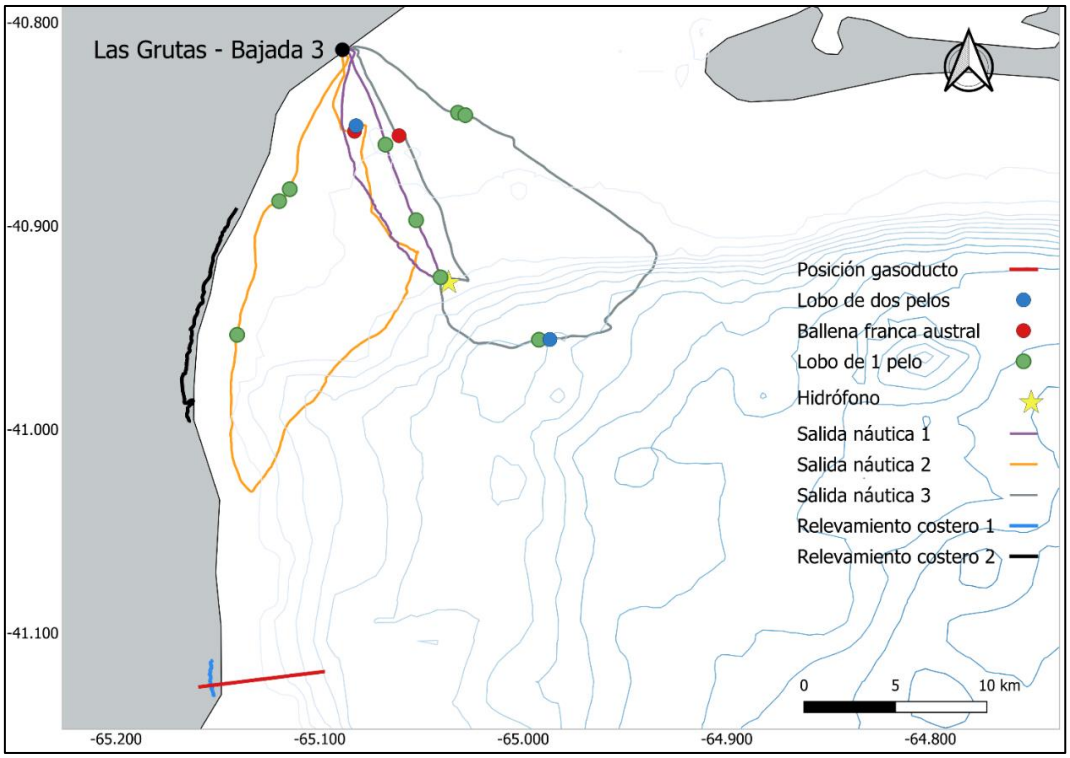


Figura 34. Registro de mamíferos marinos observados durante las salidas náuticas. Área de estudio donde se consigna con un color diferente el recorrido de cada una de las salidas náuticas y costeras realizadas en el marco del presente estudio.

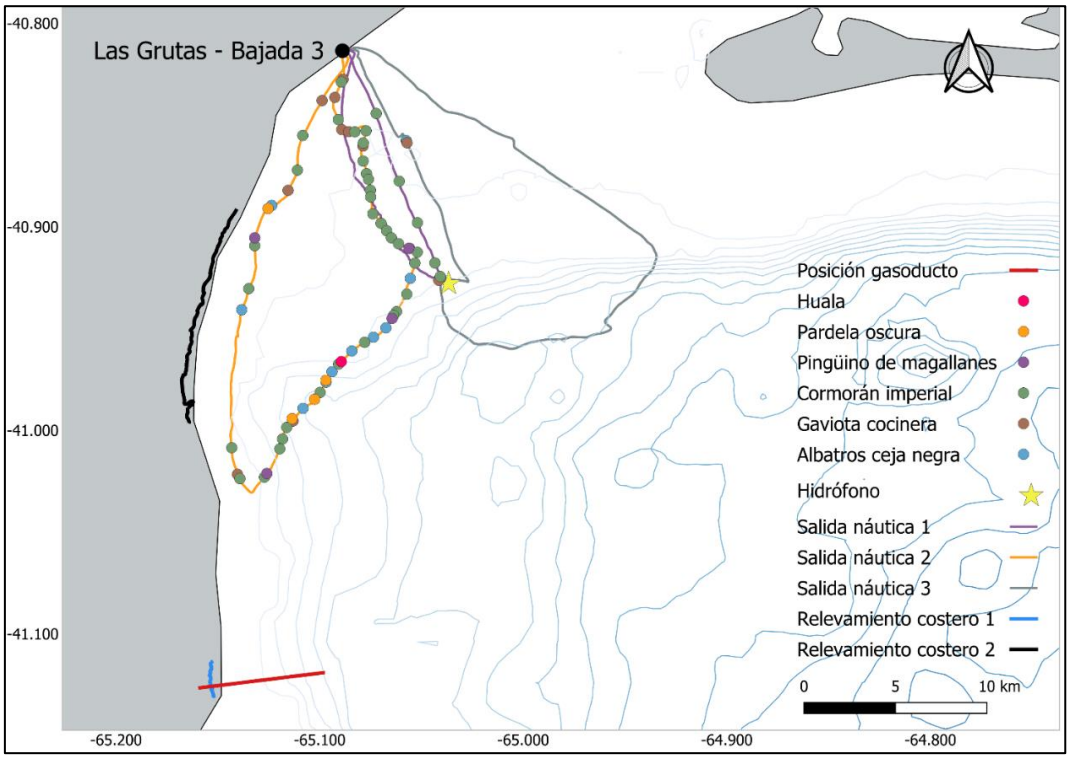


Figura 35. Registro de aves marinas observadas durante las salidas náuticas. Además, se muestra la posición del gasoducto (línea roja) y la posición donde se colocaron los hidrófonos (estrella amarilla). Área de estudio donde se consigna con un color diferente el recorrido de cada una de las salidas náuticas y costeras realizadas en el marco de la campaña.

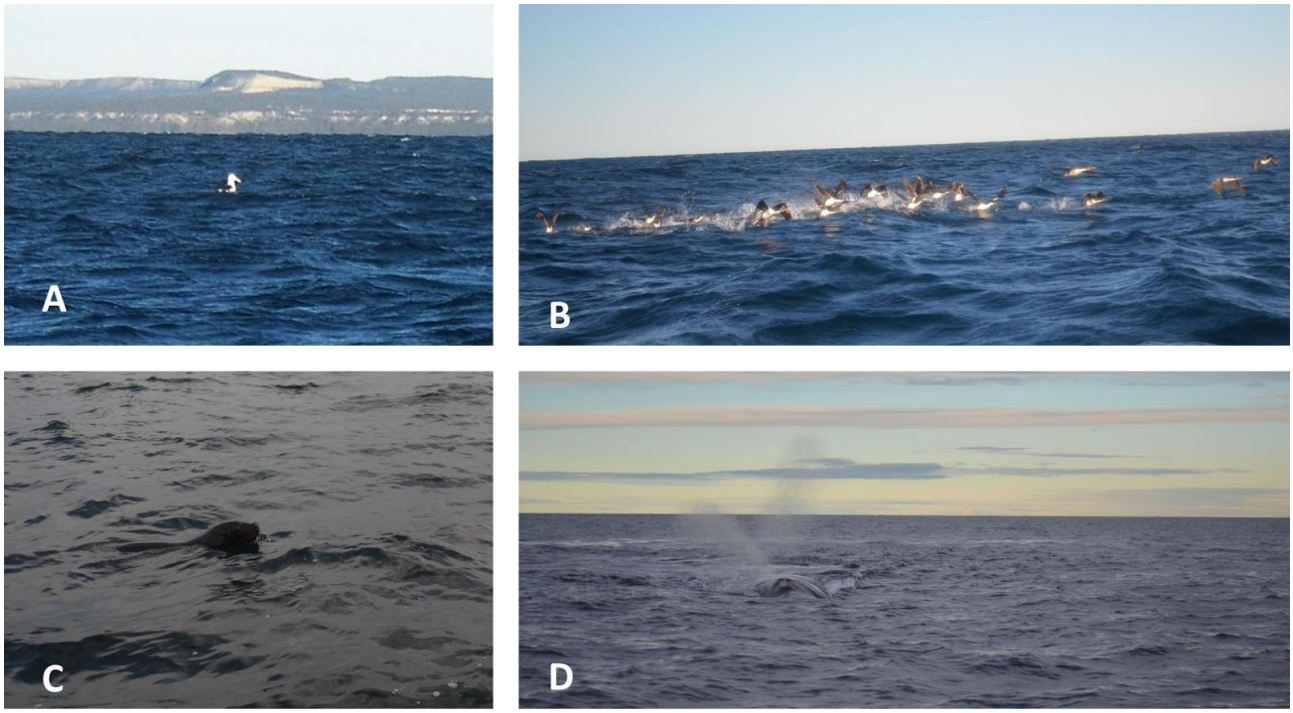


Figura 36. Aves y mamíferos marinos avistados durante las salidas náuticas realizadas en el marco del presente estudio. Ejemplar solitario de Albatros ceja negra (A), bandada de cormoranes imperiales (B), ejemplar solitario de Lobo marino de un pelo (C) y ejemplar solitario de Ballena franca austral (D).

Tabla 29. Detalle de los avistamientos de mamíferos marinos realizados durante las salidas náuticas. La tasa de encuentro se expresa como el número de individuos de cada especie por kilómetro total recorrido.

	Número de avistajes realizados	Número promedio de animales observados	Tasa de encuentro
Otaria flavescens	8	1,125	0,069337442
Arctocephalus australis	2	1	0,01540832
Eubalaena australis	2	3	0,046224961

Tabla 30. Detalle de los avistamientos de aves marinas realizados durante las salidas náuticas. La tasa de encuentro se expresa como el número de individuos de cada especie por kilómetro total recorrido.

	Número de avistajes realizados	Número promedio de animales observados	Tasa de encuentro
Thalassarche melanophris	13	1,30	0,1309
Larus dominicanus	11	2,27	0,1926
Leucocarbo atriceps	48	6,29	2,3266
Podiceps major	1	2,00	0,0154
Ardenna grisea	4	8,75	0,2696
Spheniscus magellanicus	3	2,00	0,0462



Figura 37. Avistaje de dos ejemplares de ballena franca austral (*Eubalaena australis*) a unos 1500 metros de la costa (A) y de aves marinas vivas en costa (B) realizados en el marco de los relevamientos costeros del presente estudio. Las flechas rojas indican la posición relativa de los animales

- **Relevamientos de animales en costa**

A lo largo de los 16,8 km de costa recorridos (Figura 34 y Figura 35 se registró la ocurrencia de megafauna varada muerta en la costa. Solo se encontraron ejemplares de mamíferos y aves marinas, sin encontrarse registros de tortugas marinas.

Dentro de los mamíferos marinos se registró la presencia de lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*). Registrándose un total de 21 ejemplares muertos a lo largo de la costa. Todos los ejemplares observados fueron encontrados en un estado de descomposición avanzado, el cual no permitió la identificación del sexo de los animales (Figura 38).

Entre las aves se registraron al menos 4 especies pertenecientes a 4 órdenes (Sphenisciformes, Charadriiformes, Podicipediformes y Falconiformes) y 4 familias (Spheniscidae, Phalacrocroracidae, Laridae, Podicipedidae y Cathartidae). El pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) resultó la especie más abundante.

En la Tabla 31 se presentan los resultados de las especies de megafauna marina avistadas muertas en cada uno de los relevamientos costeros realizados.

Tabla 31. Abundancia (número de individuos) de mamíferos y aves marinas avistados muertos durante los relevamientos de costa realizados en el marco del presente estudio. Entre paréntesis, el número de individuos.

	Mamíferos marinos	Aves marinas y costeras
Recorrida de playa 1 (26/6/2024)	Lobo marino de un pelo (9)	Pingüino de Magallanes (33) Procellariiforme sin identificar (1)
Recorrida de playa 2 (05/7/2024)	Lobo marino de un pelo (12)	Pingüino de Magallanes (32) Jote cabeza negra (1) Gaviota cocinera (1) Macá grande (1) Cormorán sin identificar (1) Pardela sin identificar (1)



Figura 38. Restos óseos correspondientes a un Lobo marino de un pelo hallado muerto durante los relevamientos de costa en el marco de la campaña, con escala como referencia.

- **Registros sonoros**

Se obtuvieron un total de 686 minutos de grabación en el HydroMoth 1 y 120 minutos del HydroMoth 2, mientras que el detector acústico FPOD registró 3 días y 16 horas en continuo. Se contó además un hidronio autocontenido que fue colocado en el agua durante los avistajes de ballena franca austral grabando un total de 64 minutos.

Se detectaron señales tonales de cetáceos odontocetos compatibles con silbidos de delfín común (*Delhinus delphis*) o delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus gephyreus*) a la medianoche (Figura 39). Además, se registraron los sonidos de la ballena franca austral.

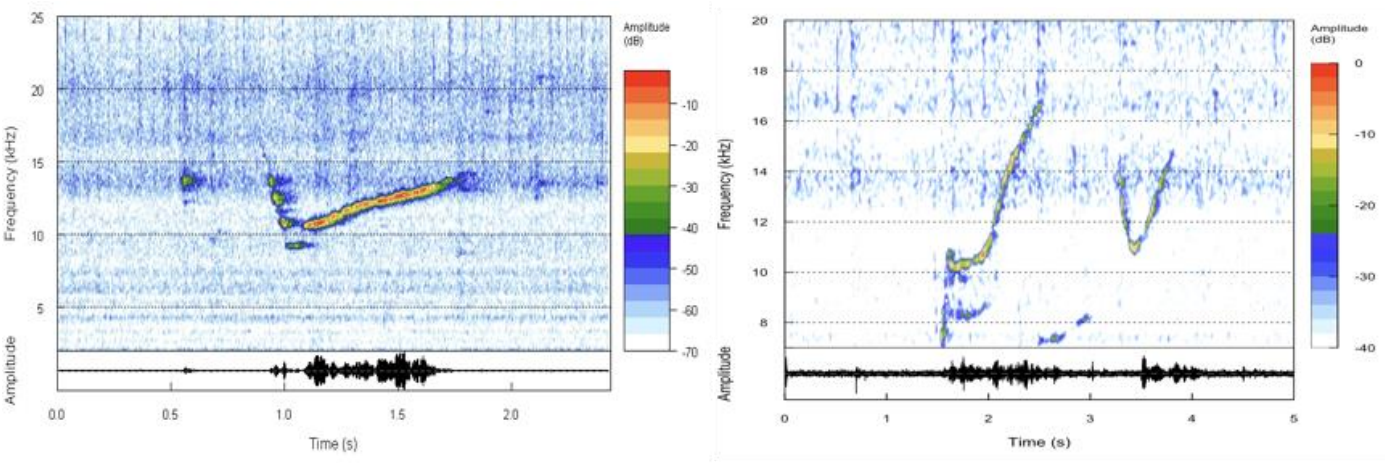


Figura 39. Señales tonales (silbidos) de odontocetos registrados en el marco de la campaña realizada. El eje y representa la frecuencia en kHz y el eje x el tiempo medido en segundos.

El detector acústico obtuvo un total de 39 clics, registró además la temperatura media del agua que fue de 12 grados centígrados y durante los 3 días y 16 minutos halló trenes de clics de banda ancha y alta frecuencia (NBHF), con un pico de frecuencia promedio de 127,7± 3,7 (118-133) detectado el día 24 de junio a las 23 horas (Figura 40), compatible con los sonidos del delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*). Dichas señales se caracterizan por tener un rango de frecuencia mayor a 100 khz (Reyes et al., 2018; Giardino et al., 2023, Giardino et al., 2024).

Además, se registraron clics de una frecuencia menor (pico de frecuencia media 66,3 ± 11,5 kHz, 34-82), clasificados como desconocidos por el algoritmo de la App del detector (Kerno) que posiblemente sean de delfín común o delfín nariz de botella. Dichos trenes de clics, con una taza de 60 clics por segundo, se registraron a la medianoche del día 26 de junio.

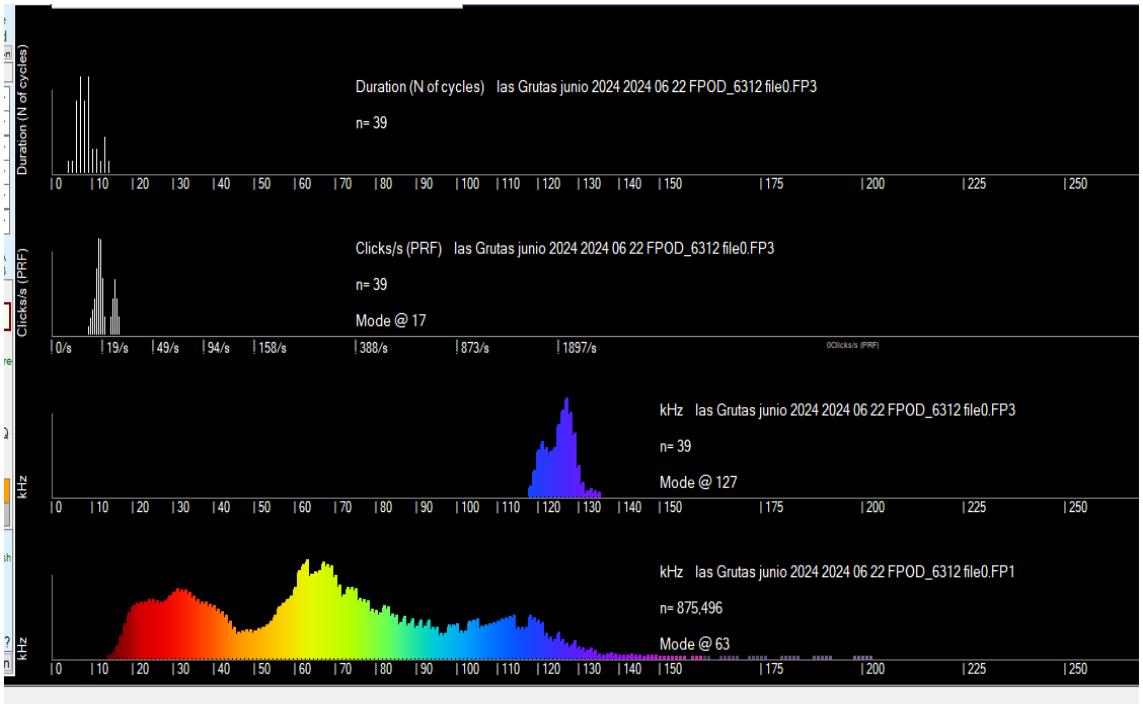


Figura 40. Trenes de click de alta frecuencia y banda angosta detectados con el FPOD compatibles con los del delfín franciscana, obtenidos durante el desarrollo de la campaña.

2.5.4.3 Conclusiones

A pesar de ciertas inclemencias climáticas y operativas que impactaron sobre el normal desarrollo de la campaña, se pudo concretar con éxito tanto salidas náuticas como relevamientos costeros en pos de relevar la ocurrencia de especies de megafauna marina en la zona de estudio durante el otoño de 2024.

Se desplegaron y recuperaron con éxito equipos para el registro sonoro de mamíferos marinos, los cuales aportaron datos adicionales a los relevamientos visuales realizados desde una embarcación y desde tierra.

Todas las especies de megafauna marina avistadas, independientemente de la fuente de datos utilizada, ocurren regularmente a lo largo del año en la zona de estudio e incluso algunas especies de aves y mamíferos marinos cuentan con sitios reproductivos aledaños a la misma.

La escasa representatividad temporal de la campaña realizada impide realizar generalizaciones acerca de la ocurrencia de aves y mamíferos marinos a mayores escalas, resaltando la necesidad de continuar con monitoreos de fauna desde embarcaciones náuticas y relevamientos de costa.

Un mayor número de hidrófonos posicionados a distintas distancias de la línea de costa permitirá contar con paisaje acústico más robusto y evidenciar la ocurrencia de otras especies de mamíferos marinos no relevados durante la campaña pero que ocurren naturalmente en la zona de estudio.

El análisis detallado de las señales acústicas requiere una gran inversión de tiempo, principalmente debido al limitado conocimiento que se tiene sobre las especies locales en términos acústicos. Esto limita la efectividad de los programas automatizados de clasificación. Asimismo, es esencial contar con personal específicamente capacitado y con la idoneidad necesaria para interpretar correctamente estos datos y superar las limitaciones de las herramientas automáticas.

3. ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN

Los espacios costeros marinos constituyen áreas en las que diversas actividades humanas compiten por espacio y recursos, generalmente limitados. En esta competencia, los beneficios de algunas actividades se destinan a las minorías, mientras los costos se descargan sobre la comunidad y el ambiente. Los daños directos sobre el ambiente por contaminación, la degradación de poblaciones y comunidades de organismos naturales por efecto de la explotación, y los conflictos por el uso de los recursos y ambientes entre actividades humanas, son situaciones que ocurren con frecuencia en los ambientes costeros marinos.

Frente a estas situaciones, los gobiernos reaccionan habitualmente estableciendo reservas o áreas de manejo especiales que tienen por objetivo proteger las especies y los ambientes costeros y marinos de la constante degradación que producen las actividades humanas. Estas reservas naturales, genéricamente denominadas áreas marinas protegidas (o áreas protegidas costero marinas), constituyen herramientas de manejo de base espacial que se establecen con diferentes finalidades, tales como proteger sitios representativos de ecosistemas que aún no han sufrido importantes degradaciones, proteger ambientes y hábitats esenciales para los procesos biológicos y/o ecológicos de organismos y ensambles de especies marinas, o simplemente para recuperar ambientes impactados y desarrollar planes para la restauración de sus hábitats y recuperación de poblaciones de las especies o de la biodiversidad.

En el marco de esta variedad de finalidades, algunas de estas áreas marinas protegidas son creadas principalmente como reservas de territorios para la preservación (mantenimiento en su estado original natural) y/o protección (resguardo de amenazas) de enclaves reproductivos, de descanso o alimentación de especies carismáticas (ej. mamíferos marinos, aves migratorias y/o residentes). Desde el punto de vista operativo, estas reservas establecen limitaciones y/o prohibiciones en el uso de los espacios y/o los recursos en el interior del espacio geográfico, razón por la cual esa protección se extiende también al ambiente físico propiamente dicho, a la biodiversidad en general y a los valores históricos y culturales presentes en el mismo. Por otra parte, y desde una perspectiva de uso de los recursos con fines turísticos y/o de manejo pesquero, muchas de estas áreas son creadas con fines específicos de conservación (que implica el aprovechamiento sostenible para consumo o no) de los recursos pesqueros y de la biodiversidad asociada. Con este último fin se establecen, además de las antes descriptas, las llamadas áreas de manejo pesquero, que incluyen zonas de vedas reproductivas y de protección de juveniles, áreas de esfuerzo de pesca restringido y/o de prohibición de operaciones con determinadas artes de pesca.

En el caso de las áreas marinas protegidas creadas con fines de preservación, protección y/o conservación de fauna marina carismática y biodiversidad, su creación y marco legal está habitualmente establecido a nivel de normas generales (leyes) y la autoridad de aplicación corresponde a las áreas de la administración del Estado con competencia en temas ambientales o de turismo. Para el caso de las áreas marinas protegidas creadas con fines de conservación y manejo de recursos pesqueros, el marco legal para el establecimiento de sus objetivos de conservación, límites geográficos y alcance operacional, remite en general a normas complementarias tales como resoluciones y disposiciones al amparo de un régimen de pesca (leyes provinciales y/ nacional), siendo la autoridad de aplicación el área de la administración del Estado competente en materia de pesca.

En el Área de Estudio, que incluye al Golfo San Matías y parte de la plataforma continental adyacente, se han establecido varias áreas marinas protegidas con diversos objetivos de preservación, protección y/o conservación y manejo pesquero, bajo el amparo de las diferentes jurisdicciones provinciales y nacional. En los siguientes apartados se desarrolla la información referida a esas áreas y se identifican para las mismas los aspectos ambientales más relevantes.

3.1 ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS

En el ámbito geográfico del Golfo San Matías se han establecido varias áreas protegidas costero marinas, las cuales, en términos generales, tienen por finalidad la preservación y la protección de diversas especies marinas, sus comunidades biológicas, ambientes y hábitats (Figura 41).

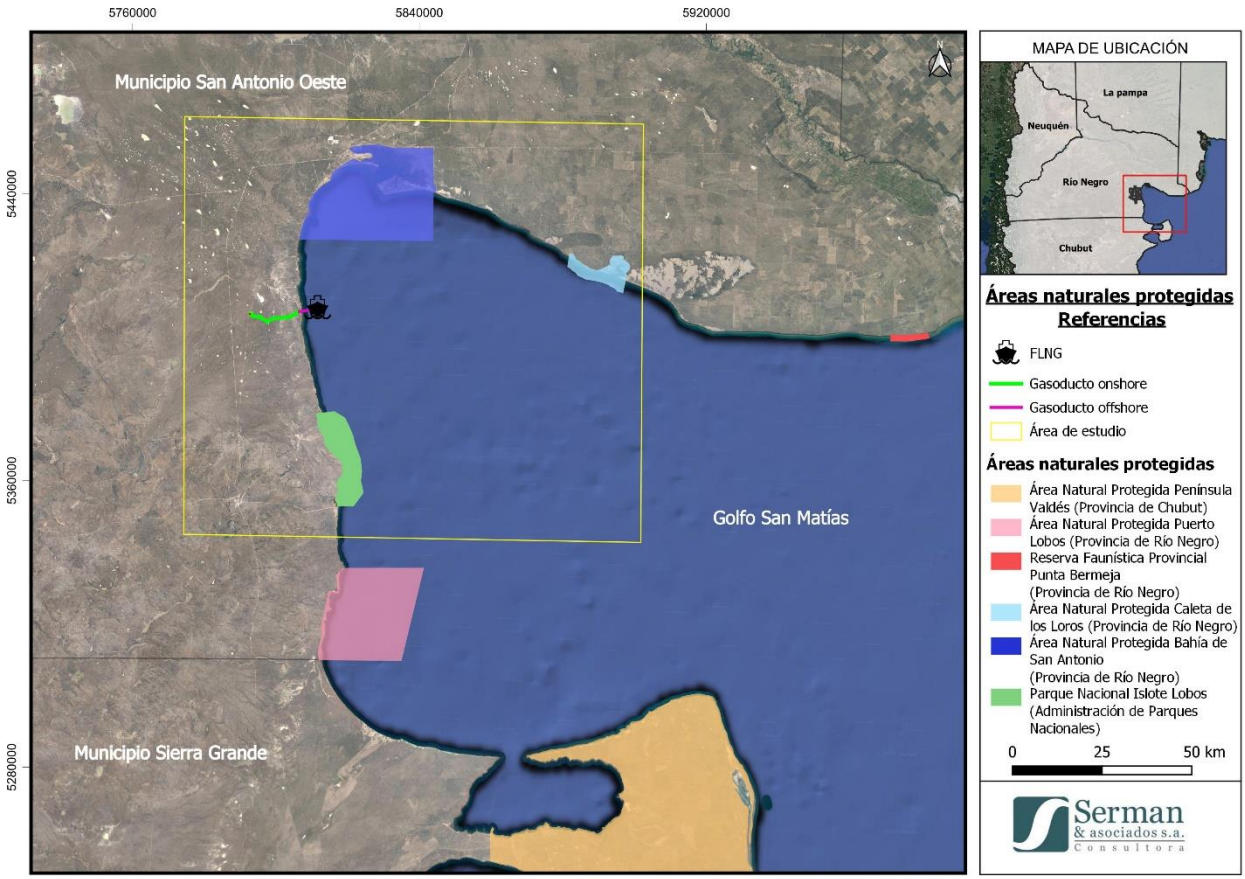


Figura 41. Áreas naturales protegidas (ANP) costero marinas sobre jurisdicción de las provincias de Río Negro y Chubut en el Golfo San Matías.

El listado de las áreas protegidas marinas consideradas de importancia en el marco de esta línea de base ambiental con relación al presente proyecto incluye a las siguientes:

- Reserva Faunística Provincial Punta Bermeja (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Caleta de los Loros (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Bahía de San Antonio (Provincia de Río Negro)
- Parque Nacional Islote Lobos (Administración de Parques Nacionales)
- Área Natural Protegida Puerto Lobos (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Península Valdés (Provincia de Chubut)

Para la Provincia de Río Negro, el marco legal que rige las áreas naturales protegidas (denominación genérica) desde el punto de vista ambiental es la Ley 2.669. Esta norma constituye el marco normativo para el sistema de áreas naturales protegidas aplicable al ámbito continental, marítimo y aéreo provincial e instituye como su Autoridad de Aplicación a la actual Secretaría de Ambiente y Cambio Climático. Entre las competencias atribuidas se otorga la facultad para elaborar los planes de manejo y asignar a las áreas naturales protegidas existentes o futuras las categorías de manejo correspondiente (Art. 14). Las Categorías de Manejo establecidas en esta ley son:

- Categoría I. Reserva Científica / Reserva Natural Estricta
- Categoría II. Parque Provincial
- Categoría III. Monumento Natural
- Categoría IV. Reserva Natural Manejada / Santuario de Fauna y Flora.
- Categoría V. Paisaje Protegido
- Categoría VI. Reserva de Recursos
- Categoría VII. Ambientes Artificialmente Generados
- Categoría VIII. Reserva de Uso Múltiple
- Categoría IX. Reserva de Biosfera.
- Categoría X. Sitio de Patrimonio Mundial (Natural)

Para el caso de la Provincia de Chubut, el marco legal general para la gestión de las áreas naturales protegidas es la Ley 4.617 del año 2000, que dispuso la creación del Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas (SPANP) en el ámbito continental, marítimo y aéreo provincial. El SPANP se constituyó por todas las reservas naturales turísticas existentes dentro de la jurisdicción provincial y las áreas naturales protegidas que en un futuro se creasen.

Finalmente, para el caso del Estado Nacional, el marco legal de creación y gestión de Parques Nacionales es la Ley 27.670 y, provisoriamente, el Decreto 370/2022.

A continuación, se desarrolla una breve caracterización de cada una de estas áreas protegidas, con información sobre su localización, categoría, objetivos de conservación y condiciones de manejo.

3.1.1 Reserva Faunística Punta Bermeja

Esta reserva fue originalmente creada bajo por el Decreto Provincial 898/1971, comprendiendo principalmente el espacio geográfico ocupado por la colonia de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens* existente en el lugar, la más septentrional y una de las más grandes del mundo. El objeto de la reserva es el de *"... conservar y proteger en ella a la naturaleza en todos los aspectos, haciéndola accesible al hombre con fines científicos y/o turísticos".* La RFPB está ubicada en el extremo norte del Golfo San Matías, al este de la provincia de Río Negro (Figura 42).

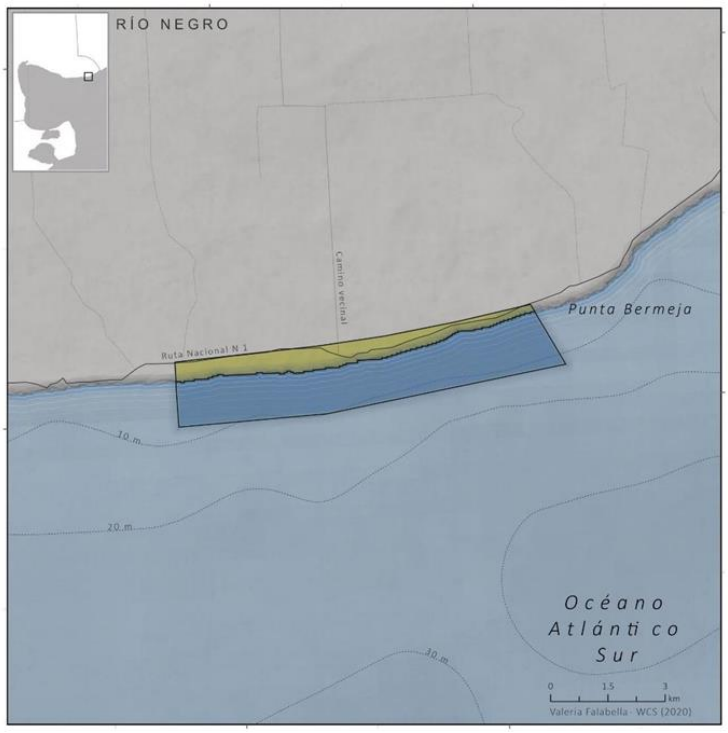


Figura 42. Localización del ANP Punta Bermeja (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Punta Bermeja, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio.)

Se extiende a lo largo de un frente de aproximadamente 10 km de costa e incluye una faja de aproximadamente 500 m de ancho sobre el continente y 1000 m sobre el frente marino. Posee una superficie aproximada de 1805 ha, de las cuales alrededor de 400 ha corresponden a la parte continental y las restantes a la zona marina e intermareal.

A partir de la entrada en vigor de la Ley 2.669 y ante la necesidad de incorporar las ANP creadas con anterioridad al Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas, se dictó el Decreto Provincial 1.862/05 que fijó los límites provisorios de la misma a los fines de poder contar luego con un Plan de Manejo. El Plan de Manejo fue aprobado mediante el Decreto Provincial 1.280 del año 2011 y en 2022 se procedió a su revisión y actualización (Giaccardi M. 2022). Su categoría de manejo corresponde a una Reserva Científica / Reserva Natural Estricta (Cat. I) y Reserva de Uso Múltiple (Cat. VIII).

El frente costero de RFPB se caracteriza por la presencia de grandes acantilados de entre 50 y 110 m de altura, conformados principalmente por estratos sedimentarios de correspondientes a la Formación Río Negro (Mioceno-Plioceno), con presencia de areniscas conglomeradas (Fm Tehuelche o Rodados Patagónicos) y depósitos eólicos (Fm Punta Villarino) recientes en la parte superior (Caselli et al. 2019). Entre los principales valores de conservación identificados en el diagnóstico del plan de manejo (Giaccardi 2022) se destacan, además del apostadero de lobos marinos, el paisaje costero marino, las diferentes geoformas, los acantilados, médanos y el monte adyacente (Figura 43).



Figura 43. Imagen característica de la RFPB, con su apostadero de lobos de un pelo, acantilados y zona intermareal. Crédito: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

También se consideran relevantes otras especies de la fauna regional como el loro barranquero, varias especies de aves marinas, de la estepa y mamíferos marinos (orcas, ballena franca, elefante marino), algunas de ellas de presencia ocasional.

En cuanto al lobo marino de un pelo, principal especie protegida en la RFPB, el número de individuos censados en el periodo 2007-2024 mostró una tendencia positiva hasta 2022 para todas las clases de edad, coincidente con el incremento poblacional estimado para la población de Patagonia norte y central, cercano a un 6% anual (Romero et al. 2024). En la RFPB el número total de individuos observado en 2015 fue de 4776 (1378 crías, 28.8%) animales, mientras que en 2022 llegó a 7196 individuos de los cuales 2052 eran crías (28.5%). En el año 2023, el brote de Influenza Aviar (H5N1) causó la muerte de al menos 811 lobos comunes en Punta Bermeja. Las consecuencias del brote de influenza aviar se vieron reflejadas en una reducción en el número de individuos censados, particularmente en el apostadero de Punta Bermeja. En 2024, el número total de animales observado fue un 27.6% menor al total censado en 2022. El número de crías se redujo aproximadamente a un 50%, observándose solo 1066 crías nacidas en 2024. Los machos adultos también mostraron una reducción significativa en su abundancia, pasando de 614 animales observados en 2022 a 293 en 2024 (Romero et al. 2024).

3.1.2 Área Natural Protegida Caleta de los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón

Esta área protegida fue creada como Reserva de Usos Múltiples Caleta de los Loros por el Decreto 1.840/84. En el año 1998, mediante la Ley Provincial 3.222, se adecuó su estatus al marco de la Ley 2.669 y se ratificaron sus límites a los establecidos previamente en la Ley 2.032. El ANP CLL-PZ-PM se creó con la finalidad de preservar el medio ambiente, los elementos naturales, hábitat, especies acuáticas y terrestres, sitios naturales escénicos, yacimientos arqueológicos, paleontológicos y formaciones geológicas existentes. Esta reserva está ubicada en la costa norte del Golfo San Matías, en el departamento Adolfo Alsina, en el cruce del paralelo 41º y el meridiano 64º, al Este de la Provincia de Río Negro. Se extiende a lo largo de un frente de aproximadamente 18 km de costa, incluyendo una porción marina, la Caleta de los Loros propiamente dicha y una porción continental. Posee una superficie aproximada de 5690 ha, de las cuales aproximadamente 2690 ha corresponden a la parte continental y aproximadamente 3000 ha al sector marino comprendido entre la línea determinada por la media de las máximas mareas de sicigia y la isobata de los 10 m. Su categoría de manejo corresponde a una Reserva de Usos Múltiples (Cat. VIII).

La Caleta de los Loros se interna aproximadamente 5 km hacia el norte, bordeada por dos grandes bancos con playas de arena, zonas de vegetación adaptada al medio salino, con predominancia del espartillo *Sporobolus densiflora*, canales de marea de fondo arenoso y cordones de médanos. Presenta playas de escasa pendiente con gran extensión en baja marea. Desde Punta Mejillón hacia el oeste la costa presenta varios kilómetros de acantilados de características estructurales y edad similar a los descriptos para Punta Bermeja, con playas de arena y típicas plataformas de abrasión. Sobre este sector, a unos 3 km de Punta Mejillón, se localiza una colonia reproductiva de lobos de un pelo, la cual registra una abundancia en torno a los 1600 individuos aproximadamente (Romero et al. 2022).

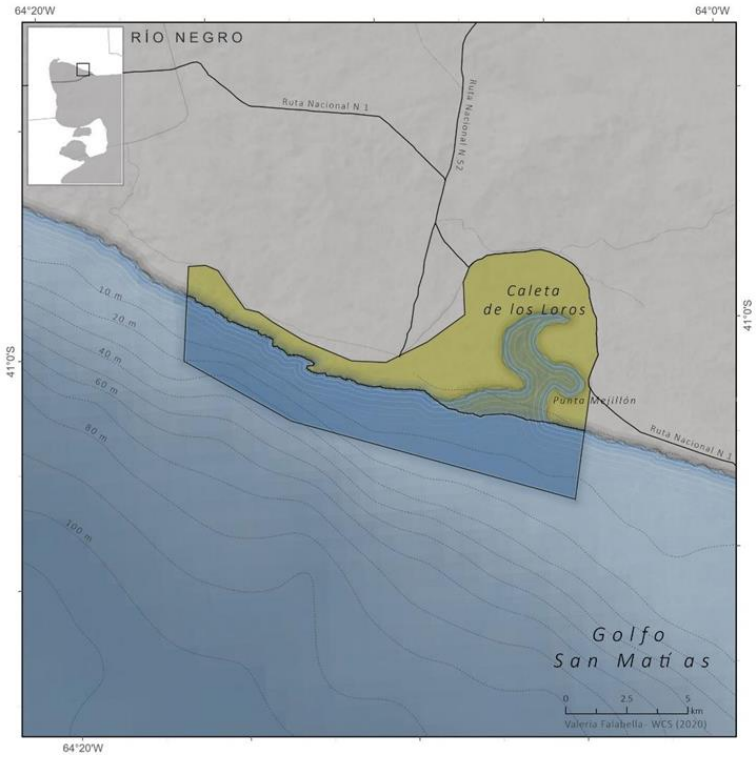


Figura 44. Localización del ANP Caleta de los Loros (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Caleta de los Loros, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

Entre las especies de aves acuáticas más conspicuas en esta reserva se destacan los flamencos *Phoenicopterus chilensis*, chorlos y playeros (*Calidris canutus, C. alba, C. fuscicollis, Charadrius falklandicus)*, ostrero pardo Haematopus palliatus, biguá Nannopterum brasilianus, gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea*, garza blanca *Ardea alba*, garza mora *A. cocoi*, macá *Podiceps major* y loro barranquero *Cyanoliesus patagonus*.

Como recursos históricos objeto de la pesca artesanal se destacan los pejerreyes manila *Odontesthes smitti* y escardón *O. argentinensis*, el róbalo *Eleginops maclovinus* y la presencia de bancos de mejillón *Mytilus platensis*. En cuanto al conjunto de especies de aves objeto de protección del ANP, no existen registros históricos sobre su abundancia y tendencia.



Figura 45. Vista del interior de la Caleta de los Loros. Al fondo se observa Punta Mejillón.

3.1.3 Área Natural Bahía de San Antonio

Esta ANP fue creada en 1993 por la Ley 2.770 con la finalidad de proteger y conservar los ambientes de los cuales dependen las localidades reproductivas, de descanso y alimentación de diversas aves, tanto residentes como migratorias. Asimismo, establece que las especies faunísticas u organismos que descansen, se alimenten o reproduzcan en el área, adquieren el estatus de protección que les brinda la referida ley. Los alcances de esta ley se extienden a prácticamente todos los componentes de la biodiversidad del ecosistema de la bahía, aunque no debe perderse de vista que el centro de interés de su creación son las aves migratorias y el resto de los organismos acuáticos para los cuales la bahía constituye un sitio crítico para sus procesos biológicos y ecológicos.

El ANP Bahía de San Antonio se encuentra en el sector noroeste del Golfo San Matías (Figura 46). Tiene una superficie de 809,8 km², de los cuales 591,6 km² corresponden a la parte marina y 218,2 km² al sector terrestre. Los límites provisorios de esta ANP fueron establecidos en el Decreto 1.003/08 y el Plan de Manejo se aprobó mediante el Decreto 398/14. Según la Resolución 296/11 del Consejo de Ecología y Medioambiente de la Provincia de Río Negro (CODEMA) se otorgan a esta ANP las categorías de manejo de Reserva de Uso Múltiple (Cat. VIII) y Paisaje Protegido (Cat. V) (ratificada en el Decreto 398/14). Esta ANP tiene la particularidad de incluir en su interior al puerto San Antonio Este, y sobre sus límites a los centros urbanos de San Antonio Oeste y Las Grutas.

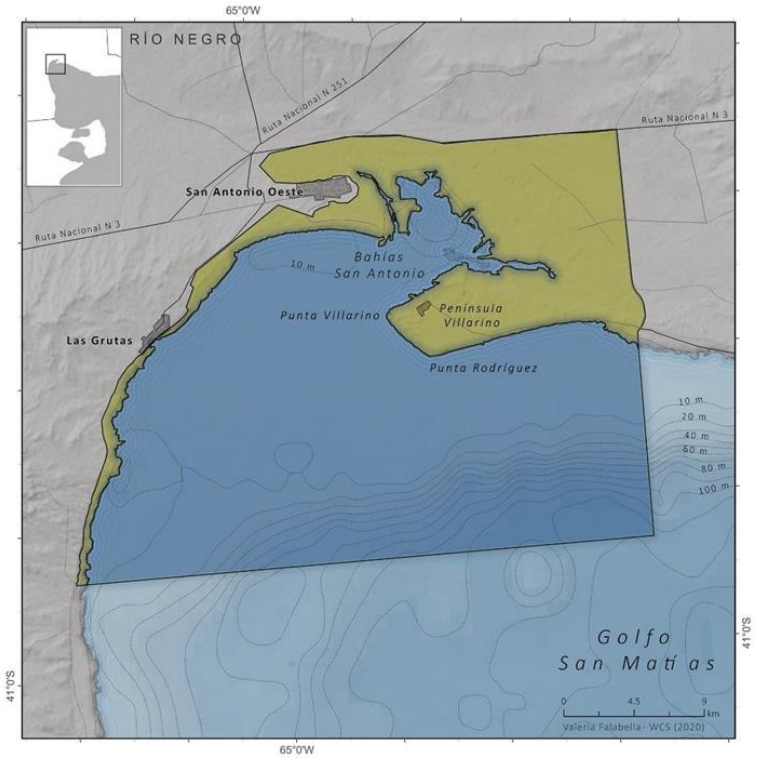


Figura 46. Localización del ANP Bahía de San Antonio (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Bahía de San Antonio, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio.)

La Bahía de San Antonio se localiza en la parte norte del ANP y en el sector sur del gran bajo de San Antonio. Su origen, al igual que para la depresión del golfo, se reconoce en las transgresiones marinas del Pleistoceno y posteriormente del Holoceno (Mouzo 2014). Posee una superficie total aproximada de 12.772 ha y se comunica con las aguas del Golfo San Matías mediante una boca de aproximadamente 5 km de ancho.

Además de la bahía, el ANP Bahía de San Antonio incluye un sector adyacente a la misma sobre la zona noroeste del Golfo San Matías, que se extiende hasta el paraje El Sótano hacia el sur, y hasta la baliza San Matías al este. Toda la zona externa se encuentra fuertemente influida por el régimen hidrológico propio de la bahía, caracterizado por una baja tasa de renovación, la cual contribuye al incremento de la temperatura de las masas de agua en esa región de la cuenca durante los meses cálidos. Las escasas lluvias, la ausencia de aportes de agua dulce de origen natural y la elevada tasa de evaporación existente en la bahía y en la zona norte del golfo, determinan mayores salinidades, que contrastan con las aguas más frías y menos salinas del sector sur del golfo.

La bahía y su zona de influencia presentan diferentes unidades fisiográficas características y bien diferenciadas. En el interior de la bahia se observan planicies arenosas o limo-fangosas cubiertas en algunos lugares por vegetación halófila (Sporobolus, Salicornia) o por parches de colonias densas de mejillín *Brachydontes rodriguezii*. Se destacan además grandes planicies de marea surcadas por canales de marea y médanos bajos (fijos o vivos) sobre las costas. Las formas fisonómicas típicas y dominantes son las planicies de marea cubiertas en algunos casos por vegetación halófila y en otros por mejillinares, y los bancos de arena (Figura 47).



Figura 47. Vista de la Bahía de San Antonio desde el canal principal. Al fondo se observa la planta de Alcalis de la Patagonia (ALPAT) sobre Punta Delgado y el puerto San Antonio Este (Crédito Matrtín Brunella).

La boca de la bahía se encuentra definida por la Punta Delgado (al norte) y la Punta Villarino (al sur). Hacia el sector externo de la bahía y partiendo desde la Punta Delgado, la acumulación del Banco Reparo se proyecta sobre las costas que se extienden en sentido oeste-suroeste, pasando por el sector mismo del frente de barrancas de Las Grutas (Figura 48) y llegando hasta el sector del paraje el Sótano Sobre el borde sur de la boca de la bahía, partiendo desde la Punta Villarino, se extiende en sentido sur suroeste el banco Lobos, otra formación intermareal de gran extensión que se proyecta hacia el interior del golfo por más de cuatro millas náuticas.

Siguiendo la línea costera de la Península Villarino, la costa se proyecta por más de 15 km en sentido este-sureste hasta baliza San Matías. En este tramo costero se destaca, sobre la línea de pleamar, la presencia de formaciones dunares continuas en conexión directa con la línea de playa. En el extremo oriental, frente a la baliza San Matías, las bajamares dejan al descubierto extensas plataformas de abrasión de superficie casi horizontal. Pertenecen a la Formación Patagonia (también llamada Formación del Gran Bajo del Gualicho), unidad de edad miocena compuesta por sedimentos limo-arenosos y limo-arcillosos de color general amarillo verdoso y con niveles fosilíferos.



Figura 48. Vista del sector costero de acantilados y playas próximo a Las Grutas (Crédito Matrtín Brunella).

En el lado occidental de la reserva, como en la zona de Las Grutas, esta formación conforma acantilados. También formando parte de la zona costera, y a modo de faja, se reconocen acumulaciones eólicas fijas o móviles. En general se trata de médanos transversales de baja altura (1,5 a 3 metros), que en algunos sectores adquieren alturas de hasta 10 metros, con incremento en la proporción de formas móviles de poca profundidad con extensos intermareales fangosos, varios bancos arenosos e islotes, playas de canto rodado y dunas.

Además de los valores paisajísticos descriptos, gran parte de las extensiones intermareales del ANP constituyen áreas de descanso, alimentación e invernada de numerosas especies de aves playeras migratorias, principalmente playeros y chorlos (playero rojizo *Calidris canutus*, playerito rabadilla blanca *C. fuscicollis*, playerito blanco *C. alba*, playerito unicolor *C. bairdii*, becasa de mar *Limosa haemastica*). En el interior de la bahía nidifican gaviotas *Larus dominicanus*, ostreros *Haematopus palliatus*, garza bruja *Nycticorax nycticorax*, gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea* y chorlo doble collar *Charadrius falklandicus*. **Dada la importancia del ANP Bahía de San Antonio por su congregación de aves playeras migratorias, ha sido declarada Sitio Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP).** Es utilizada por más de 18 especies de aves playeras de las familias Charadriidae y Scolopacidae como sitio de escala migratoria o de estancia no reproductiva. Entre ellas, según el año, del 25 al 50 % de la población total de 30 mil ejemplares de playero rojizo, cuya estadía austral transcurre en Tierra del Fuego.

Respecto de otros valores de conservación, la bahía y su zona de influencia son importantes sitios de desove de peces de interés comercial, particularmente robalo *Eleginops maclovinus*, los pejerreyes manila *Odontesthes smitti* y escardón *O. argentinensis* y sargo *Diplodus argenteus*. Un rasgo destacado de esta ANP es la presencia de una población endémica de caballito de mar *Hippocampus patagonicus*. La presencia estacional de algunas de estas especies y de otras residentes, da lugar a la actividad pesquera artesanal y deportiva. Además de las mencionadas, son objeto de esta pesca otras especies ícticas como el cornalito *Odonthestes incisa*, la lisa *Mugil lisa* y lenguado *Paralichthys patagonicus*. Una variedad de moluscos y crustáceos constituyen la base de las pesquerías artesanales de esta ANP, entre las que se destacan el pulpito *Octopus tehuelchus*, el caracol atigrado *Zidona dufresnei*, el caracol globoso *Buccinanops globulosus*, la vieira *Aequipecten tehuelchus*, la cholga *Aulacomya ater*, el mejillón *Mytilus platensis*, las almejas púrpuras *Amiantis purpurata*, navaja *Ensis macha* y panopea *Panopea abreviatta* y el cangrejo nadador *Ovalipes trimaculatus*.

Finalmente, el ANP cuenta con una importante diversidad de especies de mamíferos marinos residentes en la zona, entre las que se destacan el lobo de un pelo *Otaria flavescen*s, el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* y el delfín común *Delphinus delphis*. Estas especies junto con otra de presencia estacional (la ballena franca austral *Eubalaena australis*) han dado lugar al desarrollo del turismo de avistajes, actividad que ha experimentado un notable desarrollo en el espacio del ANP durante la última década.

La información sobre el estado de conservación y tendencias poblacionales de las especies protegidas en el ANP Bahía de San Antonio, ya sea se trate de las especies de aves migratorias o residentes, mamíferos marinos o especies de interés pesquero, debe ser particularmente considerada en el contexto de esta línea de base ambiental, habida cuenta de la proximidad geográfica de esta ANP con el lugar de emplazamiento del proyecto. Para el caso de estos grupos de especies dicha información, en caso de estar disponible se detalla en los apartados respectivos de cada grupo y en el correspondiente a la caracterización de las pesquerías.

Finalmente, en lo que respecta al medio socioeconómico presente en el ámbito de influencia del ANP Bahía de San Antonio, según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2022, la población estable conjunta del Departamento San Antonio es de 36.588 habitantes. La economía de las localidades comprendidas en el ejido del Municipio de San Antonio Oeste y su área de influencia, se sostiene principalmente de actividades productivas y de servicios, basadas en el aprovechamiento de los recursos naturales, tales como la pesca, el turismo, la minería, la ganadería y las actividades industrial y portuaria. La población del área viene experimentando un crecimiento sostenido desde hace varias décadas, previéndose una tendencia similar para los próximos años.

La pesca constituye una de las actividades productivas más relevantes para la región y como se mencionó previamente, gran parte de la actividad pesquera artesanal se desarrolla en el ámbito geográfico del ANP (ver detalles en el apartado correspondiente a las pesquerías). Asimismo, otro de los motores de la economía regional es la actividad turística. El área de San Antonio forma parte del Corredor denominado “Patagonia de las Playas”, que es una continuidad geográfica desde la desembocadura del río Colorado hasta el río Chubut. Involucra a las provincias de Buenos Aires, Río Negro y Chubut, enlazadas por la Ruta Nacional 3 y un atractivo común: la naturaleza. San Antonio Oeste, Puerto de San Antonio Este y Las Grutas integran un circuito turístico particular, con diversos atractivos y con zonas de destacado valor ecológico en el ámbito nacional e internacional. Según estadísticas oficiales de la Secretaría de Turismo de la Municipalidad de San Antonio Oeste, para la temporada estival 2017/2018 se registraron aproximadamente 336.000 turistas.

En relación con el turismo al aire libre o de naturaleza, la principal oferta se compone de paseos o excursiones náuticas, salidas de pesca, actividades de buceo y excursiones de interpretación de la naturaleza, la mayor parte de ellas dentro del ANP. En los últimos años se ha comenzado a desarrollar el turismo de avistajes de fauna marina, que tiene como atractivos principales a la ballena franca austral, los delfines comunes, oscuros y nariz de botella, pingüinos, lobos marinos y varias especies de aves. Esta actividad presenta un gran potencial de expansión habida cuenta de que poblaciones de mamíferos y aves marinas que son objeto de la actividad, muestran tendencias de crecimiento positivas a raíz de las medidas de conservación implementadas en las últimas décadas. Asimismo, en el ANP Bahía de San Antonio y en el contexto específico del turismo de buceo, se ha comenzado a potenciar el desarrollo del Parque Submarino Las Grutas con el hundimiento de nuevas embarcaciones pesqueras en desuso, las que conformarán el complejo de arrecifes artificiales más importante de Sudamérica.

3.1.4 Parque Nacional Islote Lobos

Este parque nacional se ubica sobre la costa oeste del Golfo San Matías. Cuenta con una superficie total de 190,8 km², de los cuales 155,5 km² corresponden a superficie marina y 32,3 km² al sector continental (Figura 49). El PNIL Fue creado por la Ley 27.670 (promulgada por el Decreto 370/22). Cuenta con una normativa (Resol. APN 747/23) que establece una zonificación preliminar y las actividades permitidas en cada categoría de zona de acuerdo con la información disponible y el marco normativo vigente (Resol. APN 74/22). Según lo establece la Resolución APN 747/23, esta zonificación preliminar estará vigente hasta que el Parque Nacional cuente con su correspondiente Plan de Gestión.

Al igual que fue mencionado para el caso del ANP Bahía de San Antonio, el estatus de conservación de esta área costero marina protegida y su proximidad geográfica con el área de implantación del proyecto, determinan la necesidad de considerar especialmente sus valores ambientales y de conservación y sus potenciales interacciones.

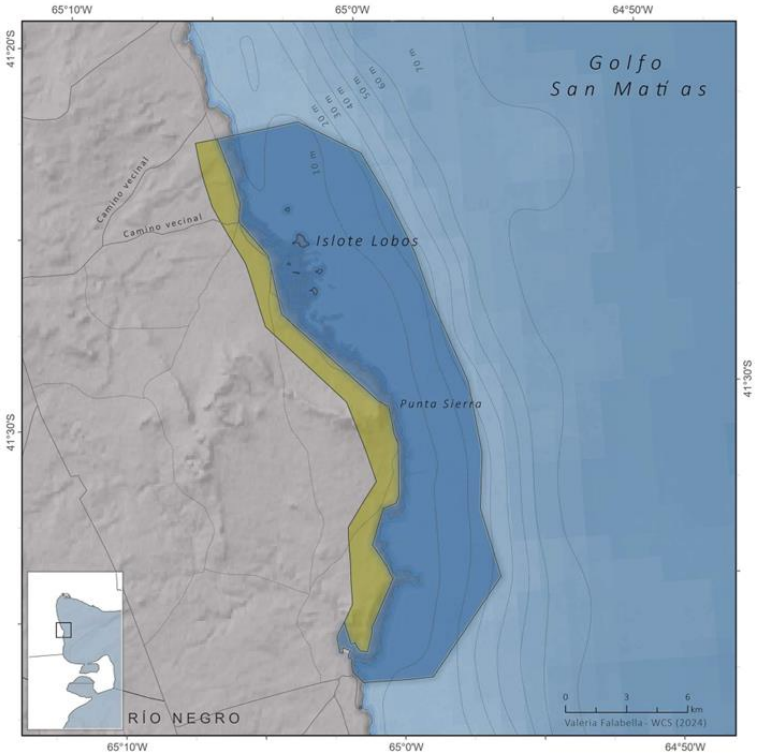


Figura 49. Localización del Parque Nacional Islote Lobos (WCS Argentina (2024). Mapa PNIL, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

El Parque Nacional Islote Lobos (PNIL) comprende una franja costera de aproximadamente 20 km que, en el sector norte, incluye a un complejo de seis islotes o promontorios rocosos a poca distancia de la costa: Lobos, La Pastosa, Ortiz Norte, Ortiz Sur, Redondo y de los Pájaros. En el extremo sur del parque se destaca también Punta Pozos, una saliente granítica que se proyecta en el mar por algo más de mil metros, y que alberga una colonia reproductiva de gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea*, una colonia de cormorán imperial *Leucocarbo atriceps* y un apostadero de lobos de un pelo.

El islote Lobos es un promontorio granítico de escasa superficie que alberga parte de la colonia de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens* (unos 497 animales en 2022, según Grandi et al. 2022) y un pequeño apostadero de lobos de dos pelos *Arctocephalus australis*. Esta última colonia ha experimentado una reducción significativa en la abundancia entre los años 2007 y 2017 (una tasa media anual de entre -12,2% y -17,6%), que podría estar relacionada con la selección de nuevos hábitats por parte de esta especie en un contexto de expansión poblacional (Bartés et al. 2020).

El islote La Pastosa es el islote de mayor extensión del complejo con un área de aproximadamente 18,6 Ha. Este islote se comunica con tierra firme durante la bajamar a través de tómbolos (barras sedimentarias y rocosas), dejando al descubierto un extenso intermareal rocoso y arenoso, pozas de marea, rocas aisladas y vegetación adaptada al medio salino, con predominancia del espartillo *Sporobolus densiflora* y la vidriera o mata jume *Sarcocornia perennis* (Figura 50). La Pastosa presenta una cobertura vegetal adaptada al medio semiárido, típica de la región fitogeográfica del Monte, con predominancia de jume *Suaeda divaricata*, zampa *Atriplex lampa*, jarillas *Larrea Sp*p., yaoyín *Lycium chilense*, palo azul *Cyclolepis genistoides* y pastizales de coirones o flechillas (*Stipa spp.*). Esta cobertura vegetal no es uniforme, por lo que la densidad de las especies vegetales es variable según los sectores del islote. Los islotes Redondo y de los Pájaros, aunque de menor superficie, presentan características similares a La Pastosa, aunque con una mayor cobertura arbustiva compuesta principalmente de jume y zampa.



Figura 50. Vista del sector intermareal del PNIL. Crédito: APN.

En cuanto a la fauna presente en estos islotes, se destaca la presencia de aves marinas y costeras, tanto de especies migratorias como también de colonias reproductivas. En la Pastosa existe también una colonia reproductiva de lobo marino de un pelo. Durante los censos llevados a cabo recientemente (Romero et al. 2024) el número de lobos censados en este islote ascendió a 1021 animales, con una tendencia creciente en aproximadamente un 20% respecto de los registros de 2022 (816 animales, según Grandi et al. 2022).

Entre las aves marinas que nidifican en los islotes La Pastosa, Redondo y de los Pájaros, se registraron las siguientes especies: gaviota cocinera *Larus dominicanus*, pingüino de Magallanes *Spheniscus magellanicus*, gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea*, gaviotín real *Thalasseus maximus*, gaviotín pico amarillo *T. sandviscensis*, gaviotín lagunero *S. trudeaui*, ostrero pardo *Haematopus palliatus* y ostrero negro *H. ater*. Entre las especies de aves no marinas que nidifican en el área se incluyen a la garza blanca *Ardea alba*, la garza bruja *Nycticorax nycticorax* y la garza mora *A. cocoi*. En el caso del pingüino de Magallanes, el PNIL constituye el enclave de nidificación más septentrional de esta especie. La colonia reproductiva de esta especie ocupa los islotes La Pastosa, Redondo y de los Pájaros. Recientes estudios[7] determinaron una abundancia total de 9146 parejas.

3.1.5 Área Natural Protegida Puerto Lobos

Este ANP se localiza en el extremo sur de la jurisdicción de la provincia de Río Negro, en el Golfo San Matías (Figura 51). Posee una superficie total de 547,20 km², de los cuales 528,60 km² corresponden al sector marino y 18,60 km² al continental. Esta ANP fue creada en 1998 por medio de la Ley 3.211 y sus límites, que se extienden entre el paralelo 42°S, Punta Pórfido el norte y abarca desde 500 metros por encima de la mayor pleamar hasta el límite de 12 millas náuticas desde la costa, fueron establecidos por el Decreto Provincial 1.863/05. Los objetivos de creación del ANP Puerto Lobos son proteger y preservar un ecosistema particular caracterizado por la presencia de lobos marinos, ballenas y aves costeras residentes y migratorias, así como por características adecuadas para la investigación paleontológica y arqueológica.

Si bien el ANP Puerto Lobos no cuenta aún con su plan de manejo, actualmente se dispone de una línea de base ambiental preliminar elaborada en años recientes (Solimano et al. 2019). En la misma se da cuenta de una variedad de valores de conservación entre los que se destacan las costas con playas de arena, acantilados y presencia de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens*, ballena franca austral *Eubalaena australis*, delfín oscuro *Lagenorhynchus obscurus* y común *Delphinus delphis* y aves costeras residentes y migratorias (cisnes cuello negro, gaviotas, patos, coscorobas, ostreros comunes y playero unicolor). Un apostadero reproductivo de lobos de un pelo se localiza en el tramo costero de esta ANP, entre Punta Pórfido y Los Hornitos, con una población local de 1065 animales (Grandi et al. 2022).

La vegetación terrestre presenta sectores de estepas arbustivas compuestas por diferentes especies de jarillas (*Larrea divaricata, L. cuneifolia, L. rastrera* y *L. nítida*) y un área de médanos costeros mayormente cubiertos por vegetación herbácea dominada por junquillo *Sporobolus rigens*, olivillo *Hyalis argéntea* y pasto hebra *Poa lanuginosa*.

[7] Datos inéditos (Hombre, Jésica. Becaria doctoral CONICET, CIMAS / Universidad Nacional del Comahue)

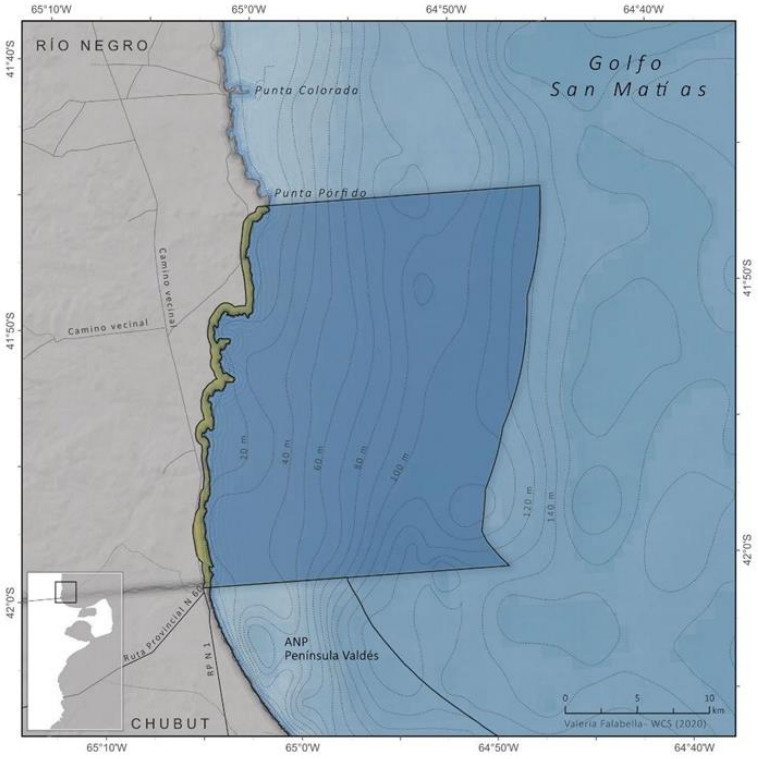


Figura 51. Localización del Área Natural Protegida Puerto Lobos (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Puerto Lobos, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

En el ambiente acuático, se destacan los hábitats de mejillinares dominados por los mitílidos *Perumytilus purpuratus* y *Brachidontes rodriguezii*, con presencia de mejillón *Mytilus platensis*, los gasterópodos *Trophon geversianus*, *Tegula patagónica*, *Nacella magellanica*, *Siphonaria lessoni*, *Patella deaurata* y *Fissurella radiosa*, y grandes agregados de cirripedios *Balanus glandula*. La fauna íctica se encuentra representada por cinco especies: róbalo*, Eleginops maclovinus*, pejerrey escardón *Odontesthes argentinensis*, lenguado *Paralichthys patagonicus*, salmon de mar *Pseudopercis semifasciata* y pez sapo *Porichthys porosissimus*. Un rasgo particular de esta ANP es la presencia cuasi endémica del mero o garopa *Epinephelus marginatus*, reportada por Irigoyen (2005).

3.1.6 Área Natural Protegida Península Valdés

El marco legal de creación del Área Natural Protegida Península Valdés (única área natural protegida de la Provincia de Chubut que se considera relevante para el contexto de esta línea de base ambiental por su proximidad al área del proyecto) es la Ley Provincial 2.161 de 1983 (creación del ANP) actualizada como Ley XXIII, N°12 y la Ley XI, N°20 (antes Ley N°4.722). Esta última ley, sancionada en 2001, establece la creación de un ente administrador público no estatal y la aprobación del Plan de Manejo (existe una actualización de Plan de Manejo del año 2015 pendiente de aprobación). El ANPPV cuenta con una superficie aproximada de 9.387 km², de los cuales 4.653 km² a la parte marina y 4.734 km² al sector continental (Figura 52). El ANPPV fue creada con la finalidad de:

- Mantener muestras representativas de los ecosistemas terrestres, costeros y marinos, que aseguren la continuidad de los procesos naturales
- Proteger el patrimonio paisajístico, natural y cultural
- Facilitar la investigación y el monitoreo del área, en sus aspectos naturales, culturales y sociales

- Propiciar actividades sostenibles de turismo, pesca y maricultura artesanal, ganadería y otras actividades compatibles con la conservación del área
- Propiciar el conocimiento y el valor del área protegida en los habitantes de la región.

Sus valores de conservación son diversos, entre los que se destacan algunos de importancia paisajística como los médanos activos y sus frentes, los bajos o depresiones, los frentes de erosión de meseta y litoral actual, la fauna de mamíferos marinos, los sitios de nidificación de aves marinas, los arrecifes rocosos de los golfos Nuevo y San José, la biodiversidad de invertebrados de interés comercial de los golfos Nuevo y San José, los apostaderos reproductivos de elefantes marinos del sur y de lobos marinos de un pelo, la fauna terrestre (maras, guanacos), las estepas arbustivas centrales, el Fuerte San José y el Puesto de la Fuente (Manantiales) y los faros. El ANPPV posee la categoría de manejo Área Protegida con Recursos Manejados (Cat. VI - UICN).

Península Valdés cuenta con un sistema de gestión particular, conformado por un ente público no estatal (Administración del Área Natural Protegida Península Valdés – AANPPV) que gestiona el área a través de un Directorio y administra los fondos provenientes de los derechos de admisión de turistas al sitio. El Directorio de la AANPPV está conformado por el gobierno de la provincia de Chubut, los municipios de Puerto Pirámide y Puerto Madryn, las cámaras de industria y comercio locales, y la asociación de propietarios rurales de la zona. Cuenta con un consejo asesor que integran la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, el CENPAT (Centro Científico Tecnológico de CONICET local), las ONG ambientalistas y los prestadores de servicios turísticos.

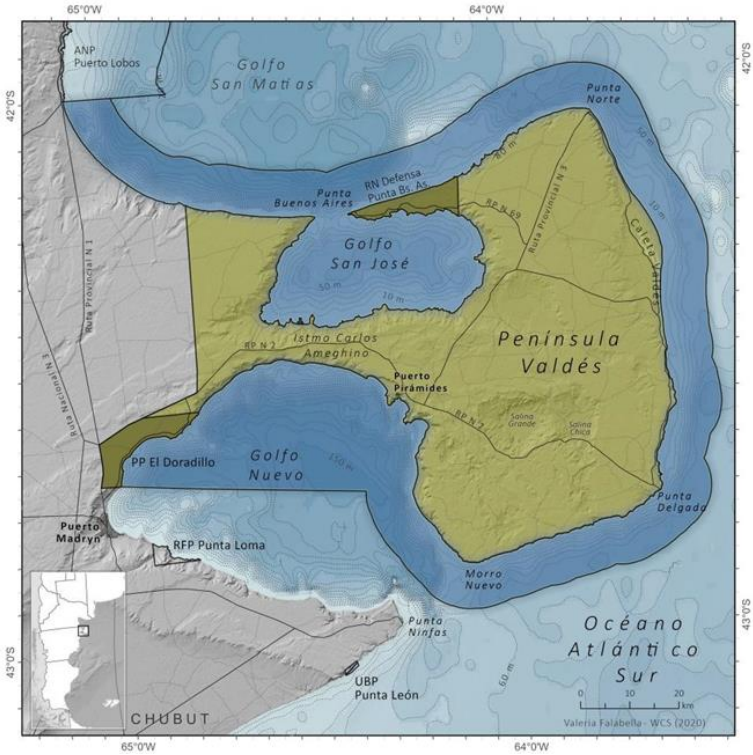


Figura 52. Localización del Área Natural Protegida Península Valdés (WCS Argentina (2024). Mapa ANPPV, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

Si bien esta ANP se puede considerar relativamente distante del sitio de emplazamiento del proyecto de FLNG, el hecho de compartir parte de la misma la cuenca del golfo San Matías, justifica la necesidad de considerar en esta línea de base ambiental los principales componentes ambientales de esta reserva, particularmente con relación al borde costero de dicho golfo. En ese sentido, cabe destacar que la costa sur del Golfo San Matías entre Puerto Lobos y Punta Norte, como así también todo el golfo San José, están incluidos en su totalidad en el ANPPV. Un espacio destacado en este tramo costero es la Reserva Natural de la Defensa Punta Buenos Aires, que se localiza en el establecimiento Los Abanicos, conformado por tierras de dominio nacional asignadas en uso y administración a las Fuerzas Armadas. Constituye uno de los trece Espacios Naturales de Interés para la Conservación de la biodiversidad (ENIC) identificados dentro del Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Defensa de la Nación y la Administración de Parques Nacionales. En el año 2008 el área fue declarada Reserva Natural de la Defensa “Punta Buenos Aires” con una gestión integrada entre el Ministerio de Defensa, Parques Nacionales y el Gobierno de la Provincia de Chubut.

Esta reserva tiene 84,3 km² de superficie, en su totalidad terrestre. La reserva resguarda una colonia de elefantes marinos y un apostadero reproductivo con más de tres mil ejemplares de lobo marino de un pelo. **Punta Buenos Aires forma parte de la Reserva de la Biósfera Península Valdés (UNESCO, 2014), del Área de Importancia para la Conservación de las Aves Península Valdés, Punta León y Punta Loma (Birdlife International, 2021); del Humedal de Importancia Internacional Península Valdés (Ramsar, 2012); siendo además Sitio de Importancia Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras Península Valdés (RHRAP, 2012).**

Más al este de este tramo de costa, sobre la Estancia San Lorenzo, se destaca la presencia de la colonia reproductiva del pingüino de Magallanes más importante del sector continental, con una población de aproximadamente 600 mil ejemplares.

4. BIBLIOGRAFÍA

ABALOS, R.M. 2016. Plantas del monte argentino. Editorial Ecoval. Cordoba. 219 pp.

ABDALA C., 2012. Categorización del estado de conservación de las lagartijas y anfisbenas de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 26.

Acha EM, Mianzán HW, Guerrero RA, Favero M, Bava J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America: Physical and ecological processes. Journal of Marine Systems 44:83-105.

Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (ACAP). 2009. ACAP Species assessment: White-chinned Petrel Procellaria aequinoctialis. Downloaded from http://www.acap.aq.

Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (ACAP). 2010b. Evaluación de Especies por la ACAP: Petrel Gigante del Sur Macronectes giganteus. Disponible en www.acap.aq.

Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (ACAP). 2010a. Evaluación de Especies por la ACAP: Albatros de Ceja Negra Thalassarche melanophris. Disponible en www.acap.aq.

Ageitos de Castellanos ZJ (1967) Catálogo de moluscos marinos bonaerenses. Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC): VIII.

Agrelo, M., Daura-Jorge, F.G., Rowntree, V.J., Sironi, M., Hammond, P.S., Ingram, S. N. & Simões-Lopes, P.C. (2021). Ocean warming threatens southern right whale population recovery. *Science Advances*, 7(42), eabh2823.

Agrelo, M., Marón, C.F., Daura-Jorge, F.G., Rowntree, V.J., Sironi, M., Hammond, P.S. & Simões-Lopes, P.C. (2023). Effect of kelp gull harassment on southern right whale calf survival: a long-term capture–recapture analysis. *Biology Letters*, 19(6), 20230119.

AGUIAR, M.R.; PARUELO, J.M.; GOLLUSCIO, R.A.; LEÓN, R.J.C.; PUJOL, G.; BURKART, S. 1988. The heterogeneity of the vegetation in arid and semiarid Patagonia: An analysis using AVHRR/NOAA satellite imagery. Annal. di Botanica 46, 103-114.

Alafaro-Shiguieto, J., Crespo, E., Elwen, S., Lundquist, D. & Mangel, J. (2019). Lagenorhynchus obscurus (errata version published in 2020). The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T11146A175604493. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T11146A175604493.en. Downloaded on 10 September 2021.

Alfaro, M., Mauco L., Norbis, W., & Lima, M. (2011). Variación temporal en la dieta del Gaviotín Sudamericano (Sterna hirundinacea, Charadriiformes: Laridae) en los sitios de invernada. Revista chilena de historia natural, 84(3), 451-460.

Alonso RB, Romero MA, Reinaldo MO, Bustelo PE, Medina AI, Gonzalez R (2019) The opportunistic sense: The diet of Argentine hake Merluccius hubbsi refects changes in prey availability. Reg Stud Mar Sci 27:100540

Amat, J.A.; Rendón, M.A.; Rendón-Martos, M.; Garrido,A. y Ramírez, J.M. (2005). Ranging behaviour of greater flamingos during the breeding and postbreeding periods: Linking connectivity to biological processes. Biological Conservation, 125, 183-192

Amione LLL, Pereyra PJ & Seco Pon JP. 2024. Risk-taking behavior by a cavity nesting parrot breeding at northern Patagonia, Argentina. Ecología Austral 34:82-95

ANCHORENA, J. 1978. Reg. ecológicas de la Patagonia. EEA INTA Bariloche; inédito 8pp.

Anderson ORJ, Phillips RA, Shore RF, McGill RAR, McDonald RA, Bearhop S. 2010. Element patterns in albatrosses and petrels: influence of trophic position, foraging range, and prey type. Environmental Pollution 158:98-107.

Angelescu V, Prenski LB (1987) Ecología trófca de la merluza común del Mar Argentino (Merlucciidae, Merluccius hubbsi). Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de

distribución. INIDEP Contr 561:205 pag

Arata J, Croxall J, Huin N, Nicholls D, Phillips R. 2009. Albatrosses in the Patagonian Sea. En: Falabella V, Campagna C, Croxall J (Editores). Atlas del Mar Patagónico. Especies y espacios. Wildlife Conservation Society y BirdLife International, Argentina. Pág. 76-125.

Arias, M. (2019). Distribución, comportamiento y evaluación del impacto de las embarcaciones turísticas sobre la ballena franca austral *Eubalaena australis* en el Golfo San Matías. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Arias, M., Coscarella, M.A., Romero, M.A., Sueyro, N., Svendsen, G.M., Crespo, E.A., & González, R.A. (2018). Southern right whale *Eubalaena australis* in Golfo San Matías (Patagonia, Argentina): evidence of recolonisation. *PloS One*, 13(12), e0207524.

Arias, M., Dans, S., Crespo, E.A., & González, R.A.C. (2024). Southern right whale behavioral changes due to interactions with whale-watching vessels: evidence-based calculations aimed at improving management policies. *Marine Mammal Science*, e13149. https://doi.org/10.1111/mms.13149

Arthur, K. E., Boyle, M. C. y Limpus C. J. (2008). Ontogenetic changes in diet and habitat use in green sea turtle (Chelonia mydas) life history. Mar. Ecol. Prog. Ser. 362: 303-311.

Au, W. W., & Würsig, B. (2004). Echolocation signals of dusky dolphins (Lagenorhynchus obscurus) in Kaikoura, New Zealand. The Journal of the Acoustical Society of America, 115(5), 2307-2313.

Aubone, A. 2004. Threshold for sustainable exploitation of an age-structured fishery stock. *Ecological Modelling* 173(1): 95-107.

Avaca MS, Martín P, Narvarte MA (2015b) Variability in size and age at maturity in the marine scavenger Buccinanops globulosus (Gastropoda: Nassariidae) from Patagonia. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 95(6): 1193-1201.57.

Avaca MS, Martín P, van der Molen S, Narvarte MA (2015a) Comparative study of the female gametogenic cycle in three populations of Buccinanops globulosus (Caenogastropoda: Nassariidae) from Patagonia. Helgoland Marine Research 69: 87-99.44.

Avaca MS, Narvarte MA, González RA (2007) Campaña Bentos 2006: *Estructura comunitaria de la fauna bentónica del Golfo San Matías*. Informe Técnico 7/07. Instituto de Biología Marina y Pesquera “Alte. Storni”

Avaca MS, Narvarte MA, Martín PR (2012) Size- assortative mating and effect of maternal body size on the reproductive output of Buccinanops globulosus. Journal of Sea Research 69:16–22.31.

Avaca MS, Narvarte MA, Martín PR (2013) Age, growth and mortality in Buccinanops globulosus (Gastropoda: Nassariidae) from Golfo Nuevo (Argentina). Marine Biology Research 9: 208-21940.

Avaca MS, Narvarte, M, Giménez J (2017) Male reproductive traits of the marine snail Buccinanops deformis (King, 1832), (Gastropoda: Nassariidae): size-age at maturity and sperm morphology. Zoologischer Anzeiger 269:68-77.69.

Avaca MS, Storero L, Roche A, Cetra N, Maggioni M, Firstater F, Narvarte M (2019) *Caracterización de los ensambles de moluscos bentónicos en distintos sitios de la Bahía de San Antonio*. Informe Técnico 26/19. Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni”

Avaca MS, Storero LP, Martin PR, Narvarte MA (2021) Influence of maternal size on offspring traits in a marine gastropod with direct development and without sibling interaction. Biological Bulletin 240:95-104.

AVILA, L., Abdala, S. & Kacoliris, F. (2017). Liolaemus martorii. The IUCN Red List of Threatened Species 2017:e.T56065022A56065073. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20172.RLTS.T56065022A56065073.en.

Azuaje-Rodríguez, R. A., Alfaro, M., Stanworth, A., Silva, S. M., & Carlos, C. J. (2024). Genetic and morphological variation of the poorly known South American Tern Sterna hirundinacea. Marine Biology, 171(1), 21.

Bagley, D. A. (2003). Characterizing juvenile green turtles (Chelonia mydas) from three east central Florida Developmental habitats. MS Thesis. University of Central Florida. Orlando. FL.

Balazs, G. H. (1982). Growth rates of immature green turtles in the Hawaiian archipelago. En: Bjorndal, K.A. (Ed.). Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 117–125

Baldi, R., Campagna, C., Pedraza, S., & Le Bouf, B. (1996). Social effects of space availability on the breeding behaviour ofelephant seals in Patagonia. *Animal Behaviour,* 1996, 51, 717–724.

Baldwin, R., Hughes, G.R. y Prince, R.I.T. (2003). Loggerhead turtles in the Indian Ocean. En: Bolten, A.B., Witherington, B.E. (Eds) Loggerhead sea turtles. Smithsonian Books, Washington, DC, p 218–232.

Balech E, Ehrlich M (2008) Esquema biogeográfico del Mar Argentino. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 19:45–75.

Ballejo, F., & De Santis, L. J. (2013). Dieta estacional del Jote Cabeza Negra (Coragyps atratus) en un área rural y una urbana en el noroeste patagónico. El hornero, 28(1), 07-14.

Bannister, J.L., Pastene, L.A., & Burnell, S.R. (1999). First record of movement of a southern right whale (*Eubalaena australis*) between warm water breeding grounds and the antarctic ocean, south of 60° S 1, 2. *Marine Mammal Science*, 15(4), 1337-1342.

Barceló C, Domingo A, Miller P, Ortega L and others (2013) High-use areas, seasonal movements and dive patterns of juvenile loggerhead sea turtles in the Southwestern Atlantic Ocean. Mar Ecol Prog Ser 479:235-250. https://doi.org/10.3354/meps10222

Barlow, J., Kahru, M., & Mitchell, B.G. (2008). Cetacean biomass, prey consumption, and primary production requirements in the California Current ecosystem. *Marine Ecology Progress Series,* 371, 285-295.

Barrionuevo M, Ciancio J, Steinfurth A, Frere E. 2020. Geolocation and stable isotopes indicate habitat segregation between sexes in Magellanic penguins during the winter dispersion. Journal of Avian Biology 51:e022325.

Bartés S., Svendsen G., Romero MA., González RA. (2020). Decrease in the occurrence of the South American Fur Seal (Arctocephalus australis) in San Matías gulf after a sudden episode of reoccupation. Mastozoología Neotropical. https://doi.org/10.31687/saremMN.20.27.2.0.02

Bartés, S.N., Svendsen, G.M., Romero, M.A., & González, R. (2020). Decrease in the occurrence of the South American fur seals *Arctocephalus australis* in San Matías Gulf, a recently occupied area. Mastozoología Neotropical, 27(2), 228-233..

Bass, A. L., Epperly, S. P. y Braun-McNeill, J. (2006). Green turtle (Chelonia mydas) foraging and nesting aggregations in the Caribbean and Atlantic, impact of currents and behavior on dispersal. J. Hered. 97: 346-354.

Bastida, R. & Rodríguez, D. (2003). Mamíferos Marinos de Patagonia y Antártida. 1ra. Ed. Buenos Aires. Vázquez Maziini Editores. 208pp.

Bastida, R. & Rodríguez, D. (2006). Orden Cetácea. Páginas 122-144 en R. M. Barquez, M. Mónica Díaz y R. A. Ojeda (eds). Mamíferos de Argentina: Sistemática y Distribución. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos. ISBN 987-98497-1-X

Bastida, R. (1962). Algo sobre carnívoros marinos. Revista Diana (Buenos Aires).

Bastida, R. O., & Lichtschein, V. (1984). Avistajes de cetáceos realizados por buques balleneros en aguas argentinas *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Zoología*, 13, 211–224.

Bastida, R. O., Rodríguez, R., Secchi, E., & Da Silva, V. (2007). Mamíferos acuáticos de Sudamérica y Antártida. 1ra Edición. Vazquez Mazzini, Buenos Aires.

Bastida, R., & Rodríguez, D.H. (2007). Mamíferos marinos de Patagonia y Antártida (2nd ed.). Buenos Aires: Vazquez Mazzini.

Bastida, R., Rodríguez, D., Secchi, E., & da Silva, V. (2022). Mamíferos Acuáticos de Sudamérica y Antártida. Segunda Edición. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires, 366 pp.

Bastida, R.O., & Lichtschein, V. (1986). Capturas incidentales de pequeños cetáceos en el área de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires-Argentina). Actas I Reunión de Trabajo de Expertos en Mamíferos Acuáticos de América del Sud.

Baylis, A.M., Arnould, J.P., & Staniland, I.J. (2014). Diet of South American fur seals at the Falkland Islands. *Marine Mammal Science*, 30(3), 1210-1219.

Baylis, A.M., Orben, R.A., Arkhipkin, A.A., Barton, J., Brownell Jr, R.L., Staniland, I.J., & Brickle, P. (2019). Re-evaluating the population size of South American fur seals and conservation implications. Aquatic Conservation: *Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(11), 1988-1995.

Baylis, A.M., Orben, R.A., Arnould, J.P., Christiansen, F., Hays, G.C., & Staniland, I.J. (2015). Disentangling the cause of a catastrophic population decline in a large marine mammal. *Ecology*, 96(10), 2834-2847.

Baylis, A.M., Tierney, M., Staniland, I.J., & Brickle, P. (2018). Habitat use of adult male South American fur seals and a preliminary assessment of spatial overlap with trawl fisheries in the South Atlantic. *Mammalian Biology*, 93, 76-81.

Belgrano, J., Iñíguez, M., Gibbons, J., García, C. & Olavarría, C. (2008). South-west Atlantic right whales *Eubalaena australis* (Desmoulins, 1822) distribution nearby the Magellan Strait. *Anales Instituto Patagonia*, 36, 69–74.

Belgrano, J., Kröhling, F., Arcucci, D., Melcón, M. & Iñíguez, M. (2011). First Southern right whale aerial surveys in Golfo San Jorge, Santa Cruz, Argentina. IWC SC/63/BRG11.

Bernasconi JF (2018) Características de historia de vida del pez gallo Callorhinchus callorynchus, el tiburón gatuzo Mustelus schmitti y la raya ojona Atlantoraja cyclophora en el Golfo San Matías, Patagonia Norte, Argentina. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, 238 p.

Berrow SD, Croxall JP. 1999. The diet of white-chinned petrels Procellaria aequinoctialis, Linnaeus 1758, in years of contrasting prey availability at South Georgia. Antarctic Science 11:283-292.

Berrow SD, Croxall JP. 1999. The diet of white-chinned petrels Procellaria aequinoctialis, Linnaeus 1758, in years of contrasting prey availability at South Georgia. Antarctic Science 11:283-292.

Berta, A., Sumich, J.L. & Kovacs, K.M., (2015). Chapter 15 - Exploitation and Conservation. Pages 599-655 in A. Berta, J. L. Sumich, and K. M. Kovacs, editors. Marine Mammals (Third Edition). Academic Press, San Diego.

BERTILLER M. B. 1984. Specific primary productivity dynamic in arid ecosystems: a case study in Patagonia, Argentina. Acta Oecologica, Oecologia generalis, 5: 365-381.

BERTILLER, M.B., N.O. ELISSALDE, C.M. ROSTAGNO y G.E. DEFFOSÉ, 1995 Environmental patterns and plant distribution along a precipitation gradient in western Patagonia. Journal of Arid Environments, 29: 85-97.

Bertolotti, M. I.; Piergentili, V. y D. Cabut. 1987. Flota de altura: Análisis de la operatividad período 1979/84. *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar*. Vol 3: 125-130.

Bertolotti, M. L. y D. Cabut. 1986. Flota de altura: Breve reseña de la evolución histórica y operatividad durante el período 1981/1982. *Rev. Invest. Des. Pesq*. N° 6: 165-179.

BirdLife International 2024. IUCN Red List for birds. www.birdlife.org.

BirdLife International and Handbook of the Birds of the World. 2020. Bird species distribution maps

of the world. Version 2020.1. Available at http://datazone.birdlife.org/species/requestdis.

BirdLife International. 2016a. Coragyps atratus. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22697624A93624950. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22697624A93624950.en. Accessed on 08 July 2024.

BirdLife International. 2016b. Lophonetta specularioides. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22680130A92845539. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22680130A92845539.en. Accessed on 14 July 2024.

BirdLife International. 2018a. Sterna hirundinacea. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22694618A132562410. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694618A132562410.en. Accessed on 11 July 2024.

BirdLife International. 2018b. Nannopterum brasilianum. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22696773A133550739. Accessed on 11 July 2024.

BirdLife International. 2018c. Cyanoliseus patagonus. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22685779A132255876. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22685779A132255876.en. Accessed on 14 July 2024.

BirdLife International. 2018d. Phoenicopterus chilensis. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22697365A132068236. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22697365A132068236.en. Accessed on 09 July 2024.

BirdLife International. 2021b. Species factsheet: Thalassarche melanophris. www.birdlife.org

BirdLife International. 2021c. Species factsheet: Macronectes giganteus. www.birdlife.org.

BirdLife International. 2021d. Species factsheet: Procellaria aequinoctialis. www.birdlife.org.

BirdLife International. 2021e. Species factsheet: Ardenna gravis. www.birdlife.org.

BirdLife International. 2021f. Species factsheet: Spheniscus magellanicus. www.birdlife.org.

BirdLife International. 2021g. Species factsheet: Larus dominicanus. www.birdlife.org.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2018). Gubernatrix cristata. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:e.T22721578A131888081. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20182.RLTS.T22721578A131888081.en.

BISHEIMER, M.V., A.D. BUSTAMANTE LEIVA, A.P. BUSTAMANTE, F. SORIA Y D. TESTONI. 2021. Flora de los semidesiertos de Sudamérica templada. especies nativas de las Ecorregiones de la Estepa y el Monte. Ediciones M.V. BISHEIMER: 368pp.

Bjorndal, K. A. (1980). Nutrition and grazing behavior of the green turtle Chelonia mydas. Mar. Biol. 56: 147-154.

Bjorndal, K. A. (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. En: Lutz, P. L., Musick, J. A. (Eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Ratón. Pp. 199-231

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B. y Troeng, S. (2005). Population structure and genetic diversity in green turtles nesting at Tortuguero, Costa Rica, based on mitochondrial DNA control region sequences. Mar. Biol. 147: 1449-1457.

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Moreira, L., Bellini, C. y Marcovaldi, M. A. (2006). Population structure and diversity of Brazilian green turtle rookeries based on mitochondrial DNA sequences. CheloniaConserv. Biol. 5(2): 262-268.

Blaker D. 1967. An outbreak of Botulinus poisoning among waterbirds. Ostrich 38:144-147.

Blanco DE, Canevari P. 1995. Situación actual de los chorlos y playeros migratorio de la zona costera patagónica (Provincia de Río Negro, Chubut y Santa Cruz). Informe técnico 3. Fundación Patagonia Natural. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica.

Blanco GS, Pisoni JP, Quintana F. 2015. Characterization of the seascape used by juvenile and

wintering adult Southern Giant Petrels from Patagonia Argentina. Estuarine, Coastal and Shelf Science Volume 153:135-144.

Blanco, D. E. (1999). Los humedales como hábitat de aves acuáticas. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, 2, 219-228.

Blanco, D. E., Yorio, P., & Boersma, P. D. (1996). Feeding behavior, size asymmetry, and food distribution in Magellanic penguin (Spheniscus magellanicus) chicks. The Auk, 113(2), 496-498.

Boersma PD, García Borboroblu P (Editores). 2015a. Pingüinos: historial natural y conservación. Vázquez Mazzini, Argentina.

Boersma PD, García Borboroblu P, Frere E, Godoy Reyes C, Kane O, Pozzi LM, Pütz K, Raya Rey A, Rebstock GA, Simeone A, Smith J, Van Buren A, Yorio P. 2015b. Pingüino de Magallanes (Spheniscus magellanicus). En: Boersma PD, García Borboroblu P (Editores). Pingüinos: historial natural y conservación. Vázquez Mazzini, Argentina. Pág. 253-285.

Boersma PD, Restrock GA, Frere E, Moore SE. 2009. Following the fish: penguins and productivity in the South Atlantic. Ecological Monographs 79:59-76.

Boersma PD. 2008. Penguins as marine sentinels. BioScience 58:597-607.

Bolten, A. B. (2003). Variation in sea turtle life history patterns: neritic versus oceanic developmental stages. En: Lutz PL, Musick JA, Wyneken J (Eds.), The biology of sea turtles, Vol 2. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 243–457.

Bordino, P., & Albareda, D., (2004). Incidental mortality of Franciscana dolphin Pontoporia blainvillei in coastal gillnet fisheries in northern Buenos Aires, Argentina. Paper SC/56/SM11 presented at the International Whaling Commission Meeting, Sorrento, Italy.

Borella, F.M; M Cardillo y C Favier Dubois (2015) Human occupation of the north Patagonian coast (San Matias Gulf): Current perspectives. SAA Archaeological Record 15(3):8-11.

Boschi EE (2016) El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). 271p

Bowen, B. W., Bass, A. L., Soares, L. y Toonen, R. J. (2005). Conservation implications of complex population structure: lessons from the loggerhead turtle (Caretta caretta). Mol. Ecol. 14: 2389–2402

Bowen, B. W., Meylan, A. B., Ross, J.P., Limpus, C. J., Balazs, G. H. y Avise, J. C. (1992). Global population structure and natural history of the green turtle (Chelonia mydas) in terms of matriarchal Phylogeny. Evolution 46: 865-881.

Bowen, B., Avise, J. C., Richardson, J. I., Meylan, A. B., Margaritoulis, D. y Hopkins-Murphy, S. R. (1993). Population Structure of Loggerhead Turtles (Caretta caretta) in the Northwestern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. Cons. Biol. 7: 834–844.

Bowen, W.D. (1997). Role of marine mammals in aquatic eco- systems.*Mar EcolProgSer* 158:267-274.

Boyd, I. Reid, L., & Bevan, R.M. (1995). Swimming speed and allocation of time during the dive cycle in Antarctic fur seals. *Animal Behaviour*, 50(3), 769-784.

Boyd, I.L., Walker, T.R. & Poncet, J., (1996). Status of southern elephant seals at South Georgia. *Antarctic Science*, 8, 237-244.

Boyle, M.C. y Limpus, C.J. (2008). The stomach contents of post-hatchling green and loggerhead sea turtles in the southwest Pacific: an insight into habitat association. Marine Biology 155:233-241.

Bradshaw, C.J., Hindell, M.A., Best, N.J., Phillips, K.L., Wilson, G., & Nichols, P.D. (2003). You are what you eat: describing the foraging ecology of southern elephant seals (*Mirounga leonina*) using blubber fatty acids. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1521), 1283-1292.

Braulik, G., Jefferson, T.A. & Bearzi, G. (2021). *Delphinus delphis* (amended version of 2021

assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T134817215A199893039. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T134817215A199893039.en. Accessed on 05 September 2023.

Broderick, A. & Patricio, A. (2019). Chelonia mydas (South Atlantic subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e. T142121866A142086337.http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019 2.RLTS.T142121866A142086337.en

Broderick, A.C., Frauenstein, R., Glen, F., Hays, G.C., Jackson, A.L., Pelembe, T., Ruxton, G.D. y Godley, B.J. (2006). Are green turtles globally endangered? Global Ecology and Biogeography 15:21-26.

Broderick, A.C., Glen, F, Godley, B.J. y Hays, G.C. (2002). A management plan for the marine turtles of Ascension Island. University of Wales Swansea, Wales. Disponible en: http://www.seaturtle.org/mtrg/projects/ascension/mplan.shtml, consultado en noviembre de 2014.

Brooke M. 2004. Albatrosses and petrels across the world. Oxford University Press, UK.

Brooke MDL. 2002. Seabird systematics and distribution: a review of current knowledge. En: Schreiber AE, Burger J (Editors). Biology of Marine Birds. CRC Press, USA. Pág. 57-85.

BROWN, A. (2006). La situación ambiental Argentina. 1ª ed. – Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina. 226-236

Bucher EH (Ed). 2006. Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina.

Bucher, E. H. (1992). Population and conservation status of flamingos in Mar Chiquita, Cordoba, Argentina. Colonial Waterbirds, 179-184.

Bucher, E. H. (1992). Population and conservation status of flamingos in Mar Chiquita, Cordoba, Argentina. Colonial Waterbirds, 179-184.

Bucher, E. H., & Curto, E. (2012). Influence of long-term climatic changes on breeding of the Chilean flamingo in Mar Chiquita, Córdoba, Argentina. Hydrobiologia, 697, 127-137.

Bugoni L, Mancini PL, Monteiro DS, Nascimiento L, Neves T. 2008. Seabird bycatch in the Brazilian pelagic longline fishery and a review of capture rates in the southwestern Atlantic Ocean. Endangered Species Research 5:137-147.

Bugoni, L., & Vooren, C. M. (2004). Feeding ecology of the Common Tern Sterna hirundo in a wintering area in southern Brazil. Ibis, 146(3), 438-453.

Bulgarella, M., Wilson, R. E., Kopuchian, C., Valqui, T., & McCracken, K. G. (2007). Elevational variation in body size of crested ducks (Lophonetta specularioides) from the central high Andes, Mendoza, and Patagonia. Ornitologia Neotropical 18:587-602.

Burnham, R.E., Vagle, S., Thupak, S., & Thornton, S.H. (2023). Implications of wind and vessel noise on the sound fields experienced by southern resident killer whales Orcinus orca in the Salish Sea. *Endangered Species Research,* 50, 31–46. https://doi.org/10.3354/esr01217

Burton, N.H.K., Rehfisch, M.M. & Clark, N.A. 2002. Impacts of disturbance from construction work on the densities and feeding behavior of waterbirds using the intertidal mudflats of Cardiff Bay, UK. Environ. Manage. 30: 865–871.

CABRERA, A.; 1947. La estepa patagónica, en Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. GAEA. Coni Bs.As., 346 pp.

CABRERA, A.L. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería (2da. ed). Tomo II, Fase 1 ACME, Bs. As. 85 pp.

CABRERA, A.L.; 1971. Fitogeografía de la Rep. Argentina. Bol. Soc. Arg. Bot., 14 (1-2), 1-42.

Caille, G. & R. González. 1998. La pesca costera en Patagonia: principales resultados del Programa

de Biólogos Observadores a Bordo (1993-1996). Informe Técnico 38 PMIZCP (GEF-PNUD/FPN-WCS). Fundación Patagonia Natural. Puerto Madryn, Argentina

Cámara, I.G. & Palazzo, J.T. (1986) Novas informações sobre apresença de *Eubalaena australis* no sul do Brasil. Actas de la Primera Reunion de Trabajo de Expertos en Mamiferos Acuaticos de America del Sur, Buenos Aires, Argentina.

Campagna, C. (1985). The breeding cycle of the Southern sea lion, *Otaria byronia*. Marine Mammal Science, 1, 210-218.

Campagna, C., Falabella, V., & Lewis, M. (2007). Entanglement of southern elephant seals in squid fishing gear. *Marine Mammal Science*, 23(2), 414-418.

Campagna, C., Lewiz, M., & Baldi, R. (1993). Breeding biology of southern elephant seals in Patagonia. *Marine Mammal Science,* 9, 34-47.

Campagna, C., Piola, A.R., Marin, M.R., Lewis, M., Zajaczkovski, U., & Fernández, T. (2007). Deep divers in shallow seas: Southern elephant seals on the Patagonian shelf. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 54(10), 1792-1814.

Campagna, C., Quintana, F., Le Boeuf, B.J., Blackwell, S., & Crocker, D.E. (1998). Diving behaviour and foraging ecology of female southern elephant seals from Patagonia. *Aquatic Mammals*, 24, 1-11.

Campagna, C., Werner, R., Karesh, W., Marín, M.R., Koontz, F., Cook, R., & Koontz, C. (2001). Movements and location at sea of South American sea lions (*Otaria flavescens*). *Journal of Zoology*, 255(2), 205-220.

Campagna, C.; Le Boeuf, B.J. Blackwell, S.B., Crocker, D.E: & Quintana, F. (1995). Diving behaviour and foraging location of female southern elephant seals from Patagonia. *Journal of Zoology,* 236:55-71.

Campagna, J., Lewis, M.N., González Carman, V., Campagna, C., Guinet, C., Johnson, M., & Hindell, M.A. (2021). Ontogenetic niche partitioning in southern elephant seals from Argentine Patagonia. *Marine Mammal Science*, 37(2), 631-651.

Campbell, W. B. (2001). A note on the release and tracking of a rehabilitated pygmy sperm whale (Kogia breviceps). J. Cetacean Res. Manage, 3(1), 87-94

Campos-Range, A., Bastida, R., Fruet P., Laporta, P., Cappozzo, H.L., Valdivia, M., Vermeulen, E., S. Botta (2021). Historic foraging ecology of the endangered Lahille's bottlenose dolphin (Tursiops truncatus gephyreus) inferred by stable isotopes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 258, 107393.

Canales-Delgadillo, Julio, Pérez-Ceballos, Rosela, Zaldívar-Jiménez, Arturo, Gómez-Ponce, Mario, Vázquez-Pérez, Nallely, Rosa, Marco De la, & Potenciano-Morales, Lourdes. (2020). Muertes por tráfico sobre la carretera costera del golfo de México: ¿cuántas y cuáles especies de fauna silvestre se están perdiendo?. Revista mexicana de biodiversidad, 91, e913189

CANEVARI, M., & Vaccaro, O. (2007). Guía de mamíferos del sur de América del Sur. Buenos Aires: Editorial L.O.L.A. 276-374

Cappozzo, H.L., Negri, M.F. Perez, F.H., Albareda, D,, Monzón, J., & Corcuera, J.F., (2007). Incidental mortality of franciscana dolphin (Pontoporia blainvillei) in Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Mammals,* 6, 127–137.

Carboneras C. 1992. Family Procellariidae (Petrels and Shearwaters). En: del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J (Editores). Handbook of the Birds of the World. Lynx Edicions, España. Pág. 216-271.

Cárdenas-Alayza, S., Oliveira, L. & Crespo, E. (2016). *Arctocephalus australis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T2055A45223529. ttps://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T2055A45223529.en. Downloaded on 05 September 2023.

Carlini, A.R., Poljak, S., Daneri, G.A., Márquez, M.E.I., Negrete, J. (2006). The dynamics of male

harem dominance in southern elephant seals (Mirounga leonina) at the South Shetland Islands. *Polar Biology*, 29, 796–805.

Carr, A. &Meylan, A.B. (1980). Evidence of passive migration of green turtle hatchlings in sargassum. Copeia, 1980: 366-368.

Carr, A. (1986). Rips, FADS and little loggerheads. Bioscience 36: 92–100

Carr, A. (1987). New Perspectives on the Pelagic Stage of Sea Turtle Development. Cons. Biol. 1:103-121.

Carrara, I.S. (1952). Lobos marinos, pingüinos y guaneras de las costas del litoral marítimo e islas adyacentes de la República Argentina. 80 pp. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Carreto JI, Verona CA, Casal AB, Laborde A (1974a) *Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías I. Campaña SAO I* (Marzo 1971). Instituto de Biología Marina de Mar del Plata, Contribución 235:1-22.

Carreto JI, Verona CA, Casal AB, Laborde MA (1974b) *Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías III*. Instituto de Biología Marina de Mar del Plata, Informe 10:49-76.

Carreto JI, Verona CA, Casal AB, Laborde MA. 1974. Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías I. Campaña SAO I (Marzo1971). Instituto de Biología Marina de Mar del Plata, Contribución No. 235.

Carroll, E.L., Ott, P.H., McMillan, L.F., Galletti Vernazzani, B., Neveceralova, P., Vermeulen, E. & Jackson, J.A. (2020). Genetic diversity and connectivity of southern right whales (*Eubalaena australis*) found in the Brazil and Chile–Peru wintering grounds and the South Georgia (Islas Georgias del Sur) feeding ground. *Journal of Heredity*, 111(3), 263-276.

Casale, P. y Marcovaldi, M. (2015). Caretta caretta (South West Atlantic subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T84191235A84191397. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84191235A84191397.en. Downloaded on 06 September 2021.

Casale, P. y Tucker, A.D. (2017). Caretta caretta (amended version of 2015 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T3897A119333622. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T3897A119333622. en. Downloaded on 11 April 2019.'

Casaux, R. J., Di Prinzio, C. Y., Bertolin, M. L., & Tartara, M. A. (2009). Diet of the neotropic cormorant Phalacrocorax olivaceus at West Chubut, Patagonia, Argentina. Waterbirds, 32(3), 444-449.

Caselli A, Barion G, Minutella M, Soplanes J, Migueles N (2019) *Estudio de la dinámica costera y retroceso del acantilado en la zona que ocupa actualmente el centro de interpretación de la Reserva Faunística Punta Bermeja*. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones. 67 p.

Caselli A, Barion G, Minutella M, Soplanes J, Migueles N (2019) Estudio de la dinámica costera y retroceso del acantilado en la zona que ocupa actualmente el centro de interpretación de la Reserva Faunística Punta Bermeja. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones. 67 p.

CASTELLANOS, A.; PÉREZ MOREAU, R. A.; 1944. Los tipos de vegetación de la República Argentina. Monografías del Inst. de Estudios Geográficos 4. Univ. Nac. de Tucumán, 154 pp

Castello, H.P., & Pinedo, M.C. (1979). Southern right whales (*Eubalaena australis*) along the southern Brazilian coast. J*ournal of Mammalogy*, 60(2), 429-430.

Caziani, S. M., Rocha Olivio, O., Rodríguez Ramírez, E., Romano, M., Derlindati, E. J., Talamo, A., ... & Sosa, H. (2007). Seasonal distribution, abundance, and nesting of Puna, Andean, and Chilean Flamingos. The Condor, 109(2), 276-287.

Caziani, SM & EJ Derlindati (2000) Abundance and habitat of high Andean flamingos in northwestern

Argentina. Waterbirds 23, Special Publication 1: 121–123.

Cetra N (2019) *Abundancia, diversidad y variabilidad temporal de un ensamble de nudibranquios en un arrecife costero del Golfo San Matías* (Tesis de grado, Universidad Nacional del Comahue. Escuela Superior de Ciencias Marinas.).

Charrier, I. (2021). Vocal communication in Otariids and Odobenids. En: Würsig, B. (eds) Ethology and Behavioral Ecology of Otariids and the Odobenid. Ethology and Behavioral Ecology of Marine Mammals. Springer, Cham., 265-289..

Chebez JC. 2005. Guía de las reservas naturales de la Argentina: Patagonia norte. 1a ed., Albatros. Buenos Aires.

Cherel Y, Klages NT. 1998. A review of the food of albatrosses. En: Robertson G, Gales R (Editores). Albatross Biology and Conservation. Surrey Beatty & Sons, Australia. Pág. 113-136.

Cherel Y, Weimerskirch H, Duhamel G. 1996. Interactions between longline vessels and seabirds in Kerguelen waters and a method to reduce seabird mortality. Biological Conservation 75:63-70.

Chiale, M. C., Pagano, L., & Imberti, S. (2021). Situación reproductiva del flamenco austral (Phoenicopterus chilensis) en el sur de su distribución: implicancias para su conservación. El hornero, 36(2), 140-149. Llanos, F. A., Failla, M., García, G. J., Giovine, P. M., Carbajal, M., González, P. M., ... & Masello, J. F. (2011). Birds from the endangered Monte, the Steppes and Coastal biomes of the province of Río Negro, northern Patagonia, Argentina.

Chierichetti M, Scenna L, Di Giácomo E, Ondarza P, Figueroa D, MiglioranzaK. (2017) Reproductive biology of the cockfish, Callorhinchus callorynchus (Chondrichthyes: Callorhinchidae), in coastal waters of the northern Argentinean Sea. Neotropical Ichthyology, 15(2): e160137, 2017. DOI: 10.1590/1982-0224-20160137

Childress, B., Arengo, F., Bechet, A., & Jarrett, N. (2008). Flamingo. Bulletin of the IUCN-SSC/Wetlands International Flamingo Specialist Group, 17.

Christensen V., Pauly, D. 1992. ECOPATH II - a software for balancing steady-state models and calculating network characteristics. *Ecol. Model*. 61: 169–185.

Christiansen, F., Uhart, M.M., Bejder, L., Clapham, P., Ivashchenko, Y., Tormosov, D. & Sironi, M. (2022). Fetal growth, birth size and energetic cost of gestation in southern right whales. *The Journal of Physiology*, 600(9), 2245-2266.

Ciocco NF, Lasta M, Narvarte M, Bremec C, Bogazzi E, Valero J, Orensanz JM (2006) Scallops in Argentina. En: S Shumway & GJ Parsons (Eds.). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. 2º Edición. Editorial Elsevier. 1251-1292.

CIT. 2006. Ciclo de Vida de las Tortugas Marinas. http://www.iacseaturtle.org/docs/publicaciones/11-ciclo-de-vida-ESP.pdf. Consultado el 7 de septiembre 2021.

Clark, C.W. (1982). The acoustic repertoire of the Southern right whale, a quantitative analysis. *Animal Behaviour*, 30(4), 1060-1071.

Clark, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral. J. Ecol*. 18: 117-143.

Clark, K. R. y R. M. Warwick. 2001. *Change in marine communites: an approach to statistical analysis and interpretation*, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth. 175 p.

Coller MN (2012) Biología, ecología y explotación de la raya platana Atlantoraja platana (Günther, 1880), (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE), del Golfo San Matías. Tesis Doctoral Universidad Nacional de La Plata, 179 p.

Conde-Tinco, M. A., & Iannacone, J. (2013). Bioecology of Phalacrocorax brasilianus (Gmelin, 1789) (Pelecaniformes: Phalacrocoracidae) in South America. The Biologist 11(1), 151-166.

Conradt L. 2005. Definitions, hypotheses, models and measures in the study of animal segregation. En: Ruckstuhl K, Neuhaus P (Editores). Sexual Segregation in Vertebrates. Cambridge University Press, UK. Pág. 11-32.

Conroy JWH. 1972. Biological aspects of the biology of the giant petrel, Macronectes giganteus (Gmelin), in the maritime Antarctic. British Antarctic Survey Report 75.

Conroy JWH. 1972. Biological aspects of the biology of the giant petrel, Macronectes giganteus (Gmelin), in the maritime Antarctic. British Antarctic Survey Report 75.

Contaldi, M. D. M. B., Bildstein, K., & Fernandez, G. J. (2019). Ecología del jote cabeza negra (Coragyps atratus) en Patagonia.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2024). Lista de especies protegidas. Recuperado de https://www.cites.org/eng/disc/species.php

Cooke, J.G. & Zerbini, A.N. (2018). *Eubalaena australis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T8153A50354147. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T8153A50354147.en. Downloaded on 05 September 2023.

Copello S, Quintana F, Perez F. 2008. The diet of the southern giant petrel in Patagonia: fishery-related items and natural prey. Endangered Species Research 6:15-23.

Copello S, Quintana F, Somoza G. 2006. Sex determination and sexual size-dimorphism in Southern giant petrels (Macronectes giganteus) from Patagonia, Argentina. Emu 106:141-146.

Copello S, Quintana F. 2003. Marine debris ingestion by Southern giant petrels and its potential relationships with fisheries in the Southern Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin 46:1513-1515.

Copello S, Seco Pon JP, Favero M. 2013. Use of marine space by Black-browed albatrosses during the nonbreeding season in the Southwest Atlantic Ocean. Estuarine, Coastal and Shelf Science 123:34-38.

Copello S, Suárez N, Yorio P, Ravasi MT, Paz JA, García Borboroglu JP, Graña Grilli M, Favero M & Seco Pon JP. 2020. Distribution of Olrog´s gull (Larus atlanticus) during the non-breeding period: signals of partial migration. Bird Conservation International 30:661-670.

Corcuera, J., Monzón, J.A., Crespo, E.A., Aguilar, A., & Raga, J.A. (1994). Interactions between marine mammals and the coastal fisheries of Necochea and Claromecó (Buenos Aires Province, Argentina). Reports of the International Whaling Commission, Special Issue 15:283–290.

CORREA M. V. (Dir.) 1969. Flora Patagónica. Parte II. Typhaceae a Orchidaceae. Colección Científica INTA. Buenos Aires. República Argentina 219 pp.

CORREA M. V. (Dir.) 1971. Flora Patagónica. Parte VII. Compositae. Colección Científica INTA. Buenos Aires. República Argentina 450 pp.

CORREA M. V. (Dir.) 1978. Flora Patagónica. Parte III. Gramineae. Colección Científica INTA. Buenos Aires. República Argentina 563 pp.

CORREA M. V. (Dir.) 1984 a. Flora Patagónica. Parte IVa. Dicotiledóneas Dialipétalas (Salicaceae a Cruciferae). Colección Científica INTA. Buenos Aires. Rep. Argentina 559 pp.

CORREA M. V. (Dir.) 1984 b. Flora Patagónica. Parte IVb. Dicotiledóneas Dialipétalas (Droseraceae a Leguminosae). Colección Científica INTA. Buenos Aires. Rep. Arg.309 pp.

CORREA M. V. (Dir.) 1988. Flora Patagónica. Parte V. Dicotiledóneas. Dialipétalas (Oxalidaceae a Cornaceae). Colección Científica INTA. Buenos Aires. Rep. Argentina 381 pp.

CORREA M. V. (Dir.) 1998. Flora Patagónica. Parte I. Introducción, Clave general de familias, Pteridophyta y Gimnospermae. Colección Científica INTA. Buenos Aires. Rep. Arg. 391 pp.

CORREA M. V. (Dir.) 1999. Flora Patagonica. Parte VI. Dicotiledóneas Gamopétalas (Ericaceae a Calyceraceae) Colección Científica INTA. Buenos Aires. Rep. Argentina. 536 pp.

Coscarella, M. A, Bellazzi, G. Gaffet, M.L. Berzano, M. & Degrati. M., (2015). Technique used by killer whales (*Orcinus orca*) when hunting for dolphins in Patagonia, Argentina. Aquatic Mammals 41:192–197.

Coscarella, M. A., Dans, S.L., Degrati, M., Garaffo, G. & Crespo, E.A. (2012). Bottlenose dolphins at the southern extreme of the south–western Atlantic: local population decline? *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92, 1843–1849.

Coscarella, M.A. (2016). Long range movements of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* and its implications for the protection of a declining Evolutionary Significant Unit in the coast of Patagonia, Argentina. Report presented to the 66b Scientific Committee of the International Whaling Commission.

Coscarella, M.A., & Crespo, E.A. (2010). Feeding aggregation and aggressive interaction between bottlenose (*Tursiops truncatus*) and Commerson's dolphins (*Cephalorhynchus commersonii*) in Patagonia, Argentina. *The Journal of Ethology* 28:183–187

Coscarella, M.A.; Cáceres-Saez, I.; Loizaga de Castro, R. & García, N.A. (2019). Orcinus orca. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Costa, P., Praderi, R., Piedra, M., & Franco-Fraguas, P. (2005). Sightings of southern right whales, *Eubalaena australis*, off Uruguay. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 157-161.

Cousseau, M, Perrota, R. 2000. *Peces marinos de la Argentina. Biología distribución, pesca*. INIDEP, 167 p.

Cousseau, M, Perrota, R. 2000. Peces marinos de la Argentina. Biología distribución, pesca. INIDEP, 167 p.

Crawford R, Ellenberg U, Frere E, Hagen C, Baird K, Brewin P, Crofts S, Glass H, Mattern T., et al. 2017. Tangled and drowned: a global review of penguin bycatch in fisheries. Endangered Species Research 34:373-396.

Crespo, E. A, Dans, Sl, Koen Alonso, M & Pedraza, S.N. (2007a). Interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías. En: El Mar Argentino y sus recursos pesqueros, Tomo 5, El Ecosistema Marino. INIDEP, p 151-169.

Crespo, E. A. (2018). Franciscana dolphin: pontoporia blainvillei. In Encyclopedia of marine mammals (pp. 388-392). Academic Press.

Crespo, E.A. (1997). Distribution and school size of dusky dolphins *Lagenorhynchus obscur*us (Gray, 1828) in the Southwestern South Atlantic ocean. International Whaling Commission 47:693–698.

Crespo, E.A., Corcuera, J., & López Cazorla, A. (1994). Interactions between marine mammals and fisheries in some coastal fishing areas of Argentina. En: Gillnets and Cetaceans (W. F. Perrin, G. P. Donovan & J. Barlow, eds.). Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 15), International Whaling Commission, Cambridge.

Crespo, E.A., García, N.A., Dans, S.L., & Pedraza, S.N. (2008). Mamíferos marinos. En Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino (D. Boltovskoy, ed.). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires.

Crespo, E.A., Koen Alonso, M., Dans, S.L., García, N.A., Pedraza, S.N., Coscarella, M., & González, R. (2000). Incidental catches of dolphins in mid-water trawls for Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) off the Argentine shelf. Journal of Cetacean Research and Management, 2(1), 11-16.

Crespo, E.A., Lewis, M.N. & Campagna, C. (2007b). Mamíferos Marinos: Pinnípedos y Cetáceos. En: El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros, 5, 125-148. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina.

Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Dans, S.L., Alonso, M.K., Reyes, L.M., García, N.A., & Schiavini, A.C. (1997). Direct and Indirect Effects of Highseas Fisheries on the Marine Mammal Populations in the

Northern and Central Patagonian Coast. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 22.

Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Dans, S.L., Svendsen, G.M., Degrati, M., & Coscarella, M. A. (2019). The southwestern Atlantic southern right whale, *Eubalaena australis*, population is growing but at a decelerated rate. *Marine Mammal Science*, 35(1), 93-107.

Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Dans, S.L., Svendsen, G.M., Degrati, M., & Coscarella, M.A. (2019). The southwestern Atlantic southern right whale, Eubalaena australis, population is growing but at a decelerated rate. *Marine Mammal Science*, 35(1), 93-107.

Crespo, E.A., Schiavini, A.C., García, N.A., Franco-Trecu, V., Goodall, R.N.P., Rodríguez, D., & de Oliveira, L.R. (2015). Status, population trend and genetic structure of South American fur seals, *Arctocephalus australis*, in southwestern Atlantic waters. *Marine Mammal Science*, 31(3), 866-890.

Croxall JP, Butchart SHM, Lascelles B, Stattersfield AJ, Sullivan B, Symes A, Taylor P. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. Bird Conservation International 22:1-34.

Croxall JP, Prince PA, Rothery P, Wood AG. 1998. Population changes in albatrosses at South Georgia. En: Robertson G, Gales R (Editores). Albatross Biology and Conservation. Surrey Beatty & Sons, Australia. Pág. 69-83.

Croxall JP. 1995. Sexual size dimorphism in seabirds. Oikos 73:399-403.

Cuesta Núñez J, Romero MA, Ocampo Reinaldo M, González R, Magurran A, Svendsen GM. 2023. Species turnover drives functional turnover with balanced functional nestedness in a Patagonian demersal assemblage. *Journal of Sea Research*, Vol. 196. https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102452.

Cuesta Núñez, J., Romero, MA., Ocampo Reinaldo, M., González, R., Magurran, A. Svendsen, G. (2023). Species turnover drives functional turnover with balanced functional nestedness in a Patagonian demersal assemblage. Journal of Sea Research, 196. https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102452.

Cuevas JM (2016) Herramientas para la conservación de los condrictios costeros del Mar Argentino. Tesis Doctoral, Universidad de la Plata, 247 p.

Culik, B. M. (2011). Odontocetes: The toothed whales. CMS Technical Series No. 24, UNEP/CMS/ASCOBANS

Curcio N, Arias M, Svendsen G, Romero A y González R. 2017. Reporte de los relevamientos náuticos de mamíferos y aves marinas a bordo del Guardacostas GC69 “Río Paraná” – Resumen de los años 2014 al 2016. Informe Técnico N°02-2017. Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Nacional del Comahue, pág 9.

Curcio, N. S. (2019). Distribución y uso del hábitat de dos especies de delfines simpátricos en Golfo San Matías: relaciones con los factores abióticos y la disponibilidad de presas. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Curcio, N.S., Svendsen, G.M., Bartes, S., Romero, M.A., Gonzalez, R.A., & Dans, S.L. (2023). Group dynamics and activity patterns of two dolphin species, the Common Dolphin (Delphinus delphis) and Dusky Dolphin (Lagenorhynchus obscurus) in direct sympatry. *Journal of Mammalogy* https://doi.org/10.1093/jmammal/gyad045

Curran, J. M., Ellis, T. M., & Robertson, I. D. (2014). Surveillance of Charadriiformes in northern Australia shows species variations in exposure to avian influenza virus and suggests negligible virus prevalence. Avian diseases, 58(2), 199-204.

Cúrtolo L., Ocampo Reinaldo M, Braicovich, P. 2004. Pesca experimental de langostino (Pleoticus muelleri). Segunda etapa. Informe de las primeras salidas de los buques pesqueros Ana III, Siempre San Salvador y Columbus. Informe técnico 19/04. Instituto de Biología MArina y Pesquera “Almirante Storni”.

Curtolo LM, Dadon JR, Mazzoni HE (1990) Distribution and abundance of euphausiids off Argentina in spring 1978. *Nerítica* 5(1):1-14.

Curtolo LM. 2004. Biodiversidad de vertebrados e invertebrados en la Bahía de San Antonio. IBMP - Serie Publicaciones III:33-35.

Curtolo, L. 2003. *Campaña Recursos Demersales I – 2003. Informe de Campaña. Estimación de Biomasa de Merluza (Merluccius hubbsi) por método de Area Barrida*. Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni" N° 5/2003, 25 p.

Curtolo, L. 2004. *Historia de vida de la anchoíta Engraulis anchoita (Hubbs & Marini, 1935) del Golfo San Matías.* Plan de tesis doctoral, facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad nacional de Buenos Aires, 15 p.

D´Agostino, V.C., Mandiola, A., Bastida, R., Giardino, G., García, N.A., Romero, M., & Coscarella, M.A. (2019). *Eubalaena australis*. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

D'Agostino, V.C., Heredia, F.M., Crespo, E.A., Fioramonti, A., Fioramonti, P., Vélez, Á., & Degrati, M. (2023). Long-term monitoring of southern right whale feeding behavior indicates that Península Valdés is more than a calving ground. *Marine Biology*, 170(4), 43.

Dalla Rosa, L., & Secchi, E.R. (2007). Killer whale (*Orcinus orca*) interactions with the tuna and swordfish longline fishery off southern and south–eastern Brazil: a comparison with shark interactions. J*ournal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,* 87, 135–140.

Danilewicz, D., Moreno, I.B., Tavares, M., & Sucunza, F. (2017). Southern right whales (*Eubalaena australis*) off Torres, Brazil: group characteristics, movements, and insights into the role of the Brazilian-Uruguayan wintering ground. *Mammalia*, 81(3), 225-234.

Dans, S. L., Koen Alonso, M., Pedraza, S.N., & Crespo, E.A. (2003). Incidental catch of dolphins in trawling fisheries off Patagonia, Argentina: can populations persist?. *Ecological applications*, 13(3), 754-762.

Dans, S. L., Luzenti, E. A., Coscarella, M. A., Joo, R., Degrati, M., & Curcio, N.S. (2022). Seasonal variation and group size affect movement patterns of two pelagic dolphin species (*Lagenorhynchus obscurus* and *Delphinus delphis*). *PLoS One*, 17(11), e0276623.

Dans, S.L., (1999). Ecología poblacional del delfín oscuro *Lagenorhynchus obscurus* (Gray, 1828) en el litoral patagónico, Atlántico Sudoccidental. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Dans, S.L., Coscarella, M.A., Arias, M., & Riera, M. (2023). Mamíferos marinos del Golfo San Matías: guía de identificación. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

Dans, S.L., Crespo E.A., Garcia N.A., Reyes L.M., Pedraza S.N. & Koen Alonso M. (1997) Incidental mortality of Patagonian dusky dolphins In mid-water trawling: Retrospective effects from the early 80's. Report of the International Whaling Commission 47: 699-704.

Dans, S.L., Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Degrati, M., & Garaffo, G.V. (2008). Dusky dolphin and tourist interaction: effect on diurnal feeding behavior. *Marine ecology Progress Series*, 369, 287-296.

Dans, S.L., Degrati, M., Pedraza, S.M., & Crespo, E.A. (2012). Tour boats effects on dolphins behavior: a sensitivity analysis applied to Markov chains. *Conservation Biology,* 26, 708–716.

Dassis, M., Rodriguez, D.H., Ieno, E.N., & Davis, R.W. (2012). Submerged swimming and resting metabolic rates in Southern sea lions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 432, 106-112.

Davis, R.W. (2019). Marine mammals: Adaptation for an aquatic life. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98280-9

De Haro, J.C., Perez Orsi, H., Cané, S., Di Pangracio, A., Falabella, V. y Sapoznikow, A. (2022). Informe colaborativo sobre el Estado de situación. Riesgos e impactos de la prospección sísmica en el Mar Argentino. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. Disponible en:marpatagonico.org/publicaciones

De la Barra P, Botto F, Iribarne O, Narvarte M (2018) Patterns of habitat partitioning for the portunid crab Ovalipes trimaculatus in coastal Patagonian waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science 213:92–97

De la Barra P, Iribarne O, Narvarte M (2019) Combining fishers' perceptions, landings and an independent survey to evaluate trends in a swimming crab data-poor artisanal fishery. Ocean & Coastal Management 173:26-35

De la Barra P, Svendsen G, Romero A, Avaca MS, Narvarte M (2020) Predicting the distribution of a Portunid crab in Patagonian coastal waters. Marine Ecology Progress Series 638: 95–105.

De la Fuente E.E. (1988). Lista sistemática y distribución de las tortugas argentinas (Reptilia: Chelonii). Acta Zoologica Lilloana 41:35764.

De La Peña M. 2015. Aves argentinas. Incluye nidos y huevos. Tomo 1. Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral, Buenos Aires y Santa Fe.

De La Peña MR. 2011. Observaciones de campo en la alimentación de las aves. Revista de Conservación biológica 131:88.

De Lucca E. R., 2016. Reproducción del jote cabeza negra (Coragyps atratus) en un nido construido por loros barranqueros (Cyanoliseus patagonus) en un acantilado del litoral patagónico, Argentina. Nótulas Faunísticas (segunda serie), 194.

De Lucca ER, Bertini M, Ferrada J. 2022a. Reproducción del jote cabeza colorada (Cathartes aura) y jote cabeza negra (Coragyps atratus) en el Golfo San Matías, Río Negro, Patagonia Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 334:1-11.

De Lucca ER, Bertini M, Quaglia A. 2012a. Nidificación del águila mora Geranoaetus melanoleucus y del aguilucho común Buteo polyosoma en el litoral marítimo del noreste patagónico, Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 103:1-10.

De Lucca ER, Bertini M, Quaglia A. 2012b. Nidificación agrupada del gavilán ceniciento Circus cinereus en médanos costeros del noreste patagónico, Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 107:1-10.

De Lucca ER, Bertini M. 2015. Densidades lineales y performance reproductiva de parejas de aguilucho común (Geranoaetus polyosoma) en el norte de la Patagonia, Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 181:1-14.

De Lucca ER, Borsellino L, Albornoz L, Bertini M. 2015. Nuevos aportes sobre la reproducción de una población de halcones peregrinos sudamericanos (Falco peregrinus cassini) del norte de la patagonia, Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 185:1-12.

De Lucca ER, Winter M, Sorice M, Failla M. 2022b. Nidificación de chimangos (Milvago chimango) en huecos excavados por loros barranqueros (Cyanoliseus patagonus) en acantilados marítimos de la Patagonia Argentina. Ornitología Neotropical 33:1-8.

De Lucca ER. 2014. Reproducción de halcones peregrinos sudamericanos (Falco peregrinus cassini) en acantilados marítimos de la Patagonia, Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 152:1-14.

De Lucca ER. 2016a. Reproducción del jote de cabeza negra (Coragyps atratus) en un nido construido por loros barranqueros (Cyanolyseus patagonus) en un acantilado del litoral patagónico, Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 194:1-6.

De Lucca ER. 2016b. Observaciones de un nido exitoso de halcón peregrino sudamericano (Falco peregrinus cassini) en Argentina. Cuidado parental, rol de los sexos y comportamiento de pichones.

Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 195:1-11.

De Lucca ER. 2020. Reproducción del aguilucho común (Geranoaetus polyosoma) en acantilados marítimos patagónicos. Historia Natural (Tercera Serie) 10 (3): 113-129.

Degrati, M.; Dellabianca, N.A.; García, N.A.; Loizaga de Castro, R.; Mandiola, A. & Romero, M.A. (2019). *Lagenorhynchus obscurus*. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. 1992. Handbook of the birds of the world. Lynx Edicions, España.

Del Hoyo, J, A. Elliot and J. Sargatal. 1996. Handbook of the Birds of the World. Volumen 3. Lynx Edicions, Barcelona.

Del Río J, Álvarez J, López De Armentia A, Bó M, Martínez Arca J, Camino M (2004) *Estudio y desarrollo metodológico para la determinación de la velocidad de retroceso de la costa entre Punta Mejillón y balneario El Cóndor, Provincia de Río Negro*. Dirección de Minería de la Provincia de Río Negro. Informe inédito 88 pp.

Delfino, H. C. (2023). A fragile future for pink birds: habitat suitability models predict a high impact of climate change on the future distribution of flamingos. Emu-Austral Ornithology, 123(4), 310-324.

Delfino, H. C., & Carlos, C. J. (2022). What do we know about flamingo behaviors? A systematic review of the ethological research on the Phoenicopteridae (1978–2020). acta ethologica, 25(1), 1-14.

Dellabianca, N.A., Torres, M., & Raya Rey, A. (2018). Occurrence of dusky dolphin *Lagenorhynchus obscurus* in Tierra del Fuego Archipelago over five decades. *Polar Biology,* 41, 1895–1900.

Delord K, Gasco N, Weimerskirch H, Barbraud C, Micol T. 2005. Seabird mortality in the Patagonian toothfish longline fishery around Crozet and Kerguelen Islands, 2001-2003. CCAMLR Science 12:53-80.

Denuncio, P., Gana, J.C., Giardino, G.V., Rodríguez, D. H., & Machovsky-Capuska, G. E. (2021). Prey composition and nutritional strategies in two sympatric pinnipeds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 545, 151629.

Denuncio, P., Mandiola, M.A., Perez Salles, S., Machado, R., Ott, P. H., De Oliveira, L. R., & Rodriguez, D. (2017). Marine debris ingestion by the South American Fur Seal from the Southwest Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1), 420-425.

Denuncio, P., Viola, M. N. P., Machovsky-Capuska, G. E., Raubenheimer, D., Blasina, G., Machado, R., & Rodriguez, D.H. (2017a). Population variance in prey, diets and their macronutrient composition in an endangered marine predator, the Franciscana dolphin. *Journal of sea research*, 129, 70-79.

Derville, S., Torres, L.G., Newsome, S.D., Somes, C.J., Valenzuela, L.O., Vander Zanden, H.B., & Carroll, E.L. (2023). Long-term stability in the circumpolar foraging range of a Southern Ocean predator between the eras of whaling and rapid climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(10), e2214035120.

DeVault, T. L., Reinhart, B. D., Brisbin Jr, I. L., & Rhodes Jr, O. E. (2004). Home ranges of sympatric black and turkey vultures in South Carolina. The Condor, 106(3), 706-711.

Di Giácomo EE (1990) Contribución al estudio biológico-pesquero del pez gallo, Callorhynchus callorhinchus (Linné, 1758) Berg, 1985, en el Golfo San Matías. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata, 174 p.

Di Giácomo EE, Perier MR (1991) Evaluación de la biomasa y explotación comercial del pez gallo (Callorhynchus callorhynchus) en el Golfo San Matías, Argentina. Frente marítimo, 9 (7), 13.

Di Giácomo EE, Perier MR (1996b) Feeding Habits of Cockfish, Callorhinchus callorhynchus (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian Waters (Argentina). Marine Fresheater Reserch, 801-

8.

Di Giácomo, E. 1994*. Estado actual de los recursos demersales capturados con red de arrastre en el Golfo San Matías. Resultados de la Campaña "REDE II".* Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", 37 p.

Di Giácomo, E. 1994. Estado actual de los recursos demersales capturados con red de arrastre en el Golfo San Matías. Resultados de la Campaña "REDE II". Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", 37 p.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1992a. Retracción de la pesquería demersal del Golfo San Matías: ¿Escasez de recursos o disminuciones de la eficiencia?. *Fr. Mar*. Vol 11. Sec. A: 7-13.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1992a. Retracción de la pesquería demersal del Golfo San Matías: ¿Escasez de recursos o disminuciones de la eficiencia?. Fr. Mar. Vol 11. Sec. A: 7-13.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1992b. Abundancia, estructura poblacional y zona de desove de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en el Golfo San Matías, Argentina. *Fr. Mar*. Vol 12. Sec. A: 47-52.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1992b. Abundancia, estructura poblacional y zona de desove de la merluza (Merluccius hubbsi) en el Golfo San Matías, Argentina. Fr. Mar. Vol 12. Sec. A: 47-52.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1996. *Informe "Campañas REDE III y REDE IV". Estimación de biomasa e índice de abundancia relativa*. Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", 58 p.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1996a. Informe "Campañas REDE III y REDE IV". Estimación de biomasa e índice de abundancia relativa. Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", 58 p.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1997. *Informe "Campañas REDE I-96, REDE II-96 y REDE I-97. Estimaciones de abundancia*. Inf. Téc. "IBMP Alte. Storni", 13 p.

Di Giácomo, E. y M. R. Perier. 1997. Informe "Campañas REDE I-96, REDE II-96 y REDE I-97. Estimaciones de abundancia. Inf. Téc. "IBMP Alte. Storni", 13 p.

Di Giácomo, E.; Calvo, J.; Perier, M. R. y E. R. Morriconi. 1993. Spawning aggregations of Merluccius hubbsi, in patagonian waters: evidence for a single stock?. *Fisheries Research* 16: 9-16.

Di Giácomo, E.; Calvo, J.; Perier, M. R. y E. R. Morriconi. 1993. Spawning aggregations of Merluccius hubbsi, in patagonian waters: evidence for a single stock?. Fisheries Research 16: 9-16.

Dobson FS, Jouventin P. 2007. The trade-off of reproduction and survival in slow-breeding seabirds. Canadian Journal of Zoology 88:889-899.

Drago, M., Cardona, L., Franco-Trecu, V., Crespo, E. A., Vales, D.G., Borella, F., & Inchausti, P. (2017). Isotopic niche partitioning between two apex predators over time. *Journal of Animal Ecology*, 86(4), 766-780.

Drago, M., Valdivia, M., Bragg, D., González, E.M., Aguilar, A., & Cardona, L. (2020). Stable oxygen isotopes reveal habitat use by marine mammals in the Río de la Plata estuary and adjoining Atlantic Ocean. Estuarine, *Coastal and Shelf Science*, 238, 106708.

Ducatez, S., Dalloyau, S., Richard, P., Guinet, C., & Cherel, Y. (2008). Stable isotopes document winter trophic ecology and maternal investment of adult female southern elephant seals (*Mirounga leonina*) breeding at the Kerguelen Islands. *Marine Biology*, 155(4), 413-420.

Ducklow, H.W. (2013). West Antarctic Peninsula: an ice-dependent coastal marine ecosystem in transition. *Oceanography* 26:190–203.

Durante, C. A., Santos-Neto, E. B., Azevedo, A., Crespo, E. A., & Lailson-Brito, J. (2016). POPs in the South Latin America: Bioaccumulation of DDT, PCB, HCB, HCH and Mirex in blubber of common dolphin (*Delphinus delphis*) and Fraser's dolphin (*Lagenodelphis hosei*) from Argentina. *Science of the Total Environment*, 572, 352-360.

Durban, J.W., & Pitman, R.L. (2012). Antarctic killer whales make rapid, round-trip movements to subtropical waters: evidence for physiological maintenance migrations?. *Biology letters*, 8(2), 274-277.

Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu Grobois, F.A. y Donelly, M. (2000). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. IUCN/CSE Grupo Especialistas en Tortugas Marinas. Publicación No. 4

Ecology K. (2009). Turtle guards: a method to reduce the marine turtle mortality occurring in certain seismic survey equipment Ketos Ecol. Rep. (2009), pp. 1-14

Eder, E.B. Negrete, J., Gribaudo, C.A., Daneri, G.A., Marín, M.R. & Grandi, M.F. (2019). *Mirounga leonina*. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Eder, E.B., Lewis, M.N., Campagna, C., & Koch, P.L. (2010). Evidence of demersal foraging from stable isotope analysis of juvenile elephant seals from Patagonia. *Marine Mammal Science*, 26(2), 430-442.

Eder, E.B., Muelbert, M., Hindell, M.A., Davis, R.W., Rodriguez, D.H., & Lewis, M.N. (2019). Foraging Strategies of Female Elephant Seals from Península Valdés, Patagonia, Inferred from Whisker Stable Isotope Signatures of Their Pups. *Aquatic Mammals*, 45(1).

Eguchi T, Bredvik J, Graham S, LeRoux R, Saunders B, Seminoff JA (2020) Effects of a power plant closure on home ranges of green turtles in an urban foraging area. Endang Species Res 41:265-277. https://doi.org/10.3354/esr01027

Ehrhart, L.M., Bagley, D.A. y Redfoot, W.E. (2003). Loggerhead turtles in the Atlantic Ocean: geographic distribution abundance and population status. En: Bolten, A.B. & Witherington, B.E. (Eds). Loggerhead sea turtles. Smithsonian Books, Washington, DC, p 157–174.

Encalada, S. E., Lahanas, P. N., Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Miyamoto, M. M. y Bowen, B. W. (1996). Phylogeography and population structure of the Atlantic and Mediterranean green turtle Chelonia mydas, a mitochondrial DNA control region sequence assessment. Mol. Ecol. 4: 473-483.

Epperly, S. P., Braun, J. y Veishlow, A. (1995). Sea turtles in North Carolina waters. Conserv. Biol. 9: 384–394.

Erbe, C. (2011). Underwater acoustics: Noise and the effects on marine mammals, a pocket handbook. Jasco Applied Sciences: Halifax, NS, Canada.

Erbe, C., Dunlop, R., & Dolman, S. (2018). Effects of Noise on Marine Mammals. In book: Effects of Anthropogenic Noise on Animals (Chapter 10, pp. 277-309). Hans Slabbekoorn, Robert J. Dooling Arthur N. Popper, Richard R. Fay Editors (Editors). ISSN 0947-2657. Springer Handbook of Auditory Research. ISBN 978-1-4939-8572-2. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8574-6

Escofet A, Gianuca N, Maytía S, Scarabino V (1979) *Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental entre los 29º y 43º LS: consideraciones generales y esquema biocenológico*. Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur, Mar del Plata, 245-258.

Escofet AM, Olivier SR Orensanz JM, Scarabino VM (1977) Biocenología bentónica del Golfo de San Matías (Río Negro, Argentina): Metodología, experiencias y resultados del estudio ecológico de un gran espacio geográfico en América Latina. Informe Nº DOC0083.

Escofet AM, Orensanz JM, Olivier SR (1978) Biocenología bentónica del golfo San Matias (Rio Negro, Argentina): metodología, experiencias, y resultados del estudio ecológico de un gran espacio geografico en America Latina. In *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* (Vol. 5).

Estalles ML, Perier MR, Di Giácomo EE (2015) Trophic ecology of the smallnose fanskate Sympterygia bonapartii in the San Matías Gulf, northern Patagonia, Argentina. Ichthyological research, 63, 207-217.

Evans, W.E. (1994). Common dolphin, white-bellied porpoise (*Delphinus delphis*, Linnaeus, 1758) In: The First Book of Dolphins-Handbook of Marine Mammals.

Failla M, Seijas VA, Quillfeldt P y Masello JF (2008) Potencial impacto del loro barranquero (Cyanoliseus patagonus) sobre cultivos del nordeste patagónico de Argentina: percepción del daño por parte de los productores locales. Gestión Ambiental 16:27–40.

Falabella V, Campagna C, Croxall J (Editores). 2009. Atlas del Mar Patagónico. Especies y espacios. Wildlife Conservation Society y BirdLife International, Argentina.

Falabella, V., Tamini, L., Garcia Borboroglu, P., Frere, E., Seco Pon, J., Cabrera, S., ... & Campagna, C. (2019). Report of the IUCN regional red list first workshop for species of the Patagonian Sea: SeaBirds. In Forum for the Conservation of the Patagonian Sea.

Faria, P. J., Campos, F. P., Branco, J. O., Musso, C. M., Morgante, J. S., & Bruford, M. W. (2010). Population structure in the South American tern Sterna hirundinacea in the South Atlantic: two populations with distinct breeding phenologies. Journal of Avian Biology, 41(4), 378-387.

Favero M, Blanco G, Copello S, Seco Pon JP, Patterlini CA, Mariano-Jelicich R, García GO, Berón MP. 2013. Seabird bycatch in the Argentinean demersal longline fishery. Endangered Species Research 19:187-199.

Favero M, Blanco G, García GO, Copello S, Seco Pon JP, Frere E, Quintana F, Yorio P, Rabuffetti F, Canete G & Gandini P. 2011. Seabird mortality associated to ice trawlers in the Patagonian Shelf: effect of discards in the occurrence of interactions with fishing gear. Animal Conservation 14:131-139.

Favero M, Khatchikian CE, Arias A, Silva Rodríguez MP, Cañete G, Mariano-Jelicich R. 2003. Estimates of seabird by-catch along the Patagonian shelf by Argentine long-line fishing vessels, 1999–2001. Bird Conservation International 13:273-281.

Favero M, Silva Rodríguez MP. 2005. Estado actual y conservación de aves pelágicas que utilizan la plataforma continental Argentina como área de forrajeo. El Hornero 20:95-110.

Favero, M., Bó, M. S., M. Patricia Silva R., & García-Mata, C. (2000). Food and feeding biology of the South American Tern during the nonbreeding season. Waterbirds, 125-129.

Fazio A., Bertellotti M., & Villanueva C. (2012). Kelp gulls attack Southern right whales: a conservation concern? Marine Biology, 159(9), 1981-90.

Fazio, A., Arguelles, M.B., & Bertellotti, M. (2015). Change in southern right whale breathing behavior in response to gull attacks. *Marine Biology*, 162(2), 267-273.

Ferguson-Lees J, Christie DA (2001) Raptors of the world helm identification guides. Helm edition, London

Ferguson-Lees J, Christie DA (2001) Raptors of the world. Helm identification guides. Helm edition, London.

Fernández Ajó, A. A., Gatto, A. J., & Yorio, P. M. (2011). Patterns of prey provisioning in relation to chick age in the South American Tern (Sterna hirundinacea).

FERNÁNDEZ CHITI, J. 2012. Hierbas y plantas curativas. Plantas shamánicas. Condorhuasi, Bs. As, 4ta ed. 384 pp. ISBN 978-987-1372-15-7.

Fernandez-Juricic, E., Campagna, C., Enriquez, V., & Ortiz, C.L. (2001). Vocal rates and social context in male South American sea lions.

Ferrari, M.A., Lewis, M.N., Pascual, M.A., & Campagna, C. (2009). Interdependence of social structure and demography in the southern elephant seal colony of Península Valdés, Argentina. *Marine Mammal Science*, 25(3), 681-692.

Field, I.C., Bradshaw, C.J.A., Burton, H.R., Sumner, M.D., & Hindell, M.A. (2005). Resource partitioning through oceanic segregation of foraging juvenile southern elephant seals (Mirounga leonina). *Oecologia*,142, 127–135.

Fish, F.E. (1997). Biological designs for enhanced maneuverability: analysis of marine mammal

performance. In Tenth International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology: Proceedings of the Special Session on Bio-Engineering Research Related to Autonomous Underwater Vehicles (pp. 109-117).

Fish, F.E., & Hui, C.A. (1991). Dolphin swimming–a review. *Mammal Review*, 21(4), 181-195.

Fish, F.E., & Rohr, J.J. (1999). Review of dolphin hydrodynamics and swimming performance.

FitzSimmons, N.N., Limpus, C.J., Norman, J.A., Goldizen, A.R., Miller, J.D. y Moritz, C. (1997). Philopatry of male marine turtles inferred from mitochondrial DNA markers. Proceedings of the Natural Academy of Science USA 94:8912-8917.

Fjeldså, J. and N. Krabbe (1990) Birds of the high Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen, Copenhagen.

Florez L, Romero MA, Ocampo Reinaldo M, Svendsen G, Gonzalez R. Análisis de patrones temporales y espaciales de la actividad pesquera industrial del Golfo San Matías. Informe Técnico N° 20/2022 (UNCo-CONICET-PRN-INIDEP). 11 p.

Florez L.C., Romero M.A., Ocampo Reinaldo M., González R. 2024. Composición de las capturas y estimaciones del descarte en la pesquería de arrastre del Golfo San Matías – Años 2017–2023. Informe Técnico N°08/2024. Programa de Asistencia Técnica para la gestión sustentable de las pesquerías del Golfo San Matías. STAN CONICET-CIMAS, Universidad Nacional del Comahue. 18 p.

Flowers, J. y H. Roa. 1975. *Report on investigation in the Gulf of San Matías and the Gulf of San Jorge*. FAO, FI: DP/Arg./65/510/3.64 p.

Flowers, J. y H. Roa. 1975. Report on investigation in the Gulf of San Matías and the Gulf of San Jorge. FAO, FI: DP/Arg./65/510/3. 64 p.

FORCONE, A.E. y GONZÁLEZ, C.C. 2014. Plantas del Monte Patagónico. 1 Ed. Bahia Blanca. Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns 2014. ISBN 978-897-1907-81-6 CDD 580.

Forero MG, Hobson KA, Bortolotti GR, Donázar JA, Bertellotti M, Blanco G. 2002. Food resource utilisation by Magellanic penguin evaluated through stable isotope analysis: segregation by sex and age and influence of offspring quality. Marine Ecology Progress Series 234:289-299.

Forero MG, Tella JL, Donázar JA, Blanco G, Bertellotti M, Ceballos O. 2001 Phenotypic assortative mating and within-pair sexual dimorphism and its influence on breeding success and offspring quality in Magellanic penguins. Canadian Journal of Zoology 79:1414-1422.

Formia, A. (2002). Population and genetic structure of the green turtle (Chelonia mydas) in West and Central Africa; implications for management and Conservation (dissertation). Cardiff (UK) - Cardiff University

Formia, A., Broderick, A. C., Glen, F., Godley, B. J., Hays, G. C. y Bruford, W. (2007). Genetic composition of the Ascension Island green turtle rookery based on mitochondrial DNA, implications for sampling and diversity. Endang. Species Res. 3: 145-158.

Formia, A., Godley, B. J., Dontaine, J. F. and Bruford, M. W. (2006). Mitochondrial DNA diversity and phylogeography of endangered green turtle (Chelonia mydas) populations in Africa. Conserv. Genetic 7: 353-369.

Fossette S, Hobson VJ, Girard C, Calmettes B, Gaspar P, et al., (2010b) Spatio temporal foraging patterns of a giant zooplanktivore, the leatherback turtle. Journal of Marine Systems 81: 225–234.

Fossette S., Girard C., López-Mendilaharsu M., Miller P., Domingo A., Evans D., Kelle L., Plot V., Prosdocimi L., Verhage S., Gaspar P., Georges J.Y. (2010a). Atlantic Leatherback Migratory Paths and Temporary Residence Areas. PLoS ONE 5(11): e13908. Doi:10.1371/Journal.pone.0013908.

Franco-Trecu, V., Aurioles-Gamboa, D., & Inchausti, P. (2014). Individual trophic specialisation and niche segregation explain the contrasting population trends of two sympatric otariids. Marine Biology, 161(3), 609-618.

Frankel, A.S. (2018). Sound. En B. Würsig, J. G. M. Thewissen, & K. M. Kovacs (Eds.), Encyclopedia of Marine Mammals (Third Edition) (pp. 889-901). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00235-1

Frankish CK, Manica A, Navarro J, Phillips RA. 2021. Movements and diving behaviour of white chinned petrels: Diurnal variation and implications for bycatch mitigation. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. DOI: 10.1002/aqc.3573.

Frau-Martinez, M.R. (2009). Dieta del lobo fino (Arctocephalus australis) en Isla de Lobos (Maldonado- Uruguay) durante el período de reproducción. Tesis de Grado, Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias

Frazier J. (1984). Las tortugas marinas en el Océano Atlántico Sur Occidental. La Plata: Asociación Herpetológica Argentina. 22 pp. ISSN 0326-5528.

Freiberg MA. (1945). Observaciones sobre las tortugas de mar que se encuentran frente a las costas argentinas. Physis 20:5053.

Frenguelli J (1935) Variaciones de Dictyocha fibula en el Golfo de San Matías (Patagonia septentrional). *Anales del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* 38(4), Protistol.

Frenguelli J (1939) Diatomeas del Golfo de San Matías (Río Negro). *Revista del Museo de La Plata* (Nueva Serie): 2.

FRENGUELLI, J.; CABRERA, A.L. 1940. Viaje a las zonas central y andina de Patagonia septentrional. Rev. Mus. La Plata, sección oficial: 53 – 81.

Frere, E.; Quintana, F. & Gandini, P. 2005. Cormoranes de la costa patagónica: estado poblacional, ecología y conservación. Argentina. El Hornero 20: 35-52.

Fruet, P.F. Secchi, E.R. Di Tullio, J., Simões-Lopes, P.C., Daura-Jorge, F., Costa, A.P.B., Vermeulen, E., Flores, P.A. Genoves, R., Laporta, P., Beheregaray, L. & Möller, L.M., (2017). Genetic divergence between two phenotypically distinct bottlenose dolphin ecotypes suggests separate evolutionary trajectories. *Ecololy and Evolution,* 7, 9131–9143.

Fruet, P.F., Secchi, E.R., Daura-Jorge, F., Vermeulen, E., Flores, P.C., Simões-Lopes, P. C., Möller, L.M. (2014). Remarkably low genetic diversity and strong population structure in common bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) from coastal waters of the Southwestern Atlantic Ocean. *Conservation Genetics*, 15(4), 879-895. doi:10.1007/s10592-014-0586-z

Fuentes, M.M.P.B., Pike, D.A., Dimatteo, A. y Wallace, B.P. (2013). Resilience of marine turtle regional management units to climate change. Global Change Biology, 19: 1399-1406.

Gagliardini DA, Rivas AL (2004) Environmental characteristics of San Matías gulf obtained from Landsat-TM and ETM data. *Gayana* 68:186–193

Gagliardini DA, Rivas AL. 2004. Environmental characteristics of San Matias Gulf obtained from LANDSAT-TM and ETM+ data. Gayana 68:186-193.

Gagliardini, D. y A. Rivas. 2004. Environmental characteristics of San Matías Gulf obtained from LANDSAT/TM and ETM+ data. Gayana 68 (2), 1: 186-193.

Galimberti, F., & Sanvito, S. (2001). Modeling female haul-out in southern elephant seals (Mirounga leonina). Aquatic Mammals, 27(2), 92-104.

Galmes, M. A., Sarasola, J. H., Grande, J. M., & Vargas, F. H. (2018). Electrocution risk for the endangered Crowned Solitary Eagle and other birds in semiarid landscapes of central Argentina. Bird Conservation International, 28(3), 403-415.

Galván D, Bovcon N, Cochia P, González R, Lattuca ME, Ocampo Reinaldo M, Rincón-Díaz M, Romero MA, Vanella F, Venerus L, Svendsen G. 2022. Changes in the specific and biogeographic composition of coastal fish assemblages in Patagonia, driven by climate change, fishing, and

invasion by alien species. In: *Global change in Atlantic coastal Patagonian ecosystems: A journey through time* (Eds.: Helbling W, Narvarte M, González R, Villafañe V. Springer, 2022.

Galván, D.E., Bovcon, N.D., Cochia, P., González, R.A., Lattuca, M.E., Ocampo Reinaldo, M., Rincón-Díaz, M.P., Romero, M.A., Vanella, F., Venerus, L.A., Svendsen, G.M. 2022. *Changes in the Specific and Biogeographic Composition of Coastal Fish Assemblages in Patagonia, Driven by Climate Change, Fishing, and Invasion by Alien Species*. In: Helbling, E.W., Narvarte, M.A., González, R.A., Villafañe, V.E. (eds) Global Change in Atlantic Coastal Patagonian Ecosystems. Natural and Social Sciences of Patagonia. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86676-1_9

Gamarra-Toledo, V., Plaza, P.I., Gutiérrez, R., Inga-Diaz, G., Saravia-Guevara, P., Pereyra-Meza, O., & Lambertucci, S.A. (2023). Mass mortality of marine mammals associated to highly pathogenic influenza virus (H5N1) in South America. *bioRxiv*, 2023-02.

Gandini PA, Frere E, Holik TM. 1992. Implicancias de las diferencias en el tamaño corporal entre colonias para el uso de medidas morfométricas como método de sexado en Spheniscus magellanicus. El Hornero 13:211-213.

García-Borboroglu P, Boersma PD, Ruoppolo V, Reyes L, Rebstock GA, Griot K, Da Silva RP. 2006. Chronic oil pollution harms Magellanic penguins in the Southwest Atlantic. Marine Pollution Bulletin 52:193-198.

García-Borboroglu P, Boersma PD, Ruoppolo V, Silva-Filho RP, Adornes AC, Conte-Sena D, Velozo R, Kolesnikovas CM, Dutra G, Maracini P, Nascimiento CC, Ramos JV, Barbosa L, Serra S. 2010. Magellanic penguin mortality in 2008 along the SW Atlantic coast. Marine Pollution Bulletin 60:1652-1657.

Gariboldi, M.C., Túnez, J.I., Dejean, C.B., Failla, M., Vitullo, A.D., Negri, M.F., & Cappozzo, H.L. (2015). Population genetics of Franciscana dolphins (Pontoporia blainvillei): introducing a new population from the southern edge of their distribution. *PLoS One*, 10(7), e0132854.

Gariboldi, M.C., Túnez, J.I., Failla, M., Hevia, M., Panebianco, M.V., Paso Viola, M.N., & Cappozzo, H.L. (2016). Patterns of population structure at microsatellite and mitochondrial DNA markers in the franciscana dolphin (Pontoporia blainvillei). *Ecology and evolution*, 6(24), 8764-8776.

Gastaldi M (2009) Caracterización y evaluación de la pesquería recreativa del róbalo Eleginops maclovinus (PISCES, ELEGINOPIDAE) del Golfo San Matías durante la temporada 2008. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Córdoba, 91 p.

Gastaldi M, Firstater FN, Narvarte MA (2020a) *Diversidad específica y funcional de la macrofauna asociada a las esponjas intermareales de la Bahía de San Antonio.* Informe Técnico N°02-2020. Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Nacional del Comahue. 19 pp.

Gastaldi M, Svendsen GM, Firstater FN, Narvarte MA (2020b) *Identificación y descripción de las esponjas del intermareal y submareal somero de la Bahía de San Antonio*. Informe Técnico N°01-2020. Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Nacional del Comahue. 27 pp.

Gatto AJ, Yorio P. 2016. Assessing the trophic niche of South American Terns integrating conventional and isotopie methods. Emu-Austral Ornithology 116:230-240.

Gatto, A., Quintana, F., & Yorio, P. (2008). Feeding behavior and habitat use in a waterbird assemblage at a marine wetland in coastal Patagonia, Argentina. Waterbirds, 31(3), 463-471.

Gelos E, Schillizzi R, Spagnuolo J (1992) El Cenozoico de la costa norte del Golfo San Matías, Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 47(2):135-140.

Gerpe, M.S., de León, A.P., Bastida, R., Moreno, V.J., & Rodríguez, D.H. (2009). Sharp accumulation of heavy metals after weaning in the South American fur seal *Arctocephalus australis*. *Marine Ecology Progress Series*, 375, 239-245.

Giaccardi M (2022) Actualización del plan de manejo del Área Natural Protegida “Reserva Faunística

Punta Bermeja". Informe Final. Consejo Federal de Inversiones. 425 p.

Giardino GV, Cosentino M, Buscaino G, Bastida R, Rodríguez D. (2023). Acoustic Detection of Franciscana Dolphins Near Artisanal Fishing Nets in Argentina. In: Popper AN, Sisneros J, Hawkins A, Thomsen F, editors. Effect of Noise on Aquatic Life]. Cham: Springer International Publishing; pág. 1–12. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10417-6_54-1

Giardino, G. V., Gana, J. C. M., De León, M. C., Mandiola, M. A., Dassis, M., Denuncio, P. E., Elissamburu, A., Morón, S., Rodríguez Heredia, S., Alvarez, C. K., Loureiro, J. P., Massola, V., Valenzuela, L. O., Tamini, L., Taraborelli, P., Saubidet, A., Faiella, A., Cappozzo, H. L., Bastida, R. O., & Rodríguez, D. H. (2022). Occurrence and anthropogenic-derived mortality of humpback whales (Megaptera novaeangliae) along the northern coast of Argentina, 2003–2021. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 0(0), 1–16. https://doi.org/10.1080/00288330.2022.2130365

Giardino, G. V., Papale, E., Gregorietti, M., Ceraulo, M., Loureiro, J. P., Rodríguez Heredia, S., ... & Buscaino, G. (2019, July). The final call: evidence for stereotyped whistle of one dying common dolphin (*Delphinus delphis*) in Argentina. In Proceedings of Meetings on Acoustics (Vol. 37, No. 1). AIP Publishing.

Giardino, G., Bastida, J., Mandiola, M.A., Bastida, R., & Rodríguez, D. (2017). Estimated population size of two South American sea lion male haulouts from the northern coast of Argentina. *Mammalia*, 81(2), 197-202.

Giardino, G.V., Cosentino, M., Macchi, A. C., Loureiro, J. P., Heredia, S. R., Alvarez, K. C., ... & Rodriguez, D. H. (2024). Detailed Comparison of Acoustic Signals from Rehabilitated and Wild Franciscanas (Pontoporia blainvillei) Dolphins. Animals, 14(16), 2436.

Gilardoni CM, Posadas G, Kroeck MA, Cremonte F (2011) Monorchiid and aporocotyld cercariae (Digenea) parasitising the purple clam Amiantis purpurata (Bivalvia: Veneridae) from the Southwestern Atlantic coast. Acta Parasitologica 56(4): 385-391

GIRAUDO A., ARZAMENDIA V., BELLINI G., BESSA C., 2012. Categorización del estado de conservación de las Serpientes de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 26.

GODAGNONE R.E. & D.R. BRAN Ed. 2009. Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de Río Negro. Geología, hidrogeología, geomorfología, suelos, clima, vegetación y fauna. Con MAPA. Ediciones INTA. 392pp.

GODAGNONE, R., BRAN D., 2008. Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de Rio Negro: Geología, Hidrogeología, Geomorfología, Suelos, Clima, Vegetación y Fauna. - Buenos Aires: INTA. 59pp.

Godley, B. J., Broderick, A. C. y Hays, G. C. (2001). Nesting of green turtles (Chelonia mydas) at Ascension Island. South Atlantic. Biol. Conserv. 97: 151-158.

Goldfeder, S., & Blanco, D. (2006). The conservation status of migratory waterbirds in Argentina: towards a national strategy. Waterbirds around the world, 189-194.

GOLLUSCIO, R.A.; LEÓN, R.J.C.; PERELMAN, S.B.; 1982. Caracterización fitosociológica de la estepa del oeste del Chubut. Su relación con el gradiente ambiental. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 21 (1-4), 299-324.

Gonzales Vargas AM, Espinoza LA (2020) Efecto de la pesca artesanal de Aulacomya atra (Mollusca: Mytilidae) en la sostenibilidad del recurso. Avances 22(1):64-80.

GONZÁLEZ C.C., LISTA A M., SIMÓN P.L., SILVA C., JOFFE M.A., LLORENS M. & PONCE G.E. 2'022. The Floristic-Holistic Method for arid, semi-arid and sub-humid areas: a tool for the revaluation of floristic diversity, conservation and protection of the ecosystem. IntechOpen. In Pluralistic Approaches for Conservation and Sustainability in Biodiversity" ed. Dr. Gopal Shukla. ISBN: 978-1-80356-339-8.

González Carman V, Álvarez K, Prosdocimi L, Inchaurraga MC, Dellacasa R, Faiella A, Echenique

C, González R, Andrejuk J, Mianzan H, Campagna C, Albareda D. (2011) Temperate SW Atlantic: a feeding and developmental habitat for endangered sea turtles. Marine Biology Research. 7: 500-508

González Carman, V, Mandiola, A., Alemany, D., Dassis,M., Seco Pon, J.P., Prosdocimi, L., Ponce de León, A., Mianzan, H., Acha, E.M., Rodríguez, D., Favero, M., and Copello, S. (2016). Distribution of megafaunal species in the Southwestern Atlantic: key ecological areas and opportunities for marine conservation. ICES Journal of Marine Science. 73-6 :1579–1588. doi.org/10.1093/icesjms/fsw019

González Carman, V., et al., (2012). Revisiting the ontogenetic shift paradigm: The case of juvenile green turtles in the SW Atlantic, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., doi:10.1016/j.jembe.2012.06.007

González PM, Bertellotti M, Giaccardi M, Lini R, Lizurume ME, Yorio P. 1998. Distribución reproductiva y abundancia de las aves marinas en Río Negro. En: Yorio P, Frere E, Gandini P y Harris G (Eds.) Atlas de la distribución reproductiva de aves marinas en el litoral patagónico argentino. Fundación Patagonia Natural y Wildlife Conservation Society, Buenos Aires, pág. 29-38.

González PM. 1996. Nidificación de aves marinas y costeras en el Área Natural Protegida Bahía de San Antonio, Pcia. de Río Negro, Argentina. Informe Fundación Patagonia Natural. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica.

González PM. 2005. San Antonio Oeste. En: Di Giacomo AS (Ed.) Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: 5:1-514. Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires, pág. 341-343.

González R (1994) La pesca artesanal marina en Río Negro (Argentina): factores que inciden sobre su desarrollo y manejo. Actas del 1er Taller sobre Diagnóstico y Perspectivas de las Pesquerías Artesanales en América Austral (Chile-Argentina). Pto. Montt (Chile). 21p.

González R (1999) Biología y explotación pesquera del salmón de mar Pseudopercis semifasciata en el golfo San Matías. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur. 230 p.

González R (2006) Age and growth of the Argentine Sandperch Pseudopercis semifasciata (Cuvier 1829) Berg, 1899 in the Gulf of San Matías (Patagonia, Argentina). Fisheries Research, Vol 79,120-128.

González R, Narvarte M, Caille G (2007) An assessment of the sustainability of the hake Merluccius hubbsi artisanal fishery in San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. Fisheries Research, Vol 87(1):58-67.

González R, Narvarte M, Verona C. 2010. Principios, lineamientos generales y procedimientos para la elaboración, adopción, implementación, evaluación y revisión de los Planes de Manejo Ecosistémico para la pesca marítima de captura en el Golfo San Matías. ECOPES (Iniciativa para un Ecosistema Pesquero Sustentable). Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni. Universidad Nacional del Comahue.

González R, Ocampo Reinaldo M, Romero MA, Svendsen G, Maggioni M, Alonso R, Bustelo P (2018) Informe final de la primera etapa (2016-2018). Programa de Investigación para la evaluación del efectivo pesquero de merluza del Golfo San Matías. Informe Técnico N°013/2018. STAN CONICET-CIMAS. Universidad Nacional del Comahue. 45 p

González R, Romero MA, Rubinich JP, Ocampo Reinaldo M (2012) Rebuilding information on growth, stock structure and mortality of the until recently misidentified Patagonian grouper Acanthistius patachonicus. MS.

GONZÁLEZ, C.C. & LLORENS M. 2016. Clave de campo para reconocer hierbas y arbustos frecuentes del monte patagónico, Argentina. Naturalia Patagónica 9: 30-49.

GONZÁLEZ, C.C., M. LLORENS & A.D. CALDERÓN. 2018. Principales impactos esperados y actividades de adaptación propuestas frente al cambio global para el centro-norte del Chubut,

Patagonia Argentina. Edupa. Revista Naturalia Patagonica vol. 11: 43-58. C. Rivadavia.

Gonzalez, M.B., Sapoznikow, A., & Lewis, M. (2019). Península Valdés, Argentina: Importancia y satisfacción desde la perspectiva de guías de turismo y turistas. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*. 15, 46-59.

González, R. 1990. *Estimación de las tasas de descarte de merluza Merluccius hubbsi en la pesquería del Golfo San Matías, y su relación con las artes de pesca utilizadas por la flota.* Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", 13 p.

González, R. 1990. Estimación de las tasas de descarte de merluza Merluccius hubbsi en la pesquería del Golfo San Matías, y su relación con las artes de pesca utilizadas por la flota. Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", 13 p.

González, R. A. 1993. *Variaciones en la abundancia de las especies ícticas durante un ciclo anual, en una restinga del submareal costero norpatagónico*. Actas de las Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar (1991). Pp. 118-128.

González, R. A.; Narvarte M. y E. Morsan. 2004. *Estado de situación de los recursos pesqueros del Golfo San Matías, sus pesquerías, especies asociadas y ambiente: informe ad hoc para la evaluación preliminar de las pesquerías marinas de Río Negro con vistas a la certificación de su sustentabilidad.* Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", N° 03/04, 51 p.

González, R. A.; Narvarte M. y E. Morsan. 2004. Estado de situación de los recursos pesqueros del Golfo San Matías, sus pesquerías, especies asociadas y ambiente: informe ad hoc para la evaluación preliminar de las pesquerías marinas de Río Negro con vistas a la certificación de su sustentabilidad. Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", N° 03/04, 51 p.

González, R.; Narvarte, M. y G. Caille. 2007. An assessment of the sustainability of the hake Merluccius hubbsi artisanal fishery in San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. *Fisheries Research* 87: 58-67.

González, R.; Osovnikar, P.; Saiz, M. 2003. *Distribución y rendimiento del efectivo pesquero de merluza común Merluccius hubbsi y otras especies demersales a partir de los resultados de las campañas de prospección pesquera con palangre de media agua realizadas en el golfo San Matías entre los años 1996 y 1999*. IBMP Serie Publicaciones, Vol. 2: 17-35.

González, R.; Osovnikar, P.; Saiz, M. 2003. Distribución y rendimiento del efectivo pesquero de merluza común Merluccius hubbsi y otras especies demersales a partir de los resultados de las campañas de prospección pesquera con palangre de media agua realizadas en el golfo San Matías entre los años 1996 y 1999. IBMP Serie Publicaciones, Vol. 2: 17-35.

González-Zevallos D, Yorio P, Caille G. 2007. Seabird mortality at trawler warp cables and a proposed mitigation measure: a case of study in Golfo San Jorge, Patagonia, Argentina. Biological Conservation 136:108-116.

González–Zevallos D, Yorio P. 2006. Seabird use of discards and incidental captures at the Argentine hake trawl fishery in the Golfo San Jorge, Argentina. Marine Ecology Progress Series 316:175-183.

Goold, J.C. (1996). Acoustic assessment of populations of common dolphin *Delphinus delphis* in conjunction with seismic surveying. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 76(3), 811-820.

Goulet, P., Guinet, C., Campagna, C., Campagna, J., Tyack, P.L., & Johnson, M. (2020). Flash and grab: deep-diving southern elephant seals trigger anti-predator flashes in bioluminescent prey. *Journal of Experimental Biology,* 223(10), jeb222810.

Grady, W. (1997). Nature's Ghastly Gourmet. Natural History 106(10), 12-12.

Grady, W. (1997). Nature's Ghastly Gourmet. Natural History 106(10), 12-12.

Grandi MF, García NA, Romero MA (2022) Informe del relevamiento de los apostaderos de lobos

marinos comunes Otaria flavescens de la provincia de Río Negro durante enero de 2022. Informes científico-técnicos del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni N°013 (UNCo-CONICET-PRN-INIDEP). 12 pp

Grandi, M. F., Dans, S.L., & Crespo, E.A. (2008). Social composition and spatial distribution of colonies in an expanding population of South American sea lions. *Journal of Mammalogy*, 89(5), 1218-1228.

Grandi, M.F., Dans, S.L., & Crespo, E.A. (2015). The recovery process of a population is not always the same: The case of *Otaria flavescens*. *Marine Biology Research*, 11, 225-235.

Graves, G. R. (2017). Sexual monomorphism in wing loading and wing aspect ratio in Black Vulture (Coragyps atratus) and Turkey Vulture (Cathartes aura). Proceedings of the Biological Society of Washington, 130(1), 240-249.

GREIG-SMITH P. 1983. Quantitative plant ecology. 3 ed. University of California Press. Berkeley, California, USA. Pp163-164.

Grilli, P. G., Soave, G. E., Arellano, M. L., & Masello, J. F. (2012). Relative abundance of the burrowing parrot (Cyanoliseus patagonus) in Buenos Aires province and nearby areas of La Pampa and Río Negro, Argentina. El Hornero, 27(01).

Groch, K.R., Palazzo Jr, J.T., Flores, P.A.C., Adler, F.R., & Fabian, M.E. (2005). Recent rapid increases in the right whale (*Eubalaena australis*) population off southern Brazil. *Latin American journal of aquatic mammals*, 41-47.

Guerrero E (2010) *Zooplancton gelatinoso (hidromedusas, sifonóforos y ctenóforos) del Golfo San Matías y zonas adyacentes*; Patagonia, Argentina. Tesis de Licenciatura, Universidad de Las Palmas de Gran Canarias.

Guerrero E, Gili JM, Rodríguez CS, Araujo EM, Canepa A, Calbet A, et al. (2013) Biodiversity and distribution patterns of planktonic cnidarians in San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. *Marine Ecology* 34:71–82.

Güller M, Zelaya DG (2017) A hot-spot of biodiversity in Northern Patagonia, Argentina. *Biodiversity and Conservation* 26:3329-3342.

Haller M, Monti J, Meister M (2001) Hoja Geológica 4363-I, Península Valdés. Provincia de Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Servicio Geológico Minero Argentino*. Boletín 266, 25 p. Buenos Aires.

Hammerschlag, N., Schmitz, O. J., Flecker, A. S., Lafferty, K. D., Sih, A., Atwood, T. B., ... & Cooke, S. J. (2019). Ecosystem function and services of aquatic predators in the Anthropocene. Trends in ecology & evolution, 34(4), 369-383.

Harcourt, R., Van Der Hoop, J., Kraus, S., & Carroll, E.L. (2019). Future directions in *Eubalaena spp*.: comparative research to inform conservation. *Frontiers in Marine Science*, 5, 530.

Harper PC. 1987. Feeding behaviour and other notes on 20 species of Procellariiformes at sea. Notornis 34:169-192.

Harrington, A., Daneri, G.A., Varela, E.A., & Volpedo, A.V. (2022). South American Sea Lions *Otaria flavescens*, a good indicator of relative spatial and temporal changes in the distribution and abundance of marine resources?. *Iheringia. Série Zoologia*, 112.

Harrison, X.A., Tregenza, T.O.M., Inger, R., Colhoun, K., Dawson, D. A., Gudmundsson, G. A., & Bearhop, S. (2010). Cultural inheritance drives site fidelity and migratory connectivity in a long-distance migrant. *Molecular Ecology*, 19(24), 5484-5496.

Haskins SD, Kelly DG, Weir RD (2013) Trace element analysis of turkey vulture (Cathartess aura) feathers. J Radioanal Nucl Chem 295:1331–1339.

Hassell, C, Southey, I., Boyle, A, & Yang, H. Y. (2011). Red knot Calidris canutus: subspecies and

migration in the East Asian-Australasian flyway–where do all the red knot go. Birding ASIA, 16, 89-93.

Hatch JM, Wiley D, Murray KT, Welch L. 2016. Integrating satellite-tagged seabird and fishery-dependent data: A case study of Great Shearwaters (Puffinus gravis) and the U.S. New England sink gillnet fishery. Conservation Letters 9:43-50.

HAUMAN, L. ; 1926. Etude phytogéographique de la Patagonie. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., 58 : 105-180.

Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Godfrey, M.H. y Godley, B.J. (2009). Climate change and marine turtles. Endangered Species Research 7:137-154.

Heide-Jorgensen, M. P., Nordoy, E. S., Oien, N., Folkow, L. P., Kleivane, L., Blix, A. S., ... & Laidre, K. L. (2001). Satellite tracking of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) off the coast of northern Norway. Journal of Cetacean Research and Management

Heredia, F. M., Sosa Drouville, A., Srur, A.M., Crespo, E.A., & Grandi, M.F. (2022). Climate anomalies influence tooth growth patterns of South American sea lions. *Marine Mammal Science,* 38(1), 175-189.

Higgins PJ, Davies SJJF. 1996. Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds Volume 3: Snipe to Pigeons. Oxford University Press, UK.

Hilborn, R. 1985. Fleet dynamics and individual variation: why some people catch more fish than others. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42:2-13.

HILL, M.O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54(2): 427-432

Hindell, M.A., & Burton, H.R. (1988). Seasonal haul-out patterns of the southern elephant seal (*Mirounga leonina L*.), at Macquarie Island. *Journal of Mammalogy*, 69(1), 81-88.

Hindell, M.A., Sumner, M., Bestley, S., Wotherspoon, S., Harcourt, R.G., Lea, M.A., Alderman, R., McMahon, C.R. (2017). Decadal changes in habitat characteristics infuence population trajectories of southern elephant seals. *Glob Change Biology,* 23, 5136–5150.

Hirth, H. F. (1997). Synopsis of biological data on the green turtle Chelonia mydas (Linnaeus, 1758). Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior. Biological Report 97 (1): 1-129

Hockey PAR, Dean WRJ, Ryan PG. 2005. Roberts Birds of Southern Africa. Trustees of the John Voelcker Bird Book Fund, Cape Town, South Africa.

Hoelzel, A.R. (1991). Killer whale predation on marine mammals at Punta Norte, Argentina; food sharing, provisioning and foraging strategy. *Behavioral Ecology and Sociobiology,* 29(3), 197-204.

Hoffmeyer MS, Pascual M (2006) Water quality and zooplankton monitoring at the seawater circuit of a mollusk hatchery. *World Aquaculture*: 49-71.

Hofmeyr, G.J.G. (2015). *Arctocephalus australis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T2062A45224547. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T2062A45224547.en. Downloaded on 10 September 2021.

Hogan, R. I., Prellvitz, L. J., & Vooren, C. M. (2010). Breeding biology of South American tern Sterna hirundinacea (Charadriiformes: Sternidae) on Deserta Island, Southern Brazil. Revista Brasileira de Ornitologia, 18(3), 207-215.

Holt, M. M., Tennessen, J. B., Hanson, M. B., Emmons, C. K., Giles, D. A., Hogan, J. T., & Ford, M. J. (2021). Vessels and their sounds reduce prey capture effort by endangered killer whales (Orcinus orca). Marine Environmental Research, 170, 105429.

https://www.iucnredlist.org

Huin N y Reid T. 2007. Census of the Black-browed Albatross Population of the Falkland Islands. Falklands Conservation.

Huin N. 1994. Diving depths of white-chinned petrels. The Condor 96:1111-1113.

Huin, N. (2002). Foraging distribution of the black-browed albatross, Thalassarche melanophris, breeding in the Falkland Islands. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 12(1), 89-99.

Hunter S, Brooke MDL. 1992. The diet of giant petrels Macronectes spp. at Marion Island, Southern Indian Ocean. Colonial Waterbirds 15:56-65.

Hunter S, Brooke MDL. 1992. The diet of giant petrels Macronectes spp. at Marion Island, Southern Indian Ocean. Colonial Waterbirds 15:56-65.

Hunter S. 1983. The food and feeding ecology of the giant petrels Macronectes halli and M. giganteus at South Georgia. Journal of Zoology 200:521-538.

ICES. 2013. Report of the Workshop to Review and Advice on Seabird Bycatch (WKBYCS). Copenhagen, Denmark.

International Whaling Commission (2013). Report of the IWC workshop on the assessment of Southern Right whales. J. Cetacean Res. Manag. (Supp) 14, 439–462 (2013).

Iñiguez, M. (2001). Seasonal distribution of killer whales (Orcinus orca) in Northern Patagonia, Argentina. *Aquatic Mammals* 27:154–161.

Iribarne OO, Lasta M, Vacas H, Parma A, Pascual M (1991) Assessment of abundance, gear efficiency and disturbance in a scallop dredge fishery: results of a depletion experiment. En: S.E. Shumway & P A Sandifer. (Eds.): Scallop Biology and Culture. The World Aquaculture Society, Selected Papers from the 7th International Pectinid Workshop, National Shellfisheries Association. Parker Coliseum, Louisiana State Univ. (Baton Rouge): The World Aquaculture Society.

Iribarne, O. (1991a). Life history and distribution of the small South-Western Atlantic octopus, Octopus tehuelchus. Journal of Zoology 223: 549–565.

Iribarne, O. (1991b). Intertidal harvest of the Patagonian octopus, Octopus tehuelchus (d'Orbigny). Fisheries Research 12:375–390.

Irigoyen A, Galván D, Venerus L (2005) Occurrence of dusky grouper Epinephelus marginatus (Lowe, 1834) in gulfs of northern Patagonia, Argentina. Journal of Fish Biology (2005) 67, 1741–1745. doi:10.1111/j.1095-8649.2005.00866.x

Isla F (2013) The flooding of the San Matías Gulf: The Northern Patagonia sea-level curve. *Geomorphology* 203:60–65

IUCN 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2024-1.

IUCN MMPATF (2018) Global Dataset of Important Marine Mammal Areas (IUCN-IMMA). December 2018. Made available under agreement on terms of use by the IUCN Joint SSC/WCPA Marine Mammal Protected Areas Task Force and made available at www.marinemammalhabitat.org/imma-eatlas

Jarma, D., Romero, M.A., García, N. A., Svendsen, G., González, R., Dans, S.L., & Crespo, E.A. (2019). Small-scale variation in the diet of the South American Sea lion (*Otaria flavescens*) in northern Patagonia (Argentina). *Regional Studies in Marine Science*, 28, 100592.

Jausoro V (2017) Ecología trófica de los condrictios depredadores topes del Golfo San Matías. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Luján, 226.Bocco G, Cinti A, Vezub J, Sánchez-Carnero N, Chávez M (2019) Lugar y sentido de lugar en un camino de la costa atlántica patagónica (1950–1970). Región y Sociedad 31:1–27.

Jefferson, T.A., Webber, M.A., & Pitman, R.L. (2008). Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification, 1st edition. Academic Press, Elsevier, San Diego.

Jeres P, Romero MA, González R (2018) Evaluación de la estructura del ensamble de peces de un arrecife costero norpatagónico sometido a diversos impactos antrópicos. *Ecología Austral* 28:325-

338.

Jiménez S, Domingo A, Brazeiro D, Defeo O, Phillips R. 2015. Marine debris ingestion by albatrosses in the southwest Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin 96:149-154

Johnsgard, P. A. (1987). Diving Birds of North America: Species Accounts—Grebes (Podicipedidae).

Kamezaki, N. & Matsui, M. (1995). Geographic variation in skull morphology of the green turtle, Chelonia mydas, with a taxonomic discussion. J. Herpetol. 29: 51–60.

KARLIN, U.O., M. S. KARLIN, R. M. ZAPATA, R. O. COIRINI1, A. M. CONTRERAS & M. CARNERO. 2017. La Provincia Fitogeográfica del Monte : limites territoriales y su representación. Multequina 26: 63-75.

Karpanty, S. M., Fraser, J. D., Berkson, J., Niles, L. J., Dey, A., & Smith, E. P. (2006). Horseshoe crab eggs determine red knot distribution in Delaware Bay. The Journal of Wildlife Management, 70(6), 1704-1710.

Kaska, Y. (2000). Genetic structure of Mediterranean Sea turtle populations. Turk. J. Zool. 24: 191-197.

Koen Alonso M., Crespo, E.A., Garcia, N.A., Pedraza, S.N. & Coscarella, M. (1998). Diet of Dusky Dolphins (Lagenorhynchus Obscurus), In Waters Of Patagonia, Argentina. *Fishery Bulletin*, 96(2), 366-374.

Koen Alonso, M., Crespo, E.A. Pedraza, S.N. Garcia, N.A. & Coscarella, M. (2000). Feeding habits of the southern sea lion Otaria flavescens of Patagonia. *Fishery Bulletin*. 97(2):250-263.

Kokot R, Codignotto J, Elissondo M (2004) Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar en la costa de la provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59(3):477 – 487.

KRÖPFL A.I. & VILLASUSO N.M. 2012 Guía para el Reconocimiento de Especies de los Pastizales del Monte Oriental de Patagonia. San Carlos de Bariloche, INTA.

KRÖPFL A.I., G. A. CECCHI, N.M. VILLASUSO, E. ROSSIO, J.P. PELOTTO. 2005. Manual de especies del monte rionegrino. 1° ed. Viedma, Rio negro. Minigraf. 184 pp.

LaCasella, E.L., Dutton, P.H. y Epperly, S.P. (2005). Genetic stock composition of loggerheads (Carettacaretta) encountered in the northeast Atlantic distant (NED) longline fishery using mtDNA analysis. NOAANMFS- SEFSC Technical Memorandum. National Technical Information Service, Springfield, Virginia,NMFS-SEFSC-503.

Lagerquist, B.A., Mate, B.R., Ortega-Ortiz, J.G., Winsor, M., & Urbán-Ramirez, J. (2008). Migratory movements and surfacing rates of humpback whales (Megaptera novaeangliae) satellite tagged at Socorro Island, Mexico. *Marine Mammal Science*, 24(4), 815-830.

Lasta M, Ciocco NF, Bremec C, Roux A (1998) Pesquerías de bivalvos: Mejillón, vieiras (Tehuelche y patagónica) y otras especies. En E.E.Boschi (ed.) El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Tomo 2. Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos (pp. 115-142). Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

Lázari C, Epherra L, Morsan E, Rubilar T (2022) Macrobenthic subtidal communities of Northern Patagonia: a focus on the changes in echinoderm populations. *Cahiers de Biologie Marine* 63(3):199-211.

Le Boeuf, B.J., & Laws, R.M. (Eds.). (1994). Elephant seals: population ecology, behavior, and physiology. Univ of California Press.

Leaper, R., Cooke, J., Trathan, P., Reid, K., Rowntree, V., & Payne, R. (2006). Global climate drives southern right whale (*Eubalaena australis*) population dynamics. *Biology Letters*, 2(2), 289-292.

Lee, R., Arengo, F., & Bechet, A. (2011). Flamingo. Bulletin of the IUCN-SSC/Wetlands International Flamingo Specialist Group, 18.

Leguia, M., Garcia-Glaessner, A., Muñoz-Saavedra, B., Juarez, D., Barrera, P., Calvo-Mac, C., ... &

Lescano, J. (2023). Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) in marine mammals and seabirds in Peru. *Nature Communications*, 14(1), 5489.

LEÓN, R.J.C.; D. Bran; M. Collantes, J. M. Paruelo y A. Soriano. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia. Consorcio DHV-Swedforest. Desertificación en la Patagonia.

Leotta GA, Chinen I, Vigo GB, Pecoraro M, Rivas M. 2006. Outbreaks of avian cholera in Hope Bay, Antarctica. Journal of Wildlife Diseases 24:259-270.

Lera, D. N., Cozzani, N., Tella, J. L., & Zalba, S. (2023). Anthropogenic nesting sites and density of Burrowing Parrot (Cyanoliseus patagonus) in northern Argentinian Patagonia. Revista Chilena de Historia Natural, 96(1), 10.

Lewis, M., & Eder, E. (2021). Southern Elephant Seal (*Mirounga leonina*, Linnaeus 1758). Ecology and Conservation of Pinnipeds in Latin America, 165-190.

Lewis, M., Campagna, C., & Zavatti, J. (2004). Annual cycle and inter-annual variation in the haul-out pattern of an increasing southern elephant seal colony. *Antarctic Science*, 16(3), 219-226.

Lewis, R., O'Connell, T.C., Lewis, M., Campagna, C., & Hoelzel, A.R. (2006). Sex-specific foraging strategies and resource partitioning in the southern elephant seal (*Mirounga leonina*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1603), 2901-2907.

Leyrer J, Lok T, Brugge M, Spaans B, Sandercock BK, Piersma T (2013) Mortality within the annual cycle: seasonal survival patterns in Afro-Siberian Red Knots Calidris canutus. J Ornithol 154:933–943

Lilleyman, A., Franklin, D. C., Szabo, J. K., & Lawes, M. J. (2016). Behavioural responses of migratory shorebirds to disturbance at a high-tide roost. Emu-Austral Ornithology, 116(2), 111-118.

Lisnizer N, Cotichelli L, Yorio P, Basso N, Gatto A (2014) Using morphometry and molecular markers for sexing south american, cayenne and royal terns breeding in patagonia, Argentina. Waterbirds 37:183–190.

Lisnizer N. 2011. Dinámica poblacional de la gaviota cocinera en el litoral patagónico: un enfoque regional para el manejo y la conservación. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue.

Lockyer C. (1984). Review of baleen whale (Mysticeti) reproduction and implications for management. Report of the International Whaling Commission Special Issue. 6: 27–50.

Lodi, L., & Rodrigues, M. T. (2007). Southern right whale on the coast of Rio de Janeiro State, Brazil: conflict between conservation and human activity. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 105-107.

Loizaga de Castro, R., Saporiti, F., Vales, , D.G., Garcia, N.A.Cardona, L. & E. A. Crespo. (2015). Feeding ecology of dusky dolphins *Lagenorhynchus obscurus*: evidence from stable isotopes. *Journal of Mammalogy,* 97, 310–320.

Loizaga de Castro, R., Saporiti, F., Vales, , D.G., Garcia, N.A.Cardona, L. & E. A. Crespo. (2016). What are you eating? A stable isotope insight into the trophic ecology of short–beaked common dolphins in the southwestern Atlantic Ocean. *Mammalian Biology* 81:571–578.

Loizaga de Castro, R., Saporiti, F., Vales, D.G., Cardona, L., & Crespo, E.A. (2017). Using stable isotopes to assess whether two sympatric dolphin species share trophic resources. *Marine Mammal Science* 33:1235–1244.

Loizaga, R., Grandi, F., Cunha, H., & Crespo, E. (2020). New genetic diversity for endangered bottlenose dolphin subspecies along the Argentine coast. *Mammalia*, 84(6), 575-580.

Loizaga, R., Vales, D.G., García, N.A., and Crespo, E.A. (2018). Isotopic evidence of structuring killer whale groups along the Southwestern South Atlantic Ocean. IsoEcol, Libro de Resúmenes.

Lomovasky BJ, Brey T, Morriconi E, Calvo J (2002a) Growth and production of the venerid bivalve Eurhomalea exalbida in the Beagle Channel, Tierra del Fuego. Jorunal of Sea Research 48(3): 209-

216.

Lomovasky, BJ (2002b) Dinámica poblacional y variaciones energéticas en la almeja rayada Eurhomalea exalbida de la Bahía Ushuaia, Canal Beagle. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Lopez, J.C., & Lopez, D. (1985). Killer whales (Orcinus orca) of Patagonia, and their behavior of intentional stranding while hunting nearshore. *Journal of Mammalogy*, 66(1), 181-183.

López, M.E., Ruiz, N.S, Romero, M.A., Ocampo Reinaldo, M., González, R.A. (2020). Length-weight relationship of four demersal species from the San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. Pan-American Journal of Aquatic Sciences. https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_15(1)_28-32.pdf

López, ME.; Ocampo Reinaldo, M.; Rodrigues, KA.; Rico, R.; Sáez, MB.; R. González. (2019). First data on the age and growth of Brazilian flathead Percophis brasiliensis (Pisces: Perciformes) in San Matías Gulf, northern Patagonia (Argentina). Marine and Fishery Sciences 32:2. https://doi.org/10.47193/mafis.3222019121902

López, N. A., & Guadagnin, D. L. (2024). Alert and flight initiation distances of Chilean Flamingo and American Oystercatcher to anthropogenic stimuli in a stopover site. Journal of Ecotourism, 1-19.

López, N. A., & Guadagnin, D. L. (2024). Alert and flight initiation distances of Chilean Flamingo and American Oystercatcher to anthropogenic stimuli in a stopover site. Journal of Ecotourism, 1-19.

López-Mendilaharsu M., Rocha C.F.D., Miller P., Domingo A. and Prosdocimi L. (2009). Insights on leatherback turtle movements and high use areas in the Southwest Atlantic Ocean. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 378:31-39 (doi:10.1016/j.jembe.2009.07.010)

López-Mendilaharsu, M., Estrades. A., Caraccio. M. N., Calvo. V., Hernández. M. y Quirici, V. (2006). Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera Uruguaya, En: Menafra, R., Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F. and Conde, D. (Eds.), Bases para la conservación y el manejo de la costa Uruguaya, Montevideo, pp. 274-257.

Lucero, S., Rodriguez, S. M., Teta, P., Cassini, G., & D'elia, G. (2019). Solving a long-standing nomenclatorial controversy: Designation of a neotype for the southern sea lion *Otaria flavescens* (Shaw, 1800). *Zootaxa*, 4555(2), 296-300.

Lundquist, D., Gemmell, N.J., Würsig, B. (2012). Behavioural Responses of Dusky Dolphin Groups (Lagenorhynchus obscurus) to Tour Vessels off Kaikoura, New Zealand. *PLoS ONE* 7(7): e41969. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041969

Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B. y Lutz, P.L. 1997. Human impacts on sea turtle survival. En: Lutz PL, Musick JA (eds) The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Ratón. pp. 387-410.

Machovsky-Capuska, G. E., von Haeften, G., Romero, M. A., Rodríguez, D. H., & Gerpe, M. S. (2020). Linking cadmium and mercury accumulation to nutritional intake in common dolphins (*Delphinus delphis*) from Patagonia, Argentina. *Environmental pollution*, 263, 114480.

Mackay, A.I., Bailleul, F., Carroll, E.L., Andrews-Goff, V., Baker, C.S., Bannister, J., & Childerhouse, S.J. (2020). Satellite derived offshore migratory movements of southern right whales (Eubalaena australis) from Australian and New Zealand wintering grounds. *PLoS One*, 15(5), e0231577.

Maddock L, Bone Q, Rayner JMV. 1994. Mechanics and physiology of animal swimming. Cambridge University Press, Australia.

MAGURRAN, A. 1988. Diversidad Ecológica y su medición. Ediciones Vedra S.A.

Main MB, Du Toit JT. 2006. Sex differences in reproductive strategies affect habitat choice in ungulates. En: Ruckstuhl K, Neuhaus P (Editores). Sexual Segregation in Vertebrates. Cambridge University Press, UK. Pág. 148-162.

Malacalza, V. & Navas, J. 1996. Biología y ecología reproductiva del Phalacrocorax albiventer en Punta León, Chubut, Argentina. Ornitología Neotropical, 7: 53-61.

Mandiola MA, Mauna AC, Lértora HP, Firpo CA, Mango VG, Munuce FN, Arenas MA y Rodríguez D. (2024). Interacciones entre mamíferos marinos y la pesquería de centolla (*Lithodes santolla*) en el Área Central, durante la temporada 2022-2023. Inf Investigación INIDEP Nº XXX/24, xx pp.

Mandiola, A., Blanco, G., & Rodríguez, D.H. (2017). Evaluación de interacciones con Mamíferos Marinos en la pesquería de anchoíta certificada bajo estándares del Marine Stewardship Council. Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Mar del Plata al medio socio–productivo. Vol. IV. UNMdP, Mar del Plata. (ISBN: 978-987-544-494-2)

Mandiola, M. A, Giardino, G.V. Bastida, J., Rodriguez, D.H., & Bastida, R.O. (2015). Summer records of marine mammal on the Brazil-Malvinas Confluence on Argentine sea shelf break during a seismic survey. *Mastozoología Neotropical*, 22 (2), 397-402. (ISSN 3279383)

Mandiola, M.A. (2015). Evaluación de la presencia de lobos marinos de dos pelos Sudamericanos (*Arctocephalus australis*) en aguas de la provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. UNMdP, Argentina.

Mandiola, M.A., Giardino, G., Bastida, J., Morón, S., Rodríguez, D.H., & Bastida, R. (2020). Half a century of sightings data of southern right whales in Mar del Plata (Buenos Aires, Argentina). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 100(1), 165-171.

Mansilla, A. P., Solaro, C., Orozco-Valor, P. M., Grande, J. M., Sarasola, J. H., & Diaz, A. (2020). Exposure of raptors in central Argentina to St. Louis encephalitis and West Nile viruses. Journal of Raptor Research, 54(3), 279-286.

Marchant S, Higgins PJ. (Editores). 1990. Handbook of Australian, New Zealand, and Antarctic Birds. Vol. 1 Ratites to Ducks. Oxford University Press: Melbourne.

Marconi, P., Sureda, A. L., Arengo, F., Aguilar, M. S., Amado, N., Alza, L., ... & Derlindati, E. (2011). Fourth simultaneous flamingo census in South America: preliminary results. Flamingo, 18, 48-53.

Marcovaldi, M.A. & Chaloupka,M. (2007). Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. End.Species Research 3: 133-143.

Marcovaldi, M.Â., Patri, V. y Thomé, J.C. (2005). Projeto TAMARIBAMA: Twenty-five years protecting Brazilian sea turtles through a community-based conservation programme. MaritStud 3(2):39–62

Marcovecchio, J.E., Gerpe, M.S., Bastida, R., Rodríguez, D.H. & Morón, S.G. (1994). Environmental contamination and marine mammals in coastal waters from Argentina: an overview. *Science of the Total Environment,* 154, 141–151.

Marcovecchio, J.E., V.J. Moreno, R. Bastida, M.S. Gerpe, & D.H., Rodríguez. (1990). Tissue distribution of heavy metals in small cetaceans from the southwestern Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 21, 299–304.

Margaritoulis, D., Argano, R., Baran, I., Bentivegna, F., Bradai, M.N., Camiñas, J.A., Casale, P., de Metrio, G., Demetropoulus, A., Gherosa, G., Godley, B.J., Haddoud, D.A., Houghton, J., Laurent, L. y Lazar, B. (2003). Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives. En: Loggerhead Sea Turtles Bolten, A.B., Witherington, B.E. (Eds.). Smithsonian Books, Washington DC, USA . Pp. 175-198.

Mariano-Jelicich R, Berón MP, Copello S, Dellabianca NA, García G, Labrada-Martagón V, Paso Viola MM, Paz J, Ricciardelli L, San Martín A, Seco Pon JP, Torres MA, Favero M. 2021. Functional diversity of marine organisms. Marine megafauna: seabirds, marine mammals and seaturtles. En: Pan J, Guinder V, Pratalongo P (Editors) Marine biology: A functional approach to the oceans and their organisms. Science Publishers, CRC Press, USA. Pág. 00-00.

Mariano-Jelicih R, Copello S, Seco Pon JP, Favero M. 2017. Long-term changes in Black-browed albatrosses diet as a result of fisheries expansion: an isotopic approach. Marine Biology 164:148.

Marón, C.F., Rowntree, V., Sironi, M., Uhart, M., Payne, R.S., Adler, F.R., & Seger, J. (2015).

Estimating population consequences of increased calf mortality in the southern right whales off Argentina. Presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, San Diego, USA, May 2015, SC/66a/BRG/1, 30 pp.

Martínez I. 1992. Orden Sphenisciformes. En: del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J (Editores). Handbook of the Birds of the World. Lynx Edicions, España. Pág. 140-161.

Mascitti, V., & Castañera, M. B. (2006). Foraging depth of flamingos in single-species and mixed-species flocks at Laguna de Pozuelos, Argentina. Waterbirds, 328-334.

Mascitti, V., & Castañera, M. B. (2006). Foraging depth of flamingos in single-species and mixed-species flocks at Laguna de Pozuelos, Argentina. Waterbirds, 328-334.

Mascitti, V., & Nicolossi, G. (1992). Nidificación del Flamenco Austral (Phoenicopterus chilensis), en la Laguna de Pozuelos, Puna de Jujuy. El Hornero, 13(3), 240-242.

Masello JF, Pagnossin ML, Sommer C, Quillfeldt P. 2006. Population size, provisioning frequency, flock size and foraging range at the largest known colony of Psittaciformes: The Burrowing Parrots of the north-eastern Patagonian coastal cliffs. Emu 106:69-79.

Masello JF, Quillfeldt P. 2002. Chick Growth and Breeding Success of the Burrowing Parrot. The Condor 104:574-586.

Masello JF, Quillfeldt P. 2005a. La colonia de loros barranqueros en la costa rionegrina de El Cóndor. Un patrimonio mundial. En: Masera RF, Lew J, Serra Peirano G (coord.) Las mesetas patagónicas que caen al mar: la costa rionegrina. 1era ed. Gobierno de Río Negro. Viedma, pág. 349-371.

Masello JF, Quillfeldt P. 2005b. Villa Marítima El Cóndor. En: Di Giacomo AS (Ed.) Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: 5:1-514. Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires, pág. 338-339.

Masello, J. F., & Quillfeldt, P. (2003). Body size, body condition and ornamental feathers of Burrowing Parrots: variation between years and sexes, assortative mating and influences on breeding success. Emu-Austral Ornithology, 103(2), 149-161.

Masello, J. F., & Quillfeldt, P. (2012). How to reproduce successfully in a changing environment? Breeding biology of the Burrowing Parrot Cyanoliseus patagonus in northeastern Patagonia. El Hornero, 27(01), 073-088.

Masello, J. F., Lubjuhn, T., & Quillfeldt, P. (2009). Hidden dichromatism in Burrowing Parrots Cyanoliseus patagonus as revealed by spectrometric colour analysis. Hornero, 24(1), 47-55.

Masello, J. F., Quillfeldt, P., Munimanda, G. K., Klauke, N., Segelbacher, G., Schaefer, H. M., ... & Moodley, Y. (2011). The high Andes, gene flow and a stable hybrid zone shape the genetic structure of a wide-ranging South American parrot. Frontiers in zoology, 8, 1-17.

MASSARA PALETTO V & G. BUONO. 2021. Métodos de Evaluación de Pastizales en Patagonia Sur. INTA Centro Reg. Patag. Sur. 295 pp. Bs. As. ed. INTA.

Matano R, Palma E, Piola A (2010) The influence of the Brazil and Malvinas currents on the southwestern Atlantic shelf circulation. *Ocean Science* 6:983–995

MAyDS y AA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Aves Argentina). 2017. Categorización de las aves de la Argentina según su estado de conservación. Edición electrónica, Buenos Aires, Argentina.

MAyDS y AA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Aves Argentina) (2017). Categorización de las Aves de la Argentina (2015). Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y de Aves Argentinas, edición electrónica. C. A. Buenos Aires, Argentina.

Mazio, C. y C. Vara. 1983. *Las mareas del Golfo San Matías, Argentina*. Informe Técnico del SHN, Dpto. Oceanografía, 67 p.

McCauley, S.J. y Bjorndal, K.A. (1999). Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. Conserv. Biol. 13:925-929.

McClenachan, L., Jackson, J.B.C. y Newman, M.J.H. (2006). Conservation implications of historic sea turtle nesting beach loss. Frontiers in Ecology and the Environment 4(6):290-296.

McGovern, K.A., Rodriguez, D.H., Lewis, M.N., & Davis, R.W. (2019). Diving classification and behavior of free-ranging female southern elephant seals based on three-dimensional movements and video-recorded observations. *Marine Ecology Progress Series*, 620, 215-232.

McGovern, K.A., Rodríguez, D.H., Lewis, M.N., Eder, E.B., Piola, A.R., & Davis, R.W. (2022). Habitat associations of post-breeding female southern elephant seals (*Mirounga leonina*) from Península Valdés, Argentina. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers,* 185, 103789.

McGowan, C. P., Ryan, M. R., Runge, M. C., Millspaugh, J. J., & Cochrane, J. F. (2011). The role of demographic compensation theory in incidental take assessments for endangered species. Biological Conservation, 144(2), 730-737.

Melville, D.S., Y. Chen & Z.J. Ma. 2016. Shorebirds along the Yellow Sea coast of China face an uncertain future – a review of threats. Emu 116:100-110.

Melville, DS, Shortridge, KF. 2006. Spread of H5N1 avian influenza virus: an ecological conundrum. Lett Appl Microbiol 42:435–437.

Mercado L, Pose M, Tesolin G, Villar C (1993) *Análisis de la distribución y abundancia del ictioplancton y zooplancton acompañante en el Golfo San Matías en septiembre de 1993*. Seminario del curso Oceanografía Biológica, FCEyN (UBA)- INIDEP: 45.

Milano, V. (2014). Abundancia, estructura y tendencia poblacional del lobo marino común (*Otaria flavescens*) y del lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) en las costas de Tierra del Fuego e Isla de los Estados, Argentina. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina.

Milano, V.N., Grandi, M.F., Schiavini, A.C.M., & Crespo, E.A. (2020). Recovery of South American fur seals from Fuegian Archipelago (Argentina). *Marine Mammal Science*, 1-11.

Millán, D., 2006. *Anuario de Estadísticas Pesqueras de la Provincia de Río Negro*. Dpto. Policía de Pesca, Dirección de Pesca. 153 p.

Millán, D., 2009. Anuario de Estadísticas Pesqueras de la Provincia de Río Negro. Dpto. Policía de Pesca, Dirección de Pesca. 153 p.

Miller, P.J., Shapiro, A.D., & Deecke, V.B. (2010). The diving behaviour of mammal-eating killer

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Aves Argentinas (MADyS/AA). 2017. Categorización de las aves según su estado de conservación.

Montalti, D., Graña Grilli, M., Maragliano, R. E., & Cassini, G. (2012). The reliability of morphometric discriminant functions in determining the sex of Chilean Flamingos Phoenicopterus chilensis. Current Zoology, 58(6), 851-855.

Montalti, D., Graña Grilli, M., Maragliano, R. E., & Cassini, G. (2012). The reliability of morphometric discriminant functions in determining the sex of Chilean Flamingos Phoenicopterus chilensis. Current Zoology, 58(6), 851-855.

MORELLO J., S. MATTEUCHI, A. RODRÍGUEZ & M. SILVA. 2012. Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora. Bs. As. 752p

MORELLO, J. 1959. La Provincia Fitogeográfica del Monte. Opera Lilloana, Tucumán.

Moreno, V.J., Pérez, A., Bastida, R., De Moreno, J.E.A. & Malaspina, A.M. (1984). Distribución de mercurio total en los tejidos de un Delfin nariz de botella (*Tursiops gephyreus* Lahille, 1908) de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Revista del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) 4: 93–102.

Moriondo Danovaro P.I., Morsan E.M., Pisani, E., Suarez M., AGUILAR e., Castro Machado F., Cubiella A. 2022. *Campaña de relevamiento de concentraciones de langostino en el Golfo San Matías.* Inf campaña INIDEP n° 066/22. 15p.

Moriondo Danovaro P.I., Suarez M., Pisani, E. 2023. *Relevamiento de concentraciones de langostino (Pleoticus muelleri) en el Golfo San Matías. Resultados de la campaña MA 2023/17*. Inf Tec Oficial INIDEP N° 039/23, 10pp.

Morrison ML, Shanley E Jr, Slack RD. 1979. Breeding biology and age-specific mortality of Olivaceous Cormorants. Southwestern Naturalist 24:259-266.

Morsan E, Ciocco NF (2004) Age and growth model for the southern geoduck, Panopea abbreviata, off Puerto Lobos (Patagonia, Argentina). Fisheries Research 69: 343–348

Morsan E, Ciocco NF (2011) Razor clam fishing in Patagonia, Argentina. En: Guerra Diaz, A., C. Lodeiros Seijo, M. B. Gaspar, and F. da Costa González. (eds), Razor Clams: Biology, Aquaculture and Fisheries. Xunta de Galicía: 405-416

Morsan E, Zaidman P, Ocampo Reinaldo M, Ciocco N (2010) Population structure, distribution and harvesting of southern geoduck, Panopea abbreviata, in San Matías gulf (Patagonia, Argentina). Scientia Marina 74:763-772

Morsan EM (2007) Spatial pattern, harvesting and management of the artisanal fishery for purple clam (Amiantis purpurata) in Patagonia (Argentina). Ocean & Coastal Management 50:481–497

Morsan EM (2009) Impact on biodiversity of scallop dredging in San Matías Gulf, northern Patagonia (Argentina). *Hydrobiologia* 619:167-180.

Morsan EM, Kroeck MA (2005) Reproductive cycle of purple clam, Amiantis purpurata (Bivalvia: Veneridae) in northern Patagonia (Argentina). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 85:1-7.

Morsan EM, Orensanz JM (2004) Age structure and growth in an unusual population of purple clams, Amiantis purpuratus (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae), from Argentina Patagonia. Journal of Shellfish Research 23: 73-80.

Morsan EM, Zaidman PC (2008) Chapter 6: Scale, Dynamic and Management in the harvesting of mussel in North Patagonia (Argentina). En: McManus NF & Bellinghouse DS (Eds). Fisheries: Management, Economics and Perspectives. Nova Science Publishers, Inc. ISBN 9781606923030.

Morsán, E. y R. González. 1999. *Resultados preliminares de la Campaña de Evaluación Pesquera "REDE 99" con red de arrastre de fondo en el Golfo San Matías (Diciembre de 1999). Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", N° 4/99, 16 p.*

Morsán, E. y R. González. 1999. Resultados preliminares de la Campaña de Evaluación Pesquera "REDE 99"con red de arrastre de fondo en el Golfo San Matias (Diciembre de 1999). Inf. Téc. IBMP "Alte. Storni", N° 4/99, 16 p.

Mortimer, J.A 7 Donnelly, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). (2008). Eretmochelys imbricata. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T8005A12881238. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8005A12881238.en.

Mouzo F, Paterlini C (2017) Geología submarina del golfo norpatagónico San Matías. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74 (4): 553-569

Mouzo, F. 2014. Edad del golfo San Matías, Plataforma Continental Argentina y la Estratigrafía en el Gran Bajo de San Antonio, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71:129-142.

Mouzo, F. 2014. Edad del golfo San Matías, Plataforma Continental Argentina y la Estratigrafía en el Gran Bajo de San Antonio, Provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina 71:129-142.

MOVIA, C.P.; 1972. Formas de erosión eólica de la Patagonia. Photointerprétation 6/3 (Editions

Technip. París).

Moya, AC (2017).. Biología reproductiva de dos especies de rayas del golfo San Matías: la raya platana Atlantoraja platana y la raya marmorada Sympterygia bonapartii. Un enfoque morfofuncional. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur, 250 p.

Müller, G. (2004). The foraging ecology of South American sea lions (Otaria flavescens) on the Patagonian Shelf (Doctoral dissertation).

Murray, N. J., Clemens, R. S., Phinn, S. R., Possingham, H. P., & Fuller, R. A. (2014). Tracking the rapid loss of tidal wetlands in the Yellow Sea. Frontiers in Ecology and the Environment, 12(5), 267-272.

Musick, J. A. and Limpus, C. J. (1997). Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. En: Lutz, P. and Musick, J. A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 137-163.

Narosky T y Yzurieta D. 2010. Aves de Argentina y Uruguay: Guía de Identificación. 16a ed. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.

NAROSKY, T., & YZURIETA, D. (2010). Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay (17ª ed.). Buenos Aires: Vazquez Mazzini Editores.

Narvarte M (2003) Growth and survival of the Tehuelche scallop Aequipecten tehuelchus in culture. Aquaculture 216: 127-142

Narvarte M, Avaca MS, de la Barra P, Góngora ME, Jaureguízar AJ, Ocampo Reinaldo M, Romero MA, Storero L, Svendsen G, Tapella F, Zaidman P, González R. (2022). The Patagonian fisheries over time: Facts and lessons to be learned to face global change. In: *Global change in Atlantic coastal Patagonian ecosystems: A journey through time* (Eds.: Helbling W, Narvarte M, González R, Villafañe V.) Springer, Cham, 2022

Narvarte M, González R, Filippo P (2007a) Artisanal mollusk fisheries in San Matías gulf (Patagonia Argentina): an appraisal of the factors contributing to unsustainability. Fisheries Research 87:68-76

Narvarte M, González R, Medina A, Avaca MS (2011) Artisanal dredges as efficient and rationale harvesting gears in a Patagonian mussel fishery. Fisheries Research 111:108-115

Narvarte M, Pascual M (2003) Fertilization, larval rearing and post-larval growth of the Tehuelche scallop Aequipecten tehuelchus D´Orb. 1846. Aquaculture 217: 259-274.

Narvarte M, Salas MC, Avaca MS, Roche MA, Delucchi F, Tartara M, Marcovecchio J (2017) Beyond imposex: other sexual alterations in a nassariid snail from Patagonia. Marine Biology Research 13(4):429–438.

Narvarte M, Willers V, Avaca S, Echave ME (2008) Population structure of the snail Buccinanops globulosum (Prosobranchia, Nassariidae) in San Matías Gulf, Patagonia Argentina: Isolated enclaves? Journal of Sea Research 60(3): 144-150.

Narvarte M., Firstater F., Ocampo Reinaldo M., Camarero M., Osovnikar F.P., González R. 2013. *Resultados preliminares del monitoreo de las actividades de pesca comercial y experimental de langostino Pleoticus muelleri en el Golfo San Matías*. Informe Técnico IBMP “Almirante Storni” 07/13. 13 p.

Narvarte M., Firstater F., Ocampo Reinaldo M., Camarero M., Osovnikar F.P., González R. 2013b. Resultados preliminares del monitoreo de las actividades de pesca comercial y experimental de langostino Pleoticus muelleri en el Golfo San Matías. informe Técnico IBMP “Almirante Storni” 07/13. 13 p.

Narvarte MA (2001) Settlement of larvae of the Tehuelche scallop, Aequipecten tehuelchus D´Orb., on artificial substrata in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). Aquaculture 196(1-2):55-65.

Narvarte MA (2006) Biology and fishery of the whelk Buccinanops globulosum (Kiener, 1834) in northern coastal waters of the San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). Fisheries Research

77(2):131-137.

Narvarte MA, González R, Sica MI (1996) Estado actual de la pesquería del pulpito patagónico Octopus tehuelchus en el Golfo San Matías. GEF/PNUD-WCS/FPN. Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica (Puerto Madryn, Argentina) N° 19 https://patagonianatural.org.ar/informes-tecnicos/.

Narvarte MA, González R, Storero L, Fernández M (2013a) Effects of competition and egg predation on shelter use by Octopus tehuelchus females. Marine Ecology Progress Series 482:141–151.

Narvarte MA, González RA, Avaca MS (2008) *Campaña de Investigación Bentos 2008*. *Informe preliminar de actividades*. Informe Técnico 24/08. Instituto de Biología Marina y Pesquera "Alte. Storni"

Narvarte MA, González RA, Fernández M (2006) Comparison of octopus (Octopus tehuelchus) abundance between an open access fishing ground and a marine protected area: evidence from a direct development species. Fisheries Research 79:112-119.

Narvarte MA, González RA, Medina A, Avaca MS, Ginsberg S, Aliotta S (2012) Short term impact of artisanal dredges in a Patagonian mussel fishery: comparisons with commercial diving and control sites. *Marine Environmental Research* 73:53-61.

Narvarte MA, Kroeck MA (2002) Intraspecific variation in the reproductive cycle of the Tehuelche scallop Aequipecten tehuelchus (Pellecypoda, Pectinidae), in San Matías Gulf, Patagonia Argentina. Journal of Shellfish Research 21 (2):571-576.

Narvarte MA, Pascual MS (2001) Diet trials on Tehuelche scallop Aequipecten tehuelchus D´Orb) larvae. Aquaculture International 9: 127-131.

Narvarte MA, Saiz MN (2004) Effects of the pinnotherid crab Tumidotheres maculatus on the tehuelche scallop Aequipecten tehuelchus in the San Matías Gulf, Argentina. Fisheries Research 67:207-214.

Narvarte, M., Avaca, M.S., de la Barra, P., Góngora, M.E., Jaureguízar, A.J., Ocampo Reinaldo, M., Romero, M.A., Storero, L.P., Svendsen, G.M., Tapella, F., Zaidman, P., González, R. 2022. The Patagonian fisheries over time: Facts and lessons to be learned to face global change. Chapter 13. Eds: Helbling, W., Narvarte, M., González, R. & Villafañe, V. Global change in Atlantic coastal Patagonian ecosystems: A journey through time. Springer. 349-385. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86676-1

Narvarte, M., González, R., Osovnikar, P., Camarero, M., Curtolo, L., Reinaldo, M.O., (2007b) Experimental trap fishery for the crabs Platyxanthus patagonicus and Ovalipes trimaculatus in the San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 87(05):1235–1242.

Navas, J. R., & N. A. Bo. 1998. The geographical distribution of the subspecies of Lophonetta specularoides and Merganetta armatta (Anatidae) in the provinces of Mendoza and San Juan, Argentina. Hornero 15: 57–59.

Naya, D. E., Arim, M., & Vargas, R. (2002). Diet of South American fur seals (*Arctocephalus australis*) in Isla de Lobos, Uruguay. *Marine Mammal Science*, 18(3), 734-745.

Negri, M.F., Denuncio, P., Panebianco, M.V., & Cappozzo, H.L. (2012). Bycatch of franciscana dolphins Pontoporia blainvillei and artisanal fisheries dynamic in the southernmost distribution of the species. *Brazilian Journal of Oceanography,* 60, 151–160.

Nel DC, Ryan PG, Watkins BP. 2002. Seabird mortality in the Patagonian toothfish longline fishery around the Prince Edward Islands, 1996-2000. Antarctic Science 14:151-161.

Nelms, S.E., Piniak, W.E.D., Weir, C.R., and Godley, B.J. (2016). Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat? Biol. Conserv.193:49-65. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.10.020

Nettleship DN. 1996. Familia Alcidae (Auks). En: del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J (Editores). Handbook of the Birds of the World. Lynx Edicions, España. Pág. 678.

Nielsen, M.L.K., Bejder, L., Videsen, S.K.A., Christiansen, F., & Madsen, P. T. (2019). Acoustic crypsis in southern right whale mother–calf pairs: infrequent, low-output calls to avoid predation? *Journal of Experimental Biology*, 222(13), jeb190728.

Niles, L. J., Burger, J., Porter, R. R., Dey, A. D., Koch, S., Harrington, B., ... & Boarman, M. (2012). Migration pathways, migration speeds and non-breeding areas used by northern hemisphere wintering Red Knots Calidris canutus of the subspecies rufa. Wader Study Group Bulletin, 119(2), 195-203.

Ocampo Reinaldo M, Cúrtolo L., Braicovich, P. 2004. Pesca experimental de langostino (Pleoticus muelleri). Segunda etapa. Informe de la segunda salida y tercera salida del buque pesquero Columbus. Informe técnico 21/04. Instituto de Biología MArina y Pesquera “Almirante Storni”.

Ocampo Reinaldo M, González R, Williams G, Storero LP, Romero MA, Narvarte MA, Gagliardini DA (2013) Spatial patterns of the Argentine hake Merluccius hubbsi and oceanographic processes in a semi-enclosed Patagonian ecosystem. Mar Biol Res 9:394–406

Ocampo Reinaldo M, Svendsen G, Romero MA, Florez L, Cuesta Nuñez J, González R (2023) Campaña de investigación pesquera y ambiental ReDe 2022. Resultados preliminares sobre biomasa y estructura poblacional de la merluza común. Programa de Investigación y Asistencia Técnica para el San Matías. Informe Técnico N°01/2023, CAT CONICET-Subsecretaría de Pesca de Río Negro. CIMAS. 17 p.

Ocampo Reinaldo M.; González, R. 2009. *Evaluación del efectivo pesquero de merluza común Merluccius hubbsi del Golfo San Matías.* Inf. Téc. IBMP “Alte Storni” N°07/2009. 33 p.

Ocampo Reinaldo M.; Maggioni M; González R. y M. Gavensky. 2008a. *Campaña Recursos Demersales 2007 (REDE 2007). Estimación de biomasa y estructura poblacional de merluza común Merluccius hubbsi en el Golfo San Matías*. Informe Técnico IBMP “Alte. Storni”, N° 08/2008, 14 p.

Ocampo Reinaldo M.; Milessi, A.; Romero M. A. y R. González. 2008b. *Indicadores cuantitativos ecosistémicos de la pesquería de especies demersales del Golfo San Matías*. Informe Técnico IBMP “Alte. Storni”, N° 10/2008, 12 p.

Ocampo Reinaldo, M. 2005a. *Campaña Recursos Demersales I 2004 (REDE I – 2004). Informe preliminar: Estimación de biomasa y estructura poblacional de merluza común (Merluccius hubbsi).* Informe Técnico IBMP “Alte. Storni”, N° 02/05, 19 p.

Ocampo Reinaldo, M. 2005b. *Campaña Recursos Demersales I 2005 (REDE I – 2005). Informe preliminar: Estimación de biomasa y estructura poblacional de merluza común (Merluccius hubbsi).* Informe Técnico IBMP “Alte. Storni”, N° 31/05, 18 p.

Ocampo Reinaldo, M. 2006. *Campaña Recursos Demersales 2006 (REDE 2006). Informe preliminar: Estimación de biomasa y estructura poblacional de merluza común (Merluccius hubbsi).* Informe Técnico IBMP “Alte. Storni”, N° 10/06, 14 p.

Ocampo Reinaldo, M., 2010. Evaluación pesquera integral de la merluza común (Merluccius hubbsi marini, 1933) del Golfo San Matías y efectos de la explotacion de esta especie sobre otros componentes de la trama trófica. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. 156 pp.

Ocampo Reinaldo, M., González, R., Romero, M.A., 2011. Feeding strategy andcannibalism of the Argentine hake Merluccius hubbsi. J. Fish Biol. 79, 1795–1814.

Ocampo Reinaldo, M., Maggioni, M., Romero, M.A., Svendsen, G., Pascolat, P., González, R. 2016. *Campaña de Investigación Pesquera ReDe 2016 – Resultados preliminares. Programa de investigación para la evaluación del efectivo pesquero de merluza del Golfo San Matías.Convenio CONICET-IBMPAS*. Universidad Nacional del Comahue. Informe Técnico N° 06/2016. 23 p.

Ocampo Reinaldo, M., Maggioni, M., Romero, M.A., Svendsen, G., Pascolat, P., González, R. 2016. Campaña de Investigación Pesquera ReDe 2016 – Resultados preliminares. Programa de investigación para la evaluación del efectivo pesquero de merluza del Golfo San Matías.Convenio CONICET-IBMPAS. Universidad Nacional del Comahue. Informe Técnico N° 06/2016. 23 p.

Ocampo Reinaldo, M., Narvarte, M., Sueldo, D. 2005*. Modelación ecotrófica de la pesquería demersal del Golfo San Matías (Patagonia Argentina): efectos de una nueva flota pesquera dirigida a una especie clave*. Informe final del Curso EwE, Universidad Nacional de La Molina (Perú), 9 p.

Oftedal, O. T. (2011). Milk of marine mammals. Encyclopedia of dairy sciences, 563-580.

Oherens Kissner E, Kroeck MA (2005) Estimación de la talla de primera madurez sexual del mejillón, Mytilus edulis platensis (Mollusca: Bivalvia). Serie Publicaciones IBMP 4: 21 42

Ohsumi, S., & Kasamatsu, F. (1986). Recent off-shore distribution of the southern right whale in summer. Reports of the International Whaling Commission (Special issue), 10, 177-185.

Olivier SR, Christiansen HE, Capítoli R (1970) Notas preliminares sobre la vieira tehuelche del golfo San Matías (Prov. de Río Negro). Proyecto de Desarrollo Pesquero, UNDP/FAO (Mar del Plata, Argentina), Doc. Inf. 30 p.

Onley D, Scofield P. 2007. Albatrosses, petrels and shearwaters of the world. Princeton University Press, UK.

Orensanz, J.; Pascual M. y M. Fernández. 1991. *Scallops in Argentina*. En Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. S. Shumway, Ed. Elsevier, Amsterdam, 981-999.

Oro D, Martínez-Abraín A. 2004. Ecology and behavior of seabirds. En: UNESCO (Editor). Enciclopedia of Life Support Systems. EOLSS. Pág. 1-11.

Osborne TA (1987) Life history and population biology of the paddle crab, Ovalipes catharus. PhD Thesis. University of Canterbury.

Osorio O, Frassinetti D, Bustos E (1983) Taxonomía y morfometría de Venus antiqua antiqua King & Broderip. 1835 (Mollusca, Bivalvia, Veneridae). Tethys. 11(1):49-56.

Osovnikar PF, González RA, Narvarte MA (2006) Potencial de los refugios artificiales para el mejoramiento de los stocks de pulpito Octopus tehuelchus en Patagonia. En S. Salas, M. A. Cabrera, J. Ramos, D. Flores, & J. Sánchez (Eds.), Memorias primera conferencia de pesquerías costeras en América Latina y el Caribe. (pp. 107–121). Mérida, Yucatán: Evaluando, Manejando y Balanceando Opciones.

Osovnikar, P. y M. Ocampo-Reinaldo. 2005. *Campaña de Prospección de la Zona de Veda ubicada al norte del paralelo 41º 30º S del Golfo San Matías - Octubre de 2005 – Resultados de los muestreos realizados por el Programa de Observadores Pesqueros*. Informe Técnico IBMP “Alte. Storni”, N° 25/05, 16 p.

Osovnikar, P.; González, R.; Gagliardini, A.; Williams, G.; Ocampo-Reinaldo, M.; Peralta, R.; Rodríguez, L. y M. Narvarte. 2006. *Análisis de la dinámica espacial de la flota arrastrera del Golfo San Matías durante el año 2004 y relación con las condiciones y procesos ambientales*. Resumen en: Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar 2006. Pág. 282.

OYARZABAL M, CLAVIJO J., OAKLEY L., BIGANZOLI F., TOGNETTI P., BARBERIS I., MATURO H.M., ARAGÓN R., CAMPANELLO P.I., PRADO D., OESTERHELD M., LEÓN R.J.C. Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología Austral, 28:40-63, abril 2018.

Padula, A.D., Gana, J.C.M., Giardino, G.V., De Leon, M.C., Elissamburu, A., Rodriguez, D.H. & P. Denuncio (2022). First records of orca predation on franciscana dolphins (Pontoporia blainvillei) in Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Mammals,* 17(1) https:// doi.org/10.5597/lajam00283.

Pájaro M, Sacerdoti A, Spinelli M, Diaz MV (2007) *Distribución y abundancia de huevos y larvas de Engraulis anchoita en el Golfo San Matías*. Estimación de la producción diaria de huevos. Informe técnico INIDEP nro. 70.

Pale G, Giaccardi M, Arias A (2019) Plan de Manejo. Área Natural Protegida “Caleta de los Loros - Pozo Salado - Punta Mejillón”. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones. 210 p.

Paleczny M, Hammill E, Karpouzi V, Pauly D. 2015. Population trend of the world’s monitored seabirds, 1950–2010. PLoS One 10:1-11.

Papale, E., Azzolin, M., Cascão, I., Gannier, A., Lammers, M. O., Martin, V. M., & Giacoma, C. (2014). Macro-and micro-geographic variation of short-beaked common dolphin’s whistles in the Mediterranean Sea and Atlantic Ocean. Ethology Ecology & Evolution, 26(4), 392-404.

PARDIÑAS, J. C. U., & TETA, P. (2011). Mamíferos terrestres de la Patagonia, sur de Argentina y Chile. Buenos Aires: Editorial Vázquez Mazzini. 28, 36, 40, 44,48,58,64, 66, 74, 80, 82, 84, 87, 113, 115, 117, 121, 122, 134, 144, 146, 148, 150.

Parker, P. G., Waite, T. A., & Decker, M. D. (1995). Kinship and association in communally roosting black vultures. Animal Behaviour, 49(2), 395-401.

Parks, S.E., Clark, C.W., & Tyack, P.L. (2007). Short- and long-term changes in right whale calling behavior: The potential effects of noise on acoustic communication. *The Journal of the Acoustical Society of America,* 122(6), 3725-3731. https://doi.org/10.1121/1.2799904

Parsons NJ, Underhill LG. 2005. Oiled and injured African penguins Spheniscus demersus and other seabirds admitted for rehabilitation in the Western Cape, South Africa, 2001 and 2002. African Journal of Marine Science 27:289-296.

PARUELO, J.M.; BELTRÁN, A.; JOBBAGY, E.G.; SALA, O. E. Y GOLLUSCIO, R.A. 1998. The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes. Ecología Austral 8(2):85-101.

Pascoe, S.; Kirkley, J.; Gréboval, D.; y C. Morrison-Paul. 2003. *Measuring and assessing capacity in fisheries. 2. Issues and methods*. FAO Fisheries Technical Paper. No 433/2. Rome, FAO. 2003. 130 p.

Paso-Viola, M.N., Denuncio, P., Negri, M.F., Rodríguez, D., Bastida, R., & Cappozzo, H.L. (2014). Diet composition of franciscana dolphin Pontoporia blainvillei from southern Buenos Aires, Argentina and its interaction with fisheries. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(2), 393-400.

Patenaude, N.J., Portway, V.A., Schaeff, C.M., Bannister, J.L., Best, P.B., Payne, R.S., ... & Baker, C.S. (2007). Mitochondrial DNA diversity and population structure among southern right whales (*Eubalaena australis*). *Journal of Heredity*, 98(2), 147-157.

Patterson DL, Woehler EJ, Croxall JP, Poncet S, Peter H-U, Hunter S, Fraser WR. 2008. Breeding distribution and population status of the Northern giant petrel Macronectes halli and the Southern giant petrel M. giganteus. Marine Ornithology 36:115-124.

Pauly D., Trites, A.W., Capuli, E. & V. Christensen (1998). Diet com- position and trophic levels of marine mammals. *ICES Journal of Marine Science,* 55, 467-481.

Pauly, D.; Christensen, V. y C. Walters. 2000. Ecopath, Ecosim and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES J. Mar. Sci*., 57: 697-706.

Pauly, D.; Christensen, V.; Dalsgaard, J.; Froese, R. y F. Torres. 1998. Fishing down marine foods webs*. Science*, 279: 860-863.

Payne, R. (1986). Long term behavioral studies of the southern right whale (*Eubalaena australis*). *Report of the International Whaling Commission,* 10, 161-167.

Paz D (1992) Aguila Mora y Halcón Peregrino predando en Punta Bermeja, Río Negro. Nuestras Aves 27:35.

Paz J, Seco Pon JP, Favero M, Blanco G, Copello S. 2018. Seabird interactions and bycatch in the Anchovy pelagic trawl fishery operating in northern Argentina. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 29:1-11.

Paz J, Seco Pon JP, Kruger L, Favero M & Copello S. 2021. Is there sexual segregation in the habitat selection of Black-browed albatrosses wintering in the south-west Atlantic? Emu 121:167-177.

Paz JA, Seco Pon JP, Copello S, Ronconi R, Favero M. 2019. Solapamiento espacial entre áreas de uso de la pardela cabeza negra (Ardenna gravis) y la pesquería de anchoíta bonaerense (Engraulis anchoita). XVIII Reunión Argentina de Ornitología. Tandil, Argentina, 04 al 06 de septiembre.

Pearson, H.C., Jones, P.W., Brandon, T.P., Stockin, K., & Machovsky-Capuska, G.E. (2019). A biologging perspective to the drivers that shape gregariousness in dusky dolphins. *Behavioral Ecology and Sociobiology,* 73, 155.

Pellegrini, A.,B. Romeu, S. Ingram, & Daura-Jorge, F. (2021). Boat disturbance affects the acoustic behaviour of dolphins engaged in a rare foraging cooperation with fishers. Animal Conservation

Pereyra PJ, Narvarte MA, Tatián M, González RAC (2015) The simultaneous introduction of the tunicate Styela clava (Herdman, 1881) and the macroalga Undaria pinnatifida (Harvey) Suringar, 1873, in northern Patagonia. *BioInvasions Records* 4(3):179–184.

Perier MR (1994) La fauna íctica en el litoral de la Bahía de San Antonio. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, FCNyM. 175p.

Perier MR, González R (2002) Las especies ícticas de la Bahía San Antonio y su zona de influencia como recursos potenciales para la pesca deportiva marina y el ecoturismo. Informe Técnico IBMPAS N°06/02:10p.

Perrin, W. F., Leatherwood S., and Collet A. (1994). Fraser's dolphin Lagenodelphis hosei (Fraser 1956). pp. 225- 240. In: S. H. Ridgway and R. Harrison (editors), Handbook of marine mammals, Vol. 5: The first book of dolphins. Academic Press, London, 416 pp.

Perrin, W.F. (2009). Common dolphins: *Delphinus delphis* and *D. capensis*. Encyclopedia of marine mammals. 2nd Edition (W. F. Perrin, B. Wursig & J. Thewissen, eds.). Academic Press, San Diego.

Petracci, P. F., & Pérez, C. H. (1997). Primer registro de nidificación en ambiente fluvial (Río Negro, Argentina) del Gaviotín Sudamericano Sterna hirundinacea. El Hornero, 14(4), 267-268.

Petracci, P. F., Cereghetti, J., Martín, J., & Obed, Y. S. (2009). Dieta del Biguá (Phalacrocorax olivaceus) durante la primavera en el estuario de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. El Hornero 24, 73-78.

Petracci, P., Belenguer, F., Sotelo, M., Marbán, L. M., Delhey, J. K. V., & Perez, C. H. F. (2020). Nidificación del Flamenco Austral (Phoenicopterus chilensis Molina, 1782) en un ambiente marino-costero de la Bahía Anegada, provincia de Buenos Aires, Argentina.

Petter MC (2021) *Variación espacial y estacional del fitoplancton toxigénico de tres zonas de producción del Golfo San Matías, Provincia de Río Negro* (Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Nacional del Comahue).

Phillips RA, Silk JRD, Croxall JP, Afanasyev V. 2006. Year-round distribution of white-chinned petrels from South Georgia: Relationships with oceanography and fisheries. Biological Conservation 129:336-347.

Phillips RA, Silk JRD, Phalan B, Catry P, Croxall JP. 2004. Seasonal sexual segregation in two Thalassarche albatross species: Competitive exclusion, reproductive role specialization or foraging niche divergence? Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences 271:1283-1291.

Phillips, A.V. (2003). Behavioral cues used in reunions between mother and pup South American fur seals (*Arctocephalus australis*). Journal of Mammalogy, 84(2), 524-535.

Phillips, A.V., & Stirling, I. (2001). Vocal repertoire of South American fur seals*, Arctocephalus australis*: structure, function, and context. *Canadian Journal of zoology*, 79(3), 420-437.

Piersma, T., Chan, Y. C., Mu, T., Hassell, C. J., Melville, D. S., Peng, H. B., ... & Wilcove, D. S. (2017). Loss of habitat leads to loss of birds: reflections on the Jiangsu, China, coastal development plans. Wader Study, 124(2), 93-98.

Piola A, Avellaneda N, Guerrero R, Jardon J, Palma E, Romero S (2009) Malvinas-slope wáter intrusions on the northern Patagonia continental shelf. *Ocean Sci Discuss* 6:2939–2974

Piola A, Rivas A (1997) Corrientes en la plataforma continental. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros* 1:119–132

Piola, A. y L. Scasso. 1988. Circulación en el Golfo San Matías. *Geoacta* 15 (1): 33-51.

Piola, A. y L. Scasso. 1988. Circulación en el Golfo San Matías. Geoacta 15 (1): 33-51.

Pisoni JP, Rivas AL, Piola AR (2015) On the variability of tidal fronts on a macrotidal continental shelf, northern Patagonia, Argentina. Deep Sea Res Part II Top Stud Oceanogr 119:61–68

Polis GA, Hurd SD. 1996. Linking marine and terrestrial food webs: Allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small islands and coastal land communities. American Naturalist 147:396-423.

Polla, W., Di Pasquale, V. A., Rasuk, M. C., Barberis, I. M., Romano, M., Manzo, R. A., ... & Devercelli, M. (2018). Diet and feeding selectivity of the Andean Flamingo Phoenicoparrus andinus and Chilean Flamingo Phoenicopterus chilensis in lowland wintering areas.

Ponce De León, A. (1983). Aspectos de la reproducción, crecimiento intrauterino y desarrollo postnatal del lobo de dos pelos sudamericano, *Arctocephalus australis* (zimmermann, 1783) en Islas de la República Oriental del Uruguay. Tesis de Licenciatura. Universidad de la República, Uruguay.

Povedano HE. 2016. Aves de la provincia de Río Negro. Identificación, Distribución y Estatus. Primera Edición del Autor. La Plata.

POVEDANO, H.E. Y BISHEIMER, M.V. (2016). Aves terrestres de la Patagonia, Tierra del Fuego e Islas del Atlántico Sur. C.A.B.A., Argentina. 1ª Edición de los autores.

Powell GVN, Fourqurean JW, Kenworthy WJ, Zieman JC. 1991. Bird colonies cause seagrass enrichment in a subtropical estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science 32:567-579.

Pozzi LM, García Borboroglu P, Boersma PD y Pascual MA. 2015. Population regulation in Magellanic penguins: what determines changes in colony size? Plos One 10:e0119002.

Pozzi LM, García Borboroglu P, Boersma PD, Pascual MA. 2015. Population Regulation in Magellanic Penguins: What Determines Changes in Colony Size?. PLoS ONE 10: e0119002.

PRADO W., (2012). Categorización del estado de conservación de las tortugas de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 26.

Prince PA, Huin N, Weimerskirch H. 1994. Diving depths of albatrosses. Antarctic Science 6:353-354.

Pritchard, P. C. H. (1997). Evolution, Phylogeny and Current Status. En: Lutz, P. L. y Musick, J. A. (Eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida. Pp. 1-28.

Pritchard, P. C. H. and Mortimer, J. A. (1999). Taxonomy, External Morphology, and Species Identification. En: Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A. y Donnelly, M. (Eds.). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. Pp. 1-235

Pritchard, P.C.H. and Trebbau, P. (1984). The Turtles of Venezuela. Contributions to Herpetology N° 2. USA: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403 pp.

Prosdocimi L, González Carman V, Albareda D & Remis MI. 2012. Genetic composition of green turtle feeding grounds in coastal waters of Argentina based on mitochondrial DNA. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 412:37-45. doi:10.1016/j.jembe.2011.10.015.

Prosdocimi L., Bugoni L., Albareda, D.A., Remis, M. I. 2015. Are stocks of immature loggerhead sea turtles always mixed? J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 466:85-91. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.02.006

Pütz K, Boersma PD, Frere E, Gandini P, Quintana F, Raya Rey A, Schiavini A, Wilson R, Yorio P, Falabella V. 2009. Penguins in the Patagonian Sea. En: Falabella V, Campagna C, Croxall J (Editores). Atlas del Mar Patagónico. Especies y espacios. Wildlife Conservation Society y BirdLife International, Argentina. Pág. 164-197.

Pütz K, Ingham RJ, Smith JG. 2000. Satellite tracking of the winter migration of Magellanic Penguins Spheniscus magellanicus breeding in the Falkland Islands. Ibis 142:614-622.

Pütz K, Schiavini A, Raya Rey A, Lüthi BH. 2007. Winter migration of magellanic penguins (Spheniscus magellanicus) from the southernmost distributional range. Marine Biology 152:1227-1235.

Quadri Adrogué A, Gómez-Ramírez MP, García-Fernandez AJ, Seco Pon JP, García GO & Miglioranza KSB. 2021. Feather mercury levels in beached Magellanic Penguin (Spheniscus magellanicus) in northern Argentina during the non-breeding season. Environmental Science and Pollution Research 29:24793-24801.

Quadri Adrogué A, Miglioranza SKB, Copello S, Favero M, Seco Pon JP. 2019a. Pelagic seabirds as biomonitors of persistent organic pollutants in the southwestern Atlantic. Marine Pollution Bulletin 149:110516.

Quintana F, Croxall JP, González-Solís J, Phillips R, Trathan P, Falabella V. 2009. Petrels in the Patagonian Sea. En: Falabella V, Campagna C, Croxall J (Editores). Atlas del Mar Patagónico. Especies y espacios. Wildlife Conservation Society y BirdLife International, Argentina. Pág. 130-155.

Quintana F, Dell'Arciprete P, Copello S. 2010. Foraging behaviour and habitat use by the Southern Giant Petrel on the Patagonian Shelf. Marine Biology 157:515-525.

Quintana F, Dell'Arciprete PO. 2002. Foraging grounds of southern giant petrels (Macronectes giganteus) on the Patagonian shelf. Polar Biology 25:159-161.

Quintana F, Punta G, Copello S, Yorio P. 2006. Population status and trends of Southern Giant Petrels (Macronectes giganteus) breeding in north Patagonia, Argentina. Polar Biology 30:53-59.

Quintana F, Yorio P, García-Borboroglu P. (2002). Aspects of the breeding biology of the Neotropic Cormorant Phalacrocorax olivaceus at Golfo San Jorge, Argentina. Marine Ornithology, 30, 25-29.

QUINTANA, D.R. 2015. Plantas de la Patagonia árida. Remitente Patagonia. 292pp.

QUINTANA, D.R. 2023. Plantas de la Patagonia árida. Nativas, exóticas del noreste del Chubut. Remitente Patagonia. 292pp.

Quintana, F., Yorio, P., Lisnizer, N., Gatto, A., & Soria, G. (2004). Diving behavior and foraging areas of the Neotropic Cormorant at a marine colony in Patagonia, Argentina. The Wilson Bulletin, 116(1), 83-88.

Raikow RJ, Bicanovsky L, Bledsoe AH. 1988. Forelimb joint mobility and the evolution of wing-propelled diving in birds. The Auk 105:446-451.

Ramírez FC (1996) Composición, abundancia y variación estacional del zooplancton de red del Golfo San Matías. *Frente Marítimo* 16(A):157-167.

Raya Rey A, Rosciano N, Liljesthröm M, Samaniego RS, Schiavini A. 2014. Species-specific population trends detected for penguins, gulls and cormorants over 20 years in sub-Antarctic Fuegian Archipelago. Polar Biology 37:1343-1360.

Rebolo-Ifrán, N., Plaza, P., Pérez-García, J. M., Gamarra-Toledo, V., Santander, F., & Lambertucci, S. A. (2023). Power lines and birds: An overlooked threat in South America. Perspectives in Ecology and Conservation, 21(1), 71-84.

Reckendorf, A., Seidelin, L., & Wahlberg, M. (2023). Marine Mammal Acoustics. En Marine Mammals: A Deep Dive into the World of Science (pp. 15-31). Springer International Publishing Cham.

Reeves, R., Pitman, R.L. & Ford, J.K.B. (2017). *Orcinus orca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T15421A50368125. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T15421A50368125.en. Downloaded on 10 September 2021.

Renault-Braga, E. P., Groch, K. R., & Simões-Lopes, P. C. (2023). How many are they? Estimates of demographic patterns of reproductive females of southern right whale (*Eubalaena australis*) in the southern coast of Brazil. *Marine Ecology*, e12744.

Retamal MA, Arana PM (2000) Descripción y distribución de cinco crustáceos decápodos recolectados en aguas profundas en torno a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (archipiélago de Juan Fernández, Chile). Invest. Mar. 28, 149–163.

Reyes V, Marino A, Dellabianca NA, Hevia M. (2018). Clicks of wild Burmeister's porpoises (Phocoena spinipinnis) in Tierra del Fuego, Argentina: NOTES. Mar Mammal Sci.https://doi.org/10.1111/mms.12489

Reyes, L. M. (2000). Ecología poblacional del lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) en el centro de Patagonia y su interacción con las pesquerías del área. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina.

Reyes, L.M., & García-Borboroglu, P. (2004). Killer whale (Orcinus orca) predation on sharks in Patagonia, Argentina: a first report. *Aquatic Mammals*, 30(3), 376-379.

RINGUELET, R. 1961. Rasgos fundamentales de la Zoogeografía de la Argentina. Physis 22 (63). 8, 13,15.

Rivas AL, Pisoni JP (2010) Identifcation, characteristics and seasonal evolution of surface thermal fronts in the Argentinean continental shelf. J Mar Syst 79:134–143

Rivas AL, Pisoni JP. 2010. Identification, characteristics and seasonal evolution of surface thermal fronts in the Argentinean Continental Shelf. Journal of Marine Systems 79:134-143.

ROACH, N. (2016). Dolichotis patagonum. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T6785A22190337. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20162.RLTS.T6785A22190337.en

Roche A, Cetra N, Maggioni M, Avaca S, Storero L, Firstater F, Narvarte M (2020) *Caracterización de los moluscos bentónicos de la Bahía de San Antonio*. Informe Técnico N°03-2020. Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Nacional del Comahue. 44 pp.

Rodrigues, P., Álvarez, P., & Verdugo, C. (2017). Complete mitochondrial genome of the Neotropic cormorant (Phalacrocorax brasilianus). Mitochondrial DNA Part A, 28(3), 401-402.

Rodríguez EA (2022) *Macrofauna Epibionte de la ascidia solitaria Styela clava* (Herman, 1881) en el Golfo San Matías (Tesis de grado, Universidad Nacional del Comahue. Escuela Superior de Ciencias Marinas).

Rodríguez Gil SG, Serafini R, Bordino P (1994) *Análisis de la distribución y abundancia del ictioplancton en el Golfo San Matías en septiembre de 1993*. Seminario del curso Oceanografía Biológica, FCEyN (UBA)- INIDEP, 45.

Rodríguez, D., Flaminio, J. L., Bernasconi, J. F., Mauna, C., Tombesi, M.L., Navarro, M. G., Pérez, M. R., & Mandiola, M.A. (2023). "Informe de Asesoramiento y Transferencia. Evaluación de las Capturas Incidentales de Mamíferos Marinos en pesquerías industriales del Mar Argentino registradas por el Programa de Asistentes de Investigación Pesquera del INIDEP, durante el período 2014-2018". Informe del INIDEP Nº 02/2023.

Rodriguez, D., Rivero, L., Bastida, R., (2002). Feeding ecology of the Franciscana (Pontoporia blainvillei) in estuarine and marine waters of northern Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 1 (1), 77–94.

Rodríguez, D.H., Dassis, M., de Leon, A.P., Barreiro, C., Farenga, M., Bastida, R.O., & Davis, R.W. (2013). Foraging strategies of southern sea lion females in the La Plata River Estuary (Argentina–Uruguay). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 88, 120-130.

ROIG, F.A. 1998. La vegetación de la Patagonia. En Flora Patagonica, tomo VIII, parte I, Col. científica del INTA. 48-166.

Rojo, A. y J. Silvosa. 1969. *Estudio biológico de la merluza (Merluccius merluccius hubbsi) del sector patagónico. Campaña Exploratoria SUR 69-1-1 Patagonia (24 de febrero-24 de marzo 1969).* Proyecto de Desarrollo Pesquero, Publicación N° 18.

Rojo, A. y J. Silvosa. 1969. Estudio biológico de la merluza (Merluccius merluccius hubbsi) del sector patagónico. Campaña Exploratoria SUR 69-1-1 Patagonia (24 de febrero-24 de marzo 1969). Proyecto de Desarrollo Pesquero, Publicación N° 18.

Rojo, A. y J. Silvosa. 1970. *La merluza de los Golfos San Matías, Nuevo y de la plataforma adyacente (Campaña "Merluza 70-1". 28 de enero-10 de febrero de 1970).* Proyecto de Desarrollo Pesquero, Publicación N° 23.

Rojo, A. y J. Silvosa. 1970. La merluza de los Golfos San Matías, Nuevo y de la plataforma adyacente (Campaña "Merluza 70-1". 28 de enero-10 de febrero de 1970). Proyecto de Desarrollo Pesquero, Publicación N° 23.

Romero MA, Brogger M, Bartés S (2024) Informe del relevamiento de los apostaderos de lobos marinos comunes, Otaria flavescens, de la provincia de Río Negro durante enero de 2024. Informes científico-técnicos del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni N°010 (UNCo-CONICET-PRN-INIDEP). 11 p.

Romero MA, Dans S, González R, Svendsen G, García NA, Crespo E (2011) Solapamiento trófco entre el lobo marino de un pelo Otaria favescens y la pesquería de arrastre demersal del golfo San Matías, Patagonia, Argentina. Lat Am J Aquat Res 39:344–358

Romero MA, González RA, Ocampo-Reinaldo M (2010) When conventional fsheries management fails to reduce the catch and discard of juvenile fsh: a case study of the Argentine hake trawl fshery in San Matías Gulf. North Am J Fish Manag 30:702–712

Romero MA, Grandi MF, Koen-Alonso M, Svendsen G, Ocampo-Reinaldo M, García NA, Dans SL, González R, Crespo EA (2017) Analysing the natural population growth of a large marine mammal after a depletive harvest. Sci Rep 7:5271

Romero MA, Reinaldo MO, Williams G, Narvarte MA, Gagliardini DA, González R (2013) Understanding the dynamics of an enclosed trawl demersal fshery in Patagonia (Argentina): a holistic approach combining multiple data sources. Fish Res 140:73–82

Romero, M. A., Coscarella, M., Adams, G.D., Pedraza, J.C., González, R.A., & Crespo, E.A. (2024a). 2023 population assessment of southern right whales in the south-western Atlantic Ocean. International Whaling Commission. Scientific Research Report. SC/69B/CMP/08. 18 pp.

Romero, M. A., Dans, S., González, R., Svendsen, G., García, N., & Crespo, E. (2011). Solapamiento trófico entre el lobo marino de un pelo *Otaria flavescens* y la pesquería de arrastre demersal del golfo San Matías, Patagonia, Argentina. *Latin American journal of Aquatic Research*, 39(2), 344-358.

Romero, M. A., Dans, S.L., García, N., Svendsen, G.M., González, R., & Crespo, E.A. (2012). Feeding habits of two sympatric dolphin species off North Patagonia, Argentina. *Marine Mammal Science*, 28(2), 364-377.

Romero, M. A.; Bastida, R.; Loizaga de Castro, R.; Svendsen, G (2019a). *Delphinus delphis*. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Romero, M. A.; González, R. y M. Ocampo-Reinaldo. 2007. *Patrón estacional de la composición*

específica de las capturas desembarcadas por la pesquería de arrastre demersal del Golfo San Matías para el período 2002-2006. Inf. Tec. IBMP "Alte. Storni", N° 05/07, 10 p.

Romero, M. A.; González, R. y M. Ocampo-Reinaldo. 2008. *Evaluación de la capacidad pesquera histórica de la pesquería de arrastre demersal del Golfo San Matías*. Inf. Tec. IBMP "Alte. Storni", N° 11/08, 8 p.

Romero, M.A. (2011). Rol de los mamíferos marinos en el contexto de la trama trófica del ecosistema del Golfo San Matías e interacciones con la pesquería de especies demersales. en: Centro Regional Universitario Bariloche. Universidad Nacional del Comahue, Argentina.

Romero, M.A., Brogger, M., & Bartés, S. (2024b). Informe del relevamiento de los apostaderos de lobos marinos comunes, *Otaria flavescens*, de la provincia de Río Negro durante enero de 2024. Informes científico-técnicos del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos "A. S" N° 010 (UNCo-CONICET-PRN-INIDEP).

Romero, M.A., Coscarella, M. A., Adams, G.D., Pedraza, J.C., González, R.A., & Crespo, E.A. (2022). Historical reconstruction of the population dynamics of southern right whales in the southwestern Atlantic Ocean. *Scientific Reports*, 12(1), 1-17.

Romero, M.A., Fernández, M., Dans, S., García, N., González, R. & Crespo, E. (2014). Gastrointestinal parasites of bottlenose dolphins Tursiops truncatus at the southern extreme of the Southwestern Atlantic, with notes on diet composition. *Diseases of Aquatic Organisms*, 108, 61–70.

Romero, M.A., Grandi, M.F., Koen-Alonso, M., Svendsen, G., Ocampo Reinaldo, M., García, N., Dans, S., González, R., Crespo, E. (2017). Analysing the natural population growth of a large marine mammal after a depletive harvest. *Scientific Reports*, 7, 5271 | DOI:10.1038/s41598-017-05577-6.

Romero, M.A., Grandi, M.F., Túnez, J.I., Gribaudo, C.A., Reyes, L.M., Dassis, M., Paso Viola, N., & Negrete, J. (2019b). *Otaria flavescens*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Ronconi RA, Schoombie S, Westgate AJ. 2018. Effects of age, sex, colony and breeding phase on marine space use by Great Shearwaters Ardenna gravis in the South Atlantic. Marine Biology 165:58.

Rothschild M, Clay T. 1952. Fleas, Flukes and Cuckoos: A study of bird ectoparasites. Collins Son and Co. Ltd, UK.

Rowntree, V. J., McGuinness, P., Marshall, K., Payne, R., Sironi, M., & Seger, J. (1998). Increased harassment of right whales (*Eubalaena australis*) by kelp gulls (*Larus dominicanus*) at Península Valdés, Argentina. *Marine Mammal Science*, 14(1), 99-115.

RUMBOLL, M. (2011). Guía de Huellas Rastros y Señales de los Mamíferos de los Parques Nacionales. Editorial APN.

Salas MC, Defeo O, Firstater F, Narvarte M (2022) Impact of a macrofaunal ecosystem engineer on its assemblage and its habitat in mixed sediments: an assessment through manipulative experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 554:151766.

Salatino ML (2023) *Análisis de la precisión y efectividad de un método no destructivo para estimar diversidad epibentónica en arrecifes del Parque Submarino Las Grutas* (Tesis de grado, Universidad Nacional del Comahue. Escuela Superior de Ciencias Marinas).

Saldaño M (2022) Pesquería artesanal de moluscos del Golfo San Matías: Caracterización de aspectos biológicos y económicos de la pesquería de Eucallista purpurata (almeja púrpura) y Panopea abbreviata (almeja panopea). Tesis de grado Universidad Nacional del Comahue. 76 p.

Salvador S.A. 2016. Registros de depredadores de huevos, pichones y volantones de aves de Argentina. Acta Zoológica Lilloana, 60(2), 136–147.

Sánchez, R., Ballari, S. A., Bucher, E. H., & Masello, J. F. (2016). Foraging by burrowing parrots has

little impact on agricultural crops in northeastern Patagonia, Argentina. International Journal of Pest Management, 62(4), 326-335.

Sanvito, S., & Galimberti, F. (2000). Bioacoustics of southern elephant seals. II. Individual and geographical variation in male aggressive vocalisations *Bioacoustics* 10(4), 287-307. DOI: 10.1080/09524622.2000.9753439

Sanvito, S., Braschi, C., & Boitani, L. (2007). The cost of success: Reproductive effort in male southern elephant seals (Mirounga leonina). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 62(2): 159-171 DOI: 10.1007/s00265-007-0450-y

Saporiti, F., Bearhop, S., Vales, D.G., Silva, L., Zenteno, L., Tavares, M., … & Cardona, L. (2015). Latitudinal changes in the structure of marine food webs in the Southwestern Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 538, 23-34.

Sar E (1996a) Flora diatomológica de Bahía San Antonio (Prov. de Río Negro, Argentina) O. Centrales I. *Revista del Museo de La Plata, Botánica 14*(106):365-400.

Sar E (1996b) Flora diatomológica de Bahía San Antonio (Prov. de Río Negro, Argentina) O. Pennales I. *Revista del Museo de La Plata, Botánica 14*(106):401-431.

Sar EA, Romero O, Sunesen I (2003) Cocconeis Ehrenberg and Psammococconeis Garcia (Bacillariophyta) from the Gulf of San Matías, Patagonia, Argentina. *Diatom Research* 18(1):79-106.

Sar EA, Sunesen I, Lavigne AS (2002) The diatom genus Thalassiosira: Species from the northern San Matías Gulf (Río Negro, Argentina). *Nova Hedwigia* 74(3-4):373-386.

Saraceno M, Tonini M, Williams G, Aubone N, Olascoaga M, Beron-Vera F, Gonzalez R, Soria M, Saad J, Svendsen G (2020) On the Complementary Information Provided by Satellite Images, Lagrangian Drifters, and a Regional Numerical Model: a Case Study in the San Matías Gulf, Argentina. *Remote Sensing in Earth Systems Sciences*. https://doi.org/10.1007/s41976-020-00039-6

Saraceno M, Tonini M, Williams G, Aubone N, Olascoaga M, Beron-Vera F, Gonzalez R, Soria M, Saad J, Svendsen G (2020) On the Complementary Information Provided by Satellite Images, Lagrangian Drifters, and a Regional Numerical Model: a Case Study in the San Matías Gulf, Argentina. Remote Sensing in Earth Systems Sciences. https://doi.org/10.1007/s41976-020-00039-6

Sardella, N. y J. Timi. 2004. Parasites of Argentine hake in the Argentine Sea: population and infracommunity structure as evidence for host stock discrimination. *J. Fish Biol*. 65: 1472–1488.

Sastre AV, Santinelli NH, Esteves JL (1997) Fitoplancton del Golfo San Matías de tres campañas de muestreo (Noviembre 1992, Septiembre 1993 y Marzo 1994). Physis: 7-12.

Sato, K., Watanuki, Y., Takahashi, A., Miller, P.J., Tanaka, H., Kawabe, R., & Naito, Y. (2007). Stroke frequency, but not swimming speed, is related to body size in free-ranging seabirds, pinnipeds and cetaceans. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 274, 471-477.

Savigny C, Firstater F, González R, Caille G. 2005. Aves marinas en el golfo San Matías: Interacciones con la pesquería del Calamar Illex argentinus. Patagonia Argentina. En XI Reunión Argentina de Ornitología, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Savigny, C., Caille, G., González, R., & Guillermo, H. 2005. El Petrel de Trinidade (Pterodroma arminjoniana) en el Golfo San Matías: una nueva especie para Argentina. El hornero, 20(2), 183-186.

Sayigh, L. S. (2014). Cetacean acoustic communication. Biocommunication of animals, 275-297.

Scarabino V (1977) Moluscos del Golfo San Matías (Provincia de Río Negro, República Argentina). Inventario y claves para su identificación.

Schiavini A, Yorio P, Gandini PA, Raya Rey A, Boersma PD. 2005. Los Pingüinos de las costas

argentinas: estado poblacional y conservación. El Hornero 20:5-23.

Schiavini, A., Pedraza, S.N., Crespo, E.A., González, R., & Dans, S.L. (1999). Abundance of dusky dolphins (*Lagenorhynchus obscurus*) off north and central Patagonia, Argentina, in spring and a comparison with incidental catch in fisheries. Marine Mammal Science, 15(3), 828-840.

Schipper, J., Chanson, J. S., Chiozza, F., Cox, N. A., Hoffmann, M., Katariya, V., ... & Young, B. E. (2008). The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. Science, 322(5899), 225-230.

Schreiber EA, Burger J (Editors). Biology of Marine Birds. CRC Press, USA.

Schulz, J. P. (1975). Sea turtles nesting in Suriname. Zool. Verh. (Leiden). 143: 3-172.

Schuyler, Q., Hardesty, B.D., Wilcox, C. y Townsend, K. (2013). To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. PLoS ONE 7(7):e40884.

Scioscia G, Raya Rey A, Saenz Samaniego RA, Florentín O, Schiavini A. 2014. Intra- and interannual variation in the diet of the Magellanic penguin (Spheniscus magellanicus) at Martillo Island, Beagle Channel. Polar Biology 37:1421-1433.

Scolaro JA, Hall MA, Ximenez IM. 1983. The Magellanic Penguin (Spheniscus magellanicus): sexing adults by discriminant analysis of morphometric characters. The Auk 100:221-224.

Scolaro JA, Laurenti S, Gallelli H. 1996. The nesting and breeding biology of the South American Tern in Northern Patagonia. Journal of Field Ornithology 67, 17-24.

SCOLARO, J. A. (2005). Guía de reptiles de la Patagonia Sur. Editorial: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

SCOLARO, J. A. (2006). Guía de reptiles de la Patagonia Norte. Editorial: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Scowcroft, G., Knowlton, C., Morin, H., & McLntire, D. (2012). Discovery of Sound in the Sea. University of Rhode Island, 1-16.

SCROCCHI, G. J., ABDALA, C. S., NORI, J., & ZAHER, H. (2010). Reptiles de la Provincia de Río Negro, Argentina. Buenos Aires: Fundación Miguel Lillo.

Seco Pon JP & Morettini A. (2009). Kleptoparasitism by Kelp Gull Larus dominicanus on common tern Sterna hirundo and south american tern S. hirundinacea attending coastal fisheries in Mar Del Plata, Argentina. Marine Ornithology, 37, 291-292.

Seco Pon JP, Bastida J, Giardino G, Favero M, Copello S. 2019. Aves marinas al Este de Tierra del Fuego, Argentina durante una evaluación sísmica 3D. Ornitología Neotropical 30:103-111.

Seco Pon JP, Beltrame O, Marchovecchio J, Favero M, Gandini P. 2012. Assessment of trace metals concentrations in feathers of White-chinned petrels Procellaria aequinoctialis attending waters of the Patagonian Shelf. Environment and Pollution 1:29-37.

Seco Pon JP, Copello S, Moretinni A, Lértora HP, Bruno I, Bastida J, Mauco L, Favero M. 2013. Seabird and marine-mammal attendance and by-catch in semi-industrial trawl fisheries in near-shore waters of northern Argentina. Marine and Freshwater Research 64:537-548.

Seco Pon JP, Copello S, Tamini L, Mariano-Jelicich R, Paz J, Blanco G, Favero M. 2015. Seabird conservation in fisheries: Current state of knowledge and conservation needs for Argentine high-seas fleets. En: Mahala G (Editor) Seabirds and songbirds: Habitat preference, conservation and migratory behavior. Nova Science Publishers, Inc., USA. pág. 45-88.

Seco Pon JP, Pereyra PJ. 2021. First evidence of anthropogenic debris in nests of the Kelp Gull (Larus dominicanus) from a small semi-desert Argentinean coastal ecosystem. Marine Pollution Bulletin 170:112650.

Seco Pon JP, Tamini L. 2013. New records of shy-type albatrosses Thalassarche cauta/T. steadi off the Argentine Continental Shelf. Revista Brasileira de Ornitologia 21:263-268.

Seco Pon, J.P., Copello, S., Moretinni, A., Lértora, H.P., Bruno, I., Bastida, J., & Favero, M. (2013). Seabird and marine-mammal attendance and by-catch in semi-industrial trawl fisheries in near-shore waters of northern Argentina. *Marine and Freshwater Research*, 64(3), 237-248.

Seco Pon, J.P., Mandiola, A., Copello, S., Rodriguez, D., Flaminio, J.L., Blanco, G. y Favero, M. (2020). Informe con la caracterización de las interacciones de aves y mamíferos marinos en la pesquería de anchoíta bonaerense. Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FAO y FMAM. Proyecto "Fortalecimiento de la Gestión y Protección de la Biodiversidad Costero Marina en Áreas Ecológicas Clave y la Aplicación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP)" (Argentina). 42 pág.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (eds.) (2019). Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Segre, P. S., Gough, W.T., Roualdes, E.A., Cade, D.E., Czapanskiy, M.F., Fahlbusch, J., & Goldbogen, J.A. (2022). Scaling of maneuvering performance in baleen whales: larger whales outperform expectations. *Journal of Experimental Biology*, 225(5), jeb243224.

Seminoff, J.A. (2004). Global status assessment green turtle (Chelonia mydas). Gland (Switzerland): Marine Turtle Specialist Group. The World Conservation Union IUCN. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en.

Seminoff, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.). 2023. Chelonia mydas (amended version of 2004 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T4615A247654386. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T4615A247654386.en. Accessed on 05 July 2024

Sepúlveda LR. 2018. Distribución y caracterización de la fauna acompañante en la pesquería del langostino Pleoticus muelleri (Bate 1888) del Golfo San Matías, Río Negro, Argentina. Tesis de grado Universidad Nacional del Comahue. 63 p.

Sherman K, Alexander LM, Gold BD. 1992. Large Marine Ecosystems: Patterns, Processes, and Yields, second edition. AAAS Press, USA.

Shirihai H. 2008. The complete guide to Antarctic wildlife, volume 2. Princeton University Press, USA.

SIB, Parques Nacionales. (2024). Base de datos de biodiversidad de los parques nacionales de Argentina. Recuperado de [https://sib.gob.ar

Silva L, Saporit F, Vales D, Tavares M, Gandini P, Crespo EA, Cardona E. 2014. Differences in diet composition and foraging patterns between sexes of the Magellanic penguin (Spheniscus magellanicus) during the non breeding period as revealed by δ13C and δ15N values in feathers and bone. Marine Biology 161:1195-1206.

Simeone A y Wilson RP. 2003. In-depth studies of Magellanic penguin (Spheniscus magellanicus) foraging: Can we estimate prey consumption by perturbations in the dive profile? Marine Biology 143: 825-831.

Sironi, M., López, J.C., Bubas, R., Carribero, A., García, C., Harris, G.,Intrieri, E, Iñíguez, M & Payne, R. (2008). Predation by killer whales (*Orcinus orca*) on southern right whales (Eubalaena australis) off Patagonia, Argentina: effects on behavior and habitat choice. *Journal of Cetacean Research and Management*, 29, 1-18.

Sironi, M., Maron, C., Vilches, F., & Schteinbarg, R. (2021). Impactos de redes y sogas de la actividad pesquera sobre las ballenas francas de la Península Valdés. Informe Técnico del Instituto de Conservación de ballenas.

Sironi, M., Rowntree, V.J., Snowdon, C.T., Valenzuela, L., & Marón, C. (2009). Kelp gulls (*Larus dominicanus*) feeding on southern right whales (*Eubalaena australis*) at Península Valdés, Argentina: updated estimates and conservation implications. International Whaling Commission

document SC/61/BRG19.

SOLER, P.E., J.L. BERROTERÁN, J.L. GIL & R.A. ACOSTA. 2012. Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en 3 ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. Agronomía Tropical 6(1-4). Maracay, Venezuela.

SOMARIBA E. 1999. Diversidad Shanon. Agroforestería en las Américas Vol6 (23):72-74.

SORIANO, A. 1956 a. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. Rev. de Investigaciones Agrícolas X (4):323-347.

SORIANO, A.; 1949. El límite entre las provincias botánicas Patagónica y Central en el Territorio del Chubut. Lilloa, 20; 193-202.

SORIANO, A.; 1956 b. Aspectos ecológicos y pasturiles de la vegetación patagónica, relacionados con su estado y capacidad de recuperación. Rev. Inv. Agr., 10, 349-372.

Sosa, H. (1999). Descripción del evento reproductivo del flamenco austral (Phoenicopterus chilensis) en Laguna Llancanelo, Malargüe, Mendoza. Multequina, (8), 87-99.

Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A. E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P., & Tyack, P.L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2).

Stammerjohn, S. E., Martinson, D. G., Smith, R. C., Yuan, X., & Rind, D. (2008). Trends in Antarctic annual sea ice retreat and advance and their relation to El Niño–Southern Oscillation and Southern Annular Mode variability. Journal of Geophysical Research: Oceans, 113(C3).

Stanworth A, Crofts S. 2017. Population status and trends of Southern Giant Petrels (Macronectes giganteus) in the Falkland Islands. Falklands Conservation.

Stokes D, Boersma D, Davies L. 1998. Satellite tracking of Magellanic penguin migration. The Condor 100:376-378.

Stoll, A.; Harpke, D.; Schütte, C.; Jimenez, L.; Letelier, L.; Blattner, F.R.; Quandt, D. Landscape genetics of the endangered Atacama Desert shrub Balsamocarpon brevifolium in the context of habitat fragmentation. Glob. Planet. Chang. 2020, 184, 103059

Storero L, Narvarte MA, González RA (2013a) Seasonal density and distribution of Octopus tehuelchus in the intertidal of North Patagonia. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 93:1895-1901.

Storero LP, Botto F, Narvarte M, Iribarne O (2016) Influence of maturity condition and habitat type on food resources utilization by Octopus tehuelchus in Atlantic Patagonian coastal ecosystems. Marine Biology 163(8):163–179.

Storero LP, Narvarte M (2024) Chapter 8: Octopus tehuelchus, Small Patagonian octopus. En: Rui Rosa, Ian Gleadall, Graham Pierce, Roger Villanueva (Eds.) Biology and Ecology of Octopods. Part I. Elsevier Science, ISBN 012820639X, 9780128206393. 400 p.

Storero LP, Narvarte M, González R (2012) Reproductive traits of the small Patagonian octopus Octopus tehuelchus. Helgoland Marine Research 66(4):651–659.

Storero LP, Narvarte MA (2013b) Coccidian infection may explain the differences in the life history of octopus host populations. Journal of Invertebrate Pathology 114: 222–225.

Storero LP, Ocampo Reinaldo M, González RA, Narvarte MA (2010) Growth and life span of the small octopus Octopus tehuelchus in San Matías Gulf (Patagonia): Three decades of study. Marine Biology 157:555–564.

Storero LP, Ocampo Reinaldo M, Narvarte M, Iribarne O, Botto F (2020b) Trophic interactions and isotopic niche of octopuses and sea stars in North Patagonia. Marine Biology 167:35–45.

Storero LP, Ocampo Reinaldo M, Narvarte M, Iribarne OO (2020a) Interaction strength of octopuses and sea stars on different functional groups of the intertidal Patagonian coast. Aquatic Ecology

54:193–203.

Strange IJ. 2008. Aerial surveys of Black-browed Albatross Thalassarche melanophris breeding colonies in the Falkland Islands: the methodology employed and comparisons with surveys carried out in 1986-2005 and 2007. Design in Nature. Falkland Islands.

Suarez, A.A., Sanfelice, D., Cassini, M.H., & Cappozzo, H.L. (2005). Composition and seasonal variation in the diet of the South American sea lion (*Otaria flavescens*) from Quequén, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 163-174.

Sullivan BJ, Reid TA, Bugoni L. 2006. Seabird mortality on factory trawlers in the Falkland Islands and beyond. Biological Conservation 131:495-504.

Sunesen I, Bárcena A, Sar EA (2009) Diatomeas potencialmente nocivas del Golfo San Matías (Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1):67-88.

SUPERINA, M. & ABBA, A.M. (2014). Zaedyus pichiy. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T23178A47443734. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20141.RLTS.T23178A47443734.en.

Svendsen G, Ocampo Reinaldo M, Romero MA, Luque S, Magurran A, González R (2020) Drivers of diversity gradients of a highly mobile marine assemblage in a mesoscale seascape. *Marine Ecology Progress Series* 638:149–164.

Svendsen G, Ocampo Reinaldo M, Romero MA, Luque S, Magurran A, González R (2020) Drivers of diversity gradients of a highly mobile marine assemblage in a mesoscale seascape. Mar Ecol Prog Ser, 638:149–164

Svendsen G., Ocampo Reinaldo M., Romero M.A., Maggioni M., González R. 2018. Patrones de diversidad de la comunidad demersal del Golfo San Matías. STAN CONICET CIMAS. Universidad Nacional del Comahue. 18p.

Svendsen, G. (2013). Distribución y uso de hábitat de mamíferos marinos en el Golfo San Matías. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Comahue and Centro Regional Universitario Bariloche, Bariloche, Argentina.

Svendsen, G.M., Dans, S.L., González, R.A., Romero, M.A., & Crespo, E.A. (2013). Occurrence of South American fur seals *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783) in San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(3), 576-583.

Svendsen, G.M., Romero, M.A., Williams, G.N., Gagliardini, D.A., Crespo, E.A., Dans, S.L., & González, R.A. (2015). Environmental niche overlap between common and dusky dolphins in North Patagonia, Argentina. *PloS one*, 10(6), e0126182.

Sylwan, C. y D. González. 2008. *Los ciclos del sector pesquero rionegrino desde una perspectiva económica*. Inf. Tec. IBMP “Alte. Storni”, N° 16/08, 17 p.

Szteren, D., Aurioles-Gamboa, D., Labrada-Martagón, V., Hernández-Camacho, C., & De María, M. (2018). Historical age-class diet changes in South American fur seals and sea lions in Uruguay. *Marine Biology*, 165(4), 1-17.

Szteren, D., Naya, D.E., & Arim, M. (2004). Overlap between pinniped summer diet and artisanal fishery catches in Uruguay. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 119-125.

Tella, J.L.; Baños-Villalba, A.; Hernández-Brito, D.; Rojas, A.; Pacífico, E.; Díaz-Luque, J.A.; Carrete, M.; Blanco, G.; Hiraldo, F. Parrots as overlooked seed dispersers. Front. Ecol. Environ. 2015, 13, 338–339.

Tellechea, J. (2020). Echolocation inter-click interval variation among specific behaviours in free-ranging bottlenose dolphins from the coast of Uruguay. *Journal of Cetacean Research and Management*. 21:141-149.

Tellechea, J.S., Bouvier, D., Cambon-Tait, D., & Norbis, W. (2014). Passive Acoustic Monitoring of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) on the Uruguayan Coast: Vocal Characteristics and

Seasonal Cycles. Aquatic Mammals 4040.

Teta, P., Abba, A.M., Cassini, G.H., Flores, D.A., Galliari, C.A., Lucero, S.O., & Ramírez, M. (2018). Lista revisada de *los mamíferos de Argentina. Mastozoología Neotropical, 25(1), 163-198.*

Thompson KR, Riddy MD. 1995. Utilization of offal and discards from finfish trawlers around the Falkland Islands by the Black-Browed Albatross Diomedea melanophris. Ibis 137:198-206.

Tiwari, M., Wallace, B.P. & Girondot, M. 2013. Dermochelys coriacea (Southwest Atlantic Ocean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T46967838A46967842. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967838A46967842.en.

Tobar, C. N., Rau, J. R., Fuentes, N., Gantz, A., Suazo, C. G., Cursach, J. A., ... & Pérez-Schultheiss, J. (2014). Diet of the Chilean flamingo Phoenicopterus chilensis (Phoenicopteriformes: Phoenicopteridae) in a coastal wetland in Chiloé, southern Chile. Revista chilena de historia natural, 87, 1-7.

Todd, V., Todd, I., Gardiner, J., & Morrin, E. (2015). Marine mammal observer and passive acoustic monitoring handbook. Pelagic Publishing Ltd.

Tonini MH, Palma ED, Piola AR (2013) A numerical study of gyres, thermal fronts and seasonal circulation in austral semi-enclosed gulfs. Cont Shelf Res 65:97–110

Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group. (1996). Chelonoidis chilensis. The IUCN Red List of Threatened Species 1996:e.T9007A12949680. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T9007A12949680.en.

Trimble, M., & Charrier, I. (2011). Individuality in South American sea lion (*Otaria flavescens*) mother–pup vocalizations: Implications of ecological constraints and geographical variations? Mammalian Biology, 76(2), 208-216.

Trites A.W. & D. Pauly (1998). Estimating mean body masses of marine mammals from maximum body lengths. Can J Zool 76:886-896.

Trites, A. W., Christensen, V., & Pauly, D. (1997). Competition between fisheries and marine mammals for prey and primary production in the Pacific Ocean. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 22, 173-187.

Túnez, J.I., Cappozzo, H.L., & Cassini, M.H. (2008). Natural and anthropogenic factors associated with the distribution of South American sea lion along the Atlantic coast. *Hydrobiologia*, 598, 191-202.

UDRIZAR D., PAZOS G, 2017. Reserva de Vida Silvestre San Pablo de Valdés 10 años: conservando el patrimonio natural y cultural de Península Valdés Patagonia Argentina. -1ª ed. - Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina; Puerto Madryn: CONICET.

Valenzuela, L. O., Sironi, M., Rowntree, V. J., La Sala, L., Pozzi, L., Mohamed, N., & Seger, J. (2008). Population genetic structure of living and dead southern right whales (*Eubalaena australis*) off Península Valdés, Argentina. *Journal of Cetacean Research and Management*, 62, 1-12.

Valenzuela, L.O., Rowntree, V.J., Sironi, M., & Seger, J. (2018). Stable isotopes (δ15N, δ13C, δ34S) in skin reveal diverse food sources used by southern right whales *Eubalaena australis*. *Marine Ecology Progress Series*, 603, 243-255.

Valenzuela, L.O., Sironi, M., Rowntree, V.J., & Seger, J. (2009). Isotopic and genetic evidence for culturally inherited site fidelity to feeding grounds in southern right whales (*Eubalaena australis*). *Molecular Ecology*, 18(5), 782-791.

Vales, D.G., Cardona, L., García, N.A., Zenteno, L., & Crespo, E.A. (2015). Ontogenetic dietary changes in male South American fur seals *Arctocephalus australis* in Patagonia. *Marine Ecology Progress Series*, 525, 245-260.

Vales, D.G., Mandiola, A., Romero, M.A., Svendsen, G., Túnez, J.I., Negrete, J., & Grandi, M.F. (2019). *Arctocephalus australis*. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos

de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Vales, D.G., Saporiti, F., Cardona, L., De Oliveira, L.R., Dos Santos, R.A., Secchi, E.R., … & Crespo, E.A. (2014). Intensive fishing has not forced dietary change in the South American fur seal Arctophoca (= Arctocephalus) australis off Río de la Plata and adjoining areas. Aquatic Conservation: *Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(6), 745-759.

Van Burskirk, J. y Crowder, L.B. (1994). Life-History Variation in Marine Turtles. Copeia 1:66-81

Van der Molen S, Kroeck MA, Kroeck MA, Ciocco N (2007) Reproductive cycle of the southern geoduck clam, Panopea abbreviata (Bivalvia: Hiatellidae), in north Patagonia, Argentina. Invertebrate Reproduction & Development 50(2):75-84

Van Gils, J., & Wiersma, P. (1996). Family Scolopacidae, species accounts. Handbook of the birds of the world, 3, 488-533.

van Gils, L., Clavel, M. A., Vollema, E. M., Hahn, R. T., Spitzer, E., Delgado, V., ... & Van Mieghem, N. M. (2017). Prognostic implications of moderate aortic stenosis in patients with left ventricular systolic dysfunction. Journal of the American College of Cardiology, 69(19), 2383-2392.

Vanstreels RET, Adornes AC, Canabarro PL, Ruoppolo V, Da Silva-Filho RP, Catao-Dias JL. 2013. Female-biased mortality of Magellanic Penguins (Spheniscus magellanicus) on the wintering grounds. Emu 113:128-134.

Vaz Ferreira, R. & Ponce de León, A. (1987). South American fur seal, *Arctocephalus australis*, in Uruguay. Paginas 29-32, en J.P. Croxall y R.L. Gentry (eds.), Status, biology and ecology of fur seals. NOAA Technical Report NMFS 51.

vBest, P.B. (1994). Seasonality of reproduction and the length of gestation in southern right whales *Eubalaena australis*. *Journal of Zoology*, 232(2), 175-189.

Velasquez R (2022) Revisión del ciclo reproductivo de Eucallista purpurata (Lamarck, 1818) (Amiantis purpurata) (Bivalvia: Veneridae) en Península Villarino (Golfo San Matías, Río Negro) e interacción con su fauna parasitaria. Tesis de Grado Universidad Nacional del Comahue. 88 p.

Vermeulen, E. (2018). Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Bahia San Antonio, Argentina. *Marine Mammal Science*. 34:687–700.

Vermeulen, E., & Brager, S. (2015). Demographics of the disappearing bottlenose dolphin in Argentina: a common species on its way out? *PLoS ONE*, 10(3):e0119182.

Vermeulen, E., Balbiano, A., Belenguer, F., Colombil, D., Failla, M., Intrieri, E., & Bräger, S. (2017). Site-fidelity and movement patterns of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in central Argentina: essential information for effective conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(1), 282-292.

Vermeulen, E., Bastida, R.O., Berninsone, L.G., Bordino, P., Failla, M., Fruet, P., & Bräger, S. (2017). A review on the distribution, abundance, residency, survival and population structure of coastal bottlenose dolphins in Argentina.

Vermeulen, E., Failla, M, Loizaga de Castro, R, Romero, MA, Svendsen, G., Coscarella, MA, .; Cáceres-Saez, I, Bastida, R.; Dassis, M. (2019a). Tursiops truncatus. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Vermeulen, E., Fruet, P., Costa, A., Coscarella, M. & Laporta, P. 2019a. Tursiops truncatus ssp. gephyreus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T134822416A135190824. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T134822416A135190824.en.

Vermeulen, E., Germishuizen, M., Kennedy, A., Wilkinson, C., Weir, C.R., & Zerbini, A. (2024). Swimming across the pond: First documented transatlantic crossing of a southern right whale.

Marine Mammal Science, 40, 309–316

Verona CA, Carreto JI, Hinojal A (1974) *Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías. II*. Comisión de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Provincia de Buenos Aires, Informe 10:23-48.

Verona, C. 2007. *Evolución de la capacidad de pesca de las flotas que operan sobre la merluza común (Merluccius hubbsi) en el caladero argentino: causas, intentos de regulación y principales consecuencias. En Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe*. FAO Doc. Tec. de Pesca 461. 313-342.

Vighi, M., Borrell, A., Crespo, E.A., Oliveira, L.R., Simões-Lopes, P.C., Flores, P.A., ... & Aguilar, A. (2014). Stable isotopes indicate population structuring in the Southwest Atlantic population of right whales (*Eubalaena australis*). *PLoS One*, 9(3), e90489.

Vila, A.R., Campagna, C., Iñíguez, M., & Falabella, V. (2008). South American sea lions (Otaria flavescens) avoid killer whale (Orcinus orca) predation. *Aquatic Mammals*, 34(3), 317-330.

Vinuesa JH (2005) Distribution of decapod and stomatopod crustaceans from San Jorge Gulf, Argentina. Revista de Biología Marina y Oceanografía 40(1):7.

Vinuesa, JH. Lovrich, GA; Tapella F y A Pettovello. 2015. Capítulo 2: Crustáceos de interés comercial. En HE.Zaixso & AL. Boraso (eds.). La Zona Costera Patagónica Argentina. Volumen I Recursos Biológicos Bentónicos: 61-117. Editorial Universitaria de la Patagonia. Comodoro Rivadavia.

Viñas MD, Gaudy R (1996) Annual cycle of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) in the Gulf of San Matias (Argentina) and in the Gulf of Marseilles (France). *Scientia Marina* 60:307-318.

Visser, I.N. (2000). Killer whale (*Orcinus orca*) interactions with longline fisheries in New Zealand waters. *Aquatic mammals,* 26, 241–252.

Wallace, B.P., DiMatteo, A.D., Hurley, B.J., Finkbeiner, E.M., Bolten, A.B., Chaloupka, M.Y. y Hutchinson, B.J. (2010a). Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. PloS One 5: e15465.

Wallace, B.P., Kot, C.Y., DiMatteo, A.D., Lee, T., Crowder, L.B. y Lewison, R.L. (2013a). Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. Ecosphere 4: art40.

Wallace, B.P., Lewison, R.L., McDonald, S.L., McDonald, R.K., Kot, C.Y., Kelez, S., Bjorkland, R.K., Finkbeiner, E.M., Helmbrecht, S.R. y Crowder, L.B. (2010b). Global patterns of marine turtle bycatch. Conservation Letters 3:369-381.

Wallace, B.P., Tiwari, M. & Girondot, M. (2013b). Dermochelys coriacea. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T6494A43526147. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en.

Walters C., V. Christensen, D. Pauly. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Rev. Fish Biol. Fish*. 7: 139–172.

Warham J. 1996. The behaviour, population ecology and physiology of the petrels. Academic Press, USA.

Wauchope, H. S., Shaw, J. D., Varpe, Ø., Lappo, E. G., Boertmann, D., Lanctot, R. B., & Fuller, R. A. (2017). Rapid climate-driven loss of breeding habitat for Arctic migratory birds. Global Change Biology, 23(3), 1085-1094.

Wearmouth VJ, Sims DW. 2008. Chapter 2. Sexual segregation in marine fish, reptiles, birds and mammals. En: Sims DW (Editor). Advances in Marine Biology. Academic Press, UK. Pág. 107-170.

Weimerskirch H, Capdeville D, Duhamel G. 2000. Factors affecting the number and mortality of seabirds attending trawlers and long-liners in the Kerguelen area. Polar Biology 23:236-249.

Weimerskirch H, Catard A, Prince PA, Cherel Y, Croxall JP. 1999. Foraging White-chinned petrels Procellaria aequinoctialis at risk: from the tropics to Antarctica. Biological Conservation 87:273-275.

Weir, C.R., & Black, A. (2018). Records of the dusky dolphin (L*agenorhynchus obscurus*) in the Falkland Islands, including associations with Peale's dolphin (*L. australis*). *Marine Biodiversity Records,* 11, 1–18.

Weir, C.R., & Stanworth, A. (2020). The Falkland Islands (Malvinas) as sub-Antarctic foraging, migratory and wintering habitat for southern right whales. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 100(1), 153-163.

Weiss F, Furness RW, McGill RAR, Strange IJ, Masello JF, Quillfeldt P. 2009. Trophic segregation of Falkland Islands seabirds: insights from stable isotope analysis. Polar Biology 32:1753-1763.

Wellard, R., Pitman, R.L., Durban, J. & Erbe, C. (2020). Cold call: the acoustic repertoire of Ross Sea killer whales (*Orcinus orca*, Type C) in McMurdo Sound, Antarctica. Royal Society Open Science. 2020 Feb;7(2):191228. DOI: 10.1098/rsos.191228. PMID: 32257307; PMCID: PMC7062068.

Weller, M. W. (1972). Ecological studies of Falkland Islands' waterfowl. Wildfowl, 23(23), 25-44.

Wells, R.S., Natoli, A. & Braulik, G. 2019. *Tursiops truncatus* (errata version published in 2019). The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T22563A156932432. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T22563A156932432.en. Downloaded on 10 September 2021.

Wetlands International. 2015. Waterbird Population Estimates. Available at: wpe.wetlands.org. (Accessed: 17/09/2015).

William, T.M., & Worthy, G.A. (2002). Anatomy and physiology: the challenge of aquatic living. *Marine mammal biology: An evolutionary approach*, 73-97.

Williams G (2011) Caracterización ambiental del Golfo San Matías mediante sensores remotos y parámetros oceanográficos. Relación con la distribución y abundancia de los recursos biológicos de interés pesquero. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue.

Williams G, Pisoni JP, Solís M, Romero MA, Ocampo Reinaldo M et al. (2021) Variability of phytoplankton biomass and environmental drivers in a semi-enclosed coastal ecosystem (San Matías Gulf, Patagonian Continental Shelf, Argentina) using ocean color remote sensing (MODIS) and oceanographic field data: Implications for fishery resources. *Journal of Marine Systems* 224:103615.

Williams G, Sapoznik M, Ocampo-Reinaldo M, Solis M, Narvarte M, González R, Esteves JL, Gagliardini D. 2010. Comparison of AVHRR and Seawifs imagery with fishing activity and in situ data in San Matias Gulf, Argentina. International Journal of Remote Sensing 31: 4531-4542.

Williams GN, Solís ME, Esteves JL (2018) Satellite-measured phytoplankton and environmental factors in north Patagonian Gulfs. En: *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic: From the Subtropical to the Subantarctic Realm* (pp. 307–325). Springer International Publishing.

Williams GN, Zaidman PC, Glembocki NG, Narvarte MA, González RAC et al. (2014) Comparison between remotely-sensed sea surface temperature (AVHRR) and in situ records in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). *Latin American Journal of Aquatic Research* 42:192–203.

Williams GN, Zaidman PC, Glembocki NG, Narvarte MA, González RAC, Esteves JL, Gagliardini DA (2014) Comparison between remotely-sensed sea-surface temperature (AVHRR) and in situ records in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). Latin American Journal of Aquatic Research 42 (1):192-203.

Witherington, B.W. (2002). Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of down welling near a Gulf Stream front. Marine Biology 140:843-853

Witt, M.J., Hawkes, L.A., Godfrey, M.H., Godley, B.J. and Broderick, A.C. (2010). Predicting the

impacts of climate change on a globally distributed species: the case of the loggerhead turtle. The Journal of Experimental Biology 213: 901-91

Wood AG, Naef-Daenzer B, Prince PA, Croxall JP. 2000. Quantifying habitat use in satellite-tracked pelagic seabirds: application of kernel estimation to albatross locations. Journal of Avian Biology 31:278-286.

Woods, R. W. (1975). The birds of the Falkland Islands. Anthony Nelson, Shropshire.

Würsig, B. (2019). Ethology and behavioral ecology of odontocetes. 504pp. Springer, Cham.

Yamamoto T, Yoda K, Blanco GS, Quintana F. 2019. Female-biased stranding in Magellanic penguins. Current Biology 29:R1-R15.

Yang, H. Y., Chen, B., Barter, M., Piersma, T., Zhou, C. F., Li, F. S., & Zhang, Z. W. (2011). Impacts of tidal land reclamation in Bohai Bay, China: ongoing losses of critical Yellow Sea waterbird staging and wintering sites. Bird Conservation International, 21(3), 241-259.

Yorio P, Bertellotti M, García Borboroglu P. 2005. Ecología y conservación de gaviotas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. El Hornero 20:53-74.

Yorio P, Bertellotti M. 2005. Complejo Islote Lobos. En: Di Giacomo AS (Ed.) Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: 5:1-514. Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires, pág. 340-341.

Yorio P, Frere E, Gandini P y Harris G (Eds.) Atlas de la distribución reproductiva de aves marinas en el litoral patagónico argentino. Fundación Patagonia Natural y Wildlife Conservation Society, Buenos Aires.

Yorio P, González-Zevallos D, Gatto A, Biagioni O, Castillo J. 2017. Relevance of forage fish in the diet of Magellanic penguins breeding in northern Patagonia, Argentina. Marine Biology Research http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2016.1273529.

Yorio P, Marinao C, Kasinsky T, Ibarra C, Suárez N. 2020. Patterns of plastic ingestion in Kelp Gull (Larus dominicanus) populations breeding in northern Patagonia, Argentina. Marine Pollution Bulletin 156:111240.

Yorio P, Marinao C, Suárez N. 2014. Kelp Gulls (Larus dominicanus) killed and injured by discarded monofilament lines at a marine recreational fishery in northern Patagonia. Marine Pollution Bulletin 85:186-189.

Yorio P, Quintana F, Dell´Arciprete P, González-Zevallos D. 2010. Spatial overlap between foraging seabirds and trawl fisheries: implications for the effectiveness of a marine protected area at Golfo San Jorge, Argentina. Bird Conservation International 20:320-334.

Yorio P. 2005. Estado poblacional y de conservación de gaviotines y escúas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. El Hornero 20:75-93.

Yorio, P. & Caille, G. 1999. Seabird interactions with coastal fisheries in northern Patagonia: use of discards and incidental captures in nets. Waterbirds 22:201-216.

Yorio, P. (2005). Population and conservation status of terns and skuas breeding in coastal Argentina. El Hornero, 20(01).

Yorio, P., Frere, E., Gandini, P., & Schiavini, A. (2001). Tourism and recreation at seabird breeding sites in Patagonia, Argentina: current concerns and future prospects. Bird Conservation International, 11(4), 231-245.

Yorio, P., Quintana, F., Campagna, C., & Harris, G. (1994). Diversidad, abundancia y dinámica espacio-temporal de la colonia mixta de aves marinas en Punta León, Patagonia. Ornitología Neotropical, 5(2), 1.

Zaidman P, Zurdo F, Velasquez R, Doldan MS (2024). Aspectos poblacionales de la almeja

Ameghinomya antiqua del noroeste del Golfo San Matías en el inicio de su pesquería. Marine and Fishery Sciences 37(2):1-21.

Zaidman, PC, Kroeck MA, Van Der Molen S, Williams GN, Gracia Villalobos LL; et al. (2016) Local scale variation in the reproductive pattern of the southern geoduck, Panopea abbreviata (Bivalvia: Hiatellidae), in Patagonia. Revista de Biología Marina y Oceanografía 51(2-8):359-371.

Zaixso HE, Lizarralde ZI (2000) Distribución de equinodermos en el golfo San José y sur del golfo San Matías (Chubut, Argentina). *Revista de biología marina y oceanografía* 35(2): 127-145.

Zaixso HE, Lizarralde ZI, Pastor CT, Gomes-Simes E, Romanello E, Pagnoni G (1998) Distribución espacial del macrozoobentos submareal del golfo San José (Chubut, Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 33(1): 43-72.

Zerbini, A.N., Adams, G., Best, J., Clapham, P.J., Jackson, J.A., & Punt, A.E. (2019). Assessing the recovery of an Antarctic predator from historical exploitation. *Royal Society Open Science,* 6(10), 190368.

Zerbini, A.N., Fernandez Ajos, A., Andriolo, A., Clapham, P.J., Crespo, E., & Gonzalez, R. (2018). Satellite tracking of Southern right whales (*Eubalaena australis*) from Golfo San Matias, Rio Negro Province, Argentina. Scientific Committee of the International Whaling Commission SC67b, Bled, Slovenia.

Zerbini, A.N., Rosenbaum, H., Mendez, M., Sucunza, F., Andriolo, A., Harris, G., Claphan, P., Sironi, M., Uhart, M. & Ajó, A., (2016). Tracking southern right whales through the southwest Atlantic: An update on movements, migratory routes and feeding grounds. Committee of the International Whaling Commission SC66b, Bled, Slovenia. SC/66b/BRG26.

ZULOAGA F.O. & O. MORRONE. 1999a. Catálogo de las Plantas Vasculares de la Argentina: Acanthaceae-Euphorbiaceae (Dicotyledoneae). Monogr. Syst. Bot. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, 74.

ZULOAGA F.O. & O. MORRONE. 1999b. Catálogo de las Plantas Vasculares de la Argentina: Dicotyledoneae Fabaceae-Zygophyllaceae. Monogr. Syst. Bot. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, 74.

ZULOAGA F.O. 1994. Catálogo de la Familia Poaceae en la República Argentina. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 47. 1994.

ZULOAGA F.O. 1996. Catálogo de las Plantas Vasculares de la Argentina: Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae – Monocotyledoneae. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 60.

ZULOAGA F.O., MJ BELGRANO & CA ZANOTTI. 2019. Actualización del catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Darwiniana, nueva serie 7 (2), 208-278.

ZULOAGA F.O., O. MORRONE & M. BELGRANO. 2008. Catálogo de las plantas vasculares del ConoSur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). 3 vols. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden, St. Louis, 107: 1-3486.

- **Páginas Web**

www.darwin.edu.ar

http://checklist.cites.org

https://www.cites.org/

http://www.iucnredlist.org/

www. sipas.inta.gob.ar

https://cma.sarem.org.ar/

https://www.avesargentinas.org.ar/ebird-argentina

Http://checklist.cites.org

https://www.cites.org/

http://www.iucnredlist.org/

- **Normativa**

Res. 84/2010. Lista roja preliminar de las plantas endémicas de Argentina. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Res. 109/2021. Lista de especies exóticas invasoras, potencialmente invasoras y criptogénicas. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Resolución 1055 / 2013: Clasificación del estado de conservación de especies y subespecies de anfibios y reptiles nativos. Secretaria De Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

Resolución E 795 / 2017: Clasificación de aves autóctonas. Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Resolución 109/2021. Lista de especies exóticas invasoras, potencialmente invasoras y criptogénicas. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

5. ANEXO: FICHAS DE ESPECIES

I. FICHAS DE ESPECIES DE TORTUGAS MARINAS

TORTUGA VERDE

(*Chelonia mydas*) Familia Cheloniidae

Características

La tortuga verde es la especie más grande de la familia Cheloniidae (Pritchard y Mortimer, 1999). Los adultos pueden alcanzar hasta 1,5 m de longitud curva del caparazón (LCC) y pesar más de 230 kg (Pritchard, 1997; Eckert et al., 2000). Su caparazón, generalmente ovalado y aplanado dorsoventralmente, posee 5 escudos vertebrales, 4 pares de escudos costales y 4 pares de escudos inframarginales. Se distingue por tener un par de escamas frontales y cuatro pares de escamas post-orbitales (Pritchard y Mortimer, 1999). La coloración de los adultos es bastante variable, presentando un caparazón que puede estar manchado o rayado en tonos marrones, grises, negros, verdes o negros.

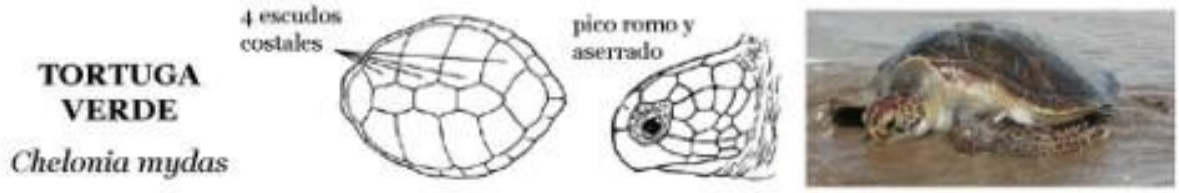


Figura 53. Características morfológicas de la Tortuga verde. Extraído del Programa de Acción Nacional para Reducir la Interacción de las Tortugas Marinas con las pesquerías en la República Argentina.

Distribución geográfica

La tortuga verde es una especie con una amplia distribución mundial en aguas tropicales y en menor media en aguas subtropicales (Figura 54). Se distribuye desde Carolina del Norte (EE.UU.) hasta la Argentina (Epperly et al., 1995; González Carman et al., 2011) en el Atlántico Occidental, y en el Atlántico oriental y el Indo-Pacífico (Bagley, 2003; Bass et al., 2006; Formia et al., 2007; Kamezaki y Matsui, 1995; Bowen et al., 1992).



Figura 54. Distribución global de la tortuga verde. IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group 2023. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1.

Los juveniles de la tortuga verde habitan en aguas con una amplia gama de profundidades, abarcando tanto ambientes neríticos (profundidad <200 m) como oceánicos (profundidad >200 m). Durante el verano y el otoño, en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Argentina y Uruguay, estos animales utilizan casi exclusivamente aguas poco profundas. En contraste, durante el invierno y la primavera, se desplazan hacia las aguas de la plataforma continental de Uruguay y Brasil, así como también hacia aguas oceánicas. La distancia a la costa varía según la estación, encontrándose las tortugas más cerca de la costa en verano y otoño. (Figura 55, González Carman et al., 2012).

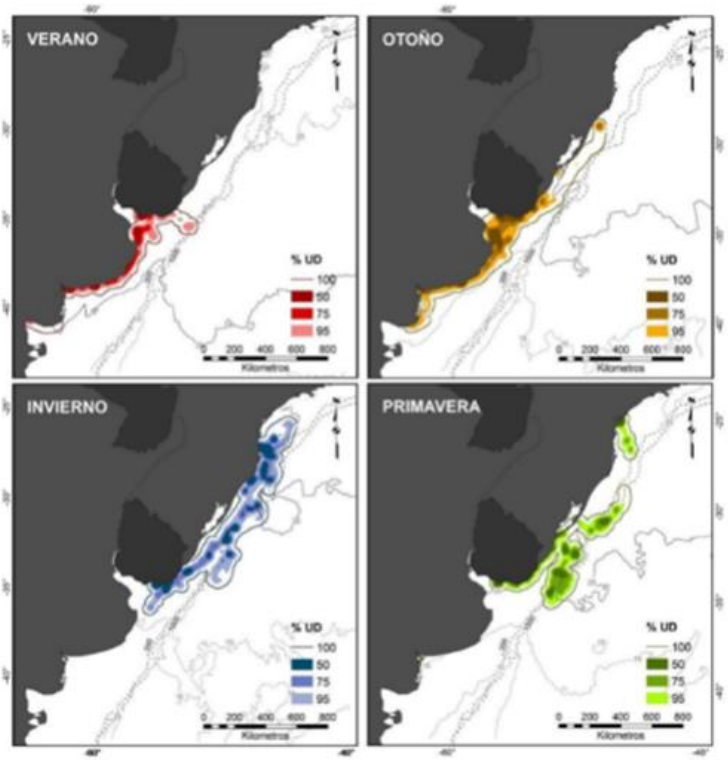


Figura 55. Uso de hábitat estacional de juveniles de tortuga verde. Fuente: extraído de Gonzalez-Carman et al., 2012.

Reproducción

Las tortugas verdes alternan en tres distintos tipos de hábitat, dependiendo de las etapas de su vida. Las tortugas maduras regresarán usualmente a la misma playa exacta donde nacieron. La anidación ocurre en más de 80 países alrededor de todo el mundo con unas 150 colonias anidadoras, aunque sólo 12 tienen más de 2.000 hembras nidificantes al año (Hirth, 1997; Formia, 2002; Seminoff, 2004). Las principales colonias anidadoras del Océano Atlántico se encuentran en las islas de Ascensión (Reino unido), Aves (Venezuela), Trinidade (Brasil), y en las costas de Costa Rica y Surinam, entre otros (Schulz, 1975; Bowen et al., 1992; Godley et al., 2001; Encalada et al., 1996; Kaska, 2000; Bjorndal et al., 2005; Bjorndal et al., 2006; Formia et al., 2006; Formia et al., 2007) (Figura 54).

Las aguas de la plataforma continental argentina constituyen una zona de mezcla o “stock mixto” donde se reúnen individuos provenientes de diferentes colonias reproductoras. Estudios de genética poblacional han permitido concluir que la mayoría de las tortugas verdes que aquí se alimentan, provienen principalmente de la colonia reproductora de Isla Ascensión (61%), una de las principales colonias reproductoras de la especie en el Océano Atlántico, siguiendo en importancia, las colonias de Surinam, Isla de Aves (Venezuela) e Isla de Trinidade (Brasil) (Prosdocimi et al., 2012).

Alimentación

Esta especie modifica su patrón alimentario a lo largo de su ciclo de vida. Desde su nacimiento hasta los tres a cinco años, las tortugas verdes son carnívoras pelágicas, consumiendo mini-necton del océano abierto (Carr, 1986; Hirth, 1997). Tras un período de desarrollo en el océano, con una dieta omnívora generalmente más corta que en otras especies de tortugas marinas (Carr y Meylan, 1980; Arthur et al., 2008), los juveniles abandonan el hábitat pelágico-oceánico y se trasladan a hábitats neríticos, donde su dieta se vuelve bentónica (Bjorndal, 1980; Balazs, 1982; Musick y Limpus, 1997). Estos hábitats neríticos suelen incluir pastos marinos con algas y fanerógamas marinas, aunque las tortugas verdes juveniles también pueden encontrarse en arrecifes coralinos y fondos rocosos.

Las áreas de alimentación de los adultos se encuentran generalmente en aguas costeras de la plataforma continental, con poca profundidad (de tan solo 2-4 m), aunque en ocasiones pueden habitar en aguas de hasta 20 m de profundidad (Formia, 2002). Estudios de telemetría satelital han identificado áreas de alimentación intensamente utilizadas por las tortugas en el Atlántico Sur Occidental (ASO) (Figura 55). En verano y otoño, la alimentación se concentra en áreas cercanas a la costa de la Provincia de Buenos Aires (<60 km de la costa), el Río de la Plata y El Rincón, conformando un área de más de 11.000 km². En invierno y primavera, la alimentación ocurre en aguas costeras de Uruguay y Brasil, así como en aguas más alejadas de la costa, abarcando un área total de 5.000 km². En conjunto, los animales pasan el 38% del tiempo alimentándose en el Río de la Plata, El Rincón y áreas de aguas con menos de 30 m de profundidad (González Carman et al., 2012).

TORTUGA CABEZONA

(*Caretta caretta*) - Familia Cheloniidae

Características generales

La tortuga cabezona es otro miembro de la familia Cheloniidae (Pritchard y Mortimer, 1999), caracterizada por poseer cinco pares de escudos laterales (costales) en su caparazón. A diferencia de la tortuga verde, su piel y caparazón exhiben tonos de marrón y naranja. Se destaca por su cabeza y mandíbulas de gran tamaño. Su pico ancho y robusto le permite capturar y triturar estructuras duras de invertebrados marinos como cangrejos y caracoles, constituyendo su principal fuente de alimento. Durante la etapa adulta, es conocida por tener hábitos alimentarios principalmente carnívoros. Los adultos alcanzan una longitud curvada del caparazón (LCC) de hasta 0,90 m y pueden pesar hasta 110 kg (Pritchard, 1997; Eckert et al., 2000).

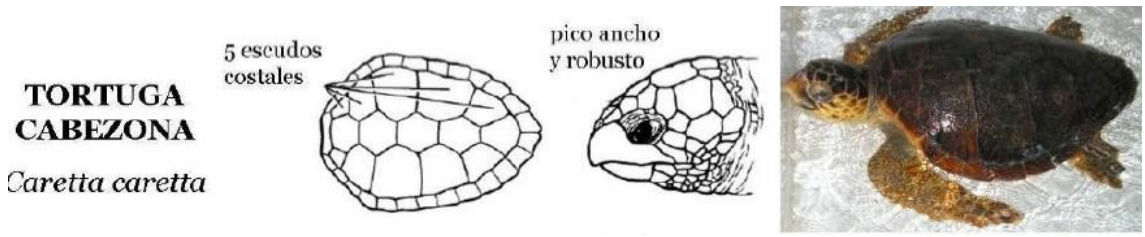


Figura 56. Características morfológicas de la tortuga cabezona. Extraído del Programa de Acción Nacional para Reducir la Interacción de las Tortugas Marinas con las pesquerías en la República Argentina.

Distribución geográfica

Habita en plataformas continentales, bahías, lagunas y estuarios en aguas de regiones templadas, subtropicales y tropicales de los océanos Atlántico, Mediterráneo, Pacífico e Índico (Pritchard y Trebbau, 1984; Margaritoulis et al., 2003; Kamezaki et al., 2003; Baldwin et al., 2003; López Mendilaharsu et al., 2006; González Carman et al., 2011; Barcelo et al., 2013) (Figura 57). Su ciclo de vida presenta dos estadios juveniles bien distintivos: juveniles pelágicos y neríticos (Carr, 1987; Bolten, 2003). Tras la eclosión en las zonas de anidación del Atlántico norte, las crías migran hacia los grandes bancos oceánicos de las Azores, Madeira y el Mediterráneo (La Casella et al., 2005; Bowen et al., 2005). Los juveniles neríticos y sub-adultos regresan a aguas costeras poco profundas del Atlántico noroeste, donde modifican su alimentación hacia una dieta bentónica (Bolten, 2003).

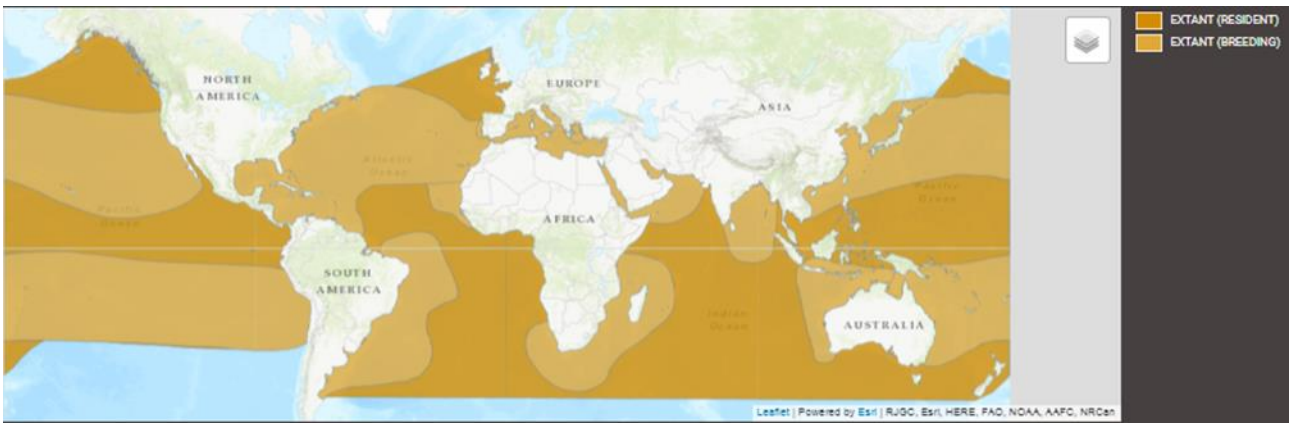


Figura 57. Distribución global de la tortuga cabezona. OBIS-SEAMAP: The World Data Center for Marine Mammal, Sea Bird, and Sea Turtle Distributions 2015. Caretta caretta. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1

Reproducción

Al alcanzar la madurez sexual, tanto las hembras como los machos migran hacia las playas donde nacieron (Bowen et al., 1993; FitzSimmons et al., 1997). Las principales áreas de anidación se encuentran en el oeste del Atlántico y el Índico. La mayor concentración de hembras anidadoras se observa en el sur de Florida (Estados Unidos), abarcando desde Texas hasta Virginia, con un registro de entre 47,000 y 90,000 nidos por año (Bolten et al., 2003; Baldwin et al., 2003; Ehrhart et al., 2003; Margaritoulis et al., 2003). En segundo lugar, en importancia se encuentran las colonias anidadoras del norte y sur de Brasil (NBR y SBR respectivamente), donde se registran más de 4,000 nidos anuales (Marcovaldi et al., 2005; Marcovaldi y Chaloupka, 2007), concentrándose especialmente en las playas de los estados de Espírito Santo y Bahía. (Figura 57). En el caso de los ejemplares de tortugas cabezonas las aguas de la plataforma continental argentina constituyen una zona de mezcla o “stock mixto” de individuos en fase subadulta provenientes exclusivamente de las colonias reproductoras de Brasil (Prosdocimi et al., 2015).

Alimentación

La tortuga cabezona, una especie omnívora desde sus primeros estadios, presenta una dieta variada que incluye invertebrados bentónicos como gasterópodos, bivalvos y crustáceos decápodos, así como esponjas, corales, plumas de mar, gusanos poliquetos, anémonas de mar, cefalópodos, percebes, braquiópodos, isópodos, insectos, briozoos, erizos, pepinos de mar, estrellas de mar, peces en todas sus etapas de vida (huevos, juveniles y adultos), crías de tortugas marinas (incluidas las de su propia especie), algas y plantas vasculares. Además, se ha observado su asociación frecuente con barcos pesqueros, donde consume descartes, cebos o animales enmallados (Carr, 1987; Bjorndal, 1997). Estudios recientes basados en seguimientos satelitales en el Atlántico Sur Occidental (ASO) indican que, al inicio del otoño, las tortugas migran hacia aguas más cálidas al sur de Brasil y también hacia áreas oceánicas, donde pasan el invierno y la primavera. Posteriormente, algunos individuos retornan a las mismas áreas de alimentación en las aguas de la Bahía Samborombón y el Cabo San Antonio. (González Carman et. al., 2016, Figura 58).

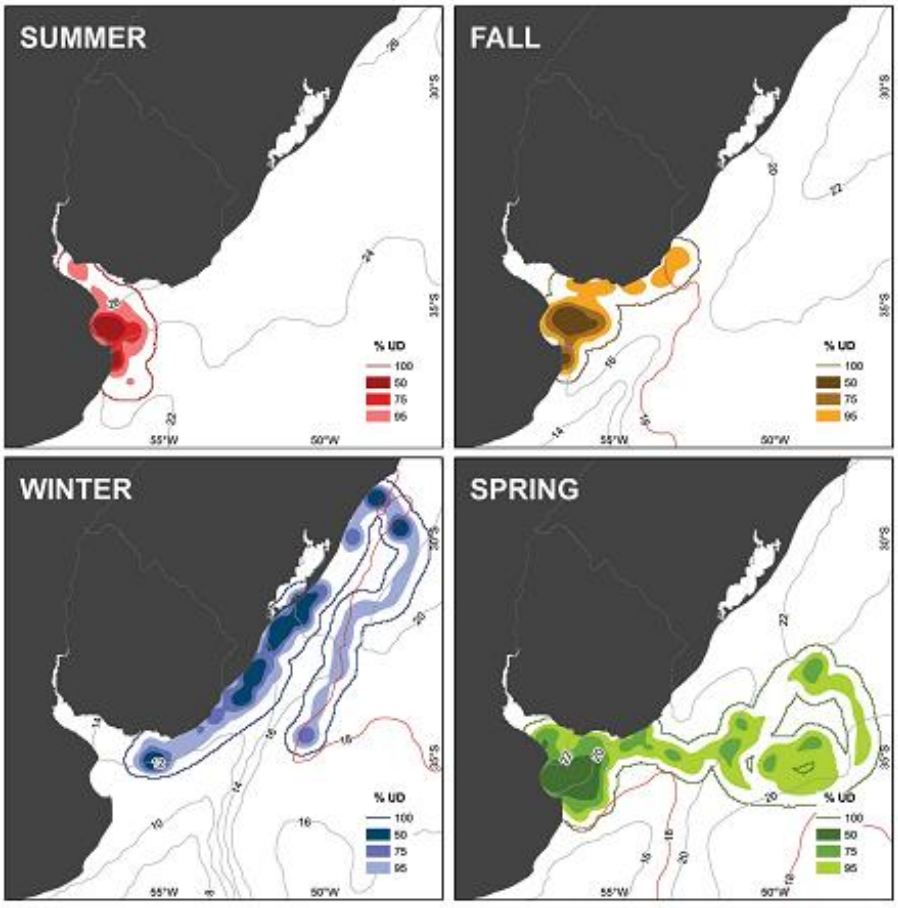


Figura 58. Uso de hábitat estacional de tortuga cabezona. Fuente: extraído de González Carman et al., 2016.

El siguiente listado florístico del área fue elaborado utilizando el Catálogo de la Flora Vascular del Cono Sur del Instituto de Botánica Darwinion (IBODA) (última consulta julio de 2024). Se ha otorgado un orden alfabético por familia botánica.

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
FAMILIA AMARANTHACEAE						
Atriplex lampa (Moq.) Dietr.	Zampa	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz, San Juan, San Luis, Tucumán	800-2000	Endémica
FAMILIA AMARYLLIDACEAE						
Zephyranthes gilliesiana (Herb.) Nic. García	Tulipancito, cebolla de indio, cebolla de zorra, azucena del campo, ajo del diablo, rodofiala	Hierba	Perenne	Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan	500-1000	Endémica
FAMILIA ANACARDIACEAE						
Schinus jonhstonii Barkley	Molle	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis	0-2600	Endémica
FAMILIA APIACEAE						
Bowlesia incana Ruiz & Pav.	Estrellita, perejilillo	Hierba	Anual	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, La Pampa, Mendoza, Misiones, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz, Sgo. del Estero, San Juan, San Luis, Tucumán	0-1000	Nativa
FAMILIA ASTERACEAE						
Baccharis crispa Spreng.	Carqueja	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Salta, Santa Fe, San Juan, San Luis, Tucumán	0-2500	Nativa
Baccharis divaricata Hauman		Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Río Negro	0-500	Endémica
Baccharis gilliesii A. Gray		Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, Mendoza, Río	0-2000	Endémica

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
				Negro, Santiago del Estero, San Luis, Tucumán		
Baccharis melanopotamica Speg.		Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Córdoba, La Pampa, Río Negro, San Luis	0-1000	Endémica
Baccharis salicifolia (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca, chirca, suncho, yuno, rarim	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, Corrientes, Distrito Federal, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz, Sgo. del Estero, Santa Fe, San Juan, San Luis, Tucumán	0-3500	Nativa
Baccharis tenella Hook. et Arn.	Mantillo de planta	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Luis	0-1500	Endémica
Baccharis ulicina Hook. & Arn.		Subarbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Río Negro, Salta, Santa Cruz, Santa Fé, Santiago del Estero, San Luis, Tucumán	0-3000	Nativa
Brachyclados lycioides D. Don	Braquiclado	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis	0-2000	Nativa
Brachyclados megalanthus Speg.	Braquiclado	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Río Negro	0-500	Endémica
Chuquiraga avellanedae Lorentz	Quilimbay	Arbusto	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-1500	Endémica
Chuquiraga erinacea spp *hystrix*	Chirriadera, ardegras	Arbusto	Perenne	Catamarca, Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis	500-4000	Endémica
Chuquiraga rosulata Gaspar	Chirriadora	Arbusto	Perenne	La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan	0-2000	Endémica

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
Cyclolepis genistoides Gillies ex D. Don	Palo azul, monte azul, matorro negro, usillo, karü mamüll	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Sgo. del Estero, Santa Fe, San Juan, San Luis, Tucumán	900-1900	Nativa
Grindelia patagonica A. Bartoli & Tortosa	Botón de oro	Subarbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Río Negro	0-500	Endémica
Gutierrezia solbrigii Cabrebra		Arbusto	Perenne	Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro	0-2000	Endémica
Hysterionica jasionoides Willd.	Topasaire	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro	0-2500	Endémica
Nardophyllum chiliotrichioides (J. Remy) A. Gray	Mata mora	Arbusto	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, Santa Cruz, San Juan	0-3800	Nativa
Nassauvia ulicina (Hook.) Macloskie		Subarbusto	Perenne	Chubut, Río Negro, Santa Cruz	0-500	Endémica
Perezia recurvata (Vahl) Less. ssp. *recurvata*	Perezia recurvada, perezia de flor azul	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan, Tierra del Fuego	0-3000	Nativa
Senecio subulatus D. Don ex Hook. & Arn	Romerillo común	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis, Tucumán	1000-1300	Endémica
Thymophylla pentachaeta (DC.) Small	Perilla, manzanilla del monte	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis	0-2800	Nativa
FAMILIA BRASSICACEAE						

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
Diplotaxis tenuifolia (L.) DC.	Flor amarilla, Jaramago silvestre, mostacilla, ruculeta	Hierba	Anual	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Distrito Federal, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, Santa Fe, San Juan, San Luis	0-1000	Introducida
FAMILIA BROMELIACEAE						
Tillandsia pedicellata (Mez) A. Cast.	Clavel del aire	Hierba epífita	Perenne	Catamarca, Chubut, Mendoza, Río Negro, San Juan		Nativa
Tillandsia gilliesi Backer	Clavel del aire	Hierba epífita	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Salta, San Juan, Tucumán		Nativa
FAMILIA BRYACEAE						
Genero indeterminado	Musgos	Hierba	Perenne			Nativa
FAMILIA CACTACEAE						
Austrocactus bertinii (Cels) Britton & Rose	Cactus	Subarbusto suculento	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-1000	Endémica
Austrocactus patagonicus (F.A.C. Weber) Hosseus	Cactus austral	Subarbusto suculento	Perenne	Chubut, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-1000	Nativa
Cereus aethiops Haw.	Hachón	Subarbusto suculento	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Tucumán	0-1500	Nativa
Echinopsis leucantha (Gillies ex Salm-Dyck) Walp.	Cardón	Subarbusto suculento	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Salta, Sgo. del Estero, San Juan, San Luis, Tucumán	0-1000	Endémica
Gymnocalycium gibbosum (Haw.) Pfeiff. ex Mittler	Cactus, cardoncito gris	Hierba suculenta	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Mendoza, Río Negro, Santa Cruz, San Luis	0-1000	Endémica
Maihueniopsis darwinii (Hensl.) F. Ritter var. *darwinii*	Tuna, pinchabola	Subarbusto suculento	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Río Negro, Santa Cruz	0-500	Nativa
Maihueniopsis darwinii (Hensl.) F. Ritter var. *hickenii* (Britton & Rose) R. Kiesling	Chupa sangre, tuna, pinchabola	Subarbusto suculento	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-1000	Endémica

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
Opuntia sulphurea Gillies ex Salm-Dyck	Tuna, penca	Subarbusto suculento	Perenne	Catamarca, Chaco, Córdoba, Jujuy, La Rioja, Mendoza, Neuquen, Río Negro, Salta, San Juan, Tucumán	500-3000	Nativa
Pterocactus valentini Speg.	Cactusito	Subarbusto suculento	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén	0-1000	Endémica
FAMILIA CALYCERACEAE						
Boopis anthemioides Juss.	Bopis	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz, Sgo. del Estero, Santa Fe, San Juan, San Luis, Tucumán	0-2500	Nativa
FAMILIA CAPPARACEAE						
Atamisquea emarginata Miers ex Hook. & Arn.	Atamisqui, atamisque, matagusano, trauvue	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Sgo. del Estero, Santa Fe, San Juan, San Luis, Tucumán	0-3000	Nativa
FAMILIA EPHEDRACEAE						
Ephedra chilensis C. Presl	Pingo pingo, solupe, tramontana, cuparra	Arbusto	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan	0-3000	Nativa
Ephedra ochreata Miers	Solupe, frutilla del piche, frutilla del quirquincho, fruta del bicho, caman, kupara	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan, San Luis	0-2100	Nativa
FAMILIA FABACEAE						
Adesmia candida Hook. f.		Subarbusto	Perenne	Chubut, Neuquén, Río Negro	0-1000	Endémica
Hoffmannseggia erecta Phil.	Ramadita, porotillo	Hierba	Perenne	Catamarca, Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan	100-3200	Endémica

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
Hoffmannseggia trifoliata Cav.	Porotillo silvestre, pata de perdiz, pata de choique	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-600	Nativa
Neltuma alpataco (Phil.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Algarrobo, Alpataco	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan	500-2500	Endémica
Neltuma denudans (Benth.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Algarrobillo patagonico	Algarrobillo	Arbusto	Chubut, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	500-1000	Endémica
Neltuma flexuosa (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Algarrobo dulce	Arbusto o árbol	Perenne	Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan	Altura mínima 1000	Endémica
Prosopidastrum striatum (Benth.) R.A. Palacios & Hoc	Barba de chivo, caballo del diablo	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-1200	Endémica
Senna aphylla (Cav.) H.S. Irwin & Barneby	Pichana, monte de la perdiz	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Sgo. del Estero, San Juan, San Luis, Tucumán	0-2000	Endémica
FAMILIA GERANIACEAE						
Erodium cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton	Alfilerillo, loica	Hierba	Anual	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Distrito Federal, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz, Santa Fe, San Juan, San Luis, Tierra del Fuego, Tucumán	0-4000	Introducida
FAMILIA LECANORACEAE						
Lecanora sp	Liquen verde flúo	Talófita terrícola	Perenne			Nativa
FAMILIA LYCHINACEAE						
Phylliscum sp	Liquen foliáceo negro	Talófita terrícola	Perenne			Nativa

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
FAMILIA NYCTAGINACEAE						
Bougainvillea spinosa (Cav.) Heimerl	Mata brasilera, montenegro	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis	0-3300	Nativa
FAMILIA OLEACEAE						
Menodora robusta (Benth.) A. Gray	Menodora	Arbusto	Perenne	Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-500	Endémica
FAMILIA PARMELIACEAE						
Usnea sp.	Barba de chivo, liquen fruticuloso	Talófita epífita	Perenne			Nativa
Parmelia sp	Oreja de piedra, liquen foliáceo verde blancuzco	Talófita epífita	Perenne			Nativa
Parmelia sp. (PAE6)	Líquen foliáceo gris claro	Talófita epífita	Perenne			Nativa
FAMILIA PLANTAGINACEAE						
Monttea aphylla (Miers) Benth. & Hook.	Mata sebo, ala de loro	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Tucumán	0-1500	Endémica
Plantago patagonica Jacq.	Plantago, peludilla	Hierba	Anual	Buenos Aires, Chubut, Córdoba, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, Santa Fe, San Luis	0-2000	Nativa
FAMILIA POACEAE						
Jarava neaei (Nees. Ex Steud) Peñailillo	Coirón pluma	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan	1600-1700	Nativa
Leptochloa crinita (Lag.) P.M. Peterson & N.W. Snow	Pasto en mechones, cola de caballo	Hierba	Perenne		2000-3000	Nativa

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
Leymus erianthus (Phil.) Dubcovsky	Elimo	Hierba	Perenne	Chubut, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan	300-3500	Nativa
Nassella tenuis (Phil) Barkworth	Flechilla	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan, San Luis	0-1700	Nativa
Pappostipa humilis (Cav.) Romaschenko	Coirón llama	Hierba	Perenne	Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, Tierra del Fuego	0-1300	Nativa
Pappostipa speciosa (Trin. & Rupr.)	Coirón amargo	Hierba	Perenne	Catamarca, Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan	500-2700	Nativa
Poa lanuginosa Poir	Pasto hebra	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan, Tierra del Fuego	0-3500	Nativa
Poa ligularis Nees. Ex Steud.	Coirón poa	Hierba	Perenne	Buenos Aires, Chubut, Corrientes, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, Santa Fe, San Juan	0-3600	Nativa
FAMILIA POLYGALACEAE						
Polygala sp.		Arbusto	Perenne			Nativa
Rhamphopetalum microphyllum (Griseb.) J.F.B. Pastore & M. Mota	Hualán	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, Tucumán	0-3000	Endémica
FAMILIA RHAMNACEAE						
Condalia microphylla Cav.	Piquillín, trüka	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Salta, Sgo. del Estero, San Juan, San Luis, Tucumán	0-2200	Endémica
FAMILIA ROSACEAE						

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
Tetraglochin alata (Gillies ex Hook. & Arn.) Kuntze	Espina de pescado, caulia, kanlli, yerba perdida	Subarbusto	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, San Luis	0-3100	Nativa
Tetraglochin caespitosum Phil.		Subarbusto	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-500	Endémica
FAMILIA SCHOEPFIACEAE						
Arjona tuberosa Cav.	Macachín	Hierba	Perenne	Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, Tierra del Fuego	0-1500	Nativa
FAMILIA SOLANACEAE						
Fabiana denudata Miers	Pichanilla	Arbusto	Perenne	Catamarca, Chubut, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan	300-3700	Nativa
Fabiana patagonica Speg.	Pichanilla	Arbusto	Perenne	Catamarca, Chubut, Jujuy, La pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz, San Juan, San Luis.	200-4100	Endémica
Lycium ameghinoi Speg.	Mata laguna	Arbusto	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-1500	Endémica
Lycium chilense Miers ex Bertero	Yaoyin, llaollin, tomatillo, llaullín fino	Arbusto	Perenne	Bs As, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis, Tucumán	0-4500	Nativa
Lycium giliesianum Miers	Llaullín mataperro, huigan, yaoyin	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz	0-2500	Endémica
FAMILIA TELEOCHYSTACEAE						
Caloplaca sp.	Liquen crustáceo anaranjado	Talófita terrícola	Perenne			Nativa
Teloschistes sp.	Liquen fruticuloso anaranjado	Talófita epífita	Perenne			Nativa
FAMILIA VERBENACEAE						

ESPECIE	NOMBRE VULGAR	HABITO	FORMA	DISTRIBUCIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	STATUS
Junellia crithmifolia (Gillies & Hook. ex Hook.) N. O'Leary & P. Peralta	Glandularia, te de burro	Arbusto	Perenne	Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, San Juan, San Luis	0-2500	Endémica
Junellia seriphioides (Gillies & Hook. ex Hook.) Moldenke	Tomillo macho, rosita, perlita	Arbusto	Perenne	Catamarca, Chubut, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis	1300-4200	Nativa
Junellia tonini (Kuntze) Moldenke var *mulinoides* (Speg.) Múlgura & Peralta	Verbena, neneo rosa, yunelia	Arbusto	Perenne	Chubut, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	0-1000	Endémica
Mulguraea ligustrina (Lag.) N. O.´Leary y P.Peralta	Verbena, ligustro, monte negro	Arbusto	Perenne	Chubut, Mendoza, Neuquén, Santa Cruz	0-2000	Endémica
Troncosoa seriphioides (A. Gray) N. O'Leary & P. Moroni	Tomillo de campo, ñancuñan, alagarto, sala	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz, San Juan, San Luis	0-1000	Endémica
FAMILIA ZYGOPHYLLACEAE						
Larrea ameghinoi Speg.	Jarilla rastrera	Arbusto	Perenne	Chubut, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz	200-800	Endémica
Larrea cuneifolia Cav.	Jarilla macho	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Sgo. del Estero, San Juan, San Luis, Tucumán	0-3000	Endémica
Larrea divaricata Cav.	Jarilla hembra	Arbusto	Perenne	Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Córdoba, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, Sgo. del Estero, San Juan, San Luis, Tucumán	0-3000	Nativa
Larrea nitida Cav.	Jarilla	Arbusto	Perenne	Bs As, Catamarca, Chubut, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan	0-3400	Nativa

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

II. FICHAS DE ESPECIES DE AVES COSTERAS Y MARINAS

AVES MARINAS

ALBATROS CEJA NEGRA

(*Thalassarche melanophris*)

Distribución y población

El Albatros ceja negra tiene una distribución circumpolar, con un rango que varía entre aguas subtropicales a aguas polares, con la mayoría de las aves reproductoras utilizando aguas sub-antárticas, mientras que la mayoría de las aves no reproductoras ocurren en regiones subtropicales y en aguas sub-antárticas (Figura 59). La especie tiende a preferir aguas poco profundas (< 1000 m) pero también se alimenta en aguas profundas en asociación con el frente polar en otros ecosistemas oceánicos frontales (Wood et al. 2020, Phillips et al. 2004).

La especie nidifica en siete islas sub-antárticas o archipiélagos (Islas Georgias del Sur, Crozet, Kerguelen, Heard y McDonald, Macquarie, Antipodes y Campbell), así como en las Islas Malvinas y cuatro grupos de islas del sur de Chile (Diego Ramirez, Evangelistas, Diego de Almagro e Idelfonso), con dos poblaciones adicionales descubiertas recientemente en islotes de Tierra del Fuego, parte chilena (ACAP, 2010a). La población reproductiva total se estima en aproximadamente 602.000 pares (BirdLife International, 2021b). Aproximadamente el 80% de la población global nidifica en las Islas Malvinas. La mayor población de las Islas Malvinas decreció cerca de 1% por año entre 2000 y 2005, sin embargo, algunas colonias han incrementado en tamaño, empero las tendencias no son consistentes entre años y sitios de nidificación, inclusive entre sub-colonias dentro de los sitios (Huin y Reid 2007, Strange 2008).

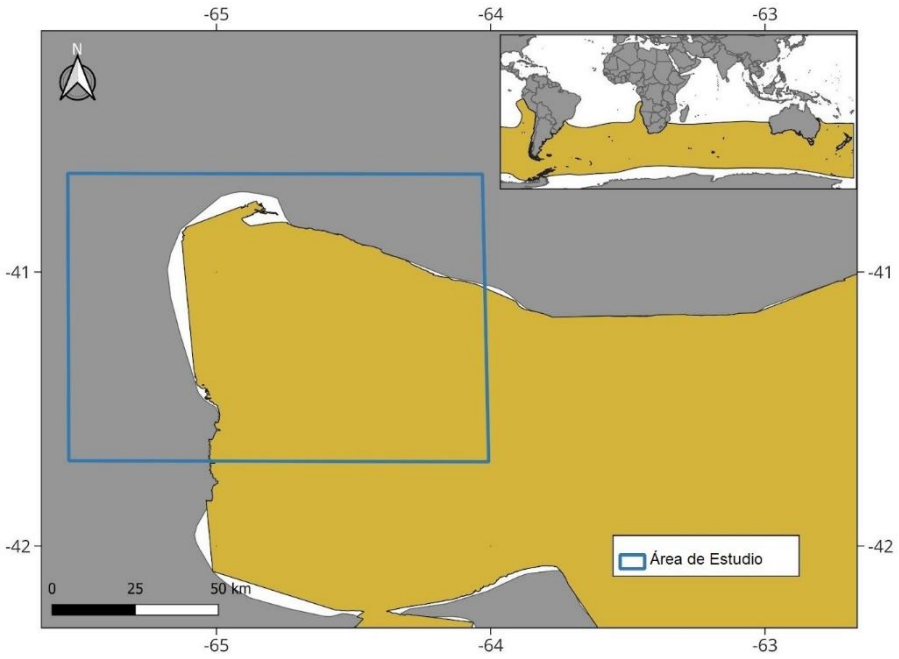


Figura 59. Distribución global del Albatros ceja negra *Thalassarche melanophris* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

Es una especie colonial que se reproduce anualmente, abarcando cada ciclo reproductivo unos ocho meses. Dependiendo de la localización de las colonias, las aves retornan a las mismas desde principio y hacia finales de septiembre (Croxall et al. 1998). El tamaño de puesta consiste de un único huevo, el cual es puesto entre fines de septiembre y mediados de octubre. Los pichones eclosionan en diciembre y emancipan en abril-mayo (Tabla 32). Las aves inmaduras comienzan a retornar a las colonias al menos dos años después de emancipados. La edad promedio de la primera nidificación es a los 10 años.

La especie se alimenta por zambullida superficial, pero es capaz de bucear hasta 4,5 metros (Harper 1987, Prince et al. 1994). Es sabida la asociación de grandes números de este albatros con las operaciones de pesca comercial (Thompson y Riddy 1995, Weimerskirch et al. 2000, González-Zevallos y Yorio 2006, Sullivan et al. 2006, Bugoni et al. 2008, Favero et al. 2011, 2013). La dieta de *T. melanophris* está compuesta en términos de frecuencia de ocurrencia y peso fresco por peces, cefalópodos, y en algunas áreas crustáceos, pero proporciones de estas tres taxa pueden variar considerablemente entre años (Cherel y Klages 1998). Durante la cría de pichones en las Islas Malvinas, la especie consume diversas especies de calamares y peces explotadas comercialmente, tales como *Loligo gahi* y polaca *Micromesistus australis* (Thompson y Riddy 1995). Durante la temporada no reproductiva, la especie también se asocia con operaciones de pesca operando sobre recursos tales como *Merluccius hubbsi* en aguas de la Plataforma Continental Argentina (González-Zevallos y Yorio 2006, Favero et al. 2011, Mariano-Jelicich et al. 2017).

La mayoría de las aves de las Islas Malvinas son residentes de la Plataforma Patagónica durante todo el año (Huin 2000, Copello et al. 2013).

Tabla 32. Ciclo reproductivo general de *Thalassarche melanophris* para todo su rango de distribución.

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
En las colonias				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puesta de huevos					X	X						
Incubación					X	X	X	X				
Cuidado de pichones							X	X	X	X	X	X

Amenazas

Pocas amenazas basadas en tierra pueden ser consideradas como causantes de cambios en los niveles poblacionales en algunos sitios reproductivos de la especie. En las Islas Malvinas, más del 90% de la población reproductiva se encuentra localizada en islas deshabitadas, las cuales se encuentran legalmente protegidas, y cerca del 50% de la población habita islas que no incluyen depredadores introducidos (ACAP, 2010a). En contraposición, las amenazas marinas como las operaciones pesqueras, constituyen la principal amenaza para la especie, ya que la distribución de este albatros se superpone con un gran número de pesquerías, resultando una de las especies más comúnmente capturada en muchas de las operaciones pesqueras a lo largo de su rango, incluyendo palangreros y arrastreros (Thompson y Riddy 1995, Weimerskirch et al. 2000, González-Zevallos y Yorio 2006, Sullivan et al. 2006, Bugoni et al. 2008, Favero et al. 2011, 2013). La exploración de yacimientos de hidrocarburos mediante prospección sísmica 3D afecta la distribución en el mar de la especie en otras áreas del Mar Argentino, como la Plataforma Fueguina (Seco Pon et al. 2019). Otras amenazas provenientes del mar para la especie son: el empetrolamiento del plumaje, las heridas ocasionadas por las redes y otras artes de pesca, la ingestión de basura, el enmallamiento

en redes de pesca, y la contaminación con pesticidas organoclorados y metales pesados (ACAP 201a, Anderson et al. 2010, Jimenéz et al. 2015, Quadri Adrogué et al. 2019a).

Acciones de Conservación

La especie se encuentra incluida en diversos listados de conservación y planes para sitios reproductivos, tanto a nivel internacional (UNESCO Patrimonio de la Humanidad: Islas Heard, McDonald, Campbell, Antipodes y Macquarie; UNESCO Reserva de la Biosfera: Isla Macquarie; Convención Ramsar: Islas Crozet y Kerguelen) como a nivel nacional (Plan de Acción Nacional para reducir la interacción de aves con pesquerías en la República Argentina), incluyendo distintos instrumentos legales en Australia, Argentina, Francia y Nueva Zelandia. Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International, 2021b). Mientras que, en Argentina, la especie es considerada Cercana a la Amenaza. La especie se encuentra listada en el Anexo I del Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles.

PETREL BARBA BLANCA

(*Procellaria aequinoctialis*)

Distribución y población

El Petrel barba blanca tiene una distribución circumpolar, con un rango que varía entre aguas subtropicales a aguas sub-antárticas, con la mayoría de las aves reproductoras ocurriendo en regiones sub-antárticas, mientras que la mayoría de las aves no reproductoras utilizan aguas subtropicales y aguas sub-antárticas (Figura 60). La especie nidifica en islas sub-antárticas (Isla Georgias del Sur, Islas Príncipe Eduardo, Islas Crozet, Islas Kerguelen) y en las Islas Malvinas (ACAP 2009). Un gran porcentaje de la población global (75%) nidifica en el grupo de Islas Georgias del Sur. La población reproductiva total se estima en aproximadamente 3 millones de pares. La mayor población de las Islas Georgias del Sur se encuentra disminuyendo, con un porcentaje de cambio promedio por año de -1,65% (Berrow et al. 2000, ACAP 2009). Se desconoce la tendencia de la población en las Islas Malvinas (ACAP 2009).

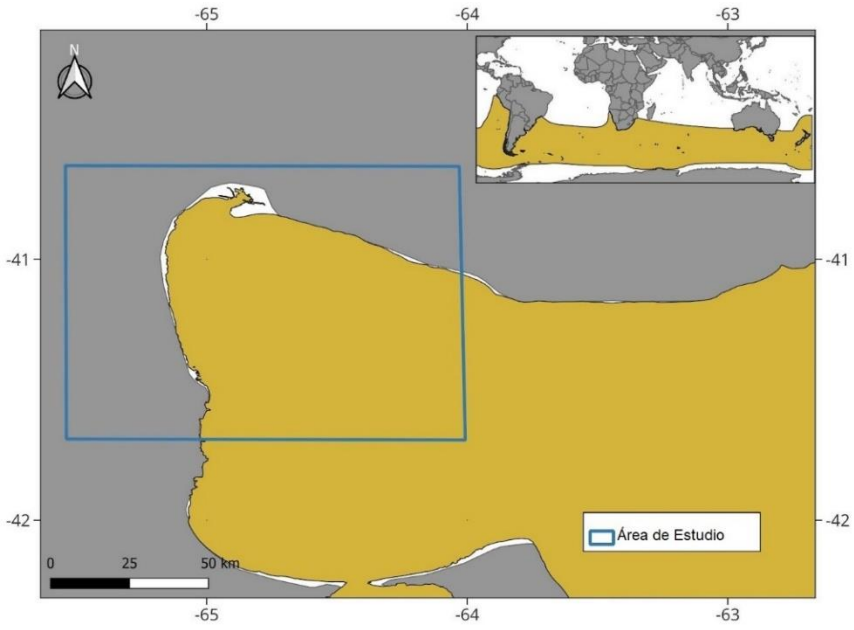


Figura 60. Distribución global del Petrel barba blanca *Procellaria aequinoctialis* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

Es una especie colonial que se reproduce anualmente, y es el petrel más grande que nidifica en cuevas. Cada ciclo reproductivo se extiende ocho meses (ACAP 2009). Dependiendo de la localización de las colonias, las aves retornan a las mismas desde mediados de septiembre hasta mediados de octubre. El tamaño de puesta consiste de un único huevo, el cual es puesto entre mediados de octubre y mediados de noviembre. Los pichones eclosionan desde mediados de diciembre hasta mediados de enero y emancipan aproximadamente 100 días después, desde marzo hasta fines de mayo (Tabla 33). La edad promedio de la primera nidificación es 6 años (ACAP 2009).

La especie se alimenta por zambullida superficial, pero es capaz de bucear aproximadamente hasta 15 metros de profundidad (Huin 1994, Frankish et al. 2021). La especie se asocia en grandes números con las operaciones de pesca comercial, principalmente pesquerías de palangre y arrastre (Cherel et al., 1996; Weimerskirch et al., 1999; Favero et al., 2003, 2011, 2013). La dieta de Procellaria aequinoctialis en las Islas Georgias del Sur está compuesta principalmente por krill (aproximadamente 40% peso fresco), seguida de peces (aproximadamente 30%) y menos proporción de calamar (20-25%) (Berrow y Croxall, 1999). Los anfípodos pueden también ser abundantes en la dieta. Adultos reproductores de las colonias de las Islas Georgias del Sur mostraron una amplia distribución sobre la Plataforma Continental Argentina y su alimentación se concentró en el Río de la Plata, desde la costa hasta el borde del talud (Phillips et al., 2006). Durante la temporada no reproductiva, las aves se distribuyen a lo largo de una amplia área desde el sudeste del Brasil hasta el sur de la Plataforma Patagónica, aunque un bajo porcentaje de aves (20%) lo hace en la región de la corriente de Humboldt. Los reproductores fallidos parecen moverse al sur hacia las Islas Orcadas del Sur (Phillips et al., 2006).

Tabla 33. Ciclo reproductivo general de *Procellaria aequinoctialis*.

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
En las colonias				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puesta de huevos					X	X	X					
Incubación					X	X	X	X	X			
Cuidado de pichones							X	X	X	X	X	

Amenazas

Actualmente la amenaza más seria para la especie en sus sitios reproductivos es la predación por roedores introducidos como la Rata negra *Rattus rattus* y la Rata noruega *Rattus novergicus* en la mayoría de las islas (ACAP 2009). Las amenazas marinas como las operaciones pesqueras constituyen la principal amenaza para la especie, ya que la distribución de este petrel se superpone con un gran número de pesquerías, resultando una de las especies más vulnerables a la mortalidad incidental en pesquerías de palangre y arrastre comercial (Nel et al. 2002, Weimerskirch et al. 2000, Favero et al., 2003; Delord et al., 2005). La exploración de yacimientos de hidrocarburos mediante prospección sísmica 3D afecta la distribución en el mar de la especie en otras áreas del Mar Argentino, como la Plataforma Fueguina (Seco Pon et al. 2019). Otras amenazas provenientes del mar para la especie son: el empetrolamiento del plumaje, las heridas ocasionadas por las redes y otras artes de pesca, la ingestión de basura, el enmallamiento en redes de pesca, y la contaminación con pesticidas organoclorados y metales pesados (ACAP, 2009; Anderson et al., 2010; Seco Pon et al., 2012).

Acciones de Conservación

La especie se encuentra incluida en diversos listados de conservación y planes para sitios reproductivos, tanto a nivel internacional (UNESCO Patrimonio de la Humanidad: Islas Auckland, Isla Campbell e Islas Antipodes; UNESCO Reserva de la Biosfera: Islas Príncipe Eduardo, Islas Crozet e Islas Kerguelen) como a nivel nacional (Plan de Acción Nacional para reducir la interacción de aves con pesquerías en la República Argentina,), incluyendo distintos instrumentos legales en Francia, Nueva Zelandia y Sudáfrica (ACAP, 2009). Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Vulnerable (BirdLife International 2021d) mientras que en Argentina la especie es considerada como Amenazada. La especie se encuentra listada en el Anexo I del Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles.

PARDELA CABEZA NEGRA

(*Ardenna gravis*)

Distribución y población

La pardela cabeza negra tiene una distribución con un rango que varía entre aguas tropicales a aguas polares, con la mayoría de las aves reproductoras presentes en regiones templadas, mientras que la mayoría de las aves no reproductoras utilizan aguas subtropicales y aguas polares (Figura 61). La especie nidifica en el Atlántico Sur en tres islas (Isla Nightingale, Isla Inacessible e Isla Gough) que componen el grupo de islas de Tristan da Cunha y en una isla perteneciente al complejo de Islas Malvinas. Un tercio de la población global nidifica en el grupo de islas Nightingale-Inacessible, mientras que entre 600,000 y 3 millones de pares nidifican en la Isla Gough (Brooke 2004). Una muy baja proporción de la población nidifica en las Islas Malvinas. La población reproductiva total se estima en aproximadamente 15 millones de pares. Se sugiere que la población de la especie permanece estable (BirdLife International 2021e).

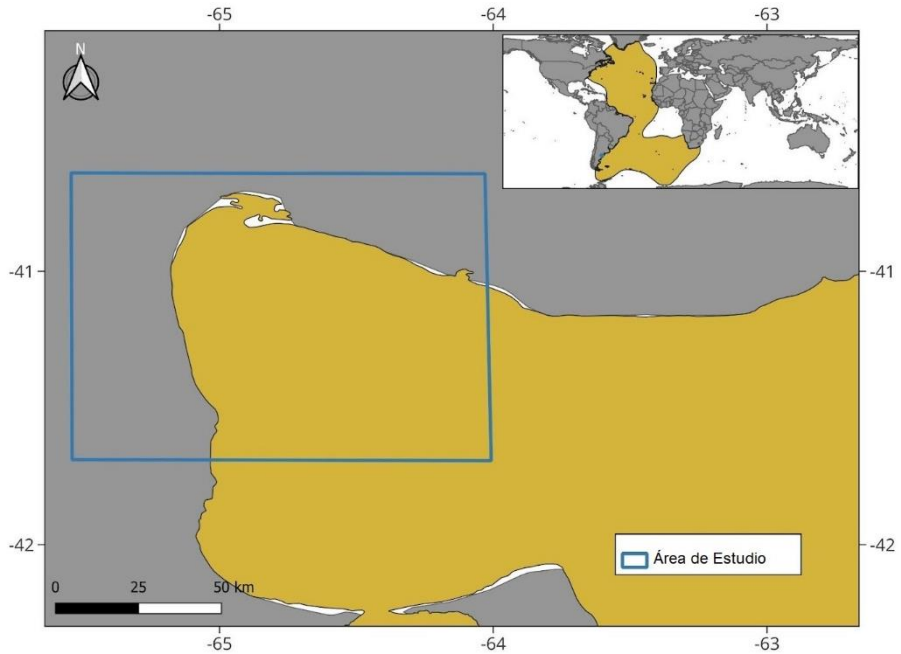


Figura 61. Distribución global de la Pardela cabeza negra *Ardenna gravis* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

El dimorfismo sexual es leve; morfológicamente, las hembras tienden a ser más pequeñas que los machos, particularmente en el largo del ala (Onley y Scofield 2007, Shirihai, 2008). Es una especie que se reproduce anualmente en colonias, abarcando cada ciclo reproductivo entre siete y ocho meses. Dependiendo de la localización de las colonias, las aves retornan a las mismas desde fines de octubre hasta principios de noviembre (Onley y Scofield 2007, Shirihai, 2008). El tamaño de puesta consiste en un único huevo, el cual es puesto entre fines de octubre y fines de noviembre. Los pichones eclosionan desde principios de enero y emancipan desde marzo hasta fines de abril (Tabla 34). Ambas aves adultas se encargan del cuidado del huevo y pichón.

Tabla 34. Ciclo reproductivo general de *Ardenna gravis.*

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
En las colonias					X	X	X	X	X	X	X	X
Puesta de huevos					X	X	X					
Incubación							X	X	X			
Cuidado de pichones								X	X	X	X	

Las aves inmaduras comienzan a retornar a las colonias dos años después de emancipadas. La especie puede vivir aproximadamente 20 años, aunque es probable que su longevidad sea mayor (Onley y Scofield 2007, Shirihai 2008). La Pardela cabeza oscura se alimenta mediante zambullida superficial y buceo de persecución. La especie se asocia en grandes números con las operaciones de pesca comercial (Onley y Scofield 2007, Shirihai 2008). La dieta de *Ardenna gravis* está compuesta principalmente por cefalópodos, calamares, peces y crustáceos (Carboneras 1992). Un elevado porcentaje de muestras recolectadas a partir de aves varadas en Patagonia norte se encontró ítems de origen antrópico (Seco Pon, datos no publicados). Adultos reproductores de las colonias de Tristan da Cunha mostraron una amplia distribución sobre la Plataforma Patagónica, en particular la Zona Económica Exclusiva de Argentina y la región de surgencia de Benguela (Ronconi et al. 2018). Durante la temporada no reproductiva, las aves de las colonias de Tristan da Cunha utilizan las aguas de la Plataforma Patagónica.

Amenazas

La principal amenaza en el mar para la especie consiste en la mortalidad incidental en actividades de pesca comercial en el Océano Atlántico (ICES 2013, Favero et al. 2011, Hatch et al. 2016, Paz et. al 2018, 2019). En sus sitios de nidificación la colecta de pichones y adultos representa la principal amenaza, donde varios cientos de adultos y aproximadamente 50.000 pichones son colectados cada año por isleños en Tristan da Cunha (Carboneras 1992). La exploración de yacimientos de hidrocarburos mediante prospección sísmica 3D afecta la distribución en el mar de la especie en otras áreas del Mar Argentino, como la Plataforma Fueguina (Seco Pon et al. 2019). Otras amenazas provenientes del mar para la especie son: el empetrolamiento del plumaje, las heridas ocasionadas por las redes y otras artes de pesca, la ingestión de basura, el enmallamiento en redes de pesca, y la contaminación con pesticidas organoclorados y metales pesados.

Acciones de Conservación

La especie se encuentra incluida en diversos listados de conservación y planes para sitios reproductivos, tanto a nivel internacional (UNESCO Patrimonio de la Humanidad: Isla Gough, Isla Inaccesible) como a nivel nacional (Plan de Acción Nacional para reducir la interacción de aves con pesquerías en la República Argentina). Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International 2021e). Mientras que, en Argentina, la especie es considerada No Amenazada.

PINGÜINO DE MAGALLANES

(*Spheniscus magellanicus*)

Distribución y población

El Pingüino de Magallanes tiene una distribución circunscrita a islas y costas de Sudamérica, incluyendo las Islas Malvinas (Schiavini et al, 2005, Boersma et al. 2015b). El rango de distribución reproductiva de la especie comprende desde los 55°S hasta los 40°S aproximadamente. En el sector atlántico de Sudamérica, esta especie reproduce desde el cabo de Hornos al Complejo Islote Lobos, en la Provincia de Río Negro (Figura 62). En Argentina, la especie nidifica en 66 islas o grupos de islas oceánicas, por ejemplo, la Isla de los Estados y las Islas Malvinas (Boersma et al. 2015b). Aproximadamente 900.000 pares se reproducen en la costa Argentina, con al menos 100.000 pares nidificando en las Islas Malvinas (BirdLife International 2021f). La colonia de Punta Tombo, en la costa chubutense, representa el principal sitio de nidificación continental de la especie a lo largo de su distribución en el Atlántico. En este sitio la proporción de sexos está sesgada 1,5 machos adultos por cada hembra en la colonia (Boersma et al. 2015b). La población reproductiva total se estima en aproximadamente entre 1,2 y 1,6 millones de pares (Boersma et al. 2015). Se desconocen los tamaños poblacionales y tendencias para las Islas Malvinas y costas del Pacífico. Las tendencias en las poblaciones varían entre colonias y regiones. En Argentina continental, las poblaciones de Punta Tombo y de Isla Leones (Chubut) declinaron sustancialmente, con reducciones que variaron desde 40% y hasta 76% (Boersma 2008, Pozzi et al. 2015). Sin embargo, las colonias en otros sectores de Patagonia se encuentran en incremento, por ejemplo, en la Provincia de Santa Cruz, se ha registrado un aumento de 12% en todas las colonias en un periodo de 20-25 años (Boersma et al. 2015b). Más al sur, la población nidificando en la Isla de los Estados, aumentó en casi 5% en menos de 20 años, mientras que la población de la Isla Martillo en el canal Beagle aumentó 15% a lo largo del mismo periodo (Raya Rey et al. 2014). En las costas de Patagonia norte (provincias de Chubut y Río Negro), la tendencia poblacional para 28 colonias de la especie (42% de las colonias conocidas) muestra un decrecimiento aproximado de 1%, indicando que en este sector la población es relativamente estable (García-Borboroglu et al. 2010). A nivel general, el área de distribución reproductiva de la especie se está expandiendo hacia el norte (Schiavini et al. 2005, Pozzi et al. 2015).

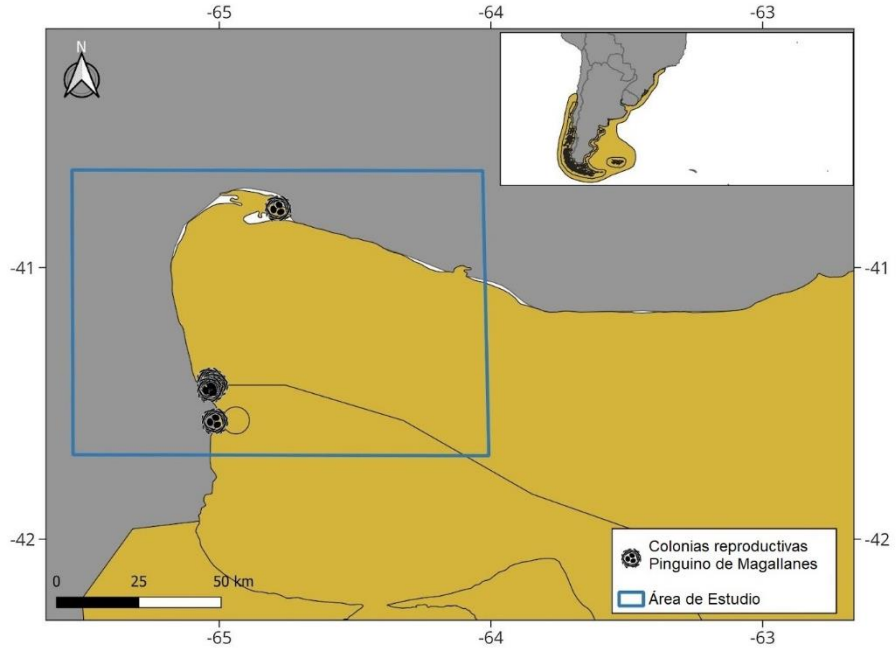


Figura 62. Distribución global del Pingüino de Magallanes *Spheniscus magellanicus* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

La especie exhibe un leve dimorfismo sexual en el tamaño corporal (Scolaro et al. 1983, Gandini et al. 1992, Forero et al. 2001); morfológicamente, los machos son generalmente más grandes, con picos más anchos y cloacas más pequeñas que las hembras. Sin embargo, este dimorfismo puede no ser visualmente reconocido durante la etapa no reproductiva (Scolaro et al. 1983). Es una especie que se reproduce anualmente en colonias de densidad variable (rango = 1-81 nidos/100m2), abarcando cada ciclo reproductivo entre siete y ocho meses (Schiavini et al. 2005). Dependiendo de la localización de las colonias, las aves retornan a las mismas desde agosto hasta fines de septiembre (Schiavini et al. 2005, Boersma et al. 2015b). El tamaño de puesta consiste de dos huevos, los cuales son puestos entre fines de septiembre y principios de octubre. Los pichones eclosionan desde principios de noviembre y emancipan desde febrero hasta fines de abril (Tabla 35). Ambos padres se alternan en la incubación. El éxito de eclosión es variable entre colonias y entre años.

Tabla 35. Ciclo reproductivo general de *Spheniscus magellanicus.*

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
En las colonias			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puesta de huevos				X	X							
Incubación				X	X	X						
Cuidado de pichones						X	X	X	X	X	X	

Dependiendo de la disponibilidad de alimento, puede existir la reducción de nidada, y el pichón de mayor tamaño, generalmente el primero en eclosionar, recibe más alimento (Blanco et al., 1996). Las aves juveniles abandonan el nido por lo general entre enero y marzo, y se sugiere que pasan junto con los adultos desde mayo hasta agosto siguiendo los movimientos hacia el norte de su principal presa, la anchoíta *Engraulis anchoita* (Stokes et al., 1998; Boersma et al., 2009. Las aves inmaduras comienzan a retornar a las colonias dos años después de emancipados. Los pingüinos son aves longevas, en el caso de la especie, puede vivir aproximadamente 30 años.

El pingüino de Magallanes se alimenta mediante buceo; este puede ocurrir entre los 20 y 30 metros de profundidad (Simeone y Wilson, 2003). La anchoíta constituye en promedio casi 50% de la dieta en aves juveniles (1-2 años de vida), 76% en pichones y 69% y 67% en machos y hembras adultos respectivamente durante la temporada reproductiva en el litoral marítimo (Forero et al., 2002; Yorio et al., 2017). Existe un uso diferencial de recursos durante todo el ciclo anual de la especie a nivel sexual y etario (Forero et al., 2002; Silva et al., 2014). Más al sur, la dieta de la especie incluye principalmente sardina fueguina *Sprattus fuegensis* (Scioscia et al., 2014; Boersma et al., 2015b). En colonias más distanciadas como, por ejemplo, las Islas Malvinas la dieta de estas aves incluye, durante la temporada reproductiva, principalmente pequeños calamares (Weiss et al., 2009). Un escaso porcentaje de muestras recolectadas en la provincia de Buenos Aires mostró ítems de origen antrópico (Seco Pon et al., datos no publicados). Adultos reproductores de las colonias de Patagonia mostraron una amplia distribución sobre regiones costeras de la Plataforma Continental Argentina y su alimentación se desarrolló exclusivamente dentro aguas costeras y de plataforma media. Algunos individuos procedentes de las colonias del norte o bien más australes permanecen en el sur de Argentina (Stokes et al., 1998; Pütz et al., 2000, 2007; García Borboroglu et al., 2010; Stokes et al., 2014; Boersma et al., 2015b, Yamamoto et al., 2019; Barrionuevo et al., 2020). Durante la temporada no reproductiva, las aves utilizan las mismas áreas de alimentación que ocuparon durante la etapa de crianza de pichones. Las aves reproduciéndose en Patagonia son residentes de la Plataforma Patagónica durante todo el año. La gran mayoría (> 90%) de los pingüinos presentes en áreas de invernada de la costa de Patagonia Norte y otros sitios más alejados como Brasil son aves juveniles (ver García Borboroglu et al., 2006; Vanstreels et al., 2013; entre otros).

Amenazas

El Pingüino de Magallanes enfrenta diversas amenazas de origen natural y antrópico. Sin embargo, las amenazas de origen antrópico son las que mayor impacto ocasionan sobre las poblaciones de pingüinos (Boersma et al., 2015b). Entre ellas se incluyen las capturas incidentales y enmallamientos, la competencia con las pesquerías por las presas, la polución por petróleo, la colecta de huevos y ejemplares, los cambios en el uso de la tierra y el turismo no regulado. Las actividades humanas en el mar como la pesca comercial impactan sobre las poblaciones de pingüinos a través de la mortalidad incidental principalmente en redes de pesca (ver Seco Pon et al., 2013; Crawford et al., 2017). La especie se alimenta en zonas que se superponen con las áreas de pesca de arrastre en el centro de Patagonia (Yorio et al., 2010). La contaminación por hidrocarburos, vía naufragios y derrames de hidrocarburos, es una de las mayores causas de muerte de pingüinos a nivel global, incluida *Spheniscus magellanicus* (Gandini et al., 1994; García Borboroglu et al. 2006, 2010). La exploración de yacimientos de hidrocarburos mediante prospección sísmica 3D afecta la distribución en el mar de la especie en otras áreas del Mar Argentino, como la Plataforma Fueguina (Seco Pon et al., 2019). Finalmente, la variación climática, expresada en fenómenos de El Niño, evento climático originado por el calentamiento global, impacta sobre la productividad oceánica, lo cual a su vez se ve reflejado en un mayor esfuerzo de búsqueda de alimento por parte de algunas especies de pingüinos (Boersma et al., 2015b), incluida *Spheniscus magellanicus* (Boersma 2008). Otras amenazas provenientes del mar para la especie son: la ingestión de basura y la contaminación con pesticidas organoclorados y metales pesados (Quadri Adrogué et al. 2021).

Acciones de Conservación

La especie se encuentra incluida en diversos listados de conservación y planes para sitios reproductivos, tanto a nivel internacional (UNESCO Reserva de la Biosfera: todas las colonias en la Provincia de Chubut) como a nivel nacional (Plan de Acción Nacional para reducir la interacción de aves con pesquerías en la República Argentina, Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral y la Reserva Natural Silvestre Isla de los Estados), incluyendo distintos instrumentos legales en Chile. Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International, 2021f). Mientras que, en Argentina, la especie es considerada Vulnerable.

GAVIOTA COCINERA

(*Larus dominicanus*)

Distribución y población

La Gaviota Cocinera se reproduce en zonas costeras e islas de gran parte del Hemisferio Sur. La especie nidifica en varias islas sub-antárticas y en la Península Antártica, en la costa sur de Australia y en toda Nueva Zelanda, en la costa sur de África y Madagascar y en la costa de Sudamérica desde el norte de Ecuador hasta el sur de Brasil (del Hoyo et al., 1992) (Figura 63). La población global se estima en 3.300.000-4.300.000 de individuos (BirdLife International, 2021g) En Argentina, la especie nidifica en 66 islas o grupos de islas oceánicas, por ejemplo, la Isla de los Estados y las Islas Malvinas (Yorio et al. 2005). En el área del proyecto presenta dos grandes núcleos reproductivos en el Golfo San Matías, uno localizado al norte en la Bahía de San Antonio (islote Novaro y Canal Escondido) y otro más al sur en el complejo Islote Lobos (islote La Pastosa e Isla de los Pájaros) (Figura 63).

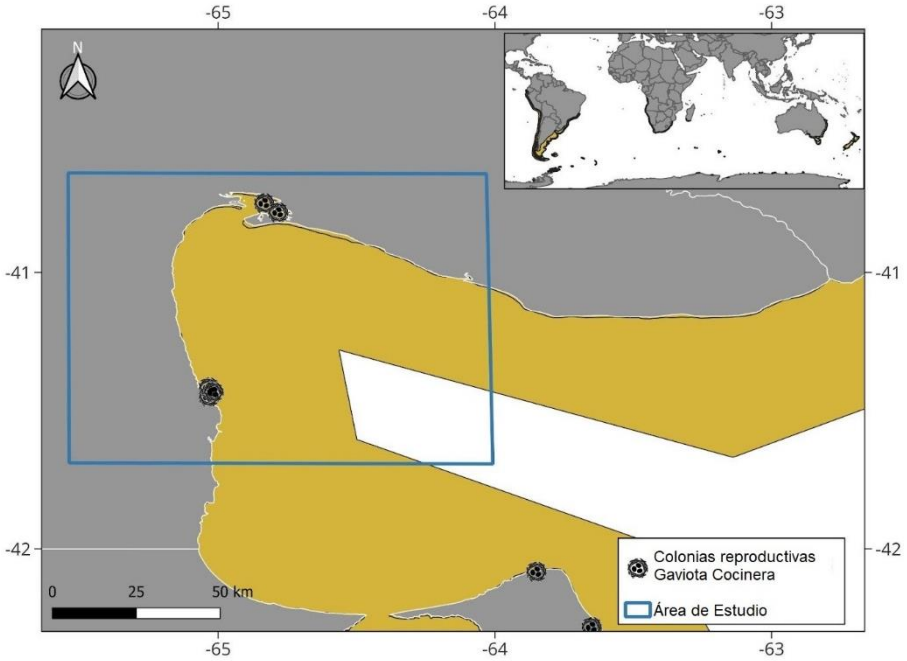


Figura 63. Distribución global de la Gaviota cocinera *Larus dominicanus* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

Aunque la especie es considerada sedentaria muchas poblaciones del sur migran hacia el norte luego de la estación reproductiva (del Hoyo et al., 1996). El ciclo reproductivo se extiende desde fines de septiembre hasta enero (Tabla 36).

Tabla 36. Ciclo reproductivo general de *Larus dominicanus.*

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
En las colonias				X	X	X	X	X				
Puesta de huevos					X	X						
Incubación					X	X	X					
Cuidado de pichones						X	X	X				

Las colonias están formadas por varios centenares de parejas, aunque también pueden reproducir de manera solitaria y ser gregarios fuera de la temporada reproductiva (del Hoyo et al., 1992; Hockey et al., 2005; Yorio et al., 2005). La especie frecuenta puertos costeros, bahías, estuarios, playas y costas rocosas. Usualmente se alimenta dentro de los 10 km de la costa, aunque se la ha registrado asociada a barcos pesqueros más allá de la plataforma continental (del Hoyo et al. 1992, Higgins and Davies, 1996; Yorio et al., 2005). También utiliza para alimentare y descansar hábitats continentales cercanos a la costa incluyendo lagunas, lagos ríos, arroyos, áreas de cultivo, entre otros (Higgins and Davies, 1996; Hockey et al., 2005; Yorio et al., 2005). La especie también se alimenta en las desembocaduras de aguas residuales, mataderos, plantas de procesamiento de pescado y basurales urbanos (del Hoyo et al., 1992; Yorio et al., 2005).

Los hábitats reproductivos incluyen cabos; acantilados; afloramientos rocosos; islas en alta mar; arrecifes; penínsulas; marismas; médanos; los techos de edificios costeros; plataformas de guano; muelles; sobre la línea de marea alta en playas de arena o roca e islas en estuarios y lagunas (del Hoyo et al., 1992; Higgins y Davies, 1996; Hockey et al. 2005; Yorio et al., 2005).

Su dieta consiste en moluscos, equinodermos, esponjas, artrópodos, macrozooplancton, peces, gusanos, reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, aves y granos (Hockey et al., 2005; Yorio et al., 2005). La Gaviota cocinera también posee hábitos carroñeros utilizando recursos provenientes de carroña y desechos (Hockey et al., 2005). En cuanto a la formación de los nidos son estructuras voluminosas compuestas de plantas secas o algas emplazadas sobre roca descubierta, arena o sustratos fangosos en sitios vegetados (del Hoyo et al. 1992, Higgins y Davies 1996).

Amenazas

La especie se encuentra potencialmente amenazada por derrames de petróleo (Parsons y Underhill, 2005), y es susceptible al cólera y botulismo aviar (Blaker, 1967; Hockey et al., 2005; Leotta et al., 2006). La especie también es capturada incidentalmente por barcos arrastreros comerciales (Gonzalez-Zevallos et al., 2007). Sin embargo, ninguna de estas amenazas posee un efecto en las poblaciones actuales. La exploración de yacimientos de hidrocarburos mediante prospección sísmica 3D afecta la distribución en el mar de la especie en otras áreas del Mar Argentino, como la Plataforma Fueguina (Seco Pon et al., 2019). Otras amenazas provenientes del mar para la especie son: la ingestión de basura y la incorporación de la misma en áreas de nidificación, así como también el enmalle de individuos en basura en áreas de nidificación (Yorio et al., 2014, 2020; Seco Pon y Pereyra, 2021).

Acciones de Conservación

La especie se encuentra incluida en diversos listados de conservación y planes para sitios reproductivos a nivel internacional (UNESCO Reserva de la Biosfera: todas las colonias en la Provincia de Chubut) como a nivel nacional (Plan de Acción Nacional para reducir la interacción de aves con pesquerías en la República Argentina, Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral y la Reserva Natural Silvestre Isla de los Estados). Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International, 2021g) mientras que en Argentina la especie es considerada No Amenazada.

GAVIOTÍN SUDAMERICANO

(*Sterna hirundinacea*)

Distribución y población

El Gaviotín Sudamericano se distribuye enteramente en la porción sur del continente americano, abarcando las costas del Pacífico sur (Perú y Chile) y del Atlántico sur (Argentina, incluyendo la Isla Grande de Tierra del Fuego, Uruguay y centro-sur de Brasil (del Hoyo et al. 1992, Yorio 2005). La población de las costas patagónicas se diferencia levemente en términos de estructura genética de las poblaciones de las costas de Brasil (Faria et al. 2010).

En Argentina, se distribuye a lo largo del país, incluyendo las Islas Malvinas (Narosky e Yzurieta 2010). Para esta especie se cuenta con registros de nidificación desde la Isla Jabalí en el sur de la provincia de Buenos Aires hasta la Isla Conejo, en el Canal Beagle (Yorio 2005). La mayor proporción de la población total en nuestro país nidifica en áreas costeras de Patagonia central (Yorio 2005). En las costas de la provincia de Río Negro, la especie cuenta con registros de nidificación confirmados en diversos islotes comprendidos dentro de la Bahía de San Antonio (Punta Verde y Canal Escondido) y en Punta Pozos (Yorio 2005). También se reproduce en la Isla de los Pájaros en el complejo (Yorio 2005) (Figura 64). Hay escasos registros de la especie nidificando en ambientes fluviales de la provincia de Río Negro (Petracci y Pérez 1997). La población total de la especie ha sido estimada entre 250.000 y 1.000.000 individuos (BirdLife International 2018a). En Argentina, la abundancia de la especie ha sido estimada en aproximadamente 17.500 parejas reproductivas (Yorio 2005).

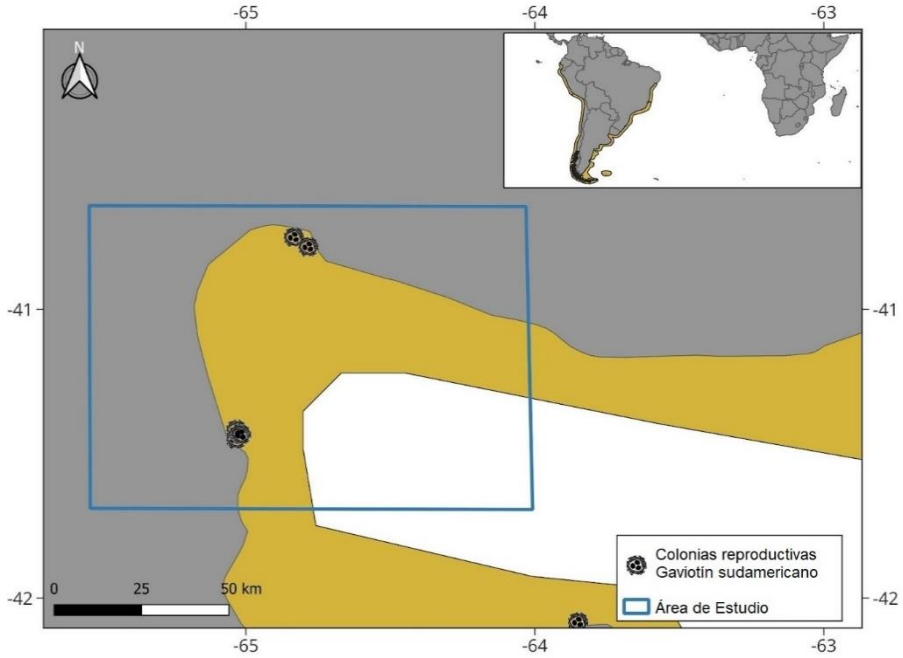


Figura 64. Distribución global del Gaviotín Sudamericano *Sterna hirundinacea* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

El dimorfismo sexual es pronunciado; en Patagonia Argentina morfológicamente los machos muestran mayores tamaños de pico y cabeza que las hembras (Lisnizer et al. 2014). No hay evidencias de dimorfismo sexual a nivel del plumaje en la especie. El formato de reproducción es anual, en colonias de densidad variable (desde unos pocos a varios miles de individuos), y el ciclo reproductivo en Patagonia abarca en total unos 85 días durante la estación de primavera, esto es desde octubre a enero (Scolaro et al. 1996, Yorio 2005) (Tabla 37). En otras localidades de nidificación emplazadas al norte, como en Brasil, el ciclo reproductivo comienza antes, durante la estación de otoño (Hogan et al. 2010).

Tabla 37. Ciclo reproductivo general de *Sterna hirundinacea.*

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
En las colonias						X	X	X				
Puesta de huevos						X	X	X				
Incubación						X	X	X	X			
Cuidado de pichones							X	X	X			

Se desconoce si en aves adultas de la Patagonia Argentina ambos sexos regresan a reproducirse a su colonia de origen. Un sistema reproductivo monógamo, con cuidado biparental caracteriza a la especie (Scolaro et al. 1996, Yorio 2005). Las aves reproductoras utilizan principalmente zonas costeras, ya sea islas o la costa propiamente dicha, para emplazar sus nidos en zonas libres de vegetación o entre vegetación de baja o mediana altura (Yorio 2005, de la Peña 2015). El nido es en líneas generales una oquedad en el suelo, generalmente sin revestimiento de material de nidificación, aunque en ocasiones contiene algo de material vegetal (Yorio 2005, Hogan et al. 2010, de la Peña 2015). Cada nido es construido y ocupado por una sola pareja de esa temporada reproductiva. Las hembras tienen una única postura de dos huevos, raramente tres, por temporada reproductiva. La incubación en Patagonia Argentina dura aproximadamente 22 días (Scolaro et al. 1996). En Patagonia norte, los pichones eclosionan en el mes de diciembre (Scolaro et al. 1996, Fernández Ajó et al. 2011). Los pichones son nidífugos y eclosionan de manera asincrónica (Scolaro et al. 1996, Yorio 2005). Una vez eclosionados permanecen en el nido aproximadamente un mes hasta su emancipación. Las aves adultas abandonan la colonia en febrero o marzo. La especie tiene tendencia a abandonar el nido durante los primeros días de la incubación si el disturbio es muy intenso, así como también exhibe una tendencia a alternar el uso de las zonas de nidificación entre temporadas reproductivas (Yorio 2005).

En líneas generales, los sitios de alimentación se encuentran cercanas a los sitios de nidificación, siempre que las condiciones meteorológicas sean adecuadas (Gatto y Yorio 2016). Los gaviotines sudamericanos son considerados migrantes latitudinales (Azuaje-Rodríguez et al. 2024). Con fines alimenticios, los gaviotines sudamericanos frecuentan ambientes de agua poco profunda donde realizan zambullidas superficiales como técnica de alimentación (Gatto et al. 2008). La especie se alimenta de pequeños peces y crustáceos y en Patagonia Argentina al menos 12 especies de presas han sido identificadas como componentes de su dieta durante la temporada reproductiva, siendo *Engraulis anchoita* y *Odonthestes argentinensis* las principales presas consumidas (Fernández Ajó et al. 2011). No existe información al momento que permita establecer posibles diferencias en la dieta de hembras y machos durante la temporada reproductiva. En áreas de invernada de la provincia de Buenos Aires, Uruguay y sur de Brasil el Gaviotín Sudamericano también se alimenta de peces, principalmente *E. anchoita*, aunque también incorpora otras especies de peces óseos en su dieta (Favero et al. 2000, Bugoni y Vooren 2004, Alfaro et al. 2011).

Durante la temporada no reproductiva, parte de la población de gaviotines sudamericanos en el Atlántico realiza desplazamientos latitudinales desde Patagonia hacia zonas costeras de Uruguay y Brasil (Azuaje-Rodríguez et al. 2024). No está del todo dilucidado a escala de colonia si las aves utilizan las mismas áreas de alimentación que ocuparon durante la etapa de crianza de pichones o realizan desplazamientos hacia otras zonas. Las aves reproduciéndose en Patagonia Argentina son residentes durante todo el año (Yorio 2005).

Amenazas

La principal amenaza que enfrenta esta especie se cree que es la perturbación debido al turismo, con una colonia reproductora en el Lago Calafquén aparentemente abandonada debido a la perturbación de turistas que se bañan y utilizan motos de agua (Falabella et al. 2019). El turismo también ha aumentado notablemente en la costa argentina, y esto presumiblemente ha tenido un efecto perjudicial en al menos algunas colonias reproductoras (del Hoyo et al. 1992). Se ha registrado que los visitantes de las colonias de gaviotines sudamericanos en Argentina pisan los nidos y causan el abandono de las colonias, e incluso conducen vehículos 4x4 a través de los sitios de anidación (Yorio et al. 2001). La recolección de huevos ha sido anteriormente un problema en las colonias en Espírito Santo, Brasil y puede haber contribuido al declive de la población chilena (Falabella et al. 2019). En áreas de invernada del litoral marítimo bonaerense, la especie sufre de cleptoparasitismo por parte de *Larus dominicanus* (Seco Pon y Morettini 2009).

Acciones de Conservación

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International 2018a) mientras que en Argentina la especie es considerada No Amenazada (MADyS/AA 2017). La especie no se encuentra listada en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

BIGUÁ

(*Nannopterum brasilianus*)

Distribución y población

El Biguá se distribuye ampliamente en la Región Neotropical, abarcando desde el sur de E.E.U.U. hasta Cabo de Hornos, tanto en las costas del Pacífico sur como del Atlántico sur (del Hoyo et al. 1992, Frere et al. 2005). Existe información concerniente a la caracterización molecular del ADN mitocondrial en la especie (Rodrigues et al. 2017), pero al momento no se cuenta con evidencias que permitan inferir estructuración genética en la misma. En Argentina, el Biguá se distribuye a lo largo del país, incluyendo las Islas Malvinas (Narosky e Yzurieta 2010). A lo largo del litoral marítimo argentino, la especie se reproduce en 13 colonias distribuidas desde el complejo Islote Lobos en Río Negro hasta el estuario de Río Gallegos en Santa Cruz (del Hoyo et al. 1992, Frere et al. 2005). En las costas de la provincia de Río Negro, el Biguá cuenta con registros de nidificación confirmados únicamente en el complejo Islote Lobos (Frere et al. 2005) (Figura 65). La población total de la especie ha sido estimada en 2.000.000 de individuos (BirdLife International 2018b). En las costas patagónicas de Argentina se estimó a mediados de la década de 1990 una población reproductiva total de 1200 parejas (Yorio et al. 1998, Frere et al. 2005).

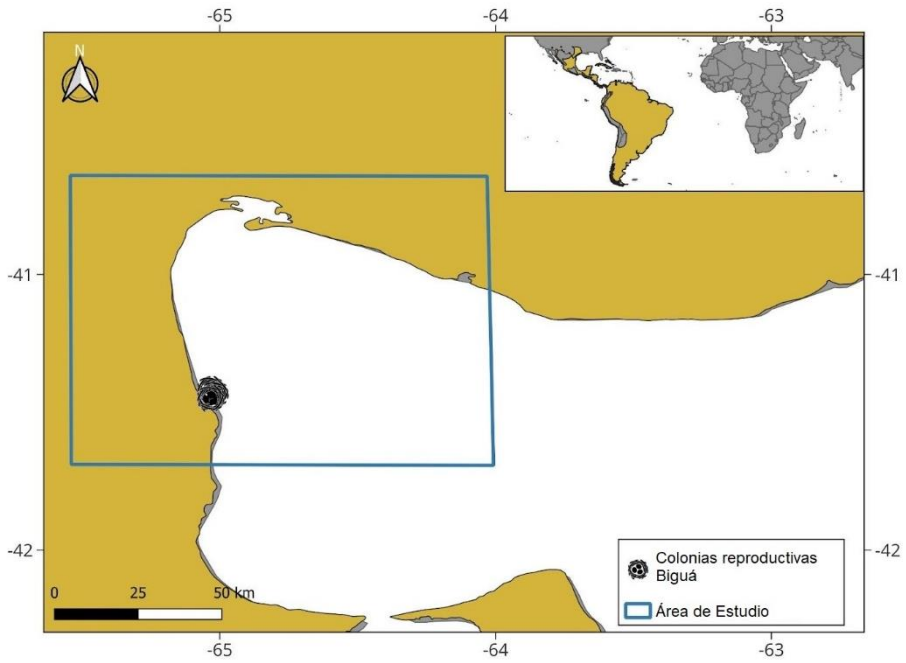


Figura 65. Distribución global del Biguá *Nannopterum brasilianus* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

No hay evidencias de dimorfismo sexual a nivel fenotípico en la especie (tanto a nivel morfométrico como de plumaje); el dimorfismo sexual ocurre a nivel genético (Rodrigues et al. 2017). La especie exhibe un modo de reproducción anual, con uno o dos eventos reproductivos dependiendo del sitio y año de nidificación y en colonias de densidad variable (desde unos pocos a varios cientos de individuos) (Frere et al. 2005). En Patagonia Argentina el ciclo reproductivo abarca desde noviembre/diciembre hasta febrero/marzo (Tabla 38).

Tabla 38. Ciclo reproductivo general de *Nannopterum brasilianus.*

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
En las colonias				X	X	X	X	X	X	X		
Puesta de huevos					X	X	X					
Incubación						X	X	X				
Cuidado de pichones							X	X	X	X		

Se desconoce si en aves adultas de la Patagonia Argentina ambos sexos regresan a reproducirse a su colonia de origen. El retorno de las aves inmaduras a las colonias comienza aproximadamente ocho años después de emancipados. La edad promedio de la primera nidificación se estima en dos años (Malacalza y Navas 1996). Un sistema reproductivo monógamo, con cuidado biparental caracteriza a la especie (Conde-Tinco y Iannacone 2013). Las aves reproductoras utilizan principalmente zonas costeras, ya sea islas o la costa propiamente dicha, para emplazar sus nidos en zonas preferentemente con vegetación baja o mediana altura (i.e. *Atriplex* sp. y *Suaeda* sp.) (Frere et al. 2005, Conde-Tinco y Iannacone 2013, de la Peña 2015). El nido es en líneas generales una estructura cónica de gran tamaño (casi 40 cm de perímetro externo promedio) con revestimiento de material de nidificación compuesto principalmente por material vegetal y animal (Quintana et al. 2002, Frere et al. 2005, de la Peña 2015). Cada nido es construido y ocupado por una sola pareja de esa temporada reproductiva. Las hembras tienen una única postura de tres huevos, a veces hasta cuatro, por temporada reproductiva. La incubación en Patagonia Argentina dura aproximadamente 27 días (Quintana et al. 2002). En Patagonia norte, los pichones eclosionan a fines de noviembre o mediados de diciembre de acuerdo a la ubicación de la colonia (Quintana et al. 2002). Los pichones son altriciales y eclosionan de manera asincrónica (Frere et al. 2005). Una vez eclosionados permanecen en el nido unas 11 semanas hasta su emancipación, donde son alimentados por ambos miembros de la pareja (Frere et al. 2005, Conde-Tinco y Iannacone 2013). La especie tiene tendencia a abandonar el nido durante las etapas de puesta, incubación y cuidados tempranos si el disturbio es muy intenso (Frere et al. 2005).

En líneas generales, los sitios de alimentación se encuentran en aguas costeras y de poca profundidad en relación con los sitios de nidificación (<1,3 km y <10 metros de profundidad, respectivamente) (Quintana et al. 2004). Los biguás son considerados migrantes latitudinales (Frere et al. 2005, Conde-Tinco y Iannacone 2013). Con fines alimenticios, la especie frecuenta cuerpos de agua, i.e. ríos, arroyos, lagunas, costas de mar donde realizan buceos como técnica de alimentación. La información disponible indica que dichos buceos en Patagonia norte son de corta duración, con intervalos en superficie también de corta duración (Quintana et al. 2004). El Biguá es una especie netamente piscívora, y en ambientes marinos de la Patagonia Argentina se alimenta de peces de hábitos bentónicos. La especie presenta una dieta de características similares en ambientes continentales de Patagonia (Casaux et al. 2009), así como también en ambientes marino-costeros del sur bonaerense (Petracci et al. 2009). No existe información al momento que permita establecer posibles diferencias en la dieta de hembras y machos durante la temporada reproductiva. Durante la temporada no reproductiva, no está del todo dilucidado si parte de la población de biguás en el Atlántico realiza desplazamientos latitudinales desde Patagonia hacia zonas costeras de Uruguay y Brasil. Tampoco está del todo dilucidado a escala de colonia si las aves utilizan las mismas áreas de alimentación que ocuparon durante la etapa de crianza de pichones o realizan desplazamientos hacia otras zonas. Las aves reproduciéndose en Patagonia Argentina son residentes durante todo el año (Frere et al. 2005).

Amenazas

El disturbio ocasionado por actividades humanas puede ocasionar que las aves adultas abandonen el nido, dejando los huevos expuestos a depredadores (Morrison et al. 1979), aunque el efecto de este disturbio no siempre desencadena dicha respuesta. Aves rapaces y otras aves marinas como *Larus dominicanus* predan sobre huevos y pichones de la especie (Salvador 2016).

Acciones de Conservación

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International 2018b) mientras que en Argentina la especie es considerada No Amenazada (MADyS/AA 2017). La especie no se encuentra listada en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

AVES NO MARINAS

A continuación, se detallan especies de aves no marinas clave que merecen ser destacadas dado que utilizan algunas de las áreas naturales protegidas enmarcadas dentro del área del proyecto durante alguna etapa de su ciclo vital, tanto como sitios de nidificación como de alimentación o reaprovisionamiento.

LORO BARRANQUERO

(*Cyanoliseus patagonus*)

Distribución y población

El Loro barranquero se distribuye únicamente en el cono sur de Sudamérica, con las aves reproductoras ocurriendo en regiones templadas de Argentina y Chile, mientras que durante la temporada no reproductiva la especie se desplaza hacia el norte, arribando incluso hasta Uruguay (Figura 66).

En Argentina, la distribución del Loro barranquero abarca desde el noroeste hasta la provincia de Santa Cruz (Narosky e Yzurieta, 2010). Se reconocen tres fenotipos: *C. p. andinus* (NO hasta Mendoza), *C. p. patagonus* (centro de Argentina hasta Chubut) y *C. p. conlara* (San Luis y Córdoba), cuyas poblaciones reproductivas fueron estimadas entre 2007-2008 en 4000, 86.000 y 1700 individuos respectivamente (Masello et al. 2011). Junto con C. p. bloxhmai – endémica de Chile – la población global fue estimada en 95.000 individuos reproductores. El fenotipo presente en el área del proyecto corresponde a *C. p. patagonus*, para la cual se han estimado un total de 43.330 nidos distribuidos en 51 colonias principales, las cuales contienen entre 40 y 50 nidos (Masello et al. 2011). *C. p. patagonus* ha sufrido una reducción de un 50% de la población localizada en el sur bonaerense a mediados de la década del 70; actualmente la misma muestra signos de lenta recuperación (Grilli et al. 2012). El 94% de la población total corresponde al fenotipo *C. p. patagonus* y el 76% de los individuos de Argentina nidifican en una sola colonia en la provincia de Río Negro (El Cóndor; Masello et al. 2006, 2011). Las otras colonias reproductivas en dicha provincia incluyen aquellas ubicadas en Viedma y en Las Grutas. En Argentina, la población total se encuentra disminuyendo (Masello et al. 2006, BirdLife International 2018c).

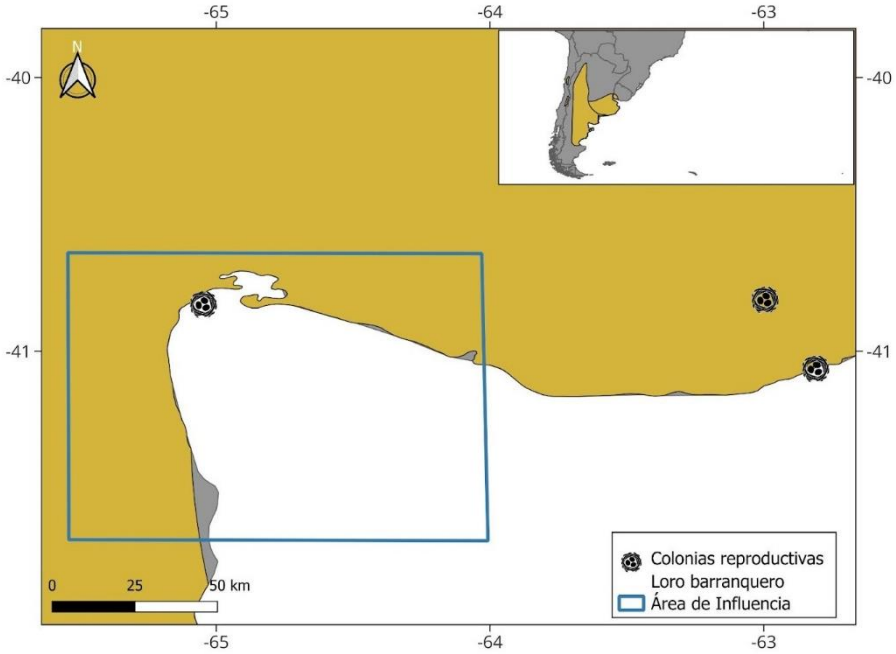


Figura 66. Distribución global del loro barranquero *cyanoliseus patagonus* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

El dimorfismo sexual es leve; morfológicamente para el caso de la colonia de El Cóndor, los machos son hasta 5% más grandes que las hembras (Masello y Quillfeldt 2003). Las aves son sexualmente monocromáticas en su plumaje, pero existe en la especie un dicromatismo sexual oculto en el mismo (Masello et al. 2009). Es una especie que se reproduce anualmente en colonias de alta densidad (en algunos casos en el orden de miles de individuos), abarcando el ciclo reproductivo entre septiembre/octubre y enero/febrero. En aves adultas del noreste de la Patagonia Argentina ambos sexos regresan a reproducirse a su colonia de origen. Las aves inmaduras comienzan a retornar a las colonias aproximadamente cinco años después de emancipados. La edad promedio de la primera nidificación se estima en dos años (Masello y Quillfeldt 2012). La especie muestra un sistema reproductivo genéticamente monógamo, con un intenso cuidado biparental (Masello et al. 2002).

Las aves reproductoras utilizan tanto estructuras naturales (i.e. acantilados en áreas alejadas o cercanas a centros urbanos como el caso de El Cóndor y Las Grutas respectivamente) (Masello et al. 2016, Amione et al. 2024) como artificiales (i.e. barrancos a lo largo de rutas y canteras en el sur bonaerense) (Tella et al. 2014, Lera et al. 2023) para emplazar sus nidos. Los nidos son excavados en el sustrato y se utilizan nidos excavados en temporadas anteriores, los cuales son reacondicionados año a año. Algunos nidos llegan a medir hasta 3 m de profundidad, aunque la profundidad promedio de los mismos es de 1.5 m de profundidad (Masello y Quillfeldt 2003). Cada nido es ocupado por una sola pareja y sus pichones de esa temporada reproductiva. Los nidos terminan en una cámara donde los huevos son puestos sobre el suelo desnudo para ser incubado (Masello et al. 2006). Las hembras tienen una única postura de no más de cinco huevos por temporada reproductiva. La incubación, que dura aproximadamente 24 días, la realiza la hembra mientras el macho provee de alimento. En El Cóndor los pichones nacen entre fines de octubre y fines de noviembre, son altriciales y eclosionan de manera asincrónica. Una vez eclosionados permanecen en el nido entre 53-68 días hasta su emancipación (Masello y Quillfeldt 2012). Luego de la emancipación, las aves juveniles son alimentadas por sus parentales durante aproximadamente cuatro meses (Masello y Quillfeldt 2003). La especie tiene tendencia a abandonar el nido durante los primeros días de la incubación si el disturbio es muy intenso (Masello y Quillfeldt 2012). La provisión de alimento a las crías la realizan las aves adultas entre tres y seis veces al día con un pico pronunciado de actividad durante la mañana (Masello et al. 2016).

Las aves adultas se trasladan en bandadas compuestas por más de 250 individuos hacia sus sitios de alimentación a primeras horas de la mañana, mientras que durante el día las aves se desplazan en bandadas más reducidas realizando entre 1 y 4 viajes hacia dichas áreas. El tamaño de bandada más frecuente es dos, por lo que la pareja es la unidad social básica durante la temporada reproductiva. Las aves adultas se trasladan entre 58 km (en dirección noreste) y 69 km (en dirección noroeste) desde sus colonias hacia las áreas de alimentación, volando a un promedio de 40 km-1 (Masello et al. 2016).

La especie se alimenta de frutas y semillas de diferentes variedades de plantas. En Patagonia Argentina, las bayas (*Empetrum rubrum, Condalia microphylla, Lycium sp.* y *Discaria sp., Schinus johnstonii*) (Forshaw 1989, de la Vega 2003) se han reportado como parte importante de su dieta. En la región de El Cóndor, se ha observado a la especie alimentándose de semillas de cardos (*Silybum marianum, Carduus thoermeri, Xanthium spinosum* y *X. kravanilesii*) y semillas de otras plantas silvestres como *Avena fatua*, *Rumex crispus* (Masello et al. 2006). Plantas y otros materiales vegetales blandos que crecen en cultivos también forman parte del espectro alimentario de la especie (Forshaw 1989, Masello y Quillfeldt 2004). La especie dispersa semillas por estomatocoria (i.e. dispersión vía transporte externo con picos y abandono luego del consumo) (Tella et al. 2015) y participa en la dispersión del arbusto *Balsamocarpon brevifolium* (Stoll et al. 2015). No existe información al momento que permita establecer posibles diferencias en la dieta de hembras y machos durante la temporada reproductiva.

Durante la temporada no reproductiva, no está del todo dilucidado a escala de colonia si las aves utilizan las mismas áreas de alimentación que ocuparon durante la etapa de crianza de pichones o realizan desplazamientos hacia otras zonas. Las aves reproduciéndose en Patagonia Argentina son residentes durante todo el año (Masello y Quillfeldt 2012).

Amenazas

Un número de diferentes amenazas de origen antropogénico han sido identificadas para *C. p. patagonus* en varios sitios de nidificación. Estas amenazas incluyen: persecución por ser considerada injustificadamente plaga de la agricultura (Failla et al. 2008, Grilli et al. 2012, Sánchez et al. 2016), captura intensiva para comercio nacional e internacional de mascotas (Masello et al. 2011, Grilli et al. 2012), caza deportiva (Grilli et al. 2012), destrucción de nidos y dormideros (Grilli et al. 2012) y pérdida y degradación de su hábitat natural (Masello y Quillfeldt 2012). El disturbio de otras actividades humanas tales como el turismo de sol y playa en áreas reproductivas han sido documentado únicamente en Las Grutas (Amione et al. 2024). La predación de loros barranqueros en las colonias es principalmente por otras aves y ha sido registrado en Río Negro para *Falco peregrinus* en Punta Bermeja (Paz 1992) y para *Milvago chimango*, *Geranoateus melanoleucus* y Tyto alba en El Cóndor (Masello y Quillfeldt 2012). Aves como *Milvago chimango* y *Coragyps atratus* utilizan nidos de *C. patagonus* para nidificar e incluso *M. chimango* preda sobre sus pichones (De Lucca 2016, De Lucca et al. 2022). Muy pocas poblaciones de *C. p. patagonus* cuentan con algún nivel de protección a nivel local en Río Negro, estas incluyen aquellas emplazadas en El Cóndor, Las Grutas y Punta Bermeja. En provincia de Buenos Aires la única área con estas características está ubicada en el Parque Provincial Ernesto Tornquist. Ninguna de estas áreas fue establecida con el propósito exclusivo de proteger la reproducción de *C. p. patagonus* (Masello y Quillfeldt 2012). En otras áreas reproductivas de la especie en Argentina, las amenazas incluyen impactos con cables de alta tensión (Galmes et al. 2017).

Acciones de Conservación

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International 2018c) mientras que en Argentina la especie es considerada Amenazada (MADyS/AA 2017). La especie se encuentra listada en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

JOTE CABEZA NEGRA

(*Coragyps atratus*)

Distribución y población

El Jote cabeza negra tiene una amplia distribución en el continente americano, desde E.E.U.U. hasta Argentina (Figura 67). Tres fenotipos son reconocidos: *C. a. atratus* que se distribuye desde el sur de E.E.U.U. hasta el norte de Méjico*; C. a. brasiliensis* que se distribuye desde América Central hasta el norte y este de América del Sur; y *C. a. foetens* que se encuentra en el oeste de América del Sur. El tamaño poblacional de la especie es alrededor de los 20 millones de individuos (BirdLife International 2016a) y actualmente sus poblaciones en los extremos de su distribución se encuentran en proceso de expansión (Contaldi et al. 2019).

En Argentina, y por lo tanto en el área del proyecto, el único fenotipo del Jote cabeza negra que ocurre es *C. a. foetens*; se distribuye desde el norte del país hasta Río Negro y norte de Chubut, incluyendo las Islas Malvinas (Narosky e Yzurieta 2010). El tamaño poblacional de este fenotipo es desconocido a nivel nacional. Para el sector costero-marino de la provincia de Río Negro, los registros de nidificación de la especie conocidos incluyen las localidades de San Antonio Oeste, villa marítima El Cóndor y algunos islotes comprendidos dentro del Parque Nacional Islote Lobos (Figura 68). En este último es donde se concentra el mayor número de nidos de la especie en la costa rionegrina (ver De Lucca et al. 2022).



Figura 67. Distribución global del *Coragyps atratus*. Mapa extraído de Buckley, N. J., B. M. Kluever, R. Driver, y S. A. Rush (2022). Black Vulture (Coragyps atratus), version 2.0. In Birds of the World (P. G. Rodewald and B. K. Keeney, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. https://doi.org/10.2173/bow.blkvul.02

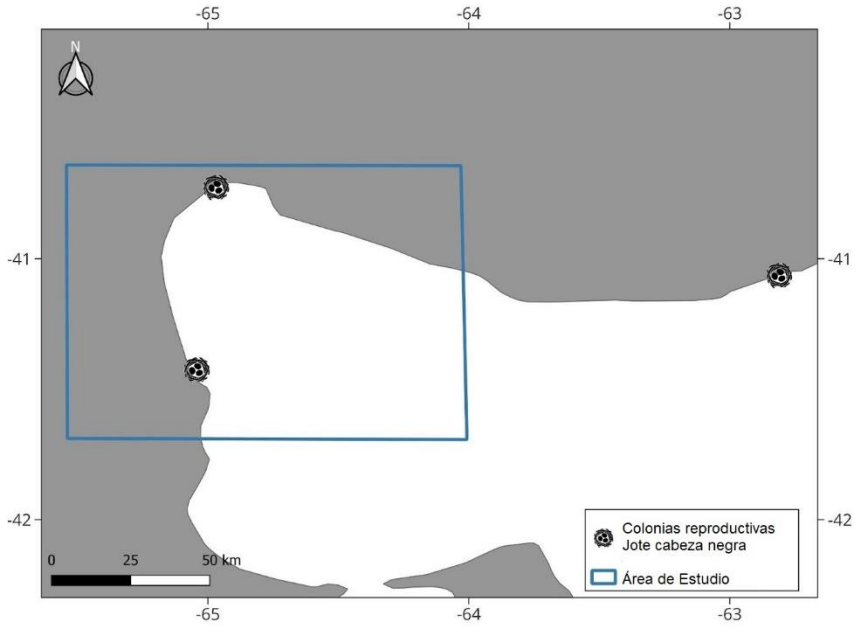


Figura 68. Distribución de los sitios reproductivos del Jote cabeza negra *Coragyps atrarus* en el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

No existe dimorfismo sexual en la especie (Graves 2017). Los jotes cabeza negra nidifican tanto de forma solitaria como agrupada, en colonias de baja densidad (en el orden de decenas de individuos) y el ciclo reproductivo abarca entre agosto y noviembre (de la Peña 2015). La edad promedio de la primera nidificación se estima en ocho años. En líneas generales, una vez que se han apareado con éxito, las aves adultas regresan al sitio de nidificación año tras año, siempre que no haya sido perturbado (Parker et al. 1995). Se desconoce si en aves adultas del noreste de la Patagonia Argentina ambos sexos regresan a reproducirse a su colonia de origen. Un sistema reproductivo monógamo caracteriza a la especie.

En Patagonia Argentina, tanto estructuras naturales (como arbustos y algunos árboles) como artificiales (como edificios o sus componentes) son utilizadas por las aves reproductoras para emplazar sus nidos (de la Peña 2015, De Lucca et al. 2022). En los ambientes naturales de Río Negro los nidos son emplazados en el sustrato, bajo o entre algún tipo de cobertura vegetal, en huecos en los árboles o en cuevas en las rocas. Algunos individuos utilizan nidos excavados en acantilados previamente por otras especies como *C. patagonus* (De Lucca et al. 2022). Cada nido es ocupado por una sola pareja y sus pichones de esa temporada reproductiva. Las hembras tienen una única postura de no más de dos huevos por temporada reproductiva. La incubación, que dura aproximadamente 32-41 días, la realizan ambos miembros de la pareja. Los pichones son nidífugos y eclosionan de manera asincrónica. Una vez eclosionados permanecen en el nido entre 63-70 días hasta su emancipación (de la Peña 2015).

Luego de la emancipación, las aves juveniles son alimentadas por sus parentales durante aproximadamente seis meses (Grady 1997). Las aves adultas se trasladan en bandadas compuestas por un número reducido de individuos, entre 2-15, hacia sus sitios de alimentación pudiendo alcanzar altitudes de 300 metros o más con regularidad. El área de distribución vital de la especie se estima en el orden de 12.000 hectáreas, pasando entre 9-12% de las horas de luz en vuelo (DeVault et al. 2004). Los dormideros consisten en grandes concentraciones de individuos posados en zonas cercanas a las colonias y pueden congregar cientos o miles de ejemplares.

Todas las especies de la Familia *Cathartidae* son carroñeras obligadas, y la dieta de la especie se compone en líneas generales de cadáveres de mamíferos, peces muertos o varados, insectos, restos de mataderos y basurales, y también colonias de aves marinas, ocasionalmente reptiles, y huevos y pichones de garzas (*Ardeidae*) y aves marinas (Ferguson-Lees y Christie 2001, de la Peña 2001, Ballejo y De Santis 2013, Haskins et al. 2013, Salvador 2016). En el noroeste rionegrino la dieta de la especie incluye principalmente mamíferos (*Bos taurus, Lepus europaeus, Cervus elaphus* y *Ovis aries*) y artrópodos, aunque también incorpora carroña (Ballejo y De Santis 2013). No existe información al momento que permita establecer posibles diferencias en la dieta de hembras y machos durante la temporada reproductiva. Durante la temporada no reproductiva, no está del todo dilucidado a escala de colonia si las aves utilizan las mismas áreas de alimentación que ocuparon durante la etapa de crianza de pichones o realizan desplazamientos hacia otras zonas. Las aves reproduciéndose en Patagonia Argentina son residentes durante todo el año (Narosky e Yzurieta 2010).

Amenazas

Las principales amenazas para la especie consisten en la predación por aves rapaces, muerte por tráfico automovilístico y la pérdida de nidos y dormideros (Canales-Delgadillo et al. 2020). El impacto con cables de alta tensión pareciera afectar a un muy bajo número de individuos en Argentina (Rebolo-Ifrán et al. 2023). A nivel local, muy pocas poblaciones de C*. a. foetens* cuentan con algún nivel de protección en la provincia Río Negro; estas incluyen aquellas emplazadas en El Cóndor, Las Grutas y San Antonio Oeste. Ninguna de estas áreas fue establecida con el propósito exclusivo de proteger la reproducción de la especie.

Acciones de Conservación

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Preocupación Menor (BirdLife International 2016) mientras que en Argentina la especie es considerada No Amenazada (MADyS/AA 2017). La especie no se encuentra listada en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

FLAMENCO AUSTRAL

(*Phoenicopterus chilensis)*

Distribución y población

El Flamenco austral se distribuye exclusivamente en el cono sur de Sudamérica, abarcando las costas del Pacífico sur (oeste de Ecuador, gran parte de Perú, y Chile), suroeste de Bolivia, Paraguay y las costas del Atlántico sur (Argentina, incluyendo la Isla Grande de Tierra del Fuego, sur de Brasil y Uruguay) (del Hoyo et al. 1992, Bucher 2006). En Argentina, se distribuye a lo largo del país y ocasionalmente en las Islas Malvinas (Canevari 1991). La especie cuenta con registros de nidificación desde el sur, en Puerto San Julián, Santa Cruz hasta el extremo norte en Laguna de los Pozuelos, Jujuy (Mascitti y Nicolossi 1992, Narosky e Yzurieta 2010) (Figura 69). La mayor proporción de la población total en nuestro país nidifica en áreas continentales confinadas a algunas lagunas de las provincias de Mendoza y Córdoba (Sosa 1999, Lee et al. 2011, Marconi et al. 2011).

En la Patagonia, la especie cuenta con registros reproductivos en las provincias de La Pampa, Chubut y Santa Cruz (Childress et al. 2009, Chiale et al. 2021). En las costas de la provincia de Río Negro, la especie es avistada a lo largo de todo el año en el área de la Bahía de San Antonio, especialmente en invierno y otoño (Llanos et al. 2011, Padovano 2016). No se cuentan al momento con registros de nidificación validados de la especie a nivel provincial. La población total de la especie ha sido estimada en 300.000 individuos (Marconi et al. 2011). En Argentina, la abundancia de la especie ha aumentado en los últimos 5 años (Marconi et al. 2021).

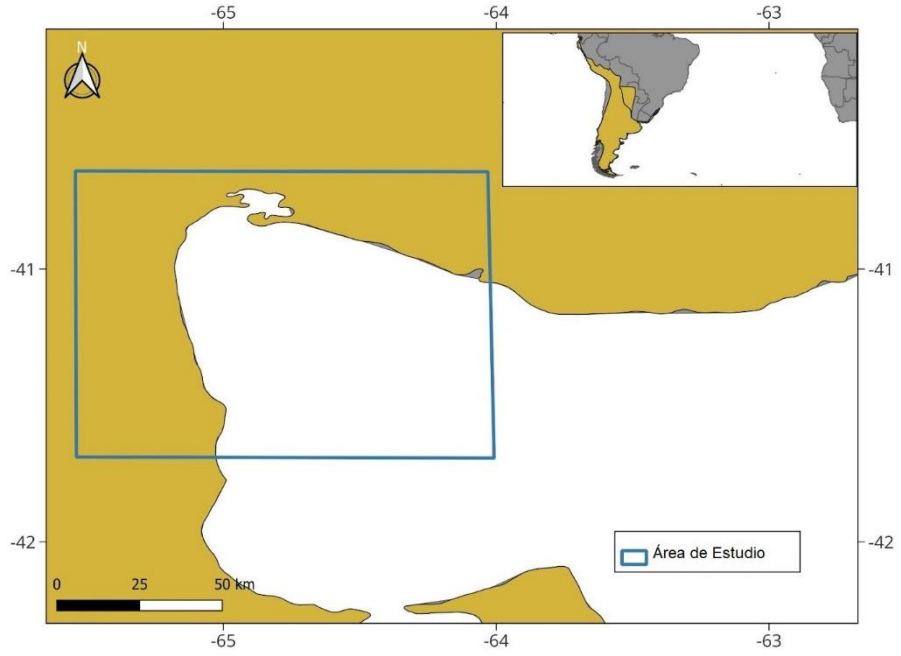


Figura 69. Distribución global del Flamenco austral *Phoenicopterus chilensis* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

El dimorfismo sexual es pronunciado; morfológicamente los machos muestran mayores tamaños de tarso, pico y culmen que las hembras (Montalti et al. 2012). Las aves son sexualmente monocromáticas en su plumaje (Montalti et al. 2012). El formato de reproducción es anual, en colonias de alta densidad (en algunos casos en el orden de varios miles de individuos), y el ciclo reproductivo abarca desde octubre/noviembre a marzo/abril (Bucher 1992). Se desconoce si en aves adultas de la Patagonia Argentina ambos sexos regresan a reproducirse a su colonia de origen. La especie muestra un sistema reproductivo monógamo, con un intenso cuidado biparental (Delfino y Carlos 2022). Las aves reproductoras utilizan principalmente islotes de espejos de agua somera y salinas para emplazar sus nidos (Caziani y Derlindati 2000, de la Peña 2015).

Los nidos son en líneas generales estructuras con forma de cono truncado, construidas con barro con el pico y las patas (de la Peña 2015). En el sur de la provincia de Buenos Aires, los nidos de la especie también pueden ser emplazados sobre la vegetación psammófila (Cyclolepis genistoides y Atriplex sp.) o directamente sobre el suelo desnudo (Petracci et al. 2020). Cada nido es construido y ocupado por una sola pareja, que toma turnos para cuidar a sus pichones de esa temporada reproductiva (Caziani et al. 2007). Las hembras tienen una única postura de un único huevo, raramente dos, por temporada reproductiva. La incubación, que dura aproximadamente entre 27 a 31 días (del Hoyo et al. 1992), es compartida entre sexos, aunque el macho pasa más tiempo incubando los huevos que la hembra. Los turnos de incubación generalmente duran 24 horas, y las aves reproductoras parten hacia sus sitios de alimentación durante la noche (Delfino y Carlos 2022). En el noroeste argentino, los pichones eclosionan desde fines de diciembre hasta fines de febrero, y es común observar juveniles entre marzo y abril (Sosa 1999). En el sur de la provincia de Buenos Aires los pichones pueden ser avistados a principios de diciembre (Petracci et al. 2020). Los pichones son nidífugos y eclosionan de manera asincrónica (Bucher 1992). Una vez eclosionados permanecen en el nido entre tres meses hasta su emancipación; abandonan la colonia y se congregan en grupos desde principios de marzo hasta abril/mayo. Las aves adultas abandonan la colonia en abril (Bucher 2206). La especie tiene tendencia a abandonar el nido durante los primeros días de la incubación si el disturbio es muy intenso (Chiale et al. 2021).

En líneas generales, los sitios de alimentación se encuentran en el orden de los 40-60 km de distancia en relación con los sitios de nidificación, siempre que las condiciones meteorológicas sean adecuadas (Amat et al. 2005, Bucher 2206). En épocas de sequía, la especie podría cubrir distancias de hasta 300-400 km en sus viajes de alimentación (Amat et al. 2005). Fuera de la temporada reproductiva, los flamencos australes vuelan largas distancias de manera estacional entre sitios de alimentación e invernada. Las bandadas viajan juntas y exhiben en vuelo una formación en V típica (Lee et al. 2011). Los flamencos australes son migrantes altitudinales y latitudinales (Caziani et al. 2007). Con fines alimenticios, los flamencos caminan en círculos en aguas poco profundas, moviendo las patas hacia arriba y hacia abajo para suspender el sedimento que luego es filtrado a través de las laminillas de sus picos para capturar a sus presas. En el noroeste argentino, durante la invernada la especie incorpora en su dieta principalmente Cianobiacterias, Bacillariophyta, Copepoda, Cladocera, Rotifera y en menor medida Ostracoda, Nematoda y Diptera (Polla et al. 2018). En la Patagonia chilena, la dieta de la especie durante la invernada se compone de foraminíferos (*Ammonia beccarii*), copépodos (*Harpacticus sp*.) y poliquetos (Tobar et al. 2014). En áreas de invernada compartida con otras especies de flamencos, el Flamenco chileno evita el borde de los espejos de agua poco profunda para alimentarse (Mascitti y Castañera 2006). No existe información al momento que permita establecer posibles diferencias en la dieta de hembras y machos durante la temporada reproductiva.

Durante la temporada no reproductiva, parte de la población de flamencos australes desciende a algunos humedales en las planicies centrales de Argentina, en particular durante el invierno (Bucher 1992, Caziani et al. 2007, Chiale et al. 2021). No está del todo dilucidado a escala de colonia si las aves utilizan las mismas áreas de alimentación que ocuparon durante la etapa de crianza de pichones o realizan desplazamientos hacia otras zonas. Las aves reproduciéndose en Patagonia Argentina son residentes durante todo el año (Bucher 1992).

Amenazas

Las variaciones en las condiciones del agua, la disponibilidad de alimentos, el cambio climático y la presencia de amenazas de origen antropogénico pueden impactar directamente en la ocurrencia de flamencos australes y su permanencia en las áreas de nidificación (Bucher y Curto 2012, Delfino 2023) y de invernada (López y Guadagnin 2024). La predación de flamencos en el noroeste argentino está dada principalmente por otras aves, incluyendo a *Poliborus plancus, Larus dominicanus, L. serranus, Catarthes aura* y *Coragyps atratus* (Sosa 1999). No se descarta la predación por mamíferos terrestres como *Galactis sp*. y *Pseudalopex sp*. (Sosa 1999). Muy pocas poblaciones de P. chilensis cuentan con algún nivel de protección a nivel local en Río Negro, estas incluyen únicamente a el área Natural Protegida Bahía de San Antonio. Esta área fue parcialmente establecida con el propósito exclusivo de proteger sitios de invernada de *P. chilensis* en Río Negro.

Acciones de Conservación

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie se encuentra listada como Cercano a la Amenaza (BirdLife International 2018d) mientras que en Argentina la especie es considerada Vulnerable (MADyS/AA 2017). La especie se encuentra listada en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

PLAYERO ROJIZO

(*Calidris canutus*)

Distribución y población

La especie tiene un rango extremadamente amplio, reproduciéndose desde Alaska (EE.UU.) a través del Ártico hasta Groenlandia (Dinamarca) y el norte de Rusia. Pasa el invierno en las costas atlántica y pacífica de América del Norte y del Sur, en el noroeste de Europa, a lo largo de la costa oeste de África desde Túnez y Marruecos hasta Sudáfrica, a través del sur de Asia y alrededor de Australasia (Van Gils y Wiersma 1996) (Figura 70). Existen seis subespecies: *C. c. canutus* se reproduce en Siberia central y septentrional, la península de Taymyr y posiblemente en Yakutia, invernando en el oeste y sur de África y el sur de Asia; *C. c. piersmai* se reproduce en las islas de Nueva Siberia (Rusia) e inverna en el noroeste de Australia; *C. c. rogersi* se reproduce en la península de Chukotskiy y posiblemente más al oeste, e inverna en Australasia (Van Gils et al. 2017); *C. c. roselaari* se reproduce en la isla de Wrangel (frente al noreste de Siberia) y el noroeste de Alaska, invernando principalmente en el oeste de México, así como en la costa del sureste de EE.UU., el sur de Panamá y el norte de Venezuela; *C. c. rufa* se reproduce en el bajo Ártico canadiense y pasa el invierno en las costas del sur de Florida, Texas, el norte de Brasil (15.400 individuos [R.I.G. Morrison in litt. 2015]) y el sur de América del Sur; *C. c. islandica* se reproduce en las islas del alto Ártico canadiense y el norte de Groenlandia, invernando en Europa occidental (Van Gils y Wiersma 1996).

Se han identificado los principales sitios de concentración de primavera para cada una de las seis subespecies: el mar de Wadden en Schleswig-Holstein, Alemania (*C. c. canutus*); Troms y Finnmark, norte de Noruega y el oeste de Islandia (*C. c. islandica*); la bahía de Delaware, EE.UU. (*C. c. rufa*); la bahía de Bohai, China (C*. c. piersmai* y *C. c. rogersi*); y el delta del Yukón-Kuskokwim, el delta del río Copper y Grays Harbour/Willapa Bay, EE.UU. (*C. c. roselaari*) (Hassell et al. 2011). La población mundial se estima en 891.000-979.000 individuos (Wetlands International 2015). La población europea se estima en 15.000-30.000 parejas, lo que equivale a 30.000-60.000 individuos maduros (BirdLife International 2015), y la población que pasa el invierno en Australia y las Américas se ha estimado en 110.000 individuos (Hansen et al. 2016) y 44.763 individuos (Niles et al. 2012) respectivamente.

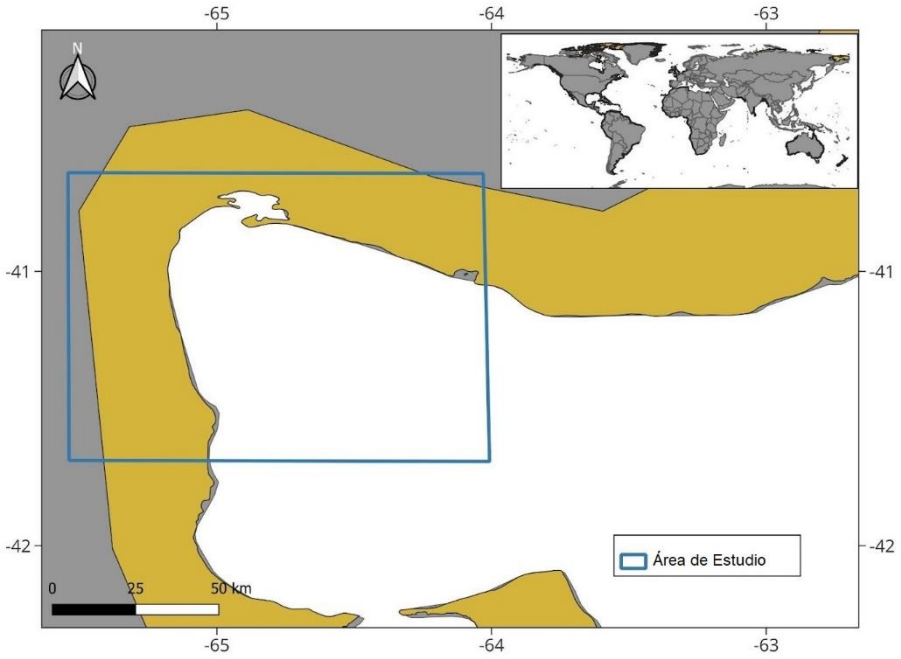


Figura 70. Distribución global del Playero rojizo *Calidris canutus* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

La especie se reproduce en el alto Ártico (del Hoyo et al. 1996) en tundras secas y elevadas, incluyendo crestas de arenisca erosionada, áreas altas con sauces dispersos (*Salix spp*.), *Dryas spp.* y amapolas, laderas y planicies húmedas y pantanosas en las estribaciones, laderas bien drenadas con montículos de *Dryas spp*. y grava glacial en áreas altas cerca de arroyos o estanques (del Hoyo et al. 1996). El nido es una depresión abierta y poco profunda, situada en montículos rodeados de barro y agua o en terrenos pedregosos o gravosos, e incluso en lenguas costeras (Lappo et al. 2012) en tundras abiertas vegetadas o crestas de piedra (del Hoyo et al. 1996). Fuera de la temporada de reproducción, la especie es estrictamente costera, frecuentando marismas y arenales intermareales, playas arenosas de costas protegidas, plataformas rocosas, bahías, lagunas y puertos, y ocasionalmente también playas oceánicas y marismas salinas (del Hoyo et al. 1996).

Durante la temporada de reproducción, se alimenta predominantemente de insectos (principalmente adultos y larvas de dípteros, lepidópteros, tricópteros, coleópteros y abejas), así como de arañas, pequeños crustáceos, caracoles y gusanos (del Hoyo et al. 1996). Sin embargo, cuando llega por primera vez a los lugares de reproducción, la especie depende de la vegetación (incluyendo las semillas de juncos, cola de caballo (Equisetum spp.) y brotes de hierba) debido a la falta inicial de presas de insectos. Fuera de la temporada de reproducción, la especie toma invertebrados intermareales como moluscos bivalvos y gasterópodos, crustáceos (del Hoyo et al. 1996) (por ejemplo, huevos de cangrejo herradura Limulus spp.) (Karpanty et al. 2006), gusanos anélidos e insectos, y rara vez también peces y semillas (del Hoyo et al. 1996). Es un migrante de larga distancia que utiliza pocos sitios de escala o áreas de concentración (del Hoyo et al. 1996).

Amenazas

La especie es vulnerable a los extensos proyectos de recuperación de tierras que invaden importantes hábitats en toda su área de distribución (del Hoyo et al. 1996, Leyrer et al. 2013). Se cree que la pérdida de hábitats intermareales de escala debido a las actividades de recuperación en la región del Mar Amarillo en la Ruta Migratoria de Asia Oriental-Australasia está impulsando el declive de las poblaciones de aves playeras (ver Yang et al. 2011, Leyrer et al. 2014, Piersma et al. 2017). Se estima que hasta el 65% de los llanos mareales en la región del Mar Amarillo se han perdido en los últimos cincuenta años, con una pérdida anual del 1.2% por año desde la década de 1980 (Murray et al. 2014). Estas pérdidas se atribuyen a la expansión urbana, industrial y agrícola dentro de la región, y las poblaciones de *C. c. piersmai* y *C. c. rogersi* están ambas amenazadas por el desarrollo en sitios clave de escala en la Bahía de Bohai, China (Yang et al. 2011, Leyrer et al. 2014). También está amenazada por la sobreexplotación de mariscos (del Hoyo et al. 1996, Goldfeder y Blanco 2006), lo que lleva directa e indirectamente a la reducción de la disponibilidad de presas (del Hoyo et al. 1996). La construcción de presas, el dragado (que reduce la disponibilidad de alimentos), la contaminación, las operaciones de acuicultura, los desarrollos de energía renovable, la exploración petrolera y la invasión de marismas por gramíneas *Spartina* plantean amenazas adicionales a los hábitats clave (Goldfeder y Blanco 2006, Niles et al. 2010, Leyrer et al. 2014).

La especie también sufre disturbios en la temporada no reproductiva como resultado del turismo (Goldfeder y Blanco 2006), el desarrollo residencial (Leyrer et al. 2014), el tránsito peatonal en las playas (Burton et al. 2002, Niles et al. 2010, Lilleyman et al. 2016), las actividades recreativas y los aviones que sobrevuelan, lo que en conjunto reduce el tamaño de las áreas disponibles para la alimentación (del Hoyo et al. 1996). En el pasado, el aumento de la cosecha del cangrejo herradura *Limulus polyphemus* en la Bahía de Delaware, EE.UU., resultó en una reducción de la disponibilidad de presas (McGowan et al. 2011, Leyrer et al. 2014). La especie es cazada ilegalmente, por ejemplo, en Nueva Zelanda (del Hoyo et al. 1996) y el norte de Brasil (Leyrer et al. 2014), y potencialmente en China (Melville et al. 2016). *C. c. islandica* y *C. c. canutus* son ambas cazables en Francia y la caza de otras especies puede causar disturbios y mortalidad accidental. La especie también puede sufrir mortalidad al ser atrapada incidentalmente en trampas de pesca (Melville et al. 2016). Ha sido susceptible a la gripe aviar en el pasado, por lo que podría estar amenazada por futuros brotes del virus (Melville y Shortridge 2006), aunque las pruebas realizadas desde 1992 en el noroeste de Australia no han encontrado evidencia de esta enfermedad en la especie en esa región (Curran et al. 2014). El aumento del nivel del mar y el deshielo de los permafrost inducidos por el cambio climático representan amenazas para las áreas de escala intermareales, los sitios no reproductivos y las áreas de reproducción árticas (Leyrer et al. 2014, Wauchope et al. 2017).

Acciones de Conservación

La especie está incluida en el Anexo II (B) de la Directiva de Aves de la UE. C. c. rufa está catalogada como amenazada bajo la Ley de Especies en Peligro de los EE.UU. En Canadá, *C. c. canutus* está catalogada como de Preocupación Especial, *C. c. roselaari* se considera Amenazada y *C. c. rufa* está en Peligro según el Comité sobre la Situación de la Vida Silvestre en Peligro en Canadá (COSEWIC). En 2014, se propuso la inclusión de cinco subespecies para Acción Cooperativa bajo la CMS (*C. c. canutus, islandica, roselaari, piersmai, rogersi*) (Leyrer et al. 2014). *C. c. rufa* está en el Apéndice I de la CMS. *C. c. canutus* y *C. c. islandica* están incluidas en la Columna B, categorías 2a y 2c del Plan de Acción de AEWA (Leyrer et al. 2014). En la Bahía de Delaware, el manejo tiene como objetivo proteger a los cangrejos herradura, lo que aumentaría la disponibilidad de presas allí (Niles et al. 2010). Se han creado áreas protegidas para proteger los sitios de descanso en algunas áreas (por ejemplo, Stone Harbor Point [Niles et al. 2010]). Para al menos algunas subespecies, se ha llevado a cabo trabajo de divulgación y concienciación local (ver Niles et al. 2010).

PATO CRESTÓN

***(Lophonetta specularioides*)**

Distribución y población

Los patos crestados son endémicos de América del Sur; comprenden dos subespecies que ocupan diferentes ambientes de elevación en los Andes. *Lophonetta s. alticola* se encuentra a lo largo de las tierras altas andinas desde el norte de Perú y Bolivia hasta el centro de Argentina y Chile (2500-4800 msnm). *L. s. specularioides* se encuentra en elevaciones bajas (por debajo de 1500 msnm) en las regiones andinas del sur de la Patagonia (Argentina y Chile) y en las Islas Malvinas (Figura 71). La población de L. s. alticola está estimada en: 10.000–100.000 individuos, la población de *L. s. specularioides* de sudamérica se estima en 10.000–25.000 individuos; mientras que *L. s. specularioides* de las Islas Malvinas está estimada entre 21.000–36.000 individuos. Las dos subespecies se hibridan en una zona de hábitats de elevación intermedia en Mendoza, Argentina, y Talca, Chile (Navas y Bo 1998, Bulgarella et al. 2007).

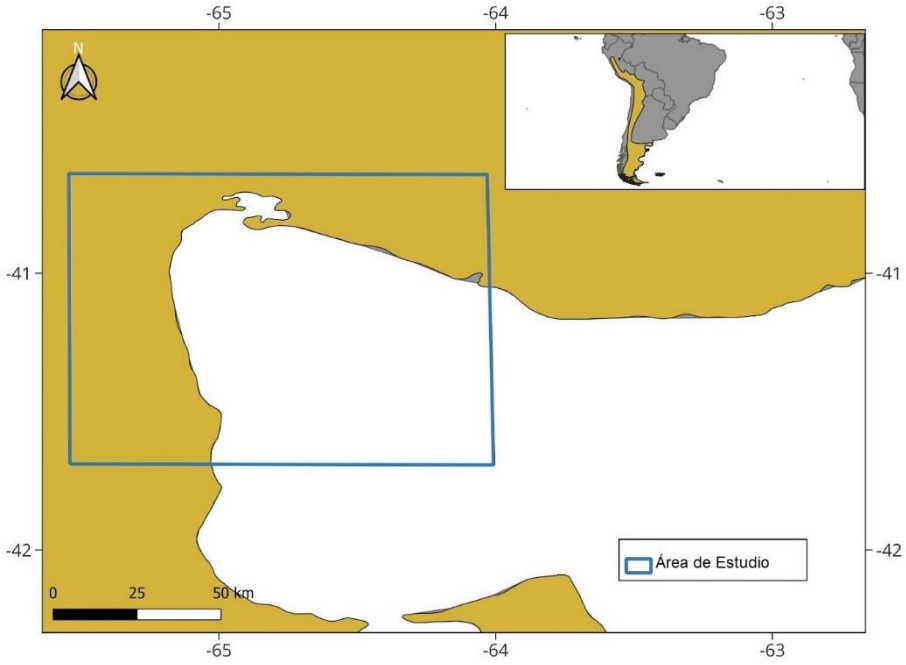


Figura 71. Distribución global del Pato crestón *Lophonetta specularioides* y su superposición con el área del proyecto. Fuente de datos: elaboración propia.

Ecología (Comportamiento, hábitat, dieta, rango de alimentación)

El Pato Crestado habita en lagos, marismas y áreas cubiertas de hierba, desde bahías costeras poco profundas y marismas abiertas hasta lagos y lagunas de gran altitud, charcas y turberas con pequeños estanques. En el Altiplano, se congregan en lagos turbios y alcalinos con grandes concentraciones de zooplancton (Fjeldså y Krabbe 1990). En la costa, se agrupan y alimentan en bahías resguardadas y en playas, también forrajean entre las rocas y los lechos de algas (Johnsgard 1987). En las Islas Malvinas, se encuentran más a menudo en agua salada, pero también se encuentran en estanques y arroyos cerca del mar (Woods 1975). Se alimenta filtrando y sumergiéndose. Tamizan el barro, limo o grava, aunque también salen a tierra para forrajear o se alimentan en alta mar en lechos de algas. En las Islas Malvinas son principalmente carnívoros, alimentándose de isópodos y anfípodos marinos, larvas de invertebrados y pequeñas almejas (Weller 1972).

Amenazas

Las mayores amenazas son las prácticas de caza indiscriminada así también como la degradación de los humedales. Por otra parte, la actividad minera en las regiones andinas de Argentina, Chile, Bolivia y Perú amenazan valiosos hábitats.

Acciones de Conservación

Según la lista roja de la unión internacional para la conservación de la naturaleza, la especie se encuentra listada como preocupación menor (Birdlife International 2016b) mientras que en argentina la especie es considerada no amenazada (MADyS/AA 2017). La especie se encuentra listada en el apéndice ii de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres.

III. FICHAS DE ESPECIES DE MAMÍFEROS MARINOS

CETÁCEOS

BALLENA FRANCA AUSTRAL

(Eubalaena australis)

Características

Ballena de cuerpo robusto y voluminoso que llega a medir 17 metros de largo como máximo. El adulto pesa 60.000 kg, mientras que las crías al nacer pesan 1.000 kg y miden 5 m de largo. El cuerpo es de color oscuro, puede tener manchas blancas principalmente en la región ventral. La cabeza es grande y se caracteriza por presentar callosidades de color más claro que sirven para identificar los animales dada que su disposición forma un patrón único en cada uno de los individuos. El mentón es oscuro y la comisura bucal muy arqueada. Las aletas pectorales son grandes, anchas y en forma de remo, mientras que la caudal es de gran superficie con una marcada hendidura en el centro. Carecen de aleta dorsal. El soplo es en forma de “V”. La longevidad es superior a 70 años (Bastida et al., 2007; Dans et al., 2023).

Hábitat y distribución

Las ballenas francas australes tienen distribución circumpolar en el hemisferio sur (Figura 72). En el Atlántico Sudoccidental, los centros reproductivos se ubican durante el invierno y la primavera en Santa Catarina (Brasil; Castello y Pinedo, 1979; Cámara y Palazzo, 1986), y en Península Valdés (Argentina; Bastida y Lichtschein, 1984; Payne, 1986). En la costa argentina la ballena franca austral se distribuye desde el norte de la provincia de Buenos Aires hasta Tierra del Fuego e Islas Malvinas, con su máxima concentración en la zona reproductiva de Península Valdés. La presencia de ballenas francas en el Golfo San Matías se ha ido incrementado por lo que se considera a este golfo, en especial la Bahía de San Antonio como un área de expansión poblacional (Arias et al., 2018). Durante noviembre y diciembre, las ballenas comienzan a migrar hacia los centros de alimentación en aguas subantárticas y antárticas (40 a 65°S; Ohsumi y Kasamatsu, 1986; Bannister et al., 1999), y Georgias del Sur (Zerbini et al., 2016; 2018).

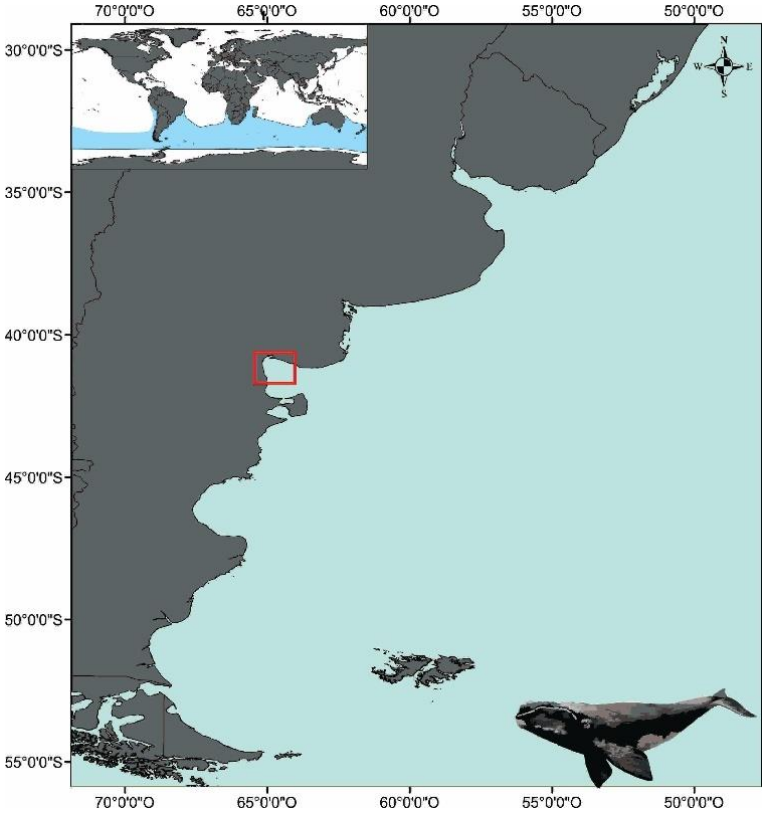


Figura 72. Distribución global de la ballena franca austral, *Eubalaena australis*, y su superposición con el Área de Estudio propuesta para el proyecto (polígono rojo). Mapa de distribución global de la especie obtenido de Cooke y Zerbini (2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T8153A50354147.

El proyecto interinstitucional "Siguiendo Ballenas"[8] ha estado monitoreando el desplazamiento de las ballenas francas en los golfos Nuevo y San Matías, en la Patagonia, desde 2014 mediante el uso de telémetros satelitales. Este proyecto de seguimiento satelital de ballenas francas se inició en el marco del Plan de Manejo para la Conservación de la Ballena Franca Austral del Atlántico Sudoccidental de la Comisión Ballenera Internacional. Entre 2014 y 2023 ha permitido conocer las trayectorias de 87 individuos por el litoral marítimo argentino, las rutas migratorias y las áreas de alimentación en el Atlántico sudoccidental y los mares subantárticos. En su octava temporada (2023-24) sumaron 16 individuos más, superando de esta forma las 100 ballenas monitoreadas.

La información detallada de cada ejemplar se encuentra disponible en línea, facilitando un análisis preliminar de sus áreas de desplazamiento. Los registros revelan tres patrones de desplazamiento distintos: en primer lugar, las ballenas realizan movimientos confinados a la plataforma patagónico-fueguina al sur de la Península Valdés, tanto por parte de madres con crías como de individuos solitarios. En segundo lugar, se observa un desplazamiento hacia el este, saliendo de la plataforma continental y adentrándose en la Cuenca Argentina, una tendencia particularmente frecuente entre madres con crías. Por último, se registran desplazamientos que abarcan la plataforma del Mar Argentino, la Cuenca Argentina y áreas antárticas, siendo este patrón menos común y observado principalmente en ejemplares solitarios, aunque se ha documentado un caso con una hembra y cría. Durante la campaña de instrumentación de 2023, por primera vez se documentó una ballena instrumentada en Península Valdés, desplazándose hacia el Océano Pacífico (Figura 73).

En particular, el Área de Estudio ha sido monitoreada desde el comienzo del seguimiento satelital de ballenas francas. El Golfo San Matías es utilizado ampliamente por la especie, tanto por ballenas marcadas en Golfo Nuevo como en Bahía de San Antonio (Figura 74), incluso exhibiendo ambos grupos rutas migratorias similares (Figura 75).

Durante la campaña realizada en junio de 2024 en el marco de este estudio se pudo registrar la presencia de ejemplares de ballena franca austral en la zona relevada desde las embarcaciones y desde la costa.

Por otro lado, investigaciones realizadas en base a relevamientos náuticos y costeros, campañas oceanográficas y prospecciones pesqueras han permito modelar la distribución y el uso del hábitat por parte de las ballenas francas en el Golfo San Matías (Svendsen, 2013). Los mapas resultantes del modelado espacial muestran que las zonas más favorables para las ballenas francas se encuentran aledañas a la costa, hasta los 25 metros de profundidad (Figura 76). Particularmente en la Bahía de San Antonio, a partir de relevamientos realizados entre mayo y octubre de 2014, 2015 y 2016 se recopiló información sobre la distribución y abundancia de ballenas en el noroeste del Golfo San Matías (Figura 77). Se registraron un total de 246 avistamientos correspondiendo a un total de 310 ejemplares, de los cuales 81,3% fueron individuos solitarios, 9,35% grupos sociales no reproductivos, 8,54% grupos de cópula y el resto madres con cría (Arias, 2019).

[8] http://siguiendoballenas.org/ el proyecto, para la temporada 2023, involucra la participación de diversas instituciones, como NOAA, MarEcoTel, Instituto Aqualie, CESIMAR-CENPAT, CIMAS, EsCiMar (UN Comahue), ICB, UC-Davis y PMSBFA, así como WCS.

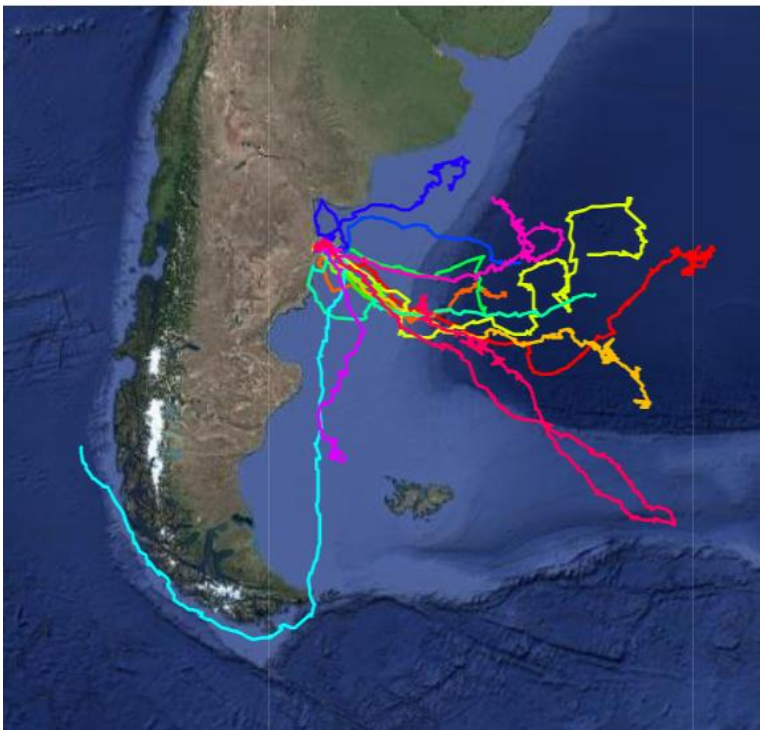


Figura 73. Resumen de desplazamientos de 16 ballenas francas australes (*Eubalaena australis*) instrumentadas en 2023 realizada por los responsables del Proyecto Siguiendo Ballenas (© 2019, 2023 siguiendoballenas.org).

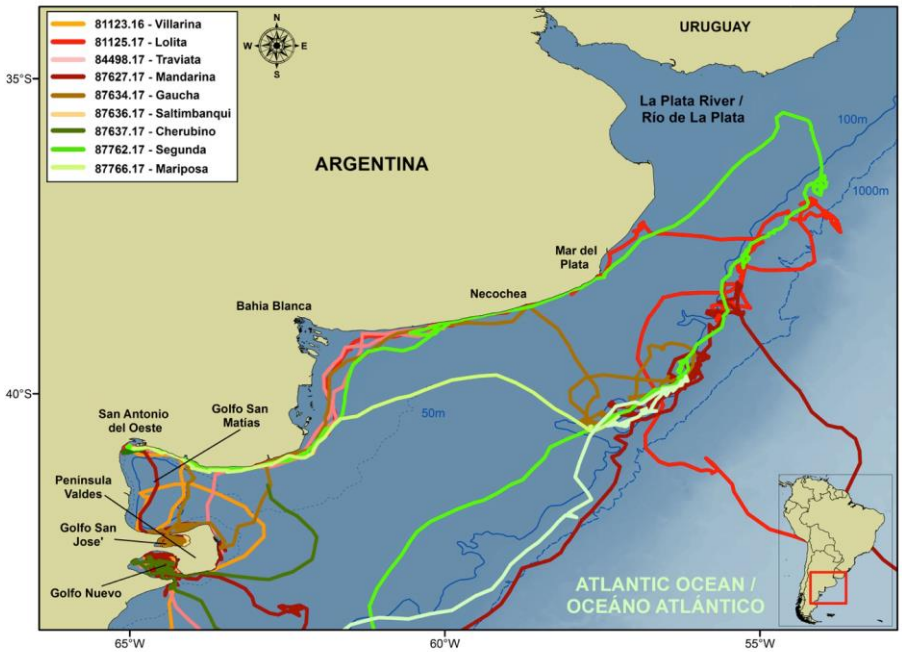


Figura 74. Seguimiento satelital de ballenas francas australes (*Eubalaena australis*) marcadas en Golfo San Matías en 2016 y 2017 (Obtenido de Zerbini et al. 2018). Se observa la presencia de ballenas en sectores coincidentes con el Área de Estudio propuesta para el proyecto.

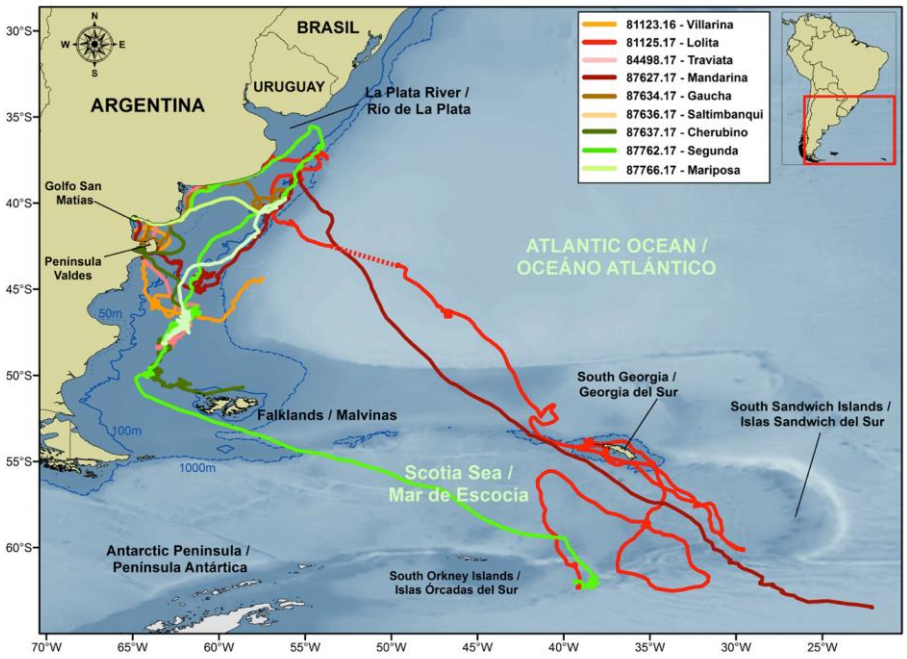


Figura 75. Tracks de las ballenas francas (*Eubalaena australis*) instrumentadas en 2016 y 2017, mostrando los destinos migratorios en hábitats marinos (Obtenido de Zerbini et al. 2018).

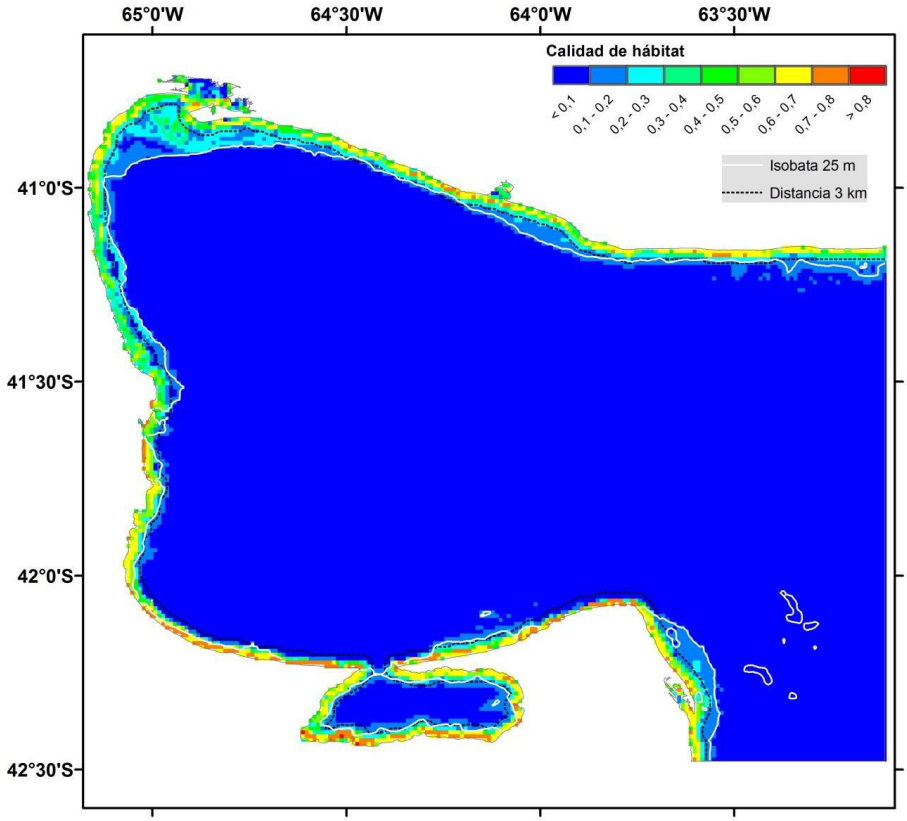


Figura 76. Modelo de distribución (Maxent) de ballenas francas (*Eubalaena australis*) en el Golfo San Matías. Se muestra la isobata de 25 m y el contorno de distancia a la costa de 3 km. Obtenido de Mandiola et al., 2019.

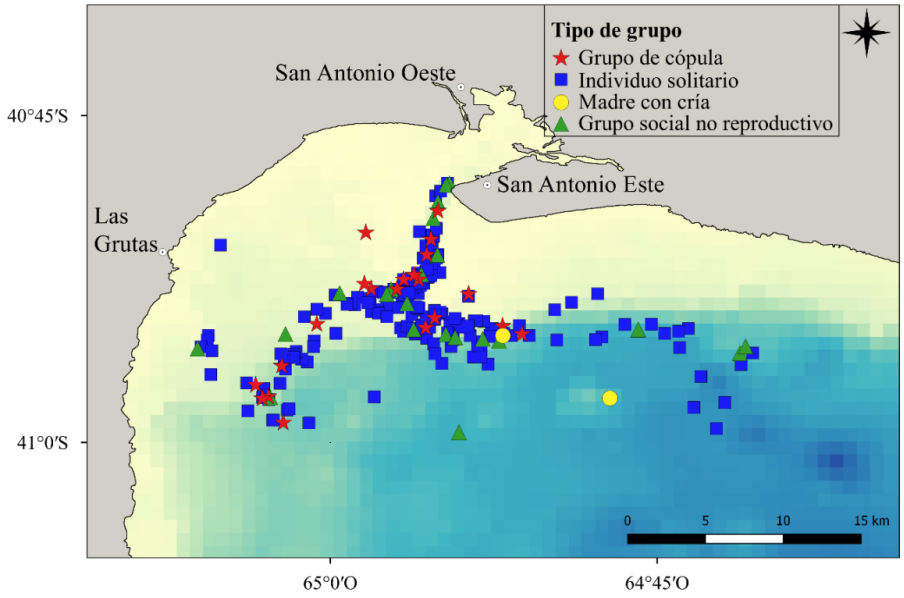


Figura 77. Distribución de los grupos de ballenas registrados entre 2014 y 2016. Obtenido de Arias, 2019.

Biología y Comportamiento

Las ballenas francas son un predador carnívoro, planctófago. Se alimenta tanto de especies planctónicas (como el kril y copépodos) en aguas sub-antárticas como de copépodos en latitudes más bajas durante el verano (Dans et al., 2023). De esta forma, las ballenas francas presentan patrones de alimentación diversificados, con evidencia de visitas a múltiples zonas de alimentación en una misma temporada (Valenzuela et al., 2018). Estudios telemétricos en diversas regiones han revelado la flexibilidad de estos cetáceos para explorar diferentes áreas de alimentación. Investigaciones recientes señalan migraciones más extensas de lo previamente estimado, con ballenas francas marcadas en Sudáfrica desplazándose hacia áreas de alimentación tradicionalmente asociadas con ejemplares de Argentina y Brasil (Vermeulen et al., 2024). Al mismo tiempo otro estudio a escala mundial (Derville et al., 2023) concluyó que, a lo largo de las últimas tres décadas, las ballenas francas han aumentado su uso de las zonas de alimentación de latitud media en el Atlántico sur y el suroeste del Océano Indico, aumentado ligeramente su uso de las zonas de alimentación de latitud alta (>60°S) en el Pacífico Sudoccidental, coincidiendo con cambios observados en la distribución y abundancia de presas a escala circumpolar. En el caso de la población del Atlántico sudoccidental, se sugiere un aumento en la utilización de áreas de latitud media, incluyendo la plataforma patagónica, durante la migración hacia el norte en otoño.

Las ballenas del núcleo reproductivo de Península Valdés muestran una dieta variada, identificando tres fuentes de alimentación distintas en base a estudios isotópicos. Además, varias líneas de evidencia muestran que existiría fidelidad por áreas específicas de alimentación (Valenzuela et al., 2008; 2009; 2018), probablemente como resultado de una cultura migratoria y patrones de comportamiento transmitidos entre generaciones (Harrison et al., 2010). Estudios isotópicos en hueso demostraron diferencias isotópicas entre ejemplares de Brasil y Argentina, probablemente derivado de la utilización de diferentes áreas de alimentación (Vighi et al., 2014). Observaciones recientes confirman la ocurrencia de eventos de alimentación en Península Valdés, destacando la variedad de presas, desde copépodos calanoides, larvas de langostilla (*Grimothea gregaria* = *Munida gregaria*) hasta organismos gelatinosos como ctenóforos (Bastida y Rodríguez, 2003; D'Agostino et al., 2023).

Durante el invierno y la primavera, las ballenas francas se reúnen en sus áreas de reproducción. Los nacimientos tienen lugar después de un período de gestación que oscila entre 10 y 13 meses (Lockyer, 1984; Best, 1994). El intervalo de tiempo más común entre partos es de 3 a 4 años, aunque se ha observado que puede extenderse a 5 años en condiciones ambientales desfavorables afectadas por la baja disponibilidad de alimento (Leaper et al., 2006; Marón et al., 2015). Las crías de ballena franca austral nacen con aproximadamente el 35% de la longitud de sus madres, y su crecimiento fetal es lento durante los dos primeros trimestres, pero se acelera significativamente durante el último trimestre. Además, se ha observado que las hembras más grandes tienen fetos que experimentan un crecimiento más rápido (Christiansen et al., 2022). El periodo de lactancia puede variar entre 8 y 17 meses. Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 7 y 15 años y tienen su primera cría entre los 9 y 12 años cuando han alcanzado una talla mayor a 12 m. Los machos alcanzan la madurez sexual a los 10 años. El ciclo reproductivo oscila entre 3 y 5 años (Dans et al., 2023).

La ballena franca austral produce sonidos de tipo tonal y pulsos en un rango de frecuencia que abarca desde los 30 a los 2.200 Hz, con frecuencias dominantes de baja frecuencia entre los 50 y 500 Hz (Clark, 1982). Los sonidos más simples están asociados con comunicaciones que se establecen entre individuos separados por grandes distancias. Los sonidos más complejos y variables están asociados al comportamiento social. Los pares madre-cría emplean acústica críptica para disminuir el riesgo de alertar a los posibles depredadores (Nielsen et al., 2019).

Población y Estado de conservación

La población de la ballena franca austral en el Atlántico Sudoccidental ha experimentado cambios significativos en su abundancia a lo largo de la historia. Antes de la explotación, la población alcanzaba aproximadamente 60.000 individuos, pero en la actualidad se estima una abundancia cercana a los 5.000 individuos (Romero et al., 2022; 2024; Figura 78). La población alcanzó su abundancia más baja en la década de 1830 cuando solo quedaron menos de 2.000 individuos en el Atlántico sudoccidental. Se estima que al menos 50.000 ballenas fueron cazadas desde el comienzo de la explotación (Romero et al., 2022). En el año 2023, la población actual se calculaba en 5.159 ballenas (95% IC = 4.126–6.585), con aproximadamente el 36% de los ejemplares concentrados en Península Valdés durante cada invierno. Aunque la tasa de crecimiento anual en esta área reproductiva fue del 6-7% ± 0,2% entre 1970 y 2010, en la última década ha mostrado una disminución de aproximadamente un 3,15% (IC 95% = 0,53-5,75%; Crespo et al., 2019). Las proyecciones sugieren un crecimiento continuo, esperando alcanzar alrededor de 5.760 ballenas para 2030 (IC 95% = 4.224-8.261) (Romero et al., 2024a).

El crecimiento poblacional también fue detectado en otras áreas, como por ejemplo en Brasil, donde se ha registrado un número creciente de individuos que visitan el área durante la temporada reproductiva (Groch et al., 2005; Danilewicz et al., 2017; Renault-Braga et al., 2023). Además, se ha informado un número cada vez mayor de avistamientos en Uruguay, al norte de Península Valdés y al sur de Santa Catarina y en las Islas Malvinas (Costa et al., 2005; Lodi y Tardelli, 2007; Belgrano et al., 2008, 2011; Arias et al., 2018; Mandiola et al., 2020; Weir y Stanworth, 2020). En la Bahía de San Antonio, se estimó una tasa de crecimiento del 10,12% (Arias, 2019).

En términos genéticos, investigaciones revelan dos clados maternos distintos en las poblaciones de ballenas francas, destacando la proximidad genética entre las poblaciones de Sudamérica y Sudáfrica (Patenaude et al., 2007). Resultados similares fueron obtenidos por Carroll et al. (2020), quienes sugieren una conexión genética entre los ejemplares del núcleo reproductivo de Brasil y Argentina debido a su cercanía. Además, señalan que las ballenas encontradas en las Islas Georgias del Sur están genéticamente más relacionadas con las de América del Sur que con las de Sudáfrica.

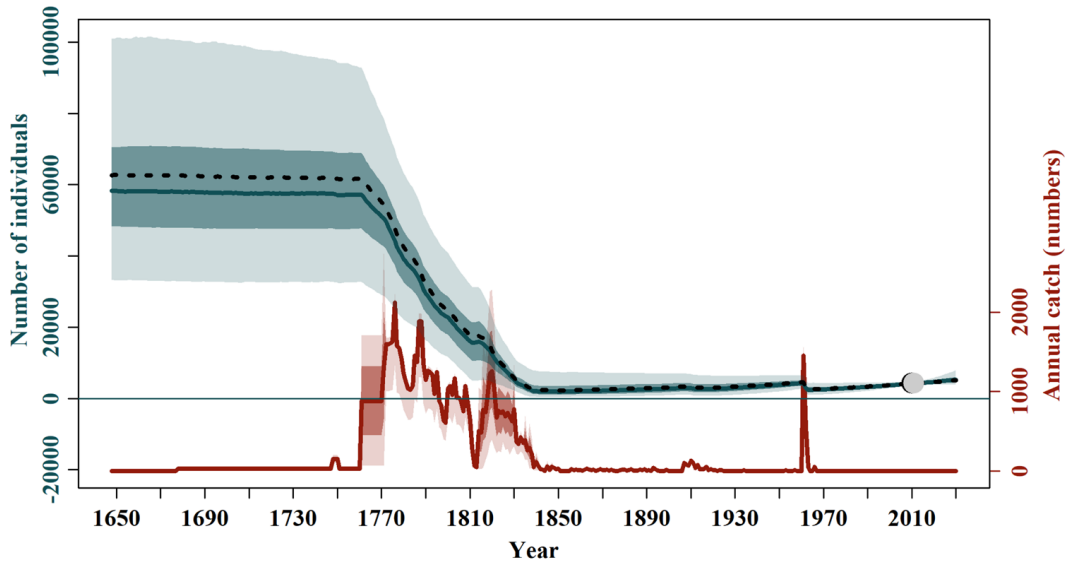


Figura 78. Trayectoria poblacional (línea azul) de la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) del Atlántico sudoccidental. La línea azul sólida representa la media estimada por el modelo de dinámica poblacional, mientras que las áreas sombreadas corresponden a los intervalos de confianza del 50% y 95%. La línea discontinua corresponde a la proyección de la abundancia poblacional por el modelo base (ver Romero et al., 2022). La línea sólida roja representa el número promedio de ballenas capturas por año, mientras que las áreas sombreadas corresponden a los intervalos de 50% y 95%. Los puntos grises y negros corresponden a la abundancia estimada y observada, respectivamente, en 2010 (Obtenido de Romero et al., 2022).

En la región de Península Valdés, las ballenas francas australes enfrentan un aumento notable en los ataques de gaviotas cocineras (*Larus dominicanus*), especialmente a hembras con crías, afectando significativamente su comportamiento. Este fenómeno ha pasado de ser ocasional en la década de 1970 a prácticamente omnipresente en la década de 2000 (Rowntree et al., 1998; Sironi et al., 2009; Fazio et al., 2012; 2015; Marón et al., 2015), impactando negativamente al núcleo reproductivo de Península Valdés (Agrelo et al., 2023).

En cuanto a las interacciones con embarcaciones turísticas y pesqueras, recientemente se identificó la presencia de heridas posiblemente de origen antrópico en el 3,7% de las ballenas foto-identificadas desde 1971. La mayor parte de las heridas fueron atribuidas a colisiones con embarcaciones e interacciones con sogas y redes. Si bien la proporción de ballenas con heridas por enmalles en redes de pesca en Península Valdés es baja, la proporción aumenta década a década a partir del año 2000 (Sironi et al., 2021).

En el Área de Estudio, otra de las posibles amenazas es el impacto del turismo de avistamiento de ballenas que se inició en 2012. Una evaluación reciente de los niveles de exposición a los buques señala que, en todas las temporadas desde el inicio de la actividad, los niveles se han mantenido por debajo del umbral de sostenibilidad, definido como la cantidad de tiempo que las embarcaciones podrían realizar avistajes sobre una ballena sin generar cambiar significativos en su presupuesto de actividad (Arias et al., 2024).

Adicionalmente, las ballenas francas australes enfrentan amenazas como el tráfico marítimo y la contaminación acústica. La presencia de ballenas en áreas cercanas a buques de prospecciones sísmicas también plantea preocupaciones, aunque aún no se ha explorado completamente el impacto acústico de estas actividades en la región (Harcourt et al., 2019).

Se ha sugerido que el cambio climático podría estar afectando la supervivencia general de las hembras de ballenas francas australes en el Atlántico Sudoccidental, disminuyendo su supervivencia después de períodos de El Niño. Esto podría deberse a la reducción en la disponibilidad de krill en los años posteriores a la ocurrencia del El Niño, afectando la capacidad de las hembras para recuperar sus reservas de energía después de gestar y amamantar a sus crías (Agrelo et al., 2021).

La ballena franca austral es Monumento Natural de la Argentina desde 1984 (Ley 23.094), y también ha sido declarada Monumento Natural de la Provincia de Río Negro (Ley 4.066). También está protegida por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) y la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR). Su clasificación internacional (Cooke y Zerbini, 2018) y nacional (D´Agostino et al., 2019) es de Preocupación Menor y No Amenazada según la Res. del MADyD 316/21.

DELFIN COMÚN

(Delphinus delphis)



Características

El delfín común es una especie de cetáceo que se caracteriza por su cuerpo estilizado de talla intermedia, con una longitud que generalmente no supera 2,70 metros. El dimorfismo sexual es poco marcado, siendo los machos levemente más grandes que las hembras (Bastida et al., 2007). Los machos pesan 110 kg y las hembras 90 kg. La coloración es oscura en el dorso, el vientre es blanco mientras en los flancos tiene una franja en forma de reloj de arena de coloración gris claro en la parte posterior y amarillenta en la anterior. La cabeza es redondeada y el hocico delgado y marcado (Dans et al., 2023).

Hábitat y distribución

Esta especie tiene una amplia distribución y se encuentra en hábitats que abarcan desde mares templados hasta subtropicales y tropicales (Evans, 1994; Perrin, 2009). En Sudamérica, la distribución del delfín común está comprendida entre los paralelos 20° S y 43° S, manteniendo una presencia continua desde el norte de Patagonia hasta la provincia de Buenos Aires, habiendo sido confirmada su ocurrencia en las provincias de Chubut, Río Negro y Buenos Aires (Bastida et al., 2007; Romero et al., 2019a) (Figura 79). Estos delfines han sido avistados en aguas costeras, a lo largo de la plataforma continental y, además, en aguas del talud continental (Bastida y Rodríguez, 2006). En la costa de la provincia de Buenos Aires, se han registrado avistamientos cada vez más frecuentes en la región de Necochea y Mar del Plata, donde se han observado grupos de *Delphinus delphis* compuestos por numerosos ejemplares en áreas alejadas de la costa (Loizaga de Castro et al., 2016; Bastida R., com. pers.).

En relación al Área de Estudio, es importante destacar que esta especie se encuentra de manera permanente a lo largo del año, ocupando preferentemente el sector noroeste del Golfo San Matías (Svendsen, 2013; Svendsen et al., 2015). El modelado de la distribución espacial de la especie señala cambios según la época del año asociados principalmente con el cambio en la temperatura superficial del mar (TSM) (Figura 80).

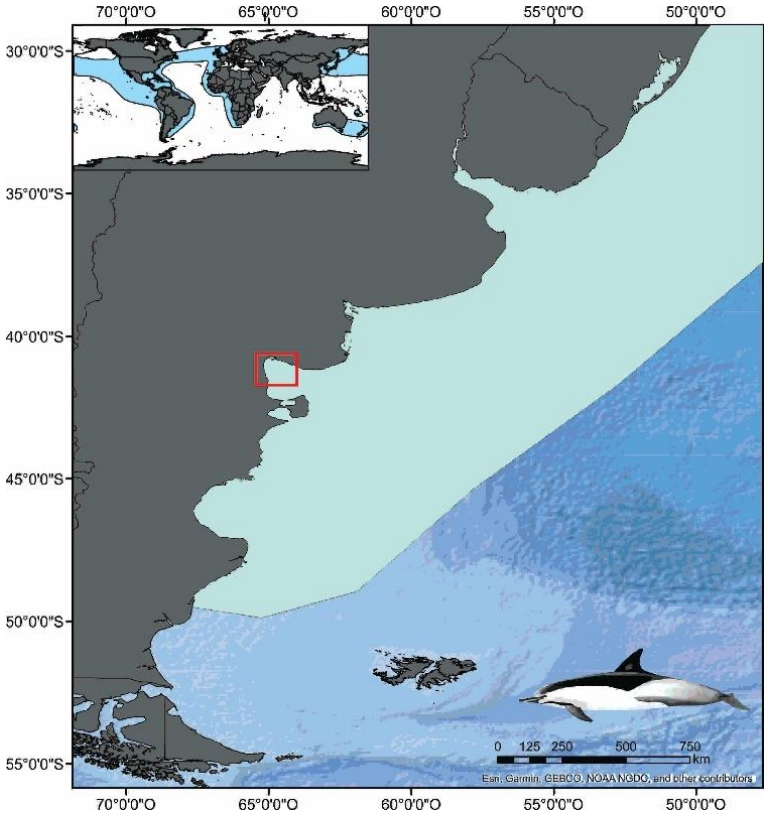


Figura 79. Distribución global del delfín común, *Delphinus delphis* y su superposición con el Área de Estudio del proyecto. Mapa de distribución global IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2021. Delphinus delphis. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2021-2 (Braulik et al., 2021).

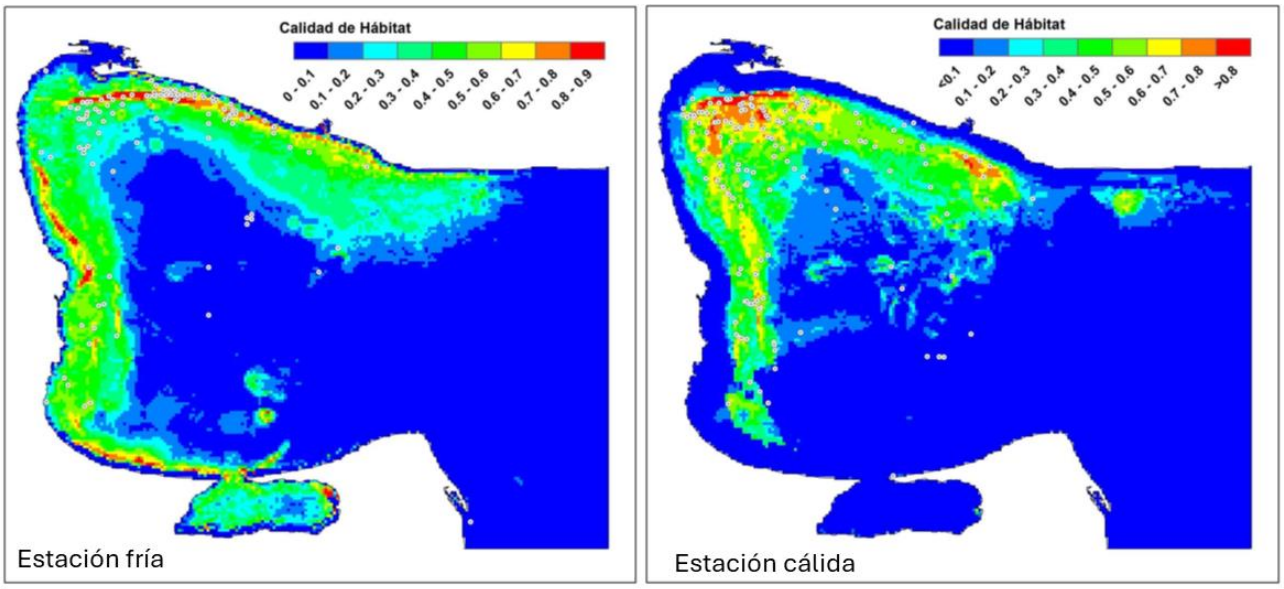


Figura 80. Mapa de distribución resultante del modelo Maxent para delfines comunes (*Delphinus delphis*) en la estación cálida (octubre a marzo) y fría (abril a septiembre). Los puntos indican los registros de presencia utilizados en el modelo (Obtenido a partir de Svendsen, 2013).

El delfín común es una especie que se caracterizada por un comportamiento social muy destacado. Sus manadas, en términos generales, pueden alcanzar varios cientos de individuos e incluso en ocasiones miles. No obstante, suelen mantener un núcleo social básico de alrededor de 20 a 30 individuos (Bastida et al., 2007; Dans et al., 2023). En general, son muy activos, acrobáticos y rápidos nadadores. Forman grupos muy grandes que se trasladan a gran velocidad. Son curiosos y se acercan a las embarcaciones.

Biología y Comportamiento

Los delfines comunes se alimentan de manera cooperativa, principalmente de pequeños peces pelágicos, como anchoíta (*Engraulis anchoíta*), sardinas (*Clupea spp*), y juveniles de merluza común (*Merluccius hubbsi*), aunque también capturan algunos peces de fondo y calamares (*Loligo sanpaulensis* y *L. gahi = Doryteuthys sanpaulensis* y *D. gahi*); Bastida et al., 2007; Crespo et al., 2007a; 2007b; Romero et al., 2012; Loizaga de Castro et al., 2016, 2017), focalizando la actividad de búsqueda de alimento principalmente por la noche debido a que aprovechan el ascenso de los cardúmenes hacia aguas más superficiales (Bastida et al., 2007; Crespo et al., 2007a; 2007b). En el Golfo San Matías, el estudio de la dieta basada en contenidos estomacales identificó doce especies de peces y tres especies de cefalópodos como ítems presa a partir de los restos de alimentos (Romero et al., 2012). La anchoíta fue la principal presa consumida y representó el 80,8% en número y el 62,6% en peso del total de la dieta. El calamarete (*D. sanpaulensis*) ocupó el segundo lugar en importancia y representó el 6,4% del número total y el 16,7% del peso total de las presas.

La madurez sexual de esta especie muestra variaciones entre diferentes poblaciones. Los machos suelen alcanzar la madurez sexual entre los 3 y los 12 años, mientras que las hembras lo logran entre los 2 y los 7 años (Perrin, 2009). En cuanto a la gestación, se estima que dura de 10 a 12 meses y el periodo entre crías entre 2 y 3 años (Jefferson et al., 2008; Dans et al., 2023). La temporada reproductiva en las regiones de aguas templadas-frías generalmente ocurre en primavera-verano, aunque se han observado crías pequeñas a lo largo de todo el año. El período de lactancia se extiende hasta los 10 u 11 meses, aunque a partir de los 2-3 meses comienzan con dieta mixta ingiriendo también alimentos sólidos (Bastida et al., 2007). En términos de longevidad, se estima que estos delfines pueden vivir más de 20 años.

El delfín común es una especie altamente vocal que exhibe un amplio repertorio de producción de sonidos, que incluye silbidos continuos, de banda estrecha y con frecuencia modulada, los cuales pueden mostrar variaciones geográficas. Estos silbidos generalmente se sitúan en un rango de frecuencia que va desde los 2 hasta los 18 kHz. Además, los delfines emiten clics utilizados para la ecolocalización, que presentan un pico de frecuencia en un rango de 23 a 67 kHz. También emiten chirridos en el rango de 8 a 14 kHz y producen lo que se conoce como "ladridos" (barks), que se ubican en frecuencias por debajo de los 3 kHz (Papale et al., 2014). En estudios relacionados con la prospección sísmica, se ha observado que los delfines comunes parecen evitar las emisiones sonoras de los airs guns. Sin embargo, algunas observaciones sugieren que pueden mostrar cierta tolerancia a estos sonidos cuando se encuentran a una distancia superior a 1 kilómetro de las fuentes de emisión (Goold et al., 1996). En respuesta al ruido antropogénico, estos delfines tienden a aumentar los parámetros de frecuencia de sus silbidos. Además, incrementan la frecuencia de sus silbidos cuando se enfrentan a un aumento en el ruido natural (Papale et al., 2014). En situaciones de estrés, estos delfines emiten repetidamente su propio silbido firma (Giardino et al., 2019).

Población y Estado de conservación

El delfín común es uno de los cetáceos más numerosos en la región del Atlántico Sudoccidental (Romero et al., 2019a). Según un estudio de relevamiento realizado en el Mar Argentino, se estima que, en una franja costera de 15 millas náuticas, la población de esta especie asciende a aproximadamente 9.000 individuos en el norte de la Patagonia y alrededor de 5.000 individuos en la provincia de Buenos Aires (Crespo et al., 2008). En relación a ello, se han documentado grupos numerosos de *Delphinus delphis* en las costas de Mar del Plata compuestos por más de 50 individuos (datos no publicados del Grupo de Investigación: Biología, Ecología y Conservación de Mamíferos Marinos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, UNMdP – CONICET), corroborando su presencia en la plataforma de la provincia de Buenos Aires a lo largo de todo el año. Además, se ha observado que esta especie es igualmente abundante y frecuente a lo largo de todo el año en la costa norte del Golfo San Matías, donde se han identificado grupos que varían en tamaño desde unos pocos individuos hasta más de 500 animales (Bastida et al., 2007; Svendsen et al., 2015), en donde se superponen con grupos de delfines oscuros (Sagmatias obscurus; Svendsen et al., 2015). La variación estacional y el tamaño de los grupos pueden afectar los patrones de movimientos de *D. delphis* en esta región (Dans et al., 2022). Estimaciones recientes sobre la abundancia de delfines comunes en el Golfo San Matías, a partir de la utilización de Modelos de densidad de superficie (DSMs), indican una abundancia estimada en el área de 6.210,45 ± 1.487,18 animales (CV = 0,23; intervalos de confianza del 95 % CI = 3909,53 – 9865,55) (Curcio, 2019).

En Argentina la mayor amenaza para esta especie está vinculada con las interacciones entre cetáceos y operaciones pesqueras, cuya consecuencia directa es la mortalidad incidental de delfines (Crespo et al. 2007; Romero et al., 2019a). Las tasas de captura incidental más alta se registran en la pesquería de media agua dirigida a la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) en la provincia de Buenos Aires (Crespo et al., 1994; 1997; 2000; 2007a; 2007b; Mandiola et al., 2017; Rodríguez et al., 2023). En el Área de Estudio se han registrado capturas incidentales de delfines en artes de pesca de arrastre demersal, con un bajo número de ejemplares (Romero, 2011). Sumado a las interacciones directas, la actividad pesquera puede generar consecuencias sobre la viabilidad poblacional de los delfines comunes debido a una competencia por los recursos. En un análisis de solapamiento trófico entre pesquerías y delfines se observó una similitud en las tallas de anchoíta consumidas por los delfines (7–20 cm) y las capturadas por la flota pesquera que utiliza redes de media agua (14–19 cm). Si bien el nivel histórico de explotación se ha encontrado por debajo del potencial biológico del stock, en caso de que la pesquería expandiera su nivel de actividad y/o el recurso redujera su abundancia, podría generar una amenaza para la población de delfines comunes (Romero et al. 2012).

Otra de las amenazas está vinculada con la contaminación de las aguas tanto costeras como de la plataforma lo que conlleva a que el delfín común, así como otros pequeños cetáceos del Mar Argentino, presenten elevados niveles de contaminantes orgánicos persistentes (Durante et al., en 2016) y metales pesados como cadmio y mercurio (Machovsky-Capuska et al., 2020). Adicionalmente, en algunos sectores de su distribución, los delfines comunes pueden verse afectados por la expansión de la industria de observación de ballenas, al alterar los patrones normales de actividad y la duración de los periodos de alimentación (Dans et al., 2008).

Esta especie está considerada por la UICN como de Preocupación Menor (Braulik et al., 2021), mientras que CITES la ubica en su Apéndice II. En la Argentina, también fue catalogada como especie de Preocupación Menor debido a que esta especie posee una gran abundancia en aguas argentinas y se registra de manera frecuente en la región (Romero et al., 2019a).

TONINA O DELFÍN NARIZ DE BOTELLA

(Tursiops truncatus)



Características

Es un delfín de gran tamaño, con cuerpo robusto y fuerte. La cabeza es grande, con la frente muy voluminosa y globular y el hocico relativamente corto y ancho. La quijada inferior sobrepasa algunos centímetros a la superior (Bastida et al., 2007).

Hábitat y distribución

Esta especie se encuentra en todo el mundo, desde aguas tropicales hasta templado-frías (Figura 81). En Argentina, su distribución va desde la Bahía de Samborombón en la provincia de Buenos Aires hasta la provincia de Chubut, aunque también se han registrado avistamientos ocasionales en Santa Cruz, Tierra del Fuego e Islas Malvinas (Bastida y Rodríguez, 2007). Suele habitar zonas estuariales y también se han avistado ejemplares remontando el río Uruguay y el río Negro. Actualmente, los estudios indican una distribución continua desde Bahía Blanca hasta Playa Unión en Chubut (Vermeuler et al., 2019).

En Argentina existen dos subespecies de delfines nariz de botella, las cuales muestran marcadas diferencias genéticas y morfológicas, pero comparten un hábitat común (Vermeulen et al., 2019). Una de ellas (*Tursiops truncatus truncatus*) está relacionada con delfines nariz de botella oceánicos avistados en la plataforma sur de Brasil (Fruet et al., 2017), mientras que la otra, *Tursiops truncatus gephyreus*, ha sido reconocida por la Comisión Ballenera Internacional y la Sociedad de Mamíferos Marinos como una subespecie endémica que habita en aguas costeras del sur de Brasil, Uruguay y Argentina. Además, se ha identificado a la población argentina dentro de esta subespecie como una Unidad Evolutivamente Significativa (Fruet et al., 2014).

En las últimas décadas, ha habido una drástica disminución en los avistajes de esta especie en Argentina, y prácticamente en la actualidad han desaparecido de la costa bonaerense (Vermeulen et al., 2017; Vermeulen et al., 2019). La Bahía de San Antonio es el área donde se encuentra una mayor abundancia (Svendsen, 2013; Vermeulen et al., 2018), estimándose un máximo de 83 individuos (Vermeulen y Bräger, 2015). En cuanto a Buenos Aires, aunque no se disponen de estimaciones precisas, los números son bajos con menos de 50 individuos registrados en Bahía Blanca y San Blas (Vermeulen et al., 2017). Para la provincia de Chubut, según las estimaciones disponibles, hay aproximadamente 34 individuos (Coscarella et al., 2012). Sumando todos los datos disponibles para ambas subespecies se estima que hay menos de 300 individuos Argentina (Coscarella, 2016). No se cuenta con valores estimados del rango home range (Vermeuler et al., 2019), sin embargo, existe evidencia sobre patrones migratorios entre Bahía de San Antonio, Bahía San Blas y Bahía Blanca (Vermeulen et al., 2016), así como también reavistajes reportados en el norte de Buenos Aires específicamente en las localidades de San Clemente del Tuyú y Mar del Plata.

Específicamente en relación al Área de Estudio, la forma costera (*Tursiops truncatus gephyreus*) es una subespecie permanente en el área (Figura 81), restringida a una estrecha franja bordeando la costa, de forma casi continua. Los mejores hábitats se ubicaron mayormente en la zona interna de la Bahía de San Antonio, en la región norte del Golfo San Matías (Svendsen, 2013) (Figura 82).

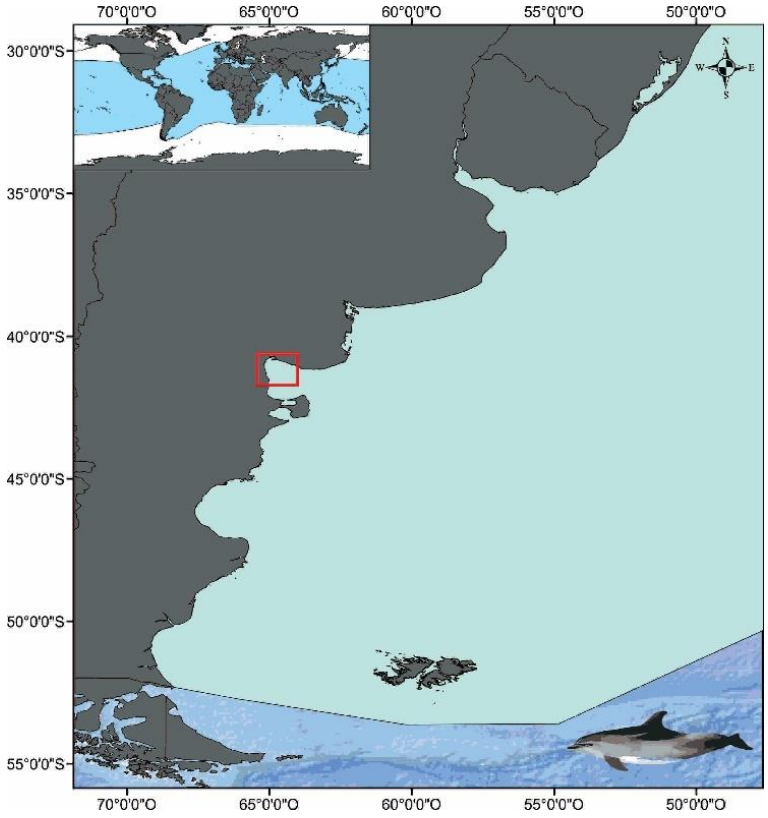


Figura 81. Distribución global del delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus* y su superposición con el Área de Estudio. Mapa de distribución global IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2019. *Tursiops truncatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2 (Wells et al., 2019).

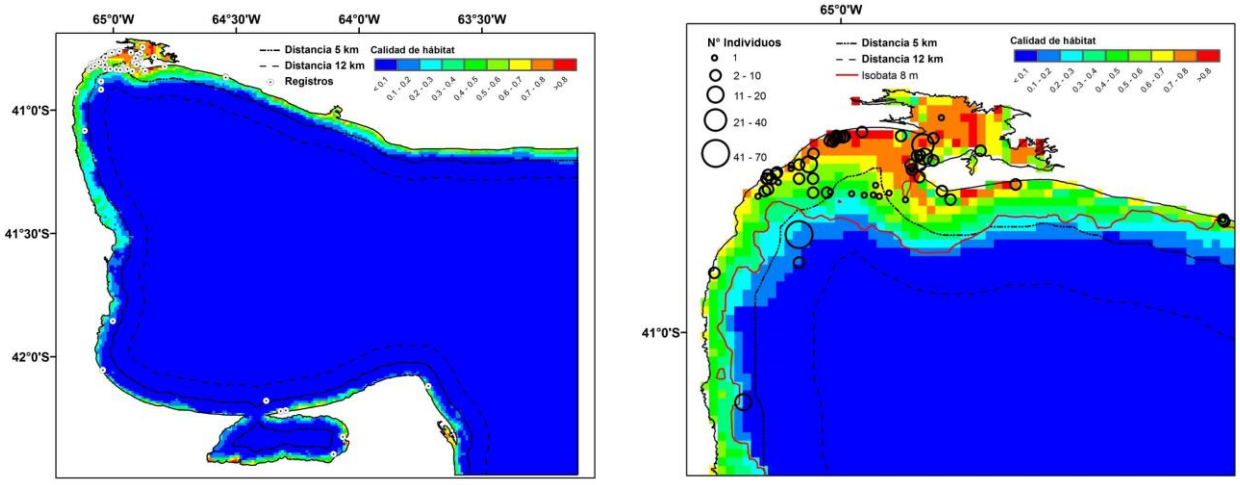


Figura 82. Mapa de distribución resultante del modelo Maxent para el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en el Golfo San Matías (Izquierda) y detalle de la Bahía de San Antonio y la zona externa adyacente. Las isolíneas negras continua y descontinua representan las distancias a la costa de 5 y 12 km. La línea roja representa la isobata de 8 metros y las posiciones geográficas y el tamaño de todos los grupos de delfín nariz de botella registrados durante el período 1987-2010 en ese sector. Obtenido a partir de Svendsen, 2013.

Biología y comportamiento

El delfín nariz de botella es un depredador de alto nivel trófico con una dieta diversa dependiendo de las regiones geográficas. La información disponible de la población bonaerense indica que se alimenta de peces marinos y estuariales como la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), pescadilla común (*Cynoscion guatucupa*), pescadilla real (*Macrodon ancylodon*) y otros (Bastida y Rodríguez, 2007; Coscarella et al., 2010). Recientemente, análisis de isótopos estables han revelado que las presas que más contribuyen a la alimentación en Argentina son especies con hábitos demersales y costeros como la pescadilla común mencionada anteriormente, el pargo (*Pagrus pagrus*) y el pez palo (*Percophis brasiliensis*) (Campos Rangel et al., 2021). Además, este estudio ha mostrado una considerable estabilidad en los hábitos tróficos del delfín nariz de botella a pesar de su gran disminución poblacional en Argentina.

La estación reproductiva del *T. t. gephyreus* se produce entre finales de primavera y principios de verano (Vermeulen et al., 2019). Los machos alcanzan la madurez reproductiva a partir de los 15 años, mientras que las hembras generalmente lo hacen a partir de los 10 años. El período de gestación es aproximadamente de 11 meses, y los nacimientos suelen ocurrir cada 3 años. El cuidado de las crías puede extenderse durante varios años, con una lactancia que puede durar más de un año, aunque las crías son capaces de tener una dieta mixta desde los 4 meses de edad. La esperanza de vida para las hembras es alrededor de 50 años, mientras que para los machos es aproximadamente 40 años (Bastida y Rodríguez, 2007). Se estima que la mortalidad en cachorros para esta especie es del 22%, aunque este valor podría ser subestimado debido al bajo número (17%) de hembras reproductivas en la población (Vermeulen y Bräger, 2015; Vermeulen et al., 2019).

Al igual que todos los cetáceos, la comunicación en el agua es fundamental para los delfines nariz de botella, ya sea para alimentarse o reproducirse, entre otras cosas. Estos delfines producen silbidos con una frecuencia que varía entre 1,8 y 10 kHz, con un máximo entre 8,4 y 14, kHz. Además, emiten señales pulsadas que tienen un pico de frecuencia entre 27 y 73 kHz. Sin embargo, debido a las limitaciones de los equipos utilizados en los estudios de *T.t.gephyreus*, la frecuencia máxima podría llegar a ser de hasta 130 kHz como se ha observado en *T. truncatus*. En Uruguay se ha observado una variación estacional en la producción de silbidos por parte de estos delfines. Durante el invierno y principios de primavera (de junio a septiembre) hay una menor emisión sonora, mientras que durante el verano se registran más silbidos (Tellechea et al., 2014). Además, se han detectado diferencias en los intervalos interclick dependiendo del tipo de actividad que realizan estos delfines en esta área (Tellechea et al., 2020).

En la costa de Argentina, se ha detectado niveles elevados de metales pesados en la especie (Marcovecchio et al., 1990, 1994; Moreno et al., 1984). Según Vermeulen y Bräger (2015), esto podría ser la causa de la baja tasa de reclutamiento, es decir, el bajo número de hembras reproductoras en los ejemplares de Bahía de San Antonio. Otras posibles amenazas incluyen la sobrepesca, especialmente en las provincias de Buenos Aires y Chubut (Bastida y Lichtschein, 1986; Bastida y Rodríguez, 2003; Coscarella et al., 2012), así como la destrucción de la comunidad bentónica ocasionada por las actividades pesqueras (Vermeulen et al., 2019).

En Bahía de San Antonio, el aumento del tráfico marítimo (principalmente relacionado con el turismo para avistamiento de mamíferos marinos y secundariamente para pesca y transporte) se identifica como la principal amenaza para las poblaciones locales. Esto ha llevado a un incremento tanto en contaminación química como acústica (Vermeulen et al., 2019), demostrándose que afecta el comportamiento de esta especie (Pellegrini et al., 2021). Además, las capturas incidentales de esta especie en las pesquerías argentinas son bajas (Crespo et al. 1994, 1997,2008).

El delfín nariz de botella fue categorizado por la IUCN como una especie de En Peligro (Wells et al., 2019); mientras que se considera Vulnerable a nivel local en 2019 en la Lista Roja de los mamíferos de Argentina (Vermeulen et al., 2019). En CITES es una especie que se ubica en el Apéndice II.

DELFÍN OSCURSO

(Sagmatias obscurus)



Características

Los delfines oscuros son cetáceos de hocico corto y pequeño tamaño, cuyo dorso es mayormente oscuro (gris-negro) y su vientre es claro. Presenta un patrón de coloración claramente diferenciable, destacándose en el flanco 2 líneas blancas ascendentes desde la cola hacia la mitad del cuerpo y un parche oscuro sobre los ojos (Bastida et al., 2007).

Hábitat y distribución

El delfín oscuro es una especie que solo vive en el hemisferio sur y habita aguas templado-frías. Vive en las costas y en las plataformas (Figura 83). En el Mar Argentino, se lo encuentra tanto en plataforma intermedia y como en la región costera (Bastida y Rodríguez, 2006), desde La Lucila del Mar en la provincia de Buenos Aires hasta Tierra del Fuego (Crespo et al., 1997), incluyendo las Islas Malvinas (Weir y Black, 2018). En el Mar Argentino, este delfín realiza movimientos diarios desde la costa hacia aguas abiertas (Bastida et al., 2007). En Tierra del Fuego, la presencia del delfín oscuro se consideraba ocasional, sin embargo, a partir del año 2000, su ocurrencia aumentó en las aguas del Canal Beagle y desde el año 2009, se lo registra con mayor frecuencia en los meses de verano y otoño (Degrati et al., 2019), sugiriendo que se trata de una población residente (Dellabianca et al., 2018).

Sólo se cuenta con una estimación del tamaño poblacional en 6.628 individuos para esta especie publicada, realizada hace más de 3 décadas en un área costera de Patagonia, entre Punta Ninfas-Chubut y Cabo Blanco-Santa Cruz) (Schiavini et al., 1999). Por otra parte, son comunes las observaciones en mar abierto en la región bonaerense, indicando que el delfín oscuro es el delfín más frecuentes y abundantes de la región, luego del delfín común (Degrati et al., 2019). Los delfines oscuros son animales típicamente gregarios y sociales, conformando grupos de 5 a 20 individuos. También es posible observarse manadas de 100 hasta 1.000 ejemplares en aguas costeras de Patagonia Argentina y Buenos Aires, respectivamente (Bastida et al., 2007; Crespo et al., 2008; Degrati et al., 2019).

Con respecto al Área de Estudio, es importante destacar que esta especie se encuentra de manera permanente a lo largo del año (Figura 83). El modelado de la distribución espacial de la especie señala cambios según la época del año asociados principalmente con el cambio en la temperatura superficial del mar (Figura 84), ocupando todo el Golfo San Matías durante la estación cálida y sólo la región costera durante los meses fríos (Svendsen, 2013; Svendsen et al., 2015). Es en la estación cálida cuando también son frecuentemente observados en simpatría delfines comunes (Curcio et al., 2023).

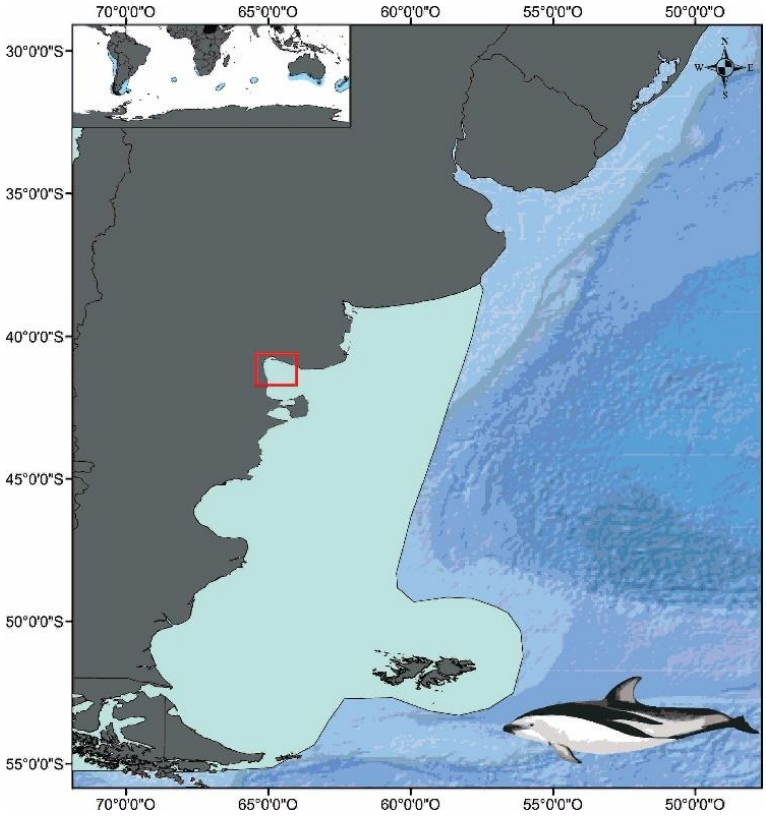


Figura 83. Distribución global del delfín oscuro, *Sagmatias obscurus* y su superposición con el Área de Estudio. Mapa de distribución global IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2020. *Sagmatias obscurus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2 (Alafaro-Shiguieto et al., 2019); con adaptación de presencia de la especie en el Mar Argentino según Libro Rojo de Mamíferos de Argentina (Degrati et al., 2019).

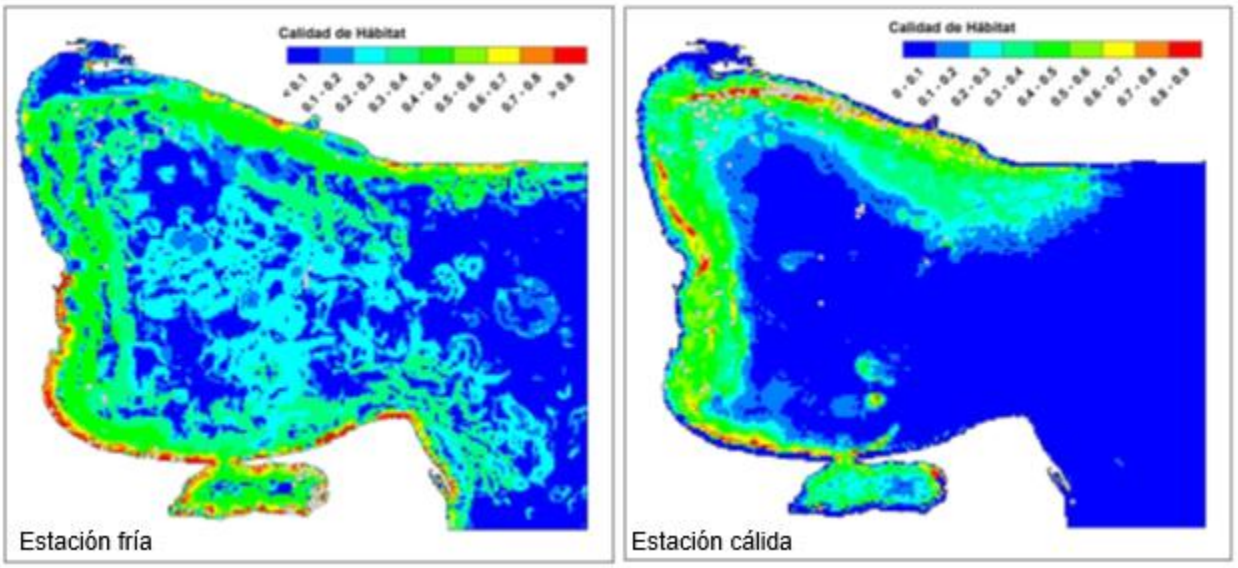


Figura 84. Mapa de distribución resultante del modelo Maxent para delfines oscuros (*Sagmatias obscurus*) en la estación cálida (octubre a marzo, izquierda) y fría (abril a septiembre, derecha). Los puntos indican los registros de presencia utilizados en el modelo (Obtenido a partir de Svendsen, 2013).

Si bien en la campaña enmarcada en la evaluación de presencia de mamíferos marinos en el Área de Estudio, durante los días de relevamiento específicos para mamíferos marinos no se registró la presencia de delfines oscuros en el área; la información obtenida en campañas en las cuales se relevaron otros grupos faunísticos nos confirma la presencia de esta especie en la zona durante la época invernal.

Biología y comportamiento

El delfín oscuro es un depredador generalista de alto nivel trófico. En el Mar Argentino se alimenta de presas de hábitos pelágicos (Romero et al., 2012; Loizaga et al., 2015; Loizaga et al., 2017). Una de sus principales presas es la anchoíta (*Engraulis anchoíta*), especie con la que está íntimamente ligado tanto en sus desplazamientos migratorios, como en las estrategias grupales que utiliza para su captura (Bastida et al., 2007). Otras presas importantes son la merluza común (*Merluccius hubbsi*), el calamar (*Illex argentinus*) (Degrati et al., 2019), *L. gahi* en la costa patagónica, y *L. sanpaulensis* en la costa bonaerense (Bastida et al., 2007).

La madurez sexual se da en las hembras entre los 6 y 7 años, teniendo su primer cachorro entre los 7 y 8 años (Degrati et al., 2019). La gestación dura alrededor de un año, y los nacimientos se dan principalmente en primavera y verano. La lactancia y la relación madre-cría podrían extenderse por más de un año, por lo que pueden dar a luz una cría cada 2 o 3 años. (Dans et al., 1997; Dans, 1999; Bastida et al., 2007).

Los delfines oscuros proyectan sonidos de ecolocalización de banda ancha y corta de duración similares a las de otros odontocetos que producen silbidos. La mayoría de las señales de ecolocalización son de tipo bimodal con un pico de baja frecuencia entre 40 y 50 kHz, y un pico de alta frecuencia entre 80 y 110 kHz (Au y Würsig, 2004). Los disturbios vinculados a los buques pueden interrumpir las interacciones sociales, soportar costos energéticos o afectar de alguna manera la aptitud individual (Lundquist et al., 2012).

La principal amenaza para el delfín oscuro son las capturas incidentales, fundamentalmente en redes de media agua para la pesca de anchoíta (Bastida et al., 2007; Mandiola et al., 2017; Seco Pon et al., 2020), llegando a niveles críticos en la década del 80 (Dans et al., 2003). En los últimos años se ha registrado captura incidental de animales en la pesca de arrastre a media agua del stock bonaerense de anchoíta (Mandiola et al., 2017).

En el Golfo San Matías se tienen registros de ejemplares capturados incidentalmente en redes de arrastre de fondo dirigidas a la captura de merluza (*Merluccius hubbsi*) (Degrati et al., 2019). En el Golfo Nuevo la especie ha modificado su comportamiento de alimentación en presencia de embarcaciones turísticas, existiendo evidencias de impacto a corto plazo (Dans et al., 2003), que pueden llevar a mayores costos energéticos que reduzcan su capacidad reproductiva, su supervivencia e incluso cambiar su (Dans et al., 2012).

Esta especie se encuentra en el Apéndice II de CITES. Por su estado de conservación es considerada de Preocupación Menor por la IUCN (Alafaro-Shiguieto et al., 2019) y la Lista Roja de Mamíferos Marinos de Argentina (Degrati et al., 2019); esta última clasificación se basa en su alta abundancia y frecuencia en el Mar Argentino.

ORCA

(Orcinus orca)



Características

Es uno de los cetáceos más fáciles de distinguir debido a su tamaño y coloración dorsal negra y ventral blanca, marcadamente contrastante. El cuerpo es robusto, sin hocico definido y sus aletas pectorales son ovaladas. La aleta dorsal es claramente triangular en el macho adulto y falcada (medialuna) en la hembra (Bastida et al., 2007; Perrin et al., 2009).

Hábitat y distribución

La orca es un cetáceo de amplia distribución geográfica, presente en todos los océanos del mundo. En el Atlántico Sudoccidental, habitan en aguas templadas y templadas frías, abarcando desde la provincia de Buenos Aires hasta la Península Antártica, tanto en aguas cercanas a la costa como oceánicas (Coscarella et al., 2019; Bastida et al., 2007). Incluso, algunos individuos podrían migrar sobre el talud desde aguas antárticas, lo que amplía aún más su rango de distribución en esta región (Durban y Pitman, 2012).

Particularmente en el Área de Estudio, su presencia es permanente, aunque parece incrementarse en temporada calidad, coordinado con el ciclo reproductivo de sus presas (ej. *Otaria flavescens*), siendo mayor la presencia en los meses de diciembre a marzo (Iñiguez, 2001) (Figura 85).

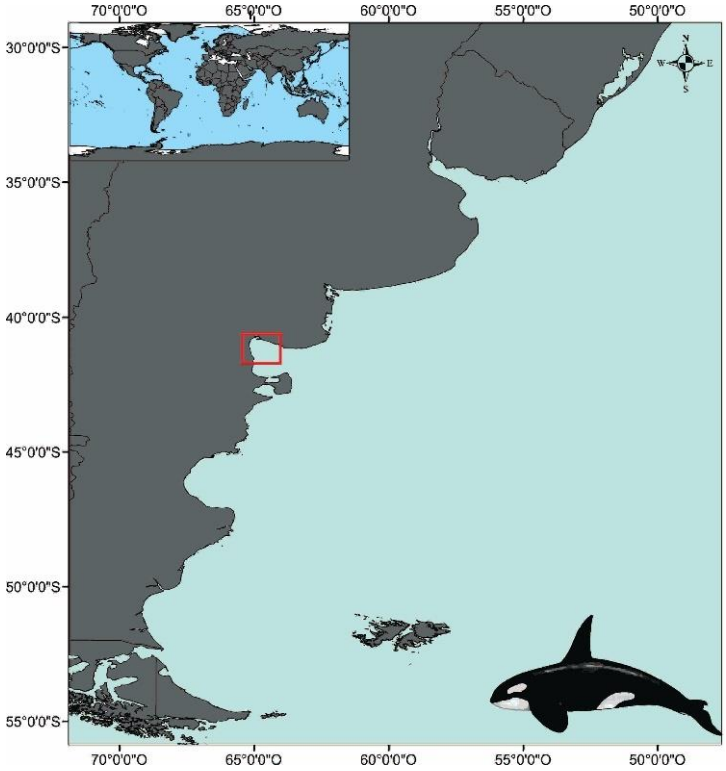


Figura 85. Distribución global de la orca, *Orcinus orca* y su superposición con el Área de Estudio (polígono rojo). Mapa de distribución global IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2013. *Orcinus orca*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2 (Reeves et al., 2017).

Biología y Comportamiento

Las orcas son depredadores topes que se alimentan de una amplia variedad de presas, incluyendo peces óseos, tiburones, moluscos, aves, tortugas y otras especies de mamíferos marinos (Bastida et al., 2007; Loizaga et al., 2018; 2023). Utilizan diferentes estrategias según el tipo de presa y entornos. Utilizando marcadores tróficos, fue posible diferencia tres grupos con diferencias alimenticias, dos de ellos (grupo patagónico y subtropical) que consumen mayormente presas bentónicas de alto nivel trófico y un tercer grupo (Subantártico/Antártico) cuya alimentación se basa en presas de menor nivel trófico y principalmente pelágicas (Loizaga et al., 2023). La existencia de diferentes grupos tróficos sugiere también que podría haber subpoblaciones. Para lo provincia de Buenos Aires se identificó recientemente que se alimenta del delfín franciscana (Padula et al., 2022).

La madurez sexual de las hembras comienza alrededor de los 11 años, y su vida reproductiva puede extenderse hasta los 40 años. Por lo general, dan a luz a una única cría cada 4 a 6 años, con una alta tasa de mortalidad en los primeros 6 meses de vida de las crías. Los machos alcanzan la madurez sexual entre los 12 y 14 años y tienen una esperanza de vida promedio de alrededor de 30 años (Bastida et al., 2007).

Las orcas emiten diversas vocalizaciones que incluyen clics de ecolocalización, silbidos y llamadas, todas ellas con frecuencias por debajo de los 20 kHz. Estas llamadas poseen un dialecto específico que varía gradualmente con el tiempo (Sayigh, 2014). Los silbidos emitidos por las orcas a menudo son ultrasónicos, lo que ha llevado a la especulación de que están diseñados para la comunicación en distancias cercanas. Un estudio realizado en el stock C de Antártida identificó la emisión de 28 tipos de llamadas complejas con múltiples frecuencias moduladas por parte de las orcas (Wellard et al., 2020).

Las orcas fueron explotadas como captura secundaria durante la caza de distintas especies de ballenas (Bastida et al., 2007). Las orcas estarían utilizando a las áreas pesqueras, especialmente a los barcos pesqueros, como una estrategia de forrajeo (Coscarella et al., 2019). Existen reportes que indican que en las capturas realizadas por barcos palangreros en las islas Georgias, los pescadores podrían disparar a las orcas para evitar que afecten su captura (Visser, 2000). Asimismo, existen reportes de captura incidental en pesquerías de atún y pez sable en el sur de Brasil (Dalla Rosa y Secchi, 2007).

La contaminación sonora causada por actividades antrópicas, pueden resultar de riesgo para esta especie (Culik, 2011). Se ha observado que, en presencia de ruido generado por embarcaciones, las orcas prolongan la duración y aumentan el volumen de sus vocalizaciones (Erbe et al., 2018), posiblemente como una adaptación para superar la interferencia acústica. Este comportamiento también ha estado asociado a una disminución en la probabilidad de éxito en la captura de presas (Holt et al., 2021). El ruido de los buques y otros factores abióticos redujo significativamente la capacidad de comunicación y ecolocalización de las orcas en Canadá, en comparación con sus alcances máximos en condiciones de bajo ruido ambiental (Burnham et al., 2023). Se detectaron concentraciones de contaminantes PCBs y DDTs en ejemplares de orcas del hemisferio norte (Culik, 2011).

Esta especie se encuentra en el Apéndice II de CITES. Por su estado de conservación es considerada como Datos Deficientes por la IUCN (Reeves et al., 2017), mientras que la Lista Roja de Mamíferos Marinos de Argentina la ha clasificado como una especie de Preocupación Menor (Coscarella et al., 2019).

PINNÍPEDOS

LOBO MARINO DE UN PELO SUDAMERICANO

(*Otaria flavescens*)



Los últimos dos nombres reconocidos para la especie son *Otaria byronia* (Blainville, 1820) y *O. flavescens* (Shaw, 1800). Sin embargo, *O. flavescens* es utilizado por la mayoría de los científicos sudamericanos y es el aceptado por la SAREM (Teta et al., 2018). Recientemente, Lucero et al. (2019) resolvieron la nomenclatura a favor de *O. flavescens* definiendo un neotipo para la especie debido a que ambos holotipos se perdieron.

Características

Los lobos marinos de un pelo son de color pardo oscuro, aunque al nacer su pelaje es de color negro. Presentan un marcado dimorfismo sexual, siendo los machos mucho más grandes que las hembras. Cuando los machos son adultos, además presentan una melena alrededor del cuello de color marrón rojizo, el cual es mucho más ancho que la cabeza o el tronco. Las hembras llegan a pesar entre 120 y 170 kg mientras que los machos llegan a 350 kg. La longevidad de la especie es de hasta 15 años los machos y 20 años las hembras (Dans et al., 2023).

Hábitat y distribución

El lobo marino de un pelo es una especie de pinnípedo ampliamente distribuida en el cono austral sudamericano, habitando las costas desde el sur de Brasil hasta el norte de Perú y Ecuador. En Argentina, se registran cerca de 200 asentamientos costeros, con colonias reproductivas que se ubican de manera casi continua en la Patagonia, Tierra del Fuego e Islas Malvinas. No obstante, las principales colonias reproductivas se encuentran en el norte y centro de la Patagonia. El lobo marino de un pelo es la especie más común en las costas argentinas y se encuentra de manera permanente dentro del Área de Estudio (Figura 86). Sobre las costas del Golfo San Matías se forman varias colonias, tanto reproductivas como de descanso (Figura 87). Estas colonias junto a las de Península Valdés forman un núcleo poblacional actualmente en crecimiento (Romero et al., 2017).

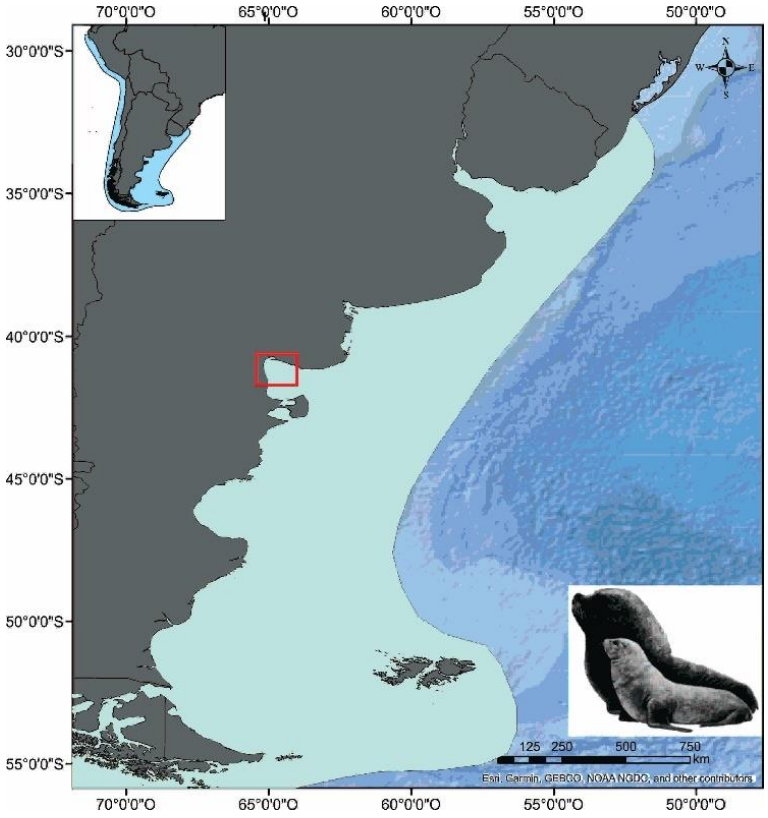


Figura 86. Distribución global del lobo marino de un pelo, *Otaria flavescens* y su superposición con el Área de Estudio. Mapa de distribución global de la especie obtenido de IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2009. *Otaria byronia* (=*Otaria flavescens*). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2.

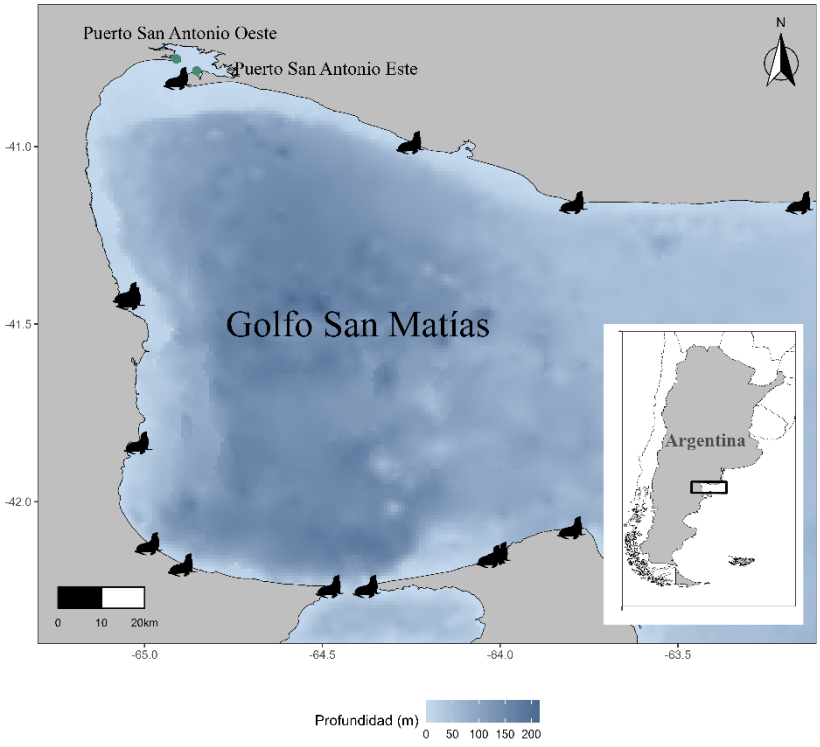


Figura 87. Distribución de las colonias de lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) en el Golfo San Matias.

Los modelos de distribución construidos para el lobo marino de un pelo en el Golfo San Matías, indican que la distancia a la costa es la variable de mayor importancia relativa para determinar la ocurrencia de la especie (Svendsen, 2013). Tanto en la estación fría (abril a septiembre) como en la cálida (octubre a marzo), los hábitats más favorables se ubicaron en zonas de mar inmediatas a la costa (< 2 km de distancia a la costa; Figura 88 y Figura 89).

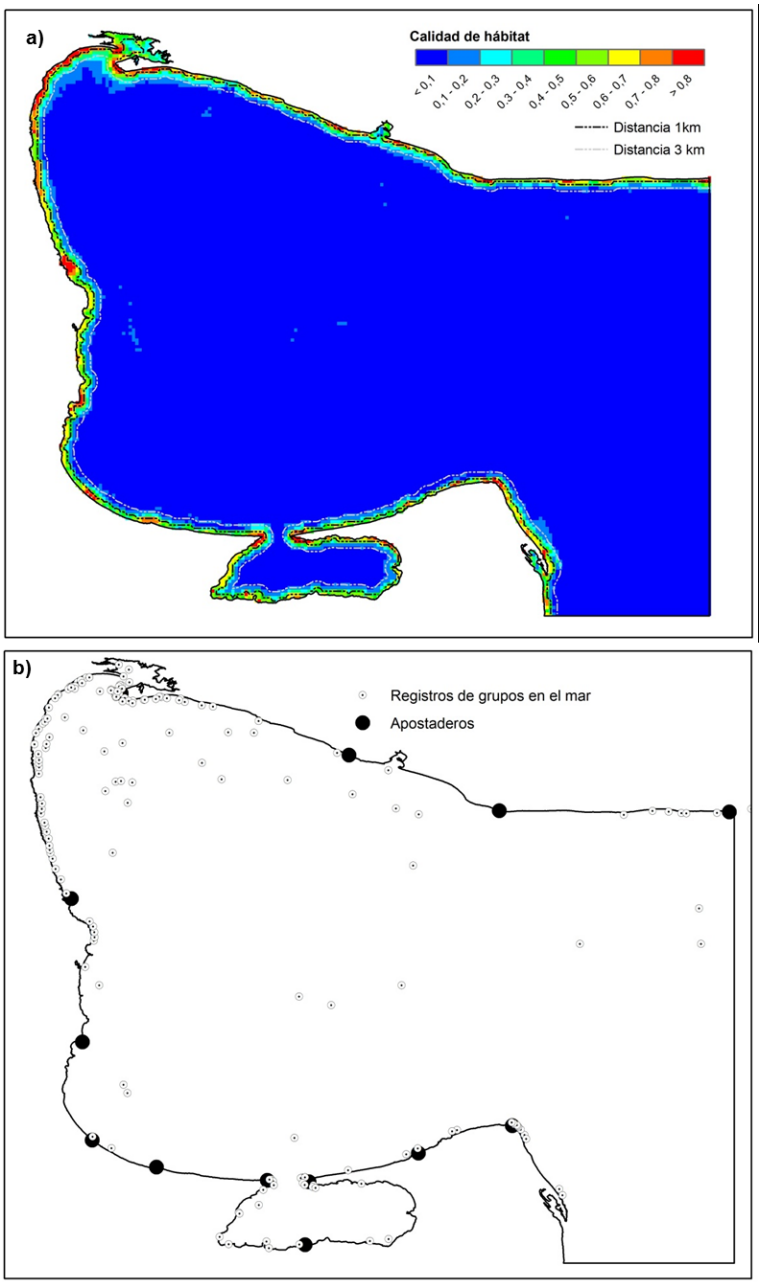


Figura 88. a) Mapa de distribución resultante del modelo Maxent para los lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) en la estación fría. Se muestran las líneas de distancia a la costa de 1 y 3 km. b) Localización de los grupos en el mar y apostaderos de lobos marinos de un pelo en la estación fría. Obtenido de Svendsen, 2013.

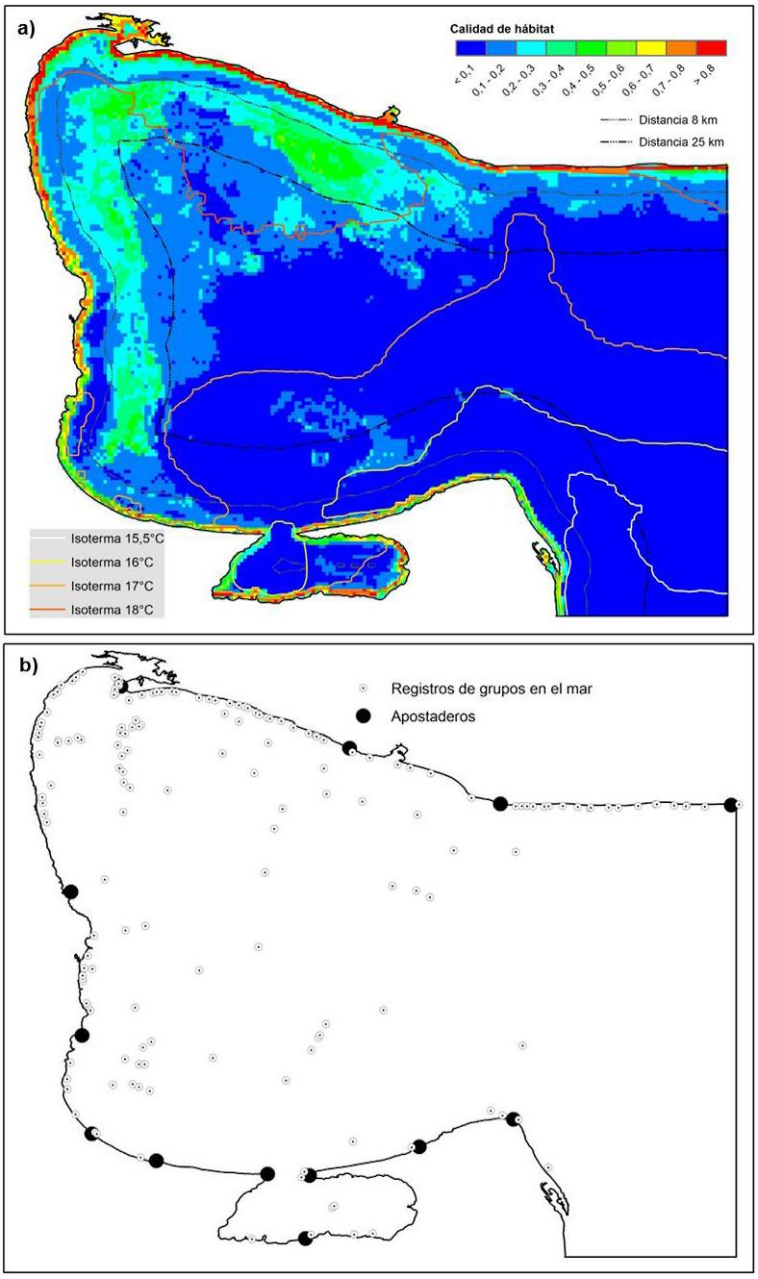


Figura 89. a) Mapa de distribución resultante del modelo Maxent para los lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) en la estación cálida. Se muestran las líneas de distancia a la costa de 8 y 25 km y las isotermas (TSM promedio para los meses cálidos) de 15,5, 16, 17 y 18°C. b) Localización de los grupos en el mar y apostaderos de lobos marinos de un pelo en la estación cálida. Obtenido de Svendsen, 2013.

Por otro lado, existe información disponible sobre el seguimiento satelital de animales en el Golfo San Matías y Península Valdés que señalan que los machos realizan viajes de alimentación en promedio más largos que las hembras, utilizando tanto las aguas interiores del Golfo San Matías como la Plataforma Continental Adyacente (Campagna et al., 2001; Figura 90). Además, se observaron diferencias individuales entre animales costeros y pelágicos. Los viajes de alimentación de las hembras duraron una media de 3,4 días (desviación estándar = 1,3). La distancia media recorrida por viaje fue de 206 km (desviación estándar = 117 km, máximo 864 km). Los machos alternaron períodos en la costa con viajes al mar que duraron una media de 5,7 días (desviación estándar = 3,0). La distancia media recorrida superó los 591 km (desviación estándar = 301 km).

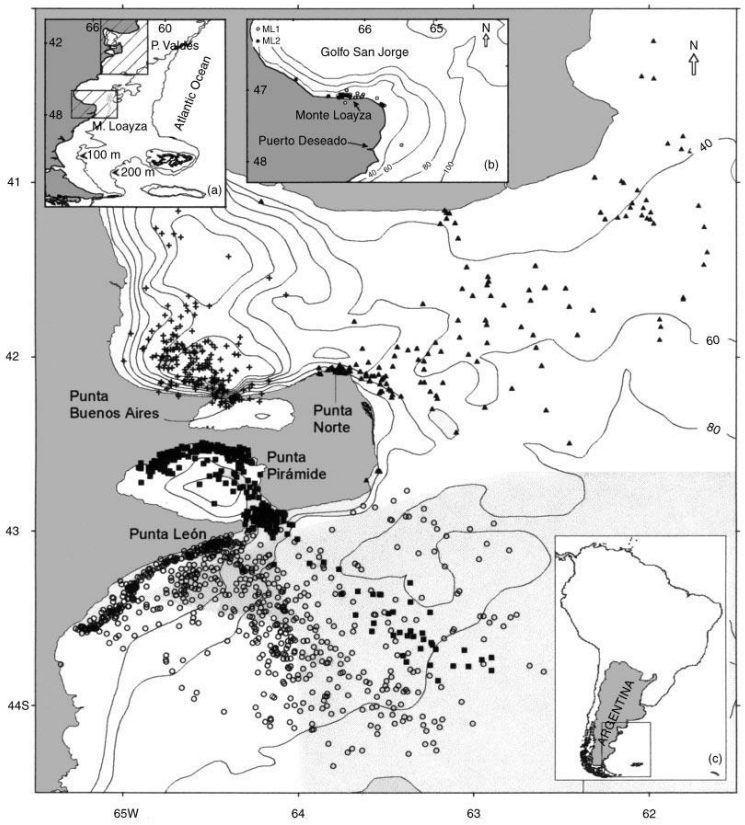


Figura 90. Localización de las transmisiones satelitales de 20 hembras lactantes de *Otaria flavescens* pertenecientes a cuatro colonias reproductivas del norte de la Patagonia (Punta Buenos Aires, Punta Norte, Punta Pirámide y Punta León). Obtenido de Campagna et al., 2001.

Durante la campaña realizada en el marco de este proyecto se pudo registrar la presencia de numerosos ejemplares de lobo marino de un pelo muertos en la costa, registrados a partir de los relevamientos coteros. Asimismo, la presencia de esta especie fue muy frecuente en los censos realizados desde la embarcación.

Biología y Comportamiento

Son animales con una dieta generalista que incluye peces, calamares y crustáceos de hábitos costeros, algunas de importancia comercial. Esto los coloca en competencia directa con las actividades de pesca costera en toda su área de distribución (Romero et al., 2011; Denuncio et al., 2017). En la provincia de Buenos Aires y Patagonia, se alimentan principalmente de especies como raneya (*Raneya brasiliensis*), pescadilla real (*Macrodon ancylodon*), pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*), corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), anchoíta (*Engraulis anchoíta*), merluza (*Merluccis hubbsi*), rayas, calamares y pulpos (Suarez et al., 2005; Harrington et al., 2022).

En particular, en el Golfo San Matías, los estudios de la dieta del lobo marino de un pelo indican que preda sobre al menos veinticuatro especies presa, siendo los peces el grupo más frecuente en la dieta de la especie (Romero, 2011; Romero et al., 2011; Jarma et al., 2019). La merluza común fue la presa más importante, representando el 39,67% en número y el 37,09% en peso del total de presas consumidas. La raneya y el savorín (*Seriolella porosa*) también fueron presas significativas en la dieta del lobo marino de un pelo (Romero et al., 2011).

Es una especie colonial y poligínica. La temporada reproductiva ocurre durante el verano, desde diciembre a febrero, y tanto el número de individuos reproductores apostados en tierra, como el número de nacimientos alcanzan su máximo a mediados del mes de enero (Dans et al., 2023). Los machos adultos se desplazan a las colonias reproductivas en Patagonia y Uruguay, mientras que las hembras se concentran en estos territorios para el apareamiento. Los machos llegan a las costas para delimitar sus territorios a mediados de diciembre y agrupar a las hembras en la playa para formar harenes de unas 4 a 20 hembras. A los pocos días de incorporarse al harén y luego de una gestación de casi un año, la hembra da a luz una cría que mide alrededor de 85 cm y pesa 10 a 15 kg. Entre los 5 y 7 días después del parto se produce la cópula y a las pocas semanas las colonias se disgregan, aproximadamente a fines de febrero. La lactancia del cachorro se extiende por 8 a 11 meses, mantienen fuertes vínculos sociales en tierra (Campagna, 1985). Investigaciones basadas en el seguimiento satelital corroboran que después de la temporada de reproducción, las hembras se alimentan mientras amamantan a sus crías, realizando breves desplazamientos hacia las zonas de alimentación (Rodríguez et al., 2013).

Durante la temporada de reproducción, los machos exhiben territorialidad y competencia entre ellos, lo que resulta en comportamientos agresivos y vocalizaciones específicas, como gruñidos y ladridos. Las madres y las crías producen llamadas "primarias" que se utilizan en interacciones madre-cría (Fernandez-Juricic et al., 2001; Trimble y Charrier, 2011).

Población y Estado de conservación

El lobo marino de un pelo es el mamífero más abundante en el Atlántico sudoccidental. Se estima que la población actual es superior a 200.000 ejemplares en todo el Mar Argentino, distribuidos en 200 colonias continentales e insulares, aunque su abundancia no es homogénea a lo largo de la costa (Grandi et al., 2008, 2015; Túnez et al., 2008; Baylis et al., 2015, Romero et al., 2017). En Buenos Aires hay cuatro colonias con ≈4.000 individuos (Giardino et al., 2017). En Patagonia norte y centro se estimó una abundancia actual de 175.000 individuos (Romero et al., 2017). En Santa Cruz se estimaron 31.592 en 17 colonias (Grandi et al., 2015), en Tierra del Fuego ≈9.000 (Milano, 2014; Milano et al., 2020) y en Islas Malvinas se estiman ≈19.000 individuos en 70 colonias (a partir de crías censadas, Baylis et al. 2015).

El 65% de la abundancia está en Patagonia norte y centro y de esta forma producen el 60% de las crías de Argentina (Romero et al., 2019b). En las últimas décadas, la paulatina recuperación de la población derivó en la colonización de nuevas áreas y la transformación gradual de apostaderos no reproductivos a reproductivos (Reyes, 2000; Grandi et al., 2008, 2015). El modelado de la dinámica poblacional de los apostaderos de Patagonia norte y centro indicó que, previo a la remoción por caza, la abundancia de la población era de alrededor de 460.000 individuos. La remoción por caza redujo drásticamente la población, alcanzando el valor más bajo en la década de 1960 cuando solo quedaron menos de 25.000 individuos en la región. A pesar de su recuperación, la abundancia actual representa sólo un 40% de su abundancia pre-explotación (Romero et al., 2017).

En particular para el Golfo San Matías, el último censo de las loberías de la provincia de Río Negro, realizado en enero de 2024, indició una abundancia de 5.200 individuos en Punta Bermeja y 2.000 individuos entre las colonias de Islote Lobos e Islote La Pastosa. En el caso de la lobería de Punta Bermeja, el recuente indicó una reducción del 30% en la abundancia, posiblemente vinculado con la ocurrencia del brote de gripe aviar (H5N1). No se disponen de datos del 2024 de las colonias de Caleta de Los Loros y Promontorio Belén (Romero et al., 2024b).

Los principales problemas de conservación que enfrentan los lobos marinos de un pelo se centran en su interacción con diferentes actividades antrópicas. En el Mar Argentino ocurren interacciones por la superposición de los recursos y/o las áreas utilizadas por lobos marinos y pesquerías artesanales e industriales (Corcuera et al., 1994; Crespo et al., 1994, 1997, 2007; Crespo y Hall, 2001; Dans et al., 2003; Romero et al., 2011; Seco Pon et al., 2013; Mandiola et al., 2017, 2024; Rodríguez et al., 2023). Esto genera interacciones directas (enmallamientos, mortalidad incidental).

El lobo marino de un pelo es la especie de mamífero marino que presenta mayor tasa de captura con las pesquerías argentinas, registrándose interacciones con la pesquería Au y W de anchoíta, langostino, merluza, centolla, entre otros (Rodriguez et al., 2023; Mandiola et al., 2024). A pesar de ello, no afectarían la tendencia de recuperación poblacional (Romero et al., 2017). Sumado a esto, la pesquería afecta indirectamente a la población de lobos mediante la competencia por los recursos (Romero, 2011). En el Golfo San Matías, la evaluación del solapamiento trófico entre lobos marinos y pesca indica que la posibilidad de una interacción competitiva entre ambos componentes del sistema, a partir de la utilización de recursos similares, sería baja (Romero et al., 2011).

Por otro lado, en Argentina los lobos marinos son utilizados como recurso turístico en distintos puntos del Mar Argentino, incluyendo la Bahía de San Antonio. Si bien estás actividades son utilizadas como herramientas para la conservación a partir de la concientización del público, un turismo de avistamiento irresponsable puede generar un impacto sobre las poblaciones, modificando el presupuesto energético de los individuos (Romero et al., 2019b). También se ha observado que la variación climática ha afectado a los organismos de nivel trófico superior en la región (Heredia et al., 2022). Recientemente además se han visto gravemente afectados por la gripe aviar (H5N1) en toda su área de distribución (Gamarra-Toledo et al., 2023; Leguia et al., 2023).

A nivel internacional, el lobo marino de un pelo sudamericano está clasificado como una especie de Preocupación Menor por la UICN (Cárdenas-Alayza et al., 2016). En Argentina, fue recategorizado como una especie de Preocupación Menor en 2019 (Romero et al., 2019b).

LOBO MARINO DE DOS PELOS SUDAMERICANO

(*Arctocephalus australis*)



Características

Son pinnípedos de pequeño a mediano tamaño. Presentan un marcado dimorfismo sexual, siendo los machos más grandes que las hembras. Los machos alcanzan 2 m de longitud y hasta 160 kg de peso, mientras que las hembras pueden llegar a medir 1,50 m y pesar 60 kg. El color del pelaje es predominante gris o pardo plomizo. Los machos pelos más largos en la parte posterior de cuello y cabeza, formando una especie de “cresta”, aunque no llega a ser la melena del lobo marino de un pelo. Las hembras pueden presentar coloraciones de gris rojizo en el abdomen (Dans et al., 2023). Su nombre común refiere a los dos tipos de pelos que la especie posee, una interior constituida por pelos finos y cortos, distribuidos en forma compacta, de tacto suave; y una externa, de pelos gruesos, cerdosos y largos (Bastida et al., 2007). La longevidad es de hasta 20 años los machos y 25 años las hembras.

Hábitat y distribución

En el Océano Atlántico Sudoccidental, el lobo marino de dos pelos se distribuye sobre una extensión costera de 5.000 km, desde las costas de Rio Grande do Sul, Brasil hasta Tierra del Fuego, Argentina, incluyendo a las Islas Malvinas (Figura 91). En cuanto a su distribución en el mar, los lobos finos habitan tanto en la zona costera como sobre toda la plataforma patagónica, llegando hasta el borde del talud continental (Mandiola, 2015; Mandiola et al., 2015; Baylis et al., 2018, 2019). Particularmente para Argentina, han sido registrados más de 25 colonias reproductivas en la costa patagónica, Isla de los Estados y los islotes del Canal Beagle (Milano, 2014; Crespo et al., 2015), así como unas 10 colonias reproductivas en las Islas Malvinas (Baylis et al., 2019). En el Golfo San Matías, se registra la presencia de un apostadero no reproductivo en el Parque Nacional Islote Lobos, y la presencia de esta especie en el agua aumenta entre mayo y octubre (Svendsen et al. 2013). Los estudios sugieren que esta especie utiliza el Área de Estudio para alimentarse y para el descanso durante sus desplazamientos entre el norte y sur de su distribución (Svendsen et al., 2013; Bartés et al., 2020).

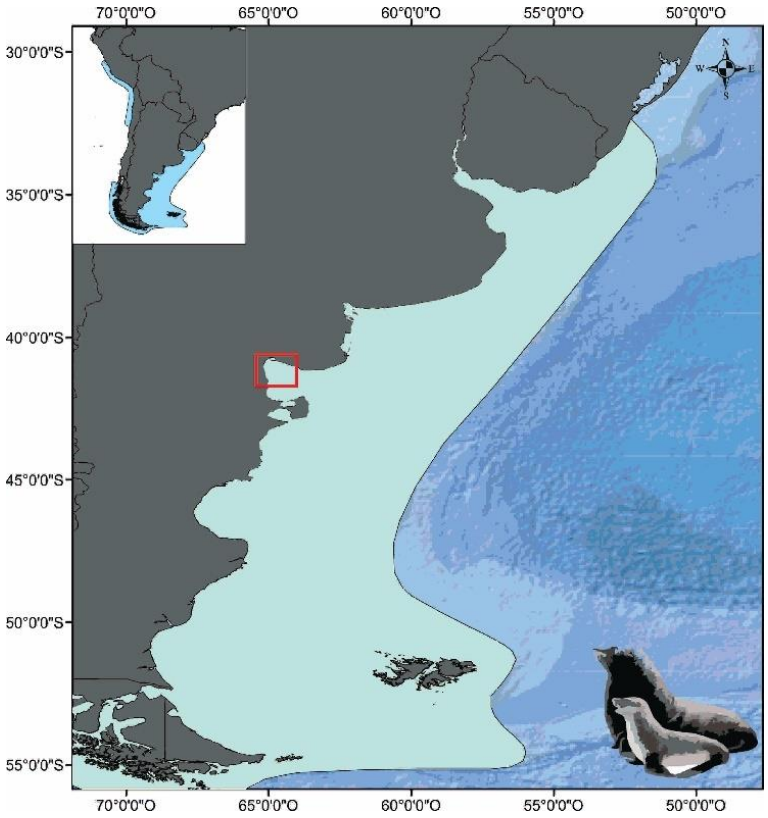


Figura 91. Distribución global del lobo marino de dos pelos Sudamericano, *Arctocephalus australis,* y su superposición con el Área de Estudio (polígono rojo). Mapa de distribución global de la especie obtenido de Cárdenas-Alayza et al., 2016. *Arctocephalus australis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2021-2 (Cárdenas-Alayza et al., 2016).

La distribución espacial del lobo marino de dos pelos fue modelada para el Golfo San Matías, mostrando que las áreas más propicias para esta especie se encuentran en el sector costero noroeste y oeste del golfo, entre la boca de la Bahía de San Antonio y el paralelo 42°S (Figura 92). La calidad de hábitat óptima para la especie tiene un máximo en las profundidades más bajas (< 1 m) y a partir de este máximo disminuye rápidamente hasta hacerse prácticamente nula en profundidades mayores a 80 m (Svendsen, 2013).

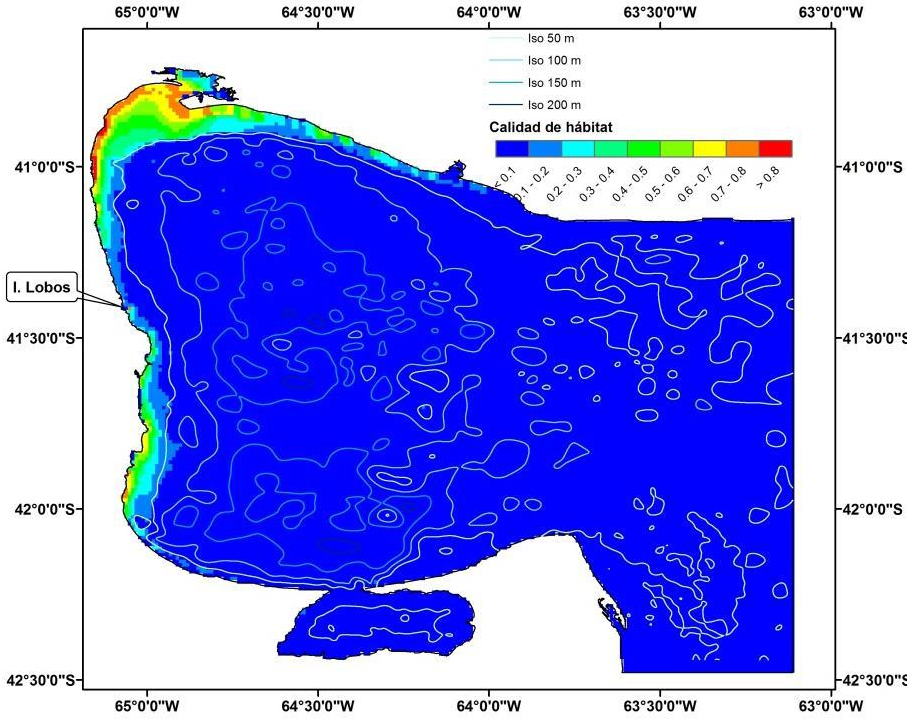


Figura 92. Modelo de distribución final (Maxent) de lobos finos sudamericanos (*Arctocephalus australis*) en el Área de Estudio. Obtenido a partir de Svendsen, 2013.

Durante la campaña realizada en el marco de este proyecto se pudo registrar la presencia de ejemplares de lobo marino de dos pelos sudamericanos muertos en la costa, registrados a partir de los relevamientos coteros. Asimismo, la presencia de esta especie fue registrada en los censos realizados desde la embarcación.

Biología y Comportamiento

La dieta de *Arctocephalus australis* es variada, alimentándose tanto de presas costeras como de plataforma. Sus presas incluyen especies como la anchoíta (*Engraulis anchoita*), la merluza (*Merluccius hubbsi*), la raneya (*Raneya fluminensis*), cefalópodos (*Illex argentinus* y *Loligo gahi* = *Doryteuthis gahi*), el langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*) y la langostilla (*Grimothea gregaria* = *Munida gregaria*), entre otras (Vales et al., 2015; Denuncio et al., 2021). En la región del Rio de la Plata y su área de influencia, una de las características de su alimentación, que podrían explicar el éxito poblacional en la región, es su gran plasticidad trófica llevando a esta especie a competir por los mismos recursos con mamíferos costeros como *Pontoporia blainvillei* y *Otaria flavescens* (Drago et al., 2020; Denuncio et al., 2021).

Esta especie presenta un sistema de apareamiento poligínico, con zonas de reproducción en tierra y formación de harenes de tamaño variable, entre 2 y 13 hembras, promediando 5 o 6 hembras por macho (Vaz Ferreira y Ponce de León, 1987; Bastida et al., 2022). Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 2 y 4 años. Los machos se desarrollan sexualmente entre los 5 y 6 años; aunque recién entre los 7 y 8 años tienen la capacidad de retener a las hembras y copular con ellas (Ponce de León, 1983; Bastida et al., 2007). Los machos establecen sus territorios en las colonias de reproducción durante el mes de noviembre, mientras que las hembras llegan en diciembre, dando luz a una cría pocos días después (Vaz Ferreira y Ponce de León, 1987). Después de las pariciones, las hembras entran en un período receptivo y son fecundadas entre enero y febrero. Luego de estas etapas, la estructura reproductora se dispersa. La lactancia se extiende por un periodo de entre 8 a 12 meses (Ponce de León, 1983).

Los lobos marinos de dos pelos emiten una amplia variedad de vocalizaciones cuando se encuentran en tierra, y se han identificado al menos 11 tipos diferentes de vocalizaciones que abarcan un rango de frecuencias de 400 a 1600 Hz. Estas vocalizaciones tienen funciones diversas y se pueden clasificar funcionalmente en diferentes categorías como investigación, amenaza, sumisión y llamadas madre-cría. Durante la temporada de reproducción, se ha observado que los adultos pueden modificar sus vocalizaciones según el destinatario al que se dirigen (Phillips y Stirling, 2001). Además, se ha notado que las crías pueden reconocer y diferenciar las vocalizaciones de sus madres (Phillips, 2003). Sin embargo, todavía no se dispone de información sobre cómo esta especie se comunica bajo el agua en respuesta a diversos estímulos (Charrier, 2021).

Población y Estado de conservación

La estimación poblacional de esta especie está fragmentada y desactualizada. Luego de la intensa explotación comercial y reducción poblacional sufrida entre los siglos XVIII y XX (Bastida et al., 2022), las estimaciones actuales de *Arctocephalus australis* rondan los 238.000 individuos. Esta recuperación se debe, en parte, al cese de la caza comercial y a la implementación de leyes de protección (Rodríguez y Bastida, 1998; Crespo et al., 2015; Cárdenas-Alayza et al., 2016). En aguas argentinas, la especie cuenta con unos 25 apostaderos en la costa continental, Isla de los Estados e islotes del Canal Beagle y una población total de ≈25.000 individuos (Milano 2014; Crespo et al. 2015). En las Islas Malvinas se censaron 36.425 crías en 2018, lo que representa el 48% de la producción de crías para la especie (Baylis et al. 2019).

Debido al aumento poblacional de la especie, en las últimas décadas se ha registrado la re-ocupación de áreas históricas. En el Golfo San Matías, a partir de 2006 se detectó un importante número de lobos finos en el Islote Lobos y nadando en los alrededores durante la estación post-reproductiva (Svendsen et al. 2013). No obstante, la ocurrencia de la especie dentro del golfo disminuyó durante las décadas posteriores, con una tendencia anual de entre -12,2% y -17,6% para el Islote Lobos, y para el área marina noroeste del golfo de entre -19,02% y -29,9% (Bartés et al., 2020).

Aunque las interacciones operacionales entre *Arctocephalus australis* y las pesquerías en el Mar Argentino son poco frecuentes, existe una considerable superposición entre las áreas utilizadas por ambos (Mandiola, 2015; Baylis et al., 2018). No obstante, en los últimos años se han observado individuos alimentándose durante las maniobras de pesca de buques arrastreros en aguas bonaerenses (Mandiola et al. 2017). Por otro lado, se ha sugerido la existencia de algún grado de competencia por recursos compartidos entre los lobos finos y las pesquerías (Naya et al. 2002; Szteren et al. 2004; Baylis et al. 2014; Vales et al. 2015; Denuncio et al., 2021; Rodríguez et al., 2023). La ingestión de basura marina (principalmente, plásticos derivados de la actividad pesquera y restos de bolsas) no sólo confirma la interacción con las pesquerías, sino que también representan una nueva amenaza sobre los individuos (Denuncio et al., 2017). En el Golfo San Matías, también se han observado individuos con bandas de embalaje en el cuello (Vales et al., 2019). Los lobos marinos de dos pelos también se ven afectados por diversos contaminantes, como metales pesados entre los que podemos encontrar cadmio, mercurio, zinc y cobre, que se han detectado en sus órganos y tejidos (Gerpe et al., 2009).

Globalmente, está considerada por la UICN como de Preocupación Menor (Cárdenas-Alayza et al., 2016), mientras que CITES la ubica en su Apéndice II. En la Argentina, también fue categorizada como especie de Preocupación Menor (Vales et al., 2019) y no amenazada según resolución del MADyD 316/21.

ELEFANTE MARINO DEL SUR

(*Mirounga leonina*)



Características

El rasgo característico del elefante marino del sur, *Mirounga leonina*, es el enorme dimorfismo sexual, el mayor entre todas las especies de mamíferos. El macho es mucho más grande que la hembra, y presenta un hocico elongado o trompa corta por la cual le ha valido el nombre de "elefante". Los machos alcanzan un peso de 4000 kg, mientras que las hembras llegan a pesar un máximo de 800 kg (Bastida y Rodriguez, 2007; Perrin et al., 2009). Ambos sexos presentan una coloración grisácea.

Hábitat y distribución

Esta especie tiene una distribución casi circumpolar en el Océano Austral, siendo comúnmente encontrado en playas de arena y grava en islas subantárticas cercanas a la Convergencia. Su límite sur alcanza el conjunto de islas del Arco de Scotia, que incluye Shetland, Sandwich y Orcadas del Sur, sin adentrarse más allá de la línea de hielos flotantes (Le Boeuf y Laws, 1994). En Argentina, la mayor colonia reproductiva continental registrada se encuentra en Península Valdés (Carrara, 1952; Bastida, 1962; Campagna y Lewis, 1992; Lewis et al., 2004).

Las colonias de elefantes marinos del sur están principalmente concentradas en la Península Valdés (González et al., 2019). Sin embargo, y en relación al área del proyecto, las colonias ubicadas en el margen norte de la Península Valdés están próximas al Área de Estudio (ej. Punta norte o Punta Buenos Aires en la Península Valdés; Lewis et al., 2004; 2006), siendo algunas de ellas muy numerosas (Figura 94). Aunque se muestra una gran variación vinculada al ciclo anual de descanso en tierra vinculados a la reproducción y la muda, y alimentación en el mar (Campagna et al., 2021; Lewis y Eder, 2021), su presencia es permanente a lo largo del año.

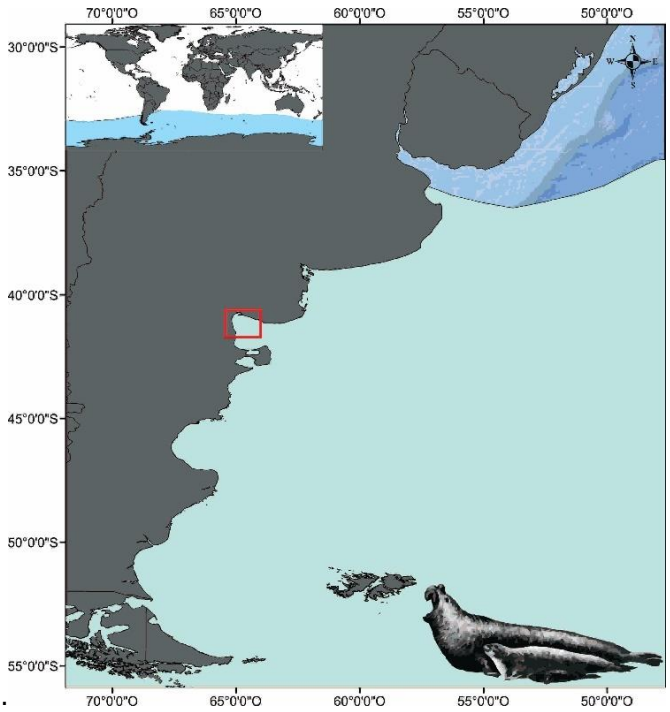


Figura 93. Distribución global del elefante marino del sur, Mirounga leonina, y su superposición con el Área de Estudio (polígono rojo). Mapa de distribución global de la especie obtenido de Hofmeyr (2015).

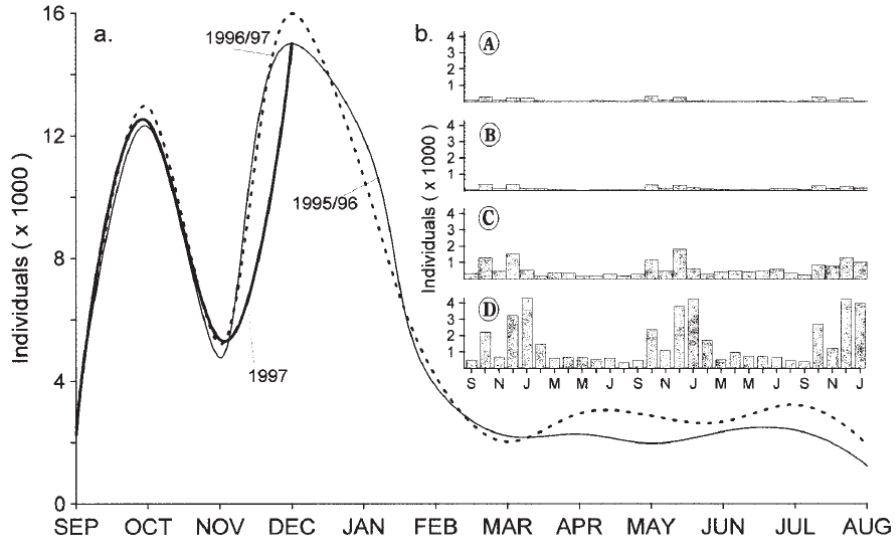


Figura 94. Ciclo anual de presencia en la Península Valdés, destacando los 4 asentamientos más importantes. A: Punta Buenos Aires, B: Punta Norte, C: Caleta Valdés y D: Punta Delgada, derecha (Extraído de Lewis et al., 2004).

Biología y comportamiento

El elefante marino del sur presenta un ciclo anual altamente sincronizado con dos etapas de permanencia en tierra, destinadas principalmente a la muda (diciembre a febrero) y a la reproducción (septiembre y octubre), alternadas con dos etapas de alimentación en mar abierto (Lewis et al., 2004). Dado que su alimentación es exclusivamente marina, los ejemplares adultos siguen un ciclo de alimentación post-reproducción de aproximadamente 2-3 meses y otro post-muda de alrededor de 7-8 meses (Le Boeuf y Laws, 1994; Lewis et al., 2004). Los juveniles, por su parte, comparten con los adultos estas fases terrestres para llevar a cabo su muda y poseen etapas facultativas de descanso en tierra sin función específica ni período definido (Hindell y Burton, 1988; Lewis et al., 2004; Field et al., 2005).

El elefante marino del sur exhibe una dieta sumamente variada, y las diferencias en las presas capturadas pueden deberse a diversos factores, como la colonia de origen y el sexo de los individuos, y la estación del año (Lewis y Eder, 2021). Sin embargo, en términos generales, se puede considerar a esta especie como generalista y con capacidad para adaptarse en la elección de sus presas (Bradshaw et al., 2003; Lewis et al., 2006; Ducatez et al., 2008; Eder et al., 2010).

Se produce una segregación de sexos en relación con las áreas de búsqueda de alimentos (Campagna et al., 1998; 1999; McGovern et al., 2019; Goulet et al., 2020). Las hembras adultas que habitan en el Mar Argentino suelen alimentarse en áreas oceánicas, prefiriendo presas mesopelágicas, especialmente mictófidos y otros peces de esa zona (McGovern et al., 2019; 2022). Sólo el 10% de ellas, obtienen recursos en la plataforma (Eder et al., 2019a). Por el contrario, los machos adultos se alimentan en áreas de plataforma, donde capturan peces pelágicos adultos de niveles tróficos más altos (Eder et al., 2010). Los juveniles, por su parte, se dispersan tanto en aguas oceánicas como a lo largo del talud y en la plataforma continental (Campagna et al., 2007).

Campagna et al. (2021) llevaron a cabo un análisis crítico de las áreas de mayor actividad de búsqueda de alimentos, destacando que tanto machos como hembras, subadultos y adultos, hacen un uso extensivo de toda la plataforma argentina (Figura 95). Dicho artículo también destaca actividades como la búsqueda de alimento, el tránsito y el descanso, todas en inmersión (Figura 96). Las más profundas y prolongadas están asociadas a la búsqueda de alimento, cuya profundidad máxima registrada oscila en los 553 ± 258 metros, con una duración de 21,5 ± 5,8 minutos. Por otro lado, las inmersiones relacionadas con el reposo sumergido son más superficiales, aunque sostenidas por un tiempo semejante.

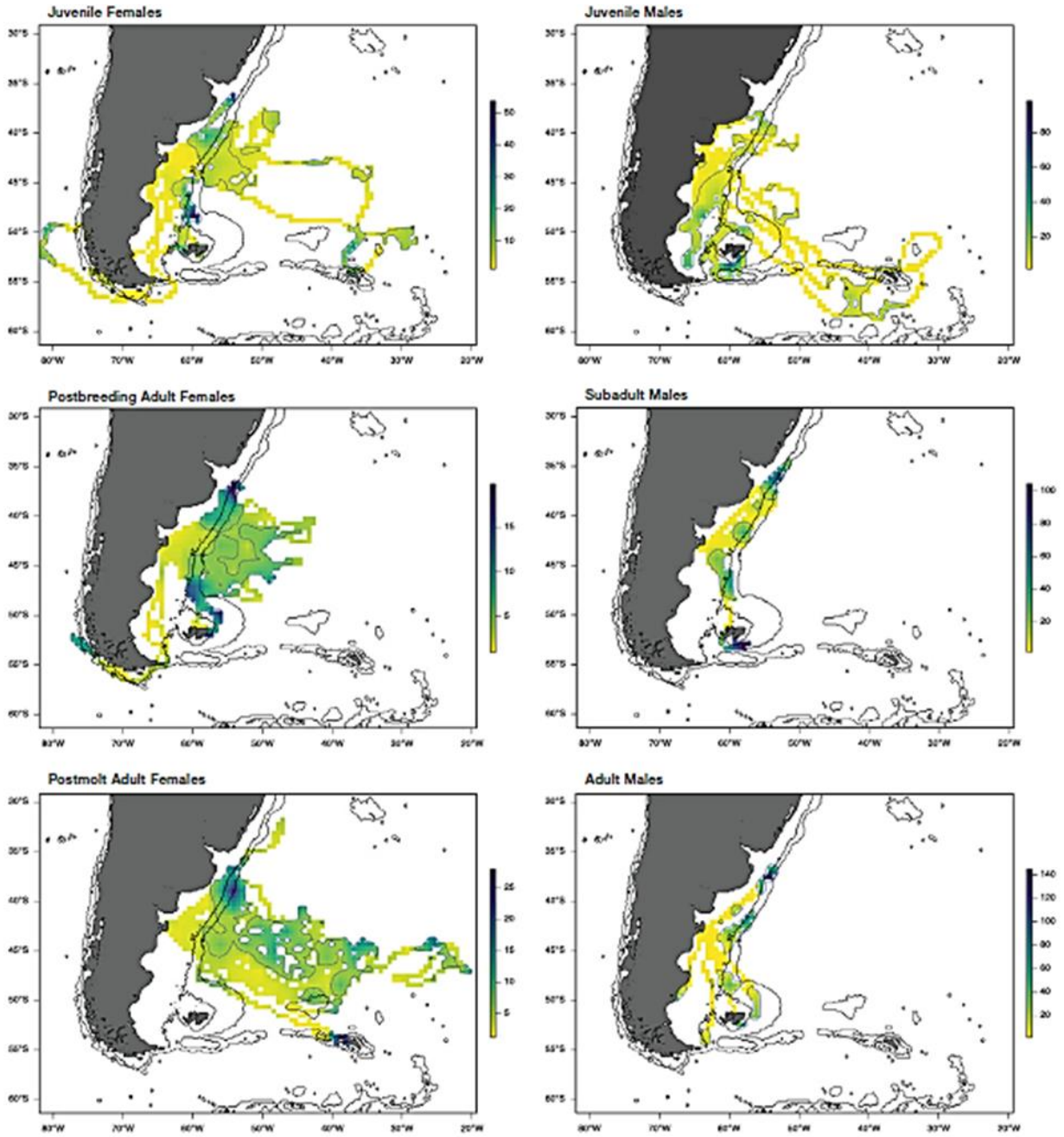


Figura 95. Mapa de densidad de uso de diferentes áreas del Atlántico Sur por parte del elefante marino del sur, *Mirounga leonina,* instrumentados en la Península Valdés. Tomado de Campagna et al., 2021.

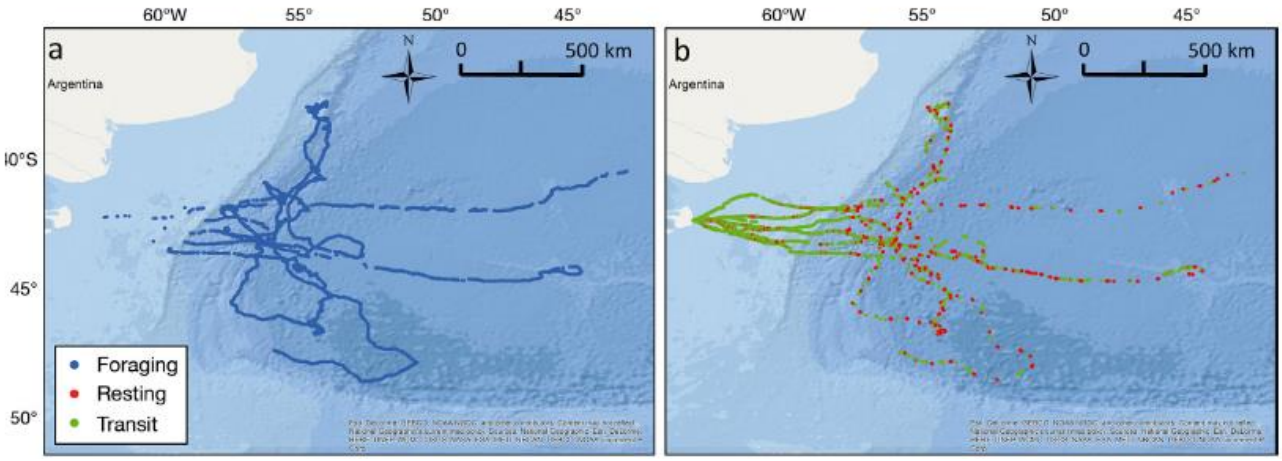


Figura 96. División funcional de los buceos de hembras adultas post-reproductivas del elefante marino del sur, *Mirounga leonina,* indicando los buceos de búsqueda de alimento (azul, izquierda), descanso (rojo, derecha) y traslado (verde, derecha). Tomado de McGovern et al., 2019.

El elefante marino del sur tiene un sistema de apareamiento poligínico (Berta et al., 2015). Sus harenes tienen un tamaño promedio de alrededor de 22 hembras por macho, pudiendo llegar a contener 150 hembras (Baldi et al., 1996). Las hembras paren una sola cría al año y el presenta una estrategia de lactancia de corta duración, la cual dura apenas 23 días (Oftedal, 2011). En diferentes colonias, el pico de nacimientos muestra un desfase de aproximadamente 22 días (Campagna et al., 1993; Le Boeuf y Laws, 1994; Lewis y Campagna, 2002). Los machos alcanzan la madurez sexual entre los 4 y 5 años, aunque su participación activa en la reproducción generalmente comienza a los 7-10 años, mientras que las hembras maduran entre los 3 y 4 años, teniendo una vida reproductiva de alrededor de 15 años (Carlini et al., 2006; Bastida y Rodríguez, 2007).

Durante la temporada reproductiva, las vocalizaciones de los machos desempeñan un papel crucial, ya que se utilizan para resolver conflictos y encuentros competitivos (Sanvito et al., 2007). Estas vocalizaciones se caracterizan por sonidos de tono bajo, compuestos por trenes de pulsos, modulación de baja frecuencia y alto nivel sonoro (Sanvito y Galimberti, 2000). Estudios previos han demostrado que las características acústicas de estas vocalizaciones varían con la edad de los machos (Sanvito et al., 2007). Por ejemplo, la estructura general de las vocalizaciones cambia gradualmente de un patrón vocal altamente flexible, sin estructura fija, en los animales jóvenes (cada macho emite diferentes patrones vocales en diferentes vocalizaciones) hacia un patrón más estructurado y estereotipado en los adultos (cada macho emite el mismo patrón vocal consistentemente; Sanvito et al., 2007).

Población y Estado de conservación

No se cuenta con estimaciones recientes del tamaño poblacional de elefantes marinos del sur, aunque se sabe que la población se mantiene estable (Hofmeyr, 2015). En 1990, la población se estimaba en 650.000 ejemplares en total, y más del 50% de los nacimientos ocurrían en las Islas Georgias del Sur (Boyd et al., 1996; Hofmeyr, 2015). Las colonias de Península Valdés/Islas Malvinas han experimentado aumentos recientes (Galimberti et al., 2001). Se estima que la población en Península Valdés tiene una producción anual de más de 16.000 crías y podría estar alcanzando actualmente los 60.000 ejemplares (Lewis y Eder, 2021).

Las interacciones con las pesquerías comerciales no representan una amenaza significativa para esta especie; sin embargo, la pesca intensiva podría agotar poblaciones importantes de sus presas naturales (Lewis y Campagna, 2008). Se han registrado algunos casos ocasionales de enredos con desechos pesqueros que flotan en el mar, así como enredos en líneas de monofilamento provenientes de buques poteros que pescan calamares (Campagna et al., 2007). Otra amenaza potencial proviene del cambio climático, que afecta a especies clave del ecosistema antártico debido a las variaciones de temperatura y la consiguiente reducción de la extensión del hielo (Stammerjohn et al., 2008; Ducklow, 2013), lo que provoca alteraciones en la estructura trófica, pudiendo afectar a los depredadores superiores (Hindell et al., 2017). Además, la actividad humana, como el turismo en áreas de reproducción y la acumulación de residuos plásticos en las costas de la Patagonia, también representa una amenaza para esta especie (Eder et al., 2019b).

Esta especie está considerada por la UICN como de Preocupación Menor (Hofmeyr, 2015), mientras que CITES la ubica en su Apéndice II. En la Argentina, también fue catalogada como especie de Preocupación Menor debido a que la población registra una tendencia en aumento en la región (Eder et al., 2019b) y no amenazada según resolución del MADyD 316/21.

ANEXO 5-2: MEDIO BIÓTICO

El presente apartado corresponde a la Adenda a la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías, elaborado por esta misma consultora (Serman & Asoc., 2024) y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en diciembre de 2024.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5

2. AMBIENTE COSTERO-MARINO 6

2.1 CARACTERIZACIÓN REGIONAL 6

2.1.1 Ambiente Costero 8

2.2 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS 10

2.2.1 Fitoplancton 11

2.2.2 Zooplancton e Ictioplancton 22

2.3 COMUNIDADES BENTÓNICAS 28

2.3.1 Actualización de la Información sobre Comunidades Bentónicas para el Área de Estudio 31

2.4 COMUNIDADES DEMERSAL PELAGICAS 36

2.4.1 Actualización de la Información sobre Ictiofauna 44

2.5 MEGAFAUNA MARINA 52

2.5.1 Tortugas Marinas 52

2.5.2 Aves Costeras y Marinas 60

2.5.3 Mamíferos Marinos 76

2.5.4 Relevamiento de Megafauna Marina en el Área de Estudio 94

3. ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN 105

3.1 ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS 106

3.1.1 Reserva Faunística Punta Bermeja 107

3.1.2 Área Natural Protegida Caleta de los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón 109

3.1.3 Área Natural Bahía de San Antonio 111

3.1.4 Parque Nacional Islote Lobos 116

3.1.5 Área Natural Protegida Puerto Lobos 118

3.1.6 Área Natural Protegida Península Valdés 119

4. BIBLIOGRAFÍA 122

5. ANEXO: FICHAS DE ESPECIES 180

I. FICHAS DE ESPECIES DE TORTUGAS MARINAS 180

II. FICHAS DE ESPECIES DE AVES COSTERAS Y MARINAS 196

III. FICHAS DE ESPECIES DE MAMÍFEROS MARINOS 224

1. PRESENTACIÓN 262

2. COMUNIDADES FITOPLANCTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 263

2.1 ANTECEDENTES 263

2.2 METODOLOGÍA 264

2.3 RESULTADOS 264

2.3.1 Condiciones Físico-Químicas 264

2.3.2 Biomasa Fitoplanctónica 265

2.3.3 Característica de los Ensambles Fitoplanctónicos 265

2.3.4 Análisis Cuantitativo de Especies Dominantes 269

2.4 CONCLUSIONES 270

3. COMUNIDADES ZOO-ICTIOPLANCTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 271

3.1 ANTECEDENTES 271

3.2 METODOLOGÍA 271

3.3 RESULTADOS 271

3.3.1 Zooplancton 271

3.3.2 Ictioplancton 274

3.4 CONCLUSIONES 275

4. COMUNIDADES BENTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 276

4.1 ANTECEDENTES 276

4.2 METODOLOGÍA 276

4.3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES 277

5. ICTIOFAUNA: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 284

5.1 ANTECEDENTES 284

5.2 METODOLOGÍA 284

5.3 RESULTADOS 285

5.4 CONCLUSIONES 289

6. MEGAFAUNA MARINA: CAMPAÑA DE PRIMAVERA 293

6.1 ANTECEDENTES 293

6.2 METODOLOGIA 293

6.3 RESULTADOS 295

6.3.1 Salidas Náuticas 295

6.3.2 Relevamientos de Animales en Costa 303

6.3.3 Registros Sonoros 305

6.4 CONCLUSIONES 309

7. BIBLIOGRAFÍA 311

1. PRESENTACIÓN

El presente informe constituye una **Adenda al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías – Componentes Off Shore** de la empresa SOUTHERN ENERGY. El EIA fue elaborado por la Consultora SERMAN & ASOCIADOS, en el marco de la Ley Provincial 3.266 y su Decreto Reglamentario 656/2004, y presentado a la SECRETARIA DE AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO el 16 octubre de 2024. La presente Adenda fue elaborada por la misma Consultora y tiene como propósito presentar los resultados de las segundas campañas de relevamiento de las comunidades acuáticas.

En el marco de la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM, se definió la realización de dos campañas para complementar y robustecer con información primaria la caracterización de las comunidades acuáticas del área de influencia del proyecto. Las primeras campañas fueron llevadas a cabo durante el mes de junio de 2024 (campañas de invierno) e informadas en el Estudio de Impacto Ambiental junto con la caracterización de las comunidades en base a información secundaria. Las segundas campañas de relevamiento tuvieron lugar en el mes de octubre de 2024 (campañas de primavera) y sus resultados son informados en el presente informe.

La presente Adenda al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM – Componentes Off Shore se encuentra conformada por los siguientes apartados:

- **Comunidades Fitoplanctónicas: Campaña de Primavera.** Se presentan los resultados de la segunda campaña de comunidades fitoplanctónicas en el área de influencia del proyecto, desarrollada en octubre 2024; y se completa así la línea de base de estas comunidades acuáticas presentada en el EIA, considerando la variación estacional en la composición de estas comunidades.

- **Comunidades Zoo-Ictioplanctónicas: Campaña de Primavera.** Se presentan los resultados de la segunda campaña de comunidades zoo-ictioplanctónicas en el área de influencia del proyecto, desarrollada en octubre 2024; y se completa así la línea de base de estas comunidades acuáticas presentada en el EIA, considerando la variación estacional en la composición de estas comunidades.

- **Comunidades Bentónicas: Campaña de Primavera.** Se presentan los resultados de la segunda campaña de comunidades bentónicas en el área de influencia del proyecto, desarrollada en octubre 2024; y se completa así la línea de base de estas comunidades acuáticas presentada en el EIA, considerando la variación estacional en la composición de estas comunidades.

- **Ictiofauna: Campaña de Primavera.** Se presentan los resultados de la segunda campaña de comunidades demersal-pelágicas en el área de influencia del proyecto, desarrollada en octubre 2024; y se completa así la línea de base de la ictiofauna presentada en el EIA, considerando la variación estacional en la composición de estas comunidades.

- **Megafauna Marina: Campaña de Primavera.** Se presentan los resultados de la segunda campaña de tortugas, aves y mamíferos marinos en el área de influencia del proyecto, desarrollada en octubre 2024; y se completa así la línea de base de megafauna marina presentada en el EIA, considerando la variación estacional en la composición de estas comunidades.

- **Consideraciones sobre la Evaluación Ambiental del Proyecto.** Se analiza si los resultados de la campaña estival de flora y fauna introducen cambios significativos en la evaluación de los potenciales impactos ambientales presentada en el Estudio de Impacto Ambiental original.

2. COMUNIDADES FITOPLANCTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA

Esta campaña estuvo a cargo de profesionales de la Facultad de Ciencias Marinas (UNCo) y el Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS).

2.1 ANTECEDENTES

En el marco de la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM, en octubre de 2024 se realizaron nuevos muestreos en el área de estudio como continuidad de los llevados a cabo en junio del mismo año, con el objetivo de complementar con información primaria la caracterización de la comunidad fitoplanctónica del área. La campaña de invierno (junio 2024) fue presentada en el Estudio de Impacto Ambiental junto con la caracterización de la comunidad en base a información secundaria. La campaña de primavera (octubre 2024) es informada en la presente Adenda al Estudio de Impacto Ambiental.

Ambas campañas de relevamiento abarcaron tres sitios: 2 submareales (Submareal 1 y Submareal 2) y 1 intermareal (Intermareal 1) (Figura 97).

La presente campaña busca detectar variaciones en la biomasa fotosintética (utilizando la fluorescencia de la clorofila como proxy), la densidad y la composición fitoplanctónica entre dos momentos contrastantes del año: principios de invierno y primavera. Basándose en antecedentes previos para la zona (Carreto et al., 1974), se espera observar diferencias significativas en estas variables como consecuencia de los cambios en las variables físico-químicas de la columna de agua.



Figura 97. Sitios de muestreo de comunidades planctónicas (fito, zoo e ictioplancton). Junio 2024 y Octubre 2024.

2.2 METODOLOGÍA

De manera similar al muestreo realizado en junio del 2024, entre los días 22 y 24 de octubre del mismo año, en los tres sitios de muestreo definidos (Intermareal, Submareal 1 y Submareal 2), se realizaron mediciones de parámetros físico-químicos con un CTD Rinko ASTD-102. En el intermareal se realizaron mediciones puntuales en una poza de marea, mientras que en los sitios submareales se realizaron perfiles oceanográficos llegando hasta las inmediaciones del fondo. Las mediciones incluyeron temperatura, salinidad, profundidad (presión) y fluorescencia de clorofila.

La colecta de muestras de fitoplancton cualitativo se llevó a cabo mediante arrastres horizontales con una red equipada con una malla de 20 micras de poro. Estas muestras fueron fijadas con formaldehido 2-3% (concentración final) con el fin de identificar las especies fitoplanctónicas. Las observaciones y mediciones se realizaron bajo microscopio Nikon E200 a 1000X. Las determinaciones taxonómicas se realizaron con bibliografía específica para cada grupo taxonómico.

Las muestras de agua para el estudio del fitoplancton cuantitativo se tomaron (por triplicado) con botella Van Dorn a un metro de profundidad, en los sitios submareales, y directamente de la poza de marea en el intermareal. En todos los casos se colectaron 250 ml de agua de mar, que fueron preservados (sin filtrar) en botella color caramelo con lugol al 1% (concentración final). Se realizaron los recuentos bajo microscopio invertido Olympus CX siguiendo la técnica de Utermöhl, alcanzando la mayor resolución taxonómica posible.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Condiciones Físico-Químicas

Durante el muestreo de octubre, los sitios submareales registraron temperaturas superficiales más bajas (Sub 1: 14,06 °C, Sub 2: 14,99 °C) en comparación con el sitio intermareal (Inter: 17,32 °C). En los sitios submareales, la columna de agua mostró indicios de estratificación térmica (Figura 98), con una incipiente termoclina formada a medida que aumentan la radiación solar y las temperaturas atmosféricas en esta época del año. La salinidad en los sitios submareales fue homogénea en la vertical, con diferencias mínimas entre ellos (40,04 y 39,95 en Sub 1 y Sub 2, respectivamente). Por otro lado, la salinidad en el sitio intermareal fue notablemente mayor (36,28) que en los sitios submareales (Figura 98), en contraste con lo observado durante el muestreo de invierno. Este aumento se atribuye a la acumulación de sales por la evaporación en las pozas de marea durante la bajamar.

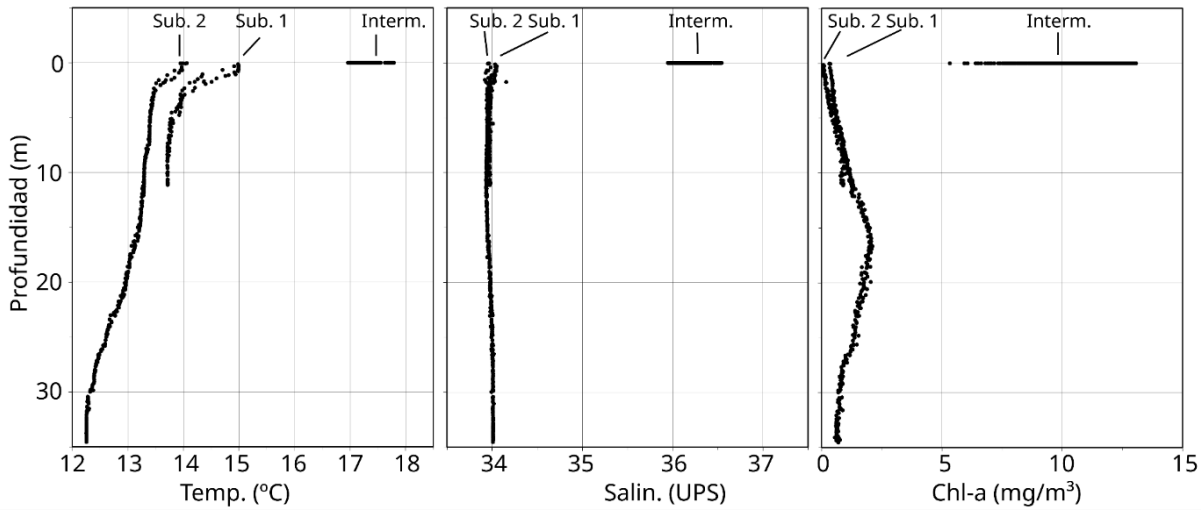


Figura 98. Perfiles de temperatura, salinidad y clorofila-a (fluorescencia) tomados en octubre del 2024 (Campaña de Primavera), para los sitios Intermareal (Inter), submareal 1 (Sub1) y Submareal 2 (Sub2).

2.3.2 Biomasa Fitoplanctónica

Los sitios submareales presentaron valores bajos de clorofila superficial, similares a los observados durante el muestreo de invierno (0,34 mg/m³ en Sub 1 y 0,10 mg/m³ en Sub 2). Sin embargo, en esta ocasión se registró un leve incremento de la concentración de clorofila en profundidad (Figura 98). Por el contrario, en el sitio intermareal se detectó una concentración de clorofila significativamente mayor (10,04 mg/m³), superando incluso la registrada durante el invierno (7,25 mg/m³).

2.3.3 Característica de los Ensambles Fitoplanctónicos

El sitio intermareal presentó las mayores densidades fitoplanctónicas entre los sitios estudiados, con un promedio de 4,71 × 10⁶ ind/L (Figura 99). Una de las réplicas en este sitio mostró un valor particularmente alto, alcanzando 8,06 × 10⁶ ind/L. En los sitios submareales, la densidad promedio fue considerablemente menor: 1,33 × 10⁵ ind/L en Sub 1 y 5,79 × 10⁴ ind/L en Sub 2. En comparación con el muestreo de invierno, el sitio intermareal mostró en primavera valores un orden de magnitud superiores, mientras que las densidades en los sitios submareales fueron ligeramente mayores.

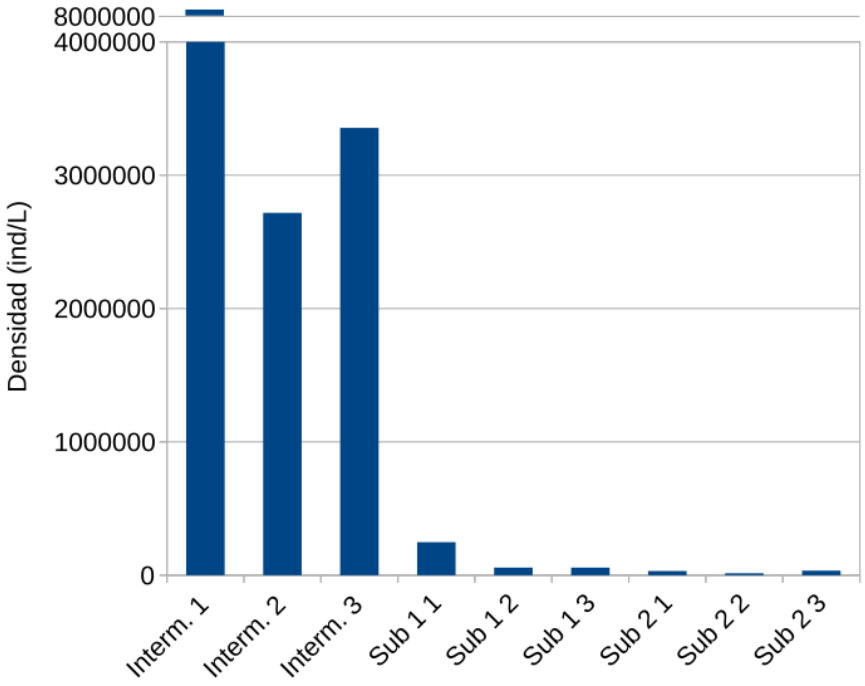


Figura 99. Densidad fitoplanctónica (ind/L) registrada en octubre del 2024 (Campaña de Primavera) en los sitios Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2).

Las muestras del sitio intermareal estuvieron dominadas, en términos de densidad, principalmente por dinoflagelados, que representaron en promedio el 77% de los individuos. Les siguieron las diatomeas, con un 21%, y en proporciones mucho menores los flagelados no identificados (<1%) (Figura 100). En contraste, las muestras de los sitios submareales mostraron una mayor contribución de flagelados no identificados y diatomeas. En el sitio profundo (Sub 2), los flagelados N.I. dominaron con un 58%, seguidos de las diatomeas (22%) y los dinoflagelados (19%). En el sitio Sub 1, las diatomeas fueron el grupo predominante, alcanzando el 70%, seguidas por los flagelados N.I. (27%) y, finalmente, los dinoflagelados, con una baja contribución del 3%. Los silicoflagelados representaron una fracción menor en los sitios estudiados nunca alcanzando más del 0,5% de los individuos en las muestras.

La composición fitoplanctónica a nivel de grandes grupos no mostró diferencias significativas en comparación con el muestreo realizado en invierno, excepto en el sitio Sub 1. En este sitio, el presente muestreo destacó por una marcada dominancia de diatomeas, lo que lo diferenció notablemente del sitio Sub 2.

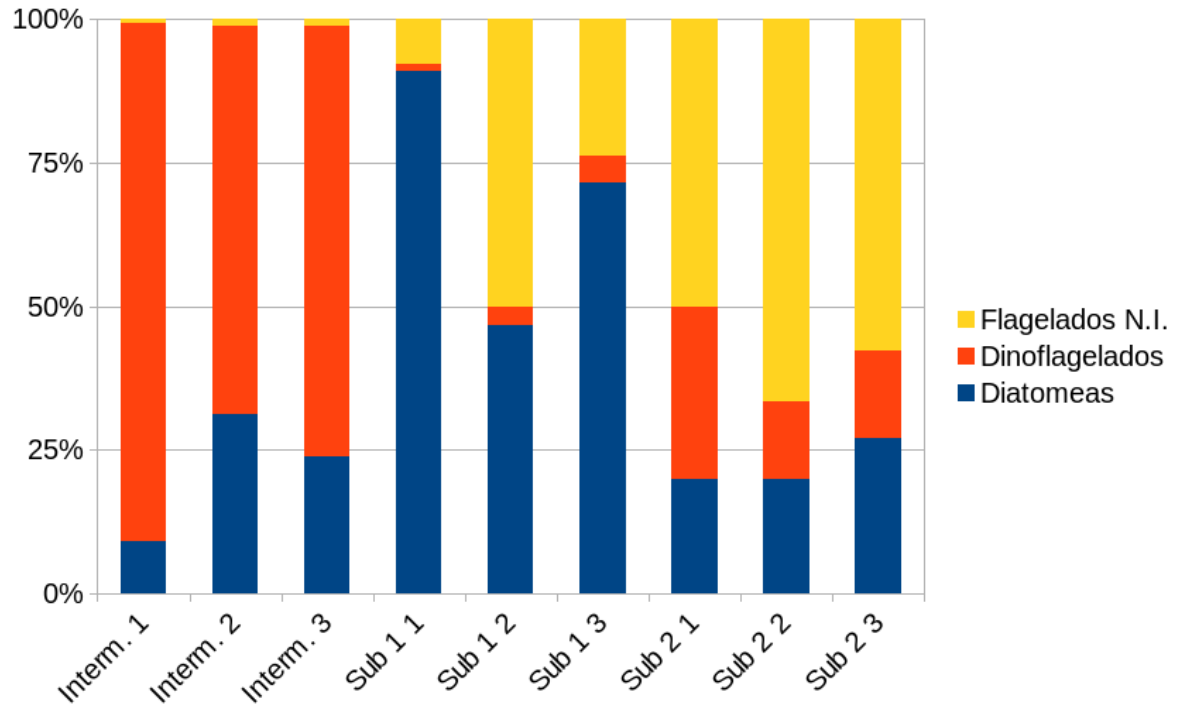


Figura 100. Densidad relativa de los principales grupos fitoplancton (flagelados no identificados, dinoflagelados y diatomeas) registrada en octubre del 2024 (Campaña de Primavera) en los sitios Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2).

En este muestreo de primavera, se identificaron 66 taxa en total entre los tres sitios, lo que representa una menor riqueza en comparación con el muestreo de invierno, donde se registraron 74 taxa. Las diatomeas fueron el grupo más diverso, representando aproximadamente el 70% de las especies identificadas, seguidas por los dinoflagelados con el 25%, y en menor proporción los silicoflagelados y otros grupos (Tabla 39). La disminución observada en la riqueza durante la primavera se atribuyó a un marcado reemplazo de especies. En este muestreo, se registró la ausencia de 17 especies de diatomeas y 5 especies de dinoflagelados que habían sido identificadas previamente. Sin embargo, se incorporaron 7 nuevas especies de diatomeas y 6 de dinoflagelados, reflejando cambios en la composición específica entre las estaciones (Tabla 39).

Al analizar la riqueza por sitio, se observaron valores similares: 39 taxa en Inter y Sub 1, y 40 en Sub 2. Este patrón contrasta con lo registrado en otoño, cuando el sitio intermareal presentó una menor riqueza en comparación con los sitios submareales. En el sitio intermareal, las diatomeas mostraron una mayor riqueza, con 29 especies, mientras que en los sitios submareales se identificaron 25 especies en Sub 1 y 26 en Sub 2. En cuanto a los dinoflagelados, las especies presentes fueron relativamente similares entre los sitios: 5 especies en el sitio intermareal, y 7 y 6 especies en Sub 1 y Sub 2, respectivamente. Los silicoflagelados estuvieron presentes únicamente en los sitios submareales, al igual que en el muestreo de invierno, representados por las mismas dos especies (*Dictyocha fibula* y *Distephanus speculum*). En las tres áreas se identificaron ciliados desnudos, flagelados nanoplanctónicos no identificados y una especie de Raphidophyceae (*Gonyostomum* sp.). Por otro lado, los ciliados tecados (tintínidos) se encontraron exclusivamente en el sitio Sub 2, mientras que los foraminíferos fueron exclusivos del sitio intermareal.

Tabla 39. Presencia/ausencia de las especies fitoplanctónicas presentes en los sitios correspondientes al área de estudio, tomados en octubre del 2024 (Campaña de Primavera). En rojo se indican las especies potencialmente nocivas. En azul se indican las especies que aparecieron exclusivamente en esta campaña y no en el muestreo de junio del 2024 (Campaña de Invierno).

Especies	Intermareal	Submareal 1	Submareal 2
Diatomeas			
Achnanthes sp.	X		
Amphitetras antediluviana	X	X	X
Amphora sp.	X		X
Campylodiscus sp.	X		
Cerataulina sp.		X	X
Chaetoceros contortus			X
Chaetoceros convolutus			X
Chaetoceros danicus	X		
Chaetoceros debilis			X
Chaetoceros lorenzianus			
Chaetoceros socialis	X		X
Chaetoceros sp.			
Cocconeis sp.	X	X	X
Coscinodiscus sp.	X	X	X
Cylindrotheca closterium	X	X	X
Detonula sp.			X
Diploneis crabro	X		
Eucampia sp.			X
Grammatophora sp.	X	X	
Guinardia delicatula		X	X
Guinardia flaccida		X	
Guinardia striata		X	
Leptocylindrus sp.	X	X	
Licmophora abbreviata	X	X	X
Licmophora flabellata	X	X	X
Lyrella sp.	X		
Melosira sp.			X
Navicula cancellata	X	X	
Navicula sp.	X	X	X
Nitzschia sigma	X		
Nitzschia sp.	X	X	X
Paralia sulcata	X	X	X
Pleurosigma sp.	X	X	X
Pseudo-nitzschia sp.	X	X	X
Rhabdonema sp.	X	X	X
Rhizosolenia sp.	X	X	
Rhizosolenia imbricata			X
Rhizosolenia setigera			X
Striatella unipunctata	X	X	
Surirella sp.	X		X
Thalassionema sp.	X	X	
Thalassiosira sp.		X	X
Toxarium undulatum	X	X	
Ulnaria ulna	X	X	X
Dinoflagelados			
Amphidinium sp.	1		
Gimnodinium sp.		1	
Gyrodinium sp.	1		1
Noctiluca sp.		X	X
Prorocentrum compressum	X		X
Prorocentrum lima		X	

Especies	Intermareal	Submareal 1	Submareal 2
Prorocentrum micans			X
Protoperidinium claudicans		X	
Protoperidinium sp.	X		X
Scripciella sp.	X	X	X
Tripos fusus		X	
Tripos furca		X	
Silicoflagelados			
Dictyocha fibula			X
Distephanus speculum		X	X
Otros			
Ciliados	X	X	X
Quiste		X	X
Quiste de Alexandrium catenella		X	
Flag < 10	X	X	X
Flag > 10	X	X	X
Foraminiferos	X		
Gonyostomum sp.	X	X	X
Tintinidos			X

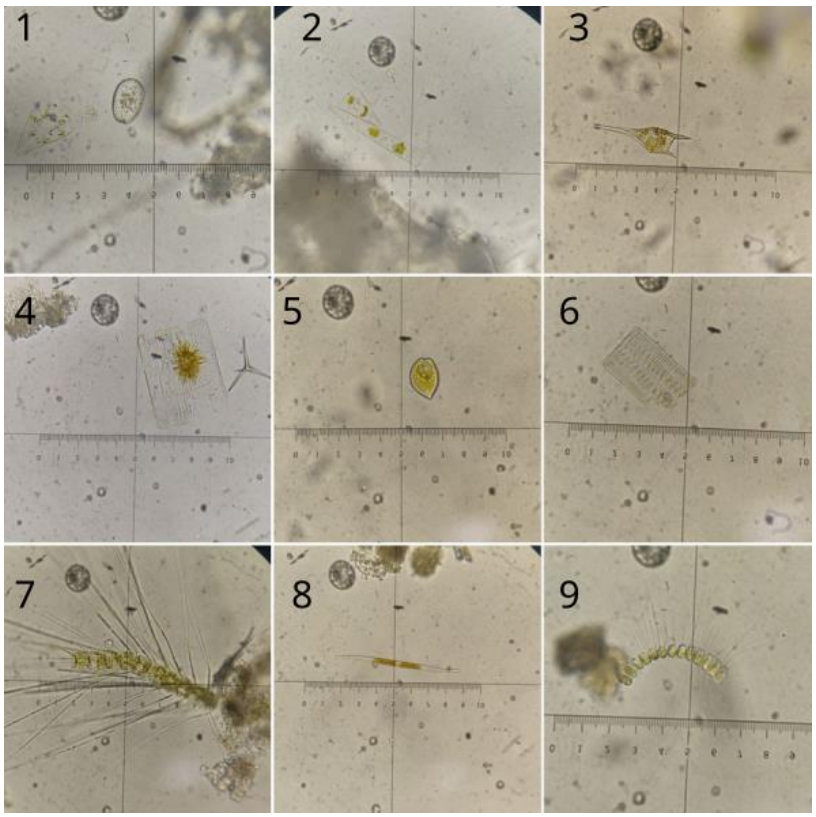


Figura 101. Especies de fitoplancton representativas de las muestras tomadas en octubre del 2024 (Campaña de Primavera) en los sitios correspondientes al área de estudio: Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2). 1: *Prorocentrum lima*, 2: *Licmophora abbreviata* y *Licmophora flabellata*, 3: *Tripos furca*, 4: *Striatella unipunctata*, 5: *Prorocentrum micans*, 6: *Rhabdonema sp.*, 7: *Chaetoceros contortus,* 8: *Nitzschia sigma,* 9: *Chaetoceros debilis.*

En relación con el fitoplancton potencialmente nocivo, se identificó la presencia de *Pseudonitzschia* sp. en los tres sitios muestreados. Adicionalmente, en el sitio Sub 2 se registraron *Prorocentrum lima* y quistes del dinoflagelado *Alexandrium catenella*. A diferencia del muestreo realizado en invierno, no se detectaron individuos de *Dinophysis tripos* en ninguno de los sitios.

2.3.4 Análisis Cuantitativo de Especies Dominantes

Las muestras del sitio intermareal estuvieron dominadas por dinoflagelados del género *Gyrodinium*, que representaron más del 65% de los individuos en las tres réplicas analizadas, con una densidad promedio de 3,8 × 10^6 ind./L (Tabla 40). En segundo lugar, se destacaron las diatomeas del género *Cocconeis*, con una densidad promedio de 4,6 × 10^5 ind./L, contribuyendo en promedio con el 13% de los individuos. Esta dominancia de especies es similar a la observada en el mismo sitio durante el muestreo de invierno, aunque con densidades un orden de magnitud mayores. Por otro lado, *Rhizosolenia* sp. fue hallada únicamente en dos muestras del intermareal, aunque en una de ellas tuvo una contribución significativa del 30% de los individuos.

En los sitios submareales, la dominancia estuvo principalmente marcada por células flageladas menores de 10 µm. En el sitio Sub 2, estas representaron en promedio el 79% de los individuos, con una densidad promedio de 253 ind./L, mientras que en el sitio Sub 1 representaron el 49% de los individuos, con una densidad promedio de 117 ind./L. En el sitio Sub 2, *Gonyostomum* sp. fue el segundo grupo más representativo, contribuyendo en promedio con el 10% de los individuos y una densidad de 31 ind./L. Por su parte, en el sitio Sub 1, el segundo grupo más relevante fue *Grammatophora* sp., que representó también el 10% de los individuos, aunque con una densidad menor (19 ind./L).

Además de los grupos dominantes, en los sitios submareales se registró una notable presencia de diatomeas, como *Nitzschia* sp., *Lyrella* sp., *Licmophora* spp. y *Cylindrotheca closterium*. Aunque cada una de estas especies contribuyó con un porcentaje reducido al total de individuos en las muestras, en conjunto conforman el ensamble base característico de estos sitios (Tabla 40).

Tabla 40. Número de células fitoplanctónicas identificadas en las muestras tomadas en octubre de 2024 (Campaña de Primavera).

Especies	Inter 1	Inter 2	Inter 3	Sub 1	Sub 2	Sub 3	Sub 1	Sub 2	Sub 3
Diatomeas									
Achnanthes sp.	8537	11383	5691						
Amphora sp.	5691	8537	11383					2846	
Cerataulina sp.				5691				2846	
Chaetoceros danicus	5691								
Cocconeis sp.	401235	628886	483758	14228	14228	5691			5691
Coscinodiscus sp.						2846			
Cylindrotheca closterium		2846	5691	2846					5691
Detonula sp.							5691		
Grammatophora sp.	19919	2846	39839	19919	14228	25611			2846
Guinardia delicatula				2846					
Guinardia flaccida				2846					
Leptocylindrus sp.		2846							
Licmophora abbreviata	2846	5691	8537						2846
Licmophora flabellata	5691	8537	5691			2846	2846		
Lyrella sp.	8537	8537							
Navicula cancellata	5691		5691						
Navicula sp.	73987	48376	85369	2846					
Nitzschia sp.	122362	71141	102443	25611	11383	2846			
Pleurosigma sp.			5691			2846			
Pseudo-nitzschia sp.	17074	11383	11383	28456				2846	2846
Rhabdonema sp.	42685								

Especies	Inter 1	Inter 2	Inter 3	Sub 1	Sub 2	Sub 3	Sub 1	Sub 2	Sub 3
Rhizosolenia sp.		2846		116671					
Rhizosolenia imbricata							2846		
Striatella unipunctata	2846								
Thalassionema sp.	2846	22765		8537					
Thalassiosira sp.			25611						
Ulnaria ulna	14228	11383	5691						
Dinoflagelados									
Amphidinium sp.			5691						
Gimnodinium sp.						2846			
Gyrodinium sp.	7270604	1838282	2512698				8537	2846	8537
Prorocentrum compressum							2846	2846	2846
Protoperidinium claudicans					2846				
Protoperidinium sp.	2846						2846		
Scripciella sp.		2846		2846			2846		
Otros									
Ciliados	25611	14228	39839			5691	5691	5691	2846
Quiste						2846			
Flag < 10	250416	68295	105289	136591	147973	65450	330094	210577	219114
Flag > 10	42685	28456	34148	14228	14228	11383	2846		2846
Gonyostomum sp.	5691	2846		5691	28456	2846	25611	28456	39839

2.4 CONCLUSIONES

El análisis de las condiciones físico-químicas y el fitoplancton en los sitios intermareal y submareales de la zona del Fuerte Argentino durante la campaña de primavera (octubre 2024) mostró marcadas diferencias en la estructura del sistema. Mientras que los sitios submareales presentaron condiciones más homogéneas y bajas densidades de fitoplancton, el sitio intermareal destacó por su mayor salinidad, temperatura y biomasa fitoplanctónica, con valores de clorofila-a y densidad celular notablemente superiores. Este contraste resalta al intermareal como un ambiente dinámico y altamente productivo, influenciado por procesos locales como la evaporación.

Comparado con la campaña de invierno (junio 2024), los resultados de primavera reflejan un aumento generalizado en la biomasa fitoplanctónica, especialmente en el sitio intermareal. Estas diferencias estacionales sugieren un impacto relevante de las condiciones climáticas y de irradiancia en la estructura y la funcionalidad del sistema. Además, en invierno se observaron densidades fitoplanctónicas más bajas y una mayor uniformidad en las condiciones físico-químicas entre los sitios, evidenciando una disminución en la actividad biológica probablemente asociada a temperaturas más bajas y menor disponibilidad de luz.

En términos de composición y diversidad, se identificaron 66 taxones fitoplanctónicos en primavera, con diferencias notables en la dominancia: los dinoflagelados prevalecieron en el intermareal, mientras que los flagelados no identificados y las diatomeas fueron más comunes en los submareales. Estas tendencias también reflejan cambios estacionales respecto a la campaña de invierno, donde las diatomeas jugaron un rol más dominante en ambos ambientes. La presencia de especies potencialmente nocivas como *Pseudonitzschia sp*. y quistes de *Alexandrium catenella* destaca la necesidad de monitoreo continuo, aunque no se detectaron riesgos inmediatos.

3. COMUNIDADES ZOO-ICTIOPLANCTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA

Esta campaña estuvo a cargo de profesionales de la Facultad de Ciencias Marinas (UNCo) y el Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS).

3.1 ANTECEDENTES

En el marco de la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM, en octubre de 2024 se realizaron nuevos muestreos en el área de estudio como continuidad de los llevados a cabo en junio del mismo año, con el objetivo de complementar con información primaria la caracterización de la comunidad zoo e ictioplanctónica del área. La campaña de invierno (junio 2024) fue presentada en el Estudio de Impacto Ambiental junto con la caracterización de la comunidad en base a información secundaria. La campaña de primavera (octubre 2024) es informada en la presente Adenda al Estudio de Impacto Ambiental.

Ambas campañas de zoo-ictioplancton abarcaron los mismos tres sitios de las campañas de fitoplancton: 2 submareales (Submareal 1 y Submareal 2) y 1 intermareal (Intermareal 1) (Figura 97).

Los relevamientos permitieron obtener datos sobre la densidad, la composición y la estructura de las comunidades zoo-ictioplanctonicas, proporcionando una base de información comparativa para analizar posibles variaciones estacionales.

3.2 METODOLOGÍA

De manera similar al muestreo realizado en junio del 2024, entre los días 22 y 24 de octubre del mismo año, en los tres sitios relevados (Intermareal, Submareal 1 y Submareal 2), se llevó a cabo la recolección de muestras de zooplancton e ictioplancton mediante arrastres oblicuos utilizando redes de 40 cm de diámetro y con poros de 200 µm y 500 µm, respectivamente. Las redes estaban equipadas con un flujómetro en la boca para determinar la eficiencia de filtración. Las muestras se fijaron con formol al 4%. Las especies dominantes de los distintos grupos se identificaron bajo lupa y microscopio, y se registraron los datos de abundancia (individuos/100 m^3) a partir del volumen de agua filtrada, según lo registrado por el flujómetro. La identificación del material se llevó a cabo utilizando la bibliografía especializada para cada grupo.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Zooplancton

Se contabilizó un total de 46.273 individuos de zooplancton (tamaño superior a 200 micras) en el análisis de todas las muestras, con una densidad promedio de 44.375 ind./100 m^3 entre los tres sitios muestreados. La Tabla 41 detalla la densidad de cada grupo identificado en cada muestra analizada.

Este muestreo primaveral muestra un incremento de un orden de magnitud en la densidad total de zooplancton en comparación con la campaña de invierno realizada en Junio 2024. No se encontraron diferencias significativas en las densidades entre los sitios, aunque sí se observó una notable variabilidad entre las réplicas. La densidad máxima registrada fue de 68.924 ind./100 m^3 en la réplica 2 del sitio Sub 2, mientras que la mínima fue de 26.428 ind./100 m^3 en la réplica 1 del sitio Sub 1 (Figura 102). En casi todas las muestras de los tres sitios, el zooplancton estuvo dominado por organismos holoplanctónicos, excepto en la réplica 3 del sitio Intermareal, donde se registró una contribución del 11 % de organismos meroplanctónicos (Figura 102).

Tabla 41. Densidad (individuos/100m^3) de todos los grupos zooplanctónicos e ictioplanctónicos hallados en cada una de las muestras recolectadas en octubre del 2024 (Campaña de Primavera). R1, R2 y R3 indican las réplicas para cada sitio: Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2). El zooplancton fue separado en holoplancton y meroplancton.

Densidad (ind/100m^3)	Inter	Inter	Inter	Sub 1	Sub 1	Sub 1	Sub 2	Sub 2	Sub 2
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Holoplancton									
Cladocera (género Evadne)	15000	29000	8000	25261	46732	35294	30769	64151	50909
Cladocera (género Podon)	1000	7000	1000	113	206	222	513	1876	1558
Copepoda (género Paracalanus)	8000	8000	1000	954	8878	1547	3436	2880	4571
Ostracoda	9000	5000	22000						
Appendicularia				4	11	17	17	18	35
Polychaeta	1000				5				
Meroplancton									
Larva cypris			1000		11				
Larva umbonada (Bivalvia)			3000						
Hydromedusae				97	103	135	43		9
Ictioplancton									
Huevo de peces	17000	5000	9000	32	38	87	846	1502	1680
Larva de peces				4	5	13		9	

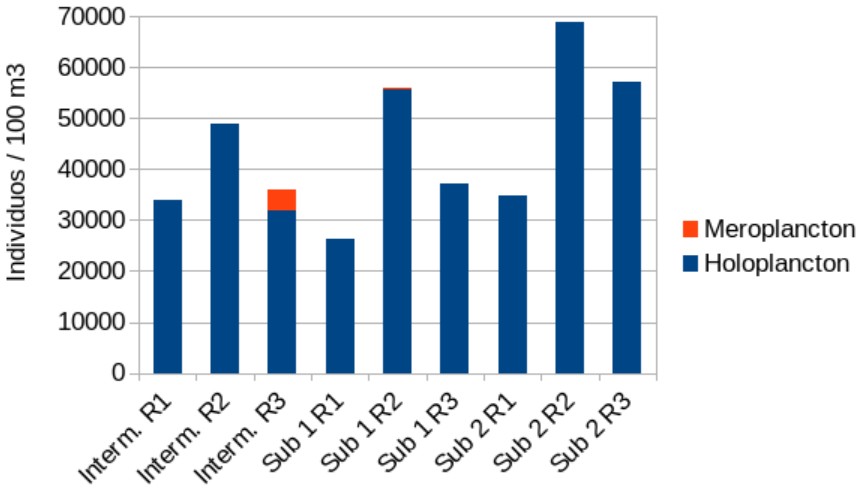


Figura 102. Densidad total de zooplancton y distribución diferenciada entre holoplancton y meroplancton en las diversas muestras recolectadas en octubre del 2024 (Campaña de Primavera). R1, R2 y R3 indican las réplicas para cada sitio: Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2).

El **holoplancton** estuvo compuesto por seis grupos principales, destacándose una marcada dominancia de cladóceros del género *Evadne*, que representaron entre el 44 % y el 96 % de los individuos en la mayoría de las muestras (Figura 103). Una excepción notable fue la réplica 3 del sitio intermareal, donde los ostrácodos predominaron con el 61 % de los individuos. Este grupo, además, se registró exclusivamente en el sitio intermareal, con una contribución promedio del 10 % del total de individuos en este ambiente. Otro grupo relevante en todas las muestras, aunque con mayor importancia relativa en el sitio intermareal, fueron los copépodos del género *Paracalanus*. Este taxón aportó el 23 % y 16 % en dos réplicas del intermareal y un promedio del 7 % en el resto de las muestras. Los cladóceros del género *Podon* tuvieron una contribución generalmente menor al 3 %, excepto en la réplica 2 del intermareal, donde alcanzaron el 14 % de los individuos. Por su parte, las apendicularias estuvieron presentes en todas las muestras submareales, aunque siempre con una contribución inferior al 1 %. Finalmente, los poliquetos fueron el grupo holoplanctónico menos representado, apareciendo únicamente en la réplica 1 del intermareal y en la réplica 2 del sitio submareal 1, con contribuciones del 2,9 % y menos del 1 % en las respectivas muestras. El ensamble observado durante este muestreo de primavera mostró diferencias marcadas en comparación con el registrado en el muestreo de invierno. Se evidenció un cambio en la especie dominante, ya que en junio las muestras estaban lideradas por Paracalanus, que constituía la base de aquellos ensambles. Además, el presente muestreo resultó menos rico en términos de taxa, ya que no se registraron larvas nauplii, Munida ni chaetognatos, grupos que sí estuvieron presentes en el muestreo de junio.

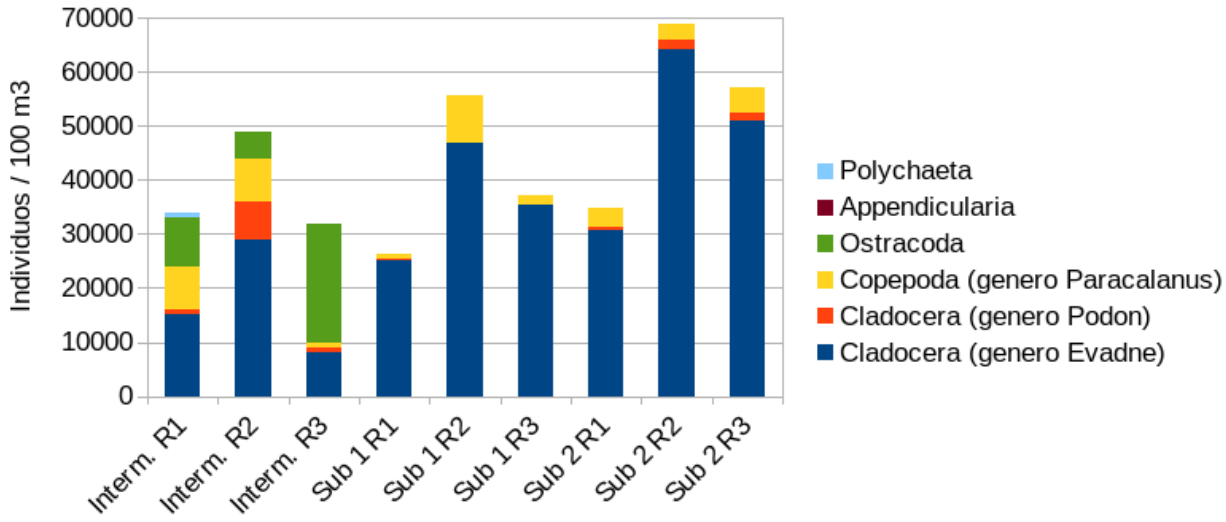


Figura 103. Densidad de los diferentes grupos del holoplancton en las diferentes muestras recolectadas en octubre del 2024 (Campaña de Primavera). R1, R2 y R3 indican las réplicas para cada sitio: Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2).

Otra diferencia notable con respecto al muestreo de junio fue la baja presencia de organismos **meroplanctónicos**, tanto en términos de abundancia como de grupos presentes. En este muestreo, se encontraron principalmente hidromedusas, aunque en densidades bajas, con un promedio de 77 ind./100 m³, registradas en las muestras del Sub. 1 y en dos de las réplicas del Sub. 2. El sitio submareal, que en junio presentó la mayor densidad de organismos meroplanctónicos, en esta ocasión solo registró larvas cypris y larvas umbonadas de bivalvos en una de sus réplicas (Figura 104). Además, en este muestreo destacó la ausencia de larvas trocófora y veliger, que sí estuvieron presentes durante el invierno.

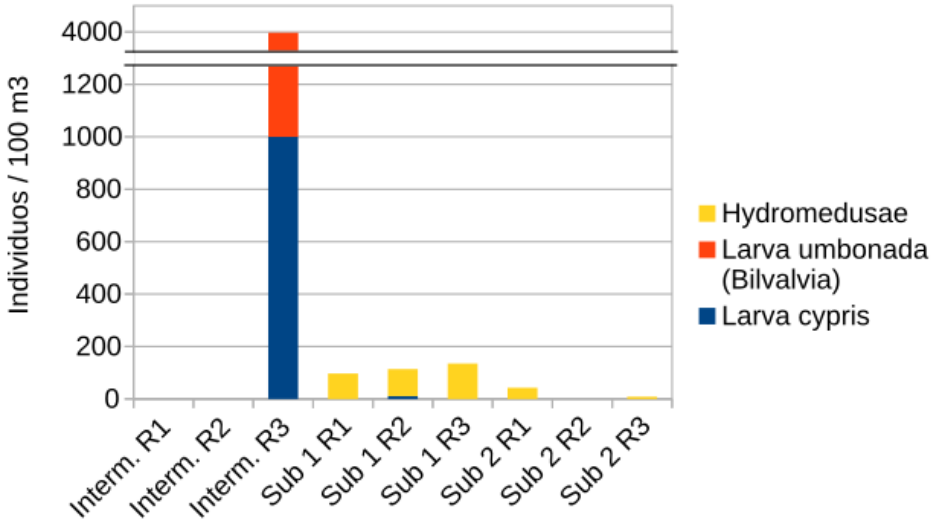


Figura 104. Densidad de los diferentes grupos del meroplancton en las diferentes muestras recolectadas en octubre del 2024 (Campaña de Primavera). R1, R2 y R3 indican las réplicas para cada sitio: Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2).

3.3.2 Ictioplancton

En total, se contabilizaron 35.185 huevos de peces y 31 larvas de peces durante el muestreo. Los huevos estuvieron presentes en todas las muestras analizadas, con densidades notablemente más altas en el sitio intermareal (promedio de 10.333 ind./100 m³) en comparación con los sitios submareales (promedio de 698 ind./100 m³) (Figura 105 y Tabla 41). Por otro lado, las larvas de peces se registraron exclusivamente en las tres réplicas del submareal 1 y en una del submareal 2, con una densidad promedio de 8 ind./100 m³, y estuvieron ausentes en el intermareal.

En términos comparativos, la campaña de primavera (octubre 2014) registró una cantidad de huevos tres órdenes de magnitud mayor que el muestreo de otoño. Sin embargo, mientras que en la campaña de invierno (junio 2024) los huevos se hallaron predominantemente en los sitios submareales, en este muestreo se concentraron significativamente en el intermareal. Las larvas de peces también mostraron una mayor densidad en comparación con el invierno, aunque su distribución continuó restringida a los sitios submareales.

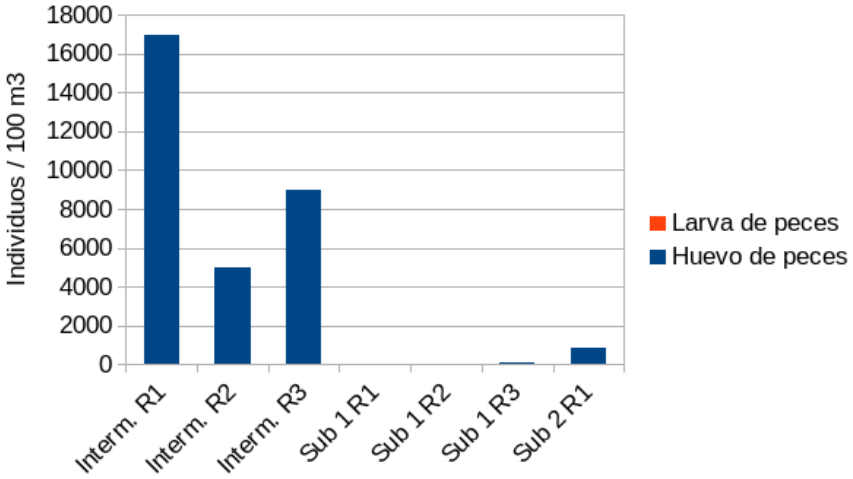


Figura 105. Densidad de huevos y larvas de peces en las diferentes muestras recolectadas en octubre del 2024 (Campaña de Primavera). R1, R2 y R3 indican las réplicas para cada sitio: Intermareal (Inter), Submareal 1 (Sub 1) y Submareal 2 (Sub 2).

3.4 CONCLUSIONES

La densidad total de zooplancton e ictioplancton durante la campaña de primavera (octubre 2024) fue significativamente mayor en comparación con la campaña de invierno (junio 2024), lo que sugiere una respuesta estacional a los cambios ambientales, vinculada a la disponibilidad de recursos y a las condiciones físico-químicas de la columna de agua. Asimismo, se evidenció un cambio en la composición y la estructura del ensamble zooplanctónico, reflejado en la variación de los grupos taxonómicos dominantes. El meroplancton mostró una menor riqueza y densidad respecto al invierno, mientras que el ictioplancton presentó diferencias en la densidad de huevos y larvas entre estaciones y sitios, lo que podría estar relacionado con estrategias reproductivas específicas de las especies bentónicas y con variaciones en las áreas de crianza o en la supervivencia larval según la temporada.

Estas diferencias estacionales en composición, densidad y distribución de las comunidades zoo-ictioplanctónicas destacan la importancia de considerar la temporalidad en el Estudio de Impacto Ambiental. Los resultados subrayan la necesidad de caracterizar las dinámicas estacionales para construir una línea de base sólida y representativa de las variaciones naturales en el área de estudio.

4. COMUNIDADES BENTÓNICAS: CAMPAÑA DE PRIMAVERA

Esta campaña estuvo a cargo de profesionales de la Facultad de Ciencias Marinas (UNCo) y el Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS).

4.1 ANTECEDENTES

En el marco de la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, se definió la realización de dos campañas para complementar con información primaria la caracterización de la comunidad bentónica del área. La primera campaña de relevamiento fue llevada a cabo en el mes de junio de 2024 e informada en el Estudio de Impacto Ambiental junto con la caracterización de la comunidad en base a información secundaria. La segunda campaña de relevamiento fue llevada a cabo en octubre de 2024 e informada en la presente Adenda al Estudio de Impacto Ambiental.

En esta segunda campaña se utilizó un diseño de muestreo espacial y una metodología similares a las utilizadas en la primera campaña. En el presente informe se detallan los aspectos de la metodología y los resultados de esta segunda campaña, los que se comparan cualitativamente con aquellos obtenidos en la primera campaña.

4.2 METODOLOGÍA

Para esta campaña, se realizó una salida por tierra al sector intermareal (Inter), otra salida al sector submareal somero, a una profundidad aproximada de 24 m (Sub 1), en la que se tomaron las muestras mediante buceo autónomo; y otra salida al sector submareal profundo, a una profundidad de 40 m (Sub 2), en donde las muestras se tomaron usando una rastra bentónica suplementada con una malla fina.

Para el muestreo intermareal, se seleccionaron al azar 5 pozas de marea en las que se colectó (con la ayuda de espátulas) toda la comunidad epibentónica comprendida en un cuadrado de 25x25 cm. Todos los organismos retenidos en una bolsa de malla de 500 micrones fueron llevados al laboratorio para su posterior identificación y cuantificación.

En el caso del muestreo con buceo del sector submareal somero, la metodología fue similar, excepto por el tamaño de la unidad muestral, que fue de 50x50 cm. Por otra parte, en este caso, dada la naturaleza del sustrato, también se colectó la infauna, hasta una profundidad de unos 10 cm.

Para el muestreo submareal profundo se realizaron 5 estaciones con rastra bentónica a bordo del BP Don Daniel. En esta oportunidad, se realizaron 5 lances de 5 minutos de duración con una rastra bentónica artesanal (la misma utilizada en la campaña de invierno). Para este muestreo se repitieron los 3 lances realizados en la campaña de invierno sobre la pierna central del diseño de muestreo (lances 9, 10 y SPM) y se agregaron 2 nuevos lances al norte y al sur, respectivamente, del punto SPM.

Toda la información colectada sobre la comunidad de organismos macrobentónicos en ésta y en la campaña de invierno será cotejada con datos disponibles de campañas realizadas en el año 2006, y se utilizará para evaluar si han existido cambios en la composición de la comunidad a lo largo del tiempo, en vistas a generar futuros indicadores de monitoreo.

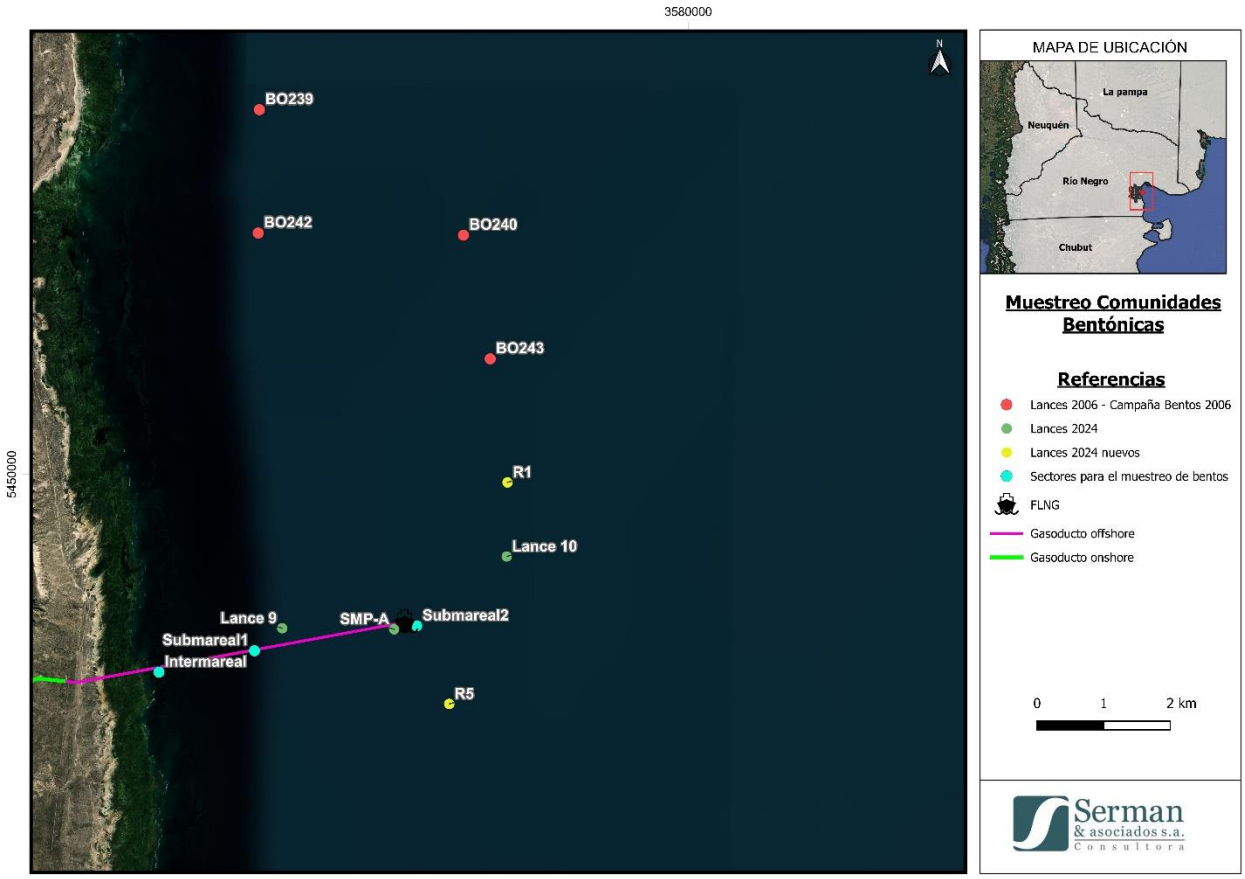


Figura 106. Sitios de muestreo de la comunidad bentónicas. Octubre 2024 (Campaña de Primavera). Localización de los lances con rastra (bentos) efectivamente realizados. Los lances R1 y R5 fueron incorporados en la campaña de primavera; el resto coinciden con los de la Campaña de Invierno. En cada sitio se colectaron 5 muestras de bentos.

4.3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De las cinco muestras tomadas con rastra, la muestra del R3, localizado en cercanía de la posición SPM (siglas en inglés de *Single Point Mooring*, que representa el sitio donde se instalaría la estructura de anclaje del buque), a una profundidad de 40,5 m, es la que mostró mayor riqueza específica (S), con 42 especies/taxones. Comparados cualitativamente con los resultados de la campaña Bentos 2006 (estaciones BO239, BO240, BO242 y BO245) y de la campaña realizada en junio de 2024, se observa que, aunque en aquella ocasión se registraron 36 especies/taxones, el sustrato biogénico de poliquetos es similar, y que dicho hábitat es el que tiene asociada una comunidad rica en moluscos, crustáceos, poliquetos, equinodermos y ascidias.

La Tabla 42 muestra la riqueza (S) obtenida en las muestras tomadas con las distintas modalidades (lances con rastra artesanal a 30-40 m de profundidad) y cuadrados en las zonas intermareal y submareal somera, a 20-25 m de profundidad). La riqueza específica fue menos variable entre muestras, y tres veces superior en el sector submareal somero, que en los otros dos sitios.

En la Tabla 44 se muestran los resultados de presencia/ausencia de las especies bentónicas correspondientes a las muestras tomadas con rastra. Se registró una dominancia de moluscos, con 23 especies/taxones, seguidos por poliquetos (11 taxones), crustáceos (9 taxones), equinodermos (7 taxones) y ascidias (6 taxones). Esponjas, briozoos, antozoos y algas constituyeron grupos menos diversos. Llamativamente una de las muestras (R2, a 29 m de profundidad) mostró una alta diversidad de peces bentónicos y algas, que no aparecieron en ninguna de las otras muestras, probablemente estos peces estén asociados al hábitat aportado por las macroalgas encontradas en ese sitio. Las muestras R1 y R5 tuvieron un sustrato limoso mientras que en las demás el sustrato fue arenoso.

En relación con las muestras del submareal somero, las más diversas en general, en las mismas prevalecieron los moluscos (con 24 taxones/especies), crustáceos (10 taxones/especies), algas (9 taxones), poliquetos (8 taxones) y equinodermos (6 taxones). Ascidias, briozoos y esponjas fueron grupos menos diversos, en tanto que los peces estuvieron ausentes (Tabla 45).

Por su parte, las muestras del sector intermareal estuvieron representadas casi en su totalidad por algas (15 taxones), con una representación ínfima de otros grupos (2 especies de crustáceos, 1 de moluscos y huevos de pejerrey, ver Tabla 45).

Tabla 42. Riqueza de especies (S) en las muestras obtenidas en octubre de 2024 (Campaña de Primavera).

	Intermareal	Submareal somero	Submareal profundo
Muestra 1	11	34	15
Muestra 2	10	38	32
Muestra 3	19	39	42
Muestra 4	7	34	34
Muestra 5	8	35	33

Tabla 43. Información detallada de los lances realizados en octubre de 2024 (Campaña de Primavera). Nota. Los lances R1 y R5 fueron incorporados en la Campaña de Primavera. El resto de los lances, coinciden con los de la Campaña de Invierno.

Fecha	17-oct-24	17-oct-24	17-oct-24	17-oct-24	17-oct-24
Lance	R1	R2 (Lance 9)	R3 (SPM-A)	R4 (Lance 10)	R5
Lat inicial	41 06,029	41 06,963	41 07,053	41 06,840	41 08,023
Long inicial	65 05,067	65 06,959	65 05,999	65 05,047	65 05,115
Lat final	41 06,192	41 06,849	41 06,869	41 07,000	41 08,185
Long final	65 05,088	65 06,898	65 05,963	65 05,057	65 05,192
Hora inicial	13:22	14:58	14:36	13:43	14:06
Hora final	13:26	15:03	14:41	13:48	14:11
Tiempo de arrastre (min)	5	5	5	5	5
Prof inicial (m)	50	29	39	41	41
Prof final (m)	50	29	39	41	41
Veloc de arrastre (nudos)	2,1	2,7	2,7	2,6	2,6
Rumbo	150	60	70	156	156
Cable filado popa (m)	250	125	200	200	200
Distancia recorrida (m)	302	226	342	296	319
Área barrida (m^2)	543,6	406,8	615,6	532,8	574,2
Ancho de la rastra (m)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Tabla 44. Presencia/ausencia de las especies de la comunidad bentónica muestreadas con rastra artesanal en los sitios correspondientes al submareal profundo en octubre del 2024 (Campaña de Primavera).

Especies/Grupos	Lance 1	Lance 2	Lance 3	Lance 4	Lance 5
Moluscos					
Aulacomya atra atra				x	x
Aequipecten tehuelchus		x	x	x	x
Pododesmus rudis			x	x	x
Semele proficua			x	x	
Leiosolenus patagonicus	x		x		
Ostrea puelchana		x	x	x	x
Musculus viator	x				
Lyonsia alvarezii	x				
Pandora brevirostris	x				
Ameghinomya (ex Protothaca) antiqua				x	
Almeja con costillas (a identificar)				x	
Calliostoma coppingeri			x		x
Fissurella megatrema			x		
Tegula patagonica	x		x		x
Neocalliostoma militare					x
Calliostoma jucundum		x	x		x
Pleurobranchaea maculata		x	x		
Cadlina sp.				x	
Crepidula onyx		x	x	x	
Bostrycapulus odites			x	x	x
Zidona dufresnii				x	
Chaetopleura isabellei			x		
Chaetopleura angulata		x			
Crustáceos					
Rochinia gracilipes		x	x	x	x
Peltarion spinosulum		x	x	x	
Leurocyclus tuberculosus		x		x	x
Grimothea gregaria		x	x		
Pleoticus muelleri	x				
Pilumnoides			x		
Danielethus (ex Platyxanthus) patagonicus					x
Calyptraeotheres (ex Pinnotheres) garthi			x		
Lepa (cirripedio pedunculado)			x	x	x
Braquiópodos					
Terebratella dorsata		x	x	x	x
Equinodermos					
Astropecten brasiliensis		x		x	x
Cycethra verrucosa		x	x	x	x
Allostichaster capensis			x		x
Comasterias lurida		x		x	
Arbacia dufresnii		x	x	x	x

Especies/Grupos	Lance 1	Lance 2	Lance 3	Lance 4	Lance 5
Sterechinus agazzani			x	x	x
Ophioplocus januarii	x	x	x	x	x
Ascidias					
Ascidiella aspersa	x	x	x	x	x
Paramolgula gregaria		x			
Ciona intestinalis			x	x	x
Ascidia colonial			x		
Asterocarpa humilis	x	x		x	x
Scyphozoa sp.		x	x	x	x
Esponjas					
Esponja sp.1			x		
Esponja sp.2			x	x	
Esponja sp.3				x	
Poliquetos					
Tubos de poliquetos	x		x	x	x
Eunicidae		x	x	x	x
Flabelligeridae			x		x
Polynoidae			x	x	x
Nereididae			x		
Serpula sp.			x		
Pectinariidae	x				
Sabellidae	x				x
Maldanidae	x				x
Terebellidae	x				
Aphrodita sp.				x	
Nemertino		x	x		
Briozoos					
Bugula sp.			x		
Briozoo sp.1	x		x		x
Antozoa					
Corynactis sp.				x	x
Tripalea sp.				x	
Sipunculidae					x
Peces					
Ribeiroclinus eigenmanni			x		
Rasile sp.		x	x		
Prionotus nudigula		x			
Paralichthys patagonicus		x			
Ranella sp.		x			
Hippocampus patagonicus		x			
Ovicápsula de *Callorhinchus callorhynchus*		x			
Lucerna sp.		x			
Algas					
Ulva sp.		x			
Delesserea sp.		x			

Especies/Grupos	Lance 1	Lance 2	Lance 3	Lance 4	Lance 5
Epymenia sp.		x			

Tabla 45. Presencia/ausencia de las especies de la comunidad bentónica en los sitios de muestreo en el sector intermareal (Inter 1-5) y el submareal somero, a 24 m de profundidad (Sub1 1-5), en octubre de 2024 (Campaña de Primavera).

Especie/Grupo	Inter 1	Inter 2	Inter 3	Inter 4	Inter 5	Sub1 1	Sub1 2	Sub1 3	Sub1 4	Sub1 5
Sarcocornia sp.			x							
Mata microbiana	x	x		x						
Algas										
Dyctiota dichotoma	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Undaria pinnatifida	x					x				
Chaetomorpha sp.	x	x	x	x	x					
Cladophora sp.		x	x	x	x					
Ulva linza	x	x	x	x	x					
Ulva spp.	x	x	x		x					
Ulothrix sp.			x							
Rhodymenia sp.			x			x	x	x	x	x
Ceramium sp.	x	x	x		x	x				
Polysiphonia sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Anotrichium furcellatum			x			x		x	x	x
Rhabdonia sp.			x			x	x	x	x	x
Delesseriaceae						x	x	x	x	x
Jania sp.	x	x	x	x	x					
Bossiella orbigniana			x							
Corallina officinalis	x	x	x							
Spongites discoideus						x	x	x	x	x
Moluscos										
Aulacomya atra			x			x	x	x	x	x
Pododesmus rudis						x	x	x		x
Ostrea puelchana						x	x			
Entodesma sp.								x		
Musculus viator							x			
Leiosolenus patagonicus						x	x	x	x	x
Carditamera plata						x	x	x	x	x
Crassinella marplatensis									x	
Semele proficua										x
Atrina seminuda						x				
Tegula patagonica						x	x	x	x	x
Anachis isabellei							x	x	x	x
Costoanachis sertulariarum									x	
Calliostoma jucundum							x		x	x
Eumetula pulla							x	x	x	
Turbonilla sanmatiensis									x	x
Huevos Caracol cf.						x				

Especie/Grupo	Inter 1	Inter 2	Inter 3	Inter 4	Inter 5	Sub1 1	Sub1 2	Sub1 3	Sub1 4	Sub1 5
Tegula patagonica										
Siphonaria lessonii						x	x			
Fissurella radiosa							x		x	
Bostrycapulus odites										x
Chaetopleura isabellei									x	
Chaetopleura angulata										x
Doris fontainii										x
Tripalea clavaria						x	x	x	x	
Poliquetos										
Nereididae						x	x	x	x	x
Terebellidae						x	x	x	x	x
Polynoidae							x	x	x	x
Syllidae							x			
Eunice sp.						x		x		x
Polychaeta Errantia Indeterminado 1										x
Polychaeta Errantia Indeterminado 2								x		
Serpulidae						x				
Nemertea Indeterminado 1							x			
Turbellaria Indeterminado 1							x			
Equinodermos										
Ophioplocus januarii						x	x	x	x	x
Amphipholis squamata							x	x	x	x
Cycethra verrucosa									x	
Allostichaster capensis								x		
Arbacia dufresnii						x	x	x		x
Sterechinus agassizii								x		
Crustáceos										
Amphipoda Indeterminado 1						x	x	x	x	x
Lysianassidae						x		x		
Leptostraca Indeterminado 1						x	x	x	x	x
Harpacticoida Indeterminado			x					x		
Terebratella dorsata						x			x	
Sphaeroma serratum						x	x	x	x	x
Betaeus lilianae							x			
Carcinus maenas	x		x							
Rochinia gracilipes								x	x	x
Halicarcinus planatus								x	x	
Pelia rotunda										x
Poriferos										
Porifera Indeterminado 2						x	x	x	x	x

Especie/Grupo	Inter 1	Inter 2	Inter 3	Inter 4	Inter 5	Sub1 1	Sub1 2	Sub1 3	Sub1 4	Sub1 5
Porifera Indeterminado 4							x	x		
Porifera Calcarea 1										x
Didemnidae Indeterminado 1						x	x	x		x
Ascidias										
Ascidia sp.							x	x		
Ascidiella aspersa								x		
Briozoa										
cf. *Membranipora* sp.						x	x	x		
Bugula sp.						x	x		x	
Peces										
Huevo *Odontesthes* sp.			x							

5. ICTIOFAUNA: CAMPAÑA DE PRIMAVERA

Esta campaña estuvo a cargo de profesionales de la Facultad de Ciencias Marinas (UNCo) y el Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS).

5.1 ANTECEDENTES

En el marco de la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, se definió la realización de dos campañas para complementar con información primaria la caracterización de la comunidad íctica del área. La primera campaña de relevamiento fue llevada a cabo en el mes de junio de 2024 e informada en el Estudio de Impacto Ambiental junto con la caracterización de la comunidad en base a información secundaria. La segunda campaña de relevamiento fue llevada a cabo en octubre de 2024 e informada en la presente Adenda al Estudio de Impacto Ambiental. En esta segunda campaña se utilizó un diseño de muestreo espacial y una metodología similares a las utilizadas en la primera campaña.

A continuación se detallan los aspectos de la metodología y los resultados de la campaña de primavera, con referencia al ensamble de especies, indicadores de abundancia y estructura demográfica. Los resultados de esta segunda campaña se comparan y discuten con los obtenidos en la campaña de invierno.

5.2 METODOLOGÍA

Al igual que en el campaña de invierno, el área de estudio abarcó el sector submareal frente al cerro El Fuerte, con centro geográfico en el punto consignado como SPM (siglas en inglés de *Single Point Mooring*, que representa el sitio donde se instalaría la estructura de anclaje del buque). El área está limitada por los paralelos 41º01´S y 41º10´S al norte y sur respectivamente, al oeste por la línea de costa y al este por el meridiano 65º00´, con una superficie total aproximada de 81 mn^2 (70,4 km^2). El lecho marino del área de estudio se compone de una parte de fondos relativamente llanos de arena y fango (desde los 40 a los 90 m), en tanto a profundidades menores prevalecen formaciones rocosas que dificultan la maniobra de arrastre. Dado que durante la primera campaña se realizó un relevamiento preliminar con ecosonda, para la segunda campaña se pudieron reubicar algunas estaciones de muestreo en zonas aptas para operar con red de arrastre de fondo. En base a ello se agregaron 3 nuevas estaciones de pesca intercaladas con las 8 efectivamente realizadas en la campaña de invierno.

Así, en esta segunda campaña se utilizó también un diseño espacial de muestreo de tipo regular, con una grilla compuesta de un total de 11 estaciones de muestreo o lances de pesca. La campaña se realizó con el mismo buque utilizado en la campaña de invierno, el BP “Don Daniel” (eslora 9,9 m, 310 HP, 20 TRB), un arrastrero del segmento rada-ría/artesanal con puerto base en San Antonio Oeste. Se utilizó la misma red de arrastre de fondo que en la primera campaña (14 m de largo de relinga con aparejo de arrastre para langostino y mallero de 50 mm). El ancho de boca estimado (distancia entre puntas de alas) para esta red es de 9 m. Al igual que para la primera campaña y para posibilitar la comparabilidad de los muestreos, principalmente en lo que respecta a los indicadores de abundancia, la duración de los lances se estableció en un tiempo máximo de 15 minutos. Esta duración permite recorrer en cada lance una distancia superior a 1000 metros, equivalente a un área barrida levemente superior a los 10 mil m^2 (1 ha).

En el caso de las muestras de ictiofauna, las capturas obtenidas en cada lance se seleccionaron por especie, se contaron los ejemplares y se registró el peso mediante una balanza digital de mano. Posteriormente se realizaron muestreos de talla y sexo para las especies más conspicuas y de mayor tamaño. El resto de las especies se conservaron en cajones con hielo para su posterior análisis en laboratorio (registro de talla / sexo).

Al igual que para la primera campaña, con los datos de capturas obtenidos para cada lance se calculó la frecuencia de ocurrencia en número para cada especie (número de individuos de la especie en el lance sobre el número total de individuos de todas las especies en la campaña) y la frecuencia de ocurrencia en los lances (cantidad de lances en los que la especie fue capturada sobre la cantidad total de lances realizados). Se realizaron estimaciones de la abundancia relativa de las especies ícticas comerciales y no comerciales, expresada en términos de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, en kg / hora de arrastre) y de la densidad (en t/mn^2) para el área de estudio. Con los datos de los muestreos biológicos se construyeron histogramas de distribuciones de frecuencias relativas de tallas separadas por sexos o en conjunto para las muestras con sexos indeterminados.

5.3 RESULTADOS

En la Tabla 46 se presenta la información general de los lances de pesca realizados. En la mayor parte de los lances el fondo estuvo compuesto por arena, canto rodado y fango.

Tabla 46. Información detallada de los lances realizados en octubre de 2024 (Campaña de Primavera). Nota. Los lances 21, 22 y 23 corresponden a nuevas estaciones de muestreo incorporadas en la Campaña de Primavera. El resto de los lances, coinciden con los de la Campaña de Invierno.

Fecha	15-oct-24	15-oct-24	15-oct-24	15-oct-24	15-oct-24	15-oct-24	15-oct-24	16-oct-24	16-oct-24	16-oct-24	16-oct-24
Lance	3	21	7	22	11	15	23	4	8	12	16
Lat inicial	41°01,454	41°02,309	41°03,780	41°05,510	41°06,810	41°10,484	41°08,735	41°01,289	41°03,474	41°06,963	41°09,431
Long inicial	65°02,850	65°01,955	65°03,017	65°01,995	65°02,943	65°03,182	65°02,046	65°01,097	65°01,023	65°00,964	65°01,023
Lat final	41°02,117	41°03,335	41°04,492	41°06,060	41°07,460	41°09,879	41°07,999	41°01,970	41°04,174	41°07,716	41°10,149
Long final	65°02,887	65°02,026	65°03,410	65°02,009	65°03,026	65°03,149	65°01,968	65°01,016	65°00,991	65°00,927	65°00,949
Hora inicial	11:23	12:10	13:00	13:50	14:35	15:45	17:04	11:29	12:08	13:03	14:01
Hora final	11:38	12:30	13:18	14:02	14:52	16:00	17:21	11:42	12:24	12:20	14:17
Tiempo de arrastre (min)	15	20	18	12	17	15	17	13	16	17	16
Prof inicial (m)	70	63	62	65	55	41	57	72	69	63	64
Prof final (m)	70	63	62	65	55	41	57	69	68	68	61
Veloc de arrastre (nudos)	2,75	2,7	2,6	2,8	2,6	2,5	2,7	2,8	2,7	2,6	2,8
Rumbo	175	180	180	182	15	42	10	180	182	175	176
Cable filado popa (m)	250	225	250	250	200	200	225	250	250	250	250
Distancia recorrida (m)	1220	1903	1429	1022	1205	1135	1373	605	1296	1400	1330
Área barrida (m^2)	10980	17127	12861	9198	10845	10215	12357	5445	11664	12600	11970
Distancia recorrida (mn)	0,659	1,028	0,772	0,552	0,651	0,613	0,741	0,327	0,700	0,756	0,718
Área barrida (mn^2)	0,00320	0,00499	0,00375	0,00268	0,00316	0,00298	0,00360	0,00159	0,00340	0,00367	0,00349
Dist. e/pta. alas (mn)	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

La lista de las especies capturadas y las capturas en peso por cada lance se presentan en la Tabla 47 y la Tabla 48, respectivamente. La captura estuvo compuesta por un total de 18 especies de peces (15 peces óseos y 3 cartilaginosos), la mayor parte de ellas especies costeras, incluyendo peces óseos de ambientes rocosos someros y peces cartilaginosos típicos de la ictiofauna de los golfos norpatagónicos. En los once lances realizados la captura total fue de 1020 individuos (= 135,06 kg) de todas las especies, siendo la misma similar a la obtenida en la campaña de invierno (en ocho lances realizados la captura total fue de 1245 individuos, equivalentes a 155,9 kg de todas las especies).

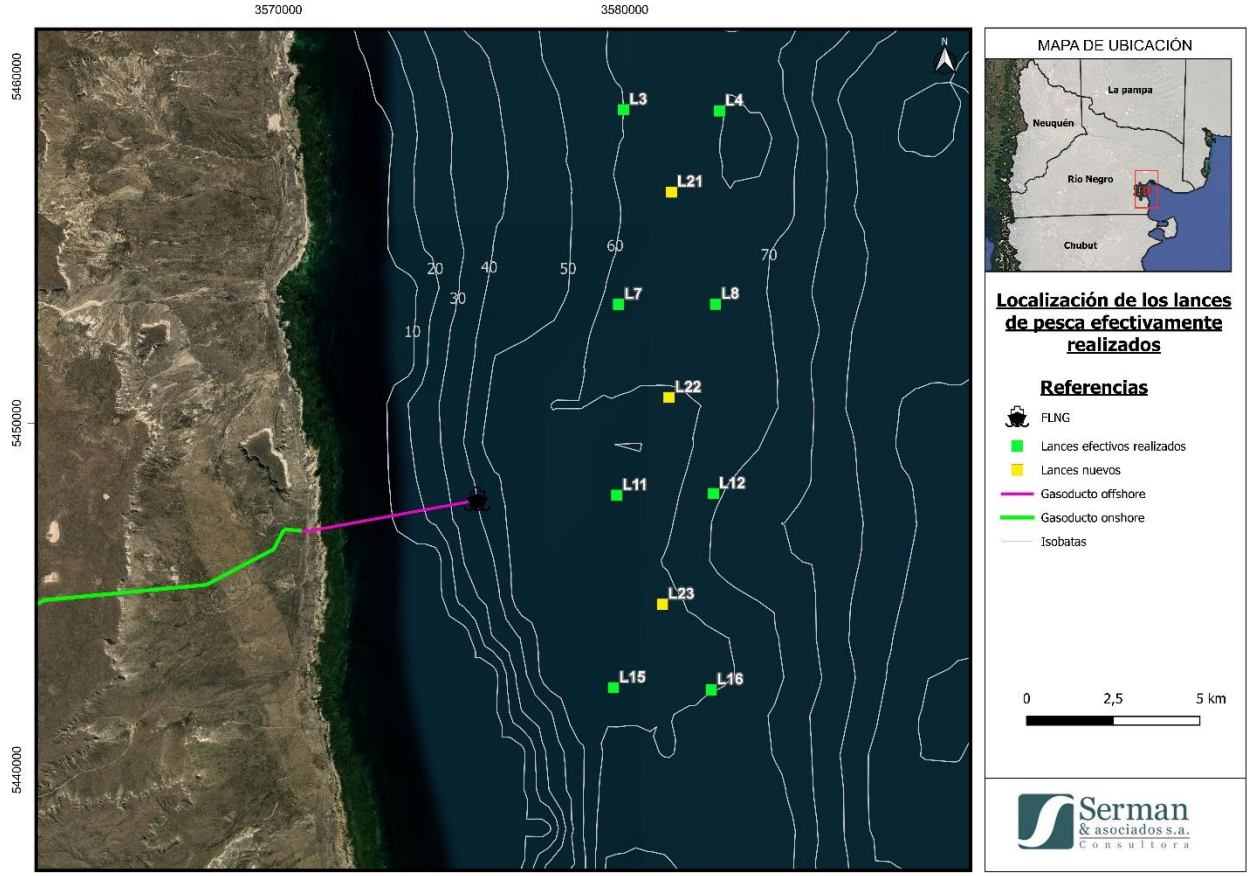


Figura 107. Localización de los lances de pesca efectivamente realizados en octubre de 2024 (Campaña de Primavera). Todos los lances, excepto el 21, 22 y 23, son los mismos realizados en la Campaña de Invierno.

En cuanto a la frecuencia de ocurrencia en los lances de las especies con valor comercial, los lenguados, el pez gallo, la merluza y el salmón de mar fueron las especies predominantes. El cocherito y la cabrilla fueron las predominantes entre las especies sin valor comercial. En cuanto a la ocurrencia en numerosidad, la merluza y el cocherito fueron las especies más abundantes (40,8% y 27% respectivamente) sobre el total de las demás especies capturadas.

Respecto de la diversidad de especies del ensamble demersal, en esta campaña se registraron tres especies (mero, pez palo y raya marmorada) que no habían sido capturadas en invierno. Por otra parte, seis especies (pez ángel, besugo, acorazado, lucerna, pampanito y jurel) que habían sido registradas en invierno no fueron capturadas en esta campaña.

Tabla 47. Listado taxonómico de especies capturadas en octubre de 2024 (Campaña de Primavera) y frecuencia de ocurrencia. Nota: con fondo gris se consignan las especies sin valor comercial.

Nombre Común	Especie	Familia	Ocurrencia en porcentaje de individuos	Ocurrencia en porcentaje de los lances
Merluza común	*Merluccius hubbsi*	Merluccidae	40,8%	73%
Salmón de mar	*Pseudopercis semifasciata*	Pinguipedidae	6,4%	73%
Pez gallo	*Callorhinchus callorhynchus*	Callorhinchydae	4,4%	91%
Mero	*Acanthistius patachonicus*	Serranidae	0,5%	18%
Lenguado isósceles	*Paralichthys isosceles*	Paralichthyidae	6,2%	82%
Lenguado patagónico	*Paralichthys patagonicus*	Paralichthyidae	0,7%	36%
Lenguado rasile	*Xistreuris rasile*	Paralichthyidae	2,5%	55%
Pez palo	*Percophis brasiliensis*	Percophidae	0,1%	9%
Chucho	*Myliobatis goodei*	Myliobatidae	0,2%	9%
Raya marmorada	*Sympterigia bonapartti*	Rajidae	0,1%	9%
Trilla	*Mullus argentinae*	Mullidae	0,8%	27%
Cabrilla	*Pinguipes brasilianus*	Pinguipedidae	1,6%	36%
Cocherito	*Dules auriga*	Serranidae	27,0%	73%
Testolín rojo	*Prionotus nudigula*	Triglidae	4,2%	64%
Anchoita	*Engraulis anchoita*	Engraulidae	3,9%	36%
Escrófalo	*Sebastes oculatus*	Serranidae	0,3%	18%
Castañeta	*Nemadactylus bergii*	Cheilodactylidae	0,1%	9%
Chanchito	*Congiopodus peruvianus*	Congiopodidae	0,3%	18%

Tabla 48. Captura (en kg) de peces por especie en cada lance en octubre de 2024 (Campaña de Primavera), CPUE y densidad en peso para el área de estudio. Nota: la categoría "Otros peces" reúne a las especies sin valor comercial.

Nombre Común	Lance										
	3	21	7	22	11	15	23	4	8	12	16
Anchoita								0,2	0,2	0,8	0,1
Merluza	28,1	2,1	2,6	1,1			0,4	3,7	2,4	0,2	0,3
Salmón	0,9	1,0			0,8	7,8	0,3	2,1	1,0	15,0	3,3
Pez gallo	2,4	2,5	0,2	2,1	0,3	0,8	1,4	2,0	4,8	6,7	8,0
Lenguados		0,4	1,6	1,3	1,6	0,7	0,9	0,3	1,6	0,6	3,1
Chucho									3,4		2,6
Otros peces	1,2	2,1	0,5	0,8	0,6	1,1	0,1		0,7	2,3	2,1
Peso total	32,5	8,1	4,9	5,3	3,3	10,4	3,2	8,4	14,2	25,6	19,3
CPUE (kg/h)	130,0	32,4	19,7	21,2	13,1	41,7	12,6	33,6	56,7	102,2	77,1
Densidad (t/mn^2)	10,2	1,6	1,3	2,0	1,0	3,5	0,9	5,3	4,2	7,0	5,5

Como dato a destacar con relación a la abundancia respecto de la campaña de invierno, en esta campaña se registraron lances con rendimientos importantes de algunas especies. Por ejemplo, en el sector norte del área de estudio, en el lance 3 se registró un rendimiento (CPUE) en peso y en número para la merluza relativamente superior al resto de los lances. Otras especies (salmón de mar, pez gallo y lenguado *X. rasile*) presentaron rendimientos similares a la campaña de invierno (lances 12 y 16).

En cuanto a la composición de tamaños de las capturas, las muestras evidenciaron una similitud con las registradas para la campaña de invierno, tanto para las especies comerciales como las no comerciales. En ambas campañas las capturas de las principales especies comerciales (merluza, pez gallo, salmón de mar y lenguado) estuvieron conformadas por un amplio espectro de tallas, con predominancia de estadios juveniles (Figura 108; Figura 109). Al igual que para la campaña de invierno, en el caso de pez gallo, salmón de mar y lenguados también se registraron estadios adultos, pero en menor proporción. Para las especies no comerciales, la mayor parte de las capturas estuvieron conformadas por todo el espectro de tallas, que incluyeron tanto juveniles como adultos (Figura 110), en patrones de distribuciones de frecuencias de tallas similares a los observados en la campaña de invierno.

5.4 CONCLUSIONES

La composición y la abundancia de la ictiofauna en esta segunda campaña (campaña de primavera) fueron similares a las descritas para la primera campaña (campaña de invierno). Predominaron los peces óseos y, en menor medida los cartilaginosos. Los cambios en la abundancia de algunas especies (ej. mayores rendimientos de merluza y salmón de mar) podrían corresponderse con la presencia de agrupamientos reproductivos característicos de dichas especies para esta época y zona. Particularmente, el área relevada en esta campaña se encuentra dentro de la zona de veda reproductiva de merluza, que incluye todo el sector del golfo ubicado al norte del paralelo 41°30´S (Resolución N°555/03 de la Secretaría de Estado de Producción de Río Negro). Para el caso del salmón de mar, se trata de una especie cuya máxima actividad reproductiva también acontece durante los meses de primavera (González 2000, 2006), por lo cual los individuos maduros se concentran con fines de reproducción en fondos de arrecifes, los cuales son característicos entre la costa y los 40 m en la zona relevada.

Al igual que para la campaña de invierno, la abundancia y la estructura demográfica de cocherito se destacó como un rasgo distintivo de la comunidad, al igual que otras especies como el testolin y la cabrilla. Tal como fue mencionado en el informe de la campaña de invierno, en este nuevo muestreo, realizado esta vez durante la época de máxima actividad reproductiva de varias de las especies demersales, se verifica la importancia de este ambiente como hábitat de crianza y reproducción para varias especies, algunas con valor comercial (ej. merluza, salmón de mar, lenguados y pez gallo) y otras sin valor comercial, pero que forman parte de las comunidades ícticas regionales.

En resumen, esta segunda prospección ha servido para mejorar el conocimiento de la estructura y la permanencia en el corto plazo del ensamble íctico y la estructura demográfica de las principales especies. Los datos obtenidos en ambas campañas han permitido identificar indicadores biológicos y ecológicos aplicables en el futuro programa de monitoreo ambiental. Entre esos indicadores se pueden considerar: a) riqueza de especies, b) abundancia (relativa y/o densidades), c) estructura de tallas (modas y/o talla media por sexo o del conjunto).

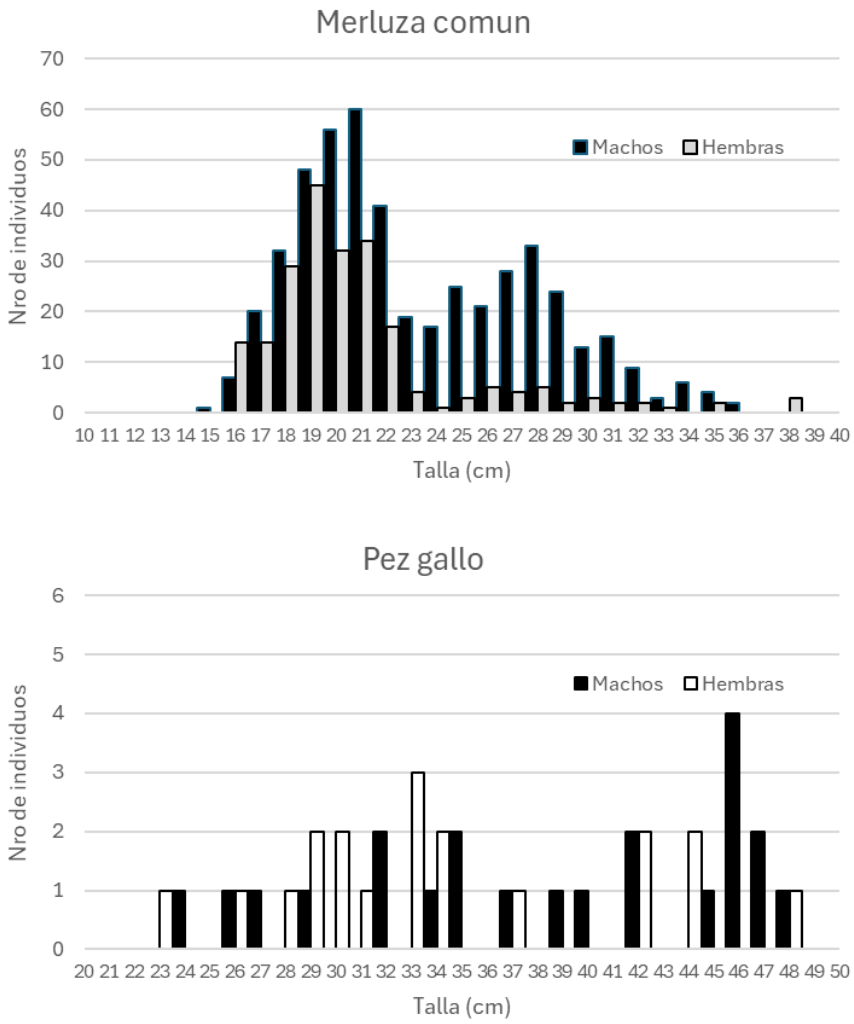


Figura 108. Distribución de tallas para las principales especies comerciales (merluza y pez gallo). Campaña de Primavera (octubre 2024).

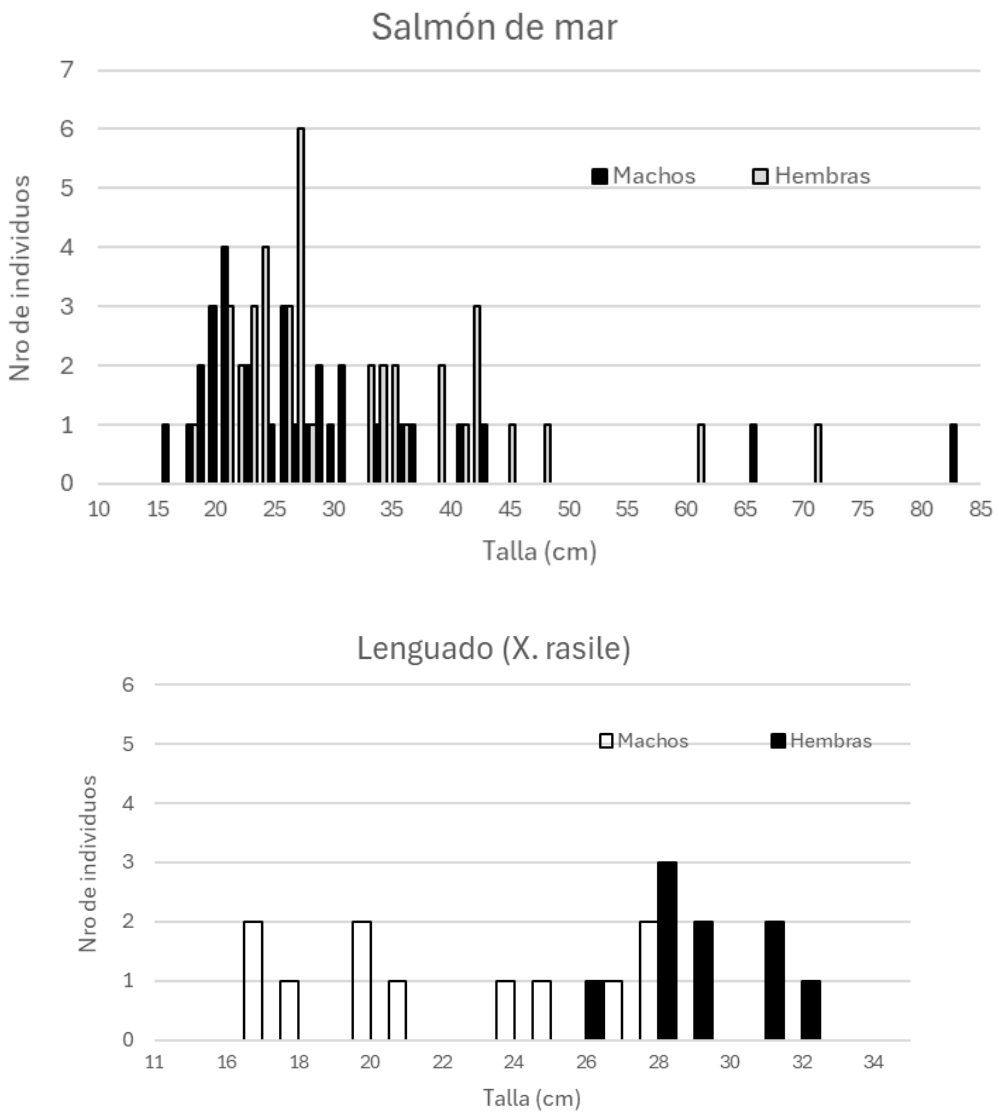


Figura 109. Distribución de tallas para las principales especies comerciales (salmón de mar y lenguado *X. rasile*). Campaña de Primavera (octubre 2024).

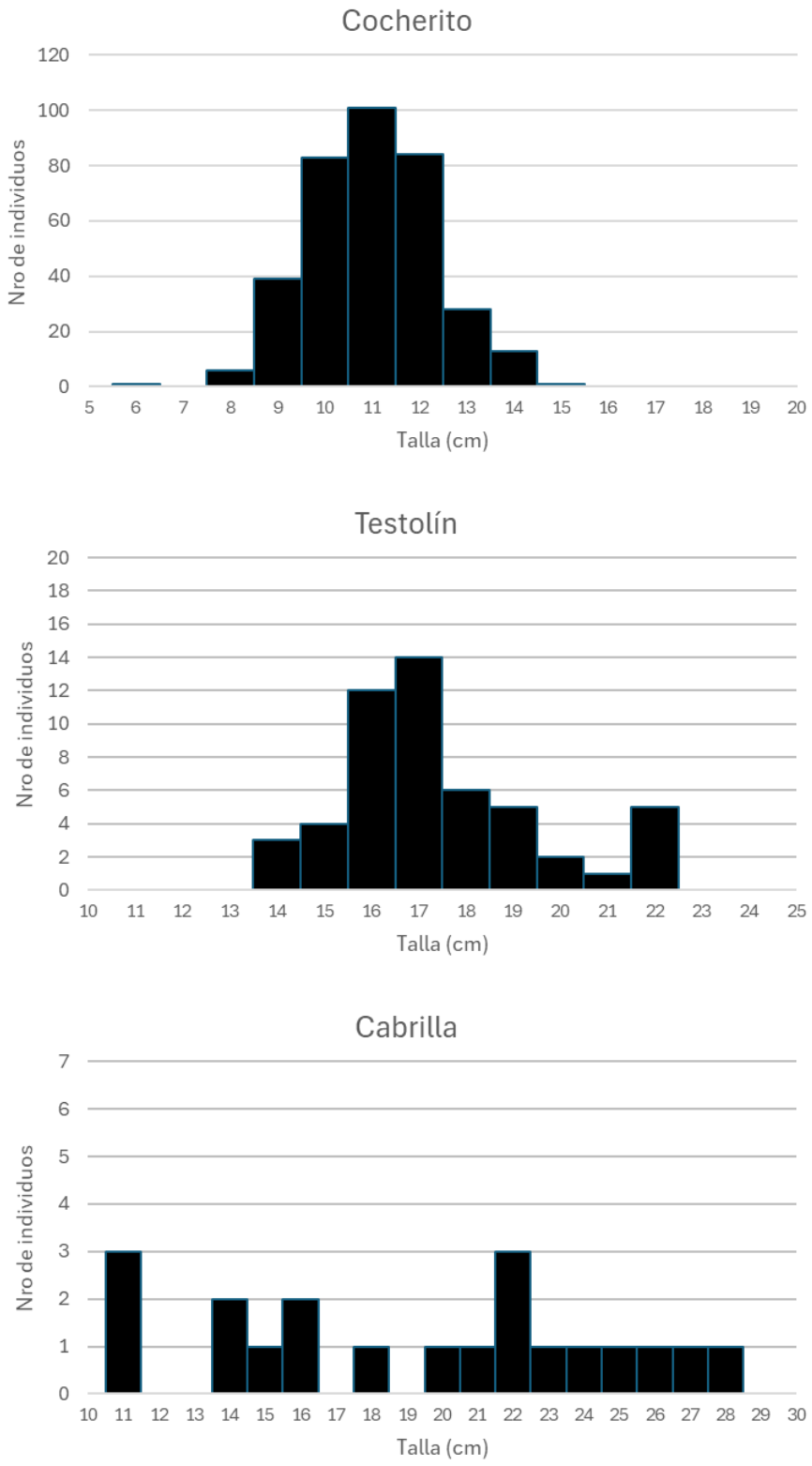


Figura 110. Distribución de tallas para las principales especies no comerciales. Campaña de Primavera (octubre 2024).

6. MEGAFAUNA MARINA: CAMPAÑA DE PRIMAVERA

Esta campaña estuvo a cargo de profesionales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras y el Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia.

6.1 ANTECEDENTES

En el marco de la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, se definió la realización de dos campañas para complementar con información primaria la caracterización de la megafauna marina que hace uso del área de estudio. La primera campaña de relevamiento fue llevada a cabo en el mes de junio de 2024 e informada en el Estudio de Impacto Ambiental junto con la caracterización de la comunidad en base a información secundaria. La segunda campaña de relevamiento fue llevada a cabo en octubre de 2024 e informada en la presente Adenda al Estudio de Impacto Ambiental.

En esta segunda campaña se realizó el relevamiento de la ocurrencia de especies de megafauna a través de estudios visuales (acuático y terrestre) y acústicos.

6.2 METODOLOGIA

Los relevamientos de megafauna fueron realizados entre el 15 y 19 de octubre de 2024. Para los mismos se utilizaron diferentes metodologías: (i) conteos directos a través de monitoreos visuales desde una embarcación semirrígida con motor fuera de borda; (ii) relevamientos sonoros a partir de monitoreos acústicos con hidrófono autocontenido; y (iii) relevamientos costeros de animales muertos varados en playa.

Se realizaron un total de 3 salidas náuticas con el fin de caracterizar la composición de los ensambles multiespecíficos en el área mencionada, realizando un recorrido total dentro de las aguas del Golfo San Matias de 255,6 km (Figura 111). En cada salida náutica, se colectaron registros del número de animales observados, especie registrada y posición geográfica.

La primera salida náutica se realizó el día 15/10/2024 (hora de salida: 10 hs, hora de llegada: 16:30 hs, hora de la bajamar: 15:44 hs; -3 GTM). En la misma participaron 1 buzo, 3 profesionales y el patrón de la embarcación. Se recorrió una distancia total de 93,1 km. Durante esta primera salida, se colocó, mediante buceo, un hidrófono autocontenido (Soudntrap Ocean Instrument) en parte de la estructura del barco hundido Magdalena María II (-40,92500, -65,040833) para el relevamiento acústico de mamíferos marinos (Figura 112). Un buzo profesional amarró el instrumento con precintos y cabos a una estructura ubicada en la embarcación hundida. El instrumento fue ubicado en el mismo sitio que la campaña anterior, con el objetivo de facilitar la comparación entre ambas estaciones.

Paralelamente, con el objetivo de detectar la señal acústica de los cetáceos observados durante las salidas náuticas; ante la presencia de cada avistaje de cetáceo se realizaron grabaciones con otro hidrófono autocontenido (Hydromoth). Estas grabaciones se realizaron sosteniendo el instrumento mediante un cabo desde la embarcación.

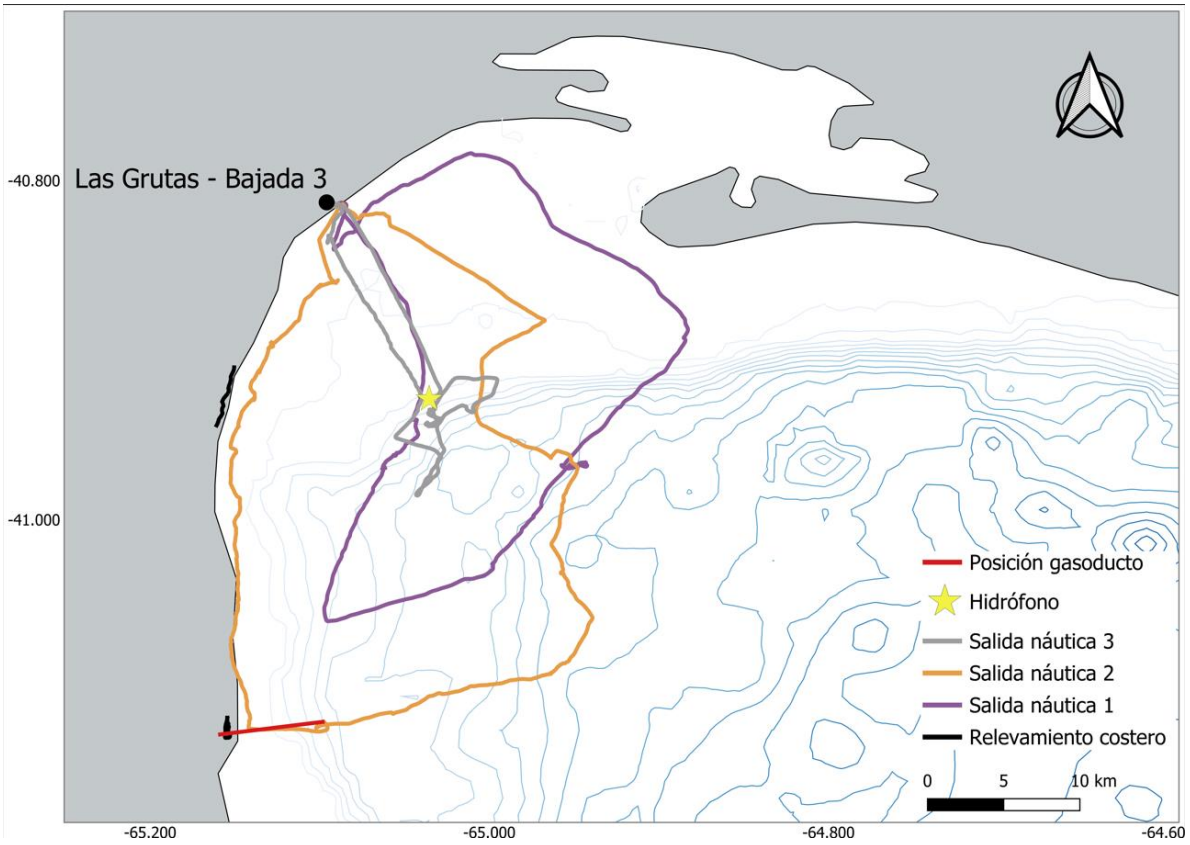


Figura 111. Áreas de relevamiento náutico y costeras realizadas en la segunda campaña de evaluación de megafauna en el área de influencia del proyecto. Campaña de Primavera (octubre 2024). Con una estrella se señala el lugar donde se colocó el hidrófono autocontenido para la detección acústica de mamíferos marinos.

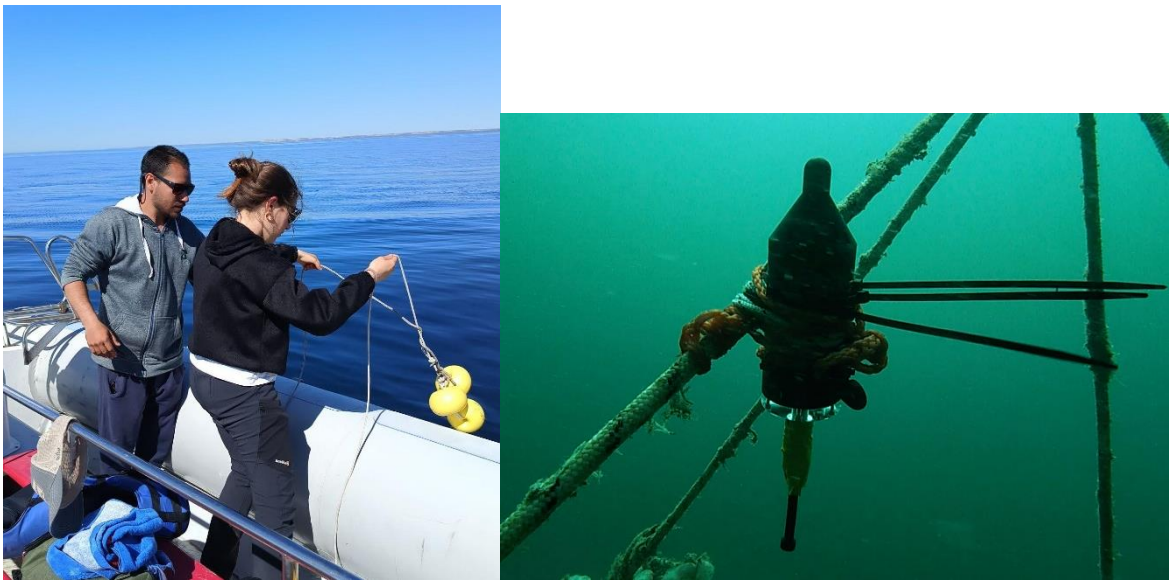


Figura 112. Hidrófono autocontenido instalado en parte de la estructura de la embarcación hundida Magdalena María II en el marco de la campaña realizada. Octubre 2024.

La segunda salida náutica se llevó adelante el día 17/10/2024 entre las 10 hs y 19 hs (hora de la bajamar: 17:34 hs, -3 GTM), participaron 3 profesionales y 2 personas del equipo de navegación de la embarcación se recorrió una distancia total de 103 km, llegando hasta el sector donde se planifica desarrollar el proyecto. La tercera salida náutica estuvo dirigida principalmente a recuperar los equipos de hidroacústica y tuvo lugar el día 19/10/2024 (hora de salida: 9 hs, hora de llegada: 14 hs, hora de la bajamar: 06:57 hs, -3 GTM). En esta última salida participaron un buzo y tres profesionales, recorriendo una distancia total de 59,5 km.

Dos grupos de observadores se conformaron durante los relevamientos, uno hacia cada banda de la embarcación, y registraron las aves, los reptiles y los mamíferos marinos observados a lo largo de cada una de las transectas con un ancho de 400 m (200 m a cada lado de la embarcación), mediante la utilización de binoculares. Todas las salidas náuticas tuvieron como punto de partida y llegada la Bajada 3 de Las Grutas (-40.813611, -65.089045).

De forma complementaria, el 16/10/2024 se realizó un relevamiento costero con el fin de evaluar la presencia de ejemplares varados en una zona cercana al proyecto y una zona más alejada (Figura 112). En la zona más alejada los relevamientos fueron realizados en parte en camioneta 4x4 y en parte con recorridos a pie en la zona, monitoreándose un total de 4,69 km; mientras que el sector propuesto para el proyecto fue relevado mediante recorridos costeros realizados a pie, cubriéndose un total de 3,19 km. El relevamiento fue realizado entre las 10:30 y 17:00 hs (-3 GTM), con un periodo de tiempo total dedicado al relevamiento de 4 horas y 30 minutos. Durante las recorridas se realizó la cuantificación e identificación, tanto de animales vivos como muertos, observados a lo largo de cada una de las transectas. Se identificaron las especies en campo, complementando la información con registros fotográficos, y en los casos en que fue posible se tomaron las tallas totales de los ejemplares hallados.

6.3 RESULTADOS

6.3.1 Salidas Náuticas

Durante los relevamientos náuticos se recorrió una distancia total de 255,6 km. Se identificaron 8 especies de mamíferos marinos pertenecientes a 2 órdenes y 4 familias (*Otariidae, Balaenidae, Balaenopteridae* y *Delphinidae*), y 6 especies de aves pertenecientes a 7 órdenes (*Sphenisciformes, Procellariiformes, Pelecaniformes, Charadriiformes, Suliformes*, *Podicipediformes* y Falconiformes), y 13 familias (*Spheniscidae, Diomedeidae, Procellariidae, Hydrobatidae, Ardeidae, Laridae, Haematopodidae, Sternidae, Stercoraridae, Scolopacidae, Phalacrocroracidae, Podicipedidae* y *Falconidae*).

Los resultados de las especies de megafauna marina avistadas en cada uno de los relevamientos náuticos se muestran en la Tabla 49.

Tabla 49. Abundancia (número de individuos) de mamíferos y aves marinas avistadas durante los relevamientos náuticos realizados en octubre de 2024 (Campaña de Primavera). Entre paréntesis se menciona el número de individuos.

Salida	Mamíferos Marinos	Aves Marinas y Costeras
Salida náutica 1 (15/10/2024). En el caso de aves marinas y costeras se realizó un total de 208 avistamientos.	Lobo marino de un pelo sudamericano (11) Lobo marino de dos pelos sudamericano (3) Delfín oscuro (9) Ballena sei (2) Delfín nariz de botella (2)	Biguá (36) Chimango (1) Cormorán imperial (18) Gaviota capucho café (15) Gaviota cocinera (214) Gaviotas sin identificar (55) Gaviotín lagunero (4) Gaviotín pico amarillo (11) Gaviotín pico grueso (6)

Salida	Mamíferos Marinos	Aves Marinas y Costeras
		Gaviotín sudamericano (18) Gaviotines sin identificar (37) Macá grande (119) Macá plateado (1) Pardela boreal (140) Pardela cabeza negra (114) Pardela oscura (34) Pardelas sin identificar (214) Petrel barba blanca (3) Pingüino de Magallanes (234)
Salida náutica 2 (17/10/2024). En el caso de aves marinas y costeras se realizó un total de 277 avistamientos.	Lobo marino de un pelo sudamericano (46) Ballena franca austral (21) Delfín nariz de botella común (6)	Albatros ceja negra (1) Biguá (25) Cormorán imperial (57) Cormoranes sin identificar (4) Escúa parda (1) Garza blanca (1) Garza bruja (4) Garza mora (1) Gaviota capucho café (6) Gaviota cocinera (370) Gaviotas sin identificar (54) Gaviotín lagunero (12) Gaviotín pico amarillo (27) Gaviotín pico grueso (32) Gaviotín sudamericano (250) Gaviotines sin identificar (228) Macá grande (69) Ostrero pardo (2) Pardela boreal (102) Pardela cabeza negra (138) Pardela oscura (11) Pardelas sin identificar (190) Petrel barba blanca (3) Pingüino de Magallanes (158) Pitotoy chico (1) Playerito rabadilla blanca (1)
Salida náutica 3 (19/10/2024). En el caso de aves marinas y costeras se realizó un total de 131 avistamientos.	Lobo marino de un pelo sudamericano (4) Delfín oscuro (2) Ballena franca austral (5) Delfín común de pico corto (3) Lobo marino de dos pelos sudamericano (5) Ballena jorobada (1)	Biguá (9) Cormorán imperial (21) Cormoranes sin identificar (1) Gaviota cocinera (271) Gaviotas sin identificar (12) Gaviotín golondrina (2) Gaviotín lagunero (3) Gaviotín pico amarillo (1) Gaviotín pico grueso (12) Gaviotín sudamericano (32) Gaviotines sin identificar (37) Macá grande (18) Ostrero pardo (2) Paiño común (6) Pardela boreal (42) Pardela cabeza negra (65) Pardela oscura (16) Pardelas sin identificar (39) Petrel gigante del sur (6)

Salida	Mamíferos Marinos	Aves Marinas y Costeras
		Pingüino de Magallanes (104)

En cuanto a los mamíferos marinos, se realizó un total de 67 avistajes, con un promedio de 22,3 ± 16,4 avistajes en cada salida, y una tasa de encuentro promedio de 0,03 ± 0,02 animales/km. Se registraron tanto pinnípedos como cetáceos, contabilizando un total de 8 especies, siendo los lobos marinos de un pelo sudamericano (*Otaria flavescens*) la especie más frecuentemente registrada, seguida por la ballena franca austral (*Eubalena australis*), el lobo marino de dos pelos sudamericano (*Arctocephalus australis*), el delfín nariz de botella de Lahille (*Tursiops truncatus gephyreus*) y registros de un solo avistaje de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), la ballena sei (*Balaenoptera borealis*), el delfín oscuro (*Sagmatias obscurus*) y otro de delfines comunes (*Delphinus delphis*) (Tabla 50, Figura 113).

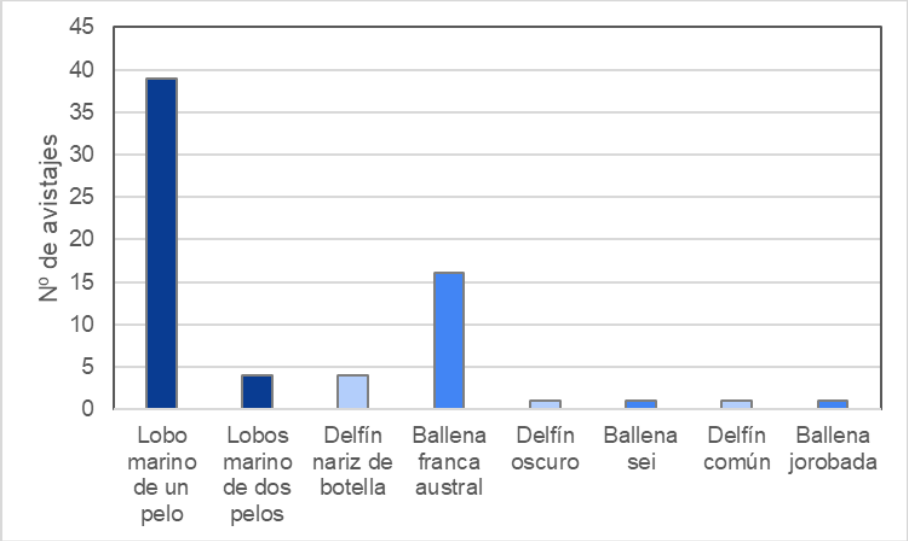


Figura 113. Número de avistamientos de las distintas especies de mamíferos marinos registradas durante los relevamientos náuticos en octubre de 2024 (Campaña de Primavera).

Los lobos marinos de un pelo, junto con los delfines nariz de botella fueron las especies que se registraron en las tres salidas náuticas. Los lobos marinos de dos pelos y las ballenas francas se registraron en dos de los tres días de avistajes, mientras que las otras especies sólo fueron observadas sólo uno de los relevamientos (Tabla 50).

A excepción de la ballena jorobada, en la cual se registró un animal solitario, el resto de las especies fueron observadas en tamaño grupal variable (Tabla 50). El mayor tamaño grupal fue registrado para los delfines oscuros, observándose un grupo conformado por 9 ejemplares. En el caso de la ballena sei y el delfín nariz de botella, 2 de los avistajes realizados correspondieron a parejas madre-cría (Figura 114).

El lobo marino de un pelo, seguido de la ballena franca austral fueron las especies que presentaron mayores tasas de encuentro (nº de avistajes/km monitoreado) (Tabla 50).

No se registró un patrón de distribución particular para los mamíferos marinos observados durante los monitoreos, aunque las ocurrencias estuvieron asociadas principalmente con sitios de menor profundidad (Figura 115). Los delfines nariz de botella se registraron los 3 días de monitoreo en zonas muy cercanas a la costa.

En la Figura 116 se presentan algunas imágenes fotográficas de avistajes realizados en la campaña.

Tabla 50. Avistamientos de mamíferos marinos realizados durante las salidas náuticas en octubre de 2024 (Campaña de Primavera). La tasa de encuentro se expresa como el número de individuos de cada especie por kilómetro recorrido. Las cruces indican la presencia de avistaje en cada día de observación.

Especie	Nombre Vulgar	Nº Avistajes	Tamaño Medio Del Grupo	Tasa De Encuentro	Día 1 (15/10)	Día 2 (17/10)	Día 3 (19/10)
Otaria flavescens	Lobo marino de un pelo	39	1,56 ± 1,66	0,139 ± 0,10	x	x	x
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos	4	2,25 ± 1,74	0,016 ± 0,02	x		x
Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	4	2,5 ± 1,54	0,016 ± 0,01	x	x	x
Eubalaena australis	Ballena franca austral	16	1,56 ± 1,63	0,056 ± 0,07		x	x
Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	1	9	0,003 ± 0,01	x		
Balaenoptera borealis	Ballena sei	1	2	0,003 ± 0,01	x		
Delphinus delphis	Delfín común	1	3	0,005 ± 0,02			x
Megaptera novaengliae	Ballena jorobada	1	1	0,005 ± 0,02			x



Figura 114. Pareja madre-cría de ballena sei (*Balaenoptera borealis*) registrada durante la primera salida náutica en aguas del Golfo San Matías. Campaña de Primavera (octubre 2024).

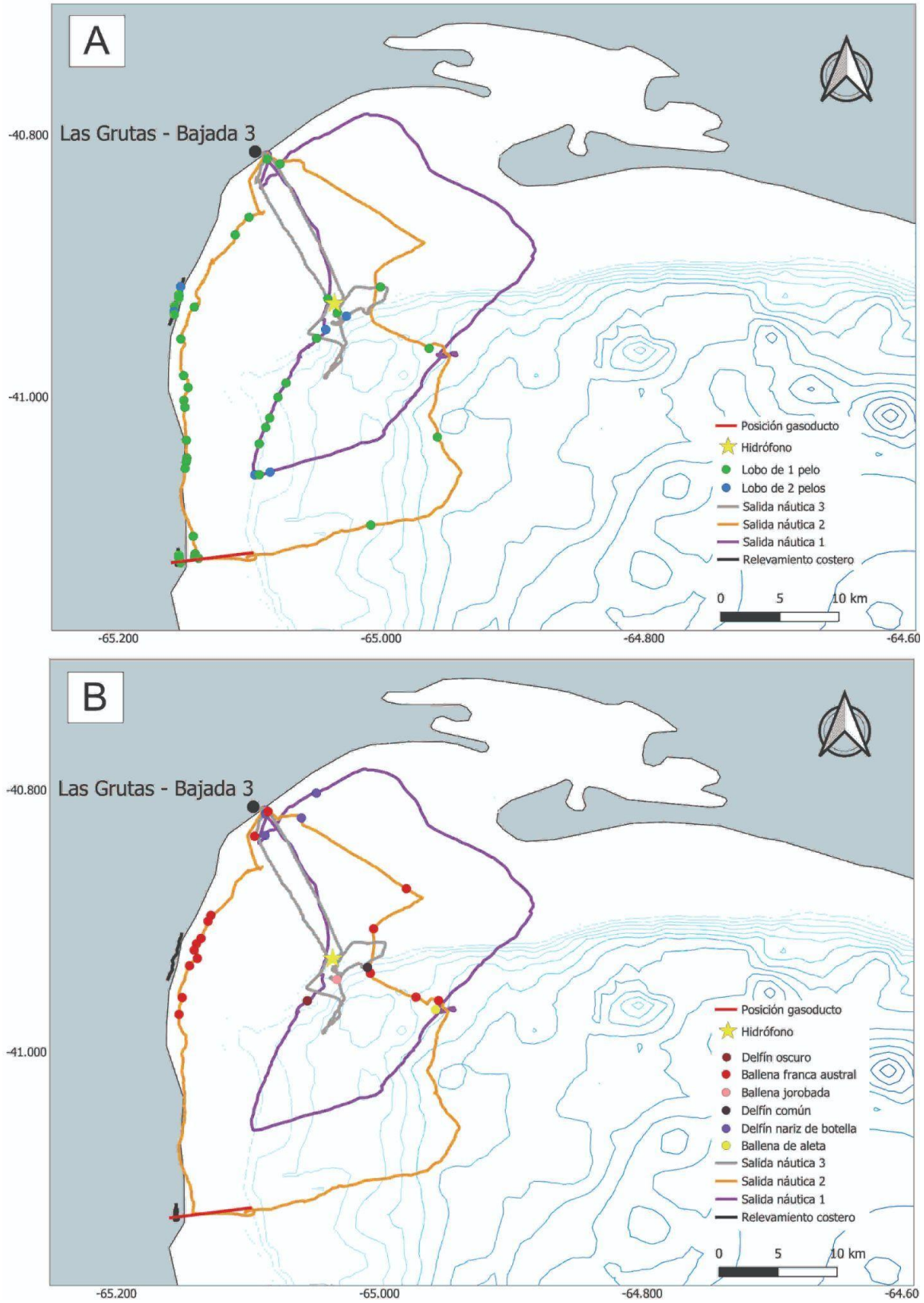


Figura 115. Registro de mamíferos marinos observados en la campaña asociados a cada uno de los días de monitoreo. Campaña de Primavera (octubre 2024). Se presentan tanto los registros realizados durante las salidas náuticas, como los realizados en los recorridos costeros. A- Pinnípedos. B- Cetáceos.

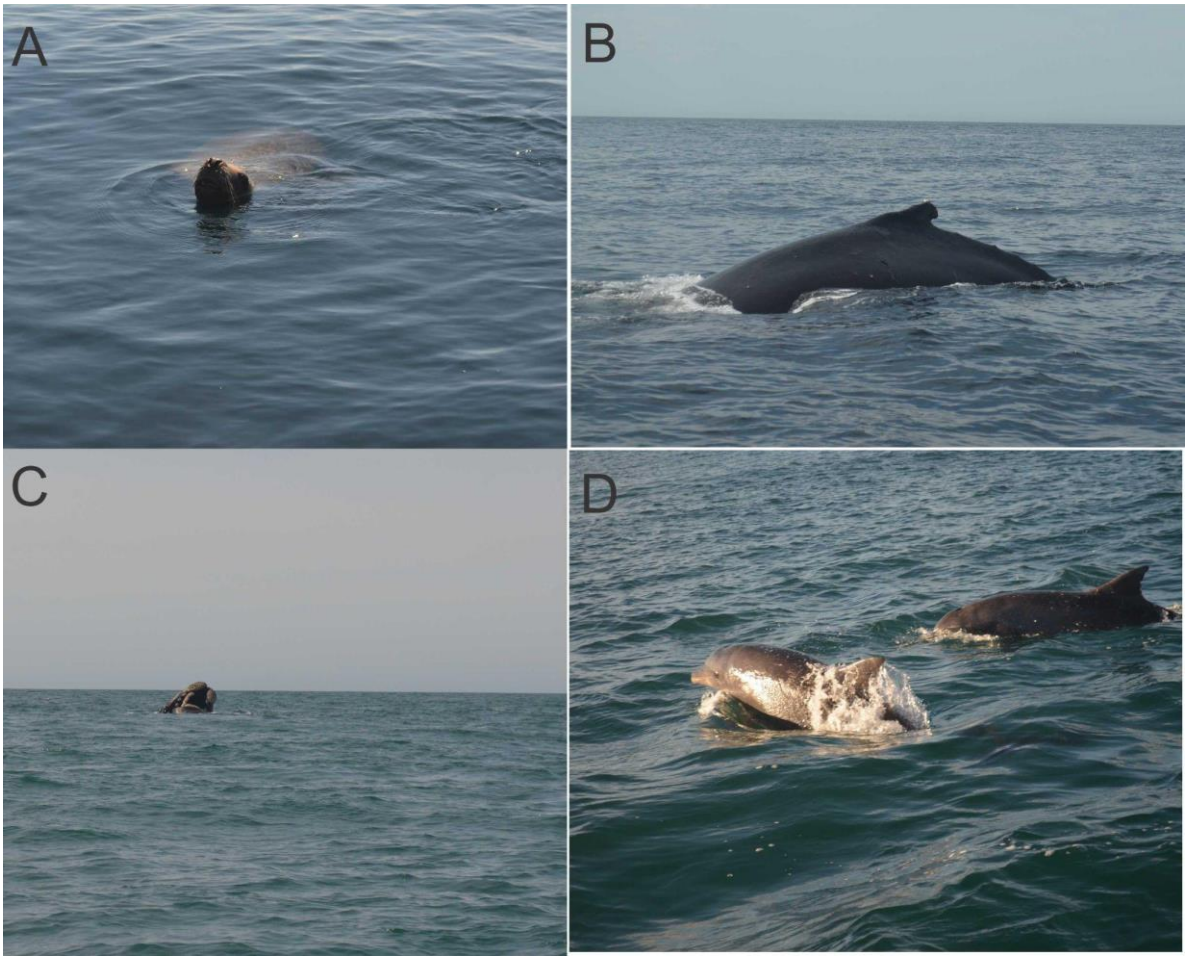


Figura 116. Imágenes fotográficas de algunos de los mamíferos marinos registrados en octubre de 2024 (Campaña de Primavera). A. lobo marino de dos pelos, B. ballena jorobada, C. ballena franca austral, D. delfines nariz de botella.

Entre las aves marinas, se realizó un total de 616 avistajes, registrándose 3.713 animales en total. La gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) resultó la especie más abundante, seguida del pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), la pardela cabeza negra (*Ardenna gravis*) y la pardela boreal (*Puffinus puffinus*) (Tabla 51).

La gaviota cocinera, seguida del pingüino de Magallanes, resultaron las especies de aves que presentaron mayores tasas de encuentro (nº de avistajes/km monitoreado) (Tabla 51).

No se observaron patrones de distribución diferenciales en las especies de aves registradas en las salidas náuticas (Figura 117).

En la Figura 118 se presentan imágenes fotográficas de las principales especies de aves registradas en las salidas náuticas.

Durante los monitoreos náuticos no se registró la ocurrencia de tortugas marinas.

Tabla 51. Detalle de los avistamientos de aves marinas realizados durante las salidas náuticas en octubre de 2024 (Campaña de Primavera). La tasa de encuentro se expresa como el número de individuos de cada especie por kilómetro total recorrido.

Especie	Número de avistajes realizados	Número promedio de animales observados por avistaje	Tasa de encuentro
Thalassarche melanophris	1	0,00 ± 0,04	0,0039
Nannopterum brasilianum	62	0,23 ± 1,29	0,2738
Milvago chimango	1	0,00 ± 0,04	0,0039
Leucocarbo atriceps	36	0,11 ± 0,49	0,3755
Catharacta antarctica	1	0,00 ± 0,04	0,0039
Ardea alba	1	0,00 ± 0,04	0,0039
Nycticorax nycticorax	1	0,00 ± 0,16	0,0156
Ardea cocoi	1	0,00 ± 0,04	0,0039
Cirrocephalus maculipennis	4	0,03 ± 0,52	0,0821
Larus dominicanus	240	1,47 ± 4,53	3,2338
Sterna trudeaui	7	0,01 ± 0,14	0,0743
Sterna eurygnatha	6	0,02 ± 0,30	0,1525
Gelochelidon nilotica	16	0,03 ± 0,20	0,1956
Sterna hirundo	2	0,00 ± 0,05	0,0078
Sterna hirundinacea	48	0,54 ± 3,04	1,1737
Podiceps major	83	0,27 ± 1,03	0,8059
Podiceps occipitalis	1	0,00 ± 0,04	0,0039
Haematopus ater	1	0,00 ± 0,09	0,0078
Oceanites oceanicus	1	0,01 ± 0,25	0,0234
Puffinus puffinus	39	0,31 ± 2,85	1,1111
Ardenna gravis	23	0,27 ± 1,37	1,2402
Ardenna grisea	10	0,01 ± 0,22	0,2386
Procellaria aequinoctialis	6	0,01 ± 0,22	0,0234
Macronectes giganteus	3	0,00 ± 0,17	0,0234
Spheniscus magellanicus	150	0,64 ± 1,58	1,9405
Tringa flavipes	1	0,00 ± 0,04	0,0039
Calidris fuscicollis	1	0,00 ± 0,04	0,0039

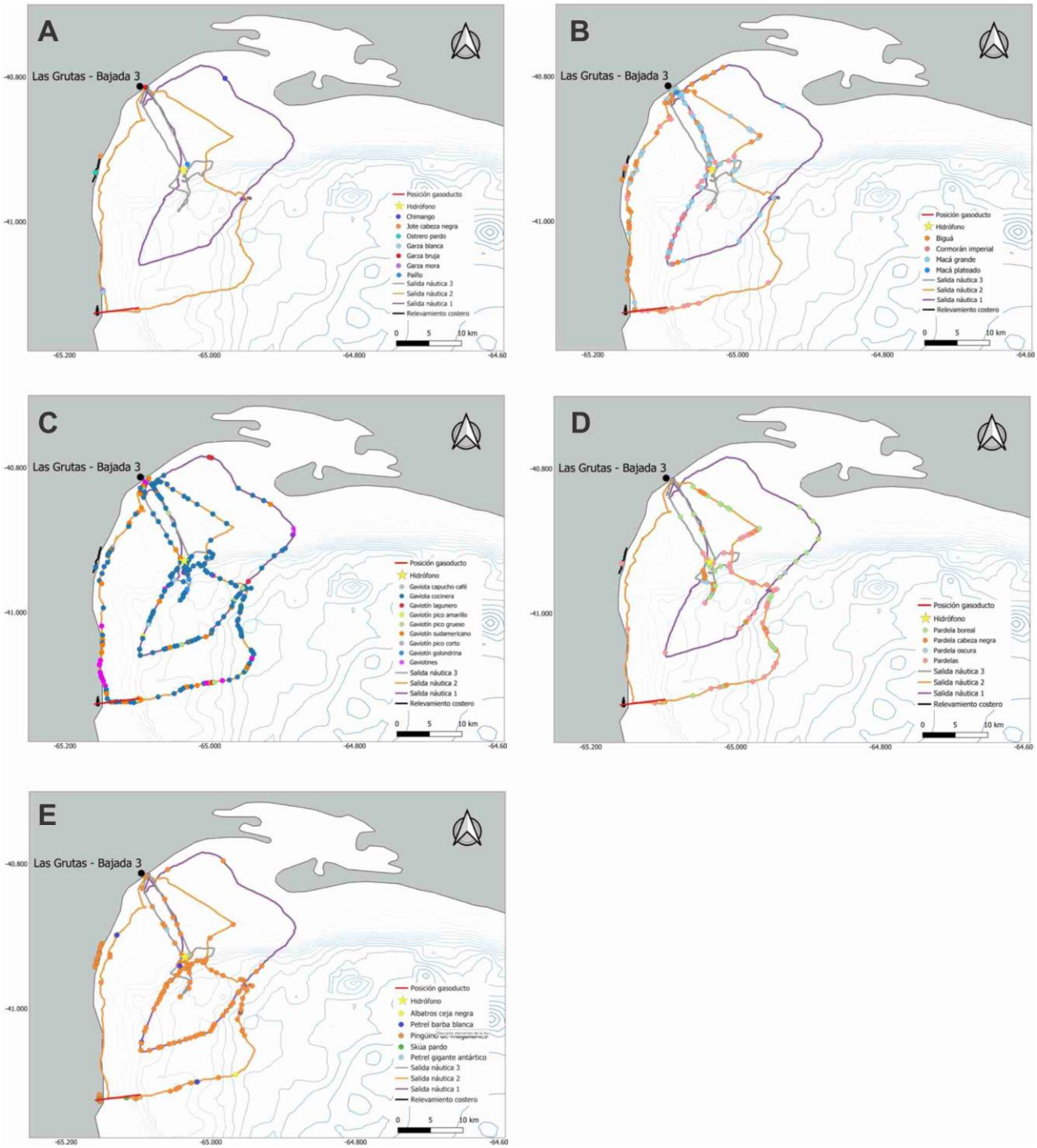


Figura 117. Registro de aves marinas observadas en la campaña durante cada uno de los días de campaña. Campaña de Primavera (octubre 2024). Se presentan tanto los registros realizados durante las salidas náuticas, como los realizados en los recorridos costeros. A- aves generales. B- cormoranes y macá. C- gaviotas y gaviotines. D- pardelas. E- pingüinos, petreles y albatros.

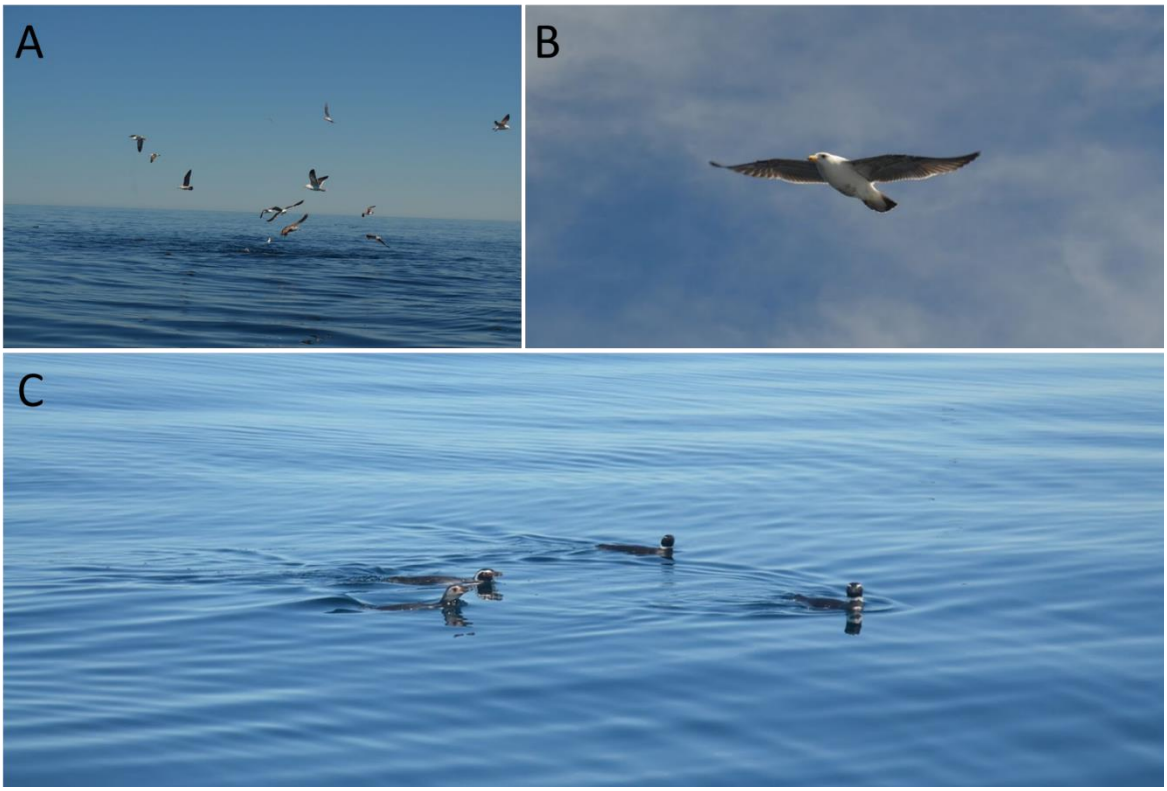


Figura 118. Imágenes fotográficas de algunas de las aves marinas registradas en la campaña. Campaña de Primavera (octubre 2024). A. bandada de gaviotas cocineras, B. gaviota cocinera, C. pingüinos de Magallanes.

6.3.2 Relevamientos de Animales en Costa

Se realizaron relevamientos costeros en dos sectores, uno sobre la zona del proyecto y uno más alejado, revelándose megafauna varada muerta a lo largo de un total de 7,88 km de costa. Se registraron ejemplares de aves y mamíferos marinos (Figura 115,Figura 117;Figura 119), sin encontrarse registros de tortugas marinas.

Entre las aves se registraron al menos 6 especies pertenecientes a 4 órdenes (Sphenisciformes, Charadriiformes, Suliformes y Accipitriformes) y 4 familias (Spheniscidae, Phalacrocroracidae, Laridae, Podicipedidae y Cathartidae). El pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) resultó la especie más abundante (Tabla 52; Figura 117).

Por su parte, los mamíferos marinos registrados fueron exclusivamente pinnípedos de la familia *Otariidae*, la mayor parte de ellos en un elevado grado de descomposición (>3 según Geraci y Lounsbury, 2005), destacándose restos óseos (estado 5) que dificultaron la identificación específica (Figura 120). Los ejemplares identificados a nivel específico pertenecieron a lobos marinos de un pelo sudamericano (*Otaria flavescens*) y lobos marinos de dos pelos sudamericano (*Arctocephalus australis*); siendo los lobos marinos de un pelo, los mamíferos marinos con mayor tasa de encuentro (Tabla 52).

Los mamíferos marinos hallados presentaron una longitud total en el rango de 75 y 136 cm (Promedio=104 cm SD: 19.32). Para estos ejemplares, independientemente de la especie, se trató principalmente de cachorros, seguido de juveniles y subadultos (Figura 121).

Por el elevado grado de descomposición de los ejemplares, antes mencionado, sólo fue posible determinar el sexo de un ejemplar de *Arctocephalus australis*, siendo hembra.

Los resultados de las especies de megafauna marina avistadas muertas en el relevamiento costero realizado se presentan en la Tabla 52.

Tabla 52. Abundancia numérica (número de individuos, AN) y tasa de encuentro (ejemplares hallados por km recorrido, TE) de aves y mamíferos marinos varados y hallados en el monitoreo costero realizado en octubre de 2024 (Campaña de Primavera).

Grupo	Nombre Común	AN	TE
Mamíferos marinos	Lobo marino de un pelo sudamericano	3	0,38071066
	Lobo marino de dos pelos sudamericano	2	0,25380711
	Pinnípedos sin identificar	7	0,88832487
Aves marinas y costeras	Biguá	2	0,25380711
	Cormorán imperial	1	0,12690355
	Gaviota cocinera	1	0,12690355
	Jote cabeza negra	4	0,50761421
	Ostrero pardo	1	0,12690355
	Pardelas sin identificar	1	0,12690355
	Pingüino de Magallanes	42	5,32994924
	Sin identificar	5	0,63451777



Figura 119. Ave y mamífero marino con las mayores tasas de encuentro registrado durante el monitoreo costero de megafauna marina. Campaña de Primavera (octubre 2024). Izquierda, pingüino de magallanes (*Spheniscus magellanicus*), derecha lobo marino de un pelo sudamericano (*Otaria flavescens*).



Figura 120. Diferentes grados de descomposición ejemplificados con los mamíferos marinos hallados durante el monitoreo costero. Campaña de Primavera (octubre 2024). Los números blancos refieren a los grados de descomposición según Geraci y Lounsbury (2005).

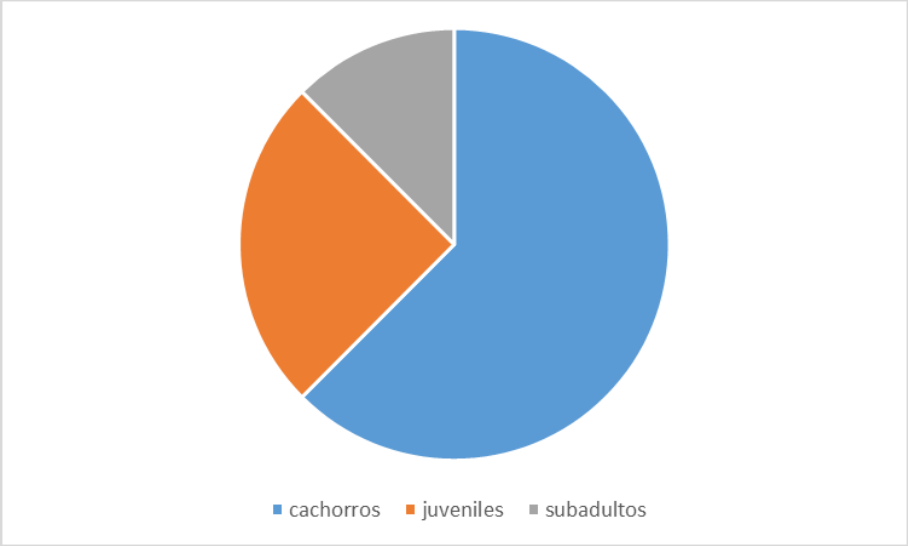


Figura 121. Composición por clases etarias de los mamíferos marinos hallados muertos durante el monitoreo de varamientos. Campaña de Primavera (octubre 2024). Las clases etarias para las dos especies de pinnípedos identificadas fueron definidas según Borrella et al. (2014).

6.3.3 Registros Sonoros

Se obtuvieron un total de 3 días completos con más de 1.300 minutos de grabación en continuo con el instrumento fondeado en el barco hundido, y 3 horas y 25 minutos con el hidrófono autocontenido (Hydromoth) de registro in situ de las especies avistadas durante los recorridos náuticos.

En cada avistaje se desplegó el hidrófono autocontenido Hydromoth. Durante los encuentros con misticetos, como la ballena franca, la ballena jorobada y la ballena sei, no se registraron sonidos, lo cual podría explicarse por las características de sus vocalizaciones. A diferencia de los odontocetos, los misticetos emiten señales de muy baja frecuencia y no vocalizan de forma continua. Las vocalizaciones de las ballenas pueden dividirse en dos categorías generales: canciones y llamados. Los llamados pueden clasificarse en (1) llamados simples, generalmente de baja frecuencia y modulados en frecuencia con la mayoría de la energía por debajo de 1 kHz; (2) llamados complejos, con una mezcla de ruido modulado en amplitud y energía de entre 500 y 5,000 Hz; y (3) señales como clics, pulsos, golpes y gruñidos, que son de corta duración y frecuencias variables. Las canciones, por otro lado, consisten en secuencias regulares de notas organizadas en patrones temporales definidos. Las canciones están asociadas a la época reproductiva y en ocasión de cortejo.

Los llamados de las ballenas están mucho menos estudiados y las funciones específicas de estas llamadas aún no se comprenden completamente. Además, algunos estudios han señalado que las vocalizaciones de las ballenas pueden variar en función de la actividad o el estado del grupo, siendo más comunes en situaciones de interacción social o comunicación a larga distancia. En el caso de especies como la ballena Sei, cuyos registros acústicos son poco frecuentes y específicos, es aún más probable observarlas sin necesariamente captar sus vocalizaciones.

Durante los avistajes de delfines oscuros se pudieron obtener algunos clicks de ecolocalización. Los delfines oscuros son considerados como una especie no silbante, ya que los silbidos se registran de manera muy infrecuente. Se sugiere que los silbidos podrían desempeñar un papel importante en la comunicación cuando hay grupos mixtos (es decir con otras especies) en contextos sociales complejos, como la cooperación en la alimentación. Estos silbidos tienen contornos más simples que los de los delfines comunes y presentan menos repeticiones y bucles. Este comportamiento sugiere que los delfines oscuros se comunican principalmente a través de señales pulsadas y clics, en lugar de depender de silbidos como otras especies de delfines.

Para el caso de los avistajes de los delfines nariz de botella de Laille se registraron señales pulsadas tanto de ecolocalización como las conocidas como *Braycalls* (Figura 122) constantemente y en menor medida produjeron señales tonales conocidos como silbidos (Figura 123). Habiéndose registrado incluso posibles silbidos firma, esto es silbidos producidos por un individuo en particular (Figura 124).

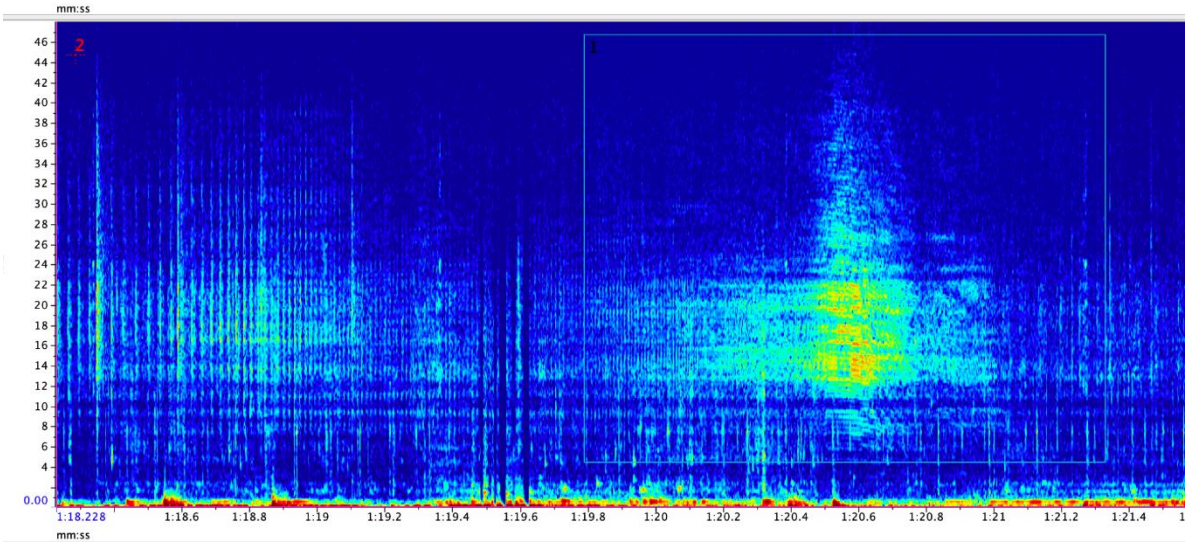


Figura 122. Señales pulsadas o *clicks* y *barycalls* de delfines nariz de botella de Laille registradas durante la campaña. Campaña de Primavera (octubre 2024).

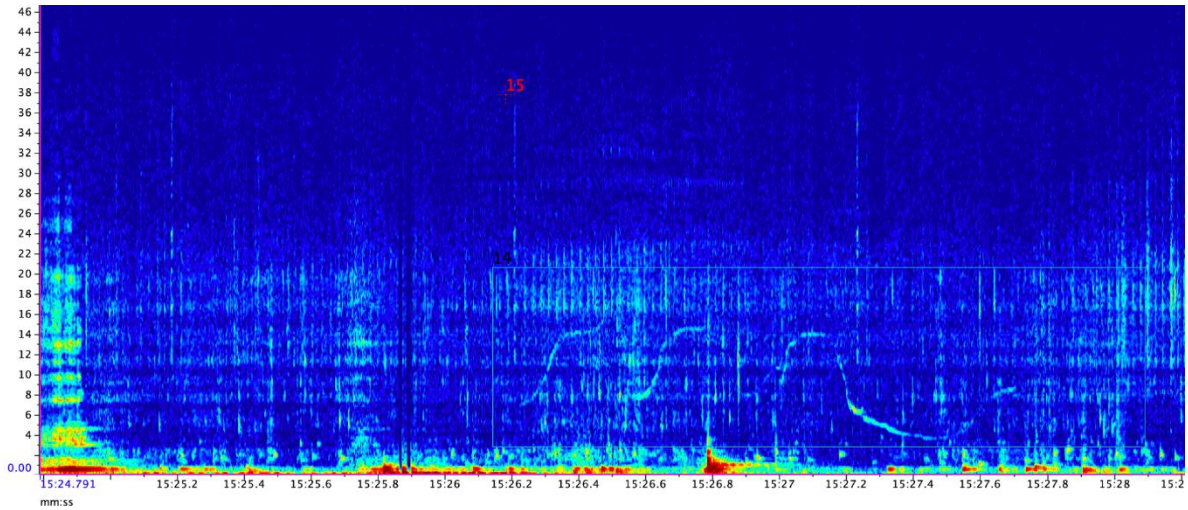


Figura 123. Silbidos de los delfines nariz de botella de Laille registrados durante la campaña. Campaña de Primavera (octubre 2024).

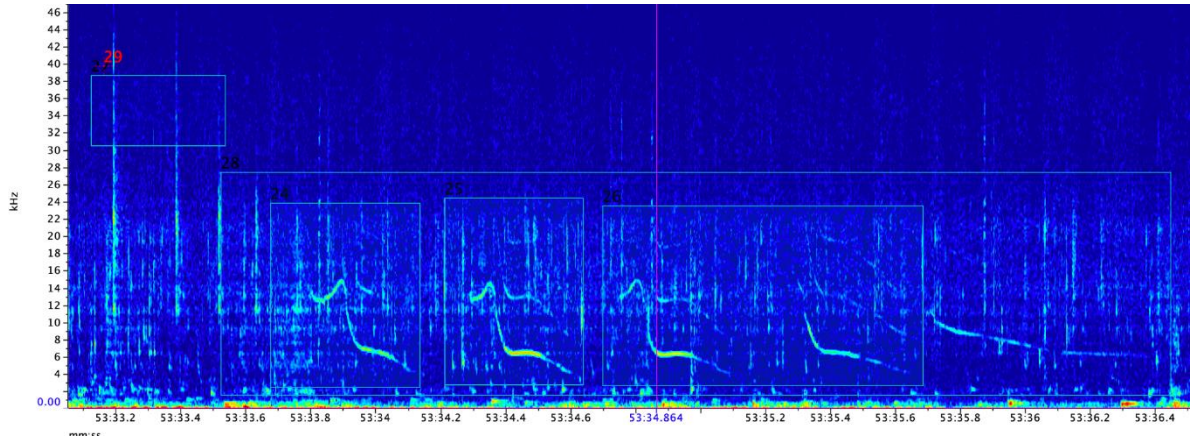


Figura 124. Silbidos firma de los delfines nariz de botella de Laille en las Grutas registrados durante la campaña. Campaña de Primavera (octubre 2024).

Durante una hora de grabación, las señales pulsadas fueron registradas de manera permanente. Además, se registraron un total de 56 silbidos, cuyo pico de frecuencia promedio fue de 9,3 kHz ± 3,6 kHz (2,2 -20,8 kHz). Estas señales tuvieron un promedio de duración de 0,6 segundos. Se visualizaron al menos 11 formas distintas claramente identificables, como por ejemplo los que se muestran a continuación (Figura 125).

Con el hidrófono autocontenido fondeado en el buque *Magdalena*, se lograron registrar casi cuatro días completos de datos acústicos. Durante este periodo, se detectaron principalmente señales tonales de odontocetos, con una mayor actividad registrada alrededor de la medianoche. Los ejemplares no se acercaron significativamente al hidrófono, lo que se refleja en la baja intensidad de las señales captadas (Figura 126). El segundo día de registro, correspondiente al 16 de octubre, se caracterizó por una menor frecuencia de señales tonales; sin embargo, al menos un silbido fue detectado de manera continua a lo largo del día.

En cuanto a las señales sonoras producidas por los misticetos, se detectaron señales de muy baja frecuencia que podrían corresponder a ballenas francas (Figura 127). Sin embargo, dado el limitado conocimiento disponible sobre el repertorio sonoro de esta especie en nuestro país, no es posible confirmar con certeza que dichas señales pertenezcan a las ballenas francas.

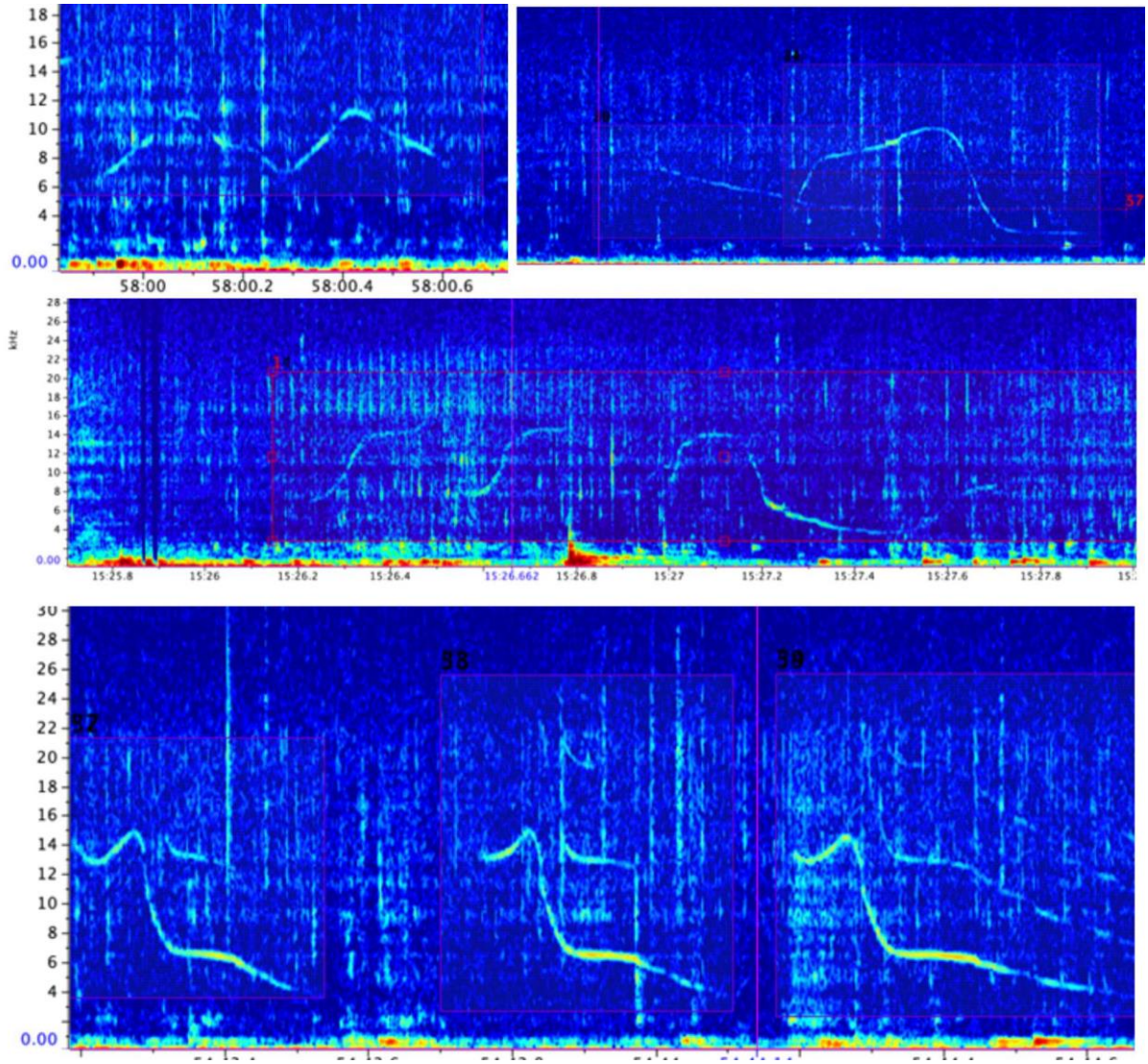


Figura 125. Ejemplos de distintas formas de silbidos registrados durante las grabaciones en los avistajes de los delfines nariz de botella *Tursiops truncatus gephyreus* en las Grutas. Campaña de Primavera (octubre 2024).

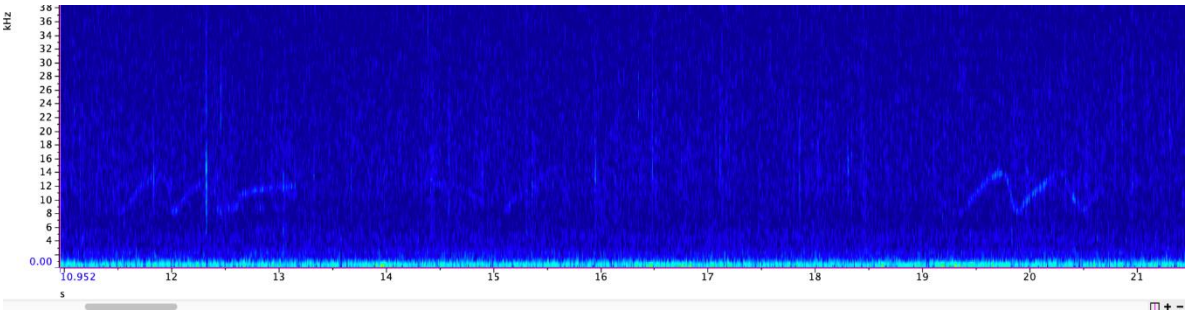


Figura 126. Señales tonales atribuidas a delfines, posiblemente *Delphinus delphis*. Se observa un patrón característico de "dos lomas", el cual se repite en múltiples registros. Campaña de Primavera (octubre 2024).

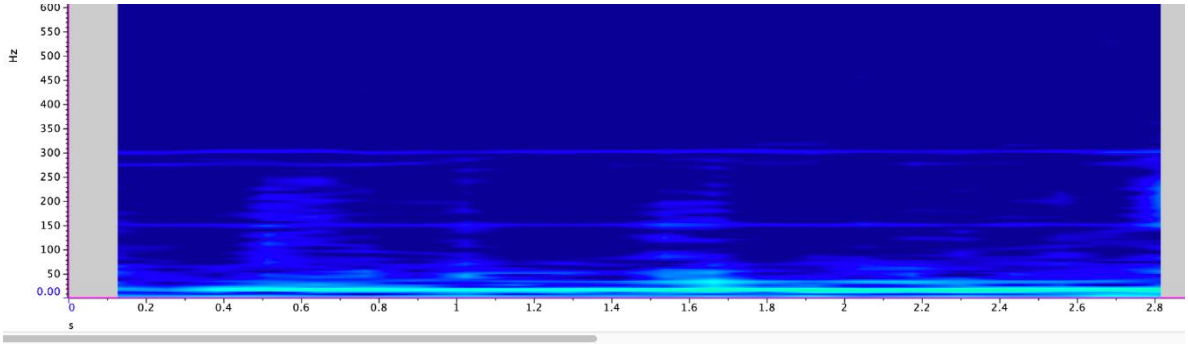


Figura 127. Posible registro de ballen franca conocidos como "*Moan calls*". Campaña de Primavera (octubre 2024).

6.4 CONCLUSIONES

- Todas las especies de megafauna marina avistadas en octubre 2024 (Campaña de Primavera), independientemente de la fuente de datos utilizada, ocurren regularmente a lo largo del año en la zona de estudio e incluso algunas especies de aves y mamíferos marinos cuentan con sitios reproductivos aledaños a la misma.

- Existe una tendencia al incremento en la diversidad de especies y número de ejemplares, especialmente en mamíferos marinos, durante la primavera, aunque esto puede estar influenciado por el esfuerzo de muestreo, los observadores involucrados, etc. Se requiere un análisis a mayor escala temporal para entender dicho incremento y establecer patrones generales de ocurrencia y uso del espacio marino relevado.

- Al igual que lo registrado en la Campaña de Invierno (Junio 2024), los monitoreos terrestres de megafauna varada muerta en la costa registraron mayormente ejemplares en un elevado grado de descomposición, dificultando tanto la determinación de las especies, sus características biológicas asociadas, como el análisis de potenciales causas de muerte.

- El fondeo de un hidrófono de alta frecuencia, que grabó de forma continua durante 4 días, fue fundamental para obtener registros acústicos tanto diurnos como nocturnos, permitiendo así monitorear la actividad en la zona durante esos días completos, incluyendo el periodo nocturno, cuando el monitoreo visual es imposible. Los registros acústicos obtenidos permitieron no solo detectar la ocurrencia de mamíferos marinos, sino también conocer el paisaje sonoro actual (que *a posteriori* podrá ser tenido en cuenta como línea de base sonora), complementando los datos de los relevamientos visuales realizados desde embarcación y desde tierra, aportando información sobre la frecuencia de ocurrencia y los horarios de mayor permanencia de los odontocetos en la zona.

- Una de las limitantes del monitoreo acústico *in situ* es que el arrastre del equipo, sumado al motor de la lancha, puede interferir en las señales acústicas emitidas por los ejemplares. Por esta razón, el monitoreo acústico pasivo mediante hidrófonos autocontenidos estacionarios es mucho más ventajoso. Aunque al no estar observando directamente a los animales es más difícil establecer qué especies producen los sonidos, sobre todo, en zonas como la que se estudia, donde aún se desconoce el repertorio sonoro de la mayoría de las especies, especialmente de aquellas nativas o endémicas. Conocer el repertorio sonoro de las especies que habitan estas áreas podría proporcionar una visión más clara de su comportamiento en condiciones "normales", es decir, en su estado natural, en comparación con un estado perturbado, lo que facilitaría la identificación de posibles efectos de las actividades humanas o de otros factores ambientales en su comunicación.

- El análisis detallado de las señales acústicas requiere una gran inversión de tiempo, principalmente debido al limitado conocimiento que se tiene sobre las especies locales en términos acústicos. Esto limita la efectividad de los programas automatizados de clasificación.

- En base a estas conclusiones, se recomienda, pensando en el Plan de Monitoreo previsto en el marco del Estudio de Impacto Ambiental: a) Contar con un paisaje acústico más robusto que permita además evidenciar la ocurrencia de otras especies de mamíferos marinos no relevados durante la campaña pero que ocurren naturalmente en la zona de estudio dependerá de un mayor número de hidrófonos posicionados a distancias variables de la línea de costa. b) Para garantizar una mejor calidad en cuanto a la colecta de datos de ejemplares varados en la costa, se recomienda monitoreos terrestres a ser efectuados en intervalos de tiempo menor. c) Si bien se pudieron registrar algunas diferencias en la ocurrencia y tasas de encuentro de las distintas especies de megafauna, generalizaciones acerca de la ocurrencia de aves y mamíferos marinos a mayores escalas resultan imposibles de ser practicadas dada la escasa representatividad temporal de la campaña, resaltando la necesidad de continuar con monitoreos de fauna desde embarcaciones náuticas y relevamientos de costa.

7. BIBLIOGRAFÍA

Geraci, J. R., Lounsbury, V. J. (2005). Marine mammals ashore: a field guide for strandings. National Aquarium in Baltimore.

Giardino GV, Cosentino M, Buscaino G, Bastida R, Rodríguez D. (2023). Acoustic Detection of Franciscana Dolphins Near Artisanal Fishing Nets in Argentina. In: Popper AN, Sisneros J, Hawkins A, Thomsen F, editors. Effect of Noise on Aquatic Life]. Cham: Springer International Publishing; pág. 1–12. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10417-6_54-1

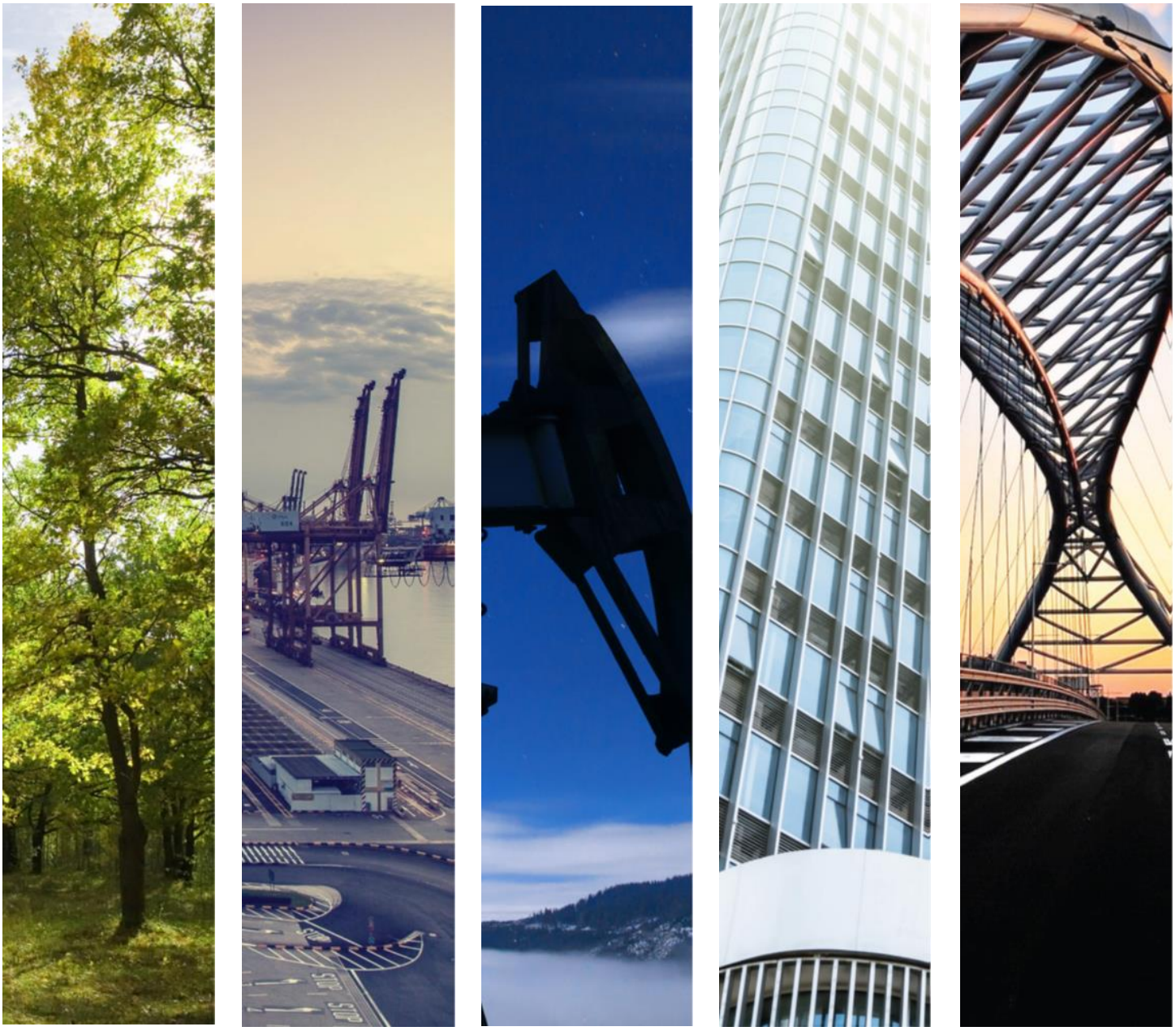
Giardino, G.V., Cosentino, M., Macchi, A. C., Loureiro, J. P., Heredia, S. R., Alvarez, K. C., ... & Rodriguez, D. H. (2024). Detailed Comparison of Acoustic Signals from Rehabilitated and Wild Franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) Dolphins. Animals, 14(16), 2436.

González R (2000) Tipos cromáticos y estrategias reproductivas en el salmón de mar *Pseudopercis semifasciata* (Cuvier, 1829). IV Jornadas Nacionales de Cs. del Mar.

González R. (2006) Age and growth of the Argentine Sandperch *Pseudopercis semifasciata* (Cuvier 1829) Berg, 1899 in the Gulf of San Matías (Patagonia, Argentina). Fisheries Research, Vol 79,120-128.

González R., Ocampo Reinaldo M. (2024). Informe final – Primera campaña de relevamiento de ictiofauna (Junio-Julio de 2024). Proyecto “Estudio de Impacto Ambiental FLNG, Río Negro, Argentina (PAE)”. 10 p.

Reyes V, Marino A, Dellabianca NA, Hevia M. (2018). Clicks of wild Burmeister’s porpoises (*Phocoena spinipinnis*) in Tierra del Fuego, Argentina: NOTES. Mar Mammal Sci.https://doi.org/10.1111/mms.12489



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 5: Línea de Base Ambiental
Anexo 5-3: Medio Social

Junio 2025

ANEXO 5-3: MEDIO SOCIAL

El presente apartado corresponde a la Línea de Base Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías, elaborado por esta misma consultora (Serman & Asoc., 2024) y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en octubre de 2024.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS 7

1.2 MARCOS DE REFERENCIA DEL ESTUDIO 8

2. CARACTERIZACIÓN REGIONAL 9

2.1 VÍAS DE ACCESO Y CIRCULACIÓN 9

2.2 CARACTERIZACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA 12

2.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS 14

2.4 POBLACIÓN INDÍGENA 18

2.5 CALIDAD DE VIDA 24

2.5.1 Acceso a la Educación 24

2.5.2 Acceso a la Salud 25

2.6 CONDICIONES DE VIVIENDA Y SERVICIOS 28

2.6.1 Vivienda 28

2.6.2 Servicios 28

2.6.3 Barrios Populares 30

2.6.4 NBI33

2.7 ASPECTOS ECONÓMICOS 33

2.7.1 Pesca 35

2.7.2 Turismo 37

2.7.3 Condición de Actividad 38

2.8 ORDENAMIENTO TERRITORIAL PROVINCIAL 39

2.9 ADMINISTRACIÓN COSTERA Y MARÍTIMA DEL GOLFO SAN MATÍAS 43

2.9.1 Equipamiento Portuario 45

2.9.2 Navegación y Tráfico Marítimo 52

2.9.3 Servicios de Tráfico Marítimo 60

3. CARACTERIZACIÓN LOCAL 61

3.1 VÍAS DE CIRCULACIÓN 61

3.2 CARACTERIZACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA 67

3.2.1 Municipalidad de San Antonio Oeste 67

3.2.2 Delegación Las Grutas 68

3.2.3 Delegación San Antonio Este 69

3.3 DINÁMICA POBLACIONAL 69

3.4 ACCESO A LA SALUD 72

3.4.1 Hospital Dr. Aníbal Serra – San Antonio Oeste 73

3.4.2 Hospital Dra. Violeta Villalobos – Las Grutas 74

3.5 ACCESO A LA EDUCACIÓN 75

3.6 CONDICIONES DE VIVIENDA Y SERVICIOS 78

3.7 DINÁMICA ECONÓMICA 80

3.7.1 Turismo 80

3.7.2 Pesca 84

3.7.3 ALPAT 90

3.8 SEGURIDAD 91

3.8.1 Atención de Contingencias en la Zona del Proyecto 91

3.8.2 Policía 91

3.8.3 Bomberos Voluntarios de Las Grutas 92

3.8.4 Prefectura Naval Argentina (PNA) 93

3.9 TRANSPORTE 94

3.10 ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPAL 95

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN 98

4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO 98

4.1.1 Interferencias 98

4.2 USOS DE SUELO Y DE LA COSTA 100

4.2.1 Ganadero – Hidrocarburífero 103

4.2.2 Ganadero 107

4.2.3 Turístico 109

4.2.4 Pesquero – Turístico 110

4.2.5 Circulación 116

5. PARTES INTERESADAS 119

5.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PARTES INTERESADAS 119

5.2 MAPEO DE PARTES INTERESADAS 133

5.2.1 Partes Interesadas Nivel 1 138

5.2.2 Partes Interesadas Nivel 2 142

5.2.3 Partes Interesadas Nivel 3 144

5.2.4 Organizaciones Sociales y Antecedentes de Conflictos Ambientales en el Golfo San Matías 145

6. ARQUEOLOGÍA SUBMARINA 152

7. PESQUERÍAS REGIONALES 154

7.1 CONTEXTO REGIONAL 154

7.2 MARCO LEGAL Y ORDENACIÓN DE LAS PESQUERÍAS 156

7.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS PESQUERÍAS 157

7.3.1 Pesquería de Merluza y Especies Demersales 157

7.3.2 Pesquería de Langostino 164

7.3.3 Pesquería de Vieira, Mejillón y Cholga 166

7.3.4 Pesquería de Almeja Púrpura y Caracol Globoso 170

7.3.5 Pesquería de Almejas Panopea, Navaja y Blanca 173

7.3.6 Pesquería de Cangrejo Nadador 175

7.3.7 Pesquería de Pulpito 177

7.3.8 Pesquería de Peces Costeros 180

7.4 ÁREAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS 183

7.4.1 Zona de Veda Reproductiva de Merluza del Golfo San Matías 183

7.4.2 Zona Especial de Pesca de Punta Pórfido 183

7.4.3 Zona de Veda Permanente (ZVP) 184

7.4.4 Área de Prohibición de Arrastre (APA) 184

7.4.5 Área de Veda El Rincón (AVER) 185

8. BIBLIOGRAFÍA 186

9. ANEXO: PARTES INTERESADAS CONTACTADAS 197

1. INTRODUCCIÓN

La presente Línea de Base del medio antrópico (o línea de base social) divide la caracterización socio-territorial del área de estudio en tres grandes secciones. Primeramente, la caracterización regional, que incluye la provincia de Río Negro y el departamento San Antonio, el área costera y marítima, y el Puerto de San Antonio Este. En segunda instancia, la caracterización local donde se describen las localidades de San Antonio Oeste, Las Grutas y San Antonio Este, y los aspectos antrópicos relacionados con el Golfo San Matías. Finalmente, en tercer lugar, se destina una sección particular para la descripción del área rural asociada al área de implantación del proyecto. El objetivo general es aportar una caracterización de los aspectos jurisdiccionales, administrativos, políticos y socioeconómicos (entre otros) del área de estudio del proyecto.

Además, la presente Línea de Base Social presenta un apartado específico de identificación y mapeo de partes interesadas, con un análisis de la percepción sobre el proyecto, y otros dos apartados donde presentan aspectos sobre arqueología submarina y pesquerías regionales.

A lo largo de los diferentes apartados se presenta y describe:

- Caracterización Regional: Provincia de Río Negro y Departamento de San Antonio:
    - Caracterización político – administrativa.
    - Aspectos demográficos.
    - Población indígena.
    - Calidad de vida: acceso a la educación y acceso a la salud.
    - Condiciones de vivienda y servicios: vivienda, servicios, barrios populares, NBI.
    - Aspectos económicos: pesca, turismo, condición de actividad.
    - Ordenamiento territorial provincial.
    - Administración costera y marítima del Golfo San Matías.
- Caracterización Local: Municipio de San Antonio Oeste:
    - Vías de circulación.
    - Caracterización político – administrativa.
    - Dinámica poblacional.
    - Acceso a la salud.
    - Acceso a la educación.
    - Condiciones de vivienda y servicios.
    - Dinámica económica.
    - Seguridad.
    - Transporte.
    - Ordenamiento territorial municipal.
- Caracterización del área de implantación del proyecto:
    - Ubicación del proyecto.
    - Interferencias.
    - Usos del suelo y de la costa.

- Partes Interesadas:
  - Identificación de partes interesadas.[1]
  - Mapeo de partes interesadas.
  - Estado de situación y repercusiones sociales de la actividad hidrocarburífera en el Golfo San Matías.
- Arqueología Submarina
- Pesquerías Regionales

Los datos e información presentados se basan en el relevamiento, sistematización y análisis de fuentes secundarias y primarias. El presente informe presenta integrados los resultados de trabajo de campo con entrevistas.

Es importante destacar que cada una de las secciones abordadas por esta línea de base busca caracterizar y evaluar las condiciones socioeconómicas de la población del entorno social que podrían ser afectada positiva o negativamente por el proyecto; tiene relación con la posterior identificación de posibles impactos (positivos o negativos) y/o riesgos sociales, y posibles medidas de mitigación / gestión de los impactos identificados.

1.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

El presente trabajo se basa en el relevamiento de fuentes primarias y secundarias de información.

Entre las fuentes secundarias se relevaron, sistematizaron y analizaron datos sobre el contexto regional del proyecto a partir de fuentes secundarias de información. A saber:

- Páginas Web oficiales de organismos nacionales y provinciales
- Censos y estadísticas nacionales y provinciales
- Informes de organismos del estado
- Documentos académicos
- Medios de comunicación

Con respecto al relevamiento por fuentes primarias se realizaron entrevistas a las partes interesadas entre los meses de agosto y septiembre de 2024. Se entrevistó a un total de 48 personas, lo que representan a un total de 39 actores sociales identificados (ver sección 5.1). Las entrevistas se realizaron bajo dos modalidades: virtual y presencial. En total se realizaron 38 instancias de entrevista, siendo que en cada entrevista pudo participar más de una persona. Fueron 15 las instancias de entrevistas virtuales bajo la modalidad de video llamada a referentes gubernamentales provinciales, instituciones educativas y de investigación y organizaciones sociales y sindicales; mientras que el resto fueron entrevistas presenciales realizadas durante el relevamiento de campo.

El trabajo de campo para relevar los aspectos sociales se realizó del 5 al 13 de septiembre de 2024. Además de las entrevistas presenciales para evaluar el posicionamiento y participación de partes interesadas, y obtener información actualizada para la línea de base, se realizó un relevamiento observacional y georreferenciado de las localidades y zona rural relacionada con el proyecto para identificar los usos de suelo del área de influencia social directa del proyecto.

[1] Las Partes Interesadas, también denominadas Grupos de Interés o stakeholders, son toda persona, grupo de personas u organización sobre los cuales el proyecto (o actividad) tiene un impacto potencial, directo o indirecto, positivo o negativo; o que tiene un interés y/o pueden conllevar riesgos para la consecución del proyecto.

Se realizaron gráficos, tablas, mapas e imágenes especialmente para el presente informe, se trata de información novedosa y específica para el proyecto.

1.2 MARCOS DE REFERENCIA DEL ESTUDIO

Este trabajo se desarrolla de acuerdo con la normativa nacional y provincial aplicable en las materias sectoriales, de evaluaciones ambientales y sociales y de seguridad y salud ocupacional y también responde a los lineamientos sobre buenas prácticas internacionales sobre los aspectos sociales.

De igual modo, los alcances del Estudio de Impacto Social tomarán como marco de referencia los estándares y mejores prácticas reconocidas en materia de evaluación y gestión socioambiental. En este sentido, entre otras, se toman como referencias los siguientes principios, estándares y lineamientos:

- Las **Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social** (IFC, 2012) de la Corporación Internacional Financiera del Banco Mundial (IFC, por sus siglas en inglés), en particular atendiendo a los requerimientos de las normas:
  - ND1 - Evaluación y gestión de los riesgos de e impactos ambientales y sociales
  - ND2 - Trabajo y condiciones laborales
  - ND4 - Salud y Seguridad de Comunidades
  - ND5 - Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario
  - ND7 - Pueblos Indígenas
  - ND8 - Patrimonio Cultural
- Los **Principios Internacionales para Estudios de Impacto Social** (IAIA, 2003) de la Asociación Internacional de Evaluación de Impactos (IAIA, por sus siglas en inglés), así como sus lineamientos de evaluación y gestión de impactos sociales.
- Los lineamientos de **Evaluación de Impacto Social** para integrar las cuestiones sociales en los proyectos de desarrollo (BID, 2018) y para la **Consulta Significativa con las Partes Interesadas** (BID, 2017), ambos del Banco Interamericano de Desarrollo.

De igual modo, se incorpora la perspectiva de género en el análisis de todos los datos y un enfoque basado en el respeto por los derechos humanos asumidos por la Argentina e internacionalmente reconocidos. En relación con este último aspecto, los **Principios rectores sobre las empresas y los derechos humanos** (ONU, 2011) elaborados por la oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas y los **Principios Voluntarios de Seguridad y Derechos Humanos**[2] son asumidos como referencia para guiar este estudio, y eventualmente, el relevamiento de campo, la evaluación de impactos y el desarrollo del Plan de Gestión Social (PGS).

[2] Principios Voluntarios de Seguridad y Derechos Humanos. https://www.voluntaryprinciples.org/wp-content/uploads/2023/10/Voluntary-Principles_SPANISH.pdf

2. CARACTERIZACIÓN REGIONAL

2.1 VÍAS DE ACCESO Y CIRCULACIÓN

Se detallan a continuación las principales vías de circulación en el área de influencia del proyecto.

- **Red vial**

La provincia presenta importantes problemas de conectividad, dificultando esto tanto el tránsito de personas y bienes como la articulación entre las distintas zonas. Esto impacta en distintos aspectos de la provincia y, especialmente en lo referido al turismo, resulta central por impedir la vinculación entre los diversos destinos que ofrece la provincia.

Río Negro se encuentra atravesada de este a oeste por dos rutas nacionales (RN22 y RN23) que conectan la costa atlántica con la cordillera. La RN23, ubicada en la zona sur de la provincia, comienza 36 km. al oeste de San Antonio Oeste (empalme con RN3) y finaliza empalmando con la RN40, ubicada en el oeste provincial, atravesando la zona andina (Pierucci, 2021).

La principal vía de circulación en el Área de Influencia Social es la Ruta Nacional 3 y se encuentra bajo la jurisdicción de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), por ser el organismo descentralizado del Estado Nacional a cargo de la red de rutas nacionales. Su gestión territorial está dividida en 24 distritos, siendo el correspondiente a la provincia de Rio Negro el Distrito N°20.

La RN3 recorre la costa atlántica atravesando la provincia en sentido norte-sur y los tramos provinciales se encuentran asfaltados y en buen estado (Pierucci, 2021). En la tabla a continuación se presenta el tránsito medio diario anual para el año 2022 para los tramos de la RN3 entre el límite provincial con Buenos Aires (al norte) y Chubut (al sur).

Tabla 1. Tránsito medio diario anual para el tramo de la RN3 entre el límite con provincia de Buenos Aires y provincia de Chubut, año 2022. Fuente: Tránsito de la Red Vial de Caminos de Vialidad Nacional[3]

Límites del Tramo	Inicio	Fin	TMDA
LTE.C/BUENOS AIRES - ACC.A VIEDMA	963,16	963,44	16800
ACC.A VIEDMA - UNIVERSIDAD DEL COMAHUE (D)	963,44	964,55	12000
UNIVERSIDAD DEL COMAHUE (D) - FIN AREA URBANA	964,55	966,41	s/d
FIN AREA URBANA - INT.EX R.N.3 (I)	966,41	967,59	3650
INT.EX R.N.3 (I) - INT.R.N.250 (D)	967,59	1009,4	3600
INT.R.N.250 (D) - INT.R.N.A025 (I) (A SAN ANTONIO ESTE)	1009,4	1114,8	790
INT.R.N.A025 (I) (A S.A.ESTE) - INT.R.N.251 (D)	1114,8	1139,17	1386
INT.R.N.251 (D) - INT.R.N.A026 (I) (A SAN ANTONIO OESTE)	1139,17	1142,5	2720
INT.R.N.A026 (I) (A S.A.OESTE) - ACC.A LAS GRUTAS (I)	1142,5	1151	2660
ACC.A LAS GRUTAS (I) - INT.R.N.23 (D)	1151	1174,15	2660
INT.R.N.23 (D) - INT.R.P.5 (D) (ACC.A S.GRANDE)	1174,15	1260,32	2400
INT.R.P.5 - ACC.A VA.HIPASAM (D)	1260,32	1263,34	s/d
ACC.A VA.HIPASAM - LTE.C/CHUBUT	1263,34	1304,31	2415

[3] Vialidad Nacional. http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/tmda.html

El tránsito de la RN40 en la provincia está mayormente vinculado al transporte autos y camionetas, por ser una parte fundamental del circuito turístico provincial, recorriendo los bosques del sur, desde El Bolsón hasta San Carlos de Bariloche y desde allí al río Limay, atravesando la estepa de la costa sur del lago Nahuel Huapi, hasta llegar al límite con Neuquén[4]

También, dentro del departamento San Antonio recorren las siguientes rutas nacionales:

- RN Nº A025. Recorre 8 km. asfaltados. Comienza en la RN3 y finaliza en el puerto de San Antonio Este.
- RN NºA026. Recorre 6 km. asfaltados. Comienza en la intersección entre la RN3, la RP2 y la RN251 y culmina en la localidad de San Antonio Oeste.
- RN Nº251. Une la RN3 hacia el norte con la RN22, cerca del límite de la provincia de Buenos Aires.
- RN Nº23. Recorre Río Negro en sentido este-oeste, uniendo la zona atlántica con la cordillera. Comienza en la RN3 y termina en su intersección con la RN40.

En cuanto a la red vial bajo la jurisdicción de la Dirección Provincial de Vialidad (DPV) en el departamento de San Antonio se identifican las siguientes rutas primarias[5]:

- RP Nº1 – Camino de la Costa. Se encuentra vigente la reglamentación que dispone una velocidad mínima de 60 km/h y una máxima de 80 km/h para circular en los tramos pavimentados de la ruta provincial 1 (Viedma, El Cóndor y La Lobería). En el caso de los tramos de calzada de ripio, la velocidad permitida establece una máxima de 60 km/h.
- RP Nº2. Recorre desde El Solito hasta San Antonio Oeste. Se encuentra pavimentada y transitable. En el área de influencia del proyecto la RP2 vincula la localidad de Las Grutas con San Antonio Oeste, y vincula esta última localidad con la RN3.
- RP Nº5. Cuenta con tres tramos: 1) Sierra Grande – Arroyo Ventana: ripio y transitable con precaución; 2) Sierra Grande – Playas Doradas: pavimentada y transitable con precaución y; 3) Arroyo Ventana – Cona Niyeu: ripio y transitable con precaución.
- RP Nº9. Recorre desde RN3 hasta Punta Colorada. El camino es de ripio y transitable con precaución.

La Dirección de Vialidad Rionegrina cuenta con equipos viales y personal administrativo y técnicos distribuidos en seis puntos de la provincia, a fin de organizar desde la central los trabajos a desarrollar en diferentes zonas. El Departamento San Antonio pertenece a la Delegación III con sede en la localidad de San Antonio Oeste. Tiene bajo su jurisdicción a las Rutas Provinciales Nº2, Nº4, Nº5, Nº9, Nº58, Nº59, Nº60, Nº61 y Nº62, abarcando en parte los Departamentos Rionegrinos de General Conesa, San Antonio, Valcheta y 9 de Julio.

Se caracteriza por tener a su cargo rutas de calzada de ripio y de huella natural, las cuales suelen sufrir deterioros constantes como consecuencia de las inclemencias climáticas. Tanto la sequía característica de la Meseta de Somuncurá, como las tormentas de fuertes lluvias que azotan a la región en determinadas épocas del año, hacen que los trabajos de la Delegación III estén mayormente vinculados a las tareas de mejoramiento como lo son el repaso de calzada, levante de traza, etc. Asimismo, la Delegación III mantiene en buenas condiciones durante todo el año el camino turístico de calzada de ripio localizado entre la localidad de Sierra Grande y el Balneario Playas Doradas, sobre la Ruta Provincial Nº5.[6]

[4] Turismo Ruta 40. https://www.turismoruta40.com.ar/rionegro.html

[5] Vialidad Rionegrina. https://vialidad.rionegro.gov.ar/?page_id=163

[6] Vialidad Rionegrina. https://vialidad.rionegro.gov.ar/?page_id=93

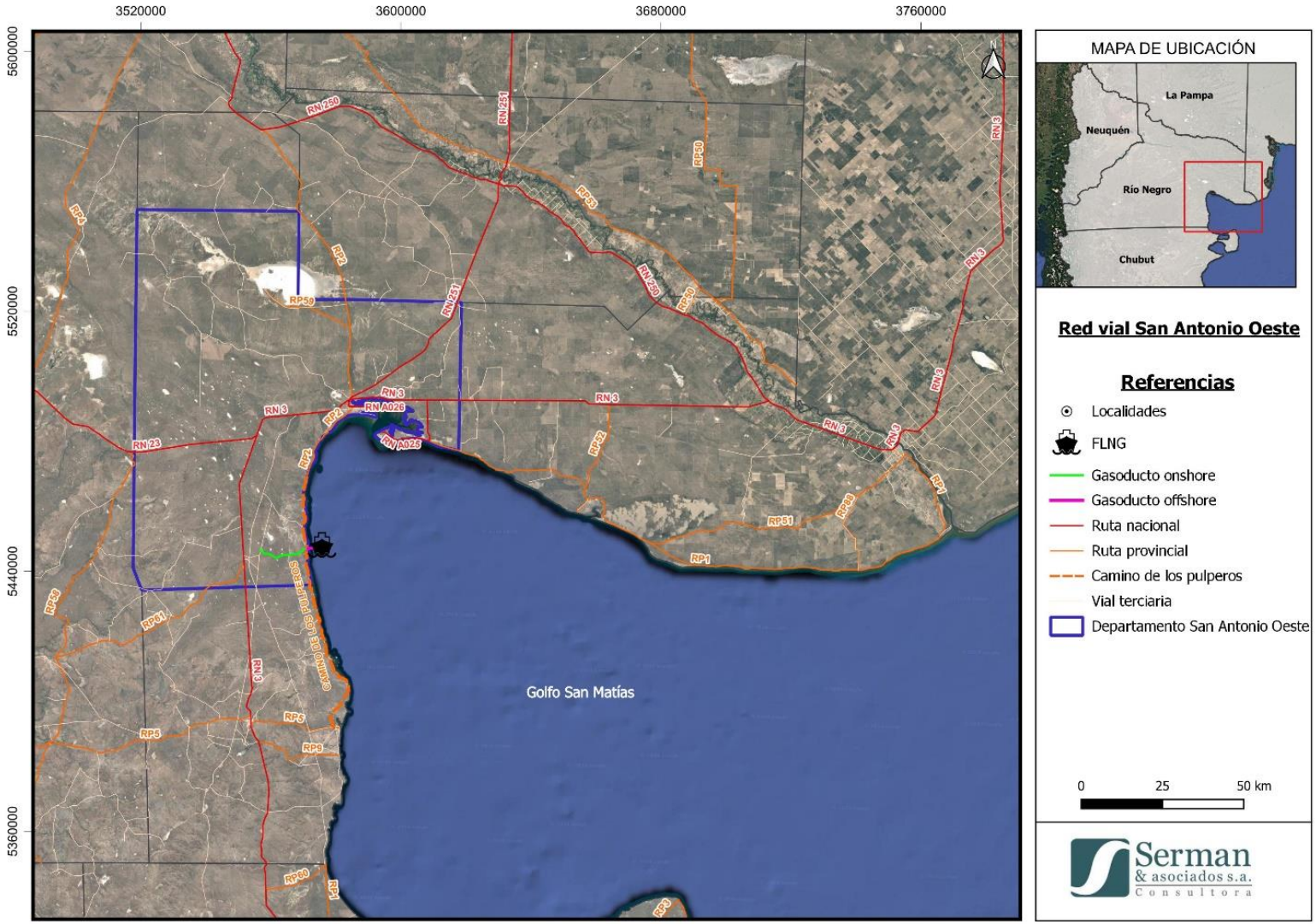


Figura 1. Red vial del área asociada al proyecto. Departamento San Antonio, Rio Negro.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

- **Transporte público**

La provincia está equipada con un aeropuerto internacional: el Aeropuerto Internacional "Teniente Luis Candelaria" de San Carlos de Bariloche, y con dos aeropuertos: "Gobernador Castello" en Viedma y "Dr. Arturo U. Illia" en Gral. Roca.

En Viedma se encuentra el Aeropuerto Gobernador Edgardo Castello, que es el más cercano al área de estudio. Su operación se encuentra a cargo de Aeropuertos Argentina 2000 S.A. y, desde mayo de 2024, sólo se reciben vuelos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Anteriormente provenían también de San Carlos de Bariloche. La provincia se encuentra en tratativas con Aerolíneas Argentinas para recuperar esa ruta y también la mayor frecuencia a Buenos Aires[7].

La provincia cuenta con estaciones del ferrocarril entre las localidades de San Antonio Oeste y San Carlos de Bariloche como puntas de riel, con pocas frecuencias semanales durante gran parte del año que se incrementan notoriamente en la temporada de verano.

En cuanto a transporte de larga distancia, el Municipio de San Antonio Oeste cuenta con distintos puntos de parada de ómnibus de larga distancia, de empresas como Otto, Andesmar y Vía Cargo, además del servicio provincial Transporte Las Grutas. Las paradas se ubican en distintos lugares de la localidad, generalmente en paradores gastronómicos. Si bien la Terminal de Ómnibus se encontraba en construcción, debió ser suspendida en diciembre de 2023 por el Intendente a raíz del cese en el envío de fondos nacionales previstos para la ejecución de la obra[8]. En abril de 2024 fue anunciada la reactivación de un conjunto de obras de la provincia, pero ninguna correspondiente al departamento San Antonio[9].

2.2 CARACTERIZACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

El área del proyecto se localiza en la provincia de Río Negro en el departamento de San Antonio, en la zona Atlántica del Golfo San Matias.

La provincia del Río Negro tiene una superficie de 203.013 km² y se ubica al centro-norte de la región patagónica (en la mitad sur del país), limita:

- al noroeste con el río Limay que forma parte de su límite con Neuquén;
- al norte con el río Colorado que la separa de la provincia de La Pampa;
- al noreste con la provincia de Buenos Aires y el golfo San Matías (mar Argentino, océano Atlántico);
- al sur con Chubut; y
- al oeste con la región chilena de Los Lagos, cuya frontera está determinada por la línea de altas cumbres de la cordillera de los Andes.

Los límites de las provincias de La Pampa, Río Negro, Mendoza y Neuquén se encuentran en un punto, en la intersección del río Colorado con el meridiano (68°15'O).

[7] "«Trabajamos para recuperar la conectividad aérea»" (09/05/2024). ADN. https://www.adnrionegro.com.ar/2024/05/trabajamos-para-recuperar-la-conectividad-aerea/

[8] "No continuarán con la construcción de ómnibus de San Antonio Oeste (12/12/2023). Informativo Hoy. https://informativohoy.com.ar/no-continuaran-con-la-construccion-de-la-terminal-de-omnibus-en-san-antonio-oeste/

[9] "El Gobierno Nacional activaría obras paralizadas en Río, Negro, pero ninguna en San Antonio Oeste" (23/04/2024). Informativo Hoy. https://informativohoy.com.ar/el-gobierno-nacional-activaria-obras-paralizadas-en-rio-negro-pero-ninguna-en-san-antonio-oeste/

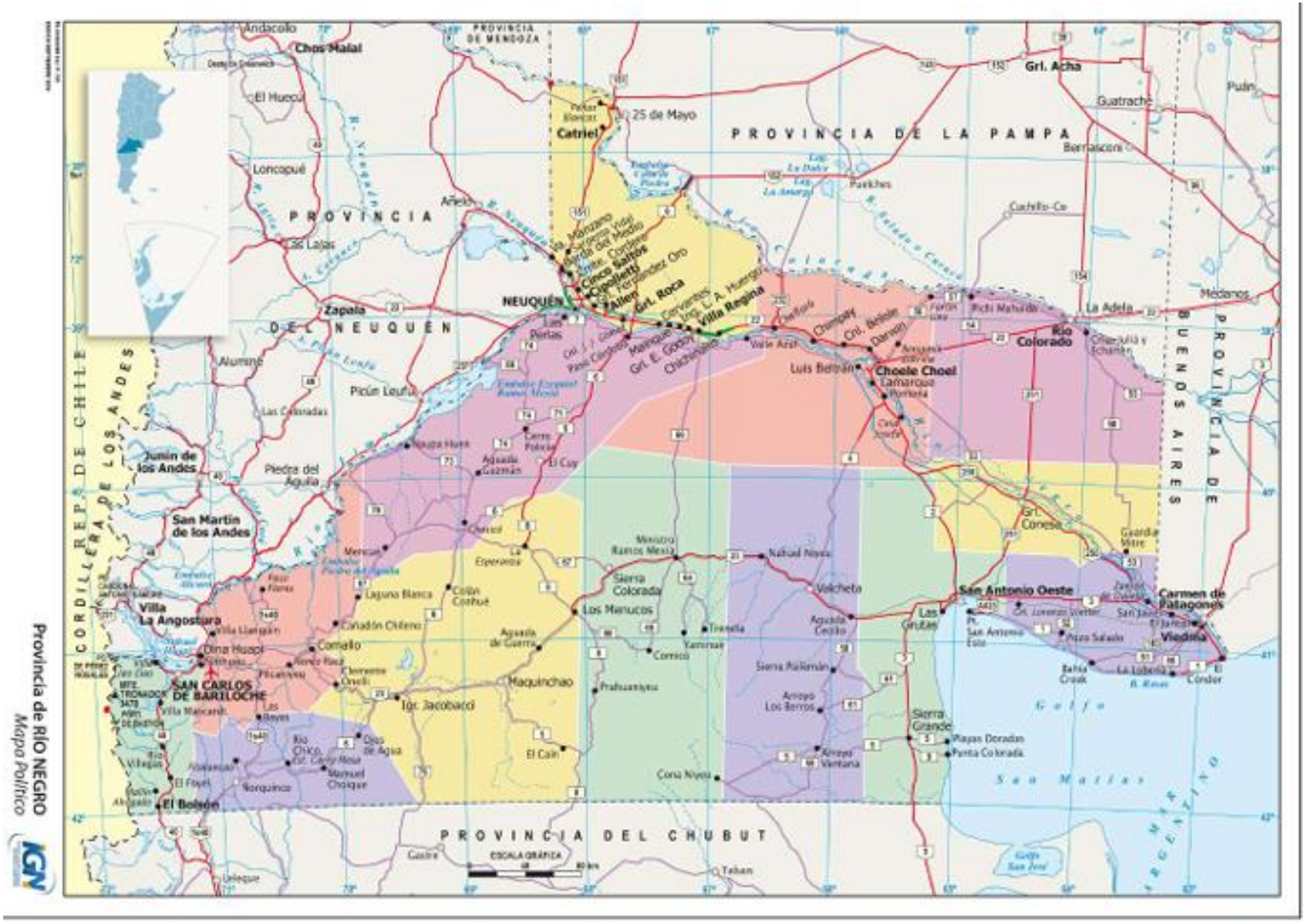


Figura 2. Provincia de Río Negro. Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGN).

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

El gobierno provincial se conforma por:

- El Poder Ejecutivo unipersonal, y el Gobernador es la máxima autoridad de la Administración. El gobernador de la Provincia es Alberto Weretilneck del partido político Juntos Somos Río Negro.
- El Poder Legislativo: un Parlamento compuesto por 46 legisladores/as que elaboran y modifican leyes regulatorias y que se encuentran divididos en las cinco zonas o regiones. Presidencia está a cargo del vicegobernador de la Provincia, Pedro Presatti. Cada legislador/a pertenece por circuito electoral a una de las nueve regiones. La región Atlántica es representada por tres legisladores/as de partidos políticos distintos (2 Bloque Alianza Juntos Somos Rio Negro y 1 Bloque Coalición Cívica Ari).
- El Poder Judicial: integrado por un Tribunal Superior de Justicia, órgano colegiado y tribunales de rango inferior.

Río Negro se encuentra dividida en trece departamentos. Territorialmente los departamentos se subdividen en distritos e incluyen a su vez municipios y comisiones de fomento, áreas de gobierno local que utilizan el sistema de ejidos no colindantes, por lo que existen territorios no organizados en los espacios entre ellos. Además, cada departamento provincial posee una ciudad cabecera.

El departamento San Antonio limita norte con los departamentos de Conesa y Avellaneda, al nordeste con el departamento Adolfo Alsina, al este con el golfo de San Matías (Mar Argentino), al sur con la provincia de Chubut (Departamento Biedma) y al oeste con el departamento Valcheta. El departamento posee dos municipios:

- San Antonio Oeste (al norte)
- Sierra Grande (al sur)

La localidad cabecera departamental es San Antonio Oeste. Es dable notar que Las Grutas, si bien fue creado como municipio por ley Nº 5084 (año 2015), separándose del municipio de San Antonio Oeste, en el año 2017 el Superior Tribunal de Justicia de Río Negro declaró inconstitucional tal ley dejando sin efecto la escisión. Es una localidad que depende del municipio de San Antonio Oeste.

Es el quinto departamento con mayor cantidad de población de la provincia y, según datos del Censo 2010, cuenta con cinco localidades principales:

- San Antonio Oeste
- Sierra Grande
- Las Grutas
- Puerto San Antonio Este
- Playas Doradas

Y tres parajes: El Empalme, Saco Viejo y Punta Colorada, que registraban muy baja cantidad de habitantes (81, 8 y 4 personas respectivamente).

2.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acuerdo con el último censo poblacional realizado en 2022 (INDEC), la Provincia de Río Negro cuenta en 2022 con 750.768 habitantes, lo que representa un crecimiento intercensal de 17.6% respecto al CNPHV de 2010 (638.645 habitantes). Los centros más poblados del este de la provincia de Río Negro son, en orden de importancia: Viedma, San Antonio Oeste y Las Grutas.

El departamento de San Antonio cuenta con 35.800 habitantes en 2022, observando un incremento intercensal relativo de 22,3% si se la compara con el CNPHV 2010, cuando la población alcanzaba los 29.284 habitantes.

Tabla 2. Población según variación intercensal 2010 - 2022. Total provincial y departamental. Fuente: Elaboración Propia en base a INDEC CNPHV 2010 y 2022.

Población según Variación Intercensal 2010 - 2022				Densidad
Jurisdicción	Población			
	2010	2022	Variación Intercensal (%)	
Río Negro	638.645	750.768	17,6	3,7 hab/km^2
San Antonio	29.284	35.800	22,3	2,5 hab/km^2

Durante el período intercensal anterior (2001-2010) el departamento también había destacado en su crecimiento y, según datos de 2015, dicho incremento se encontró asociado con la expansión del turismo en San Antonio y en Las Grutas y la mayor cantidad de población permanente que dicha expansión acarreó. Sumado a esto, también creció la población vinculada al funcionamiento del Puerto de San Antonio Este (FAO, 2015a).

- **Población total según sexo**

En la Provincia de Río Negro, según CNPHV 2022, se registran 51,1% de mujeres (383.891), mientras que los varones alcanzan una cifra menor con 48,9%% (366.803). En el caso de San Antonio la proporción se mantiene, registrándose un 50,9% de mujeres (18.214), y 49,1% de varones (17.576).

Tabla 3. Población provincial y departamental según sexo e índice de masculinidad. Año 2022. Fuente: Elaboración propia en base a CNPHV 2022. INDEC.

Jurisdicción	Población Total	Sexo				Índice de Masculinidad
		Varones		*Mujeres*		
Río Negro	750.694	366.803	48,9%	383.891	51,1%	95,5
San Antonio	35.790	17.576	49,1%	18.214	50,9%	96,5

- **Población total según grandes grupos de edad**

En cuanto a la composición de la población según grandes grupos de edad, las jurisdicciones presentan proporciones similares: la población infantil se encuentra entre el 22 y el 23%, la económicamente activa entre el 66% y 67% y las personas mayores representan el 11% en ambos casos.

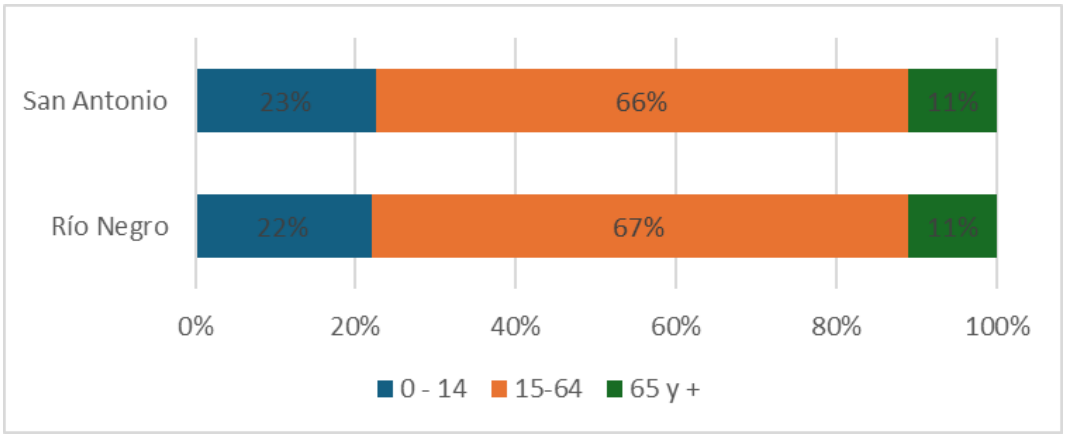


Figura 3. Composición de la población provincial y departamental según grandes grupos de edad. Año 2022. Fuente: Elaboración propia en base a CNPHV 2022. INDEC.

- **Migraciones**

La región del norte de la Patagonia se ha caracterizado históricamente por el desarrollo de una dinámica económica vinculada al petróleo, a la ganadería extensiva y a la agricultura intensiva. En esta región las migraciones internacionales son un factor demográfico importante.

En la provincia de Río Negro la población extranjera representaba en 2022 el 5,5% del total poblacional, mientas que en el departamento ese porcentaje descendía al 2%. Por otra parte, según datos disponibles de 2010, del total de la población extranjera, el 90,4% provenía de países de América, mientras que el 8,6% de Europa, el 0,7% de Asia y el 0,08% de África. El 75% del total de la población nacida en otro país era de nacionalidad chilena, el 9% boliviana y el 2% paraguaya.

El estudio Movilidad residencial de la población de origen extranjero en Argentina publicado por el Centro Nacional de Población (Ministerio de Interior, 2023) señala que, entre los movimientos poblacionales más frecuentes, el 61% de los casos tienen al AMBA como punto de origen, encontrándose Río Negro entre los 7 principales destinos. Además, entre los movimientos migratorios que ocurren en departamentos por fuera del AMBA, se encuentra el de la población chilena, que se dirige desde Confluencia (Neuquén) hacia General Roca (Río Negro).

En la región Atlántica de Río Negro, según datos de 2010, el 96% de la población inmigrante es proveniente de América, el 3% a Asia y el restante 1% a otros continentes. Cerca de la mitad de la población migrante total provenía de Chile y el 30% de Bolivia. El 54% de la población era femenina y el 46% masculina (Zanfardini et al, 2023)

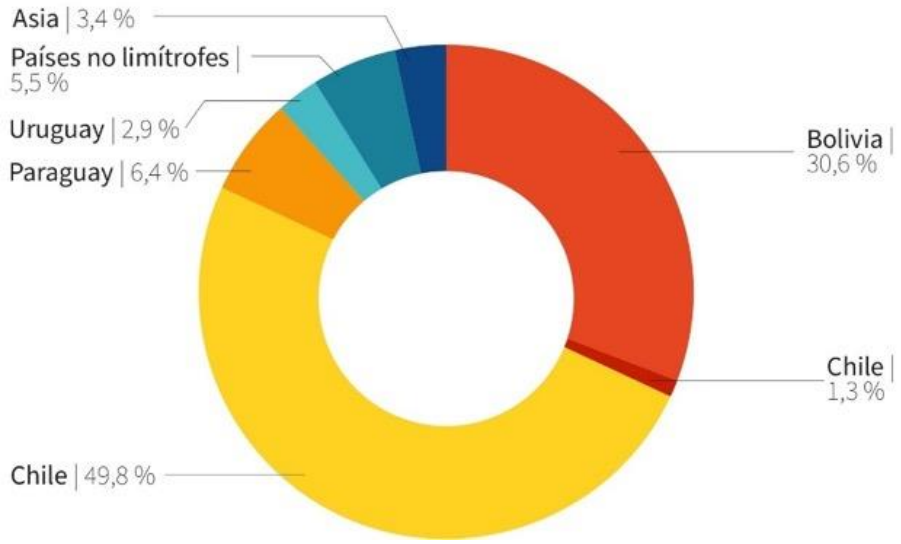


Figura 4. País/continente de origen de la población migrante externa en la Zona Atlántica de Río Negro. Año 2010. Fuente: Zanfardini et al, 2023.

Al comparar esta composición de la zona Atlántica con la registrada en la provincia, se puede observar que en la zona aumenta la proporción de población de origen boliviano, alcanzando el 30%; en detrimento de la población chilena, que representa en la zona la mitad de la población extranjera y en la provincia tres cuartos del total. Esto se encuentra en coincidencia con el aumento del número de población extranjera nacida en Bolivia experimentado en la provincia en el período intercensal 2001-2010.

En cuanto a la composición por sexo, a excepción de Paraguay, todas las jurisdicciones presentan mayor presencia masculina.

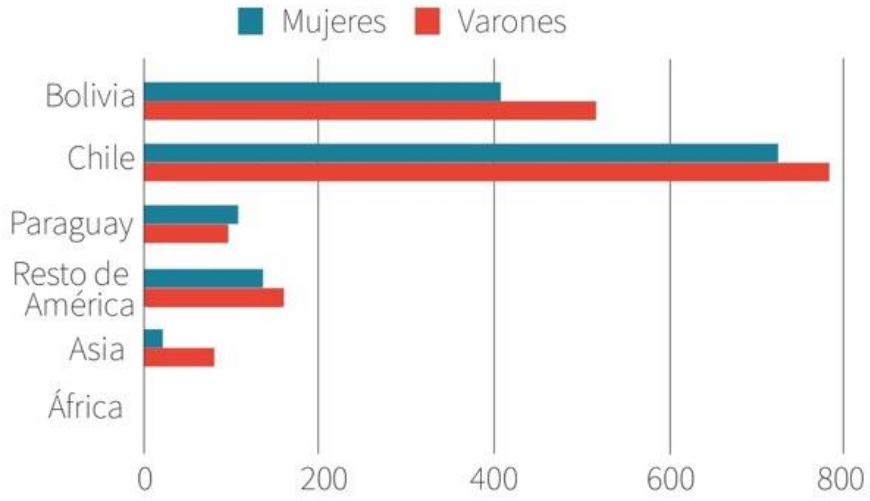


Figura 5. Población migrante externa de la Zona Atlántica de Río Negro según sexo y país/continente de origen. Año 2010. Fuente: Zanfardini et al, 2023.

2.4 POBLACIÓN INDÍGENA

Según datos del Censo 2022, en Río Negro hay 48.194 personas que se reconocen población indígena o descendiente de pueblos originarios, representando el 3,7% del total de la población indígena nacional (1.306.730).

La proporción de población indígena registrada en la nación fue del 2,9% y, hacia el interior de la provincia, representó el 6,4% del total poblacional, posicionándose como la sexta de mayor importancia, luego de Jujuy, Salta, Chubut, Formosa y Neuquén (INDEC, 2024).

En el departamento San Antonio las personas indígenas registradas en 2022 fueron 2.535, representando un 5,3% del total de población indígena en la provincia y el 7% del total poblacional departamental.

Datos más desagregados pueden obtenerse del CNPyV 2010, que, en la provincia, registraba 45.375 personas que se reconocen como indígenas o descendientes de pueblos indígenas. Del total de esta población, el 52% son hombres y el 48% mujeres. Según los datos desagregados, la mayoría se reconoce mapuche (87,9%), mientras que en menor medida se identifican con el pueblo tehuelche (5%) y en menores porcentajes con otros pueblos como pampa, guaraní, quechua, toba, kolla (en total suman el 4,9%).

Tabla 4. Población indígena o descendiente de pueblos indígenas en la provincia de Rio Negro. Fuente: CNPHyV 2010.

Jurisdicción	Población Total	Población Indígena o Descendiente							
		Total	%	Población que se reconoce mapuche		Población que se reconoce tehuelche		Población que se reconoce de otros pueblos	
				Total	%	Total	%	Total	%
Rio Negro	626.766	45.375	7,2	39.869	87,9	2.269	5	3.237	4,9

El 81,9% de la población indígena de la provincia de Río Negro (censada en 2010) vive en áreas urbanas y el 18,1% en áreas rurales. De los pueblos originarios más numerosos, el 81,3% del Mapuche vive en áreas urbanas y el 18,7% en áreas rurales; mientras que del Tehuelche el 92,1% es población urbana y el 7,9% rural.

En la República Argentina existe un cuerpo normativo que protege y garantiza la identidad y los derechos colectivos de los pueblos indígenas, tanto en la Constitución Nacional como a través de Leyes Nacionales, Provinciales y Convenios Internacionales suscriptos por el país.

El Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INAI) es la institución del Estado Nacional que tiene la responsabilidad de crear canales interculturales para la implementación de los derechos de los pueblos indígenas consagrados en la Constitución Nacional (Art. 75, Inc. 17). Fue creado como entidad descentralizada con participación indígena en septiembre de 1985 a partir de la sanción de la Ley N°23.302, reglamentada por el Decreto N°155/89.

Con el objetivo de hacer efectiva la representación indígena en el Consejo de Coordinación, el INAI ha dictado la Resolución Nº 152/2004 y su Modificatoria Nº 301/04 impulsando la conformación del Consejo de Participación Indígena (CPI), en el que cada provincia argentina posee un representante por cada uno de los pueblos indígenas que se identifiquen con presencia en el territorio provincial.

Por su parte, y en articulación con el INAI, el Co.De.Ci. es el órgano de aplicación de la Ley Provincial Integral del Indígena Nº2287/88 y funciona bajo el Ministerio de Gobierno de la Provincia de Río Negro, como espacio institucionalizado de cogestión Gobierno-Comunidades Indígenas, para establecer las políticas a implementarse. El Consejo está compuesto por seis miembros, cuatro consejeros indígenas elegidos por el Parlamento anual Futa Traun del Pueblo Mapuche de Rio Negro y dos referentes gubernamentales.

El Consejo tiene incidencia en cuatro zonas de la provincia:

- Zona Andina: con asiento territorial en territorio comunitario ubicado en la denominada zona de Lago Mascardi, en San Carlos de Bariloche.
- Zona Valle: en fisque Menuco, denominada por el Estado provincial como ciudad de General Roca.
- Zona Sur: con asiento territorial en el paraje denominado Anecon Grande, Departamento 25 de Mayo.
- Zona Atlántica: ubicada en la localidad de Sierra Grande.

El siguiente mapa permite observar en todo el país la localización aproximada de las Comunidades Indígenas que han sido relevadas en el marco de Programa Nacional Relevamiento Territorial de Comunidades Indígenas (Re.Te.C.I. - Ejecución de la Ley Nº 26.160 y sus prórrogas). Se destaca la distribución territorial de la población indígena Mapuche y mapuche Tehuelche en la provincia de Rio Negro, la cual se concentra hacia el sector oeste.

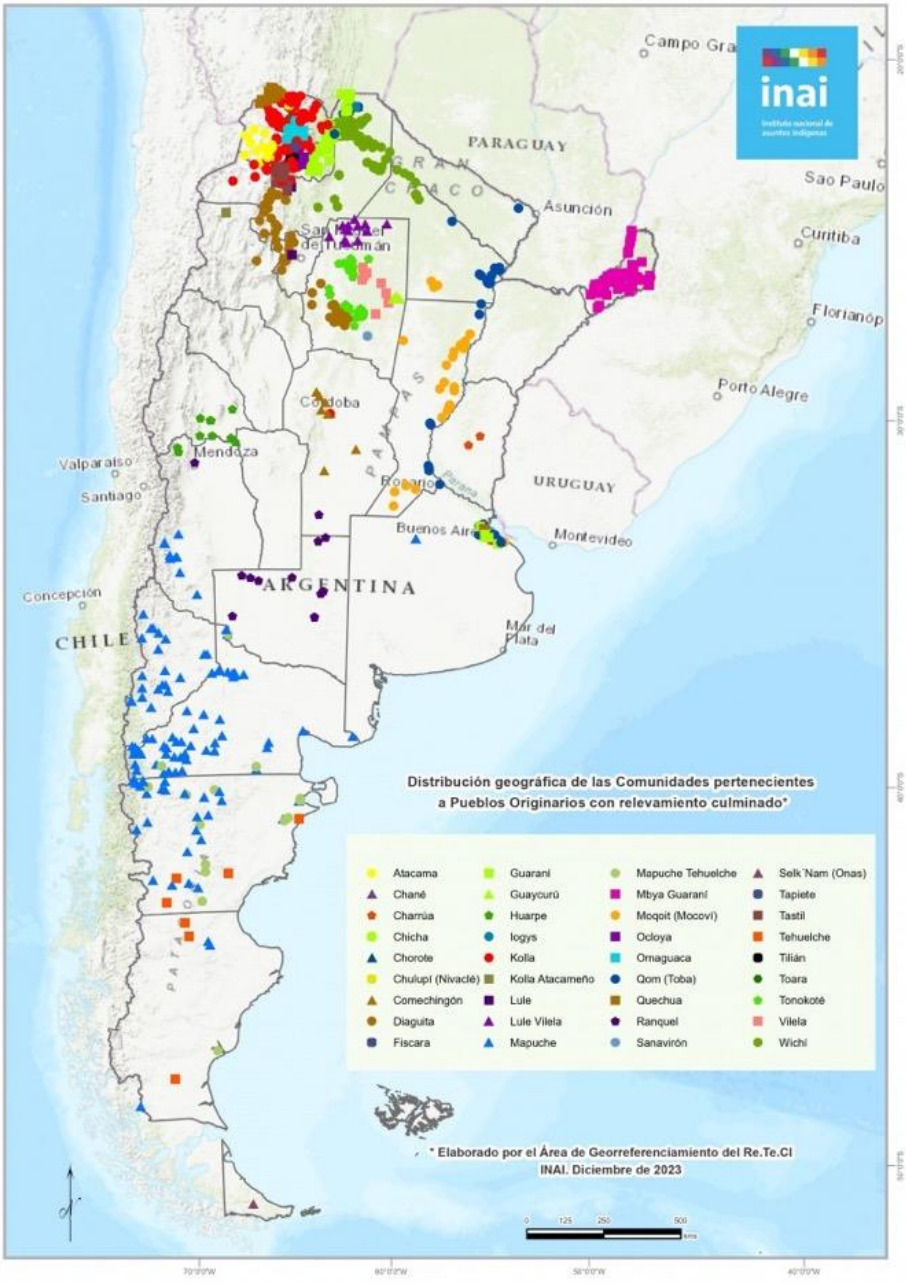


Figura 6. Distribución de población indígena en el país según provincia y comunidad. Fuente: Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI)[10]

En la actualidad, **en la provincia de Rio Negro existen 108 Comunidades registradas** en el INAI, de las cuales: 32 no cuentan con datos sobre su inscripción para su Personería Jurídica, 6 están inscriptas en el Registro Nacional de Comunidades Indígenas (RENACI) y 70 cuentan con Inscripción Provincial por convenio con el Co.De.Ci.

En **el departamento San Antonio se encuentran registradas cinco comunidades** distribuidas tres en el municipio de San Antonio Oeste y dos en el municipio de Sierra Grande. Se detallan las mismas en la tabla a continuación.

[10] Gobierno Nacional – Derechos Humanos. https://www.argentina.gob.ar/derechoshumanos/inai/mapa

Tabla 5. Listado de Comunidades indígenas registradas en el departamento San Antonio (Río Negro). Fecha: junio 2024. Fuente: INAI.[11]

Comunidad	Pueblo	Localidad	Paraje	Personería	Relevamiento
Comunidad Rayen Kiñú	Mapuche	San Antonio Oeste	s/d	-	En trámite
Lof Antenao	Mapuche	San Antonio Oeste	s/d	-	Culminado
Comunidad Mapuche Traun Kutral	Mapuche	Las Grutas	Zona Atlántica	Inscripta	Sin relevar
Comunidad Kona Niyeu	Mapuche	Sierra Grande	Valcheta Meseta de Samuncurá - Zona Atlántica	-	Iniciado
Comunidad Indígena Mapuche Chewelche Kintul Folil	Mapuche	Sierra Grande	B° Villa Iparsa - Zona Atlántica	Inscripta	En trámite

De acuerdo con la información publicada por el INAI bajo el programa de relevamiento Territorial de comunidades Indígenas (RETECI), en el departamento de San Antonio existe un relevamiento culminado. Se ubica en la localidad de San Antonio Oeste perteneciente a la comunidad Lof Atenao. En la imagen a continuación se representa.

[11] El Registro Nacional de Comunidades Indígenas (ReNaCI) es creado por la resolución de la Secretaría de Desarrollo Social de la Nación Nº 4811/1996 cuyo organismo de aplicación es el INAI. La resolución autoriza la inscripción en el ReNaCI con los alcances del artículo 75, inciso 17 de la Constitución Nacional, de todas las comunidades que así lo soliciten y cumplan con los requisitos dispuestos en el artículo segundo. En el Art. 2 se establecen como únicos requisitos para la inscripción nombre y ubicación geográfica de la comunidad, reseña que acredite su origen étnico-cultural e histórico, con presentación de la documentación disponible; descripción de sus pautas de organización y de los mecanismos de designación y remoción de sus autoridades; nómina de los integrantes con grado de parentesco, mecanismos de integración y exclusión de sus miembros. Su listado se publica en línea en: https://datos.jus.gob.ar/dataset/listado-de-comunidades-indigenas

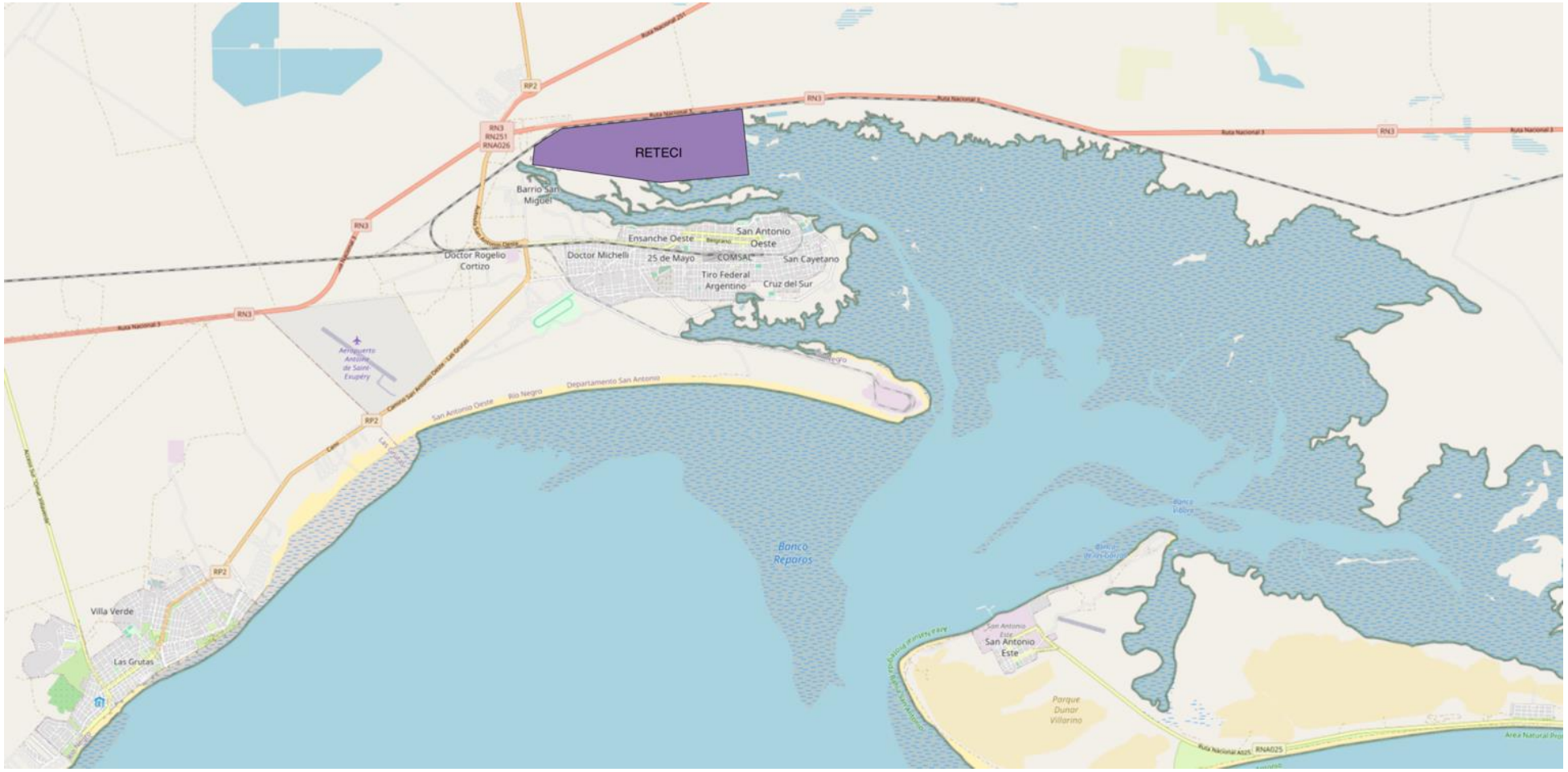


Figura 7. Relevamiento Territorial de Comunidad Indígena (RETECI) en San Antonio Oeste. Fuente: INAI[12]

[12] Instituto Nacional de Asuntos Indígenas. https://www.argentina.gob.ar/derechoshumanos/inai/mapa

En términos político-administrativos, gran parte de las comunidades cuentan con organización comunitaria propia, con comisiones directivas y Personería Jurídica. El cargo de *lonco* puede ser desempeñado por una mujer o un hombre y tiene el rol de representar a su comunidad, llevando adelante las decisiones que se toman en forma colectiva. En las comunidades más antiguas el *lonco* es vitalicio y en las más recientes es electivo. Al cargo de *inan lonco* le corresponden las funciones de *lonco* cuando este se ausenta o por delegación. *Machi* es un guía espiritual, hombre o mujer, que porta el *quimun* (saber ancestral) y quien, mediante el *lahuen* (medicina ancestral), observa al paciente, realiza el diagnóstico y receta el tratamiento a seguir para curar las enfermedades. El *huerquen* es el mensajero de la comunidad: su responsabilidad es transmitir mensajes entendibles y verdaderos a su comunidad y defender la buena comunicación entre todos los integrantes. *Conas* son los jóvenes servidores de la comunidad. *Quimeltuchefe* se llama al maestro de la comunidad encargado de enseñar los saberes ancestrales; actualmente el Maestro Intercultural Bilingüe cumple esta función (Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, 2016)

A su vez, a nivel regional las comunidades se nuclean en la Coordinadora del Parlamento Mapuche en Rio Negro. Se trata de una organización representativa de 160 comunidades Mapuche en la provincia de Río Negro reconocida por decreto 310 creadora de la Ley 2.287 "Ley Integral del Indígena".[13]

Cabe destacar que en el año 2023, a partir del hallazgo arqueológico de investigadoras del Instituto INCUAPA (Investigaciones Arqueológicas del Cuaternario Pampeano, Unidad Ejecutora CONICET-UNICEN, con sede en la Facultad de Ciencias Sociales, Olavarría) se realizaron actos de devolución y restitución de fragmentos óseos correspondientes a 41 cuerpos indígenas a la Comunidad Mapuche Tehuelche Traun-Kutral de Las Grutas, los cuales fueron realizados por la Secretaría de Cultura de la provincia de Río Negro. El acto de devolución respondió a un pedido expreso que hizo dicha Comunidad a la Secretaría de Cultura de Río Negro, respetando los derechos y acuerdos previos y, en el marco de las legislaciones vigentes de Protección del patrimonio arqueológico de Río Negro (Ley N° 3041), la Ley nacional N° 25.517 de restitución y los Convenios y Declaraciones internacionales de Derechos de Pueblos Indígenas. El origen de la investigación estuvo relacionado con que en 2018 representantes locales de pueblos indígenas contactaran a la Dra. Borella para coordinar acciones conjuntas de recuperación e investigación sobre la aparición de huesos de enterratorios de pueblos originarios en los médanos litorales altamente impactados por la continua erosión de estos, sumada a la expansión urbana de las ciudades de San Antonio Oeste y Las Grutas. Los cuerpos de los ancestros fueron trasladados a la ciudad de Las Grutas por las autoridades rionegrinas, comitiva liderada por el director de Museo y Bibliotecas Sr. Leonardo Vergara. Luego, los restos se trasladaron al Eltuwe (sitio sagrado) de la Comunidad, zona donde se localiza el sitio arqueológico “Chenque”, camino a Piedras Coloradas.[14] En 2022 el sitio fue declarado sagrado por el INAI.[15]

[13] Poseen una página de Facebook disponible en: https://www.facebook.com/p/Coordinadora-del-Parlamento-Mapuche-en-R%C3%ADo-Negro-100064411707268/

[14] Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). “Arqueólogas participan en devolución y reentierro de cuerpos indígenas”. Fecha: marzo de 2023. Disponible en: https://www.unicen.edu.ar/content/arque%C3%B3logas-participan-en-devoluci%C3%B3n-y-reentierro-de-cuerpos-ind%C3%ADgenas

[15] “Declaran sitios sagrados a dos espacios ceremoniales de pueblos originarios”. (21/2/22). Diario El Chubut. https://www.elchubut.com.ar/nacionales/2022-2-21-16-8-0-declararan-sitios-sagrados-a-dos-espacios-ceremoniales-de-pueblos-originarios

2.5 CALIDAD DE VIDA

2.5.1 Acceso a la Educación

En la Provincia de Río Negro, el 45% de los estudiantes matriculados corresponden al nivel primario, el 31% a nivel secundario, le sigue el 14% inscriptos en nivel inicial y 10% en establecimientos de educación superior no universitaria.

Tabla 6. Estudiantes por nivel de enseñanza en Río Negro. Año 2022. Fuente: Anuario Estadístico 2022. Ministerio de Educación de la Nación.

Alumnos por Nivel de Enseñanza					
Jurisdicción	Total	Inicial	Primaria	Secundaria	Superior no Universitario
Río Negro	201.978	27.959	90.268	62.913	20.838
	100%	14%	45%	31%	10%

La tasa de escolarización en 2017 de nivel primario es de 104% próxima a la tasa del país que es 103%. La tasa de escolarización de secundario es de 90,8, similar a la tasa a nivel país con 90,5%.

Respecto a la promoción, en la Provincia la tasa de promoción en primaria es de 98,8%, alcanzando cifras levemente superiores a la tasa nacional de 96,5%. En el caso del nivel secundario, la tasa de promoción de la provincia es algo inferior a la nacional, alcanzando el 78,5% la primera y la segunda 79,7%.

La tasa de abandono interanual de la escuela primaria en la Provincia en 2017 es de -0,4 mientras que a nivel nacional es de 0,5%. En la secundaria, la tasa de abandono es de 9,3% alcanzando valores levemente inferiores a la tasa nacional de 9,5% (Ministerio de Educación, 2018).

En cuanto a la infraestructura educativa, los establecimientos son 54 en el departamento del área de estudio para la modalidad común y representan el 5% del total de establecimientos del mismo tipo en la provincia (1.184)

Tabla 7. Establecimientos educativos de modalidad común en departamento San Antonio. Año 2024. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Educación de la Nación.

Jurisdicción	Nivel Educativo				Total
	Inicial	Primaria	Secundaria	Superior no Universitario	
Río Negro	431	396	257	100	1.184
San Antonio	19	16	11	8	54

En el departamento, del total de establecimientos contemplados, el 81% pertenece al sector estatal y cerca del 20% el privado. En la provincia, en cambio, la proporción de estatales desciende al 75% y, además de los privados, se suman los establecimientos del sector social o cooperativo, que son sólo 26 y representan el 2% del total provincial.

Entre las instituciones de nivel superior se encuentra presente en el departamento de San Antonio la Escuela Superior de Ciencias Marinas, que dicta dos carreras: la Licenciatura en Biología Marina y la Tecnicatura en Producción Pesquera y Maricultura. Además, en coordinación con otras Unidades Académicas de la Universidad Nacional del Comahue (UNco) se dictan la Licenciatura en Ciencias Políticas y la Tecnicatura Universitaria en Desarrollo Web, ambas en conjunto con el Centro Universitario Regional Zona Atlántica (CURZA).[16]

En la provincia funciona también la Universidad Nacional de Río Negro que cuenta con tres sedes (Alto Valle - Valle Medio, Andina y Atlántica) que abarcan al conjunto de los establecimientos, con presencia en localidades de Allen, Choele Choel, Cinco Saltos, Cipolletti, El Bolsón, General Roca, San Carlos de Bariloche y Villa Regina[17]. Por último, se registran también universidades privadas como la Universidad Empresarial Siglo 21, la Universidad Católica de Salta y la Universidad Blas Pascal, con sus carreras a distancia.

El Gobierno de la provincia de Río Negro se encuentra trabajando en la capacitación de los perfiles requeridos por los distintos proyectos energéticos que se encuentran en agenda para la zona, abarcando formaciones vinculadas a la producción de petróleo, el manejo de infraestructuras industriales y las energías renovables

Se trabaja incluso en modificaciones en los programas de las escuelas secundarias, diseño del que participan el Instituto Argentino de Petróleo y Gas, el Ministerio de Educación y distintas empresas del rubro. Dos de las seis primeras escuelas donde se implementarán reformas pertenecen al departamento de San Antonio, 1 se encuentra en Sierra Grande y 1 en San Antonio Oeste[18].

2.5.2 Acceso a la Salud

El sistema de salud provincial comprende un Nivel Central - el Ministerio de Salud ubicado en Viedma - que cumple un rol normativo y de conducción general, y una Red de Establecimientos prestadores de servicios. El territorio provincial se divide en 6 Zonas Sanitarias, donde se distribuyen 36 Hospitales Áreas Programas y 184 Centros de Salud.[19]

[16] ESCIMAR. https://escimar.com.ar/site/institucional

[17] Universidad Nacional de Río Negro. https://www.unrn.edu.ar/section/134/sedes-de-la-unrn.html

[18] Fuente: https://informativohoy.com.ar/energia-rio-negro-impulsa-la-formacion-tecnica-de-sus-jovenes/

[19] *Zona Sanitaria*: Es el nivel de regionalización sanitaria intermedia que integra y coordina un conjunto de áreas programas relacionadas geográficamente con el fin de optimizar recursos, atención y resultados de salud. Cada Zona Sanitaria articula el funcionamiento de sus recursos a través de un Hospital de Cabecera, que es responsable de coordinar y articular los hospitales del área. Cada Zona Sanitaria cuenta con una Coordinación Zonal, que debe representar y coordinar los diferentes equipos de Salud Mental Comunitaria de dicho territorio | *Hospital Área Programa*: unidad mínima de organización sanitaria, delimitada geográficamente con una estructura de conducción de todos los recursos disponibles para la atención de una población. Gobierno de Río Negro. https://rionegro.gov.ar/index.php?contID=49802

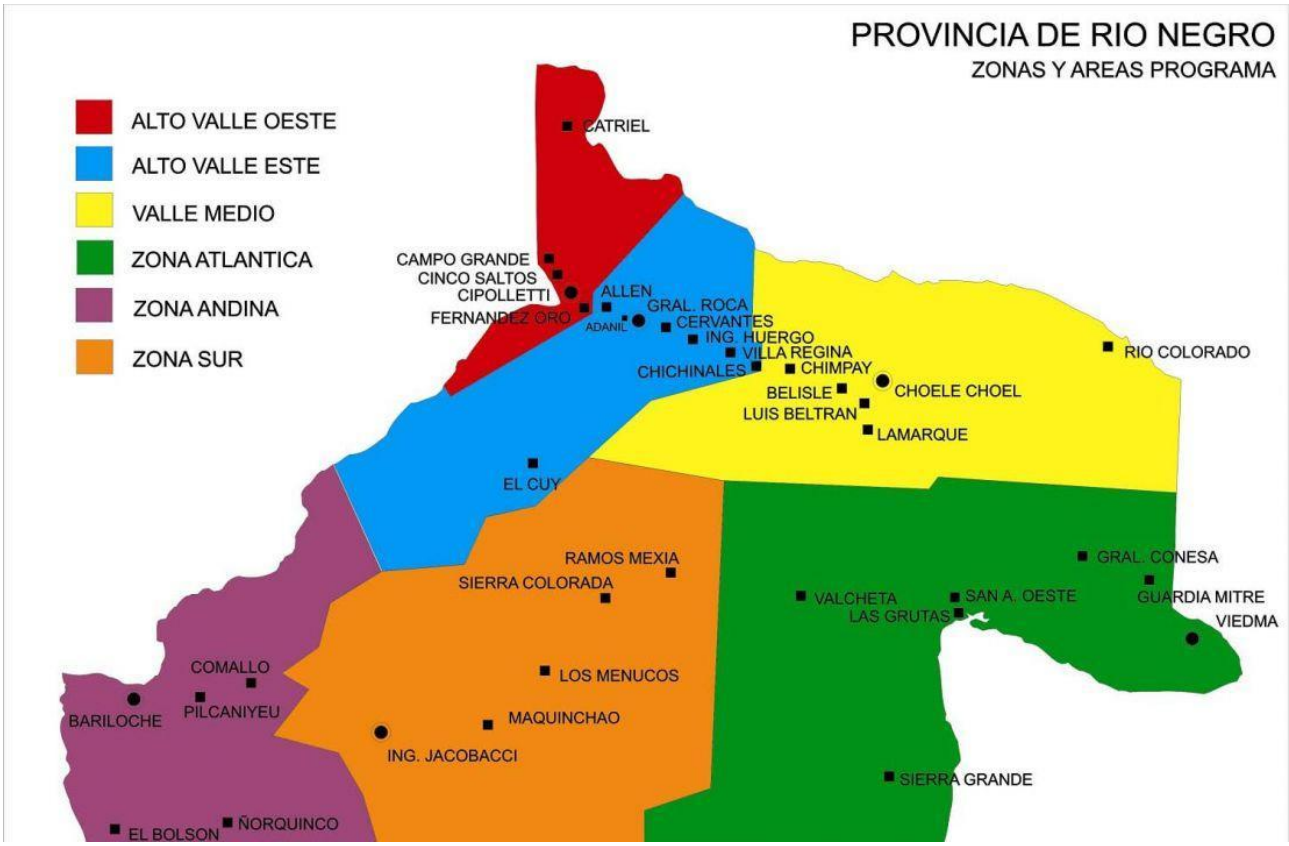


Figura 8. Zonas Sanitarias y Áreas Programas de Provincia de Río Negro. Año 2023. Fuente: Gobierno de la Provincia de Río Negro[20].

En el departamento de San Antonio se ubican 3 de los hospitales Área Programa provinciales (en San Antonio, Sierra Grande y Las Grutas) y 14 Centros de Salud, de los cuales 11 son provinciales, 2 privados y 1 municipal[21].

De acuerdo con datos estadísticos provinciales de 2022, en Río Negro la tasa de natalidad es de 10,3, de mortalidad es de 7,2, mortalidad infantil 7,3 y mortalidad fetal 7,2. En cuanto al departamento, los últimos datos disponibles corresponden a 2020 y presentan valores similares a la provincia en la tasa de natalidad, mientras que la tasa de mortalidad resulta 1 punto menor. Ese año no se registraron muertes infantiles en el departamento.

Tabla 8. Indicadores de Salud de la Provincia de Río Negro. Fuente: Dirección de Estadísticas y Censos de Río Negro y Ministerio de Salud de Río Negro (2020)[22].

Jurisdicción	Población	Nacidos Vivos	Tasa Bruta de Natalidad	Defun-ciones	Tasa Bruta de Mortalidad	Defun-ciones Infantiles	Tasa de Mortalidad Infantil	Tasa de mortalidad Fetal
Río Negro (2022)	766.387	7.912	10,3	5470	7,2	58	7,3	7,2
San Antonio (2020)	36.787	402	10,9	220	6	0	0	5

[20] Gobierno de Río Negro. https://rionegro.gov.ar/index.php?contID=49802

[21] SISA. https://sisa.msal.gov.ar/sisa/#sisa

[22] Gobierno de Río Negro. Dirección de Estadísticas y Censos. https://estadisticaycensos.rionegro.gov.ar/?contID=35690

Tabla 9. Indicadores de Salud de Zona Atlántica y localidades de San Antonio Oeste, Sierra Grande y Las Grutas. Año 2020. Fuente: Ministerio de Salud de Río Negro (2020).

Jurisdicción	Población	Nacidos Vivos	Defunciones	Tasa de Natalidad	Tasa de Mortalidad General	Tasa de Mortalidad Infantil	Tasa de Mortalidad Fetal
Zona Atlántica	118.984	1.300	802	10,9	6,7	3,1	6,9
San Antonio Oeste	20.264	257	143	12,7	7,1	0	7,7
Sierra Grande	10.467	98	48	9,4	4,6	0	0
Las Grutas	6.056	54	29	8,9	4,8	0	0

Respecto a las principales afecciones y causas de muerte se registra que, entre las principales causas de muerte en la provincia se encuentran las enfermedades del sistema circulatorio (20,5% del total), seguidas por tumores (19,8%), enfermedades del sistema respiratorio (14,1%) y enfermedades infecciosas y parasitarias (11,5%).

Tabla 10. Causas de defunciones en Provincia de Río Negro. Año 2022. Fuente: Ministerio de Salud de la Nación[23].

Grupos de Causas de Muerte	Total	%
TODAS LAS CAUSAS	5.457	100,0%
A. TOTAL CAUSAS DEFINIDAS	4.975	91,2%
1. Enfermedades infecciosas y parasitarias	629	11,5%
2. Tumores	1.080	19,8%
3. Diabetes mellitus	182	3,3%
4. Def.de la nutrición y anemias nutricionales	25	0,5%
5. Trastornos metabólicos	27	0,5%
6. Meningitis	1	0,0%
7. Enfermedad de Alzheimer	61	1,1%
8. Trast. mentales y del comportamiento	131	2,4%
9. Enfermedades del sistema circulatorio	1.118	20,5%
10. Enfermedades del sistema respiratorio	767	14,1%
11. Apendicitis, hernia de la cavidad abdominal y obstrucción intestinal	25	0,5%
12. Enfermedades del hígado	93	1,7%
13. Enfermedades del sistema urinario	194	3,6%
14. Embarazo, parto y puerperio	4	0,1%
15. Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	38	0,7%
16. Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	38	0,7%
17. Causas externas	287	5,3%
18. Demás causas definidas	275	5,0%
B. MAL DEFINIDAS Y DESCONOCIDAS	482	8,8%

[23] Gobierno Nacional – Salud. https://www.argentina.gob.ar/salud/deis/reporte-interactivo

2.6 CONDICIONES DE VIVIENDA Y SERVICIOS

2.6.1 Vivienda

De acuerdo con el CNPHV 2022 en Río Negro existen 307.730 viviendas particulares donde habitan un total de 747.697 personas y 275 viviendas colectivas, que albergan a 2.997 personas. En San Antonio se registran 17.410 viviendas particulares que reúnen a 35.473 personas y 58 viviendas colectivas donde se alojan 317 personas. Respecto de personas en situación de calle, se registraron ese año en la provincia 74 y en el departamento 10.

Tabla 11. Cantidad de viviendas según tipo y cantidad de personas por tipo de vivienda. Provincia de Río Negro y Departamento de San Antonio. Fuente: INDEC. CNPHV 2022.

Jurisdicción	Tipo de Vivienda			
	Particular		Colectiva	
	Total	Cant. Personas	Total	Cant. Personas
Río Negro	307.730	747.697	275	2.997
San Antonio	17.410	35.473	58	317

Según Manzi (2010) en la zona aumentó el loteo y la construcción de viviendas, principalmente en áreas cercanas a las localidades balnearias, que son utilizadas en general de manera estacional y no de forma permanente. De todos modos, también se registraba un aumento de la población permanente, sobre todo en barrios de la localidad de San Antonio Oeste.

En cuanto al porcentaje de viviendas ocupadas que cuentan con pisos con revestimiento, en San Antonio alcanza el 92%, similar a lo registrado en la provincia (91%). En el departamento la proporción de viviendas propias es del 61%, 4 puntos por debajo de lo registrado en provincia (65%).

Tabla 12. Viviendas con pisos con revestimientos y proporción de viviendas propias. Provincia de Río Negro y Departamento de General Roca. Año 2022. Fuente: CNPHV 2022. INDEC.

Jurisdicción	Pisos con Revestimiento	Vivienda Propia
Río Negro	91%	65%
San Antonio	92%	61%

2.6.2 Servicios

Según CNPHV 2022 (INDEC), las redes públicas de servicios de viviendas particulares de la provincia presentan una cobertura del 92% en el caso del agua de red pública, 82% en gas natural o electricidad para cocinar y 66% en la red cloacal. En el caso de San Antonio la cobertura de red cloacal y gas o electricidad es igual al observado en la provincia y la de agua por red pública asciende al 98%.

Tabla 13. Acceso a servicios públicos en viviendas particulares ocupadas. Provincia de Río Negro y Departamento de San Antonio. Año 2022. Fuente: CNPHV 2022. INDEC.

Jurisdicción	Agua por cañería dentro de la vivienda	Agua para beber y cocinar por red pública	Baño o letrina dentro de la vivienda	Dos o más baños	Baño con inodoro con arrastre de agua	Desagüe del inodoro del baño a red pública	Gas de red o electricidad para cocinar
Río Negro	96%	92%	96%	24%	93%	66%	82%
San Antonio	96%	98%	98%	20%	93%	66%	82%

El servicio de provisión de agua potable y saneamiento en la provincia es provisto por el Aguas Rionegrinas[24] y el proveedor del servicio de Gas natural es la empresa privada Camuzzi Gas del Sur[25].

La provisión de energía eléctrica es a través de EDERSA[26] y, en las zonas donde no llega las líneas del servicio eléctrico concesionado, el Estado Provincial tiene a cargo la prestación y mantenimiento del servicio para sus pobladores a través del área de Generación Aislada, creada para tal fin por la Secretaría de Energía.

La transportista Transcomahue es una sociedad estatal que nació a partir de la liquidación de la empresa Energía Río Negro Sociedad del Estado (ERSE) y que quedó constituida en 1997. La empresa tiene la concesión de las redes zonales de transporte en tensión de 132 kV para operar y mantener el sistema de transporte que abarca en la actualidad 602,2 km de línea y las Estaciones Transformadoras (EETTs) de Allen, Cinco Saltos, Cipolletti (2), General Roca (2), Loma Negra, Luis Beltrán, Medanito, Pomona, Señal Picada, Villa Regina, y próximamente General Conesa y El Solito[27].

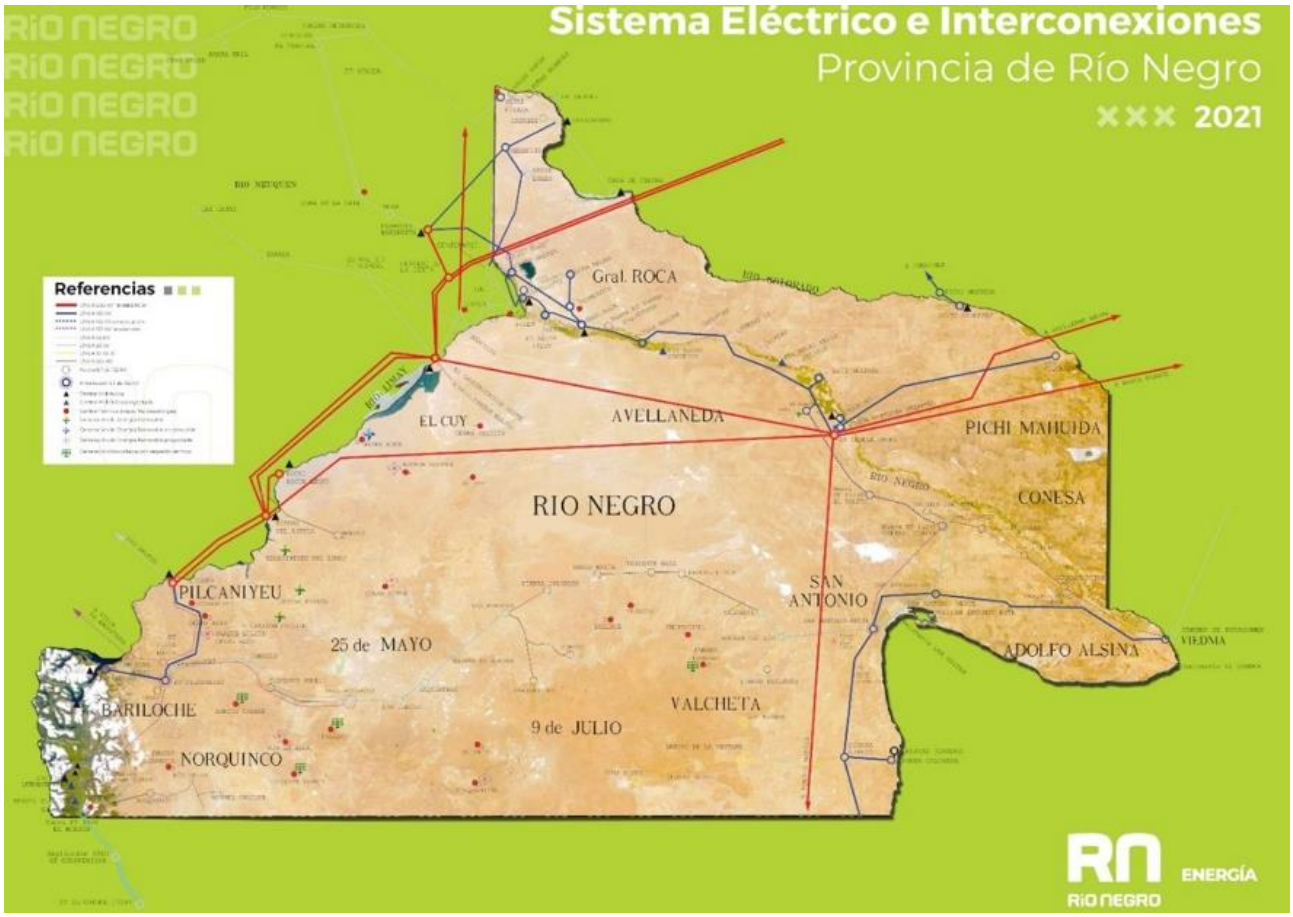


Figura 9. Mapa eléctrico de la Provincia de Río Negro. Año 2021. Fuente: Secretaría de Energía de la Provincia de Río Negro[28].

[24] Aguas Rionegrinas. https://aguasrionegrinas.com/

[25] Camuzzi Gas. https://www.camuzzigas.com/

[26] EDERSA. https://www.edersa.com.ar/

[27] Gobierno de Río Negro – Energía. https://energia.rionegro.gov.ar/servicio/137/servicio-electrico-en-rio-negro?n=NDM5

[28] Gobierno de Río Negro – Energía. https://energia.rionegro.gov.ar/servicio/137/servicio-electrico-en-rio-negro?n=NDM5

- **Vías de acceso**

El área de influencia se encuentra bajo la jurisdicción de la Delegación III de Vialidad Provincial, cuya oficina se encuentra en el municipio de San Antonio Oeste. Las rutas provinciales bajo su responsabilidad (Nº 2, 4, 5, 9, 58, 59, 60, 61 y 62) abarcan parte de los departamentos de General Conesa, San Antonio, Valcheta y 9 de Julio.

La Delegación posee rutas de ripio y huella natural que suelen requerir arreglos constantes a causa del clima. Se ocupa principalmente de tareas de mejoramiento (repaso de calzada y levante de traza, entre otras) y es también la responsable del camino turístico de ripio que une Sierra Grande con Playas Doradas (RP5)[29].

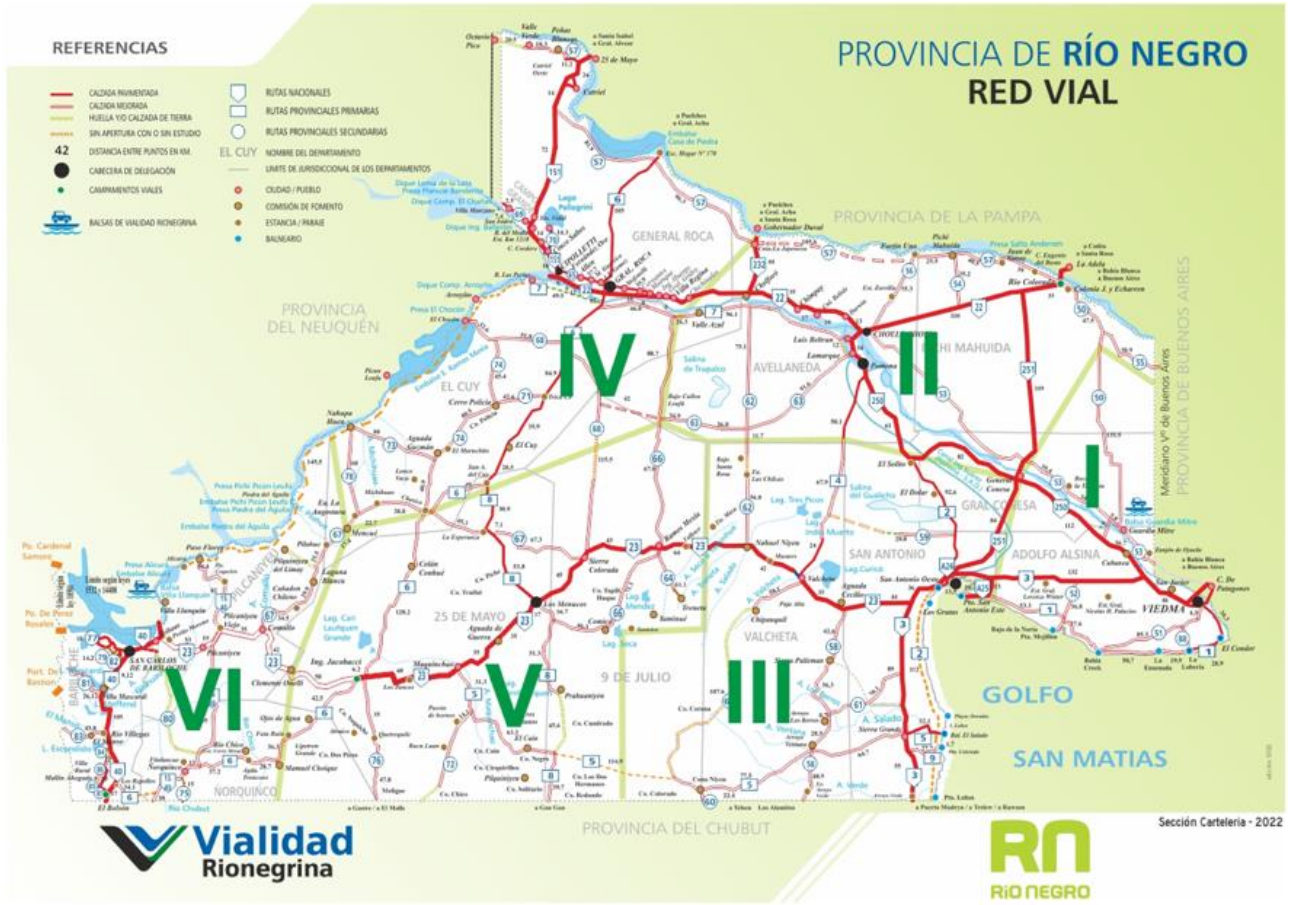


Figura 10. Mapa de Río Negro. Fuente Vialidad Provincial[30].

2.6.3 Barrios Populares

Los barrios populares y asentamientos informales se caracterizan por ser barrios cuyos conjuntos de viviendas presentan diferentes grados de precariedad y hacinamiento, y buscan mantener la trama urbana como continuidad del tejido de la ciudad formal. Estos se consideran barrios vulnerables, conformados a través de diversas estrategias de ocupación del suelo, en los que viven al menos 8 familias agrupadas o contiguas, donde más de la mitad de la población no cuenta con título de propiedad del suelo ni acceso regular a dos, o más, de los servicios básicos (red de agua corriente, red de energía eléctrica con medidor domiciliario y/o red cloacal).

[29] Vialidad de Río Negro. http://vialidad.rionegro.gov.ar/?page_id=93

[30] Vialidad de Río Negro. http://vialidad.rionegro.gov.ar/?page_id=169

Una importante proporción de barrios y asentamientos populares se encuentran inscriptos en el Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP), que fue llevado a cabo entre 2016 y 2017 por parte de un conjunto de organizaciones sociales y políticas y el Estado Nacional. El 23 de mayo de 2017 el estado nacional sancionó el Decreto 358/2017 que reconoce el RENABAP y el Certificado de Vivienda Familiar (CVF) [31], creado por el Decreto 358/2017 del Gobierno Nacional, implementado por el Ministerio de Desarrollo Social, que reúne barrios populares de distintas provincias del país.

Actualmente en RENABAP se registran los siguientes 7 barrios populares inscriptos pertenecientes al departamento San Antonio: 2 en la localidad de San Antonio Oeste, 3 en Las Grutas y 2 en Sierra Grande.

Tabla 14. Barrios Populares en departamento San Antonio. Año 2022.Fuente: elaboración propia en base a RENABAP[32].

Nombre	Localidad	Viviendas aprox.	Familias aprox.	Década de Creación	Superficie (m^2)
s/n	SAO	40	44	2000	224.744
Villa Hípica	SAO	12	13	2010	79.611
s/n	Las Grutas	20	22	2020	35.495
Veintitrés de Septiembre	Las Grutas	26	29	2010	22.047
Los Pulperos	Las Grutas	40	44	1990	24.552
Huerta Comunitaria	Sierra Grande	8	9	2000	47.501
Campito Del Este	Sierra Grande	15	17	2010	90.143

En la localidad de San Antonio Oeste se ubica uno de los dos barrios que presentan mayor cantidad de familias residentes (44). Este barrio, sin nombre asignado en los registros, es de los siete el que ocupa la mayor superficie: 224.744 m^2.



Figura 11. Barrios populares de la localidad de San Antonio Oeste. Año 2024. Fuente: RENABAP.

[31] El CVF es un documento expedido por la ANSES que permite a los habitantes de barrios populares encuestados en el marco del Relevamiento Nacional de Barrios Populares acreditar su domicilio ante cualquier autoridad pública nacional, provincial o municipal y solicitar servicios como la conexión a la red de agua corriente, cloacas, energía eléctrica, gas natural o transporte.

[32] RENABAP | Observatorio de Barrios Populares. https://lookerstudio.google.com/u/0/reporting/0a127285-4dd0-43b2-b7b2-98390bfd567f/page/klATC

El otro barrio que registra mayor cantidad de familias es Los Pulperos, ubicado en la localidad de Las Grutas. Cuenta también con 44 familias residentes y es, además el más antiguo de los barrios populares del departamento (creado en la década de 1990).

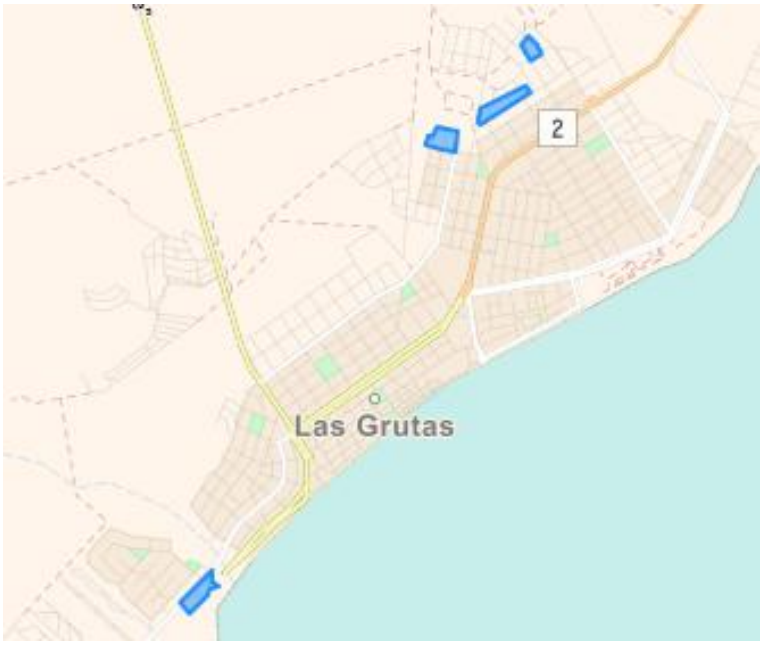


Figura 12. Barrios populares de la localidad de Las Grutas. Año 2024. Fuente: RENABAP.

En Sierra Grande, por último, se ubican 2 de los barrios populares identificados: en Huerta Comunitaria viven 9 familias y en Campito del Este 17.

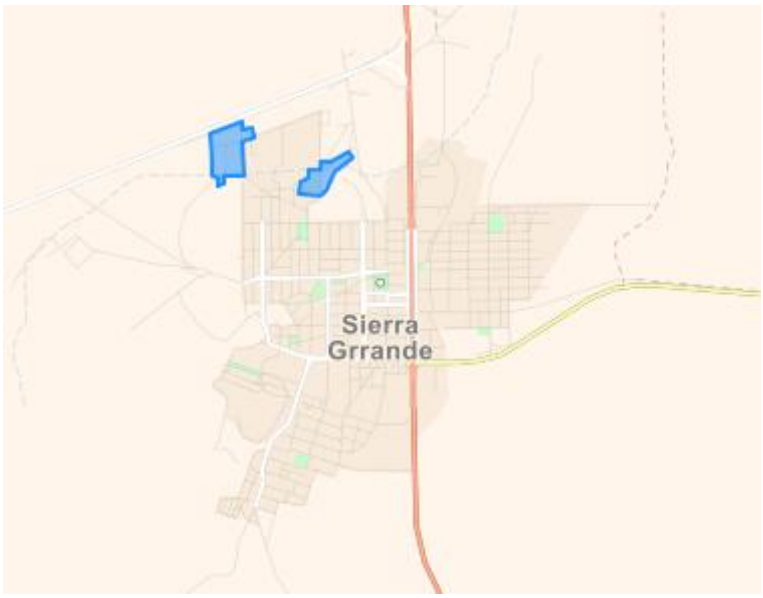


Figura 13. Barrios populares inscriptos en RENABAP en localidad de Sierra Grande. Año 2024. Fuente: RENABAP.

2.6.4 NBI

El concepto de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) permite la delimitación de grupos de pobreza estructural y representa una alternativa a la identificación de la pobreza considerada únicamente como insuficiencia de ingresos. Por medio de este abordaje se identifican dimensiones de privación absoluta y se enfoca la pobreza como el resultado de un cúmulo de privaciones materiales esenciales (INDEC). Se construye con los siguientes indicadores:

- NBI 1. Vivienda: es el tipo de vivienda que habitan los hogares que moran en habitaciones de inquilinato, hotel o pensión, viviendas no destinadas a fines habitacionales, viviendas precarias y otro tipo de vivienda. Se excluye a las viviendas tipo casa, departamento y rancho.
- NBI 2. Condiciones sanitarias: incluye a los hogares que no poseen retrete.
- NBI 3. Hacinamiento: es la relación entre la cantidad total de miembros del hogar y la cantidad de habitaciones de uso exclusivo del hogar. Operacionalmente se considera que existe hacinamiento crítico cuando en el hogar hay más de tres personas por cuarto.
- NBI 4. Asistencia escolar: hogares que tienen al menos un niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela.
- NBI 5. Capacidad de subsistencia: incluye a los hogares que tienen cuatro o más personas por miembro ocupado y que tienen un jefe no ha completado el tercer grado de escolaridad primaria.

No hay disponibles datos del último CNPHV de INDEC, por lo cual se toman datos del CNPHV 2010. Según dicho censo en la provincia de Río Negro la proporción de hogares con NBI es del 9,5 % (18.894 hogares) y en el departamento de San Antonio del 6,2% (579 hogares).

2.7 ASPECTOS ECONÓMICOS

La actividad económica de la provincia se distribuye entre la actividad agrícola del Alto Valle y la ganadería de tipo extensiva a lo largo de toda la provincia, la extracción de gas y petróleo en la cuenca neuquina y la pesca en el Golfo San Matías. La provincia se caracteriza por presentar una marcada especialización en la producción de bienes agroindustriales de exportación, siendo la actividad agrícola bajo riego, y dentro de ésta especialmente la fruticultura, una de las principales actividades económicas.

El Producto Bruto Geográfico (PBG) de la provincia del Río Negro en el año 2021 alcanzó un valor de 9.650.170 millones de pesos a precios constantes de 2004, representando un PBG por habitante de 12.747 pesos. La actividad primaria alcanzó los 1.149.207 millones de pesos constantes (11,9% del PBG), el sector secundario los 1.262.417 millones de pesos (13,08% del PBG), mientras que el sector terciario o de servicios llegó a los 7.238.546 millones de pesos (75% del PBG). Los sectores con mayor participación en el PGB son el sector terciario con 22%, específicamente lo vinculado a comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos; el 14% corresponde a servicio de transporte, de almacenamiento y de comunicaciones; 14% en servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler y 11% en administración pública, defensa y seguridad social obligatoria[33].

En cuanto a las ramas de actividad según el porcentaje de puestos de trabajo ocupados en cada una, en la siguiente tabla se detalla esta información para el departamento de San Antonio. Se observa que el sector con mayor proporción de puestos de trabajo a nivel departamental es el comercio, seguido por la industria y la actividad de transporte y almacenaje.

[33] Gobierno de Río Negro - Dirección de Estadísticas y Censos. https://estadisticaycensos.rionegro.gov.ar/?contID=38297

Tabla 15. Empresas y puestos de trabajo ocupados por actividad económica. Departamento de San Antonio. Año 2022. Fuente: Elaboración propia en base a Mapa productivo – laboral argentino[34].

Descripción	Establecimientos Productivos	Absoluto	Relativo
Total	606	3315	100%
Comercio	206	726	22%
Industria	44	678	20%
Transporte y almacenaje	30	412	12%
Agro y pesca	43	282	9%
Alojamiento y gastronomía	96	273	8%
Petróleo y minería	11	247	7%
Asociaciones y servicios personales	55	128	3,9%
Servicios artísticos, culturales	16	117	3,5%
Construcción	12	70	2,1%
Salud y servicios sociales	13	67	2,0%
Finanzas	15	60	1,8%
Actividades administrativas	11	59	1,8%
Enseñanza	6	45	1,4%
Servicios profesionales	24	42	1,3%
Servicios inmobiliarios	14	39	1,2%
Suministro de energía y gas	4	34	1,0%
Información y comunicaciones	4	28	0,8%
Otros	1	6	0,2%
Agua y saneamiento	1	2	0,1%

Con relación a las cadenas productivas, la que más aporta al PBG provincial es la hidrocarburífera. Río Negro es la quinta provincia productora de petróleo y la sexta en gas. En su territorio operan 12 empresas del rubro, con 35 concesiones de áreas otorgadas por el Estado Provincial.[35]

Respecto del Golfo San Matías, su costa abarca alrededor de 350 km que recorren desde la desembocadura del río Negro hasta Puerto Lobos (Manzi, 2010). Es el segundo más extenso de la costa del país (Mange, 2023) e incluye, entre otras, a las localidades de San Antonio Oeste, Sierra Grande y Las Grutas, del departamento afectado al área de estudio.

El Golfo, y las actividades desarrolladas en torno suyo resultan, de este modo, centrales para la dinámica económica de la zona, siendo la pesca y el turismo expresión de ello (Manzi,2010); centrándose la primera en San Antonio Oeste y la segunda en Las Grutas (FAO, 2015a y FAO, 2015b), ambas en la región abarcada por la Bahía de San Antonio que tiene un alto valor biológico y productivo por reunir una gran cantidad de especies animales (Carbone, 2014): se encuentran en la zona 257 especies de invertebrados (131 son moluscos), 94 de peces, 198 de aves y al menos 24 de mamíferos marinos (lobos y cetáceos). Además, en las dunas hay reservorios de agua dulce que resultan fundamentales para la región por su aridez (Mange, 2023).

[34] Mapa productivo laboral argentino. https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiM2Q4MjQ5ODctYzE5MS00MTAyLWI3YWEtMTUwYWMzNWVjZmQyIiwidCI6ImNiODg0ZGI1LTI0ODUtNGY5Yi05MzhlLTNlNjIxZjIyMjU3YiIsImMiOjR9

[35] Gobierno de Río Negro – Energía. https://rionegro.gov.ar/energia

2.7.1 Pesca

El Golfo San Matias es el punto de encuentro entre la corriente cálida proveniente de Brasil con la corriente fría magallánica de las Malvinas, siendo así un lugar especial por las especies que pueden encontrarse en su territorio (Carut, 2022). Esta particularidad hace que sea, también, un lugar de transición entre dos "provincias biogeográficas marinas" (la bonaerense y la magallánica), resultando un ambiente propicio tanto para especies de aguas templadas como frías.

Según estudios arqueológicos de la costa del golfo que comenzaron en 2004 (Alberti, 2022), la actividad pesquera en el golfo formó parte de la subsistencia de grupos humanos durante los últimos 6.000 años radiocarbónicos AP y, específicamente en la costa oeste del Golfo abarcada por el área de estudio, el registro pesquero recuperado se ubica en torno a los 3.000 años AP (Scartascini, 2020).

La actividad pesquera, además de desarrollarse de manera industrial, se lleva adelante en la zona del golfo también de manera artesanal, que incluye la recolección de pulpos, mariscos y bivalvos, que son luego vendidos de manera particular (Manzi, 2010). Para más detalle ver en Caracterización Local la sección 3.7.2 de Pesca.

Desde 1992, por Ley Provincial Nº 2.519 se declara de interés provincial el desarrollo de la actividad Pesquera Artesanal Marítima y se crea[36]:

- el Registro Provincial de la Actividad Pesquera Marítima Artesanal; y
- la Terminal Pesquera Artesanal en el muelle de San Antonio Oeste.

Quedan comprendidos en el marco de la Actividad Pesquera Artesanal Marítima, los siguientes actos de extracción de recursos:

a) Pesca de especies ícticas mediante la utilización de redes playeras, trasmallos, redes agalleras, redes fijas, trampas y artes de anzuelo; todas ellas operadas desde la costa, con o sin el apoyo de embarcaciones menores.

b) Pesca de especies ícticas o moluscos desde embarcaciones menores mediante la utilización de artes de anzuelos, señuelos de cualquier tipo o trampas.

c) Extracción manual de moluscos y/o crustáceos mediante buceo desde costa o embarcación menor.

d) Recolección manual de moluscos y/o crustáceos en la zona intermareal.

De acuerdo con datos analizados y las entrevistas, los principales recursos que se explotan en el Golfo San Matías son:

- Langostino (apareció en el Golfo entre 2016 y 2018, actualmente endeble)
- Merluza (recurso histórico y actualmente endeble)
- Pulpitos, crustáceos y moluscos (práctica histórica realizada estacionalmente)

Según datos de la Dirección de Pesca de la provincia para el período 2010-2019 la **merluza** fue, si bien con variaciones, la especie que registró la mayor cantidad de toneladas extraídas, seguida por la categoría "otras especies" y contabilizándose también la pesca de calamares.

[36] Legislatura de Rio Negro. https://web.legisrn.gov.ar/legislativa/legislacion/documento?id=2520

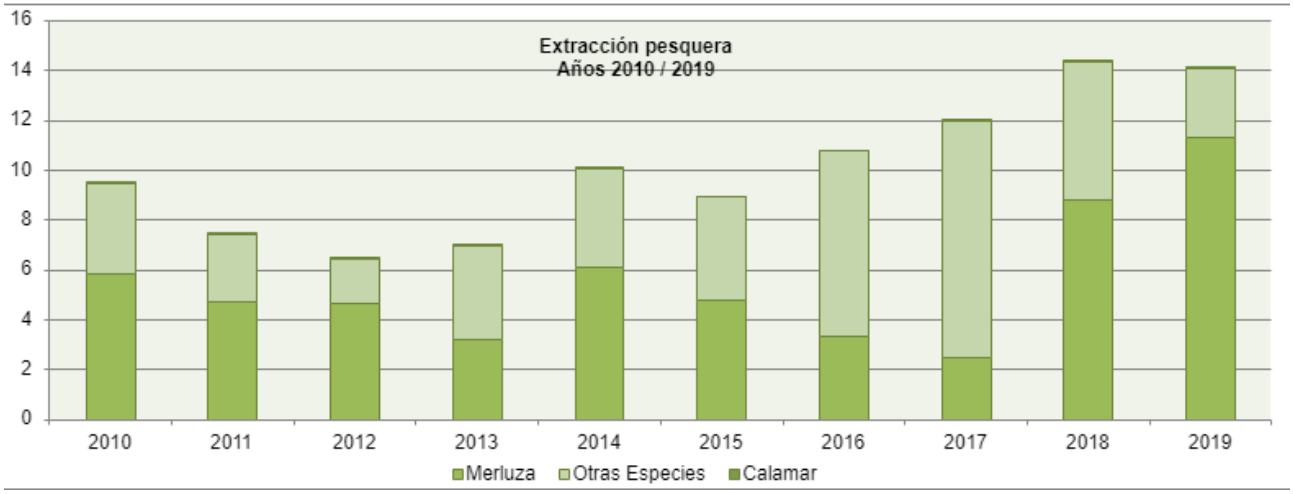


Figura 14. Toneladas extraídas. Actividad pesquera. Período 2010-2019. Fuente: Dirección de Pesca de la provincia[37].

La actual situación de la pesca en la provincia es muy distinta a lo presentado porque desde mayo de 2022 se declaró la emergencia pesquera ante la falta de recursos. Desde la Subsecretaría de Pesca, se declaró la Emergencia Pesquera por un año (Decreto 480/2023), luego de la Campaña de Evaluación y Monitoreo de Recursos Demersales (REDE22) llevada adelante en el Golfo San Matías entre octubre y noviembre del 2022 a través del INIDEP (Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero) con el barco Víctor Angelescu. Los Informes de campaña de relevamiento de merluza y de especies acompañantes de mersales en el Golfo San Matías dieron resultados negativos, marcaron una disminución de biomasa de merluza, razón por la cual se tomaron una serie de decisiones en materia de restricciones y también de acompañamiento económico del sector.

Si bien en el informe se adjudica la crisis del sector a una sobreexplotación de los recursos ictícolas derivada de una sostenida falta de información científica acerca del estado de situación, desde el gobierno provincial se atribuye la escasez, particularmente de la merluza, a un cambio del ecosistema que puede ser producto de la variación en la temperatura del agua a raíz de efectos del cambio climático.[38] Las causas o razones por la falta de recursos generan suspicacias y tensiones en el sector y entre los distintos actores involucrados en la actividad (pescadores industriales, pescadores artesanales, áreas de gobierno y control de la pesca, sindicatos, etc.). Para más detalle ver en Partes Interesadas la sección 5.2 de Mapeo de Partes Interesadas.

En junio de 2024, mediante el Decreto Provincial N°551/2024, la emergencia fue prorrogada por un año luego de conocerse que el estado de crisis continúa. La misma fue descripta en los informes del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS) que advirtió que la sostenibilidad biológica de la merluza común en el Golfo se encuentra en riesgo (Informe Técnico N°01/2023) y que, de no revertirse la situación, la crisis de la merluza podría llevar al colapso de la actividad pesquera (Informe Técnico N°08/2024). Junto a la emergencia fueron tomadas también las siguientes medidas:

- Limitación del desembarco de merluza y langostino al 75% del promedio anual de 2021-2023.
- Restricción de salidas de pesca a 90 anuales para permisos bajo la Ley N°2.519.

[37] Gobierno de Río Negro - Dirección de Estadísticas y Censos. https://estadisticaycensos.rionegro.gov.ar/?contID=19839

[38] "La pesca rionegrina, más allá de la Ley Ómnibus: por qué 2023 fue el peor año de su historia" (07/01/2024). Diario Río Negro. https://www.rionegro.com.ar/economia/la-pesca-rionegrina-mas-alla-de-la-ley-omnibus-por-que-2023-fue-el-peor-ano-de-su-historia-3347775/

- Supervisión del volumen de captura permitido.
- Cese de actividades al alcanzar los límites establecidos.
- Mantenimiento de zonas de veda y suspensión excepciones.
- Permisos para la Subsecretaría de Pesca y Producción Acuícola para ajustar la actividad según datos científicos.
- Consideración de infracciones al decreto como faltas graves[39].

En cuanto a la pesca de **langostinos**, que se inició en la zona del Golfo en 2013 y se volvió en los últimos años un producto muy demandado. Frente a la escasez del recurso, en junio de 2024 el Consejo Federal Pesquero, como medida paliativa, asignó por primera vez a Río Negro una cuota social de 3.500 toneladas anuales (ver sección 3.7.2 de Pesca).

Por último, cabe mencionar que en la legislatura provincial se encuentra creada la Comisión Especial de Pesca y Desarrollo de la Zona Atlántica (Res. N°676/12), conformada por siete legisladores/as. Las comisiones legislativas son órganos de asesoramiento cuya función es estudiar los proyectos ingresados y producir dictámenes sobre los mismos. Pueden ser permanentes o especiales y cada una posee una temática en particular.[40]

2.7.2 Turismo

Desde 2012 funciona en la provincia el Observatorio Turístico, creado mediante Ley Nº4.805, que busca ser un área interdisciplinaria de análisis y de la actividad, brindando insumos para la toma de decisiones, la elaboración de estrategias de gestión y proyecciones de la actividad (Pierucci, 2021).

El Gobierno de la provincia detalla 4 regiones relevantes para la actividad turística: Cordillera, Estepa, Valle y Costa; y esta última se encuentra organizada principalmente en torno al **Golfo San Matías**. De hecho, recientemente distintos actores del sector público y privado de Viedma, San Antonio Oeste y Sierra Grande se reunieron para comenzar a trabajar en la región del Golfo como un corredor turístico.[41]

El turismo en la zona no fue parte de una planificación, sino que surgió espontáneamente a partir de visitantes residentes de localidades cercanas, que comenzaron a acercarse a los sitios cercanos a la costa, caracterizada por presentar playas amplias y grandes acantilados que rodean el Golfo (Pierucci, 2021).

Si bien la actividad se desarrolla durante todo el año, el verano es el momento donde más movimiento se registra por las actividades vinculadas a la playa.[42] Además del uso turístico programado existe también, durante todo el año, actividades recreativas de pobladores locales (Manzi, 2010).

[39] "Río Negro prorroga la emergencia pesquera en el Golfo San Matías" (07/06/2024). Pescare. https://pescare.com.ar/rio-negro-prorroga-la-emergencia-pesquera-en-el-golfo-san-matias/

[40] Fuente: relevado mediante entrevistas. Para más información ver: https://web.legisrn.gov.ar/institucional/legisladores/ver?id=692

[41] "La costa atlántica rionegrina busca posicionarse como corredor turístico) (15/05/2024). Portal de noticias del Gobierno de Río Negro. https://prensa.rionegro.gov.ar/articulo/49406/la-costa-atlantica-rionegrina-busca-posicionarse-como-corredor-turistico?n=OTE

[42] Gobierno de Río Negro – Turismo. https://turismo.rionegro.gov.ar/region/costa_106

Las características del Golfo permiten el desarrollo de distintas actividades, entre las que se encuentran el avistamiento de ballenas, aves y lobos marinos, el buceo, la pesca deportiva y paseos en cuatriciclos, motocicletas y caballos.

Además del área de la Bahía de San Antonio (ver sección 3.7.1 de Turismo), en la zona sur del litoral rionegrino, en la localidad **Sierra Grande**, se puede visitar lo que fue la mina de hierro más grande de Sudamérica y desde allí se puede visitar *Playas Doradas*[43], una villa balnearia que en los últimos años experimentó un importante desarrollo, estando preparada para recibir visitantes, con disponibilidad hotelera, camping, casas de alquiler, restaurantes y oferta de actividades náuticas.

Sierra Grande es, además, junto a Viedma y El Cóndor, destino de estudiantes de los niveles primarios y secundarios que realizan viajes de estudios. Cerca de la localidad se puede visitar la meseta de Somuncura, donde se encuentran formaciones rocosas, manantiales, fauna autóctona, pinturas rupestres y esculturas de habitantes originarios (Pierucci, 2021).

Por último, respecto de la infraestructura presente en la zona, de las 9 localidades contempladas dentro de la sección Mar por el Gobierno de Río Negro, 5 corresponden al departamento de San Antonio: Las Grutas, como el foco turístico más importante, cuenta con 55 de los 86 alojamientos habilitados por el Ministerio de Turismo y Deportes en la sección Mar, seguida por Sierra Grande con 10 y San Antonio Oeste con 7. De los 55 alojamientos de Las Grutas, 29 son hoteles/apart hotel, 12 campings, 10 hospedajes/residenciales y 4 hostel.[44]

Según se indicó en la entrevista con representantes del sector hotelero y gastronómico de la costa del Golfo San Matías, la mayor cantidad de servicios para el turismo se encuentra en Las Grutas con una capacidad estimada de 30 mil camas registradas y un estimado de 15 mil camas sin registrar durante la temporada de verano, mientras que en SAO se cuentan 600 plazas. En segundo lugar, se importancia en capacidad se encuentra Playa Dorada en el municipio de Sierra Grande (cerca de Punta Colorada) con un total de 2600 camas (ver sección 3.3 de Dinámica Poblacional).

2.7.3 Condición de Actividad

De acuerdo con datos del Censo 2022, el 60% de la población de 14 años y más de la provincia se encuentra ocupada, mientras que el porcentaje desciende 3 puntos en el caso del departamento. El desempleo es en ambos casos de 8 puntos porcentuales y la tasa de actividad resulta en el departamento 3 puntos menor que la provincial (62% y 65%, respectivamente).

Si se analiza la condición de actividad según sexo, se observa que en ambas jurisdicciones la tasa de desocupación resulta mayor en las mujeres, contrario a lo observado con la tasa de actividad.

[43] Gobierno de Río Negro – Turismo. https://turismo.rionegro.gov.ar/region/costa_106

[44] Gobierno de Río Negro – Turismo. https://turismo.rionegro.gov.ar/actividad/alojamiento-habilitado_541

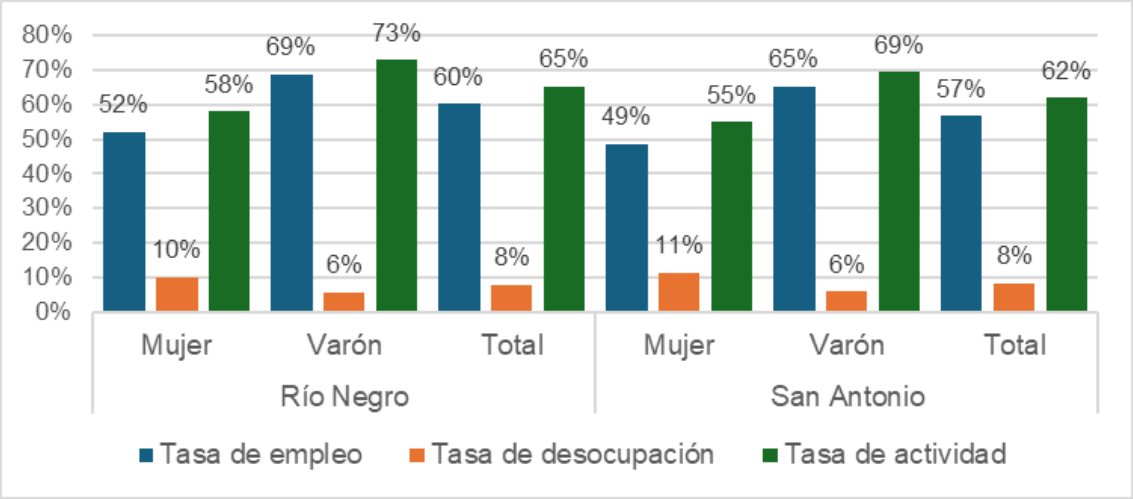


Figura 15. Condición de actividad según sexo. Provincia de Río Negro y departamento San Antonio. Año 2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2022.

2.8 ORDENAMIENTO TERRITORIAL PROVINCIAL

La Provincia no cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial. El documento público con participación de la población y con vigencia que ofrece un marco de referencia en cuanto a temas de desarrollo territorial es la **Agenda de Actuación Territorial para la Provincia de Río Negro** (CFI, 2013)[45]. La provincia de Rio Negro realizó el documento en el año 2013 con apoyo del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y el mismo cuenta con dos volúmenes: el primero de carácter propositivo, analiza el territorio y plantea la modalidad de intervención y el segundo contiene una serie de anexos con enfoques e información complementaria.

En el proceso de elaboración de esta Agenda de Actuación Territorial, los antecedentes que se tuvieron en cuenta fueron:

- A nivel internacional: los documentos elaborados por UNASUR para la promoción de la integración de América del Sur.
- A nivel nacional, el PET (Plan Estratégico Territorial) 2016.
- A nivel local: el “Proyecto Río Negro 2000”, el “Plan Río Negro 2015” (2007)[46] y el “Plan Estratégico de Turismo Sustentable de Río Negro. Informe de Gestión 2012” (Ministerio de Turismo de la Provincia de Río Negro).

La Agenda de Actuación Territorial para la Provincia de Río Negro es un instrumento de ordenamiento territorial *ad hoc*, no equivale ni pretende convertirse en un Plan Estratégico Provincial sino que *se elaboró* con el propósito de diseñar el “soporte físico” a partir del cual desplegar una estrategia de desarrollo e integración del territorio provincial y ajustar el modelo de desarrollo territorial de la provincia para incorporarlo al PET (Plan Estratégico Territorial Nacional). Son objetivos de esta estrategia:

- Incrementar la actividad económica y la generación de empleo.
- Mejorar los indicadores sociales en el área urbana y rural.
- Mitigar los impactos ambientales.

[45] CFI. http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/agenda-de-actuacion-territorial-para-la-provincia-de-rio-negro/

[46] CFI. Parte 1: http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2010/01/47947.pdf | Parte 2: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_rio_negro_2015.pdf

- Optimizar la relación del gobierno provincial con el territorio.

En 2018 se realizaron reuniones y documentos que vinculan a La Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las políticas públicas existentes en torno a los lineamientos de los 17 ODS. Fueron organizadas por la Secretaría de Programas Especiales y Enlace con CFI, en conjunto con el CNCPS, y con el acompañamiento de la Oficina de Naciones Unidas en Argentina.[47]

De acuerdo con estos documentos, la provincia de Rio negro está clasificada en las siguientes cuatro regiones, siendo que el área de estudio del proyecto se encuentra en la denominada región Atlántica.

1. **Región Andina:** comprende 15 gobiernos locales, entre las principales ciudades se encuentran San Carlos de Bariloche y El Bolsón. Abarca los departamentos de: Bariloche, Pilcaniyeu y Ñorquinco.
2. **Región Atlántica**: incluye 12 gobiernos locales, entre ellos la ciudad de Viedma, capital de la provincia. Otras ciudades importantes son: San Antonio Oeste, Sierra Grande y Valcheta. Abarca los departamentos de San Antonio y Adolfo Alsina.
3. **Región de los Valles**: se ubican 29 gobiernos locales, siendo las principales ciudades General Roca, Cipolletti y Villa Regina. Abarca los departamentos: General Roca, Avellaneda, Pichi Mahuida y Conesa.
4. **Región Estepa**: comprende 20 gobiernos locales, entre las principales ciudades se encuentran Los Menucos e Ingeniero Jacobacci. Abarca los departamentos de El Cuy, 25 de Mayo y 9 de Julio.

En la región atlántica se destaca el rol productivo de tres actividades: turismo, pesca y complejo minero-industrial. Se mencionan como puntos de interés para el desarrollo del turismo las áreas protegidas provinciales (Bahía San Antonio y Lobería de Viedma) y la pesca embarcada en el golfo San Matías.

Puntualmente, en el “Plan Estratégico de Turismo Sustentable de Río Negro. Informe de Gestión 2012” (Ministerio de Turismo de la Provincia de Río Negro) destaca que se requiere un posicionamiento estratégico que contemple la necesidad de atender las particularidades de cada región en relación con la intensidad de sus actividades, y que, además, se aboque a promover el desarrollo de las zonas que requieran de una presencia más activa del Estado para la puesta en marcha de políticas de desarrollo turístico. Esto supone desarrollar nuevos equipamientos que puedan renovar la oferta (el Centro de Convenciones y el Parque Submarino en Las Grutas y el Autódromo y Predio Ferial en Viedma) (CFI, 2013)

[47] CFI (2020). Apoyo técnico para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 en la provincia de Río Negro. https://rionegro.gov.ar/contenido/Hidrogeno%20Verde/agenda2030.pdf

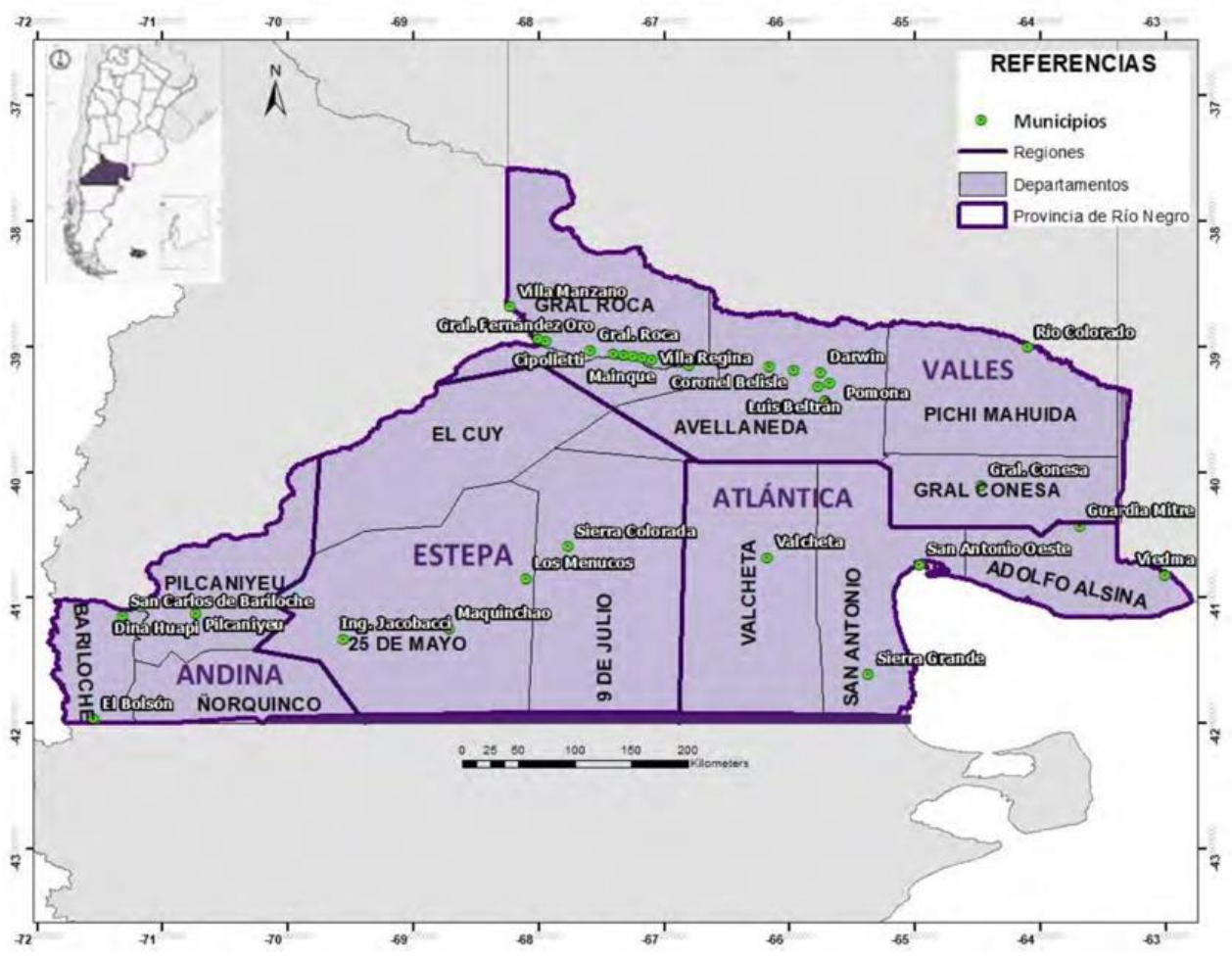


Figura 16. Distribución de localidades y departamentos de la provincia de Rio negro según regiones geográficas. Fuente: CFI (2020)[48]

En particular es dable mencionar el interés gubernamental por el desarrollo territorial de la Línea Sur. En este sentido desde el CFI (en 2017) se aportó un estudio para el desarrollo y conectividad de las localidades de Línea Sur que comprenden de este a oeste: Valcheta, Ramos Mexía, Sierra Colorada, Los Menucos, Maquinchao, Ingeniero Jacobacci, Comallo y Pilcaniyeu. En los extremos, al este se conecta con la localidad de San Antonio Oeste y al Oeste se conectan con la ciudad de Bariloche. En la siguiente figura se grafica la vinculación de circulación y proximidad entre cada una.

[48] CFI (2020). Apoyo técnico para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 en la provincia de Río Negro. https://rionegro.gov.ar/contenido/Hidrogeno%20Verde/agenda2030.pdf

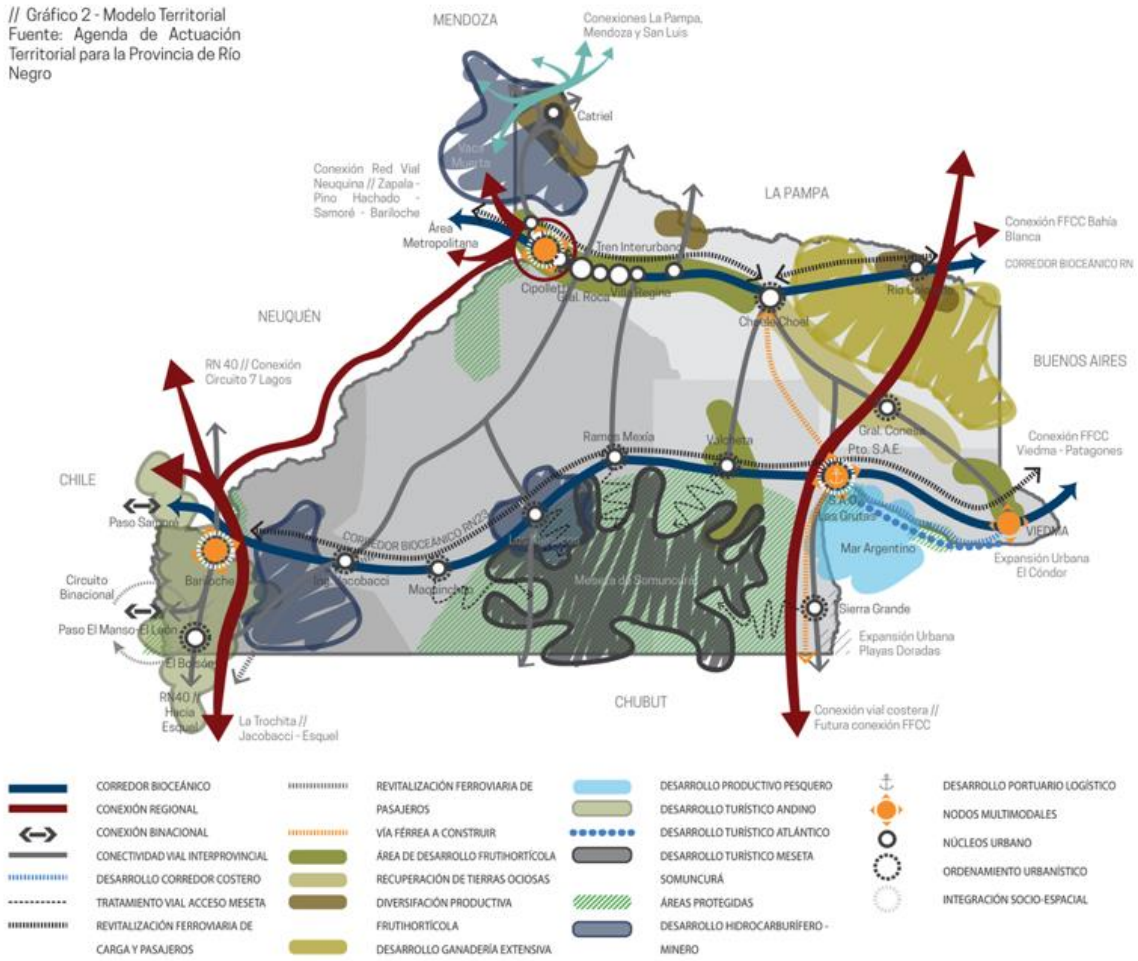


Figura 17. Modelo Territorial de provincia de Rio Negro. Fuente: Agenda de Actuación Territorial para la Provincia de Río Negro (2013).

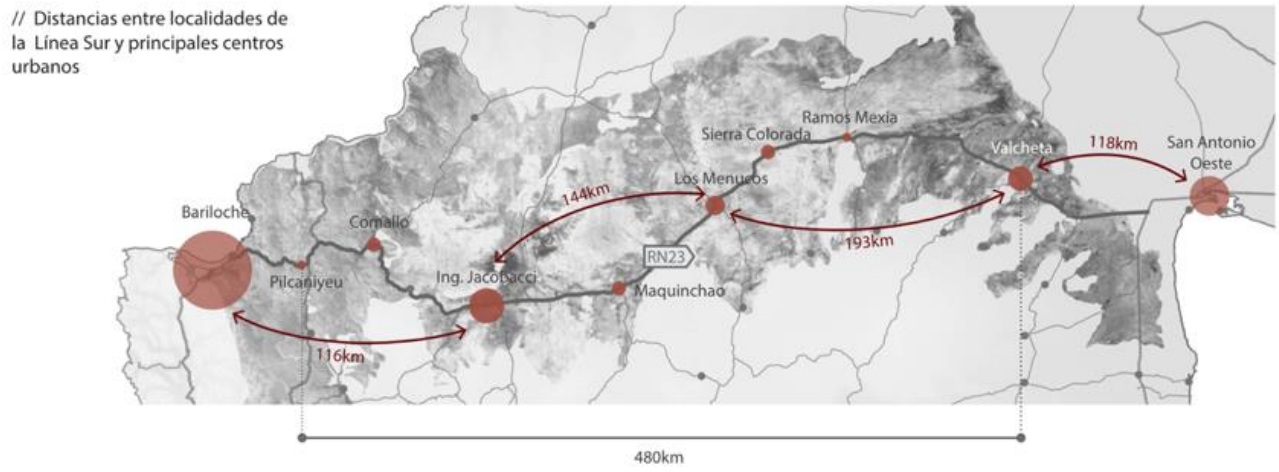


Figura 18. Distancias entre localidades de Línea Sur y principales centros urbanos. Fuente: CFI (2017) [49]

[49] CFI (2017). Línea Sur. http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/libro-linea-sur2.pdf

2.9 ADMINISTRACIÓN COSTERA Y MARÍTIMA DEL GOLFO SAN MATÍAS

La zona costera de la provincia de Río Negro se extiende desde la desembocadura del río Negro, a unos 30 km de la ciudad de Viedma, hasta el límite con la provincia de Chubut al sur. Su principal accidente costero es el Golfo San Matías, el segundo más grande de Argentina con 19.700 km². El golfo se extiende desde Punta Bermeja al norte hasta Punta Norte en Chubut y se conecta con las aguas de la Plataforma Continental Argentina por una boca de 64m de ancho. En su zona central, presenta profundidades máximas de 180-200m. [50]

Es un territorio de gran importancia por su biodiversidad de especies marinas. Algunas de las cuales desarrollan la totalidad de su ciclo vital dentro de la cuenca del Golfo y, también, algunas que se encuentran protegidas por la normativa provincial vigente, por encontrarse amenazadas. En tal sentido en el Golfo hay cinco áreas naturales protegidas costero-marítimas, que cubren más del 10% de las costas las cuales han sido creadas con el objeto de proteger la biodiversidad, el paisaje, la geología, paleontología y recursos culturales que allí se asientan. Además de la autoridad ambiental sobre estas áreas, la jurisdicción de las costas se encuentra dividida en 3 municipios: Viedma, San Antonio Oeste y Sierra Grande.



Figura 19. Áreas Naturales Protegidas de la provincia de Río Negro. Fuente: Gobierno de Río Negro.[51]

[50] Gobierno de Rio Negro. https://rionegro.gov.ar/geografia

[51] Gobierno de Río Negro. https://rionegro.gov.ar/?contID=53085

La administración territorial y política sobre el área marítima del Golfo San Matías es provincial según lo establecido por marco normativo nacional que se sintetiza a continuación:

- Ley Nacional Nº18.502 (Límites interprovinciales y mar territorial) estableció que: las provincias "ejercerán jurisdicción sobre el mar territorial adyacente a sus costas, hasta una distancia de tres millas marinas medidas desde la línea de las más bajas mareas, salvo en los casos de los golfos San Matías, Nuevo y San Jorge, en que se tomarán desde la línea que une los cabos que forman su boca".[52]
- Ley Nacional Nº24.922 (Régimen de Pesca) estableció que: "son del dominio de las provincias con litoral marítimo y ejercerán esta jurisdicción para los fines de su exploración, explotación, conservación y administración (...) los recursos vivos que poblaren las aguas interiores y mar territorial argentino adyacente a sus costas, hasta las doce (12) millas marinas medidas desde las líneas de base que sean reconocidas por la legislación pertinente".[53]
- Ley Nacional Nº26.197 (Hidrocarburos), que modificó el Artículo 1º de la Ley 17.319 (Ley de Hidrocarburos de 1967), establece en materia de exploración y explotación de hidrocarburos, las regulaciones sobre los permisos, autoridades y plazos de concesión se encuentran bajo la administración de las provincias (sean territorios, lecho y subsuelo del mar territorial del que fueren ribereñas). [54]

En particular, en Rio Negro, el marco normativo aplicable se compone de dos leyes:

- Ley Provincial Nº1.960 (promulgada en 1985): [55] Declara "Reserva Pesquera de la Provincia de Río Negro", al espacio del mar territorial argentino y su costa de jurisdicción y dominio provincial. La jurisdicción y el dominio provincial se ejercerán en el Golfo San Matías, hasta los 42º de latitud Sur. Fuera del Golfo San Matías se ejercerán entre los 41º latitud sur y 42º latitud sur, partiendo de la línea imaginaria que une los cabos que forman la boca del Golfo y hasta la máxima distancia que el Gobierno Nacional reivindique como de Soberanía Argentina sin perjuicio de las facultades de competencia federal. Los recursos existentes en la zona marítima fijada precedentemente son de propiedad del estado provincial, el cual podrá conceder la explotación de estos, conforme las normas de esta ley y su respectiva reglamentación.
- Ley Provincial Nº3.308[56] (de 1999 y su modificatoria Ley Nº5.594 de año 2022): establece las facultades provinciales relativas al pleno ejercicio de la actividad de control y fiscalización del transporte de hidrocarburos líquidos y/o gaseosos por ductos, así como su infraestructura de captación, acondicionamiento y tratamiento, almacenamiento y terminales para la carga y descarga a los medios de transporte y todas las demás instalaciones asociadas al transporte. Es autoridad de aplicación de la norma la Secretaría de Estado de Energía, a través de la Secretaría de Hidrocarburos.[57]

---

[52] Ley Nº18.502 Límites Interprovinciales (año1969). https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-18502-48467/texto

[53] Ley Nº24.922 Régimen Federal de Pesca (año 1998). https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/45000-49999/48357/texact.htm

[54] Sustituye el Artículo 1º de la Ley 17.319, modificado por el Artículo 1º de la Ley 24.145. Administración de las provincias sobre los yacimientos de hidrocarburos que se encontraren en sus respectivos territorios, lecho y subsuelo del mar territorial del que fueren ribereñas. Acuerdo de Transferencia de Información Petrolera. Fuente: InfoLeg, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=123780

[55] Legislatura de Rio Negro: https://web.legisrn.gov.ar/legislativa/legislacion/ver?id=1961#:~:text=Declara%20%22Reserva%20Pesquera%20de%20la,Registro%20General%20de%20Actividades%20Pesqueras.

[56] Legislatura de Rio negro: https://web.legisrn.gov.ar/legislativa/legislacion/ver?id=3309

[57] Legislatura de Rio negro. Ley Nº5594 (año 2022). https://web.legisrn.gov.ar/legislativa/legislacion/documento?id=10610

Las autoridades de gobierno vinculadas a tales disposiciones son identificadas en la sección 5 Partes Interesadas.

Finalmente se encuentra la Ley Provincial Nº29.051 (Código de Planeamiento Costero), sin reglamentar, establece el "marco regulatorio para la utilización, protección y aprovechamiento de la zona costera de la Provincia de Río Negro, sujeto a lo preceptuado por los principios del desarrollo sustentable." El espacio físico comprendido por la ley comprende desde la isobata de veinte (20) metros de profundidad hasta una distancia aproximada de quinientos (500) metros tierra adentro, contados a partir de la línea de altas mareas normales (quedando definidos los límites en las parcelas catastrales en el Anexo de la norma). La autoridad de aplicación de las disposiciones es la Secretaría de Turismo de la Provincia de Río Negro. Para que la autoridad de aplicación resuelva sobre la ocupación o utilización dentro del área delimitada deberá formularse el correspondiente proyecto básico, en el que se fijarán las características de las instalaciones y obras, la extensión del área a ocupar o utilizar y las demás especificaciones que se determinen reglamentariamente. El proyecto se someterá preceptivamente, a información pública.[58] En la siguiente tabla se presenta una síntesis de las categorías de clasificación de zonas establecidas por esta Ley. Las disposiciones de esta Ley tienen el carácter de regulación mínima y complementaria de las que dicten los municipios, en ejercicio de la competencia que les es propia.

Tabla 16. Zonificación establecida por el Código de Planeamiento Costero (Ley Provincial Nº29.051, Art. 6º).

Zona	
A	1. Lugares ya desarrollados y urbanizables cuya capacidad puede todavía ser incrementada. En los mismos se permitirá y fomentará el establecimiento de construcciones fijas de infraestructura, equipamiento, instalaciones, etcétera, bajo condiciones de ordenamiento a determinar en forma conjunta con los municipios competentes. 2. Lugares que ofrecen posibilidades de desarrollo y urbanización en tanto puedan constituir nuevas zonas turísticas. En ellos se permitirán las mismas instalaciones que en la categoría anterior.
B	1. Lugares sujetos a especial protección, atendiendo a la presencia de ecosistemas de particular fragilidad o patrimonio genético que, por su rareza, merezca tal atención u otros aspectos vinculados a la conservación de los recursos a perpetuidad.

Es dable destacar que la provincia en el año 2018 avanzó junto con el gobierno nacional, en el marco de los compromisos asumidos con la agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la evaluación de los aspectos vinculados al cambio climático y a la protección de los ecosistemas marinos (ODS14). En este sentido, es que se destaca la existencia de dos herramientas con respaldo normativo, como son el Observatorio de Cambio Climático (creado por Ley N°4.474/09) y el Plan Provincial de Acción Frente al Cambio Climático (Ley N°5.140/16). No obstante, se observa que es posible que exista una limitación para su implementación por cuestiones presupuestarias, específicamente para el desarrollo de proyectos (González, 2018).

2.9.1 Equipamiento Portuario

Los puertos del litoral marítimo patagónico canalizan el flujo de cargas más bajo de los puertos del país. Sus tráficos son graneles líquidos (combustibles), productos pesqueros y en el caso de San Antonio Este, frutas y hortalizas. De las cinco provincias con litoral marítimo en Argentina (Buenos Aires, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego), la provincia rionegrina es la que menos desembarques pesqueros registra a nivel nacional.

[58] Digesto de la Legislatura de Rio Negro. Ley Nº2851 (1995). https://web.legisrn.gov.ar/digesto/normas/ver?id=1996030012

La provincia de Rio Negro cuenta con puertos marítimos, lacustres y fluviales. Entre los puertos marítimos con presencia en el Golfo San Matías se destaca el de San Antonio Este (como puerto mercante) que es de propiedad de la provincia de Rio Negro con una concesión privada a la empresa Patagonia Norte.
Además, se encuentran el muelle de San Antonio Oeste (de propiedad municipal y vinculado a la actividad pesquera artesanal) y el muelle mineralero de Punta Colorada (en Sierra Grande, muelle de uso privado por MCC Minera Sierra Grande)[59].

Por último, en Viedma se encuentra en la desembocadura del Río Colorado un muelle de baja profundidad.

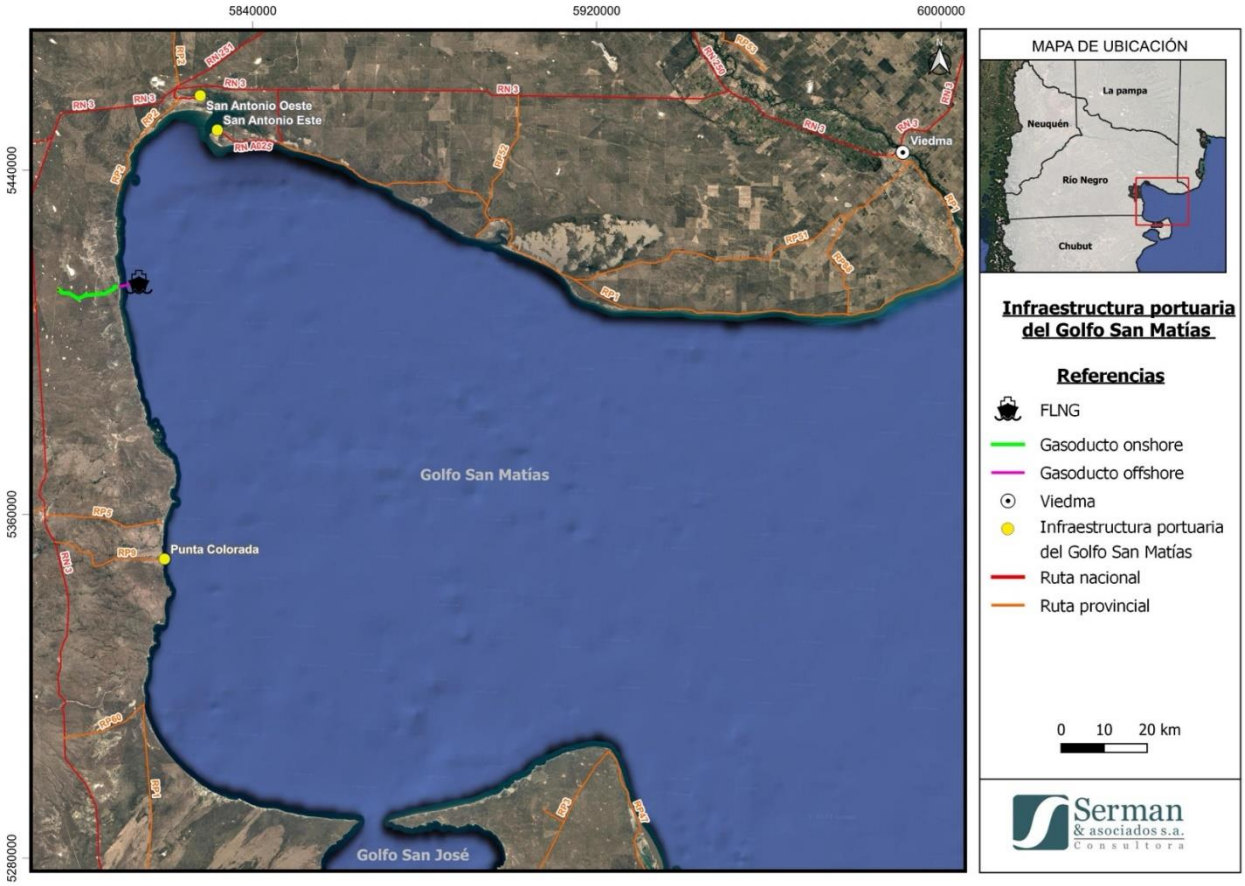


Figura 20. Infraestructura portuaria del Golfo San Matías.

2.9.1.1 Puerto de San Antonio Este

El puerto de San Antonio Este se encuentra ubicado en la margen norte de Punta Villarino en el Golfo San Matías, Latitud 40° 48’ Sur y Longitud 64° 52’ Oeste; a sesenta kilómetros (60 km) de la Ciudad de San Antonio Oeste. Fue habilitado por el Decreto Nº2.524 del año 2002.

[59] Gobierno Nacional. https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/informaci%C3%B3n-portuaria/punta-colorada



Figura 21. Puerto de San Antonio Este.

- **Administración**

Se trata de un puerto provincial, de uso público[60] cuya administración es privada. El Puerto fue construido por la provincia y los servicios portuarios fueron concesionados en 1998 por 30 años a Patagonia Norte SA[61], un pool frutero y de jugos concentrados. Ese plazo se vence en 2028 y Río Negro se encuentra trabajando en una propuesta y distintos estudios que buscan recuperar el puerto multipropósito que supo funcionar en la localidad.

El marco regulatorio que estructura la actividad portuaria en Argentina ha transferido a las provincias el dominio y la responsabilidad sobre la administración de los puertos, dejando en manos del Estado Nacional únicamente la habilitación definitiva de aquellos en el marco de la Ley de Actividades Portuarias Nº24.093 (y su Decreto Reglamentario N°769/93). La Subsecretaría de Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante (SSPVNyMM) es la autoridad portuaria nacional que controla y habilita las instalaciones portuarias; no tiene incidencia directa en las decisiones de inversión, ni espacio para aportar una visión de conjunto que pueda contribuir a un uso eficiente de los recursos, evitando el sobredimensionamiento de la infraestructura.

[60] Decreto 2524/2002. https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/80000-84999/80319/norma.htm

[61] Patagonia Norte. https://www.patagonia-norte.com.ar/

El Ente Regulador del Puerto de San Antonio Este (ERPSAE) es la autoridad de aplicación de la Ley Nº3.137 sancionada y promulgada en el año 1997. La misma tiene por objeto regular la prestación de los servicios correspondientes a la operación del Puerto de San Antonio Este, sujetos a concesión, con la finalidad de incentivar la actividad económica de la región y lograr una reducción de los costos de los servicios portuarios y del transporte marítimo, promoviendo la inversión y optimizando la eficiencia operativa del mismo.[62]

- **Infraestructura Portuaria**

El Puerto San Antonio Este posee dos muelles de distintas características. Ambos se encuentran vinculados a tierra por un viaducto a doble mano de 290 metros de largo por 12 metros de ancho, dos vías peatonales y 9 metros de calzada.

El Puerto es de aguas profundas y tiene 6 sitios de atraque, dos de los cuales (sitios 1 y 2, de 80 y 200 m) son los que resultarían aptos para el amarre de metaneros, ambos forman parte del muelle de ultramar que cuenta con las siguientes características:

- Ancho de muelle de 30 metros.
- Calado de 45/50 pies con mareas al cero. El calado máximo permitido es igual a la altura de la marea más 1,20 metros.

El pontón flotante se destina a la operación de buques pesqueros. Está constituido por:

- Dos pontones flotantes formando dos frentes de atraque, uno exterior y otro interior.
- Calado de 24/33 pies.
- Una eslora de 75 metros ampliada a 110 metros por una boya de amarre dotada de un campo de anclas, y 21 metros de ancho lo que permite el atraque de hasta tres buques por frente, de acuerdo con la eslora de cada buque.

Cuenta con área portuaria de 50 ha en el que hay espacio para galpones y sitios de acopio donde se puede montar nueva infraestructura y/o usar la existente.

El Centro de Soporte Logístico previsto por el Proyecto FLNG GSM contempla los siguientes espacios que serían montados y/o utilizados:

- Sala de operaciones. Control técnico de equipos y sistemas de las instalaciones onshore; comunicaciones necesarias para la operatoria; gestión de sistemas de alerta por emergencias.
- Edificio principal. Oficinas administrativas; cocina, comedor, baños y vestuarios para el personal.
- Depósito de almacenamiento de equipos e insumos necesario
- Espacio para montar módulos de oficinas y/o lugares de acopio.

[62] Digesto Jurídico de la Provincia de Río Negro. https://web.legisrn.gov.ar/digesto/normas/ver?id=1997100013

- **Servicios Portuarios**

El puerto de San Antonio Este opera todo el año, aunque por sus características de estar ligado estrechamente al sector agrícola, tiene su mayor movimiento durante los meses de cosecha. Dependiendo de cada año por cuestiones de producción y climáticas, en general son cuatro meses que transcurren entre enero y mayo. Luego, según informó el referente del puerto entrevistado, actualmente el puerto tiene capacidad ociosa en tanto que las actividades de frutícola y pesquera han mermado en el movimiento de productos (ver sección 2.9.2 de Navegación y Tráfico Marítimo para más de talle del movimiento de cargas).

El puerto de SAE puede convertirse (y tiene expectativas de hacerlo) en un activo estratégico para la región, expandiendo sus operaciones más allá de las actividades tradicionales (exportación de fruta y jugos concentrados, así como productos pesqueros). En los últimos años, ha oficiado de centro de importación recibiendo materiales para diversos proyectos. Entre ellos, destaca la importación de palas de molinos eólicos y, próximamente componentes para el oleoducto Vaca Muerta Sur. Además, el puerto ha sido seleccionado como la ubicación para el Centro de Soporte Logístico del Proyecto FLNG GSM, desde donde se coordinarán las operaciones y se brindará el soporte necesario para la obra.

Todos los servicios portuarios son prestados en forma integral por Patagonia Norte. La terminal es capaz de operar todo el año y de manera continuada las 24 horas.

Los servicios prestados son, entre otros, los siguientes:[63]

- Uso de muelle: para todo tipo de buques, a través del muelle principal y del pontón flotante.
- Estibaje: de mercaderías y contenedores con personal permanente, en un área cubierta y 14 docks para la descarga de camiones.
- Acopio, consolidación y refrigeración de contenedores: en una plazoleta pavimentada de 1 hectárea dentro del área portuaria y de 2,5 hectáreas en el área de servicios con capacidad de refrigeración para 35 contenedores de 40 pies en forma simultánea e ininterrumpida.
- Almacenamiento y conservación de mercaderías: almacenamiento en galpones adecuadamente acondicionados y casi 6000 metros cuadrados de espacio disponible para el acopio.
- Servicio de coordinación de carga: Servicio de coordinación de las cargas entre los exportadores y las empresas de transporte.

2.9.1.2 Muelle de San Antonio Oeste – Terminal Pesquera Artesanal

El puerto de San Antonio Oste se conoce formalmente como muelle en tanto que su infraestructura está directamente asociada a la Terminal Pesquera Artesanal San Antonio Oeste. El ingreso se encuentra ubicado en la margen norte de San Antonio Oeste, Latitud 40°43'33,70"S y Longitud 64°56'3,51"O.

Cuenta con oficinas de la Dirección de Pesca y con la presencia de personal de prefectura. Es un puerto entendido como “muelle” en tanto que de allí parten las embarcaciones de pesca artesanal.

- **Administración**

Es un puerto de administración municipal con regulaciones y características distintas a los administrados por la provincia. Cuenta con un Ente regulador del puerto, que fija las tasas portuarias.

[63] Patagonia Norte. https://www.patagonia-norte.com.ar/sae.html

- **Infraestructura**

La infraestructura consiste en tres muelles dedicados a la actividad pesquera artesanal.

El ingreso por navegación está restringido por el horario de mareas. Solo se puede ingresar en la pleamar y a través de un canal específico.

Se encuentran las instalaciones de la Terminal Pesquera Artesanal Marítima y oficinas de la Secretaría de Pesca.



Figura 22. Puerto de San Antonio Oeste.

2.9.1.3 Muelle de Punta Colorada

Ubicado sobre el Golfo San Matías, a poca distancia del límite con Chubut, en una localidad actualmente despoblada del municipio de Sierra Grande, departamento San Antonio.

- **Administración**

La terminal portuaria fue habilitada en el año 1977 y funcionó para la mina Hipasam hasta 1992, cuando la mina fue clausurada. Luego fue reactivada y operó hasta 2016 con embarques de hierro al puerto de San Nicolás. Luego, los derechos de operatoria fueron adquiridos por la empresa china Metallurgical Corporation of China en 2017, firma asiática que mantiene los derechos sobre los yacimientos de hierro.[64] MCC Minera Sierra Grande tiene una mina subterránea. De los tres yacimientos existentes, el Yacimiento Sur fue desarrollado y actualmente se encuentra en explotación. El área industrial ubicada en la costa (a 32 km de la mina) se encuentra la planta de filtrado, puerto mineralero y casa de bomba para impulsar el agua que se recupera en el filtrado.[65]

- **Infraestructura portuaria**

Posee dos muelles de atraque y el máximo de carga a buques es de 2000 MT por hora de pellets de hierro. Es un puerto de aguas profundas de aproximadamente 23 metros que permite la circulación de buques de gran porte que tienen cerca de 16 metros de calado.[66]

En 2021, la Subsecretaria de Pesca provincial, la Dirección de Coordinación Pesquera de Sierra Grande y Prefectura Naval Argentina, a pedido del intendente de Sierra Grande, habilitaron la dársena pesquera anexa al puerto mineralero, permitiendo el amarre para embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal.[67]

En 2021, se hace público el interés de la empresa australiana Fortescue Future Industries para instalar un proyecto de hidrógeno verde (instalación de un parque eólico en la meseta de Namuncurá y de una planta de producción de hidrógeno en el puerto de Punta colorada). El proyecto no prosperó en su desarrollo.

Finalmente, en el año 2023, este puerto adquiere relevancia en los medios de comunicación en tanto que es considerado dentro del proyecto de oleoducto a cargo de YPF para el transporte de la producción desde Vaca Muerta en Neuquén. El puerto de Punta Colorada se presenta como puerto alternativo al de Bahía Blanca, planificando la construcción de un complejo portuario en tierra (con la instalación de 10 tanques de almacenamiento de crudo con una capacidad total de 1 millón de m^3) y una terminal marítima offshore (dos monoboyas a 7 kilómetros de la costa).[68] El proyecto obtuvo la Declaratoria de Impacto Ambiental en el año 2023.

Ante este proyecto surgieron reclamos y oposiciones de organizaciones de la sociedad civil en contra de la actividad hidrocarburífera en el Golfo de San Matías. Además, en Punta Colorada y zona existen antecedentes de reclamos de las comunidades mapuches que reivindican derechos territoriales que estarían en conflicto con el paso del ducto (para un detalle del contexto sociopolítico ver sección 3 Caracterización Local y sección 5 Partes Interesadas).

[64] "Qué es Punta Colorada, el pueblo de 4 habitantes que le disputa la planta de GNL a Bahía" (21/05/24). La Nueva. https://www.lanueva.com/nota/2024-5-21-11-51-0-que-es-punta-colorada-el-pueblo-de-4-habitantes-que-le-disputa-la-planta-de-gnl-a-bahia

[65] MCC Minera Sierra Grande S.A. http://www.mcc-msg.com/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=29

[66] "Puerto Punta Colorada, ¿centro de una gran inversión en el sur rionegrino?" (28/10/21). Argen Ports. https://www.argenports.com.ar/nota/puerto-punta-colorada-centro-de-una-gran-inversion-en-el-sur-rionegrino

[67] "Río Negro: habilitan la dársena de Punta Colorada para reactivar la pesca artesanal" (10/9/24). Argen Ports. https://argenports.com/nota/rio-negro-habilitan-la-darsena-de-punta-colorada-para-reactivar-la-pesca-artesanal

[68] "Así está el lugar donde YPF montará el puerto del oleoducto en Punta Colorada" (17/8/23). Diario Río Negro. https://www.rionegro.com.ar/energia/asi-esta-el-lugar-donde-ypf-montara-el-puerto-del-oleoducto-en-punta-colorada-3087313/

2.9.2 Navegación y Tráfico Marítimo

2.9.2.1 Aspectos Generales sobre la Navegación

En Argentina, el servicio de transporte fluvial y marítimo se encuentra enmarcado en el Decreto Ley N°12.942/1944 (Ley de Cabotaje) y sus modificatorias, y en el Decreto N°1.010/2004. Establece que el cabotaje nacional por agua puede ser prestado únicamente por barcos argentinos, es requisito indispensable encontrarse inscripto en la matrícula y contar con tripulación argentina. Además, el Decreto N°1.010/2004 propicia una serie de medidas tendientes al fomento de la marina mercante nacional, la industria naval argentina y la generación de empleo local, para lo que otorga el tratamiento de bandera nacional a los buques y artefactos navales de bandera extranjera arrendados a casco desnudo.[69] Es decir, permite a los armadores locales gozar de la reserva de carga que establece la mencionada ley de cabotaje, siempre y cuando se cumplan una serie de requisitos especificados en la norma (García, 2019).

Las vías navegables marítimas difieren de las vías fluviales, donde existen usualmente canales definidos por donde navegan los buques debido al calado que permiten. En el caso de las rutas marítimas son otros los criterios que influyen entre los que se destacan: costo del combustible, factores climáticos y oceanográficos, cercanía a puertos intermedios para su utilización en caso de necesidad y factores legales. De esta manera, el trayecto de cada buque es en cierta forma más independiente que en el caso del tráfico fluvial.

En cuanto al régimen de transporte marítimo consiste en contratos en los que una embarcación con su correspondiente tripulación es puesta a disposición de un tercero para que éste defina cuáles son las mercancías que transportar y el trayecto a recorrer. Pueden realizarse por viajes puntuales (*voyage charter*) o por períodos de tiempo prolongados (*time charter*), sin ser necesaria en estos casos la especificación de antemano de los itinerarios. Los servicios de graneles líquidos o sólidos adoptan esta modalidad.

El Estado Nacional no tiene injerencia en la organización de la logística internacional de las empresas multinacionales, ni en la disponibilidad de servicios de transporte por agua y tampoco en las estrategias desplegadas por las compañías navieras en el mercado marítimo. La concentración empresarial de las navieras varía de unos sectores a otros. En particular el mercado de buques portacontenedores está muy concentrado a nivel global. Para 2022, los 10 mayores operadores de líneas manejan el 84,2% de la capacidad de la flota, pero gran parte de sus buques son tomados en fletamento y solo el 41,6% de los TEU pertenecen a los 10 principales armadores de portacontenedores.[70]. Este proceso de concentración es una tendencia histórica y se ha acelerado con la compra de Hamburg Süd por parte de Maersk en 2017 (García, 2019). Por último, cabe agregar que desde la página del Ministerio de Transporte de la Nación se brinda información acerca de las líneas navieras marítimas de carga. Se tratan de 9 líneas navieras extranjeras: CMA-CGM, COSCO, EVERGREEN, HAMBURG SUD, HYUNDAI, LOG IN, MAERSK, PATAGONIA SHIPPING LINES y YANG MING.[71]

[69] El arrendamiento de buques a casco desnudo es una modalidad contractual definida por UNCTAD como: “un contrato de arrendamiento de un buque por un tiempo determinado, en virtud del cual el arrendatario tiene la posesión y el control plenos del buque, incluido el derecho a designar el capitán y la tripulación por el período de arrendamiento” (UNCTAD, 1986). Disponible en: https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/tdrsconf23_es.pdf

[70] Revista Naucher Global, fecha: 3/2/22. https://www.naucher.com/el-top-ten-de-los-armadores-de-contenedores-acumula-el-84-de-la-flota-pero-solo-el-41-de-los-teu/

[71] Ministerio de Transporte, Administración General de Puertos SE. https://www.argentina.gob.ar/transporte/puerto-ba/buques/informacion-lineas-maritimas

También se refleja la concentración en metaneros y car carriers. Los 10 principales armadores de metaneros (GNL) suman el 46,7% de la oferta de transporte. Los sectores más concentrados son el de los carriers, en el que los mayores armadores suman el 88% de la capacidad (en número de coches), y el de los buques de crucero en el que los 10 principales armadores controlan el 88,5% de la capacidad mundial (en número de camas). En cambio, los porcentajes de concentración se reducen entre los 15 mayores armadores de buques tanque únicamente suman el 27,7% de la capacidad de transporte de la flota mundial y, en el caso de los graneleros, este porcentaje suma nada más que un 20,6% del tonelaje total.[72]

2.9.2.2 Movilización de Cargas

- **Carga no containerizada**

En Argentina toda la red de puertos y vías navegables movilizó durante los primeros dos trimestres de 2024 un promedio de 76 millones de toneladas de **carga no containerizada**, de la mayoría se trata de granos para exportación (37%) y combustibles y petróleo se ubican en segundo lugar (26%).

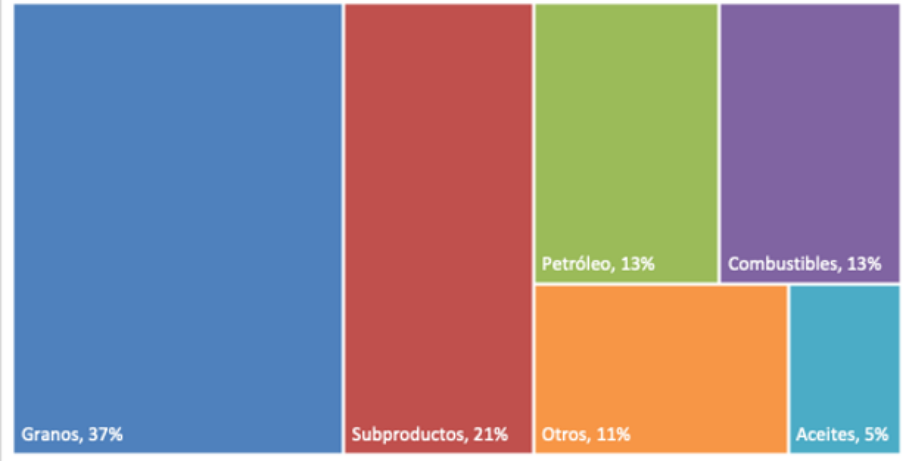


Figura 23. Cantidad de carga no containerizada según rubro del total de puertos de Argentina, año 2024. Fuente: elaboración propia en base a datos del Ministerio de Transporte de la Nación (publicado en octubre, 2024).

Según datos publicados por el Ministerio de Transporte de la Nación de los primeros dos trimestres del año (publicado en octubre 2024), el puerto de San Antonio Este participó con 55.299,15 toneladas, lo que representa el 0,07% del total de las movilizadas en todos los puertos de Argentina (todo exportación). Siendo el único puerto que movilizó en los dos trimestres de 2024 frutas y verduras. También se identifica, aunque en muy baja proporción “otro” rubro de exportación sin especificar. Cabe aclarar que el Puerto de SAE se constituye como puerto frutero y que los meses de mayor actividad son los dos primeros trimestres. Luego, la actividad frutícola merma y el puerto tiene capacidad ociosa.

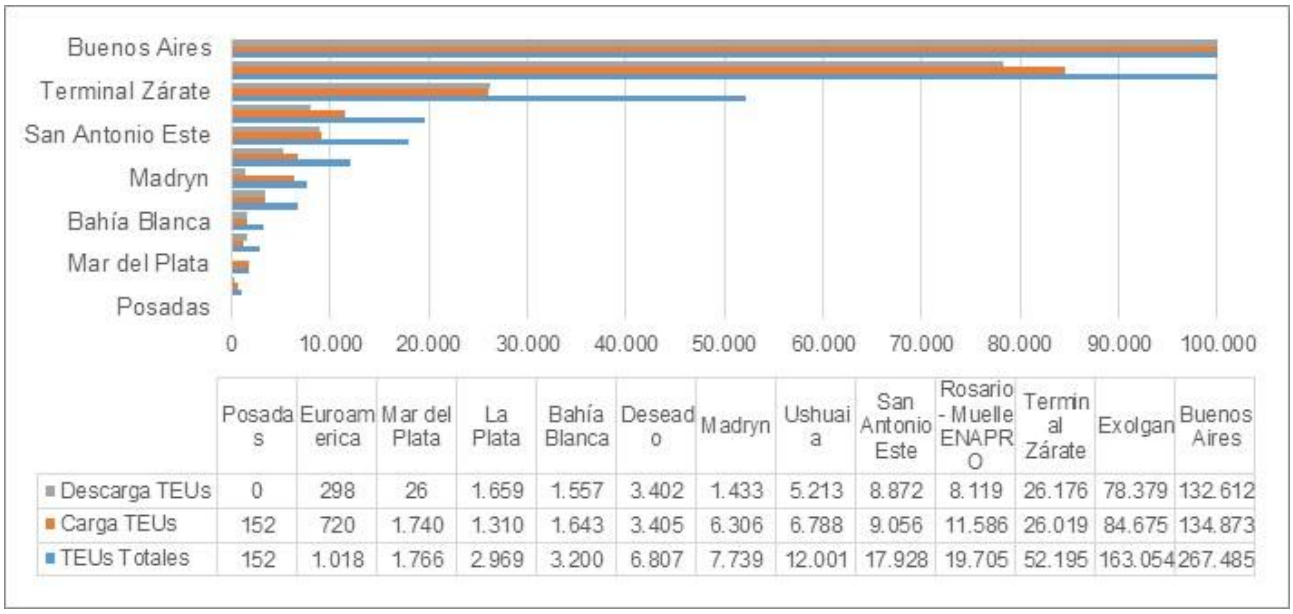
No hay registros de las cargas movilizadas por el puerto de SAO.

[72] Revista Naucher Global, fecha: 3/2/22. https://www.naucher.com/el-top-ten-de-los-armadores-de-contenedores-acumula-el-84-de-la-flota-pero-solo-el-41-de-los-teu/

- **Carga containerizada**

A su vez, el total de los complejos portuarios movilizaron en el primer semestre de 2024 un total de 556.019 TEUs (cargas y descargas **containerizada**) considerando el movimiento de los puertos del país.

El puerto de San Antonio Este tiene una muy baja participación, con el 3,22% (17.928 TEUs) de movimiento del total de las cargas de los puertos comerciales e industriales del país (Ministerio de Transporte de la Nación, octubre de 2024).



	Posadas	Euroamerica	Mar del Plata	La Plata	Bahía Blanca	Deseado	Madryn	Ushuaia	San Antonio Este	Rosario - Muelle ENAPRO	Terminal Zárate	Exolgan	Buenos Aires
Descarga TEUs	0	298	26	1.659	1.557	3.402	1.433	5.213	8.872	8.119	26.176	78.379	132.612
Carga TEUs	152	720	1.740	1.310	1.643	3.405	6.306	6.788	9.056	11.586	26.019	84.675	134.873
TEUs Totales	152	1.018	1.766	2.969	3.200	6.807	7.739	12.001	17.928	19.705	52.195	163.054	267.485

Figura 24. Carga contenerizada aportada por los puertos comerciales e industriales del país para primer semestre de 2024. Fuente: elaboración propia en base a datos del Ministerio de Transporte de la Nación (octubre, 2024).

Cabe resaltar que, según los datos históricos analizados, la participación de carga/descarga del Puerto de SAE sobre el porcentaje total de los movimientos portuarios del país varía según la época estacional. Siendo, por ejemplo, que según los datos de movimientos portuarios publicados en junio de 2024 SAE tenía una participación del 6% entendiendo que al ser un puerto dedicado a la carga de frutas y verduras (siendo el más importante del país en la materia) es el que representó mayor movimiento. Sin embargo, a medida que aumenta el movimiento de los otros puertos del país, su participación porcentual disminuye rápidamente al 3,22% (tal como fuera señalado arriba).

- **Movimientos de Puerto SAE**

El puerto de San Antonio Este es el único puerto comercial en funcionamiento en la provincia de Río Negro y se encuentra enclavado en el Área Natural Protegida Bahía San Antonio. Es principalmente exportador de frutas, hortalizas, jugos concentrados, minerales y pescado, producidos en Río Negro, Neuquén, Mendoza, San Juan y la región sur de la provincia de Buenos Aires. En sus orígenes el puerto fue pensado como el último eslabón de la cadena productiva frutihortícola, que inicia en las tierras productivas bajo riego de los Valles de Río Negro y Neuquén.[73]

[73] Fuente: https://masp.lmneuquen.com/fruticultura/el-puerto-san-antonio-este-y-su-crisis-estructural-n1099218

Sin embargo, en los últimos años su actividad se encuentra en descenso y, entre otras causas, se mencionan:

- La implementación de políticas públicas que no promueven las exportaciones, haciendo que la oferta se oriente más al mercado interno o regional.
- La infraestructura preparada para recibir barcos bodegueros y no contenedores. Aunque se realizó inversión en playas de consolidación de contenedores, no se vieron grandes resultados.
- Carácter estacional de la producción frutihortícola.
- Caída de la producción primaria.
- Con la implementación del transporte en contenedores aumentó la oferta de puertos que pueden operar.

En la siguiente figura se puede apreciar el decrecimiento de las exportaciones frutihortícolas entre 1998 y 2023. En los alrededores de 2005, los picos de producción se dieron con una extensa temporada de cosecha entre enero y julio, con alrededor de 170 barcos mientras que para la temporada de 2024 se recibieron 22 barcos requiriendo del trabajo de 30 empleados portuarios temporales (según información obtenida mediante entrevistas en septiembre de 2024).

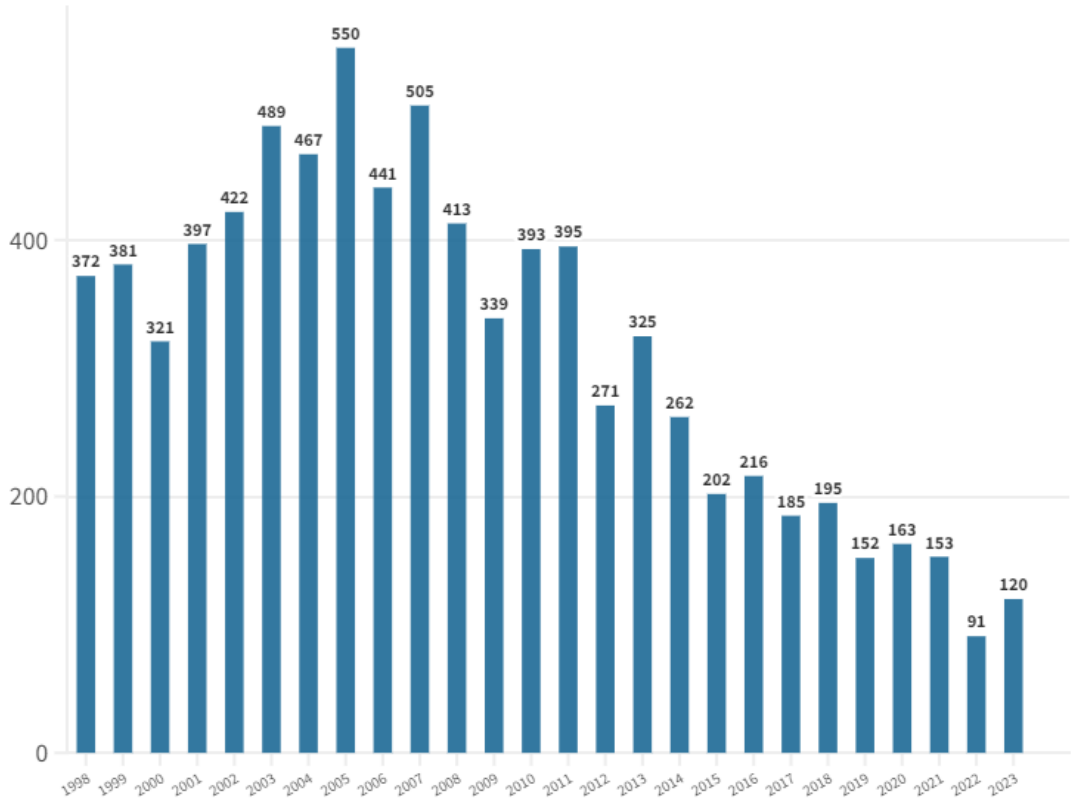


Figura 25. Exportaciones frutihortícolas en miles de toneladas. Puerto San Antonio Este, Municipio de SAO, Río Negro. Fuente: Portal Más Producción.[74]

[74] Fuente: https://masp.lmneuquen.com/fruticultura/el-puerto-san-antonio-este-y-su-crisis-estructural-n1099218

Los datos estadísticos consolidados y publicados por Patagonia Norte Terminal de Servicios Portuarios[75], entre febrero y junio de 2024 indican que por el puerto transitaron un total de 152.085 toneladas, 130.857 pallets y 10.090.376 bultos. Del total de estas categorías se destaca la participación de manzanas y peras equivaliendo el 97,5% de toneladas (148.320), el 97,6% de los pallets (127.717) y el 97% (9.797.199) de bultos. El resto de los productos exportados corresponden a los productos del siguiente gráfico.

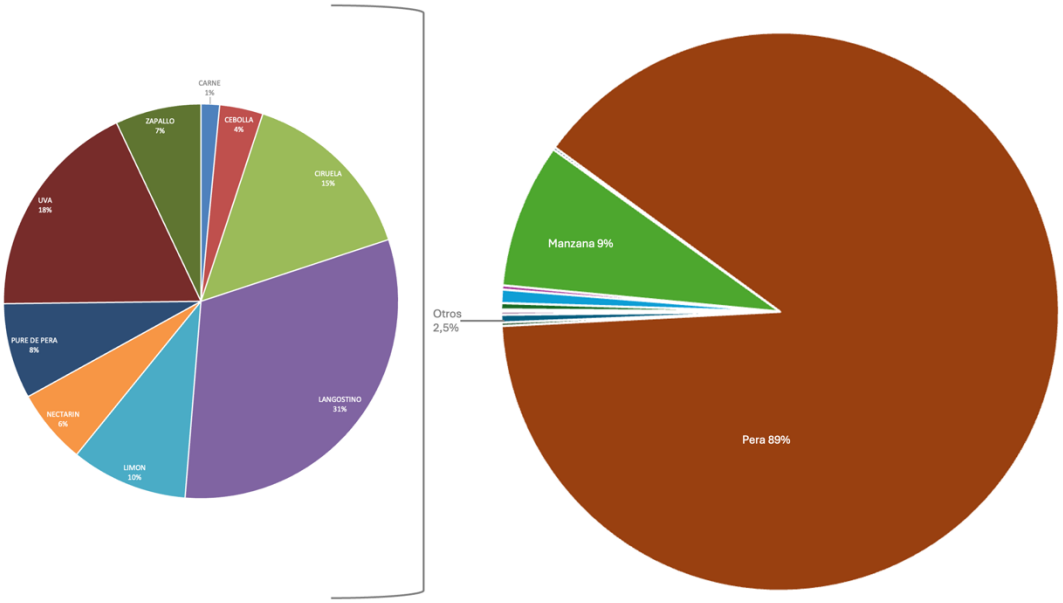


Figura 26. Distribución porcentual de toneladas exportadas en SAE durante 2024. Fuente: elaboración propia en base a Patagonia Norte (2024).

Estas mercancías fueron transportadas por 30 buques y se registraron dos agentes marítimos: Maerks Argentina S.A. y Multimar S.A.

Las empresas que tienen mayor participación en tales exportaciones son 67. Todas ellas se encuentran dentro del sector agroindustrial, específicamente relacionado con la producción, procesamiento y/o comercialización de frutas. Entre las primeras que se destacan por participación mayor al 5% del total exportado se encuentran:

- PAI S.A. (con el 14,31% de la exportación)
- Pat. Fuits Trade S.A. (11,86%)
- Moño Azul S.A. (9,39%)
- Kleppe S.A. (7,02%)
- Tres Ases S.A. (6,36%)
- STD Fruit Arg. S.A. (6,17%)
- Don Clemente SRL (5,27%)
- Emelka S.A. (5,20%)

[75] Patagonia Norte, datos consultados al 2/10/24 disponibles en: https://www.patagonia-norte.com.ar/index.html

El mercado mundial cambió, la demanda mermó y los principales países compradores son: Brasil, Francia, Grecia, Marruecos, Estados Unidos y Rusia. Debido a que la actividad en el puerto está ligado a la temporada de cosecha de fruta del Valle de Rio Negro, los meses de febrero y marzo son los de mayor actividad. En la siguiente tabla comparativa se expresan la variación interanual de exportaciones según destinos entre los años 2023 y 2024.

Tabla 17. Comparativo anual sobre destinos de las exportaciones de SAE (2023-2024). Fuente: Patagonia Norte (2024).

Destino	Año 2023			Año 2024			% Variación
	Pallets	Bultos	Toneladas	Pallets	Bultos	Toneladas	
ALBANIA	-	-	-	20	2.400	24	---%
ALEMANIA	817	76.642	837	980	90.175	1.100	31,42 %
ARABIA	105	5.880	115	126	9.114	134	16,52 %
BELGICA	168	9.408	182	168	9.408	179	-1,65 %
BRASIL	1.292	83.328	1.627	15.328	971.278	19.196	1079,84 %
CANADA	4.422	198.146	5.243	2.740	168.454	3.345	-36,20 %
CHINA	42	4.354	50	-	-	-	-100,00 %
DINAMARCA	40	3.200	51	-	-	-	-100,00 %
EGIPTO	-	-	-	147	14.406	157	---%
EMIRATOS ARABES	1.106	117.373	1.238	1.337	140.140	1.453	17,37 %
ESPAÑA	1.183	95.876	1.352	988	85.811	1.088	-19,53 %
FINLANDIA	-	-	-	21	1.176	22	---%
FRANCIA	313	22.246	360	1.158	71.698	1.389	285,83 %
GRECIA	418	43.184	479	1.513	162.136	1.688	252,40 %
HOLANDA	13.367	910.031	15.707	13.296	1.100.431	15.320	-2,46 %
INDIA	603	38.437	621	473	36.568	517	-16,75 %
INGLATERRA	3.521	206.850	3.929	3.878	248.774	4.341	10,49 %
IRLANDA	223	10.300	268	63	4.725	61	-77,24 %
ISRAEL	2.260	150.458	2.751	3.001	211.902	3.648	32,61 %
ITALIA	10.387	887.212	13.133	12.502	1.092.678	15.265	16,23 %
KUWAIT	-	-	-	21	2.205	22	---%
LIBIA	146	15.630	168	227	22.977	255	51,79 %
LITUANIA	203	20.466	247	103	9.910	114	-53,85 %
MALTA	-	-	-	21	1.953	24	---%
MARRUECOS	273	30.316	315	651	71.995	753	139,05 %
MEXICO	189	11.340	232	-	-	-	-100,00 %

Destino	Año 2023			Año 2024			% Variación
	Pallets	Bultos	Toneladas	Pallets	Bultos	Toneladas	
NORUEGA	818	44.721	876	876	43.611	961	9,70 %
PORTUGAL	535	49.137	581	391	39.758	440	-24,27 %
QATAR	81	8.925	97	60	6.720	71	-26,80 %
RUMANIA	41	2.763	55	41	2.763	55	0,00 %
RUSIA	40.819	3.246.466	45.184	46.762	3.828.926	51.137	13,18 %
SINGAPUR	42	3.381	45	-	-	-	-100,00 %
SENEGAL	-	-	-	21	1.323	27	---%
SUECIA	305	25.309	287	326	27.514	330	14,98 %
U.S.A.	19.917	1.386.053	24.059	23.618	1.609.447	28.966	20,40 %
Totales	103.636	7.707.432	120.089	130.857	10.090.376	152.082	26,64 %

En cuanto al movimiento del sector pesquero en el Puerto San Antonio Este, la evolución histórica entre los años 1983 a 2024 demuestra que la actividad ha mermado en la última década en comparación con la década de 2004-2014 que muestra la mayor cantidad de toneladas de capturas.

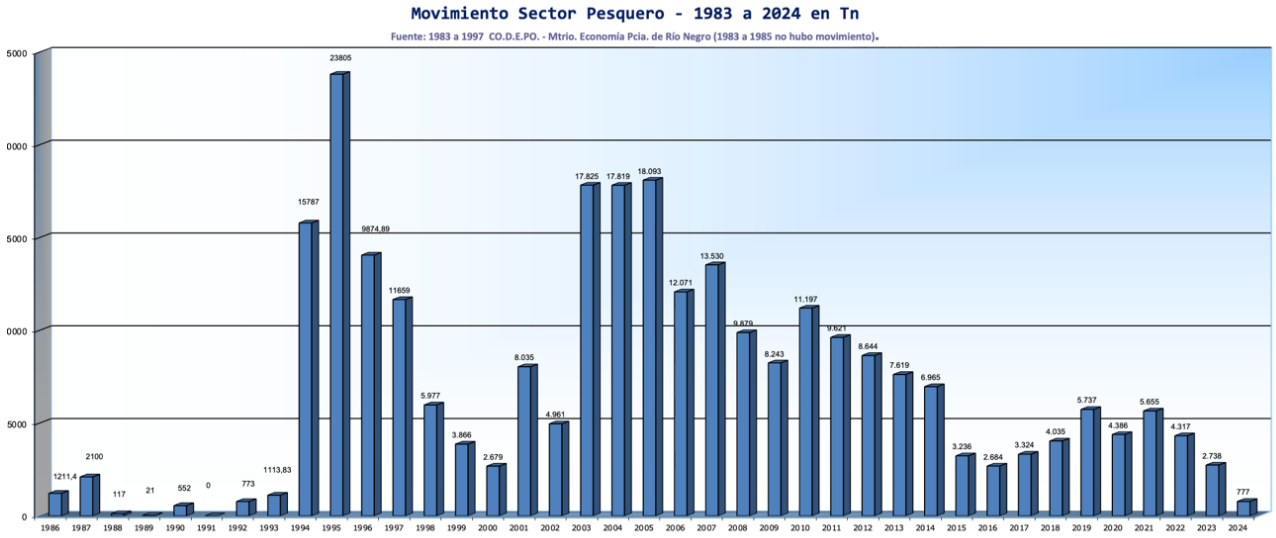


Figura 27. Movimiento del sector pesquero del puerto San Antonio Este, años 1983 a 2024 en toneladas. Fuente: Patagonia Norte (2024).

La descarga para el sector pesquero para la temporada 2024 (de enero hasta agosto) fue un total de 770,06 toneladas y con la participación de 16 buques.

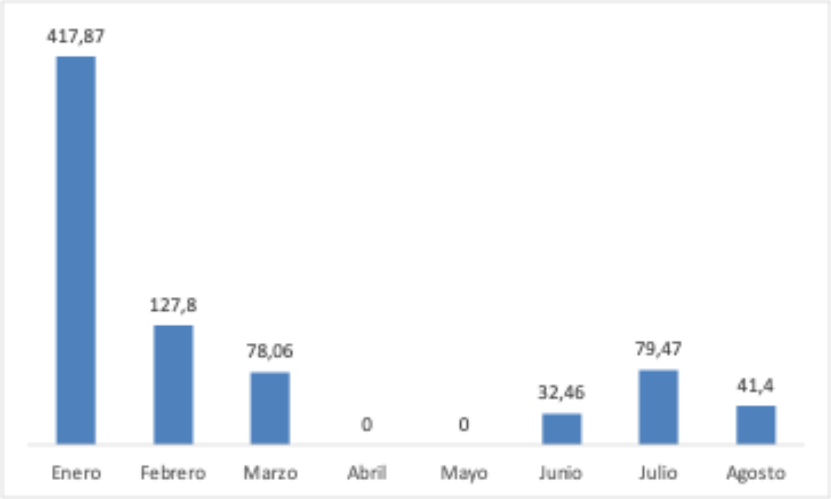


Figura 28. Descarga de buques pesqueros en puerto SAE entre enero y agosto de 2024. Fuente: elaboración propia en base a Patagonia Norte (2024).

2.9.2.3 Densidad de Tránsito Marítimo

En la Figura 29 se puede visualizar la densidad de las rutas marítimas en el Golfo San Matías del año 2022. No se obtuvieron datos actualizados al 2024. En la zona del Puerto de San Antonio Este se observa el valor de mayor densidad de embarcaciones.

Según datos aportados en entrevista al referente de Patagonia Norte en el puerto de SAE las naves que ingresan/ egresan mayormente son: buques bodega, buque de carga containerizada y, en menor medida buques pesqueros. Según información suministrada por el referente de Prefectura Naval de SAO los tipos de barcos que navegan en el Golfo son: artesanales (de rada o ría), costeros (lanchas), buques de altura y buques mercantes.

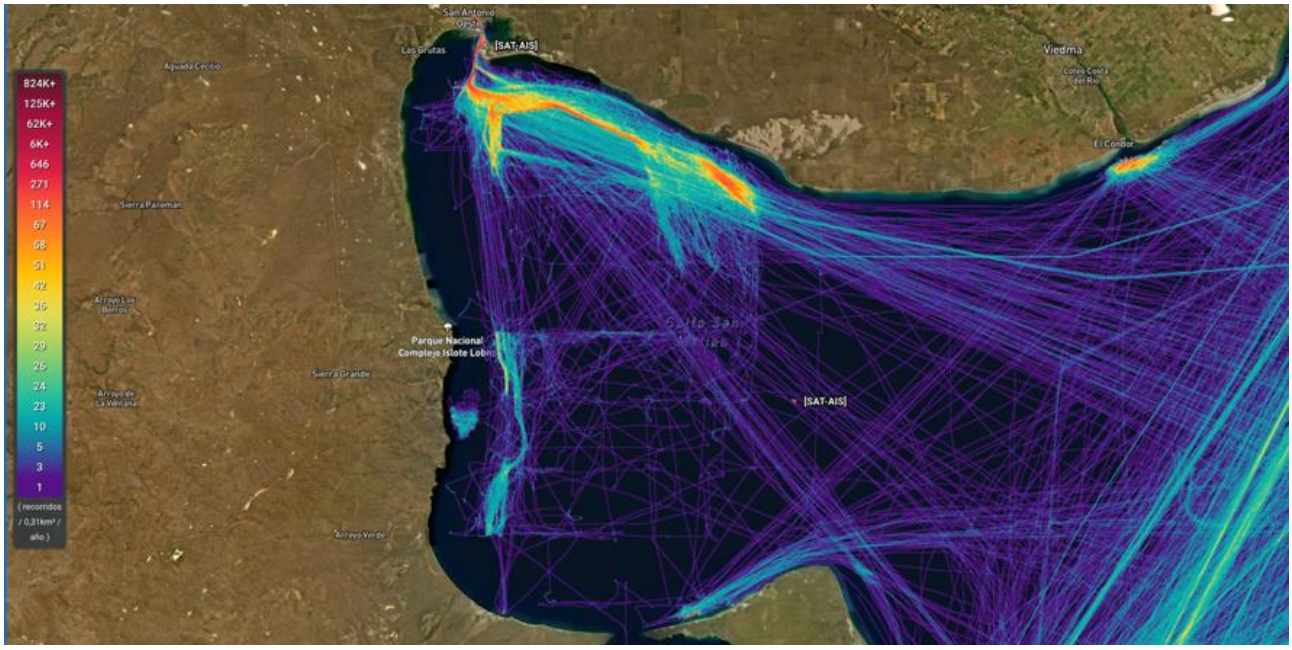


Figura 29. Densidad de las rutas marítimas en el Golfo San Matías, año 2022 consultado el 24/06/24. Fuente: Marine Traffic. [76]

[76] Marine Traffic. https://www.marinetraffic.com/

2.9.3 Servicios de Tráfico Marítimo

Por resolución de la Organización Marítima Internacional (OMI) de 1997, los Servicios de Tráfico Marítimo (VTS) en Argentina están a cargo de la autoridad legalmente facultada para tal fin que es la Prefectura Naval Argentina (PNA). Su función es la de policía de seguridad de la navegación: atender y dirigir el servicio de comunicaciones y la salvaguarda de la vida humana en el mar, como así también el control en el tránsito portuario y de la navegación bajo lo dispuesto por la Ley Nº18.398 Ley General de la Prefectura Naval Argentina.[77]

San Antonio Oeste cuenta con la presencia de Prefectura desde 1908 y, dentro de su jurisdicción, están las prefecturas de Punta Colorada (Sierra Grande), Las Grutas y Puerto San Antonio Este donde se cuenta con la mayor cantidad de infraestructura: Estación de Salvamento, Incendio y Protección Ambiental y el Guardacostas GC-69 “Rio Paraná”.[78]

[77] Prefectura Naval Argentina. https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval/avisos/centros-vts

[78] “La Prefectura Naval en San Antonio Oeste cumple 121 años” (28/01/24). Informativo Hoy. https://informativohoy.com.ar/la-prefectura-naval-en-san-antonio-oeste-cumple-121-anos/

3. CARACTERIZACIÓN LOCAL

3.1 VÍAS DE CIRCULACIÓN

Se describen a continuación las vías de circulación presentes en el área de influencia directa del proyecto (ver Capítulo 4: Área Operativa y Áreas de Influencia).

- **RN3**

Es la principal vía de circulación relacionada con el proyecto, en torno a la misma se ubica el ingreso a la Planta de TGS San Antonio Oeste y a los campos a ser utilizados por el proyecto. Asimismo, se trata de la vía de circulación más importante de la Patagonia, por lo que vincula el área de proyecto con las localidades de referencia del proyecto (Las Grutas y San Antonio Oeste), así como con la capital provincial Viedma. Se trata de una ruta asfaltada de un carril por mano, presenta una alta circulación.



Figura 30. RN3 entre Las Grutas y área de proyecto.



Figura 31. RN3 entre SAO y RN A025.

- **RP2**

Vincula la RN3 con la localidad de Las Grutas y ésta con la localidad de San Antonio Oeste (Acceso Norte), asimismo vincula Las Grutas con la RN3 en el Acceso Sur de la misma. Se trata de una ruta asfaltada de un carril por mano, presenta una alta circulación. Se trata de la principal vía de acceso a Las Grutas, atravesando el área urbana de la localidad.



Figura 32. RP2 entre Las Grutas y San Antonio Oeste, Acceso Norte.



Figura 33. RP2 en zona urbana de Las Grutas.



Figura 34. RP2, Acceso Sur a Las Grutas.

- **RN A025**

Vincula la localidad de San Antonio Este con la RN3. Se trata de una ruta asfaltada de un carril por mano, se encuentra en buen estado.



Figura 35. RN A025 entre RN3 y San Antonio Este.

- **Camino de los Pulperos**

Se trata de un camino costero que vincula El Sótano y las playas ubicadas al sur de Las Grutas con el área de proyecto y con Punta Colorada. Se trata de un camino informal sin mantenimiento (a pesar de que en la cartografía suele aparecer como RP 1 o RP2), no es una ruta formal, por lo que solo se mantiene por el paso de los vehículos de los pulperos y turistas que recorren la costa. Entre Las Grutas y la zona del proyecto la ruta circula por más de 5 km por la playa, dependiendo de la altura de la marea, en momentos la ruta es intransitable.



Figura 36. Camino de los Pulperos en zona de proyecto, entre costa y límite de estancias.



Figura 37. Camino de los Pulperos en torno al área de proyecto.



Figura 38. Camino de los Pulperos en su circulación por la playa.

3.2 CARACTERIZACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

En 1905 fue fundada la ciudad con el nombre que actualmente se la conoce[79]: San Antonio Oeste, luego de que el asentamiento ubicado donde se encuentra en la actualidad San Antonio Este, fundado en 1898, tuviera que trasladarse hacia la zona oeste ante la falta de agua, en 1905. El pueblo-puerto había recibido el nombre de San Antonio en 1779.

A partir de la puesta en funcionamiento del ferrocarril que conectaba San Antonio Oeste con la ciudad de Bariloche, en 1908 se inició una época de auge del puerto que se extendió hasta 1930. Durante ese período fue el mayor concentrador de lanas del país. La oficialización de SAO se produjo en 1910, con el reconocimiento formal del Poder Ejecutivo Nacional (Pierucci, 2021). Además de estas dos localidades fundacionales, el municipio abarca también actualmente a Las Grutas y dos parajes: El Empalme y Saco Viejo.

3.2.1 Municipalidad de San Antonio Oeste

Actualmente el municipio de SAO se encuentra a cargo de Jorge Adrián Casadei, quien pertenece a la fuerza política Juntos Somos Río Negro; en 2023 comenzó su cuarto período al frente del municipio[80]. Posee una planta de 500 empleados/as municipales.

[79] Municipalidad de San Antonio Oeste. https://sanantoniooeste.gob.ar/?page_id=2752

[80] Fuente: https://informativohoy.com.ar/adrian-casadei-asume-su-cuarto-mandato-como-intendente-y-reduce-el-gabinete/

El órgano legislativo municipal es el Honorable Consejo Deliberante compuesto por 9 concejales pertenecientes a cinco partidos políticos (4 de Juntos Somos Rio Negro, 1 de Nos Une Rio Negro, 1 de Cambia Rio Negro y 2 de Compromiso Ciudadano).



Figura 39. Municipalidad de San Antonio Oeste.

Las localidades del municipio son San Antonio Oeste (centro administrativo y de servicios), Las Grutas (localidad turística con servicios asociados) y San Antonio Este o "El Puerto" (sitio del puerto mercantil). Ambas localidades poseen Delegación Municipal, dependientes del Municipio de San Antonio Oeste.

3.2.2 Delegación Las Grutas

La Delegación cuenta con 64 empleados distribuidos de la siguiente manera: 29 en oficinas, 16 en el área de residuos y 29 en servicios públicos. Además, abarca las áreas de Secretaría de Turismo, Zoonosis, Desarrollo Social y Recursos Humanos.

La delegación municipal es responsable de las habilitaciones comerciales y la recaudación de tasas municipales. También cuenta con una oficina de tierras y catastro. La Jefatura de Planificación depende de esta delegación. Asimismo, disponen de un Juzgado de Faltas.



Figura 40. Delegación Municipal de Las Grutas.

3.2.3 Delegación San Antonio Este

Localidad dependiente del municipio de SAO. La Delegación municipal de SAE Cuenta con una delegada y personal administrativo además de tener un equipo denominado Patrulla Ambiental que realiza el monitoreo y control sobre el área protegida y la actividad de los turistas. Se compone de 13 personas que dependen de la Subsecretaría de Desarrollo Sustentable de SAO.



Figura 41. Delegación Municipal de San Antonio Este.

3.3 DINÁMICA POBLACIONAL

El Censo 2022 indicó que en el municipio de San Antonio Oeste viven 26.510 personas, distribuidas en un total de 12.480 viviendas particulares relevadas. Si se toman en cuenta los datos correspondientes a 2010 la jurisdicción habría experimentado un crecimiento poblacional del 25%, 2 puntos por encima de lo observado a nivel departamental y 7 por encima del promedio provincial (ver sección 2.3 Aspectos Demográficos). No se cuenta con información desagregada para el resto de las localidades. Según el Delegado de Las Grutas el Censo 2022 registró 4.400 habitantes en la localidad.

Sin embargo, según las entrevistas realizadas a referente gubernamentales provinciales y locales coinciden en que la población real del municipio es mucho mayor a la registrada. Al mismo tiempo, se debe destacar el aumento de población estacional en la época estival al tratarse de una zona turística. Según datos indicados por el municipio de SAO en toda la temporada turística entre diciembre y febrero se recibieron alrededor de 600 mil turistas. Según se indicó en la entrevista con representantes del sector hotelero y gastronómico de la costa del Golfo San Matías, la mayor cantidad de servicios para el turismo se encuentra en Las Grutas. En tanto villa turística, en verano, recibe hasta 60 mil personas en toda la temporada, lo que representa 10 veces más de la población local. En San Antonio Este se registra el ingreso a la reserva de 35 mil turistas diarios.

Teniendo en cuenta esta característica de la dinámica local, se diferencian dos tipos de población que componen a la localidad:

- **Estable**: Es aquella que está empadronada en un determinado lugar y es en él donde ejerce sus derechos civiles. Está representada por el Censo Nacional de Hogares, Población y Vivienda y por el padrón electoral.
- **Temporal**: Representa al turismo y es aquella persona que se traslada de su entorno habitual a otro punto geográfico, estando ausente de su lugar de residencia habitual más de 24 horas y realizando pernoctación en el otro punto geográfico, pero luego vuelve a su destino. Durante la temporada turística de desde el 8 de diciembre hasta febrero es cuando mayor incremento de población se registra de acuerdo con el número de camas/ alojamientos y registros de visitas.

En la tabla a continuación, se presentan las estimaciones de población según lo relevado en entrevistas con referentes gubernamentales locales.

Tabla 18. Cantidad de población de las principales localidades de SAO. Fuente: elaboración propia en base a relevamiento de campo con entrevistas.

Tipo	Estable	Temporal
San Antonio Oeste	40.000 habitantes.	600 camas registradas
Las Grutas	Entre 8.000 y 11.000 habitantes Padrón electoral registra un número superior de 5.840 votantes (entre16 y 70 años)	60.000 turistas diarios (estimado) 30.000 camas registradas 15.000 camas sin registrar
San Antonio Este	400 habitantes.	35.000 turistas diarios (estimado) 120.000 turistas ingresaron en Punta Perdices (registros de ingresos 2023-2024) 5.000 motorhomes en Playa Las Conchillas (registradas 2023-2024)
Total estimado	51.000 habitantes	46.600 camas

Para el análisis de datos desagregados según localidad, sexo y grandes grupos de edad se cuenta con información correspondiente al Censo 2010, al igual que para el caso de la migración y la proporción de población indígena. No se encuentran publicados los datos completos del Censo 2022.

La localidad de San Antonio Oeste representaba en 2010 el 75% del total de la población municipal (16.265 personas) y en segundo lugar se encontraba Las Grutas con el 22% (4.807). En Puerto San Antonio Este vivían 381 personas, 101 en la zona rural, 81 en El Empalme y 8 en Saco Viejo.

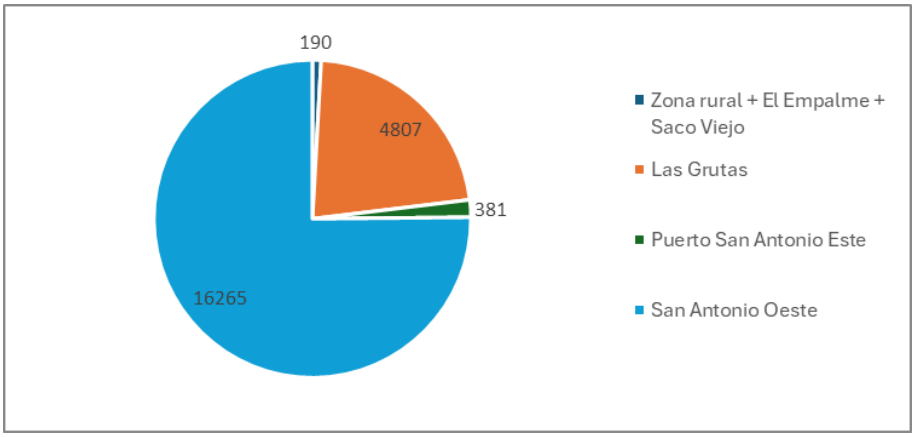


Figura 42. Composición del municipio de SAO según cantidad de habitantes de las localidades que lo integran. Año 2010. Fuente: Elaboración propia en base a información del Censo 2010 procesado en base REDATAM.

En cuanto a la distribución por sexo, tanto en el municipio como en la localidad homónima la proporción de varones y mujeres resulta similar, en torno al 50% en ambos casos. En el resto de las localidades la proporción de varones aumenta hasta alcanzar el 72% en la zona rural.

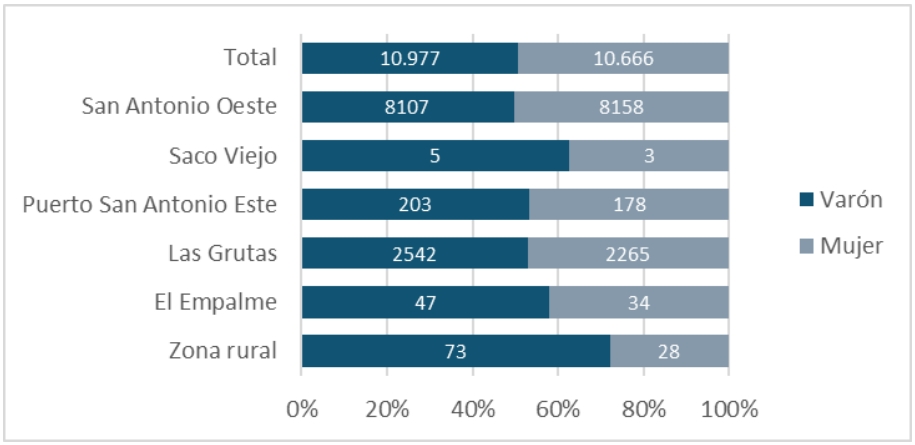


Figura 43. Cantidad de habitantes del Municipio SAO y localidades que lo conforman según sexo. Año 2010. Fuente: Elaboración propia en base a información del Censo 2010 procesado en base REDATAM.

Respecto de la población según grandes grupos de edad, se observa que en el municipio y la localidad de San Antonio Oeste el 64% y el 63% de la población es económicamente activa, mientras la población infantil representa el 27 y 28%. Las personas mayores eran el 9% en ambos casos.

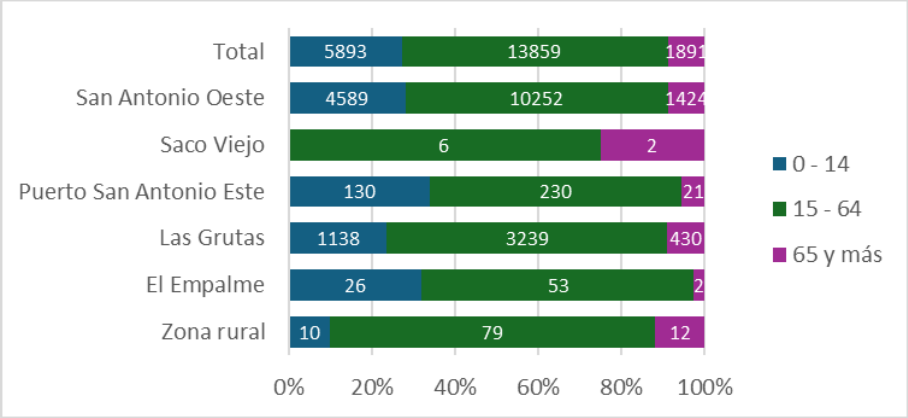


Figura 44. Cantidad de habitantes del Municipio SAO y localidades que lo conforman según grandes grupos de edad. Año 2010. Fuente: Elaboración propia en base a información del Censo 2010 procesado en base REDATAM.

La población nacida en otro país representa en el municipio cerca del 3% del total y esta proporción desciende al 2% en el caso de la localidad de SAO, distinto a lo que sucede tanto en Las Grutas como en Puerto San Antonio Este, donde la misma representa en ambos casos casi el 6%.

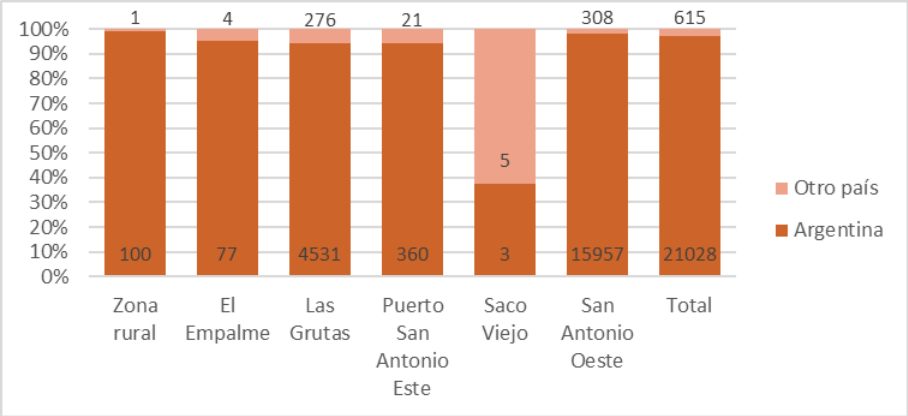


Figura 45. Cantidad de habitantes del Municipio SAO y localidades que lo conforman según país de nacimiento. Año 2010. Fuente: Elaboración propia en base a información del Censo 2010 procesado en base REDATAM.

3.4 ACCESO A LA SALUD

En el municipio se ubican 2 de los 3 Hospitales departamentales, en las localidades de San Antonio Oeste y Las Grutas (ver sección 2.5.2 Acceso a la Salud). Respecto de los centros de atención primaria de salud (CAP) hay 6 en la localidad de SAO, 1 en Las Grutas y 1 en SAE. Los mismos cuentan con el personal de 1 médico/as generalista, 2 personal de enfermería, personal de limpieza y visitas semanales de profesional de obstetricia. En SAE el Centro de Salud en SAE cuenta además con 1 chofer de ambulancia. En caso de accidente en la Ruta de acceso acude en apoyo la Delegación municipal en el control del tránsito.

La mayor oferta de atención es pública. Únicamente en la localidad de SAO además del Hospital se cuenta con un policlínico privado cuya capacidad de atención es menor a la del hospital. A diferencia de este, sí posee internación y quirófano.

Cada Hospital tiene una Dirección con el rango de secretario y depende del ministro de Salud Provincial. También trabajan articuladamente con representantes del poder legislativo y ejecutivo en el Consejo Local de Salud.

A continuación, se describen los servicios ofrecidos o especialidades disponibles de cada hospital.

3.4.1 Hospital Dr. Aníbal Serra – San Antonio Oeste

- **Ubicación y área programática.** Ubicado en San Antonio Oeste es un Hospital de complejidad 4, sin quirófano ni terapia intermedia o intensiva. Cubre la atención en un radio de 90 km. Recibe derivaciones de los Hospitales de: Las Grutas, Sierra Grande, Valcheta y Gral. Conesa.

- **Personal y servicios médicos.** Cuenta con 230 personas en su equipo. Posee servicios de: rayos, laboratorio, quinesiología, pediatría, psicología, nutricionista, traumatología, ginecología. La cobertura de atención de salud a la población rural se realiza mediante la visita de agentes sanitarios.

- **Equipamiento y recursos.** Posee dos ambulancias, una equipada completamente y otra en condiciones deficientes. Realiza las derivaciones a Gral. Roca y a Viedma. Cuenta con 30 camas de internación para personas adultas y 10 camas materno infantil. En la guardia cuentan con dos camas de observación y seis camillas.

- **Atención de Emergencias.** Su capacidad de atención en las emergencias consiste en estabilizar al paciente y derivar a hospitales de mayor complejidad a Gral. Roca y a Viedma.Por intervenciones de quirófano y terapia intensiva la derivación es al Hospital de Viedma.

- **Principales atenciones.** Registra un promedio de 250 nacimientos al mes. En las atenciones a pacientes ambulatorios se registra un promedio de 80 por día. En temporada de verano la demanda se amplia y triplica.

  Las afecciones más frecuentes que se atiende son: EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica) y enfermedades respiratorias, diabetes, cardiología y pacientes oncológicos.

  Recibe gran cantidad de pacientes, fundamentalmente producto de accidentes viales, por su característica de nodo vial (donde confluyen las transitadas rutas 3, 2 y 251, a sólo 40 kilómetros del nacimiento de la Ruta 23, con vehículos provenientes de todo el país), y por recibir pacientes de ciudades como Valcheta, Sierra Grande, Ramos Mexia, Sierra Colorada y de parajes como Aguada Cecilio, Sierra Paileman, Arroyo Ventana, Los Berros y Cona Niyeu[81].

[81] Fuente: Legislatura de Río Negro. https://web.legisrn.gov.ar/legislativa/proyectos/documento?c=P&n=878&a=2020&e=original



Figura 46. Hospital Dr. Aníbal Serra, San Antonio Oeste.

3.4.2 Hospital Dra. Violeta Villalobos – Las Grutas

- **Ubicación y área programática.** En la localidad de Las Grutas, es un establecimiento de salud de complejidad 3, sin quirófano ni terapia, que posee su propia área programática. El área de cobertura es desde el Acceso Sur de Las grutas hasta el km 1200 de la RN3. Anteriormente era Centro de Salud periférico dependiente del Hospital de SAO.

  Es el referente asistencial para la población de Las Grutas, especialmente durante la temporada turística cuando la demanda se incrementa significativamente.

- **Personal y servicios médicos.** El hospital cuenta con un equipo de 107 personas empleadas, entre las cuales se encuentra el personal médico compuesto por: 9 medicina general (de los cuales 7 realizan la guardia), 4 odontología, 4 psicología, 1 psiquiatría, 1 ginecología, 1 kinesiología, personal de enfermería en el vacunatorio, agentes sanitarios de los Centros de Salud, personal administrativo y personal de limpieza.

- **Equipamiento y recursos.** El parque automotor de emergencias es deficiente. Cuenta con tres ambulancias, una en el taller por reparación (en Viedma), un modelo viejo que solo se usa para derivar a SAO y otra más equipada que hace las derivaciones a Cipolletti o Roca. No cuenta con helicóptero sanitario. Además, cuenta con 14 camas: 4 de varones, 4 de mujeres, 4 de observación, 1 individual, 1 en el shock room.

  El Hospital cuenta con una Cooperadora que recauda contribuciones para el Hospital.

- **Atención de Emergencias.** Su capacidad de atención en las emergencias consiste en estabilizar al paciente y derivar a hospitales de mayor cantidad de especialistas y complejidad. Realiza derivaciones al Hospital de SAO y a Viedma o General Roca (dependiendo de la afección y complejidad del caso). Por intervenciones de quirófano y terapia intensiva la derivación es al Hospital de Viedma. Los casos más frecuentes de derivación son partos, porque no tiene servicio de neonatología, y problemas traumatológicos por falta de tomógrafo.

- **Principales atenciones.** La ubicación del hospital en una zona con alta densidad turística durante el verano genera una demanda variable de servicios. El incremento de la población flotante durante esta época del año exige una mayor capacidad de respuesta por parte del establecimiento. La cantidad de atenciones del Hospital se quintuplica. La relación se advierte claramente en el promedio de internaciones que fuera de temporada es de una persona y en temporada es la totalidad de la capacidad.

  Las afecciones más frecuentes que se atiende son: cardiovasculares, diabetes, respiratorias y oncología. Por esta última, se derivan turnos con un oncólogo de Viedma o del Valle Medio. En el verano gran parte de las atenciones a turistas se vinculan a la deshidratación, los problemas gastrointestinales y traumatología (caídas en la restinga).

  El Hospital también asiste a los accidentes automovilísticos en la RN3. Dependiendo del kilómetro también puede que asistan juntamente con personal del hospital de Sierra Grande.



Figura 47. Hospital Dra. Violeta Villalobos, Las Grutas.

3.5 ACCESO A LA EDUCACIÓN

El municipio de SAO contaba con el 12,5% de su población cursando o habiendo cursado un nivel superior (terciario, universitario o de posgrado) y, entre sus localidades, la que registraba mayor proporción era Las Grutas, con casi el 19%. SAO localidad, en cambio, contaba con el 11% y Puerto San Antonio Este 9%. Corresponde a datos de Censo 2010, no han sido publicados los de 2022.

Respecto de los establecimientos educativos, según el padrón nacional las tres localidades contempladas cuentan, en conjunto, con 11 establecimientos de nivel inicial, 11 primarios, 8 secundarios y 5 de la educación superior no universitaria.

Tabla 19. Cantidad de establecimientos educativos según localidad.

Localidad	Nivel Maternal	Jardín de Infantes	Primario	Secundario	SNU
Las Grutas	0	2	2	1	0
Puerto San Antonio Este	0	1	1	0	0
San Antonio Oeste	2	6	8	7	5
Total	2	9	11	8	5

Recientemente fue inaugurado el nuevo edificio del Centro de Educación Técnica (CET) N° 32 de San Antonio Oeste que cuenta con formaciones en Gastronomía y Hotelería, dos rubros muy demandas por la importancia de la actividad turística en la región.[82] En mayo de 2024 la institución firmó un convenio con la Intendencia de SAO donde el CET abre sus cocinas industriales a emprendedores locales que participen del Mercado/Feria MultiplicAr. A cambio, la institución educativa contará con un espacio en dicho mercado, donde podrá comercializar sus productos.[83]



Figura 48. CET N 32, San Antonio Oeste.

Cabe destacar que los/as estudiantes de secundaria de San Antonio Este asisten a establecimientos educativos de SAO. Existe un transporte municipal que realiza los traslados diariamente. Se trata de un total de 15 estudiantes que asisten a la Escuela Técnica Nº32, Escuela Técnica Nº19 y Secundaria Nº38. En Las Grutas hay una sola escuela secundaria con orientación en música y turismo.

[82] Fuente: https://rionegro.gov.ar/articulo/45217/quedo-inaugurado-el-nuevo-edificio-del-cet-32-en-san-antonio-oeste

[83] Fuente: https://informativohoy.com.ar/convenio-reciproco-de-colaboracion-con-el-cet-32-para-el-uso-de-las-cocinas-industriales/



Figura 49. Escuelas primarias y secundarias, San Antonio Oeste.

Además, destacan en lo local dos instituciones de nivel terciario: la Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCiMar), de la Universidad del Comahue (UnCo), y el Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni” (CIMAS).



Figura 50. Universidad Nacional del Comahue, Sede San Antonio Oeste.

En marzo de 2024 la ESCiMar se convirtió en facultad y se encuentra actualmente en proceso de transición, manteniendo en la práctica el funcionamiento de escuela. Está previsto que en 2026 la unidad académica termine de constituirse en facultad mediante la elección de decano, vicedecano y Consejo Directivo, pasando así de los 12 integrantes actuales a 17.

La ESCiMar dicta las siguientes tres carreras: 1) Licenciatura en Biología Marina, única en el país vinculada a las Ciencias Marinas y recibiendo por ese motivo estudiantes de distintos lugares; 2) Tecnicatura de Producción Pesquera y Marina, formación con la que inició con la escuela, que cuenta actualmente con una duración de 2 años y medio. Es también la que cuenta con menor cantidad de estudiantes en su matrícula, pero la que presenta mayor proporción de estudiantes locales que, en general, se inscriben también en la licenciatura y; 3) Doctorado en Ciencias Marinas, que se encuentra recién comenzando.

Son 300 estudiantes en la actualidad y la mayoría corresponde al área de Biología. La mayoría no se desarrolla profesionalmente en actividades vinculadas al puerto o al perfil productivo de la región, sino a la investigación. La planta docente pertenece también al campo de la investigación, en particular del CONICET.

Por otra parte, se encuentra el CIMAS, que forma parte de la ESCIMAR-UnCo y depende también de la provincia de Buenos Aires, el CONICET y el INIDEP. Anteriormente se conoció al Centro como Instituto de Biología Marina Alte. Storni y en 2024 cumple 50 años desde su fundación.

CIMAS cuenta con 57 personas que trabajan en su órbita y las mismas se encuentran en SAO: investigadores de Conicet, personas de la provincia y las instituciones que lo integran. Hay personas becarias, técnicas e investigadoras, incluso doctorales.

La mayoría de quienes realizan la Licenciatura ESCiMar hace pasantías en el CIMAS y luego pasan a ser los docentes. Ambas instituciones funcionan de manera articulada.

Finalmente, en San Antonio Oeste se encuentra la Escuela de Marina Mercante de la Prefectura Naval Argentina. Forma parte de la red de Escuelas de Formación y Capacitación para el Personal Embarcado de la Marina Mercante (EFOCAPEMM), donde dictan cursos que permiten obtener distintas habilidades para ejercer tareas a bordo de buques de bandera nacional. Se dictan los siguientes cursos:

- Marinero (8 meses de duración)
- Auxiliar de máquinas navales (8 meses de duración)
- Auxiliar de factoría (8 meses de duración)
- Empleos sin requisitos de capacitación acorde Art. 1.08 del REFOCAPEMM (camareros, cocineros o enfermeros) (4 meses de duración)

3.6 CONDICIONES DE VIVIENDA Y SERVICIOS

En cuanto al régimen de tenencia de las viviendas, el Municipio registraba en 2010 el 63% de las mismas habitadas por propietarios y la proporción aumentaba en la localidad de SAO (68%) y descendía, en cambio, en Las Grutas (54%) y Puerto San Antonio Este (53%).

Por otro lado, en cuanto a la calidad de las viviendas, el 85% del total municipal contaba con pisos con revestimiento y una situación similar se observaba en la localidad SAO. En cambio, la proporción aumentaba al 91% en Las Grutas y descendía al 73% en Puerto San Antonio Este.



Figura 51. Viviendas, San Antonio Oeste.

En la localidad de Las Grutas la expansión urbana avanza hacia el sur. Allí son barrios que se fueron conformando por la venta y parcelación de campos, sin servicios y sin autorización municipal. Se trata en su mayoría de viviendas de buena calidad constructiva, aunque hay sectores en menores condiciones. En el sector de Piedras Coloradas la ocupación es ilegal por encontrarse dentro del área protegida. La población se autoabastece de agua por camiones cisternas y se provee de electricidad mediante paneles solares o motores generadores.

En San Antonio Este también se identifica una expansión urbana en el acceso al Puerto. Se trata de viviendas de buena calidad constructiva. Al igual que el resto de los barrios, no tienen acceso a servicios.

Respecto del acceso a servicios en general, el municipio de SAO cuenta con casi la totalidad de sus viviendas con acceso a **red pública de agua potable**. Las 3 localidades 3 principales (SAO, Las Grutas y SAE) cuentan con acceso total a red pública de agua potable del acueducto proveniente del río negro en Pomona. En la temporada turística se detectan problemas de presión, por el aumento de la demanda. Si bien no es un problema de abastecimiento porque hay disponibilidad de agua cruda, la planta potabilizadora no alcanza a cubrir el pico de la demanda estacional.

En SAO el 92% con acceso a red de gas o electricidad para cocinar.

En SAE el 3% accede a red de gas provista de gas envasado. La localidad cuenta con 113 zepelines de gas (YPF) que proveen al pueblo del servicio. Se utilizan garrafas y zepelines y se complementa con el uso de leña o aparatos eléctricos para cocinar y calefaccionar.

La situación difiere al observar el sistema de desagües cloacales. Las Grutas es la localidad que presenta mejor acceso a cloacas (53%), seguida por SAO (19%) y SAE (2%).

En SAE la señal telefónica es débil, por lo que se requiere tener acceso a internet para realizar comunicaciones. Por ello la delegación en la plaza del pueblo brinda servicio de wi fi gratuito a turistas que se quieran conectar.

3.7 DINÁMICA ECONÓMICA

El municipio se caracteriza por el desarrollo de las actividades vinculadas a la extracción de productos de mar y su comercialización, contando para esto con el Puerto de San Antonio Oeste, de escala muy pequeña, luego superado por el de San Antonio Este (ver sección 2.9.1 Equipamiento Portuario). Además, el turismo en torno, también, a las actividades vinculadas al mar, tienen un centro en el municipio: Las Grutas es, desde su creación, un punto de referencia de la actividad turística de la provincia[84] (ver sección 2.7.2 Turismo).

En julio de 2024 San Antonio Oeste fue la primera ciudad de Río Negro en adherir mediante ordenanza al Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones (RIGI). En su saludo al Intendente el Gobernador destacó que la reciente Ley Nacional aprobada tiene importantes implicancias para la provincia y, particularmente, para el Golfo San Matías.[85]

3.7.1 Turismo

La Bahía de San Antonio se encuentra en la zona noroeste del Golfo San Matías, abarcando las localidades de San Antonio Este, San Antonio Oeste y Las Grutas y forma parte del Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas (Manzi, 2010). En estas tres localidades abarcadas por la Bahía, pertenecientes al municipio de SAO, es donde se realizan excursiones de avistaje de fauna marina en la que se destaca la ballena Franca Austral, característica de la zona de Puerto Madryn pero que desde el año 2012 comenzaron a verse en el Golfo San Matías. También otro de los atractivos es el avistaje de delfines. La experiencia se caracteriza por embarcarse en lachas de hasta 28 personas, posibilitando mucha cercanía con la fauna del lugar, que incluye también lobos marinos y otras especies, entre las que se encuentran aves como pingüinos, petreles, cormoranes, gaviotas, albatros y loros barranqueros.[86]

Desde el aeroclub de San Antonio Oeste se ofrecen vuelos por el Golfo denominados Paseos Aéreos que consisten en dos tipos: un vuelo de 15 minutos entre SAO y Las Grutas y un vuelo de 30 minutos entre SAO, Las Grutas y SAE.

[84] Fuente: https://turismo.rionegro.gov.ar/localidad/san-antonio-oeste_181

[85] Fuente: https://www.adnrionegro.com.ar/2024/07/san-antonio-primera-ciudad-en-adherir-al-rigi/

[86] Gobierno de Río Negro – Turismo. https://turismo.rionegro.gov.ar/region/costa_106



Figura 52. Servicios turísticos, Las Grutas.

Las Grutas se constituye como villa turística, por lo que representa el lugar más relevante del departamento en términos de turismo y, además de las excursiones embarcadas, en la localidad se realizan también buceo. Con este fin funciona una plataforma, con una profundidad de entre 3 y 6 metros, donde suelen realizarse los bautismos, pudiendo durante la experiencia conocer distintas especies submarinas patagónicas, como sargos, meros, salmones, cabrillas, besugos, invertebrados como estrellas de mar, poliquetos y gran variedad de crustáceos y moluscos. Existe también oferta para buzos experimentados y funciona el programa de creación de arrecifes artificiales.[87]

La ciudad no sólo es relevante a nivel provincial, es también el balneario más importante de la Patagonia y cuenta con las aguas más cálidas del país. Esto se debe al encuentro de corrientes ya detallado (ver sección 2.7.1 Pesca), que termina por configurar un ambiente particular que posiciona a las Grutas como un destino muy elegido. La ciudad ofrece distintas actividades y cuenta con una buena oferta de servicios.[88] Hay alrededor de 1000 comercios, un centro comercial, un Casino y un teatro.

Las empresas prestadoras turísticas locales son 5, de característica de empresa familiar, entre las cuales se destaca Cota Cero que brinda excursiones todo el año y cuyo propietario es presidente de la Asociación Civil de Buceo de Las Grutas. Desde el año 2012 el Golfo de San Matías comenzó a recibir la visita de ballenas, convirtiéndose en un atractivo turístico alternativo al históricamente promocionado por Puerto Madryn (Chubut).

[87] Gobierno de Río Negro – Turismo. https://turismo.rionegro.gov.ar/actividad/buceo-en-las-grutas_339

[88] Fuente: https://turismo.rionegro.gov.ar/localidad/las-grutas_203

Al sur de la localidad se encuentra también dese 2007 el Centro de Interpretación y Observación de Aves “Vuelo Latitud 40” donde se pueden observar aves migratorias como los playeros rojizos, los chorlos, y otras que habitan la costa como los flamencos y las calandrias (Manzi, 2010). El Centro fue el primer Observatorio de Aves Playeras de Argentina y nació a partir de un proyecto presentado por la Fundación Inalafquen junto a Manomet, financiado por la Ley de Conservación de Aves Migratorias Neotropicales (NMBCA) de EEUU[89].



Figura 53. Turismo, Las Grutas.

Las Grutas tiene actividad económica intensa asociada al turismo durante tres meses al año. Para el sector gastronómico, la temporada alta en los restaurantes finaliza en marzo y vuelve a comenzar en diciembre. Esto aplica también a restaurantes, hoteles y supermercados, que ajustan sus operaciones en función de esta estacionalidad.

Hay 46 hoteles que se estiman en 28 mil camas registradas y 15 mil informales; suman en total 45 mil plazas para los meses de enero y febrero. Durante el verano, no se espera que haya inconvenientes de capacidad, ya que en los últimos 90 días solo se alcanzó una ocupación completa (100%) en fechas puntuales como Año Nuevo y Carnaval (ver sección 2.7.2 Turismo en la Caracterización Regional por datos de capacidad hotelera).

[89] Fundación Inalafquen. https://www.fundacioninalafquen.org.ar/vuelolatitud40



Figura 54. Infraestructura turística, Las Grutas.

El **Puerto San Antonio Este** se encuentra vinculado con la parte norte del Golfo San Matías, mediante la RP1 que conecta a la localidad con el Cóndor, ubicada en el departamento de Adolfo Alsina, en el límite con la provincia de Buenos Aires. El Puerto marca también el inicio del departamento San Antonio y de la Bahía homónima que tiene en su otro extremo a la localidad de San Antonio Oeste (Manzi, 2010). Es un puerto internacional de aguas profundas que cuenta, sin embargo, con servicios e infraestructura básica (ver sección 2.9.1.1 Puerto de San Antonio Este).

En San Antonio Este hay 25 km de playa bajo protección ambiental y al mismo tiempo como recurso y atractivo turístico en época estival. En su zona aledaña se encuentran playas vírgenes como La Conchilla. En la localidad puede practicarse pesca desde la costa, se realizan caminatas, paseos náuticos y avistajes de especies.[90] La temporada de arribo de turistas transcurre del 8 de diciembre al 31 de marzo con un estimado de más de 5.000 *motorhomes*. La delegación le proporciona el servicio de descarga de aguas grises y brinda agua cruda (no bebible). La Playa de Las Conchillas es el sector de estacionamiento. El turismo que recibe es nacional e internacional.

[90] Fuente: https://turismo.rionegro.gov.ar/localidad/san-antonio-este_202



Figura 55. Playas de San Antonio Este.

Por último, si bien la localidad de **San Antonio Oeste** no es contemplada habitualmente como parte del circuito turístico del municipio, recientemente el Secretario del área señaló que desde el municipio se encuentran trabajando en distintas propuestas con foco en poner en valor y potenciar la infraestructura turística de la localidad.[91]

3.7.2 Pesca

La pesca es, como ya se mencionó, una actividad central en la zona y tiene en San Antonio Oeste una relevancia particular por ser el sitio donde más desarrollada se encuentra la actividad vinculada a la pesca de merluza y langostinos (actualmente en emergencia por falta de recursos). Si bien, como actividad económica ocupa el tercer lugar en el aporte a la economía provincial, en la zona de la costa del Golfo es la actividad económica principal de la mayoría de la población de SAO.

La flota pesquera local está dividida entre industriales y artesanales. Y su actividad se enmarca por dos regulaciones:

- Ley de pesca industrial, Ley Nº1.960 (que declara "Reserva Pesquera de la Provincia de Rio Negro", al mar territorial y su costa de dominio y jurisdicción provincial).
- Ley de la pesca artesanal, Ley Nº2.519 (embarcaciones de hasta 990 metros de eslora).

[91] Fuente: https://informativohoy.com.ar/debemos-entender-que-la-localidad-de-san-antonio-oeste-tiene-mucho-potencial-turistico/

Además, se realiza la recolección manual por buceo artesanal de especies que se comercializan a menor escala como: panopea, navaja, viera, mejillón. Lo que ha generado continuidad es la extracción manual en la zona 4 bajo un Programa de monitoreo de recursos permanentes y se trata de una zona costera entre Las Grutas y Piedras Coloradas.

Finalmente se destaca la recolección artesanal de pulpos en la zona costera desde Las Grutas hasta el sector denominado La Isla (al sur de Fuerte Argentino).

Actualmente, las restricciones pesqueras en el Golfo San Matías son más rigurosas de lo habitual. Entre ellas, destaca la veda histórica de la merluza común, que se establece anualmente entre el 1 de octubre y el 1 de noviembre con el objetivo de proteger la reproducción de la especie y permitir su recuperación. Por otro lado, la pesca de langostino se desarrolla en una temporada específica que va de diciembre a abril, y que se inicia tras una prospección exhaustiva realizada por la flota pesquera bajo la supervisión constante de la Secretaría correspondiente. Con el fin de garantizar el cumplimiento de las normativas, se cuenta con un sistema de observadores a bordo de las embarcaciones, así como con un muestreo riguroso de los desembarcos, incluyendo su geolocalización.

En la tabla a continuación se resume esquemáticamente las épocas de mayor actividad pesquera según los meses del año. Para la Merluza se señala la veda histórica.

Tabla 20. Calendario de actividad de pesca en el Golfo San Matías. Fuente: elaboración propia en base a entrevistas.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Merluza										Veda		
Langostinos	Pesca											
Pulpitos	Pesca									Pesca		

La falta de recursos pesqueros (merluza y langostinos) repercute directamente en una situación de crisis económica local de desempleo. Desde 2023, ante la crisis del recurso, desde los distintos sectores se evalúan alternativas para afrontar la crisis mediante procesos de reconversión o transformación que permitan la continuidad de la actividad (ver sección 2.7.1 Pesca). Otros se reconvirtieron, vendieron sus lanchas y compraron camiones o, en el caso de los marineros, se embarcan en otros puertos vinculados a la pesca nacional.

Desde la asociación de pesca artesanal de SAO, por ejemplo, su presidente expresó que están evaluando posibles alternativas de reconversión, aunque ya varios pescadores optaron por dedicarse a otros rubros, en general trabajando en barcos industriales como marineros.

Desde la plana gubernamental provincial y en conjunto con el Consejo Federal Pesquero (establecido bajo el Régimen Federal de Pesca) se tomó la medida de que se capturen langostinos fuera del Golfo San Matías y se procesen localmente. Al respecto, en junio de 2024, el gobernador Alberto Weretilneck anunció que el Consejo Federal Pesquero asignó 3.500 toneladas anuales de langostinos para la pesca de Río Negro. El objetivo es movilizar la economía de San Antonio Oeste ya que permitirá que los crustáceos sean procesados en las plantas locales. Por parte de la provincia, se aspira a la recuperación pesquera a partir de fortalecer la industria local que derive, a su vez, en la creación de puestos de trabajo en todo el Golfo. Esa noticia llega, además, en un año en que el INIDEP estimó una producción de 250.000 toneladas anuales, cercano a valores de 2018[92].

[92] "Histórico incremento: más langostinos para el puerto rionegrino" (27/06/2024). Portal de noticias del Gobierno de Río Negro. https://rionegro.gov.ar/articulo/49924/historico-incremento-mas-langostinos-para-el-puerto-rionegrino

Otro proyecto que comenzó a explorarse tiene que ver con la posibilidad de desarrollar la maricultura[93]. Se encuentran ya trabajando en un proyecto de ley y proponen la creación de la Tecnicatura de Pesca y Acuicultura en escuelas secundarias.[94]

Finalmente, también es dable considerar que la cadena productiva pesquera se encuentra relacionada también al turismo, que se ve fortalecido tanto con las excursiones de pesca como con la oferta gastronómica, potenciándose así ambas actividades.

Es importante destacar que la Subsecretaría de Pesca de la provincia tiene vínculo con las organizaciones empresariales, sindicales y civiles que agrupan a los distintos sectores de la pesca mencionados. Se listan y se describen sintéticamente en la sección 5 Partes Interesadas, las organizaciones con presencia local, mismas son:

- Cámara de Armadores Pesqueros y Productores de Rio Negro
- Sindicato de Obreros Marítimos Unidos (SOMU) - San Antonio Oeste
- Asociación Civil Pescadores Artesanales de San Antonio Oeste
- Asociación de Pulperos de Las Grutas

3.7.2.1 Pesca Industrial

El sector industrial te tiene que habilitar la autoridad de aplicación según la capacidad y número de empleados y capacidad de trabajo y la autoridad te da los permisos. Tienen obligación de estar asociado al procesamiento. La planta de procesamiento tiene los permisos de pesca y son en todos los casos empresas que tienen permisos de pesca nacionales, barcos de gran escala y pueden salir a buscar el recurso a aguas nacionales. Todas cuentan con permiso de pesca industrial nacional y procesan el recurso en Rio Negro.

En San Antonio Oeste hay tres plantas procesadoras:

- Cooperativa 16 de Abril: inaugurada en el parque industrial en 2019. Estima alrededor de 100 puestos de trabajo.[95]
- Empresa Rio Salado S.A.: en producción desde 2011, ubicada en las calles Prospero Alemandri y Alem. La empresa es armadora y propietaria de los buques. Previo a la emergencia pesquera, esta sociedad contaba con 68 puestos de empleo y con un proyecto pesquero aprobado por las autoridades pesqueras de Río Negro para la captura de un mil setecientas (1700) toneladas de merluza hubbsi dentro de la jurisdicción de la provincia en el golfo San Matías. [96]. La empresa está en convocatoria de acreedores desde 2019 y en marzo de 2023 anunció que podría presentar la quiebra, que no puede afrontar los sueldos ante la emergencia pesquera y falta de recurso por lo que se sostienen los sueldos pero no los ingresos ni el trabajo en la planta. Las tensiones y conflictos con trabajadores del sector se agudizan.[97]

[93] La actividad consiste en la instalación de cultivos o granjas de productos marinos y se expandió en países donde la sobreexplotación compromete la conservación de muchas especies. En la costa atlántica argentina hay al menos 19 sitios donde sería viables instalar la infraestructura requerida, la mayoría se encuentra en la Patagonia. Para más información se puede consultar: https://acuiculturaymiticultura.blogspot.com/2015/09/que-es-la-maricultura.html |

[94] Fuente: https://revistapuerto.com.ar/2024/08/pescadores-artesanales-de-rio-negro-exploran-la-maricultura-para-reconvertirse/

[95] Fuente: https://rionegro.gov.ar/articulo/27721/san-antonio-tiene-su-primera-planta-pesquera-en-el-parque-industrial

[96] Fuente: https://revistapuerto.com.ar/2011/09/reabren-planta-pesquera-en-san-antonio-oeste/

[97] Fuentes consultadas: https://revistapuerto.com.ar/2023/08/pesquera-rio-salado-de-sao-se-encuentra-en-un-punto-limite/; https://revistapuerto.com.ar/2023/03/sao-pesquera-rio-salado-anuncio-que-presentara-la-quiebra/; https://www.rionegro.com.ar/municipales/los-trabajadores-de-la-pesquera-rio-salado-reclaman-bloqueando-la-ruta-3-3048489/; https://informativohoy.com.ar/se-tensan-las-negociaciones-salariales-sin-acuerdo-entre-rio-salado-y-el-stia/

- Empresa Ogrec Fish: Actualmente procesan pescado proveniente de Caleta Olivia y Comodoro Rivadavia y cuentan con 190 puestos de trabajo.[98]

Según datos aportados por la Subsecretaría de Pesca en el mes de septiembre de 2024 los barcos industriales deben renovar los permisos. Durante la emergencia pesquera solo se dará permiso de pesca a 4 barcos. Al momento del relevamiento en septiembre de 2024 solo se registraba la actividad de un barco industrial con salida cada 4 días, mientras que los últimos datos registrados de embarcaciones industriales arrojaban entre 25 y 28 naves. La mayoría de los armadores están realizando la actividad con permiso de pesca nacional, saliendo en el puerto de Caleta Olivia (provincia de Santa Cruz).

Se estima según datos aportados en entrevista que la pesca industrial representaba en plena actividad entre 6 y 8 mil puestos de trabajo, siendo la actividad más importante para la zona atlántica de la provincia. Particularmente en relación con el empleo directo vinculado a barco se estima alrededor de 15 personas embarcadas aproximadamente 6 días. Además, se deben contabilizar los puestos de trabajo asociados a la bodega del barco que puede estimarse en 70 personas entre: camiones, cuadrilla de descarga, jefe de cuadrilla, personal de puerto y en planta.

3.7.2.2 Pesca Artesanal

Con respecto a las embarcaciones artesanales, al momento de la realización de este informe se estaban realizando las renovaciones de permisos. Previo a la emergencia pesquera se alcanzaron a registrar hasta 98 permisionarios artesanales, actualmente se estima que existen entre 85 embarcaciones y el 80% se dedica a la pesca de langostino por arrastre en el Gofo. Por cada barco se calcula que en promedio trabajan entre 4 y 5 personas. Además, se registra un total de 35 lanchas pesqueras sin actividad.

Según normas de Prefectura Naval Argentina pueden salir a 5 millas de la costa y, por la actual situación particular, se les permite llegar hasta 8 o 9 millas de la costa (entre el ingreso del Golfo y la costa hay un total de 110 millas). Hay puntos habilitados de embarque y el desembarque es en el Puerto del Este. Actualmente, según lo referido en las entrevistas al sector, del total de los barcos solo estiman que hay 20 que salen a pescar y desde otros puertos.

En el caso de los permisos de artesanales se otorgan a personas físicas. Se trata de embarcaciones de un máximo de 9,90 metros de eslora, vinculadas a una actividad en el marco de una economía familiar. Son quienes se encuentran más afectados por la emergencia pesquera. A ese sector el gobierno provincial proveyó de líneas de crédito a tasas bajas (35%) a través de Rio Negro fiduciaria. También, se dio un aporte no reintegrable de 3 cuotas mensuales consecutivas en 2023.

En el muelle de SAO se encuentran las instalaciones de la Terminal Pesquera Artesanal Marítima creada por la Ley Nº2519 de pesca artesanal. La Terminal posee un Consejo de administración conjunta entre representantes de provincia, el municipio y pescadores artesanales. Los pescadores artesanales habilitados por la autoridad de aplicación deben obligatoriamente ingresar a la Terminal Pesquera Artesanal (TPA). Una vez en la Terminal Pesquera Artesanal, el pescador declarará por escrito las capturas obtenidas ante las autoridades de esta para luego proceder a su tratamiento y posterior venta o destino. Su funcionamiento actualmente es deficiente. En 2019, siendo que estaba sin actividad por problemas edilicios y administrativos. En la planta se procesan langostinos, merluza y pez gallo, entre otras variedades.[99]

[98] Fuente: https://informativohoy.com.ar/la-pesquera-de-san-antonio-oeste-olgrec-fish-experimenta-un-incremento-en-la-produccion/

[99] Portal Pesca Chubut: https://pescachubut.ar/terminal-pesquera-de-san-antonio-oeste/



Figura 56. Actividad pesquera, San Antonio Oeste.

3.7.2.3 Pulperos

La actividad de pesca de pulpitos se realiza por grupos familiares de Las Grutas y San Antonio Oeste, quienes aprendieron la técnica de forma tradicional. Actualmente las familias se nuclean en la Asociación de Pulperos de Las Grutas y existe en formación otra asociación civil de San Antonio Oeste. Según datos relevados durante la entrevista a sus representantes, se estima que entre Las Grutas y San Antonio Oeste hay alrededor de 100 pulperos. Se trata de familias extensivas que practican la recolección en grupo. Una familia puede estar integrada por un promedio de 7 integrantes. Por lo que se estima que en general son alrededor de 15 familias que realizan la actividad.

Las familias reposee una vivienda donde residen durante todo el año en la localidad de Las Grutas y de San Antonio Oeste. Se trata de familias en situación de vulnerabilidad y marginalidad social, fuera de la temporada de pesca, recolectan y venden leña y/o hacen trabajos temporales en albañilería.

En la localidad de Las Grutas, el barrio ubicado al sur del casco urbano, se denomina “barrio Los Pulperos” y allí durante la temporada de verano las familias venden directamente al público sus productos: pulpitos frescos o al escabeche (conserva). También se vende la producción a restaurantes locales.



Figura 57. Barrio Los Pulperos, Las Grutas.

Es una actividad estacional que se realiza entre octubre y abril aproximadamente; aunque algunas familias realizan la actividad todo el año. Se realiza en la zona de la restinga en la costa del Golfo San Matías entre Las Grutas, desde el sector conocido como “El Sótano” y hasta 20 km al sur del Fuerte Argentino, el sector denominado “la isla” o “la isla de los pájaros” cerca del Parque Nacional Islote Lobos. El sector costero se pesca está conectado por una huella vehicular conocida como el “camino de los pulperos”.

La actividad se realiza en el momento de la bajamar. Se utilizan ganchos o palos con los que se remueve la piedra y se capturan los pulpitos. Es una actividad tradicional aprendida Inter generacionalmente. En la misma participa todo el grupo familiar.

Las tareas se dividen en roles, en general hay un integrante de la familia que posee vehículo (una camioneta de más de 40 años de antigüedad) llamado “fletero” quien se encarga de retirar diariamente o cada dos o tres días la recolección de pulpos. Gran parte de la familia pernocta en los lugares de recolección. Las familias tienen campamentos provisionales en la costa, conocidos como “parajes” o “puestos” hechos con materiales poco resistentes sin acceso a baño ni agua potable. Se usan en la época de verano cuando se realiza la recolección, se quedan entre 10 y 15 días. En los campamentos tienen tachos con hielo donde se va guardando la pesca del día. El fletero retira y al mismo tiempo suministra a las familias.

En el sector de la costa, más próxima al Fuerte Argentino se identificaron durante el trabajo de campo 7 puestos. Uno, especialmente se denomina El Fuerte Argentino y se encuentra en las inmediaciones de dicha formación (ver sección 4.2 Usos del Suelo y de la Costa para conocer en detalle el camino).

También, en el barrio de Los Pulperos de Las Grutas cuentan con una Planta de Procesamiento que funciona como espacio que cumple con normas bromatológicas para realizar las preparaciones. Allí la Dirección de Pesca de la provincia durante la temporada estival realiza los controles y otorga los permisos a los pulperos. Se inauguró en 2019, comprende una superficie total de 104 m^2 de edificación, incluyendo un local propio de venta.



Figura 58. Planta Procesadora de pulpito, Barrio Los Pulperos, Las Grutas.

3.7.3 ALPAT

En San Antonio Oeste funciona la empresa Álcalis de la Patagonia (Alpat), que pertenece al grupo Indalo y es la única de Sudamérica que produce carbonato de sodio. En mayo debió frenar su operatoria un mes por causa de la crisis económica. Sin embargo, sostuvo al personal durante ese período y volvió a abrir.[100]

El compuesto que produce se emplea como materia prima en diversos productos de uso corriente: vidrio, que utiliza el 50% de la producción global, detergentes en polvo, productos químicos, papelería, industria metalúrgica, y neutralización de efluentes ácidos. La planta se encuentra en Punta Delgado, a 2,5 km al sudoeste de SAO. Posee una capacidad de 250.000 toneladas anuales, comenzó las pruebas de producción a principios de 2005 y en septiembre de ese año dio inicio a su comercialización. La compañía explota por sí misma la cantera de caliza y la salina, que proveen la materia prima para el compuesto, y se autoabastece de energía eléctrica. Cuenta con más de 500 empleados, y es proveedor de carbonato de sodio para la mayoría de las empresas consumidoras del país. El producto además se exporta a países limítrofes. Se comercializa a granel, en bolsas de 1250 kg, o bien en bolsas de 25 kg.[101]

Según lo relevado en entrevistas, es la mayor fuente de generación de empleo privado en SAO con 400 puestos de trabajo directos e indirectos.

[100] Fuente: https://www.rionegro.com.ar/economia/alpat-retomo-la-produccion-de-carbonato-de-sodio-en-san-antonio-oeste-3655203/

[101] Fuente: https://rionegro.gov.ar/download/boletin/5258%20supl%20parte%202.pdf



Figura 59. ALPAT, San Antonio Oeste.

3.8 SEGURIDAD

3.8.1 Atención de Contingencias en la Zona del Proyecto

La atención de emergencias en la zona del proyecto está bajo la jurisdicción de la Policía y los Bomberos de Las Grutas. Esta jurisdicción se extiende hasta el Km 1212 de la Ruta Nacional 3.

La Comisaría Unidad Nº 29, con sede en Las Grutas, depende de la Comisaría 10ma de San Antonio Oeste (SAO), y su área de cobertura abarca Las Grutas, SAO, Sierra Grande y Valcheta. A su vez, la Comisaría de SAO está subordinada a la central en Viedma.

En cuanto a la seguridad en el agua es la Prefectura Naval con oficinas en San Antonio Oeste y en el puerto de SAE se ubican el cuerpo de bomberos y buzos.

A continuación se describen las características de cada fuerza.

3.8.2 Policía

En SAO se encuentran la Comisaría N°10, de la policía provincial con jurisdicción en el municipio. En cuanto a la seguridad rural, desde el año 1999 se crearon las Unidades Especiales denominadas Brigadas Rurales, un cuerpo de Policía especializada que contempla las vivencias de las comunidades rurales. En SAO tiene asiento las oficinas de la Brigada Rural San Antonio Oeste, que cuenta con 11 policías, una camioneta y dos motos. El área de su jurisdicción es extensa en equivalencia con los recursos que disponen para recorrerla. El área abarca cerca de los 600 km, desde el área rural de SAO hasta Sierra Grande y hacia el oeste llegan hasta la Ruta Nacional 251 en Pomona.

Sus funciones no se limitan solo a la prevención y represión del abigeato, también atienden una multiplicidad de situaciones y hechos propios de la zona vinculados a robos y/o hurtos de maquinarias agrícolas, de domicilios rurales, de animales, faenamiento clandestino, control de carnes en tránsito, colaboran en la prevención de incendios forestales, en situaciones de emergencia como inundaciones, en campañas de salud pública, en la protección de especies autóctonas protegidas y en vías de extinción. Entre los principales problemas de seguridad registrados en la entrevista al referente de la brigada, en el área rural se registran el abigeato y la caza furtiva de fauna silvestre. También realizan el control de leña y detectan el robo del piquillín en los campos que mayormente se encuentran abandonados o deshabitados.

En San Antonio Este se encuentra la Subcomisaría Nº62 dependiente de la Regional.

En cuanto a la atención de denuncias de violencia por razones de género en SAO cuentan con una Comisaría de la Familia, Oficina municipal de la Mujer y un área de Mujeres, Géneros y Diversidades. La Fiscalía de SAO también recepciona las denuncias espontáneas.



Figura 60. Comisaría San Antonio Oeste.

3.8.3 Bomberos Voluntarios de Las Grutas

El cuerpo de Bomberos Voluntarios de Las Grutas es una Asociación Civil formada por 27 bomberos voluntarios. La guardia es financiada por la provincia de Río Negro, que también cubre los seguros del personal, los servicios del cuartel y los seguros de vida. La organización se sostiene a través de dos fuentes principales de ingresos: contribuciones en las facturas de electricidad y aportes de la lotería provincial.

El cuerpo cuenta con equipamiento adecuado para responder a emergencias, principalmente incendios rurales en verano y accidentes de tránsito en las rutas.

Equipamiento:

- 2 autobombas (una liviana y una intermedia)
- 1 camión forestal con capacidad de 3500 litros
- 1 cisterna de 13.000 litros
- 1 estación de comunicaciones equipada con una camioneta
- 1 camioneta Dodge RAM 2500 4x4 con capacidad para 2000 litros de agua
- 1 camioneta Ford Ranger
- 1 Unimog antiguo destinado a logística

Damián Lavigna, actual Delegado Municipal de Las Grutas y ex Jefe de Bomberos de la localidad, también se desempeña como Director Académico de la Academia Nacional de Bomberos. En la entrevista, destaca que, mediante una gestión interinstitucional, es posible establecer contratos de contraprestación con empresas privadas vinculadas a proyectos hidrocarburíferos que se instalen en la zona. Además, señala la posibilidad de coordinar la formación del cuerpo de bomberos en tareas especializadas. La Asociación de Bomberos tiene previsto firmar, en el último trimestre de 2024, un convenio con la Universidad Nacional de Río Negro para certificar, a nivel universitario, la formación de bomberos reconocida por el INET.



Figura 61. Cuartel de Bomberos Voluntarios, Las Grutas.

3.8.4 Prefectura Naval Argentina (PNA)

Prefectura Naval Argentina es la encargada de los Servicios de Tráfico Marítimo (VTS) en el país. Su función es la de policía de seguridad de la navegación: atender y dirigir el servicio de comunicaciones y la salvaguarda de la vida humana en el mar, como así también el control en el tránsito portuario y de la navegación. Tiene a su cargo, además, el Plan Nacional de Contingencias (PLANACON).[102]

PNA de San Antonio Oeste forma parte de la Prefectura de Zona Mar Argentino Norte que abarca además las Prefecturas de Mar del Plata, Quequén, Bahía Blanca, Patagones, Puerto Madryn, y Rawson con sus Unidades subordinadas. Es Nivel 4 y depende de Prefectura de Bahía Blanca (Nivel 2) y de Viedma (Nivel 1). En el Puerto de San Antonio Este también hay presencia de PNA (nivel 5) y depende directamente de PNA de SAO.

Según datos relevados en entrevista, el personal vinculado al patrullaje jurisdiccional involucra a 141 personas entre el personal en el puerto de SAO y el de SAE, los buzos y bomberos de salvamento, barco guardacostas (30 hombres), guardia bajo la dependencia de SAO, personal que realiza procedimientos y personal vinculado a la Escuela de Formación de Marina Mercante. En el puerto de SAE se encuentran 5 prefectos, la estación de salvamento, un barco, buzos y bomberos.

[102] Fuente: https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval/ambitos-actuacion-despliegue-geografico

Además, Prefectura posee un cuerpo de inspectores capacitados específicamente destinados a verificar el cumplimiento de las normativas vigentes sobre la materia, personal profesional y medios para realizar estudios ambientales en el ámbito de su jurisdicción y se encuentra bajo la órbita de la Policía de Protección Ambiental con asiento en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Esta área trabaja en el marco de disposiciones emanadas de la Constitución Nacional, su Ley Orgánica Nº 18.398, la Ley Nacional Nº 22.190 "Régimen de Prevención y Vigilancia de la Contaminación de las Aguas u Otros Elementos del Medio Ambiente por Agentes Contaminantes Provenientes de Buques y Artefactos Navales" y varios Convenios Internacionales que se describen más adelante ratificados por la República Argentina que la reconocen como su autoridad de aplicación; la contaminación evidenciada a partir de la actividad que desarrollan los buques y artefactos navales. Paralelamente, de la actividad de la Organización Marítima Internacional (OMI) fueron naciendo Convenios Internacionales que han ido conformando una estructura técnico-jurídica que pretende dar respuesta a todas las instancias de las agresiones contaminantes que inciden sobre el ambiente.[103]



Figura 62. Prefectura Naval Argentina, San Antonio Oeste.

3.9 TRANSPORTE

Los aeropuertos más cercanos a San Antonio Oeste son tres:

Aeropuerto "Gobernador Edgardo Castello" (VDM):

- Ubicación: Viedma, Río Negro
- Distancia: Aproximadamente 180 km de San Antonio Oeste
- Características: Es el aeropuerto más cercano y ofrece vuelos nacionales.

Aeropuerto El Tehuelche (PMY):

- Ubicación: Puerto Madryn, Chubut
- Distancia: Aproximadamente 210 km de San Antonio Oeste
- Características: Este aeropuerto ofrece vuelos nacionales y es una opción conveniente para quienes viajan hacia o desde la zona del Golfo San Matías, que incluye Las Grutas y San Antonio Oeste. Aunque no es tan cercano como el de Viedma, está relativamente accesible por Ruta Nacional 3.

Aeropuerto Internacional Almirante Marcos A. Zar (REL):

- Ubicación: Trelew, Chubut

[103] Fuente: https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval/proteccion-ambiental/preteccion-ambiental

- Distancia: Aproximadamente 319 km de San Antonio Oeste
- Características: Es el único aeropuerto internacional que se constituye como una importante puerta de entrada a la Patagonia argentina, especialmente a la región del Valle Inferior del Río Chubut. Se encuentra ubicado a aproximadamente 7 kilómetros al norte de la ciudad de Trelew.

Las localidades de San Antonio Oeste y Las Grutas cuentan con Terminal de omnibus. Además hay un servicio de transporte interurbano entre Las Grutas y San Antonio Oeste que es operado diariamente por la empresa “Transporte Las Grutas”. Los colectivos pasan cada hora. En invierno, el servicio no cuenta con recorridos nocturnos, mientras que en verano opera las 24 horas. La empresa tiene su base principal en Sierra Grande, y cuenta con sedes en San Antonio Oeste y Bariloche.

3.10 ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPAL

En San Antonio Oeste la carta orgánica municipal establece la responsabilidad del gobierno municipal en dictar normas en materia de planificación y desarrollo urbano, industrial y turística. La ordenanza que rige como código es la Ordenanza Municipal Nº5.624 de ordenamiento territorial.[104] Según ese código, en el TITULO 2 se indica que: “Considerase Área Rural a todo territorio municipal que no se encuentre incluido en el Área Urbana ni como Unidad Ambientalmente Protegida. Se encuentra destinada a la explotación agrícola-ganadera, o minera, pudiendo desarrollarse sobre ellas normas específicas de ordenamiento territorial”. En la sección 2.3.4. Area Rural Municipal se indica que el área rural del municipio sin zonificar queda a disposición de lo que establezca la provincia. A priori, en las zonas rurales municipales se admite el desarrollo de las actividades agropecuarias según las categorías enumeradas en el TITULO 4.

En 2005 se aprobó en el municipio el Plan Director de Ordenamiento Territorial, en el que se establece la zonificación municipal y una propuesta de regulación de usos del suelo.

[104] Consejo Deliberante de San Antonio Oeste, Ord. Nº5624. https://www.carn1.com.ar/Urbanistico/Sao/ORD.%20CODIGO%20ORD.%20TERRIT.+COD.%20EDIFICACION+PLANOS%20%20-5624.pdf

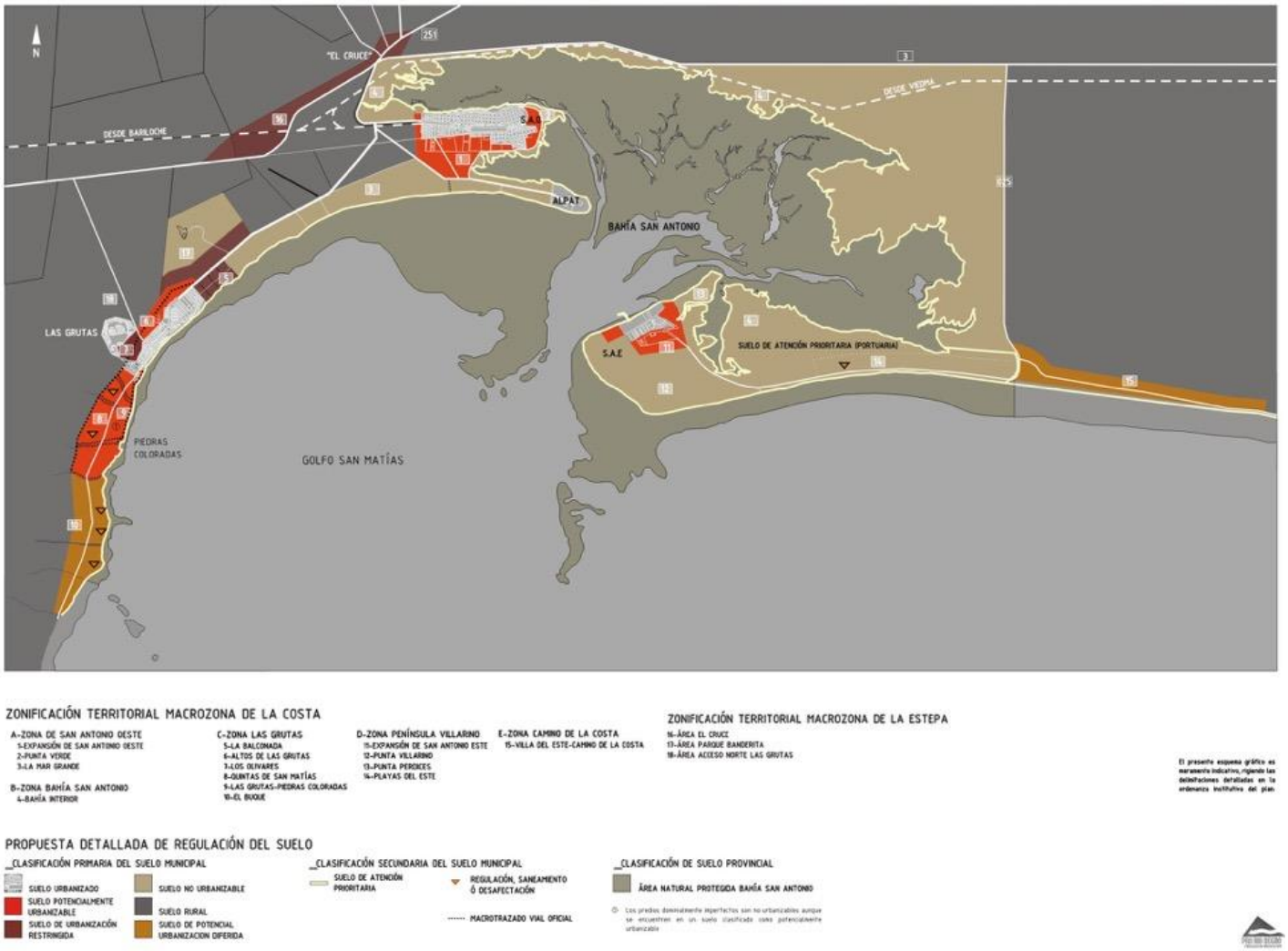


Figura 63. Zonificación territorial. Municipio SAO. Río Negro. Fuente: URS (2011)[105]

[105] Fuente: "Evaluación Detallada y Diseño del Plan de Remediación de las áreas impactadas por la actividad de ex fundición de la Mina Gonzalito en San Antonio Oeste" (URS, 2011)

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

En el marco del Plan Director de Ordenamiento Territorial del Ejido Municipal de San Antonio Oeste (Ordenanza Municipal N°2.402/05), se han establecido también áreas costeras de reserva como los parques dunares con la finalidad de proteger sus atributos naturales y paisajísticos.

La Bahía San Antonio y sus zonas aledañas, por su parte, han sido jerarquizadas hace más de 10 años como Área Natural Protegida (ANP) por la Ley Nº2.670 de la provincia de Río Negro (CFI, 2011) (ver sección 2.7.2 Turismo).

Una década después de aprobado el primer Código, en enero de 2015, el Concejo promulgó un nuevo Código de Ordenamiento Territorial que generó cuestionamientos y derivó en una causa judicial vinculada a sus aspectos ambientales.

El Código fue cuestionado por distintos sectores (organizaciones ambientales, científicos, y hasta el Servicio Provincial de Áreas Naturales Protegidas dependiente del Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia) por causas como la incompatibilidad con leyes nacionales y provinciales, o el riesgo que implica para la diversidad del Área Natural Protegida Bahía de San Antonio (ANPBSA) al permitir el uso urbano de sectores que se encontraban resguardados.

Finalmente, en el año 2017 se declaró la inconstitucionalidad de la Ordenanza Nº4.683/14 mediante una acción judicial interpuesta por la Fiscalía de Estado a instancias de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia.

De acuerdo con información relevada en campo, teniendo en cuenta la declaración de inconstitucionalidad del Plan de Ordenamiento Territorial 2015, quedaría en aplicación el Plan de Ordenamiento Territorial 2005.[106]

[106] Sentencia Judicial disponible en: https://www.reflejar.gob.ar/wp-content/uploads/2022/08/RIO-NEGRO-Fiscal-de-Estado-de-la-provincia-de-R%C3%ADo-Negro-s.-Acci%C3%B3n-de-Inconstitucionalidad-Ordenanza-n%C2%B04683-Municipalidad-de-San-Antonio-Oeste-2017.pdf

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN

4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se instala en la zona rural del municipio de San Antonio Oeste, entre la RN3 y la costa atlántica, sobre la superficie de dos estancias privadas pertenecientes a los mismos dueños (Sociedad IBPatagonia): la Ea. La Paula y la Ea. Fuerte Argentino. El objetivo de los actuales dueños es manejarlo como una misma unidad productiva. En total se trata de 500 ha. La parcela a la costa esta fraccionada en 6 parcelas que están finalizadas su registración catastral y en el registro de la propiedad. Son campos pequeños de distintas medidas.

Se trata de una zona rural con propiedades privadas que históricamente se dedicaron a la producción ganadera, actualmente los campos de la región fueron abandonando la producción ganadera y en la mayoría de los casos también abandonaron la infraestructura de viviendas y productiva, por lo que es común encontrar campos abandonados.

La unidad productiva conformada por Ea. La Paula y Ea. Fuerte Argentino limite al norte con la Ea. El Fuerte (actualmente sin producción ni residentes) y al sur con la Ea. Paternoster (actualmente sin producción ni residentes y con gran parte de su infraestructura abandonada).



Figura 64. Zona rural de emplazamiento del proyecto.

4.1.1 Interferencias

Con respecto a las instalaciones del proyecto y sus posibles interferencias, es importante destacar que el gasoducto terrestre comienza en la Planta Compresora de TGS San Antonio Oeste, ubicada en la superficie de la Ea. La Paula y se proyecta 9 km aprox. por la superficie de este campo en dirección a la costa. Actualmente esta estancia convive con el funcionamiento de la PC SAO de TGS y por la misma circulan la traza del Gasoducto General San Martín y la traza de la línea eléctrica LAT 132 kV Sierra Grande – San Antonio Oeste (ver sección 4.2 Usos del Suelo y de la Costa).

No existen interferencias significativas de la cabecera del gasoducto ni la traza, con infraestructura de la Ea. La Paula. El casco y los cuadros donde se ubica la producción ganadera que realiza el encargado de la estancia, se ubican hacia el oeste de la estancia entorno a la RN3. Únicamente existen alambrados internos que separan la producción ganadera del resto de la estancia que serían afectados por la traza del tramo terrestre del gasoducto.

Luego la traza del gasoducto atraviesa la superficie de la Ea. Fuerte Argentino hasta el límite de la misma con la costa (6 km aprox.). Es importante destacar que la superficie de esta estancia fue subdividida en 6 lotes, aunque los mismos no se encuentran subdivididos físicamente (con alambrados, tranqueras, etc.), y que actualmente la estancia funciona como una misma unidad con la Ea. La Paula.

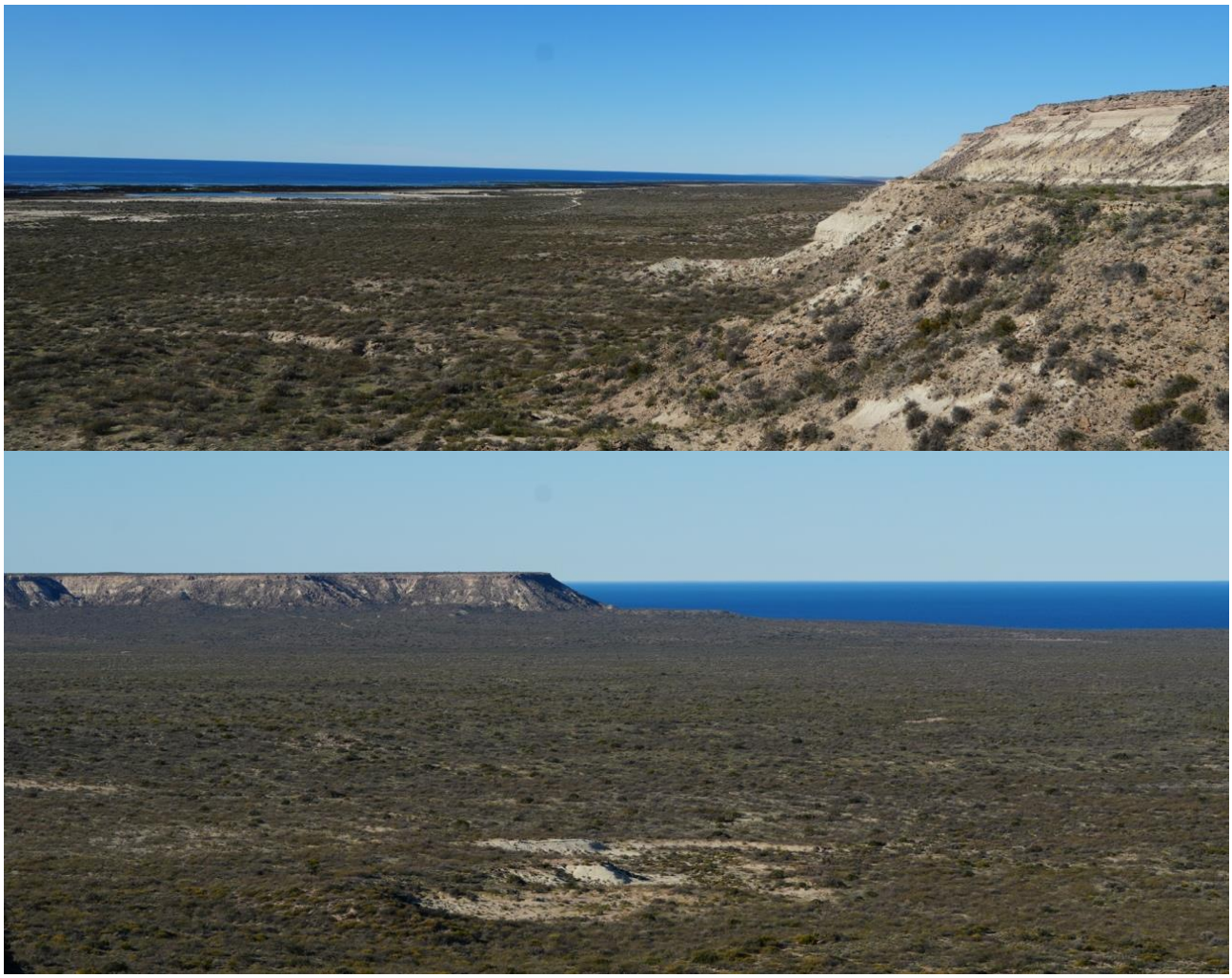


Figura 65. Superficie de Ea. Fuerte Argentino, sector donde se realizará el proyecto.

No existen interferencias significativas para la traza del gasoducto ni el sitio específico donde se construirán las instalaciones superficiales del gasoducto (válvulas y trampas de scraper) en el extremo de su tramo terrestre, con la infraestructura de la Ea. Fuerte Argentino (viviendas, galpones, corrales, mangas, etc.). El puesto de la estancia y la producción ganadera de este puesto, se ubican al norte de la zona de obras propuesta.

Ya en la costa, en el límite de la Ea. Fuerte Argentino y el mar, la traza del gasoducto atraviesa el Camino de los Pulperos, que es altamente utilizado tanto por pulperos como por turistas, especialmente en temporada estival (ver sección 4.2 Usos del Suelo y de la Costa), y se inmersa en la planicie intermareal donde se desarrolla la zona de pesca de pulpos. **Se trata del sitio de mayor sensibilidad social del proyecto.**



Figura 66. Zona de costa cercana a obras del proyecto.



Figura 67. Zona del proyecto en costa, interferencia con Camino de los Pulperos.

4.2 USOS DE SUELO Y DE LA COSTA

La tabla a continuación resume los usos de suelo identificados en el área de implantación del proyecto (zona rural). Los usos de las localidades incluidas en el área de influencia directa (Las Grutas, San Antonio Oeste y San Antonio Este) no fueron contemplados, ya que tienen usos específicos que tienen relación con una dinámica urbana y periurbana, y no serán directamente afectadas por el proyecto.

Tabla 21. Tipos de usos de suelo identificados en el área de implantación del proyecto.

Uso de Suelo	Descripción
Ganadero Hidrocarburífero	Refiere a unidades catastrales con presencia de unidades productivas conjuntamente con instalaciones de producción, procesamiento o conducción de hidrocarburos. Generalmente implica la presencia de infraestructura productiva (corrales, molinos, aguadas, galpones, etc.), de viviendas, e infraestructura hidrocarburífera.
Ganadero	Refiere a unidades catastrales con presencia de unidades productivas ganaderas. Generalmente implica la presencia de infraestructura productiva (corrales, molinos, aguadas, galpones, etc.) y de viviendas.
Turístico	Refiere a porciones territoriales con presencia de atractivos turísticos (playas, formaciones montañosas, etc.).
Pesquero – Turístico – Circulación	Refiere a porciones territoriales destinadas a la pesca / recolección de pulpos mayoritariamente, y en menor medida a la pesca deportiva o recreativa; así como el uso turístico de playas y costas. Asimismo se combina el uso de circulación vehicular y peatonal por la zona costera.
Circulación	Refiere a porciones territoriales con presencia de infraestructura de circulación (rutas y caminos)

El mapa a continuación describe los usos de suelo representativos en la zona rural del AISD.

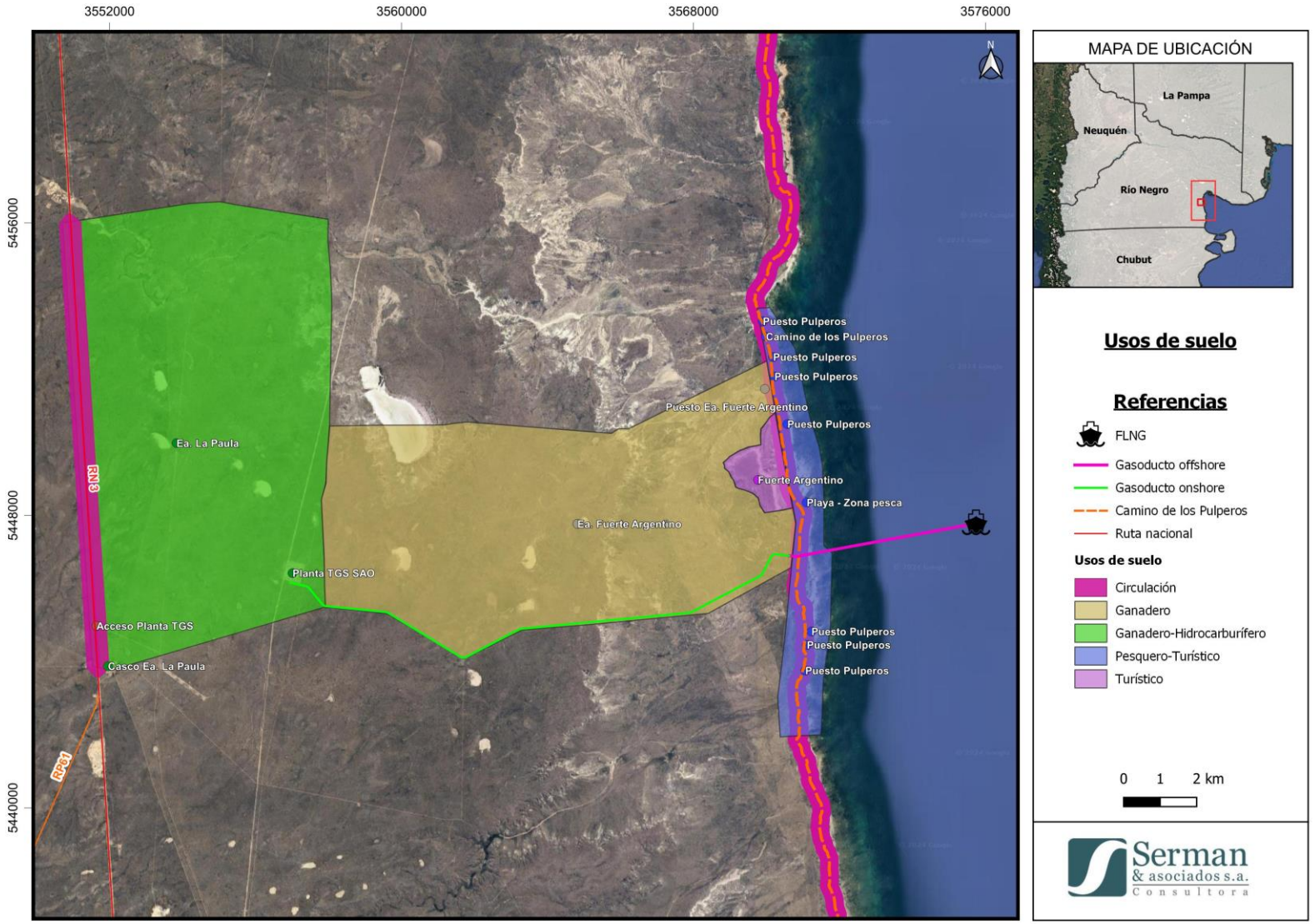


Figura 68. Usos de Suelo identificados en el área de implantación del proyecto (zona rural del AISD).

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

4.2.1 Ganadero – Hidrocarburífero

Este uso está representado por el catastro de la Estancia La Paula, que se trata de la porción territorial donde se ubica la Planta Compresora San Antonio Oeste de TGS, y además presenta producción ganadera.

La Ea. La Paula junto con la Ea. Fuerte Argentino son de los mismos propietarios, pero la primera era parte de la antigua Estancia La Porfía, que fue subdividida por sus dueños originales, los que vendieron el sector norte de la misma sobre la RN3 (actual Ea. La Paula).

Dentro de esta porción territorial se ubica el casco principal de la estancia, sobre la RN3, en el vértice suroeste de la misma. Es importante destacar que este casco conformaba el casco original de la Estancia La Porfía, por lo que, al subdividirla, el casco quedó partido al medio; por lo que el actual casco/ puesto de la Ea. La Porfía está pegado al actual casco de la Ea. La Paula.



Figura 69. División de casco Ea. La Porfía y casco Ea. La Paula.



Figura 70. Casco de Ea. La Paula.

El casco es habitado por un encargado que traslada desde SAO diariamente. Además, en el campo puede residir de forma estacional el equipo de trabajo que mantienen los caminos de la estancia. El personal puede quedarse una semana y se volver a sus residencias en SAO por dos días. Los propietarios de la Estancia poseen una empresa de servicios de movimiento de suelo por lo que poseen maquinaria y camiones que realizan los trabajos de un nuevo acceso para la estancia vinculado a un futuro proyecto de barrio residencial en el sector de la costa. Este último es un proyecto de barrio privado que, según lo conversado durante entrevistas, no se realizará hasta que no avance el posible proyecto de gasoducto.

La infraestructura presente en el casco se compone de tres viviendas: una del encargado, otra de un ayudante y la tercera para el personal de las maquinarias que realizan movimiento de suelo. Además, en el sector de las viviendas hay: un garaje y dos galpones.

Los servicios con los que cuentan son: pantalla solar, motor generador, agua de aljibe o cosecha de agua de lluvia, gas de garrafa, leña y acceso a celular (con poca señal).



Figura 71. Casco Ea. La Porfía.

La producción ganadera es realizada por el encargado del campo, se trata de una producción propia (100 cabezas aprox.) y no de los dueños de la estancia. De acuerdo con el entrevistado, el ganado no circula más allá de los límites de la Ea. La Paula, dicho ganado no circula hacia la costa, ya que los campos están alambrados. Toda la infraestructura productiva asociada a esta producción ganadera se centraliza en los corrales, bebederos y mangas identificados en el casco de la estancia, sobre RN3. Además, en el campo, hay presencia de tajamales (sectores de acumulación de agua de lluvia utilizada para el ganado).



Figura 72. Producción ganadera, Ea. La Paula.

Respecto a la producción hidrocarburífera, por este campo circula el Gasoducto General San Martín de TGS y se ubica la Planta Compresora San Antonio Oeste de TGS. La planta fue construida en dos etapas, la primera en 1985 y la segunda en 2012. En esta planta se realiza la compresión del gas y posee 8 empleados fijos que se trasladan diariamente desde Las Grutas y Sierra Grande hasta la planta. El predio de la planta es de 25 ha y se encuentra completamente cerrado, el acceso a la misma se realiza desde la RN3 por una tranquera específica, la misma se mantiene cerrada con candado.



Figura 73. Planta Compresora San Antonio Oeste de TGS.

4.2.2 Ganadero

Este uso está representado por el catastro que ocupa la Ea. Fuerte Argentino, un campo que limita con la Ea. La Paula y la costa. Actualmente este campo es propiedad de los mismos dueños de Ea. La Paula y actualmente posee producción ganadera a pequeña escala.

El campo posee un puesto conocido como “Puesto Canario”, que se ubica en el límite noreste del campo, contra la costa. El puesto está a cargo de un puestero distinto al encargado de Ea. La Paula, que es el que posee ganado vacuno propio (15 cabezas). La producción se maneja desde este puesto, donde se ubican corrales, molino y manga. Canario reside en SAO y visita el puesto asiduamente. La vivienda no cuenta con servicios, se provee de agua para beber desde la cosecha de agua de lluvia y utiliza leña para cocinar y calefaccionar. No cuenta con electricidad.



Figura 74. Puesto Canario, Ea. Fuerte Argentino.



Figura 75. Uso de suelo ganadero, Ea. Fuerte Argentino.

4.2.3 Turístico

Este uso está representado por la formación geológica “Fuerte Argentino” que se trata de una meseta sobre la costa del Golfo San Matías. La misma posee atractivos visuales sobre el Golfo de San Matías. Es importante destacar que el uso turístico se manifiesta casi exclusivamente en verano.



Figura 76. Formación Fuerte Argentino.

Si bien esta formación se encuentra dentro de la propiedad privada Ea. Fuerte Argentino, se trata de un sitio adonde acceden turistas desde el Camino de los Pulperos. Es importante destacar que el límite de esta estancia con el camino costero no está alambrado en su totalidad, por lo que los turistas acceden a pie al interior de la estancia para subir a la formación.



Figura 77. Acceso a Fuerte Argentino desde Camino de los Pulperos.

Inclusive, algunas agencias de Las Grutas ofrecen la excursión al Fuerte Argentino desde esta localidad, de acuerdo con entrevistas realizadas con operadores turísticos, la misma no es frecuente, ya que se trata de una excursión cara.

4.2.4 Pesquero – Turístico

Este uso está representado principalmente por la actividad de pesca de “pulpitos” que se realiza en la costa en torno al proyecto propuesto. Se trata de una actividad de recolección de estos moluscos en la zona de la restinga que queda al descubierto en bajamar, la misma se realiza en verano (entre octubre y abril aproximadamente) por grupos familiares de Las Grutas y San Antonio Oeste. Se trata de una actividad histórica y de importancia en la región, la misma se realiza de forma artesanal y en la mayoría de los casos por familias vulnerables (para una descripción más detallada ver en Dinámica Económica sección 3.7.2.3 Pulperos).

En torno al sitio de ubicación del gasoducto marítimo sobre la costa se relevaron 4 puestos de pulperos al norte (entre la costa de la Ea. Fuerte Argentino y la Ea. El Fuerte, vecino al norte sobre la costa) y 3 puestos hacia el sur (entre la Ea. Fuerte Argentino y la Ea. Paternoster, vecina al sur sobre la costa). Todos los puestos son precarios y temporales, ya que son habitados en verano cuando se realiza esta actividad.



Figura 78. Puesto de pulperos al norte del proyecto, interior y exterior.



Figura 79. Puesto de pulperos al norte del proyecto, interior y exterior.



Figura 80. Puestos de pulperos al norte del proyecto.



Figura 81. Puestos de pulperos al sur del proyecto.

Es importante destacar que además de la actividad de pulpería, estas familias se dedican a la recolección de leña (entre la que se destaca el piquillín) para uso familiar o venta.

Además de la presencia y la circulación de pulperos en torno a la zona de costa relacionada directamente con el proyecto, también existe presencia de turismo y de pesca recreativa, especialmente en verano, fines de semana y días festivos. Los turistas circulan desde Las Grutas hasta este lugar, se relevó una zona de playa frente al Fuerte Argentino.



Figura 82. Uso turístico en zona de costa.



Figura 83. Zona de playas frente a Fuerte Argentino, uso turístico y pesquero.

Cabe destacar que toda la zona costera también se destaca por la circulación constante de pulperos durante el verano, que se trasladan por el Camino de los Pulperos desde Las Grutas hasta esta zona y pasan hacia otras zonas de pesca ubicadas al sur. Se trata de un camino informal que se fue consolidando por el paso de los pulperos pero no se trata de una ruta formal provincial, lo que fue corroborado con los representantes de Vialidad de la Provincia de Río Negro.

4.2.5 Circulación

Este uso está representado por la presencia de la RN3 en torno al proyecto, por los caminos internos de la Estancia La Paula y la Estancia Fuerte Argentino y por el Camino de los Pulperos que se extiende en la zona costera.

Como ya fue mencionado en el apartado de Vías de Circulación (sección 3.1), la Ruta Nacional 3 se caracteriza por un alto tránsito vehicular de camiones y vehículos particulares. En el acceso a la Estancia Fuerte Argentino la banquina se encuentra en un estado transitable para poder realizar la maniobra de detenerse y tomar el ingreso. No posee señalización ni infraestructura adecuada en caso de realizarse el ingreso fluido de personal y camiones por el proyecto.



Figura 84. Acceso a Planta TGS SAO desde RN3.

En el interior de la estancia en la que se llevará adelante el proyecto los caminos internos son mantenidos por los propietarios y se encuentran en buen estado. Según lo informado durante la entrevista, se proyecta realizar un nuevo camino de acceso a la estancia en un futuro si se avanza con el proyecto de barrio residencial. Hasta el momento la estancia posee dos ingresos: uno utilizado mayormente por el personal de TGS (y que utilizaría el proyecto de FLNG GSM) y otro que está vinculado al ingreso a la vivienda del personal, de uso particular.



Figura 85. Caminos internos Ea. La Paula, acceso a la Planta Compresora SAO de TGS.



Figura 86. Caminos internos Ea. Fuerte Argentino.

El camino de los Pulperos es una ruta justamente creada por las familias que desde hace más de cuatro generaciones transitan por allí. Presenta la particularidad de tratarse de una huella vehicular que parte desde el sur de la localidad de Las Grutas (barrio de los pulperos) hacia el sector del Fuerte Argentino y continua por 20 km más hasta un sector conocido como La Isla, en el sector de Islote Lobos. Es un camino utilizado mayormente en época de verano por pescadores, turistas y familias pulperas.

Tiene un sector que no se puede transitar durante la pleamar y que, en los momentos de bajamar, solo es posible circular con conocimiento del terreno dado que hay arena suelta y piedras. Este sector es conocido como “El Sótano” donde un acantilado, en el momento de la pleamar, interfiere en el paso de un lado al otro quedando inundado el camino.



Figura 87. Camino de los Pulperos en torno al área del proyecto.

5. PARTES INTERESADAS

5.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PARTES INTERESADAS

La identificación de partes interesadas implica el reconocimiento de aquellos actores sociales que pueden tener relación con el proyecto en la región; que pueden ser afectados por el mismo y/o que pueden generar opinión al respecto.

En este apartado se presenta la lista de actores clave identificados con relación al proyecto. Se incluyen actores de nivel nacional, provincial y municipal. La identificación se basó en el relevamiento de fuentes secundarias y primarias (por ejemplo: portales web oficiales, noticias de medios locales y entrevistas a partes interesadas).

Se identificaron un total de 55 partes interesadas que se presentan en las tablas a continuación, divididas por actores de acuerdo a su jurisdicción y alcance; en tanto:

- 7 partes interesadas del contexto nacional;
- 16 partes interesadas del contexto provincial; y
- 32 partes interesadas con jurisdicción y presencia en el contexto local.

Las partes interesadas a nivel regional (nacional y provincial) corresponden a actores sociales del contexto provincial que tienen pertinencia e interés a partir de su vínculo general con el proyecto o sitio (por ejemplo, por la aplicación de políticas orientadas a la actividad o al territorio en el que esta se desarrolla). Mientras que las Partes Interesadas del contexto local tienen una relación más directa sea por cercanía territorial y/o por afectación con el proyecto/sitio.

Es importante aclarar que la lista no es exhaustiva, sino que fue ajustada en función de las características del proyecto y el momento en el que se realiza el relevamiento con las partes interesadas. Resulta fundamental que la identificación de partes interesadas sea actualizada durante toda la vida del proyecto. En este informe se documentan principalmente las partes interesadas involucradas en la etapa de evaluación de impactos sociales y priorizando aquellas con vinculación local en el territorio.

La identificación de actores implica una caracterización de las partes interesadas incluye:

- ✓ **Pertenencia.** Área de pertenencia de las instituciones, organizaciones o personas identificadas. Por ejemplo: Estatal, sociedad civil, empresarial, etc.
- ✓ **Institución u organismo.** Nombre de la parte interesada identificada.
- ✓ **Referente.** Nombre de responsable y/o persona de contacto.
- ✓ **Vinculación con el proyecto.** Mínima descripción que caracterice al actor identificado y permita ver su vínculo con el proyecto.
- ✓ **Pertinencia.** Se considera una o más de los siguientes tipos:
  - **Territorialidad.** Personas, grupos, instituciones u organismos que compartan territorio de acción/operación de un determinado proyecto. Por ejemplo: pobladores rurales, puestos o parajes, instituciones presentes en el área, etc.
  - **Jurisdiccional.** Dependencias y organismos estatales que tienen jurisdicción en el área del proyecto, sean locales, provinciales o nacionales. Por ejemplo: municipios; hospitales; escuelas; organismos estatales de conservación y preservación del medioambiente; organismos de administración de tierras; etc.

- **Temática.** Personas, grupos, instituciones y empresas que pueden tener relación con el proyecto porque los temas que este implica les interesan. No necesariamente tienen que encontrarse en el mismo territorio. Pueden ser de índole local, provincial, regional, nacional e incluso internacional; pero tienen que estar relacionadas con el proyecto y/o ser referentes de la población. Por ejemplo, organizaciones no gubernamentales; grupos ambientalistas; movimientos sociales; grupos vecinales; grupos o programas de investigación, etc.

Teniendo en cuenta el total de las partes interesadas identificadas, se desprende que:

- 10 partes interesadas tienen pertenencia Estatal Nacional vinculadas jurisdiccionalmente.
- 14 partes interesadas de pertenencia Estatal Provincial vinculadas jurisdiccionalmente por temas de: control ambiental, control de actividad marítima (tanto seguridad como pesquera), instituciones de salud, fuerzas de seguridad (policía y bomberos), áreas de producción y empleo, regulación del puerto de SAE y cuerpo legislativo.
- 7 partes interesadas de pertenencia Estatal Municipal vinculadas a las jurisdicciones de gobierno local (municipio, delegaciones y cuerpo legislativo).
- 12 organizaciones de la sociedad civil vinculadas por territorialidad y temáticamente por: sector marítimo (sector pesquero), socioambiental, sindicato de la construcción y área de comercios y prestadores turísticos; de alcance nacional, provincial y local.
- 2 empresas nacionales con presencia local (operadoras del Puerto SAE y la PC SAO donde se conectará el proyecto).
- 2 empresas provinciales que estarán vinculadas por temática de ingeniería e hidrocarburos.
- 1 parte interesada vinculada territorialmente por ser superficiaria del proyecto.
- 1 comunidad indígena en Las Grutas vinculada temáticamente ante posibles hallazgos patrimoniales arqueológicos.

Tabla 22. Identificación de partes interesadas del contexto nacional.

Contexto Nacional				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
Estatal - Nacional	Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS)[107]	Carlos Alberto María Casares (interventor)	Temática	De acuerdo al Decreto Reglamentario Nº1.738/1992 ENARGAS fija la normativa técnica y de seguridad para las actividades de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural, incluyendo la licuefacción de gas natural y la regasificación de gas natural licuado (GNL).
Estatal - Nacional	Secretaría de Energía[108]	Eduardo Javier Rodríguez Chirillo (secretario)	Temática	En abril de 2024 se firmó el Decreto 293 que modificó la estructura de la Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Economía, quedando la misma compuesta por las siguientes subsecretarías: Energía Eléctrica; Combustibles Líquidos; Combustibles Gaseosos y; Transición y Planeamiento Energético.
Estatal - Nacional	Subsecretaría de Combustibles Gaseosos[109]	Eduardo Oreste (subsecretario)[110]	Temática	Área responsable de intervenir en la elaboración de políticas vinculadas a la exploración, producción, almacenamiento, transporte, industrialización, despacho y comercialización de gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural licuado (GNL) y demás combustibles gaseosos (1)
Estatal - Nacional	Subsecretaría de Combustibles Líquidos[111]	Luis Francisco De Ridder (Subsecretario)	Temática	Área responsable de intervenir en la elaboración de políticas vinculadas a la exploración, producción, almacenamiento, transporte, industrialización, despacho y comercialización de combustibles líquidos
Estatal - Nacional	Dirección Nacional de Vialidad (DNV)[112]	Enzo Paolo Fullone (Jefe de Distrito 20 - Río Negro)	Jurisdiccional	Dirección Nacional de administración descentralizada bajo control tutelar de la Secretaría de Transporte, dependiente del Ministerio de Economía. Tiene a cargo la ejecución de políticas y programas vinculados con el fortalecimiento del sistema vial argentino a través de obras de expansión y mantenimiento. El proyecto afecta la RN3, desde donde se accede a la zona de estudio. A su vez, en SAO, al norte del área del

[107] ENARGAS. https://www.enargas.gob.ar/home.php

[108] Decreto 293/2024 (https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/305459/20240408) b

[109] Gobierno Nacional. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/subsecretaria-de-combustibles-gaseosos

[110] "Respaldo al Proyecto Shell de sísmica en el Mar Argentino. Bloques CAN-107 y CAN-109" (05/07/2024). Energía y Negocios. https://www.energiaynegocios.com.ar/respaldo-al-proyecto-shell-de-sismica-en-el-mar-argentino-bloques-can-107-y-can-109/

[111] Gobierno Nacional. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/subsecretaria-de-combustibles-liquidos

[112] Gobierno Nacional. https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/vialidad-nacional/institucional/distritos

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Contexto Nacional				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
				proyecto, la RN3 empalma con la RN23 y la RN251.
Estatal - Nacional	Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI)	Claudio Avruj (presidente)[113] Martin Plaza Schaefer (director de Tierras y Registro Nacional de Comunidades Indígenas)[114]	Temática	Es el el Organismo de aplicación de la Ley Nº 23.302, de "Política Indígena y Apoyo a las Comunidades Aborígenes" en el ámbito nacional y entre sus principales funciones se encuentran el reconocimiento de comunidades indígenas, el relevamiento territorial de uso indígena, el Consejo de Participación Indígena y el proceso de consulta previo, libre e informado. Recientemente se dispuso el traspaso del INAI del ámbito del Ministerio de Justicia al del Ministerio de Interior[115]
Organizaciones de la Sociedad Civil - Nacional	Instituto Argentino de Petróleo y del Gas[116]	Ernesto A. López Anadón (presidente) Eduardo Abriata (Gerente Técnico de Petróleo y Gas)	Temática	Asociación civil sin fines de lucro que genera, planifica y desarrolla estudios y análisis de todas las actividades vinculadas a las industrias de los hidrocarburos. Está considerado el referente técnico en la Argentina de la industria del petróleo y del gas en particular, y de la energía en general. Cuenta con 7 seccionales distribuidas en el país y ninguna se encuentra en la provincia de Río Negro.

[113] Decreto 308/2024 (15/04/2024). https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/305850/20240416#:~:text=Decreto%20308%2F2024,-DECTO%2D2024%2D308&text=DECRETA%3A,N%C2%BA%2013.801.845).

[114] Gobierno Nacional. https://www.argentina.gob.ar/derechoshumanos/inai/direcciontierras

[115] Boletín oficial del 23/3/2024 establece el traspaso del INAI del ámbito del Ministerio de Justicia al Ministerio del Interior y la conformación de un Consejo de Coordinación y un Consejo Asesor. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/5712905/20240226?busqueda=1&suplemento=1

[116] Instituto Argentino de Petróleo y del Gas. https://iapg.org.ar/

Tabla 23. Identificación de partes interesadas del contexto provincial.

Contexto Provincial				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
Estatal - Provincial	Secretaría de Energía y Ambiente[117]	Andrea Confini (secretaria)	Temática	Bajo la órbita de la Secretaría se encuentra la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático y la Empresa de Desarrollo Hidrocarburífero Provincial (EDHIPSA), entre otras dependencias. Tiene entre sus funciones entender en todo lo vinculado a obras relacionadas con el gas licuado de petróleo (GLP) y el gas natural licuado (GNL). Autoridad provincial que evaluará el impacto del proyecto.
Estatal - Provincial	Secretaría de Ambiente y Cambio Climático[118]	Judith Jiménez (secretaria) Ruben Campetella (Delegación SAO)	Jurisdiccional - Temática	Máxima autoridad ambiental de la provincia, encargada de la protección y preservación del territorio provincial y la búsqueda de soluciones que impulsen un futuro más sostenible para sus habitantes. La delegación SAO está conformada por un equipo técnico que participa de manera conjunta con la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático en las EIA. Participó parcialmente en la evaluación del proyecto de YPF en Punta Colorada. En este proyecto también participará en la evaluación.
Estatal - Provincial	Subsecretaría de Pesca[119]	Jessica Ressler	Temática	Depende del Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de la Provincia de Rio Negro. Tiene la responsabilidad de administrar la actividad pesquera dentro de su jurisdicción.
Estatal - Provincial	Secretaría de Hidrocarburos[120]	Mariela Moya (secretaria)	Temática	Es Autoridad de Aplicación de la Ley Provincial Nº 3.308 (de 1999 y su modificatoria Ley Nº5.594), que establece las facultades provinciales relativas al control y fiscalización del transporte de hidrocarburos líquidos y/o gaseosos por ductos, así como su infraestructura de captación, acondicionamiento y tratamiento, almacenamiento y terminales para la carga y descarga a los medios de transporte y todas las demás instalaciones asociadas al transporte[121]
Estatal - Provincial	Ministerio de Producción	Carlos Banacloy (ministro)	Temática	Área gubernamental provincial a cargo de la cartera productiva.
Estatal -	Secretaría de	María Martha	Temática	Relación con puestos de trabajo y vinculación con sindicatos. Dinamiza la relación

[117] Gobierno de Río Negro. https://energia.rionegro.gov.ar/

[118] "Judith Jiménez es la nueva Secretaría de Ambiente y Cambio Climático" (14/02/2024). Portal de noticias del Gobierno de Río Negro. https://rionegro.gov.ar/articulo/48344/judith-jimenez-es-la-nueva-secretaria-de-ambiente-y-cambio-climatico

[119] Gobierno de Río Negro. https://desarrolloeconomico.rionegro.gov.ar/autoridades

[120] Gobierno de Río Negro. https://energia.rionegro.gov.ar/autoridades

[121] Legislatura de Rio negro. Ley Nº5594 (año 2022). Disponible en: https://web.legisrn.gov.ar/legislativa/legislacion/documento?id=10610

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Contexto Provincial				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
Provincial	Trabajo	Avilez (secretaria)		entre gremios y empresas, son el organismo responsable de las conciliaciones laborales. Trabajan en la prevención de accidentes y riesgos de trabajo. Establece mesas de trabajo con diferentes gremios en diferentes ramas productivas: construcción, fruta, frío, portuarios, gastronómicos, etc. Promueven y realizan instancias de capacitación laboral para preparar perfiles para futuros puestos laborales asociados a los proyectos productivos que tiene la provincia. Ya se encuentra en ejecución una capacitación en Sierre Grande para perfiles asociados a la construcción ante los anuncios del proyecto de YPF.
Estatal - Provincial	Ministerio de Gobierno, Trabajo, Modernización y Turismo	Fabián Gatti (ministro)[122]	Temática	Se encuentra a cargo de las áreas de Trabajo, Turismo, Municipios y Comisiones de Fomento e INVAP SE, entre otras[123]
Estatal - Provincial	Dirección de Puertos marítimos, fluviales y lacustres, del Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de Rio Negro	Miriam Bezic (directora)	Temática	Es una Dirección creada por la nueva gestión de gobierno provincial. Tiene bajo su área de trabajo la planificación de puertos nuevos y existentes en toda la provincia sea marítimo, fluvial y lacustre. Frente a la emergencia de los nuevos proyectos de energía en el Golfo San Matías (oleoducto de YPF y GNL de SOUTHERN ENERGY con la reactivación de Punta Colorada) la Dirección de Puestos está involucrada en hacer el seguimiento junto a otras áreas de gobierno para contribuir al desarrollo estratégico de las actividades en el Golfo San Matías.
Estatal- Provincial	Subsecretaría de Patrimonio Cultural	Mariano Zacharonok[124]	Temática	Área de gobierno que interviene ante el posible hallazgo de patrimonio cultural material durante la obra.
Estatal - Provincial	Consejo de Desarrollo de Comunidades	María Valentina Curufil (presidenta)	Jurisdiccional	Organismo descentralizado del Ministerio de Gobierno del Poder Ejecutivo de la provincia de Río Negro. Está integrado por 2 representantes del gobierno y 3 del pueblo mapuche. Nuclea a las comunidades indígenas de la provincia. En articulación

[122] Portal de noticias Bariloche Opina:. https://www.barilocheopina.com/noticias/2024/09/02/75775-gatti-reemplazara-a-lutz-en-el-ministerio-de-gobierno-trabajo-y-turismo

[123] Gobierno de Río Negro. https://gobierno.rionegro.gov.ar/

[124] Gobierno de Rio negro. https://cultura.rionegro.gov.ar/autoridades

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Contexto Provincial				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
	Indígenas (CODECI)[125]			con INAI, participa del proceso de relevamiento de las comunidades indígenas de la provincia enmarcado en la Ley 26.160 (Ley de Relevamiento Territorial).
Estatal-Provincial	Legislatura Provincial	Legisladores/as	Jurisdiccional-Temática	Se identificaron los siguientes referentes por bloque y Comisiones de vinculación con el proyecto: -Pedro Dantas (Nuevo Encuentro) -Juan Martin (PRO). Presidente del bloque -Facundo López (JSRN). Presidente del bloque -Carlos Valeri (Bloque Alianza JSRN) Zona Andina. Presidente de la Comisión de Planeamiento, Desarrollo Económico y Turismo. -Fernando Frugoni (CC ARI) Zona Atlántica- Presidente de Comisión de Pesca -Luis Noale (JSRN) Zona Atlántica -Aime Kircher (JSRN) Zona Atlántica
Estatal - Empresarial - Provincial	INVAP S.E.[126]	Hugo Albani (presidente) INVAP Sociedad del Estado: Hugo Albani (Presidente) Martin Absi: ingeniero mecánico. Gerente General y Apoderado de IVAP Ingeniería	Temática	Es una empresa de gobierno de rio negro, se gestiona como privada. Es estatal. Posee 1800 empleados 80% profesionales y el resto técnicos calificados. Dan soporte a proyectos que son interés de la provincia. Fue identificada por la autoridad ambiental provincial como actor recomendado para intervenir en el proyecto. Anteriormente se le solicitó opinión en el dictamen técnico del EIA del Oleoducto de YPF en Sierra Grande.
Estatal - Nacional	Universidad de Río Negro (UNRN)[127]	Anselmo Torres (Rector)	Temática	La Universidad cuenta con tres sedes: Alto Valle - Valle Medio, Andina y Atlántica. No tiene presencia en San Antonio Oeste (1). Sin embargo, fue identificada por la autoridad ambiental provincial como actor recomendado para intervenir en el proyecto. Anteriormente se le solicitó opinión sobre el EIA del Oleoducto de YPF.

[125] Gobierno de Río Negro. https://codeci.rionegro.gov.ar/?contID=70860

[126] Gobierno de Río Negro. https://gobierno.rionegro.gov.ar/invap

[127] Universidad Nacional de Río Negro. https://www.unrn.edu.ar/section/134/sedes-de-la-unrn.html

Contexto Provincial				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
Estatal - Empresarial - Provincial	Empresa de Desarrollo Hidrocarburífero Provincial (EDHIPSA)[128]	Martín Herrero (presidente)	Temática	Empresa que tiene por misión fiscalizar y controlar, según los lineamientos dispuestos por la Secretaría de Hidrocarburos, el desempeño de los titulares de permisos y/o concesiones de Áreas de Exploración y Explotación de Hidrocarburos.
Organizaciones de la Sociedad Civil	Sindicato de Conductores y Motoristas Navales de la República Argentina (SICONARA)	Alejandro Busconi	Jurisdiccional	Es uno de los tres gremios de pesca con presencia en SAO que conforma el Frente de gremios marítimos de San Antonio. Tiene sede en Rawson. Tiene vinculación con la Delegación de SOMU en SAO. En 2023 participó del escrito dirigido a la provincia de Rio Negro con motivo de la emergencia pesquera del Golfo San Matías.
Organizaciones de la Sociedad Civil	Centro de Patrones y Oficiales Fluviales de Pesca y de Cabotaje Marítimo	Jorge Maldonado Daniel Flores	Jurisdiccional	Es uno de los tres gremios de pesca con presencia en SAO que conforma el Frente de gremios marítimos de San Antonio. Tiene sede en Mar del Plata y Rawson. Tiene vinculación con la Delegación de SOMU en SAO. En 2023 participó del escrito dirigido a la provincia de Rio Negro con motivo de la emergencia pesquera del Golfo San Matías.

[128] Gobierno de Río Negro. https://energia.rionegro.gov.ar/autoridades

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 24. Identificación de partes interesadas con jurisdicción y presencia local.

Contexto Local				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
Estatal-municipal	Municipalidad de San Antonio Oeste	Jorge Adrian Casadei (Intendente)	Jurisdiccional	Gobierno local del municipio donde se ubica el proyecto.
Estatal-municipal	Secretaría de Planificación y Desarrollo Sustentable-SAO	Echeverria, Héctor Oscar (Secretario)	Jurisdiccional	Área de gobierno local vinculada a los temas ambientales y de tierras (catastro, obras particulares y escrituración) vinculadas al ordenamiento territorial municipal.
Estatal-municipal	Subsecretaria de Desarrollo Sustentable-SAO	Fernández, Rocío (Subsecretaria)	Jurisdiccional	
Estatal-municipal	Subsecretaría de obras públicas	Cristian Berbel (planificación)	Temática	Área de gobierno local vinculada a las obras y servicios públicos.
Estatal-municipal	Delegación Municipal de Las Grutas	Damián Lavigne (Delegado)	Jurisdiccional	Delegación municipal de Las Grutas. Ees la villa balnearia más importante de la provincia y se encuentra dentro de la jurisdicción del municipio de San Antonio Oeste. Además es la localidad más cercana al proyecto.
Estatal-municipal	Delegación Municipal SAE	Romina Paredes	Jurisdiccional	Delegación municipal en San Antonio Este. Localidad donde se ubica el puerto que será el centro de Operaciones Logísticas del proyecto.
Estatal-municipal	Honorable Concejo Deliberante de San Antonio Oeste	Daniel Omar Lopez (Presidente)	Jurisdiccional	Autoridad legislativa local constituida por 9 concejales/as. Se encuentra a cargo de una Presidencia, dos Vicepresidencias (1º y 2º) y una Secretaría Legislativa.
Estatal - Provincial	Hospital San Antonio Oeste Dr. Aníbal Serra	Paula Iaquinta (directora)	Jurisdiccional	Es uno de los 3 Hospitales Área Programa provinciales que funcionan en el departamento de San Antonio (localidad de SAO). Nivel Complejidad IV.
Estatal - Provincial	Hospital Dra. Violeta Villalobos- Las Grutas	Pablo Duna (Director)	Jurisdiccional	Es uno de los 3 Hospitales Área Programa provinciales que funcionan en el departamento de San Antonio (localidad de Las Grutas). Nivel de complejidad: III
Estatal -	Dirección de	María Ignacia	Jurisdiccional	Autoridad de control de la pesca en el Golfo de San Matías con asiento en el Puerto de

Contexto Local				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
Provincial	Coordinación, Control y Fiscalización de Pesca- Marítima de Rio Negro- Puerto SAO	Sica (Directora)		San Antonio Oeste.
Estatal - Provincial	Ente Regulador del Puerto de San Antonio Este (ERPSAE)	Facundo Fernández Jessica Belén Ressler María Marcela Rossio (directores)[129]	Temática	Autoridad de aplicación de la Ley Nº3.137/1997, que tiene por objeto regular la prestación de los servicios correspondientes a la operación del Puerto de San Antonio Este, sujetos a concesión, con la finalidad de incentivar la actividad económica de la región y lograr una reducción de los costos de los servicios portuarios y del transporte marítimo, promoviendo la inversión y optimizando la eficiencia operativa del mismo[130]
Empresarial - Nacional	Patagonia Norte SA - Terminal San Antonio Este[131]	Cristian López	Temática	Tiene la concesión de los servicios portuarios (administración privada). Puerto que será utilizado por el proyecto como Centro Logístico de Operaciones. Se ubica a 70 de San Antonio Oeste. Su principal actividad es la comercial (vinculada a la fruticultura). También será el puerto por el que entrarán componentes para el proyecto del oleoducto de YPF Vaca Muerta Sur.
Estatal - Nacional	Prefectura Naval Argentina - San Antonio Oeste	Carlos Daniel Martínez (jefe SAO)[132] Pablo Martín Hernández (jefe	Jurisdiccional	PNA es la Encargada de los Servicios de Tráfico Marítimo (VTS) en el país. Su función es la de policía de seguridad de la navegación: atender y dirigir el servicio de comunicaciones y la salvaguarda de la vida humana en el mar, como así también el control en el tránsito portuario y de la navegación. Tiene a su cargo el Plan Nacional de Contingencias (PLANACON).[134] Posee un área de Protección Ambiental que incluye la prevención y lucha contra la

[129] Decreto Nº 286- 20-12-2023: https://www.masrionegro.com/2024/01/14/mas-designaciones-en-el-gobierno-de-rio-negro-siete-se-desempenaran-ad-honorem/

[130] Digesto Jurídico de la Provincia de Río Negro. Disponible en: https://web.legisrn.gov.ar/digesto/normas/ver?id=1997100013

[131] Patagonia Norte. https://www.patagonia-norte.com.ar/index.html

[132] "La Prefectura Naval en San Antonio Oeste cumple 121 años" (28/01/24). Informativo Hoy. https://informativohoy.com.ar/la-prefectura-naval-en-san-antonio-oeste-cumple-121-anos/

[134] Gobierno Nacional. https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval/ambitos-actuacion-despliegue-geografico

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Contexto Local				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
		de Operaciones SAO)[133]		contaminación de las aguas por hidrocarburos y otras sustancias nocivas y peligrosas provenientes de buques. En esta función, la Prefectura es Autoridad de Aplicación de numerosos Convenios Internacionales Específicos. Las oficinas tienen asiento en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
Estatal-Provincial	Comisaría N°10- SAO	Renzo Alberto Fortunati (Comisario)	Jurisdiccional	Fuerza policial con jurisdicción en el municipio de SAO.
Estatal-Provincial	Comisaría Nº29- Policía de la provincia de Río Negro- Las Grutas	Sin datos	Jurisdiccional	Depende de la Comisaría 10ma de San Antonio Oeste (SAO), y su área de cobertura abarca Las Grutas, SAO, Sierra Grande y Valcheta.
Estatal-Provincial	Brigada Rural San Antonio Oeste - Policía de la provincia de Río Negro	Gerardo Rubén Frase (Jefe)	Jurisdiccional	Tiene jurisdicción como autoridad policial en el sector rural del municipio de San Antonio Oeste. La base administrativa se encuentra en San Antonio Oeste. Pertenecen a la Jefatura Zona II SAO- Unidad Regional Primera. Posee alrededor de 600 km de prevención y cuentan con muy baja cantidad de personal y recursos.
Estatal-provincial	Bomberos Voluntarios Las Grutas	Esteban Morris (Jefe) Damián Lavigne (Director Académico de la Academia Nacional de Bomberos)	Jurisdiccional	Es el cuerpo de bomberos que tiene jurisdicción en el área de proyecto.
Estatal - Provincial	Dirección de Vialidad Rionegrina[135]	Raúl Ángel Grün (presidente) Eduardo Luna	Jurisdiccional	Depende del Ministerio de Obras y Servicios Públicos. Es una entidad autárquica con capacidad para actuar privada y públicamente en la prestación del Servicio Público Vial. La Delegación III abarca el departamento de San Antonio. El proyecto está vinculado la RP61, que empalma con la RN3 a la altura del proyecto. Además, en la zona de la

[133] Prefectura Naval Argentina. https://contenidosweb.prefecturanaval.gob.ar/jefaturas-web/?page=JefaturasWeb

[135] Gobierno de Río Negro. https://vialidad.rionegro.gov.ar/?page_id=84

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Contexto Local				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
		(autoridad Delegación III)		localidad de SAO se encuentra un tramo de la RP2 que conduce hacia Las Grutas.
Estatal - Nacional	Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCiMar) - UNCo	Paul Osovnicar (Vicerrector) Matías Maggioni (Director) María Cecilia Salas (Secretaria de Investigación)	Temática	La Escuela Superior de Ciencias Marinas pertenece a la Universidad nacional del Comahue y está ubicada en la ciudad de San Antonio Oeste y dicta dos carreras: la Licenciatura en Biología Marina y la Tecnicatura en Producción Pesquera y Maricultura. Actualmente se dictan también otras dos carreras en coordinación con otras Unidades Académicas de la UNco: Licenciatura en Ciencias Políticas y Tecnicatura Universitaria en Desarrollo Web.
Estatal - Nacional	CIMAS (Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos "Almirante Storni")	Fausto Firstater (Director)	Temática	Es el conocido y ex Instituto de Biología Marina Almirante Storni, una institución de larga trayectoria. Actualmente cuenta con una plantilla de 57 empleados, la mayoría de los cuales se encuentra en San Antonio Oeste. Su personal se compone de investigadores del CONICET, profesionales de la provincia y de otras instituciones, así como becarios de doctorado. Predomina el perfil de biólogos, con una fuerte orientación hacia el estudio del Golfo San Matías. El Instituto mantiene una estrecha colaboración con la Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCiMar) de la Universidad Nacional del Comahue. Los estudiantes de la Licenciatura en Biología Marina realizan sus pasantías en las instalaciones del CIMAS, y la mayoría del personal docente de la ESCiMar también está vinculado al Instituto. Si bien el Instituto no participa formalmente en el proyecto SERMAN, varios de sus investigadores colaboran de manera independiente en la evaluación de aspectos biológicos.
Organizaciones de la Sociedad Civil - SAO	Asociación Civil Pescadores Artesanales de San Antonio Oeste	Enrique Doublin (presidente)	Territorial	Propietarios de embarcaciones de hasta 9,90 metros de eslora. Aproximadamente existen 85 embarcaciones de este tipo en SAO. La asociación reúne alrededor de 55. Por la emergencia pesquera no están realizando actividad, solo 20 embarcaciones salen a pescar fuera del Golfo.
Organizaciones de la Sociedad Civil - SAO	Cámara de Armadores Pesqueros y Productores de	Gustavo Gualtieri	Territorial	Asociación de dueños de barcos pesqueros de asiento en SAE-SAO. Posee 12 integrantes. Representa a la flota pesquera industrial de la provincia de RN con fuerte presencia local.

Contexto Local				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
	Rio Negro			
Organizaciones de la Sociedad Civil - SAO	Sindicato de Obreros Marítimos Unidos (SOMU) - San Antonio Oeste	Juan Pablo Gattoni (delegado SAO)	Territorial	Sindicatos de Obreros Marítimos con representación en SAO. Tiene vinculación con los sindicatos de maquinistas y estibadores, actúan en red y el delegado de SOMU es vocero de las tres organizaciones.
Organizaciones de la Sociedad Civil- Las Grutas	Asociación de Pulperos de Las Grutas	Elsa Caliqueo (Presidenta-Pulpera)	Territorial	Constituida en 2016, reúne alrededor de 70 pulperos de la localidad de Las Grutas. Representa a las familias que realizan la pesquería de pulpitos en la zona de costa del Golfo San Matías y en particular en la zona de costa donde se realizará el proyecto.
Pueblos indígenas	Comunidad Mapuche Traun Kutral	Cristina Ahedo (Lonko)	Territorial	Es la única comunidad mapuche registrada en Las Grutas, de residencia urbana. En 2023 a partir del hallazgo arqueológico de investigadoras del Instituto INCUAPA (Investigaciones Arqueológicas del Cuaternario Pampeano, Unidad Ejecutora CONICET-UNICEN, con sede en la Facultad de Ciencias Sociales, Olavarría) se realizaron actos de devolución y restitución de fragmentos óseos correspondientes a 41 cuerpos indígenas a la Comunidad Mapuche Tehuelche Traun-Kutral de Las Grutas, los cuales fueron realizados por la Secretaría de Cultura de la provincia de Río Negro.
Organizaciones de la Sociedad Civil - Provincial	Multisectorial socioambiental	Asambleas del Curru Leufu y otros.	Temática	La Multisectorial se encuentra conformada por organizaciones sociales, vecinales, iglesias y diversas entidades de San Antonio Oeste, Las Grutas y alrededores. Se organizaron ante la posibilidad de tener que acudir a la Justicia para que no se materialice el proyecto del oleoducto de YPF. SAO y Sierra Grande, ambas jurisdicciones con actividades económicas vinculadas a la costa, han manifestado percepciones distintas acerca de la Ley 3.308 que habilitó la actividad hidrocarburífera en el litoral marítimo rionegrino. Son 32 las organizaciones que firman la nota que manifiesta la oposición por el Proyecto de FLNG GSM.
Organizaciones de la Sociedad Civil - SAO	Fundación Inalafquen	Mirta Carbajal (Presidenta) Patricia Lonch (integrante)	Temática	Organización socioambiental surgida a raíz del reclamo por la remediación de los pasivos ambientales de la minera en SAO. Participación activa en el ordenamiento territorial vinculado a la protección de los recursos naturales del Golfo.
Organizaciones de la Sociedad	Asociación Civil Cota Cero Club	Claudio Barbieri (presidente)	Temática	Organización social y Prestador turístico vinculado al avistaje de fauna marina y al buceo de Las Grutas.

Contexto Local				
Área de Pertenencia	Parte Interesada	Referente	Pertinencia	Descripción | Vinculación con el Proyecto
Civil- Las Grutas	de Náutica y Buceo			
Organizaciones de la Sociedad Civil- Provincial	FEERN (Federación de Entidades Empresarias de Río Negro)	Walter Sequeira (presidente)	Temática	Nuclea a 21 empresas (pequeñas y medianas) de la provincia de Rio Negro. El presidente tiene vinculación directa y reside en Las Grutas, localidad que podrían brindar servicios al proyecto. Nuclea.
Organizaciones de la Sociedad Civil- Provincial	CGT Regional Zona Atlántica Río Negro UOCRA Zona Atlántica	Damián Miler (Secretario general de UOCRA) Mónica Miranda (Secretaria de Igualdad de Oportunidades y Trato de UPCN Río Negro)		Se identifican los cargos de Secretarios Generales en Zona Atlántica. UOCRA Zona Atlántica se desarrolló históricamente con la obra pública, tienen personal especializado en obras civiles y viales en la zona de proyecto. Trabaja mancomunadamente con la Secretaria de Trabajo y con las empresas que desarrollan proyectos.
Empresarial - Nacional	Transportadora Gas del Sur (TGS)- Planta Compresora SAO	Turri, Horacio Jorge Tomás (presidente) Gabriel Rosatti (jefe de planta)	Territorial- Temática	Empresa transportista de gas. El gasoducto planificado se desprende del Gasoducto San Martín a cargo de TGS. Además, en el área de influencia se encuentra un predio de la empresa destinado a la Planta Compresora San Antonio Oeste.
Superficiario	Estancia Fuerte Argentino	Sociedad IBPatagonia Luciano Chávez (encargado de campo- productor)	Territorial	Sociedad de los campos por donde atravesará el gasoducto y se instalará la infraestructura asociada al proyecto. Encargado de la Estancia y productor ganadero. Visita frecuentemente el casco de la estancia y produce ganadería y equinos en el campo. Encargado de la Estancia y productor ganadero. Visita frecuentemente el casco de la estancia y produce ganadería y equinos en el campo.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

5.2 MAPEO DE PARTES INTERESADAS

A continuación, se presenta la evaluación de las partes interesadas según el interés y la influencia que tengan con relación al proyecto. Con relación a este análisis es necesario aclarar que:

- Ni los actores identificados, ni los análisis son resultados acabados y/o estáticos. La misma naturaleza dinámica de las relaciones sociales lleva a que en el tiempo, puedan surgir nuevas partes interesadas y que cambien sus intereses o necesidades y su relación con el proyecto.
- El análisis general de interés e influencia se basa tanto en la información relevada mediante entrevistas como en la identificación de actores claves por fuentes secundarias.
- Esto implica la necesidad de revisión periódica y la reconsideración por parte del proyecto en función de los cambios socioculturales, económicos y demográficos que pudieran suscitarse en el orden provincial y/o local, o bien de acuerdo con cambios en el marco de las políticas que la empresa utiliza para relacionarse con la comunidad circundante a sus operaciones.

Para poder visualizar la posición que cada uno de los actores sociales relevantes identificados ocupa se utilizan las variables de interés e influencia.

Interés:

- Puede ser: Alto, Medio o Bajo.
- Se trata del grado de incumbencia y/o grado de expectativas que las operaciones de la empresa le generan a una Parte Interesada. El nivel de interés en general está relacionado con la posibilidad de un actor de ser directa o indirectamente afectado por:
  - Impactos ambientales, económicos o sociales, negativos o positivos, asociadas a las operaciones.
  - La existencia de actividades asociadas a las operaciones que puedan superponerse con los intereses y necesidades de las partes (como, por ejemplo: generación de empleo, adquisición de bienes y servicios, etc.) y en su percepción sobre la empresa.

Influencia:

- Puede ser: Alta, Media o Baja.
- Se trata de la posibilidad que tiene una Parte Interesada de afectar la capacidad de la empresa para alcanzar sus metas, ya sea que sus acciones puedan impulsar o impedir su desempeño. Se trata de actores con influencia informal o con poder de decisión formal.

La combinación de estos indicadores en una matriz de influencia/interés da por resultado 3 Niveles de Importancia. Estos niveles permiten identificar diferentes situaciones de las partes interesadas respecto de las operaciones de la empresa y establecer criterios para la generación de acciones y la importancia de su realización. Así, la clasificación de cada uno de los actores está dada por su ubicación en la matriz; y el nivel al que pertenecen está consignado por el color de fondo de la celda.

Tabla 25. Modelo explicativo de Matriz de Interés e Influencia.

<table>
<tr><td rowspan="2">Influencia</td><td colspan="3">Interés</td></tr>
<tr><td>Alto</td><td>Medio</td><td>Bajo</td></tr>
<tr><td>Alta</td><td colspan="2" rowspan="2">Nivel 1. Se trata de los actores que tienen mayores niveles de interés e influencia (Alto – Alto / Alto – Medio), por ello son partes interesadas “clave”. Representan tanto amenazas como oportunidades</td><td></td></tr>
<tr><td>Media</td><td>Nivel 2. Se trata de actores que poseen un nivel relativo de influencia e interés (Alto – Bajo / Medio – Medio). Un cambio contextual de influencia o de interés por parte de los propios actores los puede volver claves para el desarrollo del proyecto.</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Baja</td><td></td><td>Nivel 3. Se tratan de actores con bajos niveles de interés e influencia (Medio – Bajo / Bajo – Bajo). Estos actores con el tiempo pueden tener la capacidad para influenciar a otras Partes Interesadas o bien de modificar su nivel de interés con relación a la empresa y sus operaciones.</td></tr>
</table>

Cualquier actor tiene la capacidad de modificar su posicionamiento en el tiempo. Esto está relacionado con la dinámica inherente de las relaciones sociales, así como de cambios estructurales o coyunturales del contexto socioeconómico. Al respecto, puede pensarse a priori que el indicador de influencia, por su capacidad de afectar a las operaciones, resulta una variable de mayor relevancia desde el punto de vista de la empresa. No obstante, el indicador de interés puede ser caracterizado como de mayor “volatilidad” y en este sentido, afectar con mayor facilidad el posicionamiento de una persona, instituciones u organización. Por lo cual, es importante remarcar que el monitoreo de las partes interesadas y el control de su posicionamiento debe ser una labor sistemática y periódica.

La matriz que se presenta a continuación se realiza sobre el total de actores identificados y consultados. El interés se considera a partir de la potencial afectación y/o vinculación con el proyecto que pudieran tener sus actividades y la influencia por las capacidades de acción directa (por jurisdicción o interés temático) sobre el proyecto.

Entre las partes interesadas entrevistadas se consideraron estas variables y la percepción relevada durante las entrevistas. Se realizaron entrevistas a 48 personas que representan un total de 39 partes interesadas, distribuidas entre los siguientes actores:

- Partes interesadas vinculadas al contexto nacional y provincial:
    - 12 actores institucional de pertenencia nacional y provincial vinculados al control de aspectos ambientales, pesca, seguridad terrestre y marítima, legislación provincial e instituciones con presencia local asociadas a la investigación de biología marina.
    - 3 actores de alcance provincial vinculados al desarrollo de tecnología e ingeniería, cámara de comerciantes y prestadores de servicios turísticos y sindicato de la construcción.
- Partes interesadas vinculadas y con presencia en el contexto local:
    - 13 actores estatales de pertenencia municipal, provincial y nacional, desde el municipio y delegaciones de localidades a direcciones de hospitales y fuerzas de seguridad.
    - 5 organizaciones de la sociedad civil vinculadas a la pesca, náutica, buceo y protección ambiental del Golfo San Matías.

- 4 actores empresariales vinculados al comercio, desde la empresa que opera el Puerto SAE y la empresa TGS que opera la PC SAO hasta referentes gastronómicos y de actividad pesquera.
- Finalmente se entrevistó a la empresa propietaria del campo donde se realizará el proyecto y al productor ganadero que allí reside.

Tabla 26. Partes Interesadas según interés e influencia.

Influencia	Interés		
	Alto	Medio	Bajo
Alta	▪ Secretaría de Energía y Ambiente de Rio Negro ▪ Secretaría de Trabajo de Rio Negro ▪ Secretaría de Hidrocarburos de Rio Negro ▪ Secretaría de Planificación y Desarrollo Sustentable SAO ▪ Subsecretaría de Desarrollo Sustentable SAO ▪ Subsecretaría de Desarrollo Sustentable SAO ▪ Transportadora Gas del Sur (TGS) – PC SAO ▪ SOMU Delegación SAO ▪ Multisectorial Socioambiental	▪ Secretaría de Ambiente y Cambio Climático de Rio Negro ▪ Prefectura SAO	
Media	▪ Legislador RN-Zona Andina. Presidente de la Comisión de Planeamiento, Desarrollo Económico y Turismo. ▪ Legislador RN-Zona Atlántica. Comisión de Pesca. ▪ Consejo Deliberante SAO ▪ Delegación Municipal Las Grutas ▪ Bomberos Las Grutas ▪ CGT Regional Zona Atlántica Río Negro – UOCRA Zona Atlántica ▪ INVAP ▪ Puerto SAE ▪ Superficiarios Sociedad IBPatagonia	▪ Delegación provincial de Ambiente y Cambio Climático SAO ▪ Subsecretaría de Pesca de la provincia de Rio Negro. ▪ CIMAS (Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni”) ▪ Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCiMar) – UNCo	▪ Brigada de policía rural SAO ▪ Asociación de Pulperos de Las Grutas
Baja	▪ Dirección de Puertos ▪ FEERN (Federación de Entidades Empresarias de Río Negro) ▪ Pescadores Artesanales	▪ Dirección de Pesca, Control y Fiscalización SAO ▪ Delegación SAE	▪ Dirección Provincial de Vialidad de Rio Negro

Influencia	Interés		
	Alto	Medio	Bajo
		▪ Hospital de SAO ▪ Hospital de Las Grutas ▪ Cámara de Armadores y Productores de Rio Negro ▪ Asociación Civil Cota Cero Club de Náutica y Buceo ▪ Encargado de Campo Fuerte Argentino (productor)	

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

A continuación, se proporciona un análisis integrado de la percepción relevada durante las entrevistas con partes interesadas.

5.2.1 Partes Interesadas Nivel 1

Del total de partes interesadas Nivel 1 (con una influencia alta o media y un interés alto o medio), todas las opiniones relevadas fueron positivas exceptuando la del sector de la multisectorial socioambiental.

- **Opiniones Positivas**

En cuanto a opiniones positivas de partes interesadas Nivel 1, el proyecto de desarrollo hidrocarburífero en Río Negro ha generado grandes expectativas entre las partes interesadas estatales provinciales, especialmente por su potencial para dinamizar la economía local y regional. Este proyecto ha sido trabajado por la provincia durante años, en conjunto con el desarrollo de los puertos de Punta Colorada y San Antonio Oeste, con el objetivo de impulsar la producción y aprovechar el potencial económico de la costa atlántica provincial.

Durante los últimos dos años, se han llevado a cabo proyectos de capacitación laboral con la esperanza de vincularlos al crecimiento de la industria hidrocarburífera, en relación con los ductos conectados a Vaca Muerta. Junto con el gasoducto de YPF en Sierra Grande y la mina de oro y plata en Jacobacci, este proyecto se considera clave para la reactivación económica provincial, ya que generaría una importante cantidad de empleos directos e indirectos. Las partes interesadas no identifican aspectos negativos significativos, y ven con optimismo la oportunidad de consolidar a Río Negro como una provincia clave en la exportación de recursos energéticos.

Sin embargo, se subraya la importancia de una comunicación transparente y la participación activa de la comunidad en el proceso, evitando que sea visto como un proyecto puramente técnico. La inclusión de grupos de la multisectorial ambientalistas es crucial para asegurar que las decisiones sean compartidas y tomadas con consenso. A nivel ambiental, las autoridades y la comunidad creen que la actividad pesquera puede coexistir de manera armoniosa con la energética, siempre que se tomen las medidas necesarias desde el inicio para garantizar el equilibrio, asegurando la comunicación acerca de los posibles impactos de la actividad sobre el recurso pesquero.

En cuanto a los controles ambientales el desarrollo de proyectos en el Golfo San Matías presenta un desafío importante. Si bien se conoce a la industria y se considera que la provincia está en gran parte preparada, no existen antecedentes de actividad hidrocarburífera en el golfo, lo que añade una complejidad adicional. La provincia tiene experiencia en explotación y distribución de hidrocarburos en el Anto Valle, gracias a su cercanía con Neuquén, pero no en la costa atlántica.

Desde la cartera ambiental consideran fundamental prepararse adecuadamente para los controles y monitoreos, alineándose con la política provincial de promover la exportación. Además de este proyecto, también están en marcha otros importantes proyectos como los de YPF, la minería en Calcatreu y los de hidrógeno verde, que en conjunto son cruciales para la activación económica de Río Negro.

Consideran que este desarrollo debe realizarse bajo un enfoque de sustentabilidad, asegurando que las actividades productivas y turísticas puedan coexistir. Ya existe un precedente en el Alto Valle, donde pozos de hidrocarburos coexisten con chacras de peras y manzanas. En el golfo, es necesario transformar la visión de una conservación extrema y trabajar en conjunto con el sector pesquero.

La experiencia en la Audiencia Pública de Sierra Grande relacionada con el Proyecto Vaca Muerta Sur (YPF) fue negativa, lo que destaca la necesidad de una mejor gestión en este tipo de procesos participativos.

Por su parte, Prefectura advierte que los temas ambientales en el Golfo San Matías son especialmente conflictivos. La crisis pesquera ha reducido el tránsito y los controles marítimos, lo que añade una capa adicional de complejidad.

A pesar de la actual crisis en el sector pesquero, que algunos atribuyen a la sobreexplotación de los recursos más que a estudios relacionados con empresas de hidrocarburos, se ve en estos nuevos proyectos una oportunidad económica alternativa que puede aportar soluciones. Con el respaldo del gobierno provincial y las empresas involucradas, se espera que Río Negro se transforme en un exportador líder de gas, modificando su matriz económica y posicionándose como un territorio clave para la industrialización y la valorización de recursos energéticos. Las autoridades destacan que es fundamental manejar correctamente las expectativas y comunicar de manera efectiva las oportunidades y los beneficios para la región.

En cuanto a la opinión de las partes interesadas estatales locales, el gobierno municipal de San Antonio Oeste, encabezado por el intendente Cassadei en su cuarta gestión, apoya de manera general el Proyecto FLNG GSM, considerándolo una oportunidad para el desarrollo económico local y la creación de empleos. Dado que la economía del municipio depende en gran medida del turismo estacional, que ve un aumento exponencial de la población en los meses de verano, existe un gran interés en atraer proyectos que generen empleo de forma constante a lo largo del año. La crisis pesquera, agravada por la sobreexplotación de recursos, ha dejado a muchas familias sin trabajo, y el Proyecto FLNG GSM aparece como una oportunidad para reactivar la economía local.

Desde el municipio, existe una disposición a colaborar con la provincia en el dictamen técnico y en la Audiencia Pública cuando se les solicite, y acompañan este tipo de iniciativas que, a su juicio, pueden revitalizar la región. Sin embargo, señalan que los datos del censo 2022 son deficientes y no reflejan con precisión la población real que habita en las localidades del municipio, lo que complica la planificación.

En cuanto al impacto ambiental, si bien los grupos ambientalistas han expresado preocupaciones sobre el proyecto, los funcionarios locales consideran que estos impactos serán mínimos e indirectos. No obstante, señalan la falta de un Plan de Manejo claro para la Bahía San Antonio, donde descansan y se alimentan aves migratorias. A pesar de esto, el municipio subraya que el proyecto es compatible con la conservación, siempre que se planifique de manera adecuada.

El Proyecto FLNG GSM, junto con otros relacionados con Vaca Muerta Sur, son vistos como complementarios, ya que ambos pueden impulsar la industria energética en la región. Las expectativas son altas en torno a la posibilidad de generar empleo, tanto directo como indirecto, y fortalecer la economía local, especialmente en Sierra Grande, aunque se advierte sobre la necesidad de inversión privada y capacitación para la mano de obra local.

En el ámbito social, el gobierno local también reconoce desafíos como el desempleo, la violencia de género, la trata de personas y el consumo de drogas, problemas que deben ser abordados paralelamente al desarrollo económico. Además, se expresa preocupación por el impacto que el aumento de la actividad económica podría tener en los precios de bienes y servicios, y por la capacidad del sistema de salud para satisfacer una demanda creciente, ya que la asistencia médica en la región es deficitaria.

Finalmente, Las Grutas se perfila como el principal centro de servicios para los trabajadores del proyecto debido a su infraestructura y proximidad, aunque también se menciona que podría surgir oposición al proyecto por parte de grupos ambientalistas en la localidad, que son más activos allí. Además, existe un movimiento político que busca la municipalización de Las Grutas, impulsado por un partido opositor a la actual gestión municipal.

En resumen, las partes interesadas del gobierno local ven el Proyecto FLNG GSM como una oportunidad clave para el crecimiento económico y la creación de empleo en una región que enfrenta serios desafíos económicos y sociales, pero destacan la importancia de una planificación adecuada para minimizar impactos negativos y garantizar una convivencia armónica con el medio ambiente y otras actividades económicas, como el turismo y la pesca.

Desde sectores económicos locales y provinciales también se manifiesta apoyo al Proyecto FLNG GSM. El sindicato de la construcción, UOCRA, señala que el mayor nivel de ocupación laboral registrada en la provincia fue de entre 1.500 y 2.000 trabajadores, principalmente debido a obras públicas, las cuales están actualmente detenidas. El Proyecto FLNG GSM, junto con los desarrollos de YPF, genera grandes expectativas en términos de demanda de mano de obra, especialmente porque es la primera vez que se implementarán proyectos hidrocarburíferos en la costa atlántica de Río Negro. La Fundación UOCRA ya está brindando capacitaciones para preparar a la mano de obra local en la construcción de este tipo de infraestructuras. El sindicato destaca su interés en participar activamente en estos proyectos y aportar mano de obra calificada.

Desde una perspectiva provincial, el Proyecto FLNG GSM se considera clave para diversificar la matriz económica de Río Negro, posicionando a la provincia no solo como un territorio de paso, sino como una productora y exportadora estratégica en los sectores de minería y energía. La oposición a estos proyectos, principalmente por parte de sectores ambientalistas, se atribuye a la falta de información sobre los beneficios que estos desarrollos pueden traer. Es fundamental mejorar la comunicación para que la sociedad entienda las oportunidades de crecimiento económico.

En cuanto a la logística y seguridad, INVAP subraya que el buque FLNG no representa una novedad tecnológica en sí, pero sí lo es su operación en el Golfo San Matías. Los principales riesgos están relacionados con la transición entre tierra y mar, y no con el gasoducto en sí, ya que esta es una tecnología madura y probada. INVAP insiste en la importancia de asegurar los controles, la capacitación y las alertas necesarias para evitar negligencias. Desde una perspectiva global, consideran estos proyectos estratégicos para enfrentar la crisis energética y generar riqueza para la región y el país a través de la exportación de gas.

Desde el sindicato de marineros, hay preocupaciones sobre el cambio climático y la crisis pesquera, pero también reconocen la oportunidad que el Proyecto FLNG GSM puede representar para el empleo en la región. En este sentido, el sindicato está realizando capacitaciones en seguridad de buques, con el objetivo de que los marineros locales puedan participar en las tareas asociadas al proyecto. Aunque existe una desconfianza general hacia la política local y provincial, con críticas sobre la gestión de la pesca y el desvío de fondos, el sindicato ve en el Proyecto FLNG GSM una oportunidad valiosa, ya que la crisis pesquera ha dejado a muchos sin trabajo. Además, están preparando un plan de formación para marineros de SAO, enviándolos a Ciudad de Buenos Aires para especializarse en buques licuefactores, con la esperanza de que este proyecto revitalice la economía local.

Desde el sector empresarial local vinculado al puerto y la logística también manifestaron su apoyo al Proyecto FLNG GSM. Desde la gestión del Puerto San Antonio Este (SAE), se tiene una visión positiva sobre el Proyecto FLNG GSM, con expectativas de generar empleo tanto directo como indirecto. Si bien reconocen que puede haber oposición por parte de sectores ambientalistas, señalan que es crucial comunicar de manera clara y efectiva los detalles del proyecto, ya que suelen ser complejos de entender. En San Antonio Este, durante la temporada alta, el puerto recibe 120 camiones diarios, y con la incorporación del proyecto de YPF, se sumarán aproximadamente 200 camiones más, lo que subraya la importancia de una buena planificación logística.

El Puerto SAE, con capacidad ociosa actualmente, está preparado para ofrecer los servicios necesarios para el desarrollo del proyecto sin mayores inconvenientes. Anteriormente, el puerto ha gestionado operaciones complejas, como la descarga de componentes de parques eólicos de gran envergadura, lo que demuestra su versatilidad. Además, el proyecto encaja con la estrategia provincial de modificar su matriz económica, que actualmente busca alejarse de las actividades tradicionales de la pesca y la fruticultura, las cuales están en declive, para fomentar la exportación de hidrocarburos.

Desde la Panta Compresora San Antonio Oeste (PC SAO) de TGS, se destacan los beneficios que el proyecto puede traer para la dinámica económica provincial. La planta señala que durante su construcción, no hubo necesidad de construir obradores, ya que el personal fue alojado en Las Grutas, lo que pone en evidencia la capacidad de la región para albergar a trabajadores. Asimismo, subrayan que el Puerto SAE tiene el calado necesario para operar con el Proyecto FLNG GSM y que, hasta ahora, no se han registrado problemas de seguridad ni robos, aunque advierten que el nuevo camino de acceso podría requerir mayores medidas de control.

Desde la perspectiva de los superficiarios locales, el proyecto es visto como una oportunidad histórica para la región, capaz de transformar la realidad local y generar empleo. Expresan su interés en ser parte del desarrollo de estos proyectos, destacando que el Gasoducto San Martín, instalado hace años, no ha presentado quejas ni problemas, lo cual refuerza su confianza en la coexistencia de este tipo de infraestructuras con la vida cotidiana. Reconocen que en la costa del campo donde se realizará el proyecto existe tránsito y actividad de pulperos, y de turistas que realizan actividades de pesca. Además, mencionan la formación rocosa del Fuerte Argentino, una atracción turística dentro de propiedades privadas, que enfrenta problemas de acceso no autorizado, lo que subraya la necesidad de equilibrar el desarrollo industrial con el respeto a las actividades turísticas locales.

Finalmente, desde Bomberos Voluntarios de Las Grutas identifican dos principales riesgos asociados al proyecto: el riesgo de incendios durante los meses de verano y los accidentes en la ruta, especialmente debido al aumento de tránsito por la operación del proyecto. A pesar de estos desafíos, los bomberos se encuentran capacitados y están interesados en establecer convenios de contraprestación de servicios que les permitan colaborar activamente en el desarrollo del proyecto.

Además, subrayan la necesidad de conocer el Plan de Contingencia del proyecto para estar preparados en caso de emergencias. En este sentido, proponen realizar gestiones para generar servicios y recursos adicionales que les permitan responder de manera efectiva ante cualquier eventualidad.

- **Opiniones Negativas**

En cuanto a las opiniones negativas y críticas relevadas de las partes interesadas Nivel 1; se encuentran las personas referentes de la multisectorial socioambiental quienes entregaron una nota de manifestación explícita en rechazo y oposición a cualquier proyecto extractivo e hidrocarburífero que se desarrolle en el Golfo San Matías (ver sección 5.2.4.3). En las entrevistas realizadas se destaca el fuerte posicionamiento en contra de este proyecto o de cualquier otro proyecto hidrocarburífero en el Golfo San Matías y el Mar Argentino.

Para comprender el contexto de la posición es necesario conocer la trayectoria de la oposición a proyectos hidrocarburíferos desde el sector costero del Golfo San Matías y en vinculación con otros sectores socioambientales de la provincia y la región de la costa atlántica argentina. Para ello se realizó una sección especial más adelante (ver sección 5.2.4).

5.2.2 Partes Interesadas Nivel 2

Del total de partes interesadas Nivel 2 (con influencia alta e interés bajo o influencia media e interés medio), todas las opiniones relevadas fueron positivas a excepción de los pescadores artesanales quienes manifestaron críticas al mismo tiempo que mostraron sus expectativas de empleo.

- **Opiniones Positivas**

El Proyecto FLNG GSM despierta interés en términos de los controles aduaneros, la mano de obra necesaria y las regulaciones para garantizar la correcta operación del buque y el transporte de gas. Desde la Dirección de Puertos se señala, al igual que otros sectores provinciales que, Río Negro se posiciona estratégicamente como un nuevo actor en la industria petrolera, reforzando su rol con proyectos como la Planta de Licuefacción de GNL y el Oleoducto de YPF, y el barco FLNG de SOUTHERN ENERGY.

El sector de comercios y pequeñas y medianas empresas (PyMEs) locales también ve el proyecto de manera positiva. La actividad económica de la costa de Río Negro está tradicionalmente vinculada al turismo, la pesca, el puerto y ALPAT. La infraestructura de alojamiento y servicios en la región es sólida: Las Grutas cuenta con la mayor cantidad de camas registradas y adicionales informales. Durante la construcción del Gasoducto San Martín, el sector gastronómico de la zona trabajó en el servicio de viandas, brindando 450 comidas diarias, lo que demuestra la capacidad de la región para apoyar proyectos de gran escala. Además, el turismo en la costa se concentra en dos períodos principales: avistamiento de ballenas y orcas entre agosto y octubre, y la temporada estival entre diciembre y marzo. El Proyecto FLNG GSM podría generar actividad económica durante todo el año, beneficiando a los proveedores locales.

Desde la Federación de Entidades Empresarias de Río Negro (FEERN), ya están trabajando en conjunto con YPF para ofrecer servicios al Proyecto Vaca Muerta Sur, realizando rondas de información para proveedores y partes interesadas. Existe un consenso en que las actividades turísticas y energéticas pueden convivir, lo que permitiría generar empleo y actividad económica durante todo el año, no solo en temporada alta.

- **Opiniones Neutrales**

Desde la Subsecretaría de Pesca, se ha declarado la emergencia pesquera en el Golfo San Matías desde 2023, debido a la crítica situación del recurso merluza, que ha sido históricamente el principal sustento de los pescadores de San Antonio Oeste (SAO). En colaboración con el INIDEP, se han llevado a cabo estudios y se han implementado restricciones a la pesca con el fin de preservar el recurso y fomentar su recuperación. Asimismo, se han otorgado ayudas económicas al sector artesanal y se está trabajando en alternativas para diversificar la actividad, como la piscicultura y la recolección de algas.

El proyecto de SOUTHERN ENERGY se ubicaría en la Zona 4 de pesca artesanal, lo que genera inquietudes debido a la importancia de la pesca en esta área. Si bien la pesca no es la actividad productiva más significativa para la provincia en términos económicos, detrás de la fruticultura, sigue siendo fundamental para las localidades de SAO y Sierra Grande. La economía local se resiente considerablemente cuando la pesca se ve afectada. En este contexto, se destaca que ya se ha trabajado en la difusión de información con el proyecto de YPF, para despejar dudas y mitigar temores sobre un posible impacto negativo en la pesca.

El equipo técnico de la Subsecretaría de Control y Fiscalización de la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático también tendrá un rol clave en la evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de este proyecto. Este equipo ya participó parcialmente en la evaluación del proyecto de YPF en Punta Colorada y continuará su participación en la revisión de este nuevo proyecto, garantizando el cumplimiento de las normativas ambientales en la región.

Desde el sector académico, la postura institucional del CIMAS y otras instituciones locales se mantiene neutral con respecto al proyecto. La colaboración académica con Serman & Asociados a través de convenios ha permitido que la escuela aporte en las investigaciones, pero a nivel institucional no se ha tomado una posición firme a favor o en contra del proyecto. Algunos investigadores prefieren no involucrarse, mientras que otros destacan la importancia de aportar desde una mirada crítica en los impactos y los monitoreos futuros. La comunidad en general tiene una visión positiva sobre la universidad y su capacidad de contribuir al análisis y desarrollo de este tipo de iniciativas.

Por su parte, varios investigadores referentes han señalado que es poco probable que el proyecto tenga una interacción significativa con la pesquería, dado que la zona de afloramiento rocoso dificulta la pesca con redes de arrastre. Sin embargo, advierten que podría haber un impacto en la zona costera, especialmente en la interfase entre tierra y mar, un área clave para la pesquería tradicional de pulpo, que se realiza mayormente a pie en los meses de verano.

Existe cierto grado de desconocimiento en la comunidad sobre este proyecto en particular, lo que ha generado confusiones con otros proyectos energéticos, como la Planta de Licuefacción de GNL y el Oleoducto de YPF. Aunque se habla de la preservación del Santuario de Ballenas, se menciona que en puertos como Puerto Madryn, donde coexisten importantes actividades pesqueras e industriales, no ha habido conflictos significativos relacionados con la conservación de fauna marina. Algunos investigadores sugieren que los detractores de este tipo de proyectos carecen de argumentos científicos sólidos para oponerse.

Finalmente, en un contexto donde la pesca está en crisis y el país atraviesa una recesión económica, muchos actores en SAO ven en el desarrollo de estos proyectos energéticos una oportunidad para generar empleo y revitalizar la economía local. La localidad es pequeña y con recursos limitados, por lo que la expectativa de movimiento económico y servicios derivados de estos proyectos se percibe como una oportunidad crucial para su crecimiento.

- **Opiniones Negativas**

Desde el sector de pescadores artesanales manifestaron una posición crítica hacia el proyecto y la industria hidrocarburífera en general. La crisis en el sector pesquero está afectando a todas las familias de la zona, generando preocupación por los posibles impactos de nuevos proyectos en los recursos pesqueros. Algunos miembros de la comunidad expresan su temor por los estudios que puedan realizarse que puedan afectar negativamente los recursos del golfo. Además, existe una creciente desconfianza hacia el gobierno provincial, ya que muchos dudan de su compromiso para proteger la pesca local. A pesar de esto, la comunidad no busca ser excluida, sino participar activamente en los proyectos, con el objetivo de colaborar y aprovechar oportunidades de trabajo relacionadas con la actividad náutica.

La emergencia pesquera ya lleva tres años y ha obligado a los pescadores a trasladar sus embarcaciones a otros puertos de la Patagonia, especialmente Chubut. Algunos pescadores locales consideran que la crisis del recurso puede estar vinculada a los estudios de batimetría realizados por un buque de YPF en la costa de Sierra Grande en 2020. Alegan que el barco no tocó puerto ni se reportaron formalmente los trabajos realizados, lo que ha generado desconfianza. También critican que, en lugar de utilizar mano de obra local, se trajera un buque geofísico para realizar estos estudios, y se preguntan por qué no se emplearon los barcos que ya operan en el golfo.

A pesar de las inquietudes, muchos se manifiestan a favor del proyecto considerándolo progreso, siempre que el proyecto genere empleo local. Sin embargo, advierten que consideran un mal manejo de la protección ambiental en el golfo, señalando que el turismo también tiene un gran impacto en la región. La falta de una gestión ambiental adecuada ha alimentado la desconfianza y ha intensificado los debates sobre el equilibrio entre desarrollo y conservación.

5.2.3 Partes Interesadas Nivel 3

Se tratan de actores con bajos niveles de interés e influencia (medio – bajo o bajo – bajo) cuyas opiniones relevadas fueron todas positivas.

- **Opiniones Positivas con Advertencias y Críticas**

Las opiniones recogidas en torno al proyecto reflejan diversas perspectivas que giran en torno a las oportunidades laborales, las dificultades económicas y los desafíos en materia ambiental y de infraestructura. Muchos ven en el proyecto una oportunidad de empleo tanto directo como indirecto, lo que representa una esperanza importante en una región donde la crisis pesquera ha impactado profundamente. En Las Grutas, el empleo está mayoritariamente vinculado al turismo, que es estacional y concentrado en los meses de verano. El proyecto podría proporcionar una fuente de trabajo más constante a lo largo del año, lo cual sería un alivio para la economía local.

En cuanto al aspecto ambiental, se reconoce que los temas ambientales del Golfo San Matías son altamente conflictivos. Desde la declaración de la emergencia pesquera, los controles en el área marítima han disminuido, lo que ha generado preocupación entre algunos sectores.

Desde la Dirección de Pesca, aunque no se han expresado opiniones específicas, sí se ha mostrado interés en dialogar con el sector de la pesca artesanal, especialmente con los pulperos, quienes podrían verse más afectados por el proyecto. Esta sugerencia pone de manifiesto la importancia de una comunicación clara con los actores locales para mitigar posibles impactos negativos.

Por otro lado, el sistema de salud de la región presenta desafíos serios. En temporada alta, la demanda de servicios médicos se quintuplica, y el hospital local carece de los recursos necesarios, tanto en términos de infraestructura como de personal especializado. No posee un helicóptero sanitario, y las derivaciones a Viedma, Roca o SAO son comunes debido a la falta de especialistas y tecnología, como tomógrafos o equipo para intervenciones de trauma. Con una sola ambulancia disponible, la derivación oportuna se encuentra comprometida. Los residentes y el personal del hospital tienen expectativas de que el proyecto genere suficiente actividad económica para que se puedan mejorar las condiciones del hospital, incluyendo la posibilidad de adquirir equipamiento crítico como un tomógrafo o una ambulancia adicional, además de contratar a dos médicos terapistas.

El sistema de salud provincial en general también enfrenta problemas estructurales, con sueldos bajos para los profesionales especializados, lo que provoca una falta de personal y un parque automotor deficiente. El proyecto podría impulsar la economía y ayudar a mejorar estos aspectos, algo que se considera esencial en una comunidad donde hay bajo nivel de calificación laboral y mucho desempleo debido a la crisis pesquera.

Desde el sector pesquero industrial se reconoce que la crisis pesquera no solo ha afectado la economía de la región, sino que ha llevado al cierre de empresas pesqueras en San Antonio Este (SAE). Muchas de las personas que solían dedicarse a la pesca se han volcado a la albañilería o han buscado empleo en otras áreas, como en Patagonia Norte. En este contexto, se ve con buenos ojos que el proyecto pueda traer empleo a la región.

Por su parte, la Asociación de Pulperos de Las Grutas, constituida en 2016, reúne a aproximadamente 70 pulperos de la localidad. Esta asociación representa a las familias dedicadas a la pesquería de pulpitos en la costa del Golfo San Matías, particularmente en la zona donde se llevará a cabo el proyecto. Los pulperos destacan la importancia de la actividad pesquera en la zona de Fuerte Argentino, donde se encuentran puestos específico para esta labor, intensamente utilizados durante el verano. Su principal preocupación es garantizar la circulación de los pulperos por el camino histórico utilizado para acceder a las áreas de pesca desde Las Grutas. En caso de que se interrumpa este acceso, solicitan la garantía de una alternativa de paso.

Por otro lado, la Dirección de Vialidad Provincial menciona que su Delegación III abarca el departamento de San Antonio Oeste, pero aclara que en el área del proyecto no hay intervención sobre ninguna ruta bajo su jurisdicción. La Ruta Provincial 2, que aparece en la cartografía disponible, es en realidad un proyecto que data de 1970 y ha sido descartado. En la actualidad, el camino utilizado en la zona costera del proyecto es el que tradicionalmente han seguido los pulperos para llevar a cabo su actividad.

En cuanto a la policía rural, se advierte que entre los principales problemas de seguridad registrados en el área rural se encuentran el abigeato y la caza furtiva de fauna silvestre. Esta fuerza policial tiene jurisdicción como autoridad en el sector rural del municipio de San Antonio Oeste, con su base administrativa ubicada en la misma localidad y dependiente de la Comisaría Décima. A pesar de contar con alrededor de 600 km de territorio para la prevención, la policía rural enfrenta serias limitaciones debido a la escasez de personal y recursos.

En particular, el productor ganadero de la estancia donde se desarrollará el proyecto no cree que se afecte a sus actividades productivas. La mayor importancia radica en no cortar los alambrados que dividen los cuadros y mantener las tranqueras cerradas. El mayor riesgo se encuentra en el abigeato o caza furtiva.

5.2.4 Organizaciones Sociales y Antecedentes de Conflictos Ambientales en el Golfo San Matías

A continuación, se presenta una caracterización del escenario sociopolítico actual vinculado a las repercusiones de los proyectos de ductos y exportación a través de puertos en el Golfo San Matías. Estos antecedentes son importantes para considerar el interés e influencia de las diferentes partes interesadas en el proyecto en evaluación. Se ofrece una síntesis de los acontecimientos de manifestación pública en oposición y/o críticas hacia la industria hidrocarburífera, con énfasis en las repercusiones sociales y judiciales. Como se describe en las secciones a continuación, se trata de movimientos multisectoriales que se manifiestan frente a proyectos específicos y que comparten organizaciones y redes de contacto y estrategias de resistencia ante proyectos hidrocarburíferos:

- **Mar Libre de Petroleras.** Emerge en las Audiencias Públicas realizadas en el marco de los proyectos hidrocarburíferos offshore en la Cueca Argentina Norte (de aguas profundas), cuyo epicentro de mayores manifestaciones en contra fueron en Mar del Plata.

- **Defendamos Nuestro Golfo.** Emerge como oposición pública frente al avance de un proyecto de oleoducto de YPF en el departamento de San Antonio y en relación a la re funcionalización del puerto de Punta Colorada como puerto hidrocarburífero.

En relación a las entrevistas a referentes de diferentes organizaciones que aquí se mencionan como colectivo multisectorial de 31 organizaciones con intereses socioambientales y con vinculación con diferentes ciudades costeras, se expresaron en contra del proyecto a través de un comunicado que se presenta al final de este apartado. La oposición al proyecto se enmarca en el rechazo general de la actividad hidrocarburífera en el Golfo San Matías (ver sección 5.2.4.3).

5.2.4.1 Mar Libre de Petroleras

El Gobierno Nacional en diciembre de 2021 autorizó la exploración petrolera en la Cuenca Argentina Norte (bloques CAN 100, CAN 108 y CAN 114) por parte de una sociedad entre EQUINOR, YPF y Shell (Resolución Nº436/2021 publicada en el Boletín Oficial). A partir de ello, se realizaron una serie de manifestaciones sociales en oposición a los proyectos, durante tres años consecutivos, teniendo como epicentro la ciudad de Mar del Plata. Además, con fuertes repercusiones en medios de comunicación y teniendo consecuencias en el ámbito de la justicia nacional con la presentación de amparos en contra de la exploración y explotación de hidrocarburos offshore en el Mar Argentino y en reclamo de la implementación de procesos participativos en el marco del Acuerdo Escazú respecto a la toma de decisiones políticas que pudieran poner en riesgo el medio ambiente.

Estas manifestaciones (marchas, publicaciones en página web y hasta presentaciones de recursos de amparo para suspender la prospección sísmica en el Mar Argentino) han visibilizado y elevado el tema a nivel nacional e internacional y han propiciado debates en distintos ámbitos; lo que puede incluso llegar a formar una determinada “opinión pública” sobre el tema e incluso a hacer cambiar de opinión a las partes interesadas. Este fenómeno se autodenominó “Atlanticazo” por el hecho de mayor manifestación pública bajo la consigna “por un mar libre de petroleras”. Las manifestaciones continúan, teniendo como fecha de reunión todos los días 4 de cada mes.

La organización Mar Libre de Petroleras es una multisectorial que involucra a diferentes organizaciones de la sociedad civil, principalmente de posición ambientalista y que reúne a población residente en ciudades costeras del Mar Argentino. A partir de ahí, las “Asambleas por un Mar Libre de Petroleras” se fueron multiplicando en distintas ciudades, todas organizadas dentro de la Red de Comunidades Costeras, que hoy agrupa desde Santa Teresita hasta Ushuaia. Las manifestaciones en contra crecen y se multiplican. Involucra no solo a organizaciones de alcance internacional como Greenpeace sino también convoca a sectores académicos (universidades) y sectores productivos (sectores de la pesca y del turismo). El nivel de conflictividad y oposición hacia la exploración y la explotación hidrocarburífera en el Mar Argentino tiene como principales actores opositores y críticos a las organizaciones de la sociedad civil ambientalistas desde el espacio local, como lo es la Asamblea por un Mar Libre de Petroleras hasta las de alcance nacional como FARN e internacional como Greenpeace. En segundo lugar, aparecen sectores que presentan requerimientos de información específica y/o manifiestan su preocupación respecto a los posibles impactos negativos en el sector pesquero y turístico. Asimismo, los sectores académicos (grupos de investigación de universidades nacionales públicas y privadas) se expiden con diferentes posiciones y cuestionamientos hacia los proyectos vinculados con la exploración y la explotación de hidrocarburos en aguas profundas.



Figura 88. Campaña #Atlanticazo. Fuente: Greenpeace[136] y La Capital[137]

5.2.4.2 Defendamos Nuestro Golfo

Entre agosto y septiembre de 2022 el Gobierno de Río Negro impulsó la modificación de la Ley Nº3.308 que establecía la protección del Golfo San Matías a partir de prohibir la prospección, la explotación y la extracción petrolífera y gasífera en el Golfo San Matías. Si bien el desarrollo del oleoducto del Proyecto Vaca Muerta Sur impulsado por YPF posee el aval y el acompañamiento del gobierno provincial y municipal de Sierra Grande[138], existen organizaciones de la sociedad civil opositoras al proyecto que se unieron bajo una Multisectorial denominada “Defendamos Nuestro Golfo”. El mencionado proyecto se trata de un oleoducto de aproximadamente 700 kilómetros que conectaría el yacimiento Loma Campana, en Vaca Muerta, con Punta Colorada, al sur del Golfo San Matías, en el Municipio de Sierra Grande, el mismo donde se prevé la instalación del megaproyecto de Hidrógeno Verde.

La Multisectorial socioambiental (integrada por Asambleas del Currú Leufu, Asamblea por la Tierra y el Agua de Las Grutas, Fundación Inalafquen, Pastoral Social diócesis Viedma, el sindicato docente Unter y Comunidades Costeras Mar Libre de Petroleras, entre otras), realizó una primera asamblea el domingo 4 de septiembre de 2022 y se movilizó a la Legislatura en la capital provincial Viedma. Desde el golfo ven en espejo la lucha que da la Asamblea por un Mar Libre de Petroleras de Mar del Plata conformada a partir del desarrollo de proyectos de exploración de hidrocarburos offshore en el Mar Argentino.[139]

[136] “HOY! #Atlanticazo. Marchamos para proteger el Mar Argentino de la garras petroleras”. (4/01/22). Greenpeace. https://www.greenpeace.org/argentina/blog/issues/oceanos/hoy-atlanticazo-marchamos-para-proteger-el-mar-argentino-de-la-garras-petroleras/

[137] “Marcha frente a la Rambla contra la explotación petrolera”. (4/01/22) Diario La Capital. https://www.lacapitalmdp.com/marcha-en-mar-del-plata-contra-la-explotacion-petrolera/

[138] “El gobierno de Río Negro compartió avances del proyecto Vaca Muerta Sur con YPF” (18/06/24). Eco Journal. https://econojournal.com.ar/2024/06/rio-negro-vaca-muerta-sur-ypf/

[139] “Rechazo al avance de YPF y el Gobierno de Río Negro sobre el Golfo San Matías “. (5/9/22). Terra Viva. https://agenciatierraviva.com.ar/rechazo-al-avance-de-ypf-y-el-gobierno-de-rio-negro-sobre-el-golfo-san-matias/

Desde la Multisectorial y organizaciones ambientalistas como Greenpeace se advierte que la actividad petrolera pondría en riesgo las principales actividades económicas de las comunidades locales que son las pesquerías artesanales, el turismo orientado a la pesca deportiva, el buceo y el avistaje de fauna marina. Asimismo consideran que el incremento en el tráfico de buques petroleros aumentaría también el número de colisiones con cetáceos.[140]

Ante la modificación de la Ley Nº3.308 un conjunto de organizaciones presentó un pedido de inconstitucionalidad ante el Superior Tribunal de Justicia provincial, pero el recurso fue rechazado con el argumento de que las y los vecinos no podían ser considerados afectados debido a que el proyecto no existía. Ante esto, las organizaciones recurrieron la decisión mediante un recurso de queja ante el Supremo Tribunal de Justicia. El 9 de septiembre de 2024 se cumplen dos años del inicio del pedido de inconstitucionalidad. Las organizaciones manifiestan que continuarán con el reclamo judicial ante diferentes estamentos de justicia.

En agosto de 2023 se realizó la Audiencia Pública del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Oleoducto Vaca Muerta Sur de YPF, en la localidad rionegrina de Sierra Grande.[141] Con la presencia del Vicegobernador de Río Negro, Alejandro Palmieri; el Intendente de Sierra Grande, Renzo Tamburrini; la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático, Dina Migani; la Secretaria de Estado de Energía, Andrea Confini, legisladores provinciales de distintos bloques; concejales; gremios, asociaciones y representantes de cámaras empresarias y de comercio. La Secretaría de Ambiente y Cambio Climático es la autoridad de aplicación de la Ley Nº3.266, que contempla que, ante cualquier proyecto de sensibilidad ambiental, la empresa debe presentar un estudio de impacto ambiental, elaborado por equipos de consultores ambientales inscriptos y autorizados por la cartera provincial. Ese proceso fue llevado a cabo por la empresa YPF.[142]

En enero de 2024, las organizaciones de la Provincia de Chubut en oposición al puerto petrolero con *"enorme impacto en la región"*, radican un amparo judicial, en el Juzgado Civil y Comercial de Puerto Madryn a cargo de María Laura Eroles. Destacan *"los riesgos y las consecuencias devastadoras que la terminal portuaria representa para la región"* al señalar *"la fuerte conectividad oceanográfica y biológica entre el enclave donde se establecerá la terminal portuaria y el Golfo San José y el Golfo Nuevo; estos dos últimos componentes claves del entorno de la Península Valdés".* Los accionantes citaron como antecedente inmediato el evento sucedido el 28 de diciembre en la Ría de Bahía Blanca con "*la rotura de un ducto de carga de una monoboya similar a la instalarse en Golfo San Matías, tiñendo de petróleo crudo las aguas, que tendría un impacto directo en la Península Valdés*."[143]

[140] "¡Urgente! Quieren modificar la ley que evita la contaminación en el Golfo San Matías de Río Negro para convertirlo en zona de sacrificio petrolero". (8/9/22). Greenpeace. https://www.greenpeace.org/argentina/blog/problemas/oceanos/urgente-quieren-modificar-la-ley-que-evita-la-contaminacion-en-el-golfo-san-matias-de-rio-negro-para-convertirlo-en-zona-de-sacrificio-petrolero%EF%BF%BC/#:~:text=El%20pasado%2025%20de%20agosto,de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20por%20hidrocarburos.

[141] "Río Negro: Audiencia Pública por el puerto petrolero que amenaza la economía y el ambiente del Golfo San Matías". (14/10/23). Observatorio Petrolero Sur 15. https://opsur.org.ar/2023/08/14/rio-negro-audiencia-publica-por-el-puerto-petrolero-que-amenaza-la-economia-y-el-ambiente-del-golfo-san-matias/

[142] "Gran presencia en audiencia pública por oleoducto y terminal de exportación". (17/8/23). Comunicación del Gobierno de Rio Negro. https://prensa.rionegro.gov.ar/articulo/46837/gran-presencia-en-audiencia-publica-por-oleoducto-y-terminal-de-exportacion

[143] "Escollo judicial en puerta para el megaproyecto de YPF Vaca Muerta Sur". (10/01/24). Mejor Energía. https://www.mejorenergia.com.ar/noticias/2024/01/10/2367-escollo-judicial-en-puerta-para-el-megaproyecto-de-ypf-vaca-muerta-sur

Entre las organizaciones que conforman la alianza chubutense se encuentran: la Cámara de Turismo y Servicios de Península Valdés (CAPENVAL), la Asociación Red de Alquileres Temporarios de Puerto Madryn, el Instituto de Conservación de Ballenas (ICB), Asamblea Vecinal de Puerto Pirámides, la Asociación Argentina de Guías Balleneros, la Cámara Patagónica de Empresas de Avistajes de Ballenas, la Fundación Península Valdés Orca Research, la Asociación Argentina de Abogados y Abogadas Ambientalistas, la Fundación Greenpeace Argentina, la Asamblea en Defensa del Territorio de Puerto Madryn, la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), la Fundación Patagonia Natural, la Asociación de Agencias de Viajes y Turismo Península Valdés, la Asociación de Guías Profesionales de Turismo del Chubut y la Asamblea No a la Mina de Esquel.



Figura 89. Posteo de Multisectorial Defendamos Nuestro Golfo. Fuente: @defendamosnuestrogolfo[144]

[144] Instagram. Fecha: 28/11/23. https://www.instagram.com/p/C0NZ4B3MBDZ/

5.2.4.3 Nota de Manifestación de Organizaciones Sociales sobre el Proyecto

Tercer proyecto de exportación de hidrocarburos en el mar rionegrino, las organizaciones decimos No.

A la Consultora Serman & asociados s.a.

Proyecto: Terminal PAE FLNG

Las organizaciones convocadas por ustedes expresamos de manera clara nuestro rechazo a este y a cualquier otro proyecto que afecte de manera negativa nuestros territorios, tanto en los aspectos sociales, ambientales, culturales como económicos. A su vez mostramos una alta preocupación por considerar al golfo San Matías como una zona a sacrificar sumando más proyectos contaminantes que atentan contra la biodiversidad, las áreas naturales protegidas, la Península Valdés considerada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco y la economía local basada en el turismo y la pesca.

Cabe recordar que esto tiene su inicio con la modificación de la Ley 3308/99, la cual debió acontecer y así lo demuestra la empresa YPF cuando explicitó que para implementar este tipo de proyectos ésta debía ser modificada, hecho que ha sido denunciado con el pedido de Inconstitucionalidad que aún espera su dictamen en la Corte Suprema de Justicia, lo cual reviste en el sentido jurídico un marco de ilegalidad.

Existe una falta de información sobre este proyecto, y aunque esto es un hecho, queremos dejar en claro que no consentimos más avances sobre nuestra costa. Los riesgos son irreversibles, y esto se agrava con los recientes anuncios del gobernador Sr Weretilneck, quien piantea una expansión similar a la de Bahía Blanca en nuestra región.

Sabemos que ustedes están en proceso de elaborar un estudio de prefactibilidad, cuyos datos luego serán incorporados en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA). Por ello, reafirmamos nuestro rechazo categórico, en nombre de todas las organizaciones y personas que firman este comunicado.

Queremos denunciar que las metodologías empleadas son engañosas. Si bien es cierto que se han relevado actores, las percepciones y posturas de las comunidades se ven distorsionadas en los informes finales, pretendiendo haber generado espacios de participación que en la práctica no existen. Es importante señalar que una entrevista no constituye un verdadero espacio participativo, ya que esta responsabilidad recae en los gobiernos, no en las empresas, y mucho menos en aquellos que prestan servicios a dichas empresas, como es su caso.

Asimismo, comprendemos que estas entrevistas también son utilizadas para diseñar estrategias con el fin de obtener una supuesta "licencia social", la cual, claramente, no poseen. Los datos son manipulados para presentar una imagen de acompañamiento de las comunidades, y esto se utiliza para deslegitimar nuestras posturas. En algunos casos, incluso, se avanza en la estigmatización de quienes defienden el ambiente, como ya ocurrió con YPF

1

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

en el material de divulgación que produjo que tenía como fin deslegitimar, estigmatizar para después criminalizar a quienes se oponen al proyecto.

No solo denunciamos estas estrategias, sino que somos conscientes que ante cada proyecto que busque destruir nuestro territorio estaremos trabajando de manera colectiva y comunitaria, ya que estamos convencidos que el modelo que se plantea no nos incluye.
Creemos en el Buen Vivir, que sí nos hace parte y nos permite asumir el cuidado y la preservación de todos los bienes comunes.

Las Grutas, 11/09/2024

Asambleas del Currú Leufú
Asamblea por la Tierra y el agua. Las Grutas.
Multisectorial golfo San Matías
Comunidad Mapuche -Tehuelche Trawun Kutral
Asamblea en defensa del Territori Puerto Madryn
Asamblea por el agua Comodoro Rivadavia
Asamblea por un mar libre de petroleras Mar del Plata
Asamblea por un mar libre de petroleras Partido de la Costa
Asambleas por un mar libre de petroleras Necochea-Quequén
Asamblea socioambiental de Cipolletti
Asamblea Antimegaminería Bariloche
Asamblea Autoconvocados de Viedma y Patagones
Asamblea Wawel Niyeo
Asamblea por la Tierra y el agua de Fiske Menuco
Multisectorial Comarca Marítima
Comunidad costera de Tierra del Fuego AeIAs
Colectiva Magdalena 318
Campaña Fuera Mekorot
Pastoral social Diócesis de Viedma
Pastoral social Diócesis de Bariloche
Observatorio Petrolero Sur (OPSur)
Coordinadora socioambiental Bahía Blanca
CTA Bahía Blanca
Ambiente en lucha.
Red Ecosocialista
Junta Promotora APDH Alto Valle
La Rebeldía Activismo Veganx Antiespecista Interseccional
Espacio Solidaridad. RN
Movimiento Ecuménico por los Derechos Humanos
Tierra para Vivir- Marabunta
Coordinadora Basta de Falsas Soluciones (BFS)

2

6. ARQUEOLOGÍA SUBMARINA

Caracterización de Antecedentes Offshore

La dinámica histórica de la costa atlántica patagónica, con más de cuatro siglos tuvo su contraparte material en el trasporte de bienes y personas por vía marítima, de E a O y N a S, por parte de empresas españolas, francesas, holandesas e inglesas, correspondientes a períodos económicos vinculados a una exploración temprana, exploración y desarrollo, y explotación de bienes -esta última etapa al consolidarse en el territorio principalmente emprendimientos ganaderos-, sumándose a estos el establecimiento de misiones religiosas. Cabe destacar que el transporte marítimo disminuye notablemente a principios del siglo XX, debido principalmente a la apertura del canal de Panamá como paso interoceánico alternativo (Ciarlo, 2009; Elkin 2004; Elkin y Murray, 2006; Grosso et al., 2016).

Tal desarrollo histórico se ve reflejado en evidencia material de distinto tipo, siendo uno de estos los naufragios, los cuales se sucedieron en las mencionadas costas en diferentes momentos. El estudio de restos de los naufragios (o pecios[145]) de manera sistemática desde aproximación arqueológica -a través de distintos proyectos de investigación- es bastante reciente en Argentina (Ciarlo, 2009; Elkin, 1997; Elkin y Murray, 2014; Grosso et al., 2016; Vainstub y Murray; 2004; entre otros), estimándose que para mediados de la década de 2010 solo se habían analizado veinte (20) casos de aprox. unos mil novecientos (1900); de los cuales solo se cuenta con cierta información de referencia, que impide su precisa localización (Murray, 2012).

A este respecto, la potencialidad de hallazgos de este tipo de restos; es decir la ubicación (o no) de pecios, se ve condicionada además por otros factores, que intervienen en la conservación diferencial de los mismos, tales como el tipo de embarcación (tamaño, tipo y materiales que la constituyen), el régimen y rango de mareas, la morfología costera (incluyendo ancho de la faja costera y pendiente), las corrientes costeras, la deriva litoral, el tipo de sustrato dominante (duros o blandos), vientos, frecuencia de tormentas e impacto de las olas, procesos de transporte-erosión, entre otros. Con respecto a esto último, dichos restos se localizan tanto en la denominada franja intermareal -sector de costa delimitado por las líneas de marea alta y marea baja-, como submareal, los cuales corresponden a elementos desarticulados que se presentan en grupos de variada densidad o bien aislados y, frecuentemente, distribuidos en grandes extensiones. Así, se han clasificado distintos tipos de ambientes costeros -intermareales-, relacionados al potencial de conservación de los pecios, siendo que el sector ocupado por el Proyecto correspondería a aquel del tipo con un sustrato rocoso. En esta clase de ambientes se observa una clara predominancia de fragmentos pequeños y componentes desarticulados, con alguna presencia de estructuras de mediano tamaño, en donde los componentes de madera están muy poco representados y en general se encuentran fijados al sustrato (Grosso et al., 2016).

[145] Se denomina pecio (del latín posclásico *pecia* o *petia*, o en bajo latín *pecium* o *petium*, 'fragmento o pieza rota') a los restos de una nave, hundido total o parcialmente en una masa de agua (océano, mar, río, lago, embalse, etc.). Un pecio puede ser producto de un accidente marítimo, naufragio o catástrofe natural, pero también puede ser ocasionado por abandono, hundimiento intencional, descuidos o negligencias.

El primer contracto -documentado- entre nativos americanos y europeos en Patagonia, tuvo lugar a principios del siglo XVI, en donde hoy se encuentra la localidad de San Julián, en donde Magallanes recaló por un espacio aprox. de medio año. En esos momentos se crea un interés tanto en controlar un paso transoceánico, como en la explotación económica de fauna marina y del litoral atlántico (ballenas, lobos marinos, etc.). Posteriormente, por orden real y atendiendo a los cambios en política internacional, la corona española, decide instalar a lo largo de la costa patagónica una serie de asentamientos. Así, hacia mediados y finales del siglo XVIII, se funda en la actual Península de Valdés (provincia de Chubut) el denominado Fuerte San José (Barba Ruiz, 2000) y próxima a la bahía de San Julián (provincia de Santa Cruz), una colonia agrícola conocida como Floridablanca, la cual fue abandonada tras cuatro años de ocupación, por razones como la incapacidad de sostenimiento de la misma (Bianchi Villelli, 2008; Buscaglia, 2008; Buscaglia y Nuviala, 2007).

Por su parte, hacia finales del siglo XIX, en 1879, el gobierno nacional crea las Subdelegaciones Marítimas de Río Gallegos y Deseado, erigiéndose durante y luego de la de la Campaña del Desierto (1878-1884), los asentamientos de Puerto Deseado (año 1884, refundada en el año 1899), Puerto Santa Cruz (1878 -primera capital del territorio santacruceño-) y Río Gallegos (1885). Por su parte, la consolidación de la actividad ganadera (principalmente ovinos), para finales del siglo XIX y principios del XX, se tradujo en una ocupación del territorio por parte de estancias -explotándose tanto la lana como la carne- y centros poblados, como es el caso de la localidad de Puerto San Julián (1901), entendidos tanto como espacios de servicios y suministros, como centros de acopio y exportación de la producción (Vallega, 2010). Por su parte desde Viedma hacia el S, sobre el sector costero, se fundan en 1903 la localidad de Sierra Grande (en ese entonces conocida como Sierra Vieja); y el pueblo-puerto de San Antonio Oeste en el año 1905, aunque sobre el mismo ya se habían nucleado numerosas familias para 1898. Por estos momentos, se desarrolla la localidad de Puerto Madryn, inicialmente vinculada a los primeros galeses que arribaron a la región y luego al desarrollo de esta como puerto pesquero (Elkin y Murray, 2007; Navarro Floria, 2011).

De los naufragios registrados a lo largo de los últimos 25 años en costas patagónicas, el más antiguo hasta el momento es el del Hoorn; correspondiente a una nave mercante holandesa, la cual se hundió tras una explosión accidental en la Ría del Deseado en 1615. Este último fue en su momento un puerto natural, donde se detuvieron diferentes expediciones para reabastecerse de agua y alimentos antes de continuar hacia el estrecho de Magallanes. También allí naufragó la corbeta británica HMS[146] Swift en el año 1770 y ya en momentos de la república, el transporte de cargas generales y pasajeros Magallanes en el año 1887 (Ciarlo et al., 2010; Elkin et al., 2007; Elkin y Murray, 2007; Murray et al., 2007; Vainstub y Murray, 2004, 2009).

Sobre este tipo de registro, los antecedentes más próximos al área son aquellos registrados sobre las áreas de Península de Valdés y golfos de San José y Nuevo, los cuales corresponden a naufragios vinculados a distintos momentos históricos; abarcando un período que se inicia en el siglo XVIII y llega hasta fines del siglo XX. Se estima que en la zona referida existen al menos 30 naufragios, los que han sido referidos a través de datos proporcionados por el registro histórico, cartas de navegación, o incluso por pobladores locales. En este sentido, las investigaciones se centraron en las zonas de Puerto Madryn, Puerto Pirámide y Punta Cormorán, todas en el Golfo Nuevo; contemplando diversos naufragios, tales como por ej. los pecios Emma, Maud, Río de Oro, Bahía Galenses, Presidente Roca y Káiser; los cuales, a excepción del Río de Oro, corresponderían a embarcaciones construidas entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX (Elkin y Murray, 2007; Gutierrez, 2017, 2018; Grosso et al., 2016; Murray, 2019; Murray et al., 2007). Por su parte, cabe destacar que para la costa N del Golfo San Matías, sobre el sector de la Caleta de Los Loros, se emplearon las primeras prácticas con equipos de sonar de barrido lateral, en busca de embarcaciones sumergibles tales como los U-Boats alemanes de la segunda guerra mundial (1939-1945), durante finales de la década de 1990 y principios del año 2000 (Ciarlo et al., 2010).

[146] El acrónimo HMS significa *Her Majesty's Ship*, traducido al español como Buque de Su Majestad.

7. PESQUERÍAS REGIONALES

7.1 CONTEXTO REGIONAL

La pesca en Golfo San Matías ha estado históricamente orientada a la captura de especies demersales, invertebrados bentónicos y, en menor medida, peces costeros. Entre las principales pesquerías, la más relevante, tanto por la cantidad de especies y volúmenes de desembarcos, como así también por su continuidad en el tiempo e impacto socioeconómico regional, es la pesquería con redes de arrastre de fondo dirigida a la merluza común *Merluccius hubbsi* y especies de fondo acompañantes. Esta pesquería de escala industrial costera aporta anualmente[147] desembarcos por encima de las diez mil toneladas de merluza, pez gallo *Callorhinchus callorynchus*, mero *Acanthistius patachonicus*, salmón de mar *Pseudopercis semifasciata*, abadejo *Genypterus spp*, savorín *Seriolella porosa*, lenguados (*Paralichthys spp*., *Xystreurys rasile*), calamar *Illex argentinus* y más recientemente langostino *Pleoticus muelleri*, entre otras especies.

La pesquería dirigida a merluza se inició en el año 1971 por reconversión de la flota que antes estaba dirigida a la vieira (cuya pesquería sufrió su primer ciclo de colapso) y desde entonces ha mantenido una continuidad tanto en términos de desembarcos como en lo relativo a su contribución a la renta total del sector pesquero regional. La misma centra su actividad extractiva en el efectivo pesquero de merluza del golfo, el cual constituye un stock unitario de la especie, y sobre una variedad de especies acompañantes integrantes de los grupos ecológicos demersal, bentónico y demersal-pelágico. En este último grupo ecológico de organismos se encuentra también el langostino, especie sobre la que desde 2012 existe una pesquería dirigida en el golfo.

La pesquería de merluza incluye dos flotas: una de tipo industrial, que opera con redes de arrastre de fondo con portones (aparejo con bridas y malletas), y una de tipo artesanal, que utiliza como arte de pesca el palangre de media agua (o de “piedra-bola”). Las capturas de ambas flotas se centran sobre un total de 52 especies, entre las que se incluyen mayoritariamente peces y algunos invertebrados, gran parte de las cuales presentan valor comercial y son habitualmente desembarcadas. En términos generales, la flota arrastrera es la que produce la mayor parte de los desembarques provinciales, en tanto es la que también genera la mayor cantidad de descarte de juveniles de merluza y de otras especies sin valor comercial. La flota de palangre artesanal es en general más selectiva, tanto en lo que respecta al tamaño de la merluza (el descarte es prácticamente nulo), como en la captura incidental de fauna acompañante, la cual habitualmente es insignificante.

En la pesquería de langostino también operan dos flotas (industrial y artesanal), aunque en ambos casos utilizan redes de arrastre de fondo. La mayor parte de los barcos de ambas flotas utilizan redes de fondo convencionales (las mismas que se usan para la pesca de merluza) en lugar de redes de tipo langostineras. Estas últimas se consideran apropiadas para la pesca de langostino, ya que por su diseño y aparejamiento contribuyen a reducir la captura de peces acompañantes del langostino y por ende su descarte. Por este motivo y, debido al rango batimétrico en el cual opera esta pesquería, se capturan incidentalmente más de 80 especies de invertebrados y peces, entre las que se destacan algunas de valor comercial (ej. merluza, pez gallo, lenguados, entre otras) que por lo general son descartadas. Ambas pesquerías pueden considerarse de tipo multiespecíficas, con diferentes componentes de flotas y artes de pesca y con problemáticas diversas, emergentes tanto del sistema natural como de los factores tecnológicos (ej. artes de pesca), y del sistema socioeconómico y cultural.

[147] Los desembarcos totales de esta pesquería han decrecido en los últimos años por efecto de la sobreexplotación de la merluza (ver detalles en el apartado de la pesquería correspondiente)

En el golfo se desarrollan también otras pesquerías de pequeña escala o artesanales que utilizan diversos métodos y artes de pesca, tales como buceo, rastras, redes de playa, ganchos de mano y espineles de refugios. Algunas de estas pesquerías, originadas en la primera mitad del siglo pasado han permanecido activas hasta la actualidad. Este es el caso de la pesquería del pulpito patagónico *Octopus tehuelchus*, en la cual se combina la forma de captura tradicional con ganchos en la zona intermareal, con la captura mediante espineles de refugios en la zona submareal, esta última como modalidad de pesca más reciente. Otra de las pesquerías más antiguas de la región, aunque en menor actividad en los últimos años, es la de peces costeros con red de playa, centrada en la captura de pejerreyes manila *Odonthestes smitti* y escardón *O. argentinensis*, cornalito *O. incisa* y róbalo *Eleginops maclovinus*.

Una de las pesquerías tradicionales del golfo, en la que se utilizó tanto la pesca con buceo como el uso de rastra bentónica, es la de viera *Aequipecten tehuelchus*, mejillón *Mytilus platensis* y cholga *Aulacomya atra*. Originada a fines de los años 50' como una pesquería de escala industrial, la pesca de vieira constituyó el basamento del desarrollo pesquero de la provincia de Río Negro, pasando a operar a nivel artesanal a partir del año 2000. Sin embargo, esta pesquería ha presentado históricamente ciclos de actividad alternados con periodos de recesión debido justamente a los pulsos biológicos de disponibilidad de los recursos que la sustentan. En las últimas dos o tres décadas, otras pesquerías artesanales se desarrollaron en el golfo a partir de la demanda de recursos no tradicionales por parte del mercado nacional de la comunidad oriental. Entre estas pesquerías, las más relevantes son la de almeja púrpura *Eucallista purpurata*, que se desarrolla mediante buceo y, en menor medida, recolección manual con ganchos, la de almejas navaja *Ensis macha* y panopea *Panopea abbreviata*, y la de cangrejo nadador *Ovalipes trimaculatus*, todas ellas a partir de pesca mediante buceo.

El ámbito geográfico de todas estas pesquerías es el Golfo San Matías en general, aunque por proximidad a los principales puertos de asiento de la flota industrial (San Antonio Oeste y San Antonio Este) y los campamentos costeros desde los que opera la flota artesanal, la mayoría localizados sobre la costa norte del golfo, los principales caladeros de pesca de ambas flotas se han localizado históricamente al norte del paralelo 41º30'S. En la Figura 90 se resumen los espacios geográficos en los que históricamente han operado las principales pesquerías y los sitios y puertos desde los que operan las flotas.

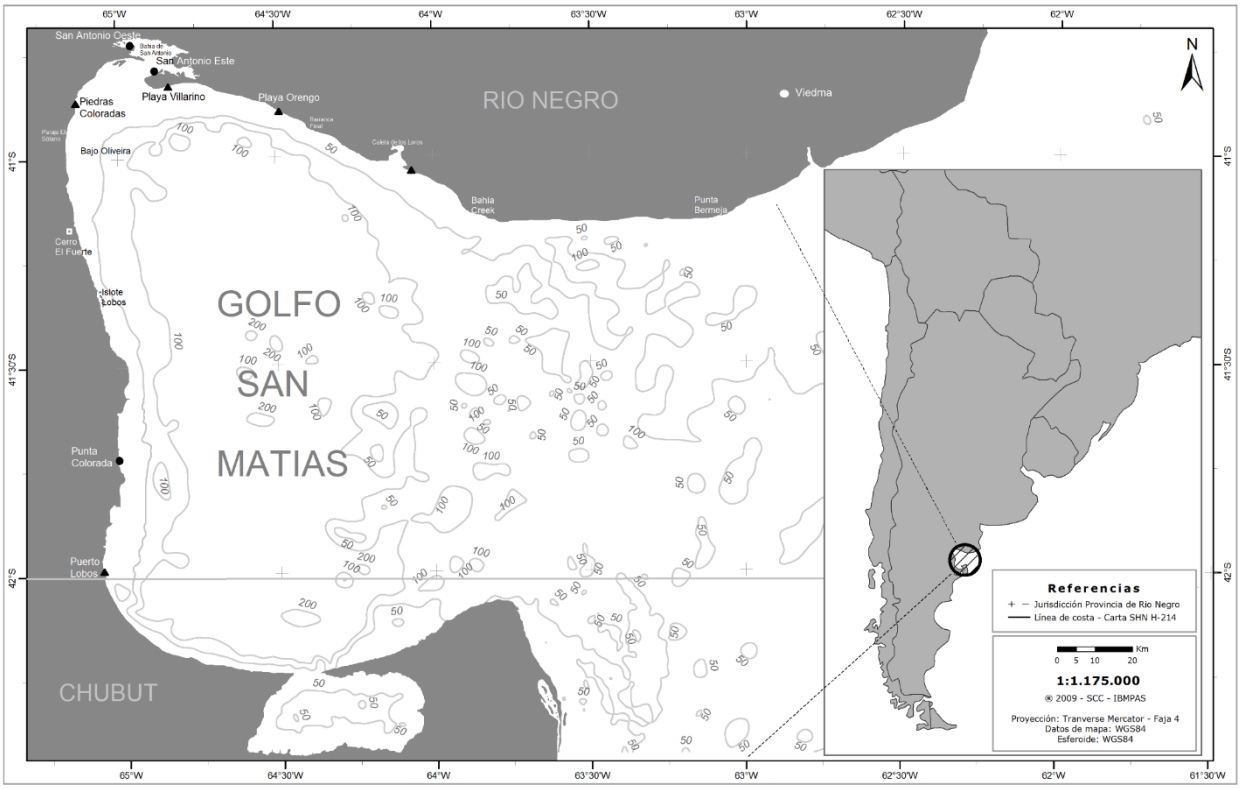


Figura 90. Caladeros, puertos y campamentos costeros desde los cuales operan las flotas industrial y artesanal en el Golfo San Matías.

7.2 MARCO LEGAL Y ORDENACIÓN DE LAS PESQUERÍAS

La ordenación (o manejo) de las diferentes pesquerías del golfo se materializa actualmente a través de la aplicación de las leyes Q Nº1960 y Q Nº2519 y sus normas complementarias. El manejo de las pesquerías se ha realizado históricamente mediante esquemas basados esencialmente en concesiones de acceso al recurso a los usuarios, en combinación con medidas técnicas y los llamados controles de insumos (esfuerzo de pesca) y productos (desembarcos). Las concesiones de acceso son básicamente de dos tipos: a) permisos de pesca para buques de tipo industrial que operan para empresas con un proyecto de explotación aprobado y con un cupo de pesca asignado, y b) permisos de pesca otorgados a buques industriales y embarcaciones artesanales (< 9,9 m de eslora) cuyos propietarios son personas físicas o jurídicas que no cuentan con cupos de pesca ni proyectos aprobados. La primera modalidad se asemeja a un sistema de cuotas individuales de captura, aunque a la fecha carece de otras características y sustento legal para ser equivalente. La segunda modalidad se asemeja en los hechos a un sistema de pesca de tipo olímpico con otorgamiento de licencias de pesca transferibles y constituye una de las condiciones necesarias, pero no suficiente, para que se produzca el fracaso en la óptima asignación de un recurso pesquero (esta última se daría en el caso del llamado acceso abierto), lo cual deriva inexorablemente en la sobreexplotación de los recursos.

Las medidas técnicas son variables según los diferentes recursos, e incluyen usualmente: a) restricciones en los tipos de artes de pesca (tamaño de mallas en los diferentes paños de la red, tipo de relinga, regulaciones de otras características constructivas), b) limitaciones en la potencia y tamaño de los buques, c) talla mínima de desembarque, y d) establecimiento de cierres temporales o permanentes de sectores del caladero de pesca (zonas de veda) y zonas de uso exclusivo para ciertos tipos de artes de pesca, entre otras. En cuanto a los controles de insumos (*inputs*) se aplican principalmente limitaciones en el esfuerzo de pesca (ej. número de embarcaciones habilitadas), y para los controles de productos (*outputs*) se establecen capturas máximas permisibles anuales por especie o grupos de especies y en algunas pesquerías cupos diarios de captura por embarcación.

7.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS PESQUERÍAS

La semblanza general de las pesquerías industriales y artesanales expuesta en los apartados anteriores tuvo como finalidad proveer una primera aproximación a la diversidad de recursos, el sistema de gestión y la importancia que presenta la actividad pesquera en el GSM. La pesca comercial, tanto a nivel industrial como artesanal ha sido y constituye actualmente, uno de los motores de la economía regional, por lo que su caracterización y apropiada valoración resulta fundamental para esta línea de base ambiental. En los siguientes apartados se presenta la información más relevante sobre cada una de estas pesquerías de manera detallada, con énfasis en los aspectos esenciales de las mismas que deberán ser tenidos en consideración en el proceso de evaluación de los impactos ambientales.

7.3.1 Pesquería de Merluza y Especies Demersales

La pesca de especies demersales con red de arrastre de fondo en el golfo surgió como una actividad alternativa a la pesca de vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus*, luego de la implementación de una veda para la extracción de la misma en 1971 (González et al. 2004). Paralelamente, a nivel nacional, coincidió con un periodo de expansión y auge pesquero que favoreció el desarrollo de la actividad a escala regional (Bertolotti et al. 1987). Históricamente la especie blanco de esta pesquería fue la merluza *Merluccius hubbsi* que constituyó, en promedio, aproximadamente el 80% de las capturas anuales desembarcadas en los puertos de San Antonio Oeste y San Antonio Este (Romero, 2011). Sin embargo, a lo largo de la historia de la pesquería, otras especies han registrado volúmenes de desembarco importantes como el savorín *Seriolella porosa* entre 2004 y 2010, y el pez gallo *Callorhinchus callorhynchus* en 2015.

Si bien en esta pesquería se capturan muchas especies de peces cartilaginosos y óseos del conjunto demersal-pelágico (Tabla 27), en los desembarcos producidos por la flota de arrastre sólo se registran, además de la merluza, el savorín y el pez gallo, a las siguientes: merluza de cola *Macruronus magellanicus*, calamar *Illex argentinus*, pez gallo *Callorhinchus callorhynchus*, palometa *Parona sygnata*, lenguados *Paralichthys spp*. y *Xistreuris rasile*, abadejo *Genypterus blacodes*, salmón de mar *Pseudopercis semifasciata*, gatuzo *Mustelus schmitti* y cazón *Galeorhynus galeus* (Millán 2009). A lo largo de su ciclo histórico, los desembarcos anuales de la flota de arrastre en los puertos de San Antonio Oeste, San Antonio Este y Punta Colorada (Figura 90), presentaron fluctuaciones, con máximos en 1973, 1980, durante los periodos 2001-2009 y 2018-2020.

Tabla 27. Especies de peces y macroinvertebrados de interés comercial presentes en las capturas de la pesquería de merluza del Golfo San Matías. La mayoría se registran conjuntas en los desembarcos y se las designa como "Varios".

Nombre Común	Nombre Científico
Mero	Acanthistius patachonicus
Palometa	Parona signata
Pámpano	Stromateus brasiliensis
Pez palo	Percophis brasiliensis

Nombre Común	Nombre Científico
Rubio	Sebastes oculatus
Salmón	Pseudopercis semifasciata
Savorín	Seriolella porosa
Trilla	Mullus argentinae
Bacota	Carcharhinus brachyurus
Cazón	Galeorhinus galeus
Chucho	Myliobatis goodei
Escalandrún	Carcharias taurus
Espineto	Squalus acanthias
Gatorpardo	Notorhynchus cepedianus
Gatuso	Mustelus schmitti
Pez ángel	Squatina guggenheim
Pez gallo	Callorhinchus callorhynchus
Raya aserrada	Bathyraja multispinis
Raya cola corta	Bathyraja brachyurops
Raya eléctrica	Discopyge tschuddi
Raya erizo	Amblyraja doellojuradoi
Raya escobina	Psammobatis scobina
Raya hocicuda	Dipturus chilensis
Raya hocicuda gigante	Dipturus trachyderma
Raya lenticulada	Psammobatis lentiginosa
Raya lisa	Rioraja agassizi
Raya marmorada	Sympterygia bonapartii
Raya moteada	Atlantoraja castelnaui
Raya ojona	Atlantoraja cyclophora
Raya picuda	Sympterygia acuta
Raya platana	Atlantoraja platana
Raya reticulada	Psammobatis bergi
Torpedo	Torpedo puelcha
Calamar	Illex argentinus
Calamarete	Loligo spp
Langostino	Pleoticus muelleri

La utilización de los recursos demersales del golfo ha sido exclusividad de la flota de arrastre de fondo (buques de tipo “Rada-ría”, “Costeros lejanos” y “Costeros cercanos”, según el REGINAVE de la PNA) desde el inicio de la pesquería hasta 1996. A partir de entonces se sumaron embarcaciones palangreras industriales y artesanales a la explotación, las que operaron principalmente sobre la merluza. Los factores disparadores que permitieron el nacimiento de la pesquería de palangre estuvieron vinculados principalmente con la presencia de un efectivo pesquero en buen estado de conservación, la existencia de condiciones operativas adecuadas (especialmente la escasa distancia al caladero) para la actividad diaria de una flota fresquera artesanal y costera, y una fuerte demanda de merluza fresca de anzuelo por parte de los mercados europeos (González et al. 2007). A fines de los años 90, la intensidad de pesca de la flota palangrera disminuyó sensiblemente a causa de una caída sostenida en los rendimientos y a la pérdida de rentabilidad debida a altos costos internos (González et al. 2007).

En 2013 y con la aparición de langostino y su gran rendimiento económico, gran parte de las flotas se adaptaron o reconvirtieron a la pesca de langostino con redes de arrastre de fondo, lo que motivó un crecimiento del número de embarcaciones y permisos de pesca, con el consecuente aumento de la capacidad pesquera. Este proceso, sumado a la ausencia de medidas de manejo en concordancia con las recomendaciones científicas (González et al. 2018) implicó el inicio de un proceso de degradación de la población de merluza y la reducción de su abundancia a niveles inéditos en la historia de la pesquería (Ocampo Reinaldo et al. 2023), lo que motivó que el Gobierno de la provincia de Río Negro decretrara "...el Estado de Emergencia Pesquera en el Golfo San Matías"[148].

Ecosistema de la pesquería

Las flotas pesqueras dirigidas a la captura de merluza operan a lo largo de toda la extensión del Golfo San Matías (Figura 90). El golfo se caracteriza por un patrón de circulación con un bajo intercambio de agua con la plataforma adyacente (Saraceno et al. 2020, Tonini et al. 2013), y la formación de un frente de marea que cruza el golfo en dirección SO-NE, durante la primavera y el verano austral (de octubre a marzo) (Pisoni et al. 2015, Rivas & Pisoni 2010). Con respecto a la distribución espacial de las operaciones de pesca, esta ha mostrado cambios desde el inicio de la actividad, vinculados con cambios ambientales y la disponibilidad de recursos y especies objetivo. El cambio más importante se registró a partir de la incorporación del langostino como segunda especie blanco de la pesquería de arrastre demersal en el año 2012. Además, existen cambios estacionales en las zonas de pesca definidos por las características oceanográficas del golfo. Hasta 2012, la flota se caracterizó por concentrar su actividad entre los meses de noviembre y abril principalmente en la zona frontal, dispersándose en otoño con la disipación del frente (Ocampo Reinaldo et al. 2013, Romero et al. 2013, Florez et al. 2022). A partir de 2012, durante los meses cálidos, la flota cambió su área de distribución, concentrándose específicamente sobre la costa norte del golfo. No obstante, durante los meses fríos, el patrón fue similar a lo observado en los años previos, con una dispersión de la flota a lo largo del caladero (Florez et al. 2022).

Especies

La merluza *Merluccius hubbsi* (Figura 91), especie blanco de esta pesquería, se distribuye desde Cabo Frío, en Brasil (22°S) hasta el sur de Argentina (55°S), siendo muy frecuente en toda la Plataforma Continental Argentina (Cousseau & Perrota 2004). Es una especie euribática (se la encuentra entre 50 y 500 m de profundidad) y euritérmica (temperatura óptima entre 5° y 10°C), de hábitos demersal-pelágicos. Realiza migraciones verticales diarias para alimentarse durante la noche en las capas superiores del mar (Angelescu & Prenski 1987, Cousseau & Perrota 2004). Es una especie predadora carnívora y oportunista en su dieta, que varía su alimentación durante su historia de vida (Ocampo Reinaldo et al. 2010, Alonso et al. 2019). En particular, en el Golfo San Matías se han detectado cambios en la dieta desde una principalmente piscívora a una dieta actual dominada por crustáceos (Alonso et al. 2019). Es una especie de fecundación externa, iterópara y desovante múltiple que presenta puestas casi todo el año.

Se han identificado tres efectivos pesqueros o stocks (norte, sur y del golfo San Matías) en el Mar Argentino, que presentan su propia época y zonas de desove y que se explotan bajo diferentes esquemas (Narvarte et al. 2022). El efectivo del Golfo San Matías es considerado un stock independiente de los de la plataforma continental, presentando su pico de desove en octubre y noviembre en la zona norte de la cuenca (Di Giacomo et al. 1993). La pesquería de arrastre demersal también genera la captura de al menos 35 especies de peces teleósteos y condrictios, algunas de las cuales tienen valor comercial, mientras que las restantes son descartadas en su totalidad (Romero 2011).

[148] https://boletinoficial.rionegro.gov.ar/download/boletin/6188.pdf

Por otro lado, y a modo de ejemplo, algunas de las especies capturadas se caracterizan por presentar ciclo de vida largo y lento crecimiento como el salmón y el mero (edades máximas de 28 y 45 años respectivamente, González 2006, González et al. 2012), lo cual las hace particularmente susceptibles a la sobreexplotación. El pez gallo tiene actividad reproductiva casi durante todo el año, pero una hembra libera aproximadamente 86 huevos por año, con una talla de madurez que sobrepasa las tallas mínimas usualmente comercializadas (largo al comienzo de la aleta de 40 cm en machos y 49 cm en hembras, Chierichetti et al. 2017). De manera similar, otras especies de condrictios presentan una baja fecundidad y por su ciclo de vida son susceptibles a la explotación pesquera. La pesca con redes de arrastre también genera la captura incidental de diferentes especies de aves y mamíferos marinos, siendo el lobo marino de un pelo el que registra la mayor cantidad de capturas incidentales (Romero 2011).

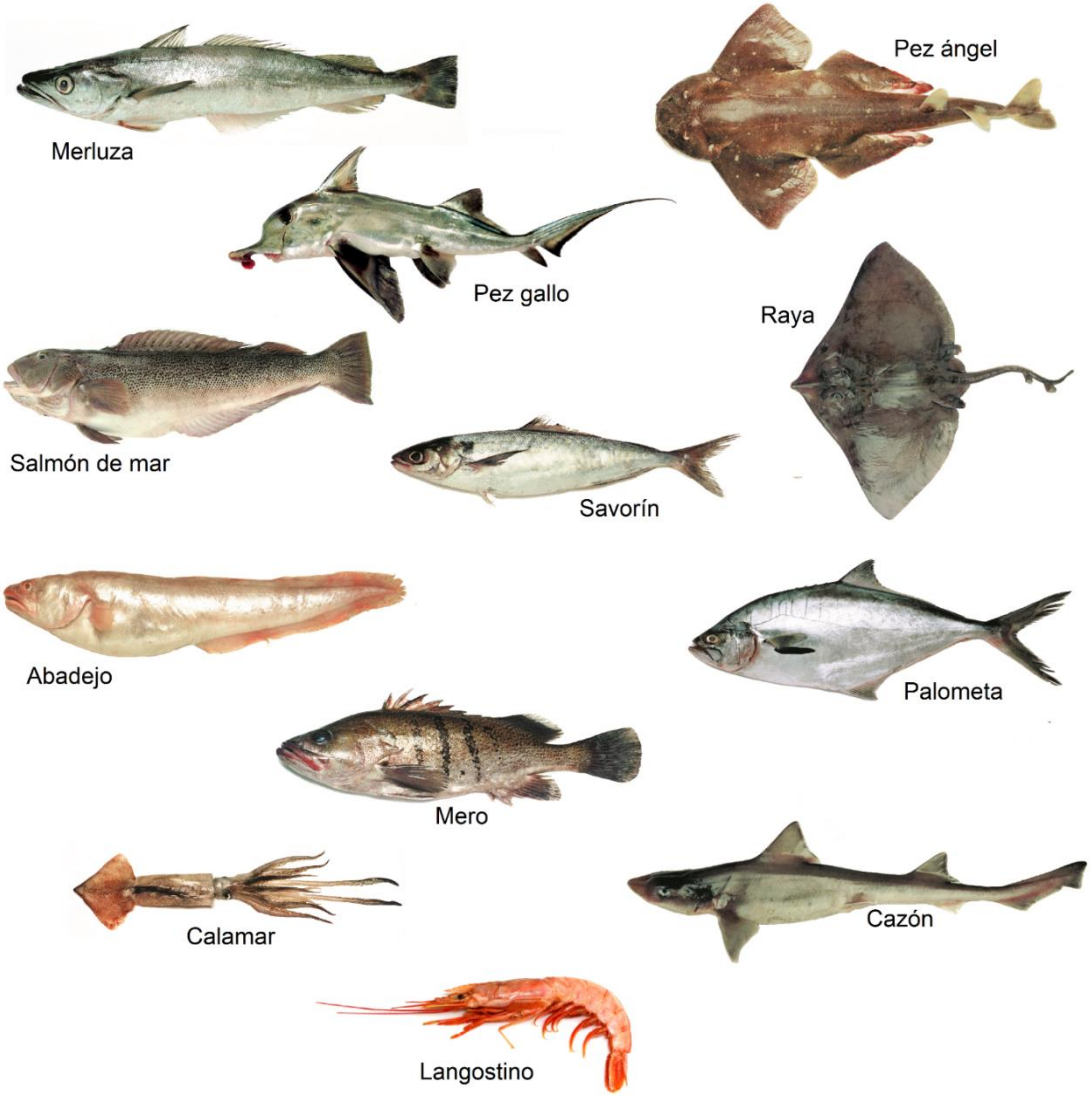


Figura 91. Principales especies que componen los desembarcos de las pesquerías de arrastre dirigidas a merluza, especies demersales y langostino.

Flotas y artes de pesca

Las flotas que explotaron históricamente el conjunto de especies demersales y demersal pelágicas en el Golfo San Matías han sido la flota industrial de arrastre (desde 1971 a la fecha, de 16-35 m de eslora, equipados con red de arrastre de fondo de 90 a 110 pies de relinga) o palangres de media agua industriales (1997-2000, 12 a 30 m de eslora, hasta 30 mil anzuelos/día) y artesanales (1996 a la fecha, hasta 9 m de eslora, 4 a 6 mil anzuelos/día). Sin embargo, algunas especies de este complejo son afectadas como captura incidental por la flota artesanal que utiliza redes de arrastre de fondo camaroneras para la pesca de langostino (ver Pesquería de Langostino). Adicionalmente, en los años 1994-1999, 2001 y 2003-2004, se abrió una pesquería temporal invernal de calamar, la cual fue llevada adelante por buques industriales poteros (jiggers).

A lo largo de la historia de la pesquería de palangre en el Golfo San Matías se reconocen tres etapas: la primera de ellas (1996-1997) estuvo caracterizada por un perfil netamente artesanal de la flota (lanchas menores de 9,9 m de eslora; González et al. 2007). Desde 1997 (inicio de la segunda etapa: 1997-2000) se incorporaron a la pesquería buques de tipo rada-ría y costeros (eslora entre 12 y 25 m) equipados con palangre semi-industrial. A mediados de 1998 ingresaron a la pesquería buques industriales (26 a 30 m de eslora) equipados con palangre industrial de monofilamento. La flota palangrera del Golfo San Matías alcanzó su máximo número de embarcaciones en 1998: 66 artesanales, 23 costeros y rada-ría y 3 barcos industriales (Millán 2009). Sin embargo, desde el 2000, sólo operan en la pesquería embarcaciones artesanales y de rada-ría, con bajos volúmenes de desembarco.

En las últimas dos décadas la flota de buques arrastreros fue la flota industrial estable dedicada a explotar el complejo demersal-pelágico. Desde 2004 a 2012, el número de buques activos por año varió entre 8 y 14, pero a partir de 2013 hubo un incremento de embarcaciones hasta un pico de 31 operando en 2021, motivado por la aparición del langostino. A partir de 2013 también apareció una nueva flota de lanchas artesanales equipadas con redes de arrastre de fondo (embarcaciones menores de 9,9 m de eslora, red camaronera de entre 12 y 16 m de largo de relinga) que creció hasta alcanzar un máximo de 68 en 2022, afectando también a la población de merluza como captura incidental de su operatoria[149].

Uno de los problemas asociados a la pesca de arrastre son la captura incidental de especies no buscadas que se descartan, pero también los descartes de individuos pequeños de especies comerciales. En la pesquería de arrastre del Golfo San Matías, la primera aproximación para evaluar el descarte comercial de merluza, la principal especie capturada, se realizó mediante observaciones directas en 1985 y 1986 (González 1990). Estudios posteriores efectuados durante 1993 y 1995, a partir de la implementación de un programa de observadores a bordo, permitieron obtener nuevas estimaciones de las tasas de descarte y evaluar su relación con las áreas de pesca en el golfo (Caille y González 1998).

En base a los resultados de estos estudios se concluyó que la causa principal de las altas tasas de descarte de merluza obedecía al tamaño de malla de las redes de arrastre de fondo usadas en la pesquería (entre 47 y 83 mm de apertura entre nudos opuestos) (González & Caille 1995). Para mitigar este impacto, surgieron normativas destinadas a incrementar las medidas de las mallas utilizadas en las redes (entre 110 mm y 120 mm de apertura entre nudos opuestos; Resol. N°389/98 de la ex-Secretaría de Estado de Producción de Río Negro), las cuáles no redundaron en mejoras: las estimaciones realizadas en años posteriores señalaron un incremento en las tasas de descarte, desde 9-22% en 1995 y 1996 a 10-37% del peso total capturado de esta especie durante el periodo 2004-2006 (Romero et al. 2010). Para los años 2016 y 2017 también se observó un incremento, con volúmenes descartados que representaron en promedio a 24-38% del peso total capturado de esta especie (Romero et al. 2017). En una actualización reciente se encontró que la biomasa total

[149] Fuente: Dirección de Pesca Marítima.

descartada de merluza mostró un incremento en el 2023 respecto de las estimaciones previas (2016-2017) e incluso por encima de los valores históricos, alcanzando valores que representan en promedio entre el 37,7 y el 46,4% del peso total capturado de esta especie (Florez et al. 2024). Cabe destacar que no hay estimaciones de descarte en la pesquería de langostino, pero observaciones preliminares indican que las tasas de descarte podrían ser superiores a las observadas, especialmente con abundancia intermedias a bajas de langostino (Suarez, com. pers); mientras que en la pesca con palangre el descarte es marginal.

Estadísticas pesqueras

Los desembarcos de los últimos 20 años de la pesquería industrial de arrastre se mostraron estables entre 2004 y 2011, con variaciones que muchas veces obedecieron a ciclos de mercado o variaciones macroeconómicas del país, combinado también con oportunidades de comercialización de distintos recursos a lo largo de la historia (ie capturas dirigidas a savorín en las primaveras de 2004 a 2012). A partir de 2013 y con la aparición de langostino en abundancias que justificaron la pesca dirigida, la composición de los desembarcos (y las flotas) de esta fase (2013-2023) fue muy distinta a la fase 2004-2011, mostrando desembarcos con una fuerte presencia de langostino en todos los años, aunque con un récord de captura de merluza en 2018 y 2019. Los desembarcos de merluza de la flota artesanal de arrastre fueron muy variables, condicionados a los rendimientos de langostino. Los desembarcos de la flota artesanal de palangre vienen declinando desde 2004, especialmente a partir de 2013 cuando varias embarcaciones se reconvirtieron a arrastreras.

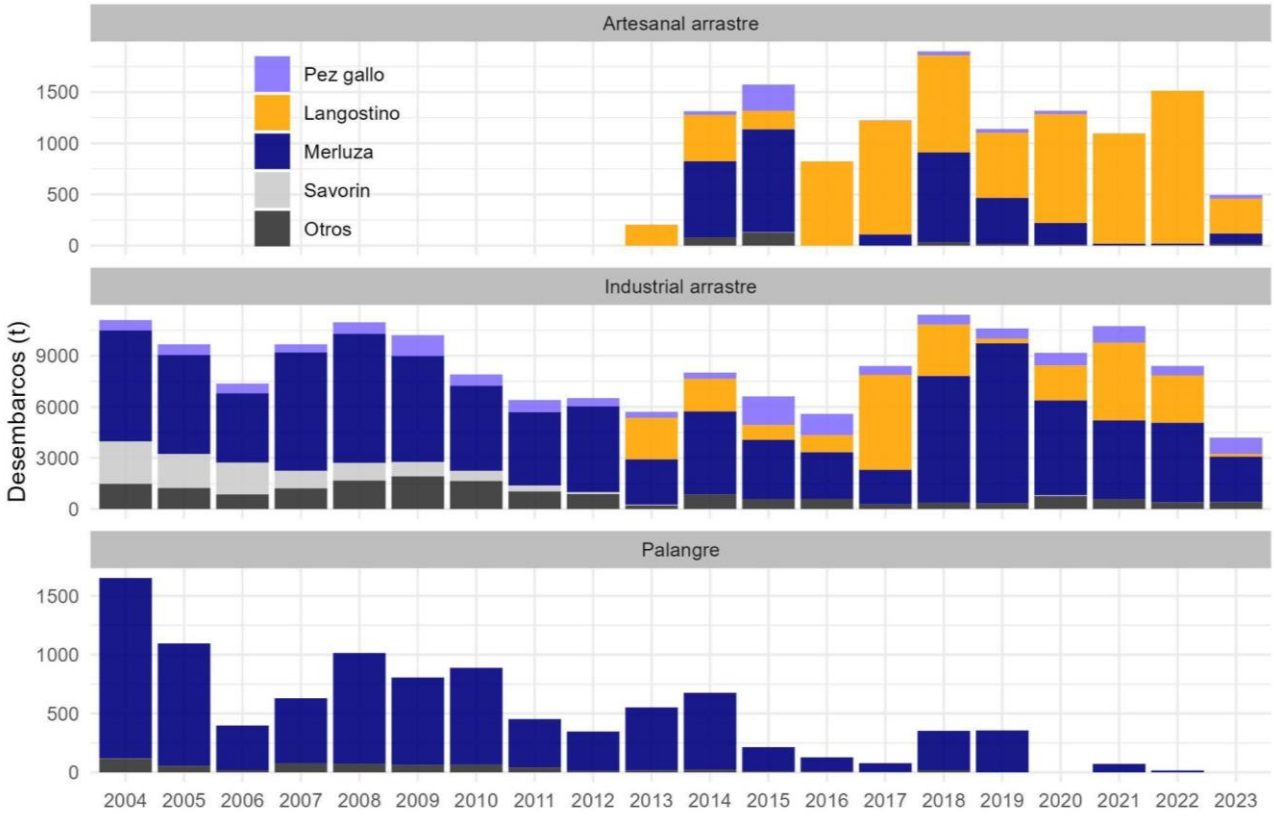


Figura 92. Desembarcos en toneladas generados por la pesquería de arrastre (industrial y artesanal) y palangre artesanal en el Golfo San Matías durante los últimos 20 años (la información de palangre del año 2020 no estaba disponible al momento de escribir este informe).

Manejo

Es una pesquería desarrollada. La merluza estuvo en los que se presume fueron sus niveles máximos de explotación durante la primera década de los 2000. No obstante, en los últimos años sus desembarcos se redujeron notablemente en abundancia en concordancia con la aparición del langostino y el cambio de dinámica y composición de las flotas. El sistema de acceso a la pesquería se basa en la asignación de cupos por empresa (Ley Q Nº1960). Las principales medidas técnicas de manejo son de tipo técnicas y combinan control del esfuerzo, desembarcos y dos tipos de veda: a) una reproductiva que se establece anualmente durante octubre y noviembre en la zona norte del GSM y b) una segunda zona especial de pesca (Punta Pórfido) para proteger un área de crianza de merluza, entre diciembre y abril. Los buques arrastreros deben operar con redes de más de 110 mm de tamaño de malla en los copos.

Investigación

Las primeras prospecciones pesqueras estuvieron orientadas a conocer qué especies había en el Golfo San Matías y aspectos básicos poblacionales como estructura de tallas y rendimientos del efectivo pesquero de merluza (Rojo y Silvosa 1969, 1970; Flowers y Roa 1975, Di Giácomo y Perier 1992b, Di Giácomo 1994, Di Giácomo y Perier 1996a, 1997, Morsan y González 1999, González et al. 2003). En paralelo, durante los años 1995 a 1997, se puso en marcha el primer Programa de Biólogos Observadores a Bordo que permitió obtener información de las capturas pesqueras in situ.

La investigación de las últimas dos décadas ha estado principalmente vinculada a la serie de campañas con redes de arrastre de fondo para obtener el estimador de biomasa relativa de merluza del stock de merluza (y de otras especies acompañantes) y, simultáneamente, la composición y análisis de las capturas brutas y otros parámetros biológico-pesqueros se obtienen a través del Programa de Observadores Pesqueros. En base a esas fuentes de información y muestras se han obtenido actualizaciones y resultados sobre la merluza abarcando temas como edad, crecimiento individual y mortalidad (Ocampo Reinaldo 2010, Ocampo Reinaldo et al. 2016), la talla de primera madurez y alimentación (Ocampo Reinaldo 2010, Ocampo Reinaldo et al. 2011, Alonso et al. 2019), dinámica poblacional y comunitaria (Ocampo Reinaldo 2010, Ocampo Reinaldo et al. 2016), descartes pesqueros (Romero et al. 2010, Flores et al. 2024), patrones espaciales y variables ambientales (Williams et al. 2010, 2021; Ocampo Reinaldo et al. 2013), ciclos productivos y dinámica pesquera (Romero et al. 2013), patrones de biodiversidad (Svendsen et al. 2020, Cuesta Nuñez et al. 2023).

En el mismo sentido, se han llevado adelante investigaciones en otras especies, entre las que se pueden destacar la caracterización y evaluación de la pesquería recreativa del róbalo *Eleginops maclovinus* (Gastaldi 2009), la pesquería de salmón de mar (González 1999), la evaluación del estado de conservación del mero (González et al. 2012), edad y crecimiento del pez palo y relaciones alométricas de varias especies (López et al. 2019, 2020); y también estudios sobre condrictios, entre los que se destacan la historia de vida del pez gallo *Callorhinchus callorynchus*, el tiburón gatuzo *Mustelus schmitti* y la raya ojona *Atlantoraja cyclophora* (Bernasconi 2018), ecología y explotación de la raya platana *Atlantoraja platana* (Coller 2012), estudios biológicos pesqueros sobre el pez gallo (Di Giácomo 1990, Di Giácomo y Perier 1991, 1996b), ecología trófica de la raya marmorada *Sympterygia bonapartii* (Estalles et al. 2015), biología reproductiva de la raya platana y la raya marmorada (Moya 2017), ecología trófica de la raya hocicuda *Zearaja chilensis*, la raya a lunares *Atlantoraja castelnaui*, el cazón *Galeorhinus galeus* y gatopardo *Notorynchus cepedianus* (Jausoro 2017) y sobre la diversidad de condrictios en el golfo San Matías (Cuevas 2016).

Sistema de administración

La pesquería se administra por asignación de cupos o cuotas fijas anuales por empresa armadora radicada según condiciones establecidas en la Ley Nº Q1960. Una cuota colectiva, equivalente al 10 % de la CMP, es asignada anualmente a la flota artesanal palangrera, cuyos integrantes pescan dicha cuota por sistema olímpico.

7.3.2 Pesquería de Langostino

Como se mencionó previamente, la pesquería de langostino surgió en el año 2012 a partir de la aparición masiva de esa especie en la zona norte del golfo, entre Caleta de los Loros y Punta Villarino. En los años posteriores, la abundancia de langostino en el golfo, expresada en términos de los desembarcos y rendimientos de las flotas industrial y artesanal, fue en constante crecimiento hasta el año 2017 (Figura 93), momento a partir del cual los rendimientos (captura por unidad de esfuerzo) comenzaron a mostrar una tendencia descendente, hasta la actualidad. Cabe aclarar que, al contrario de los rendimientos, los desembarcos volvieron a aumentar en los años 2021 y 2022, ello como resultado de un incremento en la capacidad pesquera (número de embarcaciones), la que se triplicó a partir de 2017. Desde el año 2003 la presencia de langostino en las áreas habituales de pesca ha sido escasa, al igual que los rendimientos y los desembarcos.

Esta variabilidad interanual en la presencia y abundancia de esta especie en el golfo no permite aún establecer un esquema de ordenación de la pesquería en aguas provinciales. En principio, la presencia de langostino en el golfo durante las últimas dos décadas parece responder al desprendimiento de agrupamientos de juveniles y adultos, que desarrollan parte de su ciclo migratorio en aguas adyacentes de la plataforma continental, ya que, hasta la actualidad no se han reunido evidencias que indiquen que se trata de un stock propio del golfo.

El ecosistema de la pesquería

La pesquería de langostino se da virtualmente sobre las mismas canchas de arrastre donde trabaja la flota dirigida a merluza con redes de arrastre de fondo, aunque en los últimos años las capturas se dieron sobre la costa norte del golfo. A partir del año 2012, la mayoría de la flota de arrastre del GSM que pescaba merluza se dirigió a la captura del langostino, producto del aumento repentino de este recurso. En pocos años esta especie pasó de tener una presencia ocasional y poco abundante como fauna acompañante de la merluza, a tener una presencia estacional muy marcada y abundancias de relevancia. Según datos obtenidos en campañas de investigación en el GSM, en 2016 la frecuencia de ocurrencia del langostino se incrementó en un 70% con respecto al año 2009 (Svendsen et al., 2018), convirtiéndose así en la especie blanco durante la temporada estival. Estudios preliminares muestran que el esfuerzo pesquero se concentra principalmente en áreas cercanas a la costa norte del GSM y en un rango de profundidades menores que la merluza (Sepúlveda, 2018). Sin embargo, este y otros aspectos relevantes de la pesquería son aún muy poco conocidos (Florez et al. 2022).

Especies

La especie blanco es el langostino *Pleoticus muelleri* (Figura 91) aunque se registraron también 44 especies de peces óseos y 15 de peces cartilaginosos como captura incidental (Sepúlveda 2018). En los desembarcos, se han registrado el abadejo, la merluza de cola, el cazón, el pez gallo, gatuzo, lenguados, merluza, mero, pez ángel, salmón de mar y savorín, entre otros de volúmenes marginales[150].

[150] Fuente: Dirección de Pesca Marítima

Flotas y artes de pesca

La flota se compone de embarcaciones industriales y artesanales. Entre las primeras se registran buques de entre 16 y 30 m de eslora y entre las artesanales, todas embarcaciones de menos de 9,9 m de eslora. El número máximo de embarcaciones industriales que operó en esta pesquería se registró en el año 2021 con un total de 31 buques, en tanto la máxima cantidad de lanchas artesanales se registró en el año 2022 (68 lanchas). El arte de pesca utilizado en ambos tipos de flota es principalmente la red langostinera (una red de arrastre de fondo de baja apertura vertical) con mallero de 45 mm en el copo, aunque debido a la flexibilidad de las medidas de manejo y los escasos controles aplicados durante los últimos años algunas embarcaciones han estado utilizando redes merluceras con mallero reducido, incluso con calcentín interno de 45 mm en el copo. En los primeros años de la pesquería algunas embarcaciones industriales operaron con tangones y red langostinera con aparejo de tijeras, que es el arte de pesca y aparejo reglamentario en la pesquería de langostino a nivel nacional.

Estadísticas pesqueras

A partir de la aparición de langostino en las capturas regulares de la flota industrial de arrastre dirigida a merluza, los desembarcos (Figura 93) de la especie por la flota industrial y artesanal se incrementaron hasta un máximo de 6693 t en 2017. Los desembarcos se distribuyeron a lo largo del año entre 2013 y 2019 con mayores rendimientos en los meses estivales, mientras que a partir de 2020 se observó una marcada estacionalidad con desembarcos altos en verano. Asociado a la estacionalidad, se observó que un mayor aprovechamiento de las capturas de merluza en 2018 y 2019, antes del colapso de la biomasa poblacional de la especie observado en 2022 (Ocampo Reinaldo et al. 2023, Florez et al. 2024).

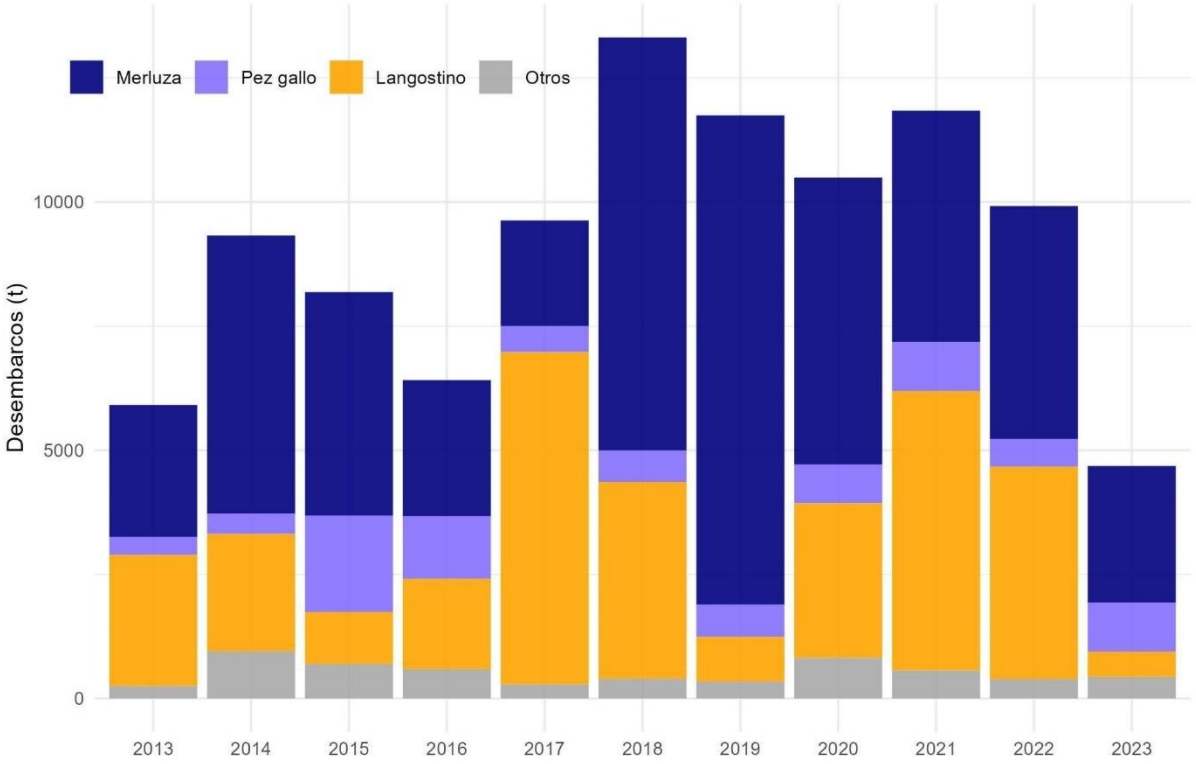


Figura 93. Desembarcos en toneladas combinados generados por la pesquería de arrastre industrial y artesanal en el Golfo San Matías durante los últimos 11 años, vinculados a la aparición sostenida del langostino.

Manejo

La pesquería cuenta con un plan de pesca experimental aprobado en el año 2013 (Resolución SSPyA Nº19/2013). En el mismo se establecieron tres zonas operativas para evaluar mediante pesca de prospección la presencia y abundancia de langostino y colectar información biológica. Asimismo, estableció un número máximo de hasta dos buques operando de manera simultánea con observadores a bordo, un esquema de rotación de zonas y las artes de pesca permitidas.

Investigación

Las primeras exploraciones sobre los rendimientos de la especie en el GSM a través del Programa de Observadores Pesqueros data de 2004 (Curtolo et al. 2004, Ocampo Reinaldo et al. 2004). A partir del desarrollo de la pesquería se realizaron estudios sobre rendimientos pesqueros y características biológicas (Narvarte et al. 2013b), rendimientos y capturas incidentales (Sepúlveda 2018), distribución de concentraciones (Moriondo Danovaro et al. 2022, 2023) cambios en la composición y dinámica de la flota (Florez et al. 2022) y de biodiversidad de la comunidad afectada por la pesca (Svendsen et al. 2020, Cuesta Nuñez et al. 2023).

Sistema de administración

La pesquería no cuenta actualmente con un sistema de administración definido. La imposibilidad de determinar el tamaño del stock y una captura biológicamente aceptable anual impiden la asignación de cupos de pesca. El acceso a la pesquería para la flota industrial se regula por permisos de pesca asignados en concordancia a los cupos y permisos establecidos para la pesquería de merluza. Por la misma razón no existe cupo o cuota de reserva para la pesca artesanal, por lo que este subsector se regula en base a la capacidad pesquera y operativa total (número de embarcaciones y cantidad de salidas anuales).

7.3.3 Pesquería de Vieira, Mejillón y Cholga

Esta pesquería es una de las más antiguas dedicada a la captura de moluscos bivalvos, particularmente vieira, mejillón y cholga (Figura 94) de la Patagonia. La pesquería de vieira con rastra, centrada en San Antonio Oeste, surgió en 1969 debido a favorables condiciones en el mercado internacional. Barcos pesqueros de otros sitios del país arribaron a San Antonio, totalizando 18 en 1972. Las capturas en 1970 alcanzaron las 4500 t, un valor anual récord comparado con las capturas anuales de todas las pesquerías de bivalvos del Golfo San Matías a lo largo de su historia. Después de la temporada de pesca de 1971, siguiendo tres años de intensa explotación, el primer pulso pesquero había finalizado, y luego de ese extraordinario rendimiento, nunca esa especie alcanzó niveles productivos similares (Ciocco et al. 2006).

Por su parte, los mitílidos fueron identificados en la zona norte del GSM como parte de la dieta de grupos aborígenes que se trasladaban por las zonas costeras hace más de 3000 años (Borella et al. 2015) lo que se conoce a partir de los conchales estudiados en los médanos de determinadas zonas del golfo. Antes de 1985, el mejillón ha sido capturado como fauna acompañante de la vieira como especie blanco para el mercado local (Morsan & Zaidman 2008). Estas operaciones de pesca estuvieron centradas en el sector noroeste del golfo y la captura anual alcanzó las 150 t. Un reclutamiento exitoso en el sector Norte del golfo en 1986 dio lugar a una pesquería específica en 1988 en la zona de Barranca Final (Figura 90). Como la de vieira, esta pesquería se caracterizó por presentar pulsos de productividad (1988-1992; 2002-2008) determinados por la naturaleza espasmódica de los reclutamientos. Durante el primer pulso mencionado (1988-1971) los desembarcos anuales variaron entre 200 y 2100 t, y la explotación fue realizada principalmente por la flota industrial con barcos que operaron sobre varios bancos. A partir de 2001 se reabre la pesquería, esta vez bajo un esquema de pesca artesanal únicamente. Más de 30 lanchas, equipadas con rastras artesanales y buceo operaron sobre ese nuevo pulso.

En cuanto a la cholga, ésta sostiene una pesquería prácticamente marginal en comparación con las otras dos especies. Se trata de una extracción manual por buceo en bancos de pequeño tamaño que se agotan rápidamente.

Ecosistema de la pesquería

Las principales áreas de pesca de ambas especies en el Golfo San Matías están localizadas en el noroeste (Bajo Oliveira-El Sótano) y en el sector norte (Playa Orengo y áreas vecinas; Figura 90). La mayor parte de los bancos han estado ubicados a más de 20 m de profundidad, y por esta razón han sido inaccesibles a la pesca por buceo comercial. Sin embargo, a inicios de 1995 se inició la pesca con buceo en el sector sur del golfo, cerca de Puerto Lobos y luego frente al cerro Fuerte Argentino (NO del Golfo San Matías, Figura 90), a profundidades de 12-15 m.

Especies

Esta pesquería incluye a la vieira tehuelche, *Aequipecten tehuelchus*, el mejillón *Mytilus platensis*, y la cholga Aulacomya atra. Las tres se caracterizan por presentar desoves externos, extensos períodos larvarios planctónicos y reclutamientos espasmódicos y, por lo tanto, la formación de los bancos es incierta, tanto espacial como temporalmente. La vieira tehuelche, Aequipecten tehuelchus, es un pectínido de aguas templadas que se distribuye en el Océano Atlántico Sudoccidental, desde Río de Janeiro (Brasil, 23º S) hasta Bahía Camarones (Argentina, 45º S). Alcanza una altura valvar de 60 mm en dos años y la máxima edad registrada es de 11 años, con una talla de 102 mm. Se trata de una especie hermafrodita y el desove ocurre durante los meses de primavera y verano. Los bancos comercialmente explotables de esta especie se encuentran localizados en los golfos San Matías y San José, Patagonia Argentina (Ciocco et al. 2006, y citas ahí). Los mejillones de Sudamérica han sido clasificados como *Mytilus chilensis* para el Océano Pacífico), y *Mytilus platensis* para el Océano Atlántico) hasta que estudios genéticos permitieron identificar que la especie que habita en el Atlántico debe denominarse *M. platensis*. Dentro del Golfo San Matías, esta especie se distribuye en la franja costera entre 10 y 35 m de profundidad; sin embargo, en el intermareal se la puede encontrar en la Caleta de los Loros. Presenta sexos separados y el tamaño a la madurez en el golfo se estimó en 24,8 mm en el primer año de vida (Oherens Kissner & Kroeck 2005). El desove principal ocurre durante la primavera y un segundo desove menos intenso durante el verano. La talla máxima estimada ha sido de 105,6 mm (Morsan & Zaidman 2008, y citas ahí).

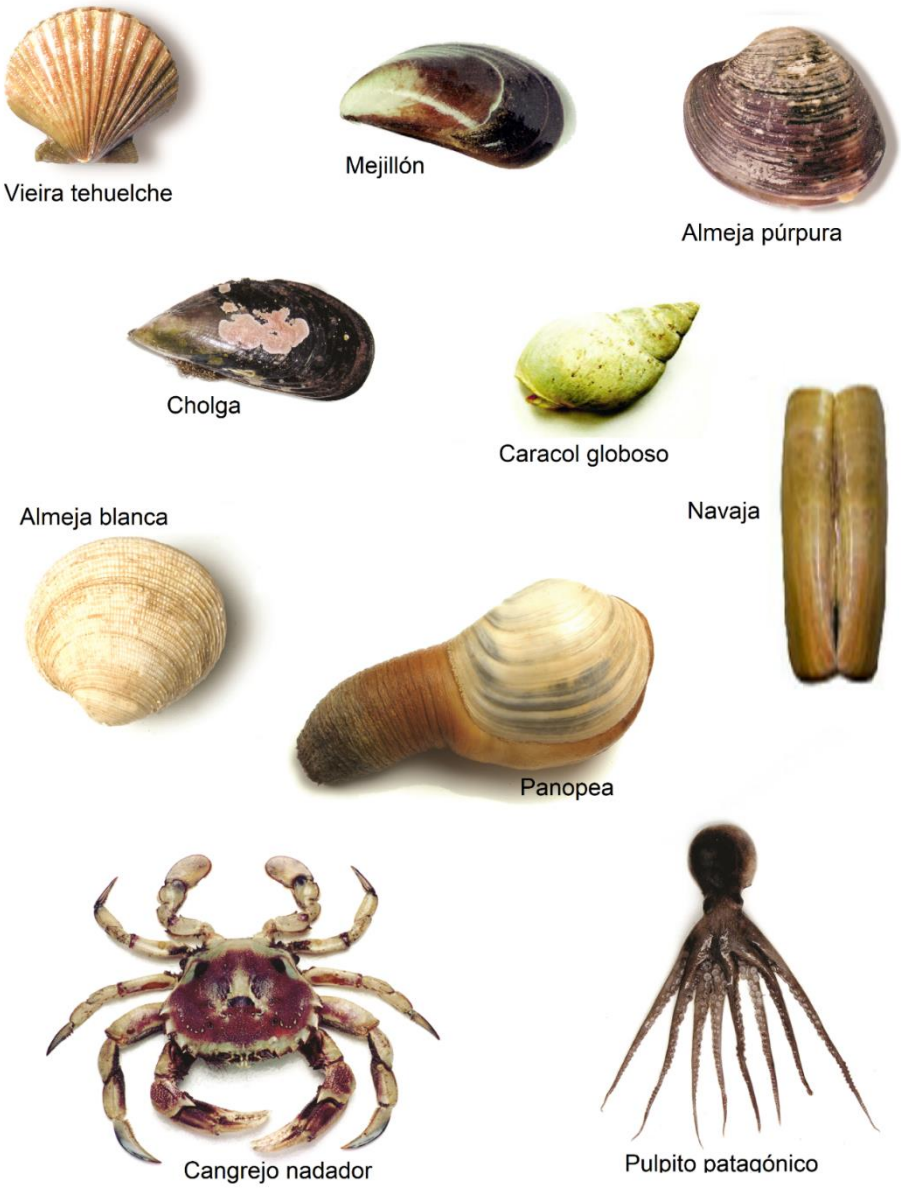


Figura 94. Principales especies de las pesquerías artesanales de mariscos del golfo San Matías.

La cholga *Aulacomya atra* se distribuye por el Pacífico, desde Callao (Perú) hasta el Canal Beagle, islas Navarino e isla Picton (Chile), continuando hasta el norte por la costa Atlántica hasta el sur de Brasil. También se encuentra en la isla Juan Fernández y las Islas Malvinas. Su distribución batimétrica, va desde el sector rocoso del intermareal (González Vargas & Espinoza 2020). de la costa argentina, forma bancos ubicados entre el Golfo San Matías y Tierra del Fuego, los que constituyen una fisonomía corriente en los fondos rocosos o de granulometría muy gruesa del piso infralitoral (Lasta et al. 1998, Boschi 2016).

Flota y artes de pesca

Inicialmente la flota estuvo conformada por barcos arrastreros de 12 a 22 m de eslora, equipados con rastras (Olivier et al. 1970). La rastra para operar sobre la vieira en el GSM fue primero desarrollada para pescar mejillón en los años 30's, de caños de hierro, con malla gallinera de 3 cm de malla, y tiras de neumáticos usados. Esta rastra tenía un ancho de boca de 2,5 m y un peso de más de 300 kg. Este modelo de rastra fue reemplazado desde el año 2000 por una rastra de hasta 80 kg y con un ancho de boca de 1,60 m (Narvarte et al. 2011). Desde el año 1995 se inició una pesquería por buceo y a partir de la formación de bancos de las tres especies de bivalvos en diferentes zonas del golfo, la pesca artesanal ha sostenido los desembarcos con variada intensidad.

Estadísticas pesqueras

La flota industrial que operó en aguas del GSM desde los inicios de la pesquería de vieira con rastra, tuvo un récord de 4500 t en el año 1970, durante el primer pulso pesquero de cuatro años (Figura 95). El segundo pulso mostró un récord de 2000 t en 1983 y los subsiguientes, a partir de 1990, no superaron las 1000 t anuales. Es decir que, a lo largo de su historia, solo unas pocas clases anuales (1968, 1980, 1986, 1990 para la flota industrial; 1999 y 2018 para la flota artesanal) han sido el sostén de la pesquería (Narvarte et al. 2022). El promedio de captura durante el periodo 2019-2023 fue de 328 t para la vieira, 6 t para mejillón y 56 t para la cholga. En cuanto a la pesquería de mejillón, durante el primer pulso importante (1988-1971), los desembarcos anuales variaron entre 200 y 2100 t, y la explotación fue realizada principalmente por la flota industrial con barcos que operaron sobre varios bancos. A partir de 2001 se reabre la pesquería, esta vez bajo un esquema de pesca artesanal únicamente. Más de 30 lanchas, equipadas con rastras artesanales y buceo operaron sobre ese nuevo pulso y los desembarcos tuvieron un promedio récord de 925 t anuales entre los años 2003 a 2007. En el caso de la pesquería de la cholga, su récord anual se registró en 2003 con 370 t aunque los niveles de captura no han superado las 100 t anuales a lo largo de su historia.

Manejo

Las medidas de manejo para la vieira han incluido tallas mínimas comerciales (de 60 mm), temporada de pesca (con cierre al inicio de la temporada de desove en primavera), áreas de veda, selección de la captura a bordo y límites diarios en la captura y el esfuerzo, entre otras. Para mejillón y cholga no se adoptaron medidas de manejo. A partir del año 1995 se asignó, para la extracción de bivalvos, la zona oeste del GSM a los pescadores artesanales, cuyo acceso es permitido mediante licencias de pesca bajo un sistema de pesca olímpica. Ocasionalmente se ha puesto en práctica un esquema de co-manejo (Narvarte et al. 2007a).

Investigación

Ha incluido usualmente la evaluación de los stocks previamente a la explotación de los bancos (especialmente de vieira). Con este conocimiento sobre el comportamiento de esta pesca por pulsos, se considera que la mejor estrategia para estos stocks espasmódicos es una asignación oportunista del esfuerzo (en el espacio y el tiempo) para maximizar el rendimiento de los pulsos impredecibles de asentamiento larvario, con medidas específicas basadas en campañas pre-temporada y análisis de rendimiento por recluta. Una vez detectados los bancos debe facilitarse la mejor asignación del esfuerzo en el espacio. Uno de los aspectos evaluados en la pesca con rastra ha sido la baja selectividad de ese arte de pesca (la captura de la especie objetivo -vieira- era de 30-40% de la captura bruta); además la captura no se seleccionaba a bordo. La eficiencia de esas grandes rastras utilizadas en el primer pulso de la vieira fue estimada en 11-21% (Iribarne et al. 1991). La selectividad de la misma rastra usada para un banco de mejillón varió entre el 50 y 90% de la captura bruta de la especie blanco (Morsan & Zaidman 2008). La nueva rastra implementada para la pesca de bivalvos desde 2000, fue evaluada sobre un banco de mejillón y su selectividad fue del cercana al 90% (Narvarte et al. 2011). Desde 1990, la captura es clasificada a bordo (Ciocco

et al. 2006). La reproducción (Narvarte & Kroeck 2002, Oherens Kissner y Kroeck 2005), el crecimiento individual, rendimiento de los bancos y sistemas de cultivo (Narvarte 2001, Narvarte & Pascual 2001, 2003), Narvarte 2003), y simbiontes que afectan el rendimiento comercial (Narvarte & Saiz 2004) fueron otros de los aspectos estudiados.

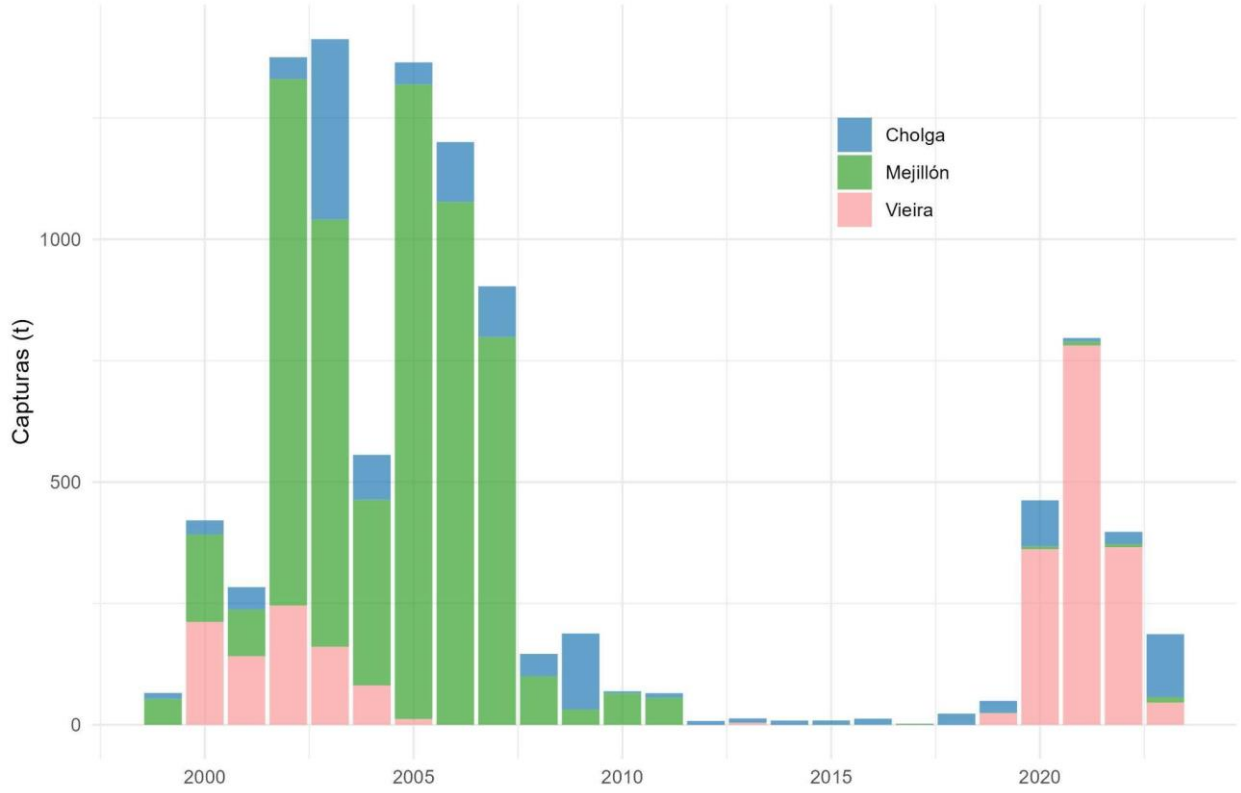


Figura 95. Desembarcos históricos de la pesquería de moluscos bivalvos del golfo San Matías.

7.3.4 Pesquería de Almeja Púrpura y Caracol Globoso

En el Golfo San Matías las pesquerías de pequeña escala tuvieron tradicionalmente como blanco a la vieira, el mejillón y la cholga. Debido a que esos recursos de alto valor comercial han sostenido una explotación por pulsos, y ante la demanda de nuevos recursos de parte de la comunidad oriental en grandes ciudades del país, se abrieron nuevos mercados a otros recursos bentónicos como la almeja púrpura en 1994 y, casi una década más tarde al caracol globoso y al cangrejo nadador, todos, con el mismo sitio de desembarco y área de pesca, Playa Villarino (Figura 90) (Morsan 2003, Narvarte et al. 2008). Esta pesquería comercial comenzó experimentalmente con unas tres licencias de pesca en 1994 y 2000 para almeja y caracol respectivamente, pero se instaló como una pesquería comercial cuando luego de realizar estudios biológicos básicos, se delinearon las primeras medidas de manejo. Sin seguimiento formal y exhaustivo de la pesquería desde sus inicios, el manejo de ambos recursos fue prácticamente de autogestión por parte de los pescadores artesanales (Avaca et al. enviado).

Ecosistema de la pesquería

Existe un único sitio de desembarco tanto para el caracol globoso como para la almeja púrpura, Playa Villarino (Figura 90). El área de pesca está localizada cerca de la costa, a profundidades seguras para la pesca con buceo. La playa es de tipo disipativa, de arena fina, con suave pendiente, que descubre un amplio intermareal durante bajamar (400-600 m). El sedimento alterna arena con conchilla particulada, con algunos sectores rocosos (restingas). La temperatura media del agua varía entre 6 °C en agosto y 22 °C en febrero (Morsan 2003, Morsan & Kroeck 2005).

Especies

Las especies que sostienen esta pesquería mixta son la almeja púrpura *Eucallista purpurata* y el caracol globoso *Buccinastrum deforme* (Fig 3.7.5). La primera es un venérido de aguas templado-cálidas que se distribuye desde Espírito Santo, Brasil (26 º LS) hasta el Golfo San Matías (41º LS) (Scarabino 1977). La población más austral conocida está en Playa Villarino, donde habita preponderantemente fondos de arena fina a profundidades de hasta 15 m, con registros de abundancia relativa próximas a 10.000 gr/m². Tiene sexos separados y desova durante el verano (Kroeck & Morsan, 1996). Los anillos de crecimiento son marcados sobre la superficie de la valva, y su periodicidad es anual. Son individuos de crecimiento lento y su longevidad puede superar los 40 años. En 1995, la composición demográfica de la población de Playa Villarino estaba restringida a 3 clases anuales reclutadas entre 1978 – 1980 (Morsan 2007). En 2021 por causas que aún se determinan, el banco sufrió una mortandad masiva llevando a la pesquería a su colapso.

Por su parte, en el Golfo San Matías el caracol globoso se distribuye típicamente en dos diferentes áreas: la zona inter-submareal de Playa Villarino, donde el tamaño (largo total) supera los 60 mm, y el interior de la BSA, donde los individuos no superan los 30mm. De hecho, esta especie se caracteriza por la variación en determinados aspectos de sus historias de vida, como la fecundidad y las tasas de crecimiento, como ha sido investigado en las diferentes subpoblaciones (Narvarte et al. 2008, Avaca et al. 2010, 2013). La población explotada en Playa Villarino presenta las siguientes características: tamaño individual variable entre 4 y 61 mm, las hembras son más grandes que los machos, las hembras llevan la puesta (hasta de 60 huevos) en sus propias conchas, La talla máxima alcanzada (a los 7 años) es de 45 mm para los machos y de 65 para las hembras (Narvarte et al. 2008). Esta especie presenta *imposex*, una deformación de los órganos reproductivos causada por la exposición a compuestos organoestánicos de las pinturas navales (Narvarte et al. 2017).

Flota y artes de pesca

La flota que opera sobre ambos recursos está compuesta por lanchas de 9,5 m de eslora, cuyo número varía de acuerdo a la demanda de cada producto. La tripulación está generalmente conformada por un patrón más dos o tres buzos, y los patrones también suelen trabajar como buzos. En una medida mucho menor, que ni siquiera se controla, la pesca de almeja además se realiza en la zona intermareal en forma manual.

Estadísticas pesqueras

Las capturas anuales de la almeja púrpura mostraron un máximo de 757 t en 2007 y han ido declinando desde entonces manteniéndose en promedio alrededor de las 250 t desde 2010 hasta que la pesquería colapsó por la mortalidad masiva en el banco en 2021. La pesca del caracol globoso comenzó con capturas anuales de 4 t en 2000 y alcanzaron un máximo de 82 t en 2011, desde entonces declinaron y se estabilizaron en un promedio de 34 t hasta 2023. El volumen de caracol exportado varió entre 4 y 22 t mientras que el mercado de la almeja fue solo nacional (Figura 96).

Manejo

La pesquería sólo se permite por medio de buceo y opera bajo un esquema de acceso abierto. No todas, pero la mayoría de las lanchas han operado sobre ambas especies durante una misma jornada de pesca. Las salidas de pesca son realizadas frente a la demanda de mercado, principalmente de vendedores directos al mercado oriental en Capital Federal (Avaca et al. enviado). Las medidas de manejo para caracol incluyen tallas mínimas de captura y para la almeja púrpura se ha sugerido un manejo espacial, aunque no se ha realizado un control exhaustivo de su cumplimiento.

Investigación

En el caso de la almeja púrpura se evaluó la distribución espacial mediante métodos geoestadísticos para mapear la densidad y estimar la biomasa absoluta de todo el banco (Morsan 2007). No existen evaluaciones de stock para la pesquería de caracol. Los estudios para ambas especies incluyeron variados aspectos de historia de vida (edad y crecimiento, composición de tallas y edades del banco y de las capturas, reproducción, desarrollo larvario, relaciones parasitarias -Gilardoni et al. 2011), aspectos económicos de ambos recursos, y factores que regulan en esfuerzo pesquero a partir del análisis de las operaciones de pesca, de los rendimientos pesqueros, del proceso de toma de decisiones de los propios pescadores artesanales y su perfil socioeconómico (Morsan & Orensanz 2004, Narvarte 2006, Morsan 2007, Narvarte et al. 2008, 2013, Avaca et al. 2012, 2013, 2015a, 2015b, 2017, 2021, Velasquez 2022).

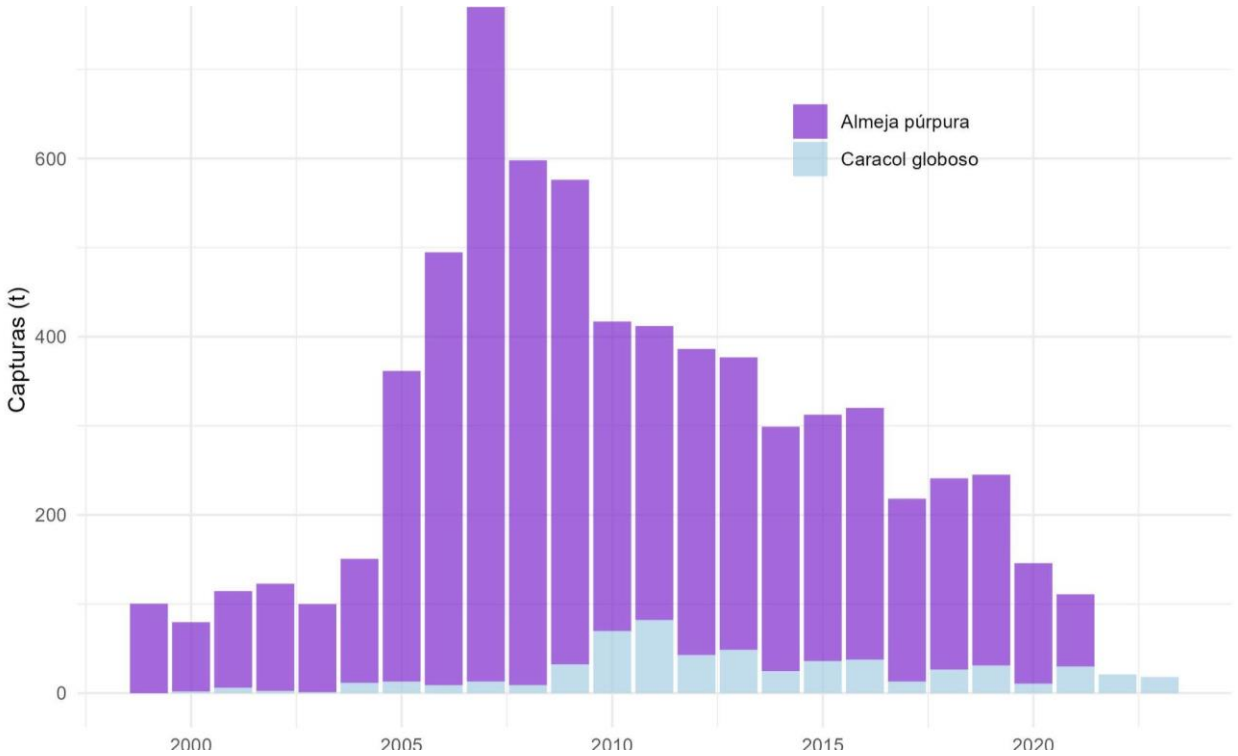


Figura 96. Desembarcos declarados de la pesquería de almeja púrpura y caracol globoso en Playa Villarino.

7.3.5 Pesquería de Almejas Panopea, Navaja y Blanca

La variada canasta de recursos que comenzó a explotarse en la década del 2000, particularmente ante la falta de los bivalvos tradicionales (vieira y mejillón) y a partir del interés de nuevos mercados, incluyó además de las pesquerías descritas, las pesquerías de las almejas Panopea, navaja y más recientemente, la blanca (en este caso se trata de dos especies no distinguidas entre sí en los registros pesqueros locales). La primera en despertar interés, en el año 2000, fue la Panopea, alentada su explotación por una posible exportación a países asiáticos. Actualmente el mercado es interno y todas se destinan, en parte o en su totalidad, al mercado oriental de Buenos Aires.

Ecosistema de la pesquería

Existe un único sitio de desembarco para las tres especies, Piedras Coloradas (Figura 90). El área de pesca está localizada relativamente cerca de la costa, a profundidades cercanas a los 20 m. La temperatura del agua varía estacionalmente desde 9°C en agosto hasta 20°C en febrero (Williams et al. 2014). El sedimento es arenoso en áreas costeras, gradualmente mezclado con valva, grava y limo hacia profundidades mayores (Escofet et al. 1977).

Especies

Las especies que sostienen esta pesquería son la almeja Panopea *Panopea abbreviata*, la navaja *Ensis macha*, y dos especies de almejas (*Ameghinomya antiqua* y *Retrotapes exalbidus* = *Eurhomalea exalbida*) que no son distinguidas en los partes de pesca como diferentes y son extraídas juntas en las mismas áreas de pesca (Fig 3.7.5). Todas se alimentan por suspensión de microalgas y se caracterizan por tener ciclos de vida con una fase larvaria pelágica (Van der Molen et al. 2007). La almeja Panopea es un hiatélido endémico del Atlántico sudoccidental, que se distribuye desde Río de Janeiro (23ºS) hasta Puerto Deseado (48ºS). Los bancos se ubican desde aguas relativamente someras hasta los 75 m de profundidad (Scarabino 1977). Gracias a su extenso sifón, los individuos viven enterrados profundamente en la arena (hasta los 40 cm). El ciclo gametogénico es continuo, sin periodo de descanso (Van der Molen et al. 2007, Zaidman et al. 2016). Estudios de edad y crecimiento (Morsan & Ciocco 2004) permitieron determinar que viven hasta 40 años y que crecen rápidamente durante los primeros 12 años cuando alcanzan el 94% de su talla máxima (101,6 mm).

La almeja navaja habita fondos fango-arenosos desde aguas someras hasta los 55 m de profundidad. Puede vivir hasta 14 años, la talla máxima registrada en el Golfo San Matías fue de 18 cm. Es una especie dioica. Se han encontrado hembras maduras en todos los meses del año, con dos picos de desove, uno en primavera (septiembre-noviembre) y otro a fines de otoño (mayo-junio) (Morsan & Ciocco 2011).

La almeja *Ameghinomya antiqua* es conocida vulgarmente como “almeja blanca o rayada”, se distribuye a lo largo de las costas del Pacífico desde Perú hasta el Estrecho de Magallanes, Chile, y por el Océano Atlántico hasta la latitud 31° S, incluyendo las costas de las Islas Malvinas (Ageitos de Castellanos 1967). Es como las anteriores, una especie infaunal que se distribuye verticalmente entre 0 y 60 m de profundidad en fondos arenosos (Osorio et al. 1983). En el Golfo San Matías la especie presenta dos poblaciones locales (El Sótano y Playa Villarino, FIG), cuyos individuos difieren en tallas y pesos de valvas. El Sótano presenta individuos longevos (mayores a 18 años) mientras que Playa Villarino está caracterizada por individuos de menos de 15 años. La especie presenta un crecimiento acelerado durante los primeros años, alcanzando 90% de la talla máxima (54-56 mm) a los 5 años. La edad máxima estimada en el Golfo San Matías fue de 26 años (Zaidman et al. 2024). La almeja blanca *R. exalbidus* ha sido vastamente estudiada en la región de Canal Beagle, en sus aspectos de edad individual, crecimiento, mortalidad, producción y características bioenergéticas y reproductivas de la población. Se ha demostrado una fuerte estacionalidad en el crecimiento, con diferencias entre las tasas de crecimiento de juveniles y adultos a través de las estaciones del año y en la estación de crecimiento. El alto infinito fue estimado en 73,9 mm (para la

población de Canal de Beagle), alcanzando una edad máxima de 70 años. Las almejas longevas, mayores a los 30 años de edad presentan una morfología notoriamente distinta a la de las almejas más jóvenes, por lo que a una misma talla se registraron edades muy distintas. El análisis del ciclo reproductivo mostró un pico de desove en noviembre, con gónadas maduras durante el resto del año; la madurez es alcanzada a los 4 años de edad (Lomovasky 2002a, b). Los estudios para el Golfo San Matías son incipientes.

Flota y artes de pesca

Para pescar estas almejas que viven enterradas en el sedimento, la extracción es individual mediante buceo con agua a presión inyectada en el sedimento. La flota que opera sobre ambos recursos está compuesta por lanchas de hasta 9,9 m de eslora, y su número varía de acuerdo con la demanda del producto en cada caso. La tripulación está generalmente conformada por un patrón más dos o tres buzos, y los patrones también suelen trabajar como buzos. La flota, típica de la pesca artesanal en el golfo, está compuesta por lanchas de hasta 9,90m de eslora que acceden a las zonas de pesca desde la costa, diariamente luego de navegar aproximadamente menos de 5 mn.

Estadísticas pesqueras

La pesquería comenzó con la almeja Panopea en 1999 por buceo y bajo condiciones experimentales. Tres agrupaciones principales de esta especie fueron identificadas en el GSM a partir de prospecciones realizadas entre los años 2000 y 2003. Se encuentran agregados en manchones de alta densidad, a una profundidad de 6 a 15 m. A partir de observaciones puntuales se determinó una densidad variable entre 6 y 8 panopeas por metro cuadrado. El peso medio individual alcanzó los 456 g. En general en la prospección realizada las estructuras de edades estuvieron principalmente representadas por un gran número de individuos menores de 20 años, aunque el rango de edades hallado varió entre los 2 y los 86 años, con diferencias importantes entre los distintos bancos. Con un máximo de 138 t en 2023, las capturas anuales (Fig 3.7.8) promediaron las 130 t en los últimos 5 años (2019-2023). La actividad pesquera de la almeja navaja comenzó en el año 2005, también bajo un esquema de pesca experimental. Las capturas promediaron las 11 t anuales en el periodo 2019-2023 (Figura 97). Las almejas blancas *A. antiqua* y *R. exalbidus* comenzaron a explotarse en el año 2022 cuando su captura alcanzó las 50 t, y los registros de 2023 indican que la captura fue de 33 t (Figura 97).

Manejo

La pesquería de almejas sólo se permite por medio de buceo y aunque se recomendaron esquemas de pesca experimental para algunas de las especies objetivo, la pesca opera actualmente bajo un esquema de acceso abierto ya que no se establecieron planes de manejo de pesca experimental o éstos no han tenido seguimiento a lo largo del tiempo para evaluar su eficiencia.

Investigación

En el caso de la almeja Panopea se evaluó la distribución espacial y la densidad en distintas prospecciones realizadas entre los años 2000 y 2003 (Morsan & Ciocco 2004, Morsan et al. 2010). No hubo hasta el momento evaluaciones de stock para las almejas navaja y blanca. Los estudios realizados sobre estas especies incluyen variados aspectos de la historia de vida (edad y crecimiento, composición de tallas y edades, reproducción, rendimientos pesqueros y aspectos económicos preliminares; Morsan & Ciocco 2011, Saldaño 2022, Zaidman et al. 2024).

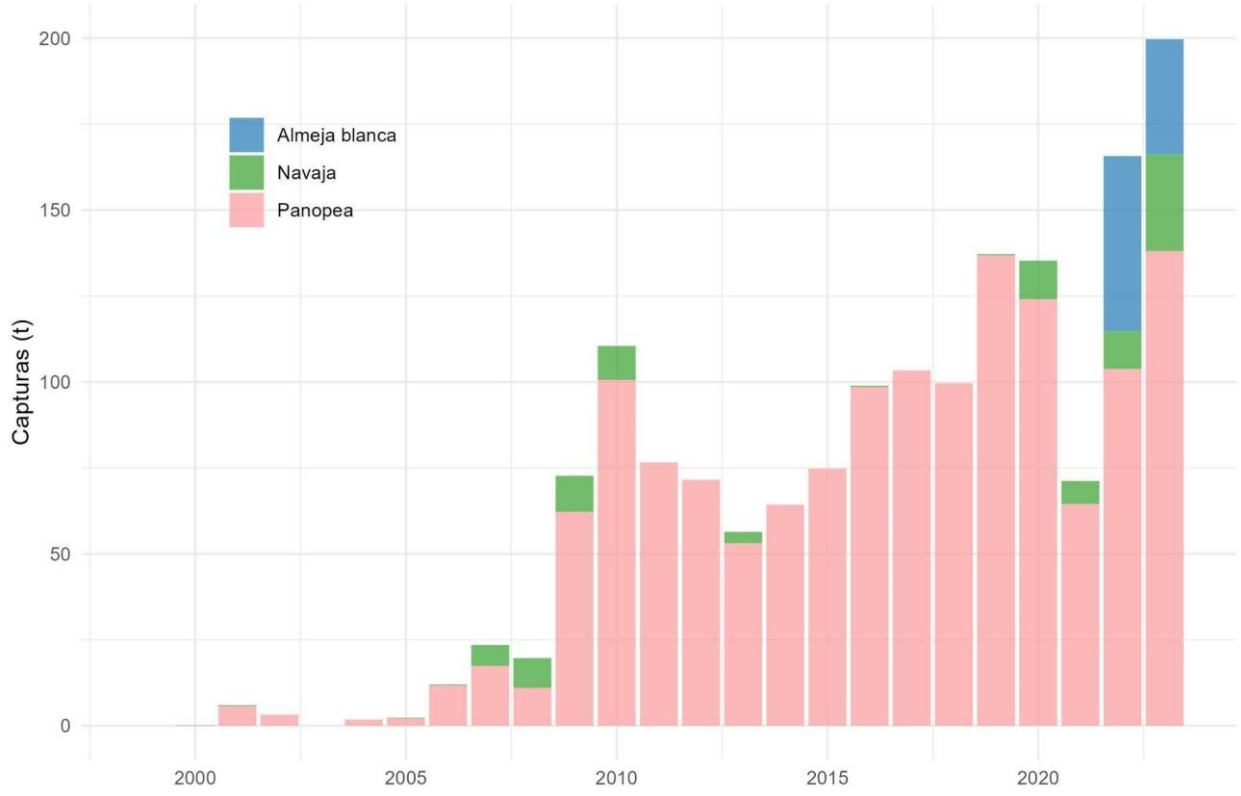


Figura 97. Desembarcos de almejas panopea, navaja y blancas en la pesquería de buceo que opera desde Piedras Coloradas.

7.3.6 Pesquería de Cangrejo Nadador

La pesquería de cangrejo nadador (Figura 94) se inició formalmente en 2007. Previamente, bajo un esquema de pesca experimental, se realizaron experimentos con diversos tipos de trampas, a distinta profundidad, a partir del interés de una empresa localizada en San Antonio Oeste (Narvarte et al. 2007b). Estos experimentos permitieron conocer su distribución batimétrica en el golfo, tener los primeros análisis de la composición de las capturas en las diferentes trampas y detectar zonas con mejores rendimientos pesqueros.

Ecosistema de la pesquería

El cangrejo nadador se distribuye desde Brasil (29° S, Melo, 2010) hasta el sur de la costa patagónica (47° S, Vinuesa 2005), desde 3 a 100m de profundidad (Retamal & Arana 2000, Vinuesa et al. 2015). Los individuos de esta especie suelen enterrarse en fondos de arena y realizan amplias migraciones diarias, utilizando sustratos duros para alimentarse de diferentes organismos especialmente bivalvos (de la Barra et al. 2018). Se identificaron dos áreas de pesca asociadas con los puntos de desembarco, ellos son Piedras Coloradas (NO del Golfo San Matías, y Playa Villarino (Figura 90); cada equipo de pesca opera siempre en una de las zonas. Además, en el sector norte (Playa Orengo y áreas vecinas), es capturado como bycatch de la pesca de langostino. Cinco lanchas operan en Piedras Coloradas donde los pescadores además pescan almeja Panopea, cholga y mejillón. Tres lanchas operan en Punta Villarino, donde los pescadores capturan además caracol globoso y la almeja púrpura. El cangrejo nadador se distribuye hasta los 60 m de profundidad, lo cual es mucho más que la profundidad que alcanzan los buzos que operan en esta pesquería. Sin embargo, las mayores abundancias se dan a menos de los 30 m de profundidad (de la Barra et al. 2018).

Especies

El cangrejo nadador es la única especie de cangrejo por el momento explotada comercialmente en el GSM, donde los individuos alcanzan los 128 mm de ancho de caparazón (Narvarte et al. 2007b). No hay información sobre su edad máxima pero otras especies del género suelen vivir hasta 3 años en aguas templado-frías (Osborne 1987). Las hembras ovígeras en el GSM son encontradas entre septiembre y febrero.

Flota y artes de pesca

La flota está compuesta por ocho lanchas de 6,5 a 9,5 m de eslora que operan durante el día, La tripulación está generalmente conformada por un patrón más dos o tres buzos, y los patrones también suelen trabajar como buzos. Para pescar cangrejo nadador en el Golfo san Matías los pescadores utilizan cebo de restos de pescado, que lanzan por la borda de la lancha en puntos geolocalizados para retornar luego de 24 h y barrer la zona mediante buceo asistido desde la superficie. Extraen a mano los cangrejos que encuentran alrededor del cebo, usualmente enterrados en la arena (de la Barra et al. 2018, 2019), y los van colocando en salabardos fabricados específicamente con esa finalidad.

Estadísticas pesqueras

La pesquería del cangrejo nadador comenzó en el año 2007, y las capturas promediaron las 64 t por año durante el periodo 2008-2013. La máxima captura se registró en 2010 con 93 t y luego del 2013 y hasta 2023, las capturas no superaron las 35 t anuales (Figura 98).

Manejo

La pesquería comenzó bajo un esquema de pesca experimental, aunque sin seguimiento exhaustivo, opera bajo un esquema de acceso abierto y las salidas de pesca son realizadas frente a la demanda de mercado, normalmente de vendedores directos al mercado chino en Capital Federal. Las medidas de manejo incluyen tallas mínimas de captura para machos y la prohibición de capturar hembras. Aun cuando sólo se permite el acceso de lanchas equipadas para buceo, en determinadas ocasiones se ha capturado como bycatch en la pesquería de langostino, tanto por parte de la flota artesanal como industrial.

Investigación

No existen evaluaciones del efectivo pesquero para esta pesquería. La misma ha sido estudiada desde el punto de vista de los factores que limitan el esfuerzo pesquero a partir del análisis de las operaciones de pesca, de los rendimientos pesqueros y del proceso de toma de decisiones de los propios pescadores artesanales. Con el esfuerzo de pesca ejercido hasta el momento, la pesquería no muestra signos de sobreexplotación, probablemente debido a la combinación de la distribución de la especie a profundidades que exceden la pesca por buceo, y las características de operabilidad de los pescadores. Sin embargo, ante una demanda creciente (la demanda actual no está satisfecha) y un aumento del esfuerzo o la inclusión de barcos de mayor porte, se identifican amenazas de sobreexplotación (de la Barra et al. 2019, Narvarte et al. 2022). Se han estudiado asimismo cambios en la composición de las capturas a lo largo del tiempo y en el espacio y la distribución de la población a lo largo de un gradiente de profundidad (de la Barra et al. 2020).

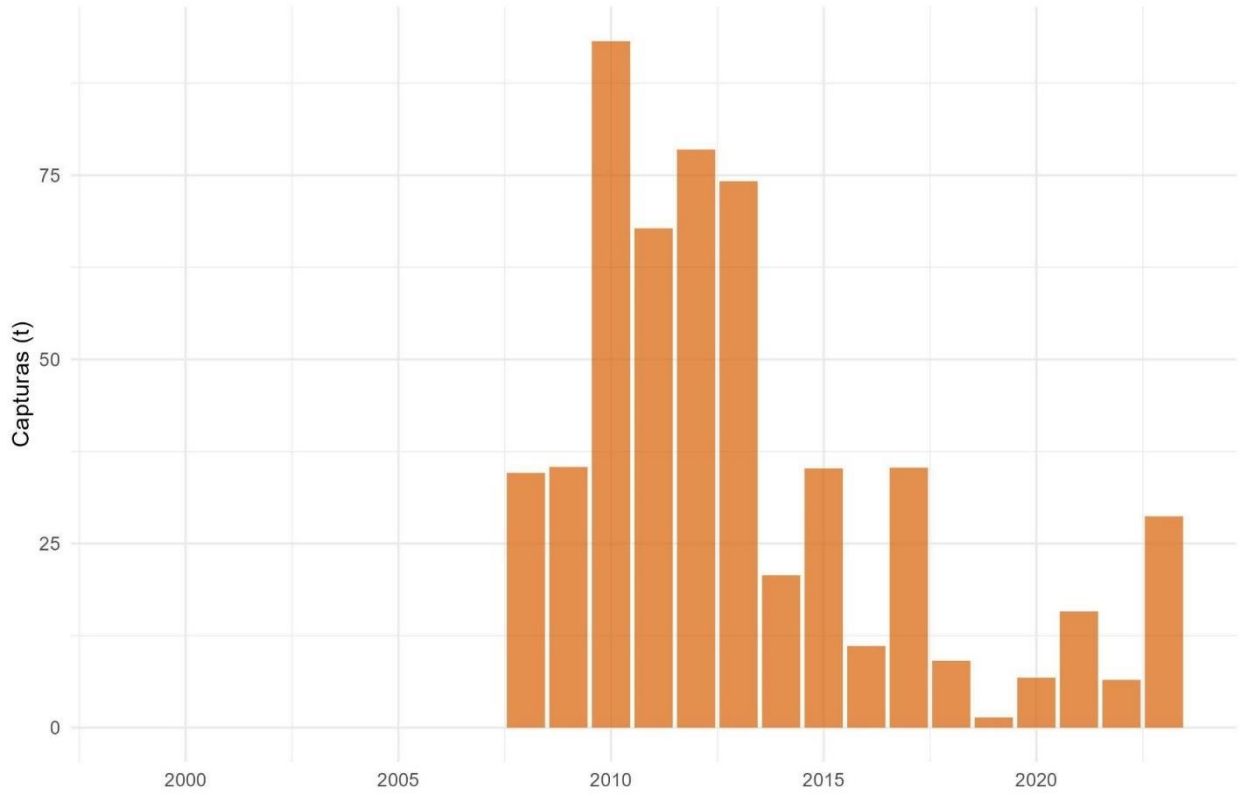


Figura 98. Desembarcos de cangrejo nadador *Ovalipes trimaculatus* en la pesquería que opera en Bajo Oliveira y Playa Villarino.

7.3.7 Pesquería de Pulpito

Los orígenes de esta pesquería se sitúan en la década de 1930, de acuerdo con diversas fuentes locales (entrevistas a antiguos pescadores) y literatura (Iribarne 1991a, b, Bocco et al. 2019). Su auge puede situarse entre los años 1970 y 1990, cuando alrededor de 25 familias de pescadores (pulperos) se trasladaban desde San Antonio Oeste a la zona costera entre la localidad de Las Grutas y al sur del Cerro Fuerte Argentino (Figura 90), durante toda la temporada estival, para lo que construían viviendas precarias con materiales naturales de los distintos parajes a lo largo del camino. Las capturas de pulpito (Figura 99) obtenidas en el sector intermareal inmediato a cada vivienda, eran recolectadas diariamente por acopiadores, quienes a su vez les entregaban víveres a estas familias pescadoras. Las capturas obtenidas se destinaban en su totalidad al mercado interno nacional y se comercializaron desde dos puntos principales ubicados en San Antonio Oeste y Rawson. Luego de casi un siglo de actividad, durante los últimos 20 años, la “pulpeada” ha registrado cambios, tanto en niveles de captura, como en métodos de pesca y participantes involucrados (Storero & Narvarte 2024).

El ecosistema de la pesquería

La pesquería del pulpito patagónico se desarrolla actualmente en dos ámbitos geográficos de la costa del GSM: a) en el sector oeste, con epicentro en el sector del cerro El Fuerte (Figura 90), donde continúa operando la pesquería tradicional (Iribarne 1991b, Narvarte et al. 1996), en horas cercanas a la bajamar y en las plataformas de abrasión (restingas), y b) en los canales interiores de la Bahía de San Antonio (Figura 90), mediante el uso de espineles de refugios artificiales y usando embarcaciones artesanales, también durante las horas de bajamar. En ambos lugares, el factor determinante es el tipo de sustrato. En el primer caso, los pulpos quedan refugiados en las numerosas oquedades expuestas en la bajamar, mientras que en la Bahía de San Antonio, se ofrecen espineles con refugios artificiales sobre un fondo arenoso o fangoso consolidad, con predominancia de canto rodado y escasa presencia de refugios naturales.

Especies

La especie blanco de esta pesquería es el pulpito patagónico *Octopus tehuelchus*. El pulpito patagónico *Octopus tehuelchus* d'Orbigny, se distribuye desde el sur de Brasil (30° S) hasta el norte de Patagonia (45° S) (Scarabino 1977). Es una especie ovípara que vive entre dos y tres años, desova hacia fines de verano y principios de otoño; el desarrollo embrionario es invernal y el reclutamiento ocurre en primavera (Iribarne 1990a). Esta especie habita ambientes intermareales y submareales de aguas someras hasta los 90 m de profundidad (Iribarne 1991a). En Argentina, las áreas de mayor abundancia de esta especie se ubican en los golfos norpatagónicos, entre los 41° y 43° S y las concentraciones que permiten su aprovechamiento pesquero en forma sostenida, se localizan principalmente en el Golfo San Matías (Iribarne, 1991a). En este sector, el pulpito se alimenta principalmente de moluscos bivalvos, particularmente mejillines (*Brachydontes rodriguezi*), y cangrejos, como *Chasmagnatus granulata, Corystoides chilensis* y *Rochinia gracilipes* (Iribarne et al. 1991a, Storero et al. 2020). En la Bahía de San Antonio, el pulpito se encuentra casi exclusivamente en la zona submareal, siendo escasa la presencia en la franja intermareal. En el sector submareal, los refugios constituyen un recurso limitado (Narvarte et al. 2013a). En este ambiente, los refugios naturales más abundantes para una gran diversidad de tallas de pulpito consisten en valvas vacías de ostra plana, almeja, caracol y tubos de cirripedios.

Flota y artes de pesca

La pesca tradicional de pulpito se realiza a pie, cada pulpero cada día ocupa una franja del sector intermareal a medida que la marea baja y unas dos horas durante el repunte. Utiliza un gancho de hierro de longitud variable según la época del año. La pesca en el sector submareal (con espineles de refugios) se realiza con botes de plástico o madera de eslora entre 4 y 7 m, equipados con motores fuera de borda, incluidos en el segmento de pesca artesanal. La cantidad de embarcaciones que operan es de unas 10 unidades. El arte de pesca en este caso es un espinel que lleva cada dos metros, dos caños de pvc cada uno con un extremo libre y el otro extremo con un relleno cementicio para darle peso. Estos caños van pegados entre sí, y atados a la línea madre, la cual es suficientemente lastrada para que quede apoyada sobre el fondo arenoso. La embarcación es operada por uno o dos pescadores (Osovnikar et al. 2006).

Estadísticas pesqueras

De la pesca tradicional con gancho, se cuenta con registros históricos desde los años 70. Hacia el año 1973, la captura costera total de pulpito alcanzó a 273 t anuales (Iribarne et al. 1991b). Durante las últimas dos décadas las capturas por este método rondan las 20 t (Figura 99), aunque las estadísticas para este recurso no son demasiado precisas debido a la dificultad para acceder a información diaria de cada pulpero particular. Un hecho significativo en la pesquería de pulpito ha sido la transformación de un grupo de pescadores que explotaba los peces costeros de la bahía San Antonio, que viraron hacia la pesca con refugios, utilizando más o menos los mismos sitios de pesca de peces dentro los canales para fijar sus líneas de refugios. Esta reconversión de la mayor parte de los pescadores de peces a la pesca de pulpito mediante espineles ha hecho que las capturas por este método sumen unas 20 t a los registros anuales para la especie.

Manejo

Para el caso de la pesca con gancho, no se han establecido medidas técnicas de manejo (ej. captura máxima anual o vedas) ni restricciones de acceso. No obstante, al constituir tanto la Bahía de San Antonio como Islote Lobos, Áreas Naturales Protegidas (ANPs) provinciales, la práctica de la pesca comercial artesanal en ambos sitios requiere autorización anual de parte de la autoridad de aplicación (Secretaría de Ambiente y Cambio Climático). Para el caso de la pesca con espineles, desde el inicio en 2005 se estableció un Plan de Pesca Experimental, con un número máximo de diez permisionarios, declaración de ubicación de los sitios de calado de espineles y de capturas diarias, número máximo de líneas y caños totales. Aunque no se realizó un seguimiento exhaustivo del Plan, a 20 años del inicio de la actividad, puede decirse que el sistema se ha autogestionado de manera adecuada.

Investigación

La pesquería artesanal tradicional de pulpito ha sido estudiada desde la década de 1990 (Iribarne 1991b), mientras que la pesca con espineles en la bahía de San Antonio, ha sido estudiada desde el año 2006, desde el punto de vista de la variabilidad estacional del recurso, distintos aspectos de la historia de vida y los posibles efectos de la pesca en procesos esenciales (reproducción y desarrollo) (Osovnikar et al. 2006, Narvarte et al. 2006, Storero et al. 2010, 2012, 2013, 2016, Storero & Narvarte 2024). Los métodos de investigación se basan en los enfoques tradicionales de la biología pesquera, particularmente en la caracterización biológica poblacional, la historia de vida, alimentación, las características migratorias, las interacciones con otras especies, con aplicación de métodos de muestreo y experimentos de campo y laboratorio (Narvarte et al. 2013a, Storero & Narvarte 2013, Storero et al. 2020 a, b). La amplia extensión territorial de la pesquería tradicional ha dificultado la obtención de indicadores de abundancia.

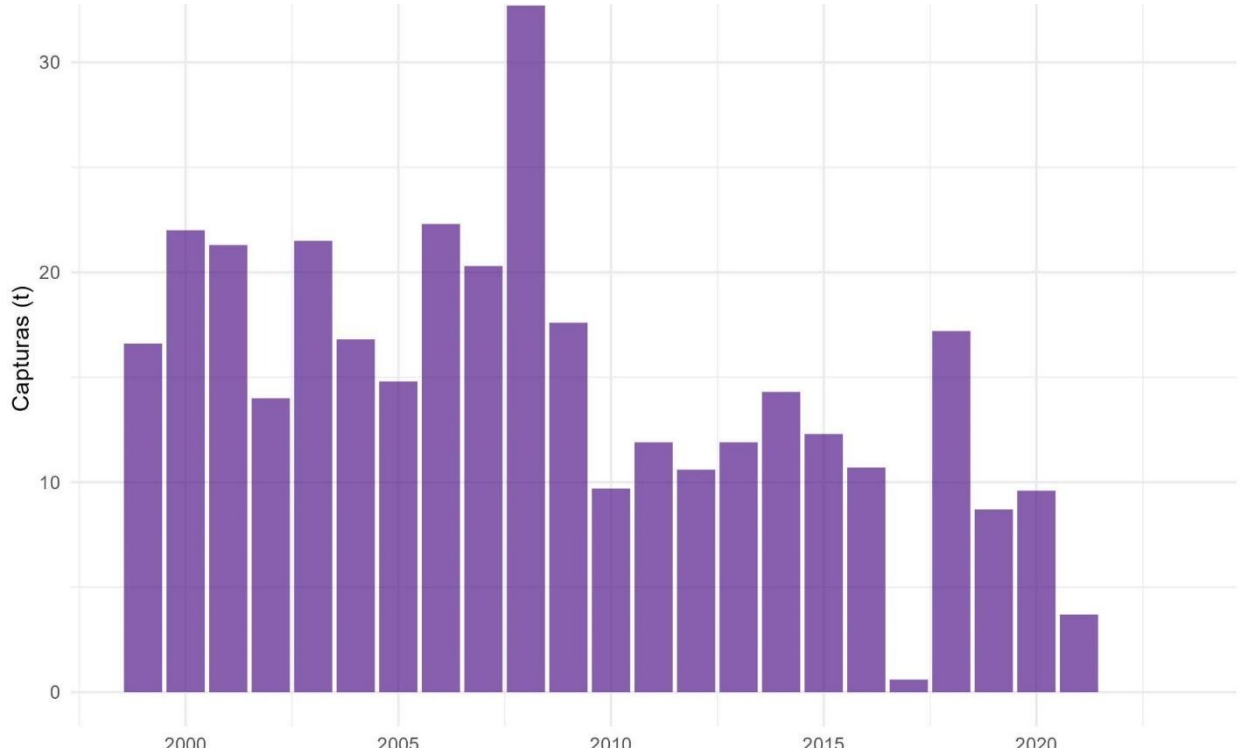


Figura 99. Capturas históricas declaradas de pulpito en la pesquería del golfo San Matías para las últimas dos décadas

7.3.8 Pesquería de Peces Costeros

Esta pesquería, junto con la de pulpito patagónico, es una de las más antiguas de la región. Se cuenta con registros de su actividad desde la década de 1930, cuando por entonces se registraron capturas cercanas a las 15 toneladas anuales de peces costeros y mariscos (González 1994). Las capturas obtenidas se destinaban en su totalidad al mercado interno nacional y se comercializaban en los principales centros urbanos del país. Luego de más de medio siglo de actividad esta pesquería ha mostrado escasa actividad en las últimas dos décadas.

El ecosistema de la pesquería

La pesquería de peces costeros se desarrolla en el ámbito geográfico de la costa norte del GSM (Perier & González 2002), particularmente en los canales interiores de la bahía de San Antonio y en la Caleta de los Loros (Figura 90), principalmente durante las horas de bajamar. En ambos lugares, la dinámica de mareas regional, caracterizada por un régimen semidiurno y grandes amplitudes (6-9 m), sumada a la topografía de ambas cuencas, generan canales de mareas en los que se concentran bancos de peces de diferentes especies.

Especies

Las especies blanco (Figura 100) son el róbalo *Eleginops maclovinus* y los pejerreyes escardón *Odontesthes argentinensis* y manila *O. smitti*. Otras especies ícticas ocasionalmente capturadas son la lisa *Mugil* sp., el cornalito *Odontesthes incisa*, la caballa *Scomber japonicus*, la anchoa de banco *Pomatomus saltatrix*, el sargo *Diplodus argenteus* y el lenguado *Paralichthys patagonicus*. No se identifican especies con problemas de conservación asociadas a esta pesquería ni interacciones de la misma con aves o mamíferos marinos.

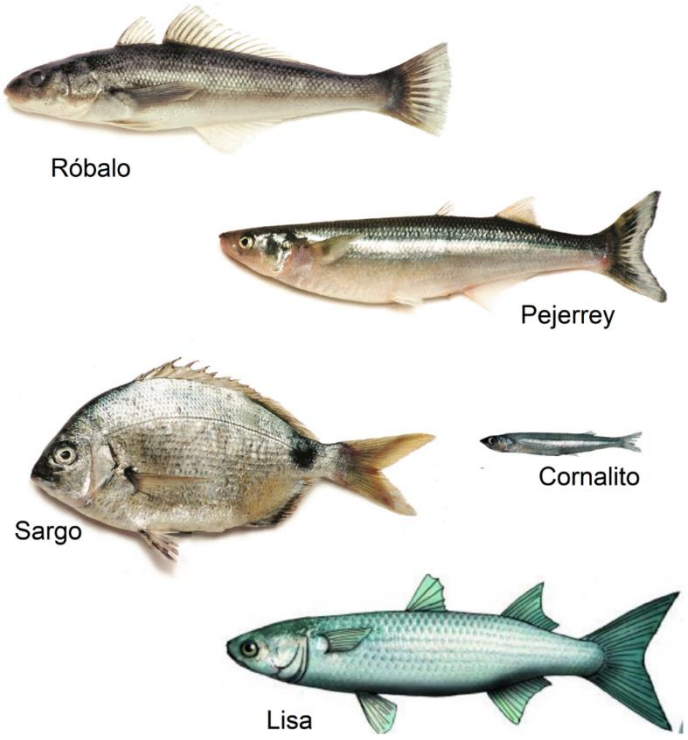


Figura 100. Especies blanco de la pesquería de peces costeros del golfo San Matías

Flota y artes de pesca

La pesca se realiza con botes de plástico o madera de eslora entre 4 y 7 m, equipados con motores fuera de borda, incluidos en el segmento de pesca artesanal. La cantidad de embarcaciones que operan es variable, alcanzando como máximo a no más de una docena. El arte de pesca por excelencia es la red playera con saco o bolsa central, cuya longitud (largo de relinga) varía entre 80 y 120 m, operada por dos o tres pescadores.

Estadísticas pesqueras

Se cuenta con registros históricos discontinuos de las capturas desde los años 30. Hacia el año 1956, la captura costera total en San Antonio Oeste alcanzó a 265 t anuales de pejerrey, róbalo y cazón (González 1994). Durante las últimas dos décadas se cuenta con registros anuales de las capturas (Figura 101). Se observa una reducción significativa en las capturas de peces, probablemente debido a la reconversión de los pescadores a la pesca de pulpito mediante espineles.

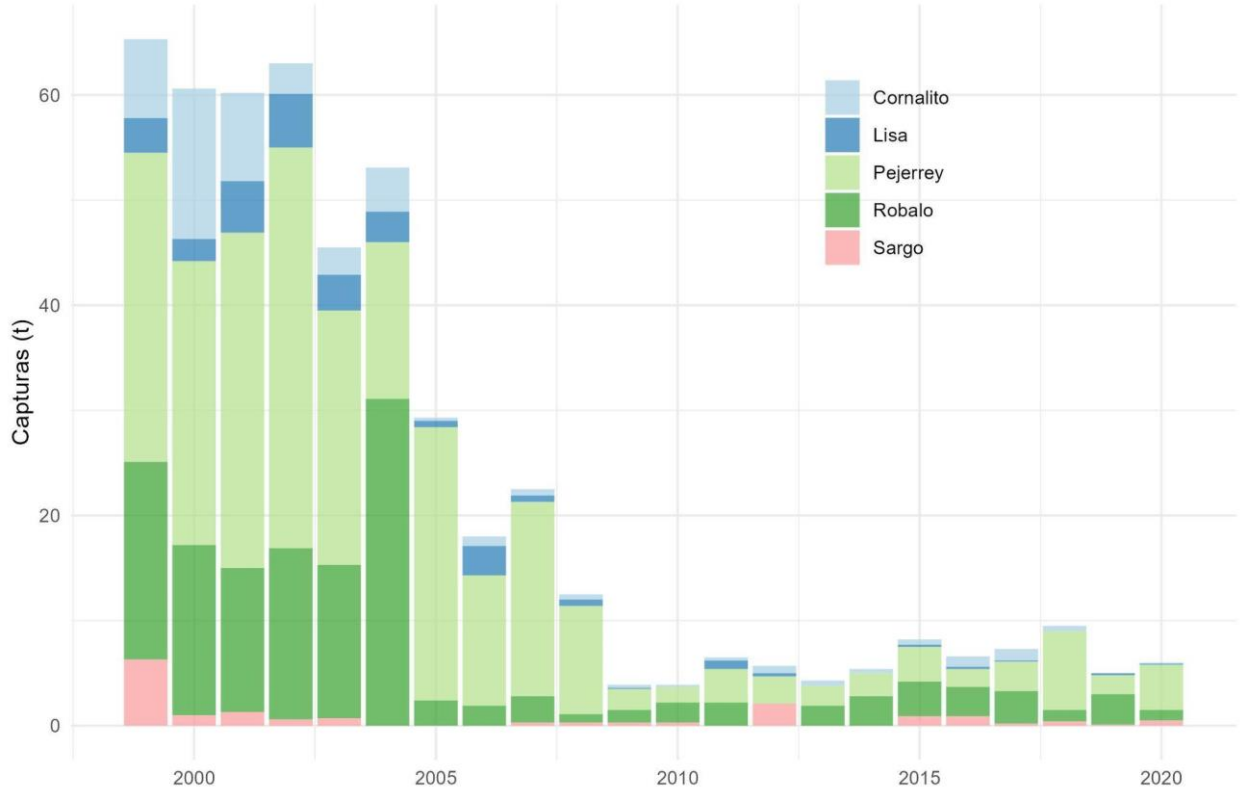


Figura 101. Capturas de especies ícticas declaradas para la bahía de San Antonio y Caleta de los Loros, para el periodo 1999-2020. Fuente: Dirección de Pesca Marítima.

Manejo

No se han establecido medidas técnicas de manejo (ej. captura máxima anual, vedas, tipos de artes de pesca) ni restricciones de acceso para esta pesquería de parte de la autoridad de aplicación pesquera. No obstante, al constituir tanto la bahía de San Antonio como la Caleta de los Loros, Áreas Naturales Protegidas (ANPs) provinciales, la práctica de la pesca comercial artesanal en ambos sitios requiere de una autorización anual de parte de la autoridad de aplicación (Secretaría de Ambiente y Cambio Climático). En el caso de Caleta de los Loros, la autoridad de aplicación establece cupos diarios de capturas y limitaciones operacionales en las jornadas de pesca.

Investigación

La pesquería artesanal de peces costeros, y en particular en la bahía de San Antonio, ha sido estudiada hace más de 3 décadas desde el punto de vista de la oferta estacional de los recursos como desde los aspectos biológicos y ecológicos (Perier 1994). Otros estudios dan cuenta del potencial pesquero de este grupo de especies (Perier & González 2002). Los métodos de investigación se basan en los enfoques tradicionales de la biología pesquera, particularmente en la caracterización de los ciclos biológicos (ej. estacionalidad, temporada reproductiva), crecimiento, alimentación, parasitofauna y relaciones ecológicas de las principales especies. La historia de vida y las características migratorias de las principales especies dificultan la obtención de indicadores de abundancia.

7.4 ÁREAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS

Para el Golfo San Matías, dentro de la jurisdicción de la provincia de Río Negro y al amparo de la legislación pesquera vigente (Leyes 1.960 y 2.519) se han establecido varias zonas o áreas de manejo con fines de conservación de los recursos pesqueros, a saber (Figura 102):

- Reserva Pesquera Provincial: la Ley 1.960 declara Reserva Pesquera de la Provincia de Río Negro." al espacio del mar territorial argentino y su costa de jurisdicción y dominio provincial. Esta reserva pesquera incluye al Golfo San Matías hasta los 42º de latitud Sur y fuera del golfo hasta el límite de las 12 mn reconocidas por la Ley 24.922 (Régimen Federal de Pesca).

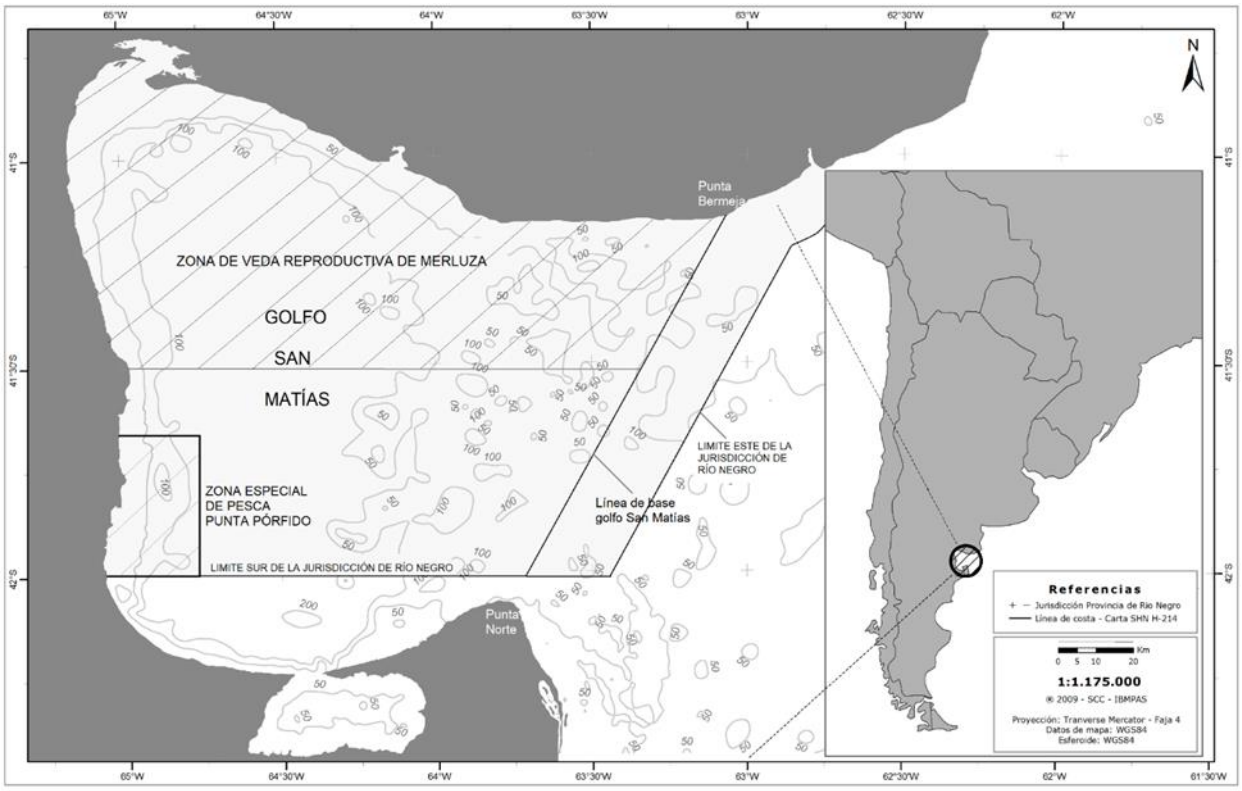


Figura 102. Zonas de conservación y manejo pesquero en el Golfo San Matías. La Reserva Pesquera Provincial (Ley 1.960), que incluye toda la jurisdicción provincial, se indica sombreada en gris.

7.4.1 Zona de Veda Reproductiva de Merluza del Golfo San Matías

Esta zona de manejo pesquero se extiende al norte del paralelo 41°30'S del golfo durante los meses de octubre y noviembre de cada año. Fue establecida mediante la Resolución MP 555/2003 del Ministerio de Producción de Río Negro y crea una zona de prohibición de pesca para proteger los cardúmenes reproductivos de merluza en su área principal de desove en el Golfo San Matías.

7.4.2 Zona Especial de Pesca de Punta Pórfido

En un sentido similar a la anterior, esta zona de manejo pesquero se extiende entre los paralelos 41º40'S y 42º00'S y entre el meridiano 64º45'O y la línea de costa en el Golfo San Matías, durante los meses de diciembre a abril de cada año. Fue establecida mediante la Resolución MP 389/1998 del Ministerio de Producción de Río Negro y establece la obligatoriedad del uso de dispositivos de selectividad en las redes de arrastre para reducir la captura y el descarte de juveniles de merluza.

Sobre el sector de la plataforma continental adyacente, en jurisdicción del Estado Nacional, el Consejo Federal Pesquero (CFP) ha establecido tres áreas especiales de manejo pesquero (Figura 103), en el marco del Régimen Federal de Pesca (Ley 24.922):

- Zona de veda permanente (Consejo Federal Pesquero)
- Área de prohibición de arrastre (Consejo Federal Pesquero)
- Área de veda El Rincón (Consejo Federal Pesquero)

7.4.3 Zona de Veda Permanente (ZVP)

Fue creada por Resolución CFP 26/2009, la cual estableció un área de veda total para la pesca por arrastre para todo tipo de buques con el propósito de conservar las áreas con mayor abundancia de juveniles de merluza *Merluccius hubbsi*. Al largo de los años esta zona sufrió modificaciones en sus límites concordantes con los cambios migratorios de la especie (última modificación: Resolución CFP 9/2014).

7.4.4 Área de Prohibición de Arrastre (APA)

Incluye un área bajo jurisdicción nacional al este del límite de las aguas de jurisdicción de la Provincia de Río Negro, hasta el meridiano 62° de longitud oeste, entre los paralelos 41° y 43° de latitud sur. Fue creada por la Resolución CFP 7/2018 y se superpone parcialmente con la ZVP. En la APA se prohíben las operaciones comerciales de pesca de arrastre de fondo dirigidas a la especie langostino. Con posterioridad a su creación se han ampliado las condiciones y requisitos para dichas operaciones (Resolución SAGyP 171/2018; Disposición SSPyA 26/2018, Disposición SSPyA 39/2019). La Resolución CFP 4/2019 sustituyó el artículo 8º del anexo I de la Resolución CFP 7/2018.

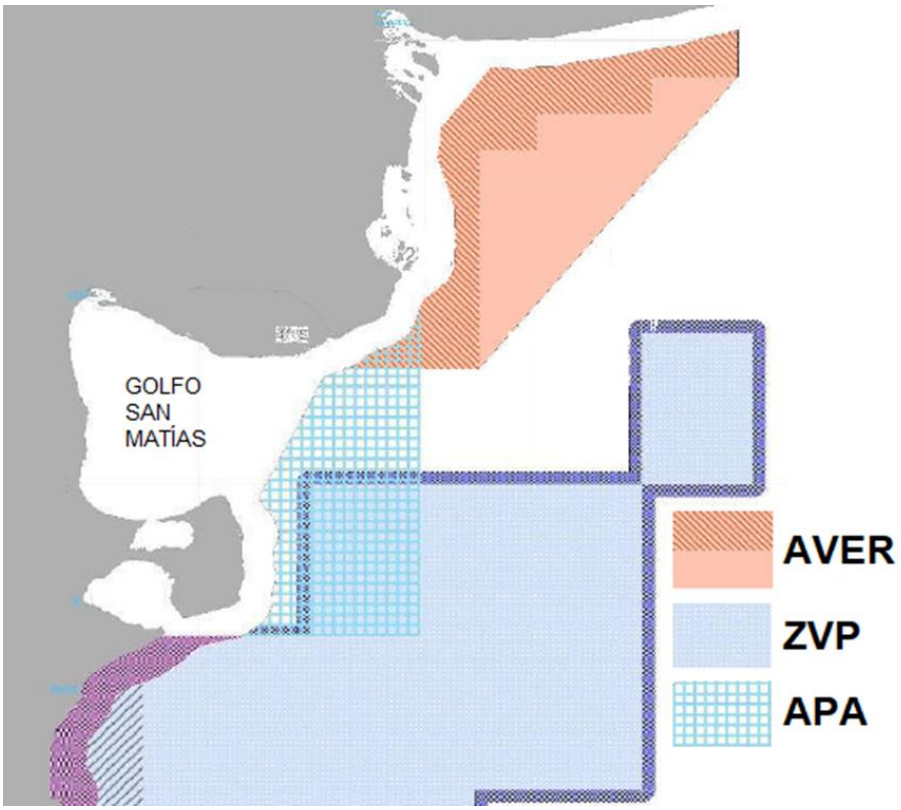


Figura 103. Áreas especiales de manejo sobre jurisdicción nacional en la plataforma adyacente al Golfo San Matías (Fuente: Dirección Nacional de Coordinación y Fiscalización Pesquera).

7.4.5 Área de Veda El Rincón (AVER)

Esta zona de manejo especial establece medidas de manejo y administración del conjunto íctico denominado “variado costero”, para un sector de la jurisdicción nacional en el área denominada El Rincón, contiguo al espacio de dominio provincial costero (12 mn) de la provincia de Buenos Aires. Fue creada por Resolución CFP 27/2009 y tiene por objetivo disminuir el esfuerzo pesquero en áreas fundamentales para el desove, parición y cría de las principales especies de peces cartilaginosos (gatuzo y rayas costeras) y peces óseos (principalmente pescadilla, pez palo y lenguados). Esta normativa define dos áreas superpuestas que presentan condiciones diversas de administración para buques con artes de arrastre de fondo: por un lado, el área de Esfuerzo Restringido que sólo permite la pesca a buques que cuenten con menos de 25 m de eslora y a aquellos buques que por su operatoria histórica hayan llevado a cabo actividad extractiva en el lugar; y por otro, el área de veda para la actividad pesquera por arrastre de fondo, vigente del 1 de octubre al 31 de marzo de cada año. Ha sido modificada por la Resolución CFP 2/2010.

8. BIBLIOGRAFÍA

Alberti, J. (2016). “Disponibilidad y explotación de materias primas líticas en la costa de Norpatagonia (Argentina)”. Un enfoque regional. British Archaeological Reports, International Series 1901, #27. Oxford: Archaeopress.

Alberti, J. (2019). “Análisis de los conjuntos líticos recuperados en concheros y depósitos enterrados de la costa del golfo San Matías (Río Negro, Argentina)”. En J. Gómez Otero, A. Svoboda y A. Banegas (Eds.), Arqueología de Patagonia: El pasado en las Arenas (pp. 573-584). Puerto Madryn: Instituto de Diversidad y Evolución Austral.

Alberti, J. (2022). Materias primas líticas y tecnología en la costa oeste del golfo San Matías y su interior inmediato (provincia de Río Negro, Argentina). Un estudio comparativo. Anuario de Arqueología, Rosario.

Alberti, J. (2022). MATERIAS PRIMAS LÍTICAS Y TECNOLOGÍA EN LA COSTA OESTE DEL GOLFO SAN MATÍAS Y SU INTERIOR INMEDIATO (PROVINCIA DE RÍO NEGRO, ARGENTINA). UN ESTUDIO COMPARATIVO. Anuario de Arqueología, Rosario.

Ambasch, M. y P. Andueza (2007b) Informe de Estudio de Línea de Base Arqueológico (ELBArq) Proyecto Minero “Don Nicolás”. Departamento Deseado. Provincia de Santa Cruz (Inédito).

Ambasch, M. y P. Andueza (2014). Informe de Estudio de Impacto Arqueológico (EIArq) “Exploración Sísmica Offshore y Onshore del Proyecto Restinga Alí 3D”. Yacimiento Restinga Alí - Departamento Escalante - Chubut. (Inédito).

Ambasch, M. y P. Andueza (2019a). Informe de Estudio de Impacto Arqueológico (EIArq) “Área de Exploración Pampa Norte”. Departamento Lago Buenos Aires - Santa Cruz (Inédito).

Ambasch, M. y P. Andueza (2023a). Informe de Estudio de Impacto Arqueológico (EIArq) Proyecto “Oleoducto VM OIL Sur”. Departamentos de General Roca, Avellaneda, Valcheta y San Antonio - Río Negro (Inédito).

Ambasch, M. y P. Andueza (2023b). Informe de Estudio de Impacto Arqueológico (EIArq) Proyecto “Gasoducto ARG LNG (Tramo RÍO NEGRO)”. Departamentos de General Roca y Avellaneda - Río Negro (Inédito).

ANDREIS, R., 1965. Petrología y paleontología de la Formación Río Negro. Revista Museo La Plata, 5, Geología, 36: 245-310.

Arribas, J.; Calderón, T. y C. Blasco (1989). “Datación absoluta por termoluminiscencia: un ejemplo de aplicación arqueológica”. En: Trabajos de Prehistoria (CSIC) 46: 231-246.

Aschero, C. (1981). "Los aleros del Limay norte. Morfología y tecnología de los artefactos". En Sanguinetti de Bórmida, Amalia C., Dir., coord. Prehistoria de la cuenca del río Limay. Los aleros del Limay norte (Área de El Chocón). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras; pp. 39-53. Publicación Nº I. Buenos Aires.

Barasoain, D., Dozo, M. T., González Ruiz, L. R., Cuitiño, J. I., Tomassini, R. L., & Zurita, A. E. Palaehoplophorini Glyptodonts (Xenartrha, Glyptodontidae) from the Puerto Madryn Formation (Late Miocene), Argentine Patagonia: Diversity and Biochronological Implications in Southern South America. Argentine Patagonia: Diversity and Biochronological Implications in Southern South America.

Barba Ruiz, L. (2000). “Acontecimientos históricos de Península Valdés”. Biblioteca Popular Agustín Alvarez, Trelew.

Barberena, R.; Borrazzo, K.; Rughini, A.; Romero, G.; Pompei, M; Llano, C.; De Porra, M.; Durán, V.; Stern, C.; Re, A.; Estrella, D.; Forasiepi, A.; Fernández, F.; Chidiak, M.; Acuña, L.; Gasco, A. M. Quiroga (2015). “Perspectivas arqueológicas para Patagonia Septentrional: Sitio Cueva Huenul 1 (Provincia del Neuquén, Argentina)”. Magallania (Chile). Vol. 43(1):137-163.

Barreiro Martínez, D. (2000). “Evaluación de Impacto Arqueológico”. CAPA 14. Criterios e

Convencións en Arqueoloxía da Paisaje. Laboratorio de Arqueoloxía e Formas Culturais. Universidade de Santiago de Compostela. Pp: 69.

Bastida, R., Elkin, D.; Grosso, M.; Trassens, M. y J. Martin. (2004). *"The British sloop of war HMS Swift (1770): a case study of the effects of biodeterioration on the underwater". Cultural heritage of Patagonia, corrosion reviews, special issue: Biodeterioration of Cultural Heritage, 22.5-6: 417-40.*

Bate L. (1971). "Material lítico: Metodología de clasificación". Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, año XVI, Nº 181-182 agosto-setiembre. Pp: 1-23.

Béguelin, M.; Vázquez, R.; Citton, P. y F. Otero (2024). "Sitio Gallucci: Primer hallazgo arqueológico de restos óseos humanos en el valle superior del río Negro, Patagonia Argentina". Comechingonia. Revista de Arqueología. Vol. 28, Nº 1.

BERTELS, A., 1970. Sobre el «Piso Patagoniano» y la representación de la época del Oligoceno en la Patagonia Austral. República Argentina . Revista Asociación Geológica Argentina, 25 (4): 495 -501.

BERTELS, A., I 969. Estratigrafía del límite cretácico –terciario en la Patagonia septentrional. Revista Asociación Geológica Argentina, 26 (1): 41 -54.

Bianchi Villelli, M. (2008). "Cambio social y prácticas cotidianas en el orden colonial. Arqueología histórica en Floridablanca (Siglo XVIII)". Tesis doctoral en elaboración, FFy L-UBA. ·

BID - Banco Interamericano de Desarrollo (2017). Consulta Significativa con las Partes Interesadas: Series del BID sobre riesgo y oportunidad ambiental y social. https://publications.iadb.org/es/publicacion/17469/consulta-significativa-con-las-partes-interesadas

BID - Banco Interamericano de Desarrollo (2017). Consulta Significativa con las Partes Interesadas: Series del BID sobre riesgo y oportunidad ambiental y social. https://publications.iadb.org/es/publicacion/17469/consulta-significativa-con-las-partes-interesadas

BID -Banco Interamericano de Desarrollo (2018). Evaluación del impacto social: integrando los aspectos sociales en los proyectos de desarrollo. https://webimages.iadb.org/publications/2019-01/Evaluaci%C3%B3n-del-impacto-social-Integrando-los-aspectos-sociales-en-los-proyectos-de-desarrollo.pdf

BID -Banco Interamericano de Desarrollo (2018). Evaluación del impacto social: integrando los aspectos sociales en los proyectos de desarrollo. https://webimages.iadb.org/publications/2019-01/Evaluaci%C3%B3n-del-impacto-social-Integrando-los-aspectos-sociales-en-los-proyectos-de-desarrollo.pdf

Borella F.; Cardillo, M. y C. Favier Dubois. (2015a). "Human Occupation of the North Patagonian Coast (San Matías Gulf): Current Perspectives". The SAA Archaeological Record, 15 (3), 8-11.

Borella, F. y I. Cruz (2019). "Los restos avifaunísticos de parador QB (costa oeste del golfo San Matías, Río Negro)". Libro de resúmenes V Congreso Nacional de Zooarqueologia Argentina, 41-42. San Fernando del Valle de Catamarca: Universidad Nacional de Catamarca.

Borella, F. y L. L´Heureux (2019). "Integrando metodologías en el análisis de restos zooarqueológicos de otáridos de Parador QB, área Islote Lobos (Río Negro, Argentina)". Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales, vol. 7 (2), 52-59.

Borella, F. y M. Cardillo. (2011a). "Arqueología de pescadores y marisqueadores en Nordpatagonia. Descifrando un registro de más de 6.000 años". Buenos Aires: Editorial Dunken.

Borella, F. y M. Cardillo. (2011b). "Ocupaciones tempranas en la costa oeste del golfo San Matías (Río Negro): explorando el inicio del uso intensivo de recursos marinos en Norpatagonia". Proyecto PIP-CONICET 112-201101-00589.

Borella, F.; Cardillo, M.; Alberti, J.; Scartascini, F.; Carranza, E.; Favier Dubois, C.; Steffan, P. y R. Guichón-Fernández (2020). "Resultados preliminares de las investigaciones arqueológicas en el

Área Natural Complejo Islote Lobos, costa oeste del golfo San Matías (provincia de Río Negro)". Revista del Museo de Antropología 13 (2): 69-78.

Borella, F.; Cardillo, M.; Favier Dubois, C. y J. Alberti (2015b). "Nuevas investigaciones arqueológicas entre Punta Pórfido y Punta Odriozola: implicancias para el entendimiento de la dinámica de las ocupaciones humanas en la costa Oeste del Golfo San Matías (Río Negro)". Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, XL (1), 233-252.

Borella, F.; Cardillo, M.; Scartascini, F.; Alberti, J.; Steffan, P. y C. Favier Dubois (2016). "Primeros resultados de las investigaciones arqueológicas en el Área del Complejo Islote Lobos, costa oeste del golfo San Matías (Río Negro)". Actas F. Borella et al. Revista del Museo de Antropología 13 (2): 69-78

Borella, F.; Favier Dubois C.; Lanzelotti, S. y M. Cardillo (2004). "Proyecto Arqueológico en el golfo San Matías (Río Negro)". Primera etapa de las investigaciones. Resumen expandido presentado al XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Río Cuarto.

Bórmida, M. (1968). "El yacimiento Sanmatiense de Punta Mejillón Este (Costa Norte del golfo San Matías)". Runa XI (1-2): 169-177, Buenos Aires.

Buscaglia, S. (2008). "Relaciones de poder y dinámica interétnica en Floridablanca". Una perspectiva histórica y arqueológica (San Julián, siglo XVIII). Tesis doctoral en elaboración, FFy L-UBA. ·

Buscaglia, S. y V. Nuviala (2007). "Pocos Espejitos de colores. La Construcción Material del contacto en Floridablanca (San Julián, siglo XVIII). Arqueología de Fuego-Patagonia". Levantando piedras, desenterrando huesos...y develando arcanos. Editado por F. Morello, A. Prieto, M. Martinic y C. Bahamonde. Ediciones CEQUA, Punta Arenas, Chile. Pp: 813-824.

Busteros, A. G., Giacosa, R. E., Lema, H. A., & Zubía, M. A. (1998). Hoja Geológica 4166-IV Sierra Grande.

Cabal, P; Hajduk, A; Crivelli, E; Chauvin, A; Albornoz, A; Armendáriz Gutiérrez, S; Caracotche, S; Cueto Rapado, M; Fernández, M; Fernández Sánchez, P; Lezcano, M; Palacio Pérez, E; Tapia Sagarna, J; Tammone, M; Teira Mayolini, L. y J. Vallejo Llano (2011) "El poblamiento temprano del noroeste de la Patagonia argentina". En Informes y Trabajos. Excavaciones en el exterior 2011.09. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. Pp: 19-41.

Cabrera, A. (1976). "Regiones Fitogeográficas Argentinas". En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería, Tomo II. Editorial Acme S.A.C.I., Buenos Aires.

Campos, M.; L'Heureux, L.; Borella, F. y F. Scartascini (2019). "Análisis arqueofaunístico en Punta Pórfido 1: nuevos aportes a la subsistencia durante el holoceno tardío en la costa oeste del Golfo San Matías (Río Negro)". En J. Gómez Otero, A. Svoboda y A. Banegas (Eds.), Arqueología de Patagonia: El pasado en las Arenas (pp. 551-560). Puerto Madryn: Instituto de Diversidad y Evolución Austral.

Carbone, E. et al. (2014). Procesos ambientales que afectan la bahía San Antonio y su área de adyacencia (Prov. de Rio Negro). Departamento de Geografía y Turismo (UNS). Huellas n° 18.

Carbone, E. et al. (2014). Procesos ambientales que afectan la bahía San Antonio y su área de adyacencia (Prov. de Rio Negro). Departamento de Geografía y Turismo (UNS). Huellas n° 18.

Cardillo, M. (2011). "Arqueología de pescadores y marisqueadores en nordpatagonia: descifrando un registro de más de 6000 años". Marcelo Cardillo; Florencia Borella; Federico Scartascini ; compilado por Marcelo Cardillo y Florencia Borella. - 1a ed. - Buenos Aires: Dunken.

Cardillo, M. y F. Scartascini (2016). *"Possible Fishing Structures on the West Coast of San Matías Gulf, Río Negro, Patagonia Argentina". The Journal of Island and Coastal Archaeology, 11(1), 133-137.*

Cardillo, M.; Carranza, E. y F. Borella (2015). "Tafonomía y tecnología lítica en un ambiente altamente dinámico: El caso de la pingüinera del islote La Pastosa (Pcia. de Río Negro) Patagonia,

Argentina". Journal of Lithic Studies, 2, 1-18.

Carranza, E. (2017). "Análisis tafonómico de conjuntos líticos de superficie en la costa norte del golfo San Matías (Rio Negro, Argentina)". Intersecciones en Antropología, 18(1), 91-101.

Carranza, E. (2023). "Análisis tafonómico de conjuntos líticos de superficie en contextos eólicos de la costa norte del golfo San Matías, Río Negro (Argentina)". Arqueología 29(3), 11946.

Carranza, E. y Alberti, J. (2018). "Tafonomía y materias primas líticas. Estudios en el golfo San Matías, Norpatagonia". Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología, 31, 65-87.

Carranza, E.; Borella, F. y M. Cardillo (2016). "Evaluando procesos de formación del registro a partir de un estudio tafonómico de la tecnología lítica: el caso de la pingüinera del islote La Pastosa (Pcia. de Río Negro), Patagonia argentina". Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Serie Monográfica y Didáctica, vol. 54, 1605-1609.

Carut, C y D´Amico, G. (2022). El espacio Marítimo Argentino: un litoral diversificado y complejo. El ojo del cóndor (11), 4-9. En Memoria Académica. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.15915/pr.15915.pdf

Carut, C y D´Amico, G. (2022). El espacio Marítimo Argentino: un litoral diversificado y complejo. El ojo del cóndor (11), 4-9. En Memoria Académica. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.15915/pr.15915.pdf

CFI- Consejo Federal de Inversiones(2011). Evaluación de alternativas para la conservación y el manejo del frente costero de Las Grutas, Rio Negro. Disponible en: http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2016/04/49092.pdf

Ciarlo, N. (2009). "Una revisión de la arqueología subacuática en Argentina". La Zaranda de Ideas. Revista de Jóvenes Investigadores en Arqueología 5: 23-43. Buenos Aires

Ciarlo, N.; De Rosa, H.; Elkin, D.; Svoboda, H.; Vainstub, D. y L. Perdiguero (2010). "Tecnología constructiva de anclas del siglo XVIII. Análisis de una pieza hallada en cercanías del naufragio Swift (1770), Puerto Deseado, provincia de Santa Cruz". La arqueometría en Argentina y Latinoamérica (Bertolino et al., ed.) (pp.265-271). Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Crivelli Montero, E. (2006). "Frecuencia de creación de sitios de arte rupestre en la cuenca media y superior del río Limay (noroeste patagónico)". En: Fiore, Dánae y Podestá, Mercedes, eds. Tramas en la piedra. Producción y uso del arte rupestre. Buenos Aires: Asociación Amigos Instituto Antropología, Sociedad Argentina Antropológica y World Archaeological Congress. Pp. 63-74. Trabajos presentados en el VI Simposio Internacional de Arte Rupestre, San Salvador de Jujuy (Sección 3, nov-dic. 2003).

Crivelli Montero, E. (2010). "Arqueología de la cuenca del río Limay". En Los ríos mesetarios nordpatagónicos. Aguas generosas del Ande al Atlántico, editado por R. F. Masera, pp. 261-338. Gobierno de Río Negro, Viedma.

Crivelli Montero, E. y M. Fernández (2005). "Demografía, movilidad Y tecnología bifacial en sitios de la cuenca del río Limay". En: Civalero, María Teresa; Fernández, Pablo M. y Guráieb, A. Gabriela, compil. Contra viento y marea. Arqueología de la Patagonia. INAPL-Sociedad Argentina de Antropología: 89-103. Buenos Aires.

De Alba, E. (1964). "Descripción Geológica de la Hoja 41 j, Sierra Grande. Escala 1:200.000. Carta Geológico-Económica de la República Argentina. Provincia de Río Negro". Boletín 97, 70 p. Buenos Aires, Dirección Nacional de Geología y Minería.

Della Negra, C. y P. Novelino (2003) "Nuevos estudios sobre los antiguos habitantes de la cuenca del río Limay: Sitio Grande, departamento Picún Leufú, provincia del Neuquén". Relaciones Soc. Argentina de Antropología. XXVII (2002):101-113. Buenos Aires.

Di Lorenzo, M.; Magne, E, Hammond, H. y L. Prates (2022). "El uso de moluscos marinos entre los grupos cazadores recolectores del interior norpatagónico en el Holoceno tardío (provincia de Río

Negro, Argentina)". Arqueología 28(1), 9926.

Di Prado, V. (2016). "Prácticas de elaboración y uso de la alfarería prehispánica del este de Norpatagonia". En Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina.

Elkin, D. (1997). "Proyecto Arqueológico Swift". Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. MS.

Elkin, D. (2004). "Bucear en la historia". En: Patagonia. Año 1 Nº 2, Fundación Parques Nacionales, Buenos Aires.

Elkin, D. (2019). "arqueología marítima histórica en Argentina: Investigaciones de naufragios acaecidos entre los siglos XVII y XX". Magallánica, Revista de Historia Moderna: 6/11.

Elkin, D. y A. Argüeso (2001). "Aportes teórico-metodológicos para arqueología náutica de momentos históricos. El caso de la corbeta de guerra HMS Swift (Puerto Deseado, Santa Cruz)". Actas del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.

Elkin, D. y C. Murray (2004). "Primer informe. Proyecto relevamiento del patrimonio cultural subacuático de Península Valdés". Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. MS.

Elkin, D. y C. Murray (2007). "Arqueología subacuática en Chubut y Santa Cruz". Arqueología de la costa patagónica: perspectivas para la conservación - 1a ed. Capítulo 7. Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Elkin, D. y C. Murray (2008). "Arqueología subacuática en Chubut y Santa Cruz". En Arqueología de la costa patagónica - Perspectivas para su conservación (pp. 109-124). Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Elkin, D. y C. Murray (2014). "Relevamiento de restos de naufragios - Informe de la cuarta etapa de trabajo de campo (Proyecto Arqueológico Costa Atlántica)". Buenos Aires: INAPL

Elkin, D.; Argüeso, A.; Grosso, M.; Murray, C.; Vainstub, D.; Bastida, R. y V. Dellino-Musgrave (2007). *"Archaeological Research on HMS Swift: a British Sloop-of-War lost off Patagonia, Southern Argentina, in 1770". International Journal of Nautical Archaeology.*

Elkin, D.; Murray, C. y M. Grosso (2015). "Arqueología de naufragios históricos en la costa atlántica fueguina". En Programa arqueológico costa atlántica fueguina, editado por M. Vázquez, J. Oría y D. Elkin. Editora de Tierra del Fuego, Ushuaia.

Elkin, D.; Murray, C. y M. Grosso (2017). "Arqueología de naufragios históricos en la costa atlántica fueguina". En M. Vázquez, D. Elkin y J. Oría (Eds.), Patrimonio a orillas del mar. Arqueología del litoral atlántico de Tierra del Fuego (pp. 207-237). Ushuaia: Cultural Tierra del Fuego.

FAO (2015a). Documento de Trabajo N° 1. Características económicas, sociales e institucionales de la provincia de Río Negro. Proyecto FAO UTF ARG 017.

FAO (2015a). Documento de Trabajo N° 1. Características económicas, sociales e institucionales de la provincia de Río Negro. Proyecto FAO UTF ARG 017.

FAO (2015b). Documento de Trabajo N°3. Sujetos Sociales: Productores Agropecuarios, Población Rural y Pueblos Originarios de la Provincia de Río Negro. Proyecto FAO UTF ARG 017

FAO (2015b). Documento de Trabajo N°3. Sujetos Sociales: Productores Agropecuarios, Población Rural y Pueblos Originarios de la Provincia de Río Negro. Proyecto FAO UTF ARG 017

Farroni, N. D., Cuitiño, J. I., Lazo, D. G., & Buono, M. R. (2021). Taphonomic analysis of an articulated mysticete (Cetacea; Mysticeti) from the late Miocene Puerto Madryn Formation, Península Valdés, Patagonia, Argentina.

Favier Dubois, C. (2019). "*Human occupation chronologies modeled by geomorphological factors: A case study from the Atlantic coast of northern Patagonia (Argentina)". Advances in Coastal*

Geoarchaeology in Latin America (pp. 1-15).

Favier Dubois, C. y F. Borella (2007). "Consideraciones acerca de los procesos de formación de concheros en la costa norte del Golfo San Matías (Río Negro, Argentina)". Cazadores recolectores del Cono Sur, 2, 151-165.

Favier Dubois, C.; Borella, F. y R. Tykot (2009b). "Explorando tendencias en el uso humano del espacio y los recursos en el litoral rionegrino (Argentina) durante el Holoceno medio y tardío". En M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y E. Mansur (Eds.), Arqueología de la Patagonia - Una mirada desde el último confín (pp. 985-997). Ushuaia: Editorial Utopías.

Favier Dubois, C.; Borella, F.; Manzi, L.; Cardillo, M.; Lanzellotti, S.; Scartascini, F.; Mariano, C. y E. Borges Vaz (2008). "Aproximación regional al registro arqueológico de la costa rionegrina". En I. Cruz y S. Caracotche (Eds.), Arqueología de la Costa Patagónica. Perspectivas para la conservación (pp. 50-68). Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Favier Dubois, C.; Stern, C. y M. Cardillo (2009a). "Primera caracterización de los tipos de obsidiana presentes en la costa rionegrina". En M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y E. Mansur (Eds.), Arqueología de la Patagonia - Una mirada desde el último confín (pp. 349-359). Ushuaia: Editorial Utopías.

Febles, J. (1995). "Manual para el estudio de la piedra tallada de los aborígenes de Cuba (Glosario: 12-36)". La Habana: Editorial Academia.

Fuentes, S. N., Cuitiño, J. I., Martz, P., Panera, J. P. P., Guler, V., Palazzesi, L., ... & Scasso, R. A. (2018). Palaeoenvironmental reconstruction of the Puerto Madryn Formation (middle to late Miocene), northeast of Patagonia: palynology, nannofossils and stratigraphy. Ameghiniana, 56(1), 28-52.

García Cook, A. (1982). "Análisis tipológico de artefactos (cap. IV: Método tipológico y cap. V: Análisis y descripción)". México: INAH, Dirección de Monumentos Prehispánicos, Colección científica (Arqueología).

González, C. (2018). Informe Final: "Apoyo técnico para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 en la Provincia de Rio Negro. ODS 13, 14 Y 15", contrato de obra Exp. N° 17553 00 01. Provincia de Río Negro, Consejo Federal de Inversiones (CFI). Disponible en: http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2018/01/gonzalez-c-informe-final-ods.pdf

González, C. (2018). Informe Final: "Apoyo técnico para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 en la Provincia de Rio Negro. ODS 13, 14 Y 15", contrato de obra Exp. N° 17553 00 01. Provincia de Río Negro, Consejo Federal de Inversiones (CFI). Disponible en: http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2018/01/gonzalez-c-informe-final-ods.pdf

Gradín, C. (1988). "Caracterización de las tendencias estilísticas del arte rupestre de la Patagonia (provincias de Río Negro, Chubut y Santa Cruz)". En: Gradín, Carlos J. y Schobinger, Juan, eds. Contribución al estudio del arte rupestre sudamericano: SIARB; 2, pp. 54-67. La Paz, Bolivia.

Gradín, C. J. (2003). "Arte rupestre de la provincia de Río Negro". En Arqueología de Río Negro. Pp: 41-50. Secretaría de Estado de Acción Social de Río Negro.

Gradín, C. J. y A. Aguerre (2003). "Investigaciones arqueológicas en el Cañadón de Santa Victoria. Meseta de El Cuy - Río Negro". En Arqueología de Río Negro. Pp: 19-40. Secretaría de Estado de Acción Social de Río Negro.

Grosso, M.; Elkin, D.; Murray, C. y R. Bastida (2016). "El registro arqueológico de naufragios históricos: consideraciones metodológicas sobre prospecciones costeras en el Atlántico Sur argentino". En Patagonia Diversa. Arqueología de la Patagonia: De mar a mar. La Arqueología Histórica como integradora de múltiples temáticas y enfoques teórico-metodológicos vigentes.

Gutiérrez, G. (2018). "Embarcaciones de fines del siglo XIX e inicios del XX: características

tecnológicas y procesos de formación de sitios en Península Valdés y Ciudad de Puerto Madryn (Provincia del Chubut)". Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras - Universidad de Buenos Aires.

Gutiérrez, G. y D. Elkin (2010). "Barcos a vapor en la Patagonia. Primeras aproximaciones al naufragio del Presidente Roca (Península Valdés, Chubut)". En R. Bárcena y H. Chiavazza (Ed.), Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo (Pp. 2039-2044). Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.

Gutierrez, G., (2017). "Análisis tecnológico del casco del pecio Kaiser (Puerto Madryn, Provincia del Chubut)". Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, 4 (4), pp. 89-99.

Hadjuk, A. (1986). "Arqueología del Montículo Angostura". Primer fechado radiocarbónico (Provincia de Neuquén)". Ediciones Culturales Neuquinas, Arqueología, l. Neuquén.

Hadjuk, A. y A. Albornoz (1999). "El sitio Valle Encantado l. Su vinculación con otros sitios: un esbozo de la problemática local diversa del Nahuel Huapi". Soplando en el Viento. Actas de las Terceras Jornadas de Arqueología de la Patagonia; San Carlos de Bariloche. Neuquén - Buenos Aires: INAPL - Universidad Nacional del Comahue: 371-391.

Heras y Martínez, C. (1992). "Glosario terminológico para el estudio de cerámicas arqueológicas". En: Revista Española de Antropología Americana Nº 22. Editorial Universidad Complutense de Madrid.

Hospitaleche, C. A. (2003). Paraptenodytes antarcticus (Aves: Sphenisciformes) en la Formación Puerto Madryn (Mioceno. Spanish Journal of Palaeontology, 18(2), 179-183.

IAIA - International Association for Impact Assessment (2003). International Principles For Social Impact Assessment. https://www.iaia.org/uploads/pdf/IAIA-SIA-International-Principles.pdf

IAIA - International Association for Impact Assessment (2003). International Principles For Social Impact Assessment. https://www.iaia.org/uploads/pdf/IAIA-SIA-International-Principles.pdf

IFC - International Finance Corporation (2012). Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social. https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/ifcperformancestandardsspanish.pdf

IFC - International Finance Corporation (2012). Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social. https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/ifcperformancestandardsspanish.pdf

INDEC (2024). Censo 2022 - Población indígena. Resultados definitivos. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2022_poblacion_indigena.pdf

INDEC (2024). Censo 2022 - Población indígena. Resultados definitivos. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2022_poblacion_indigena.pdf

LIZUAÍN, A. y E. SEPÚLVEDA, 1979. Geología del Gran Bajo del Gualicho, provincia de Río Negro. Actas 7º Congreso Geológico Argentino, 1: 407-422. Buenos Aires.

Llano, C.; Sosa, P.; Sánchez Campo, C. y R. Barberena (2019). "Arqueobotánica de Cueva Huenul 1 (Neuquén, Argentina): selección y procesamiento de especies vegetales". Intersecciones en Antropología 20 (2).

MALUMIÁN, N., 1970. Bioestratigrafía del Terciario marino del subsuelo de la provincia de Buenos Aires. Revista Ameghiniana, 7(2): 173-204.

MALUMIÁN, N., 1972. Foraminíferos del Oligoceno y Mioceno del subsuelo de la provincia de Buenos Aires. Revista Ameghiniana, 9 (2): 97-137.

Mange, E. (2016). "Prospecciones fluviales y terrestres en el valle medio del río Negro (Río Negro)". En Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina.

Mange, E. et al (2023). Los pueblos nómades de Río Negro.1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos

Aires : Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

Mange, E. et al (2023). Los pueblos nómades de Río Negro.1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

Mange, E., A. R. Van Raap y D. C. León. (2013). "La arqueofauna del sitio Loma de los Muertos (departamento de General Conesa, Río Negro)". Intersecciones en Antropología 14 (2): 301-314.

Manzi, L. y Borella, F. (2010). DISTURBACIONES ANTRÓPICAS RECREATIVAS DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO EN LA COSTA DEL GOLFO SAN MATÍAS, PROVINCIA DE RÍO NEGRO, ARGENTINA. Simposio: "Paisajes arqueológicos en circuitos turísticos no convencionales". https://publicaciones.unpa.edu.ar/index.php/ICTUNPA/article/view/487

Manzi, L. y Borella, F. (2010). DISTURBACIONES ANTRÓPICAS RECREATIVAS DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO EN LA COSTA DEL GOLFO SAN MATÍAS, PROVINCIA DE RÍO NEGRO, ARGENTINA. Simposio: "Paisajes arqueológicos en circuitos turísticos no convencionales". https://publicaciones.unpa.edu.ar/index.php/ICTUNPA/article/view/487

MARTíNEZ, H., LIZUAíN, A. y C. NAÑEZ, 1996. Hoja geológica 4166-II San Antonio Oeste. Dirección Nacional del Servicio Geológico (inédito). Buenos Aires.

Ministerio de Educación y Deportes de la Nación (2016) Cultura, historia y presente del pueblo mapuche y mapuche-tehuelche en Río Negro, Chubut y Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes.

Ministerio de Educación y Deportes de la Nación (2016) Cultura, historia y presente del pueblo mapuche y mapuche-tehuelche en Río Negro, Chubut y Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes.

Ministerio de Interior (2023). Movilidad residencial de población de origen extranjero en Argentina. https://www.argentina.gob.ar/interior/renaper/estadistica-de-poblacion/movilidad-residencial-de-la-poblacion-de-origen-extranjero

Ministerio de Interior (2023). Movilidad residencial de población de origen extranjero en Argentina. https://www.argentina.gob.ar/interior/renaper/estadistica-de-poblacion/movilidad-residencial-de-la-poblacion-de-origen-extranjero

Ministerio de Transporte de la Nación (2024) Estadísticas de carga. https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/estadisticas-de-carga/containerizada

Ministerio de Transporte de la Nación (2024) Estadísticas de carga. https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/estadisticas-de-carga/containerizada

Miotti, L. y M. Salemme (2004). "Poblamiento, movilidad y territorios entre las sociedades cazadoras-recolectoras de Patagonia". Complutum, Vol. 15: 177-206.

Mouzo, F. y C. Paterlini (2017). "Geología submarina del golfo norpatagónico San Matías". Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa 3 COPLA, Ministerio de Relaciones Exteriores, Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 74 (4): 553-569.

Murray, C. (1993). "Corbeta de guerra HMS Swift (1763). Historia, naufragio, rescate y conservación". Comité argentino del ICOMOS, Buenos Aires: Museo Provincial Mario Brozoski y Municipalidad de Puerto Deseado.

Murray, C. (2012). "Listado de naufragios en aguas argentinas". En https://www.diariojornada.com.ar/45775/Sociedad/Listado_de_naufragios_en_aguas_argentinas.

Murray, C., (2019). "Sitio Bahía Galenses (Puerto Madryn, Chubut). Nuevos aportes al estudio de las prácticas de construcción naval en el siglo XIX". En J. Gómez Otero, A. Svoboda y A. Banegas (Eds.), Arqueología de la Patagonia: el pasado en las arenas (pp. 155-166). Puerto

Madryn: IDEAUS-CONICET.

Murray, C.; Vainstub, D.; Manders, M. y Bastida, R., (2008). “Tras la estela del Hoorn; arqueología de un naufragio holandés en la Patagonia”. Buenos Aires: Vázquez Mazzini.

Murray, C.; Vainstub, D.; Manders, M. y R. Bastida (2007). “El Naufragio del Hoorn - 1615- Prospecciones costeras y subacuáticas en la Ría Deseado (Santa Cruz, Argentina)”. Arqueología de Fuego - Patagonia (Pp.351-355). Punta Arenas, Chile.

Murray, C.; Vainstub, D.; Manders, M. y R. Bastida, (2007). “El naufragio del Hoorn -1615- Prospecciones costeras y subacuáticas en la ría Deseado”. En F. MORELLO (Ed.), Arqueología de Fuego - Patagonia (Pp. 351-355). Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos

Navarro Floria, P. (2006). “Paisajes del progreso. La Norpatagonia en el discurso científico y político argentino de fines del siglo XIX y principios del XX”. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, Barcelona, X-218-76.

Navarro Floria, P. (2011). “Las viejas fronteras revisitadas: problematizando la formación territorial de los bordes de los Estados-nación latinoamericanos a través del caso de la Norpatagonia Argentina”. Antíteses, v. 4, n. 8, pp. 427-454.

Oliva, F. y N. Morales (2018). “Relaciones entre las sociedades originarias y la fauna del sur del área ecotonal húmeda seca pampeana. El sitio Gascón 1 como expresión que trasciende la subsistencia”. Revista de Arqueología Histórica Argentina y Latinoamericana 12: 760-776. Buenos Aires.

Orensanz, J.; Escofet, A. y V. Scarabino (1973). “Relevamiento y tipificación de las comunidades bentónicas”. En Relevamiento Ecológico y tipificación de las comunidades del Litoral Marítimo de la Provincia de Río Negro, con especial referencia al establecimiento de áreas de cultivo para especies de interés comercial pp. 295-362. Instituto de Biología Marina, Asesoría de desarrollo de Río Negro y Consejo Federal de Inversiones. Director del programa: Santiago R. Olivier. Inédito. Disponible en: Biblioteca del Consejo Federal de Inversiones (Capital Federal).

Palazzesi, L., & Barreda, V. (2004). Primer registro palinológico de la Formación Puerto Madryn, Mioceno de la provincia del Chubut, Argentina. Ameghiniana, 41(3), 355-362.

Palermo, M. A. (1986). “Reflexiones sobre el llamado “complejo ecuestre” en la Argentina”. Runa XVI:157-178.

Patagonia Norte (2024) Datos publicados por Patagonia Norte publicados hasta agosto 2024, consultados el 2/10/24 en: https://www.patagonia-norte.com.ar/index.html

Pichumil, F. y M. Nagy (2016). “Pueblos indígenas en la Argentina; 18. Cultura, historia y presente del pueblo mapuche y mapuche-tehuelche en Río Negro, Chubut y Buenos Aires”. 1ra Ed. ilustrada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes.

Pierucci, L. y Piantoni, G. (2021) Capítulo 3. EL TURISMO EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO en Río Negro, los caminos de la historia : tomo II / Susana Bandieri... [et al.] ; editado por Susana Bandieri. - 1a ed. - Neuquén : Pido La Palabra.

Pierucci, L. y Piantoni, G. (2021) Capítulo 3. EL TURISMO EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO en Río Negro, los caminos de la historia : tomo II / Susana Bandieri... [et al.] ; editado por Susana Bandieri. - 1a ed. - Neuquén : Pido La Palabra.

Plastino, W.; Kaihola, L.; Bartolomei, P. y F. Bella (2001). “*Cosmic background reduction in the radiocarbon measurement by scintillation spectrometry at the underground laboratory of Gran Sasso*”. *In Radiocarbon, 43: 157-161.*

Prates, L. (2004). “Arqueología de la cuenca media del río Negro (provincia de Río Negro). Una primera aproximación”. En Intersecciones en Antropología 5: 55-69. ISSN 1666-2105.

Prates, L. (2007). “Arqueología del Valle Medio del río Negro”. Tesis doctoral. Tomo I. FCNyM. UNLPa.

Prates, L. (2008). “Los indígenas del río Negro. Un enfoque arqueológico”. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Prates, L. y E. Mange (2016). “Paisajes de tránsito y estaciones en las planicies y bajos del centro-este de Norpatagonia”. En Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XLI (1).

Prates, L., Flensborg, G. y P. Bayala (2010). “Caracterización de los entierros humanos del sitio Loma de Los Muertos (Valle medio del rio Negro, Argentina). En Magallania 38 (1):147-162.

Ramos, M. (2013). “Patrimonio arqueológico de la cuenca del río Limay. Agentes y procesos que lo destruyen”. En revista Atek Nº 3, 2013. Pp: 75-110.

REICHLER, V.A. y H. CAMACHO, 1991. Bioestratigrafía del terciario marino entre los cerros Fuerte Argentino y Bandera, provincia de Río Negro. Anales de la Sociedad Científica Argentina, 221: 19-34.

Requena, I. (2016). “Análisis de materiales líticos del sitio arqueológico Pomona (Valle medio del rio Negro”. En Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina.

Romero, M. V., Brezina, S. S., Bremec, C., & Casadío, S. (2017). Sclerobionts on Patagonian Oysters from the Puerto Madryn Formation (Early—Late Miocene, Argentina). Ameghiniana, 55(2), 179-196.

ROSSI DE GARCÍA, E., 1975. Informe sobre muestras de la Hoja 42 h Puerto Lobos. Servicio Geológico Nacional, 3p., (inédito).

ROSSI DE GARCÍA, E.. 1970. Ostracodes du miocene de la Republique Argentine (entrerriense de la península Valdés). Colloque Africain de micropaleontologie. 4: 391-417. Abidjan.

Ruiz Zapatero, G. y F. Burillo Mozzota (1988). “Metodología para la investigación arqueología territorial”. MUNIBE (Arqueología y Antropología). Suplemento Nº 6. San Sebastián. Pp: 45-64.

Saghessi, D. (2016). “Los artefactos de molienda del sector nororiental de la provincia de Rio negro”. En Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Mesa de comunicaciones de estudiantes. San Miguel de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales UNT. Serie Monográfica y didáctica. Vol. 54.

Sanguinetti de Bórmida, A. (1973). "Los aleros de la Bajada del Salitral de El Chocón (Provincia de Río Negro). Nota preliminar". Antiquitas; 16:1-6. Buenos Aires.

Sanguinetti de Bórmida, A. (1981). "Los aleros del Limay norte (Área de El Chocón)" En Sanguinetti de Bórmida, Amalia C., Dir., coord. Prehistoria de la cuenca del río Limay. Los aleros del Limay norte (Área de El Chocón). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras; pp. 19-37. Publicación Nº I. Buenos Aires.

Santa Ana, C.; Bocco, G. y A. Cinti (2017). “Construcción social del paisaje y (des)estructuración territorial. El “camino de los pulperos” en la costa atlántica patagónica”. En: P. S. Urquijo, A. Vieyra, G. Bocco, eds. Geografía e Historia Ambiental, pp 173-189. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Morelia, Michoacán, México.

Scartascini, F. (2020). Arqueología de la pesca en la costa ríonegrina : Patagonia Argentina / Federico Luis Scartascini. - 1a ed ilustrada. - San Carlos de Bariloche: IIDyPCa - Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos de Cambio.

Scartascini, F. (2020). Arqueología de la pesca en la costa ríonegrina : Patagonia Argentina / Federico Luis Scartascini. - 1a ed ilustrada. - San Carlos de Bariloche: IIDyPCa - Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos de Cambio.

SCASSO, R. y C. DEL RÍO, 1987. Ambientes de sedimentación. estratigrafía y procedencia de la secuencia marina del Terciario superior de la región de península de Valdes, Chubut. Revista Asociación Geológica Argentina, 42 (3 -4): 291 -321).

Serna, A. y L. Prates (2012). “Bioarqueología y cronología del sitio Negro Muerto 2 (noreste de Patagonia). En Magallania 40 (2): 233-245.

Silveira, M. (1995). “Arqueología del Neuquén y Río Negro”. Curso: Panorama actual de los trabajos arqueológicos en las provincias de Río Negro y del Neuquén. Universidad Nacional del Comahue.

SPALLETTI, L.A., S. MATHEOS y J.C.MERODIO, 1993. Sedimentitas Carbonáticas Cretácico - Terciarias de la Plataforma Norpatagónica. Actas 12º Congreso geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1: 249-257. Buenos Aires.

Taylor, R. (1985). *“The Beginnings of Radiocarbon Dating in American Antiquity: A Historical Perspective”. American Antiquity, 50(2), 309-325.*

Vainstub, D. y C. Murray (2004). “Proyecto Hoorn. Un naufragio holandés en la Patagonia”.Trabajo presentado en el XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto.

Vainstub, D. y C. Murray (2009). “Los restos del Hoorn (1615): Patrimonio Cultural Sumergido en Puerto Deseado”. En: Estado actual de las investigaciones realizadas sobre Patrimonio Cultural en Santa Cruz, editado por S. Mirelman, pp. 141-146, Dirección de Patrimonio Cultural, Subsecretaría de Cultura de la Provincia de Santa Cruz, Río Gallegos.

Vallega, A. (2010). “Historia de la Patagonia. Desde el siglo XVI hasta 1955”. Programa de Investigación Geográfico Político Patagónico. Universidad Católica Argentina. Facultad de Derecho y Ciencias Políticas. Escuela de Ciencias Políticas.

WEBER. E. 1983. Descripción Geológica de la Hoja 40 j. Cerro El Fuerte, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Boletín 196. Buenos Aires.

Zanfardini, L. et al (2023). Informe Final Proyecto “Migración del Sur Global en Río Negro: la zona Atlántica (2000-2020). Universidad Nacional de Río Negro.

Zanfardini, L. et al (2023). Informe Final Proyecto “Migración del Sur Global en Río Negro: la zona Atlántica (2000-2020). Universidad Nacional de Río Negro.

9. ANEXO: PARTES INTERESADAS CONTACTADAS

- **Partes interesadas entrevistadas (organizadas en el orden en que se realizaron).**

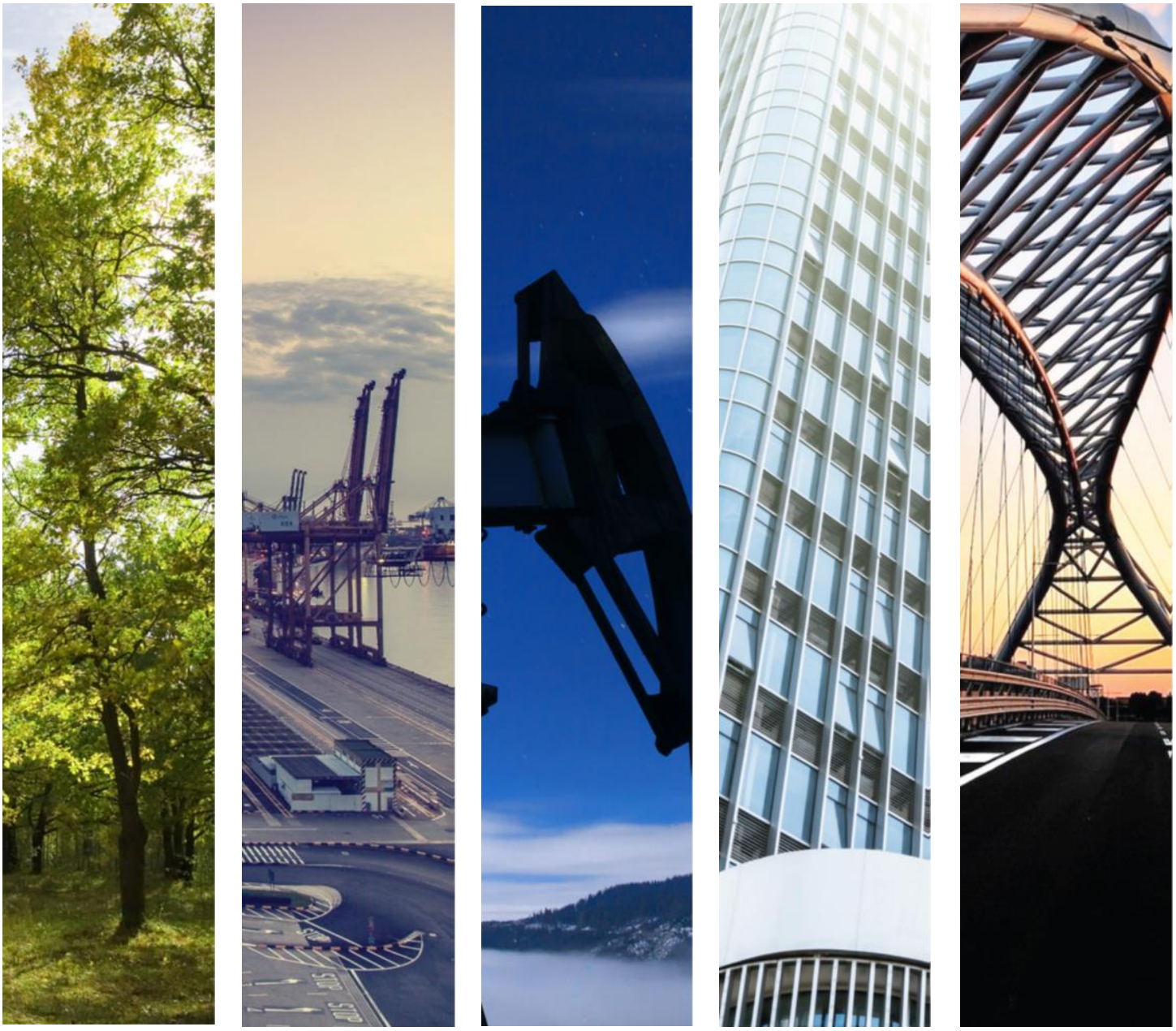
ID	Personas	Actor
1	1	Secretaría de Energía y Ambiente de Rio Negro
2	1	Secretaría de Trabajo de Rio Negro
3	1	Dirección Nacional de Transporte e Infraestructura de la Subsecretaría de Hidrocarburos de la Nación
4	1	Subsecretaría de Pesca de la provincia de Rio Negro.
5	1	Dirección de Puertos
6	1	Delegación de Ambiente SAO
7	1	Legislador RN- Zona Andina. Presidente de la Comisión de Planeamiento, Desarrollo Económico y Turismo.
8	1	CGT Regional Zona Atlántica Río Negro- UOCRA Zona Atlántica
9	1	Secretaría de Ambiente y Cambio Climático
10	1	FEERN (Federación de Entidades Empresarias de Río Negro)
11	1	Secretaría de Hidrocarburos
12	1	CIMAS (Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni”)
13	1	Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCiMar) - UNCo
14	3	Superficiarios Sociedad IBPatagonia
15	1	INVAP
16	2	Cota Cero
17	1	Prefectura Naval Argentina - San Antonio Oeste
18	1	Legislador RN- Zona Atlántica- Comisión de Pesca
19	1	Encargado de Campo Fuerte Argentino (productor)
20	1	Del Azul restaurante
21	4	Asociación Civil Pescadores Artesanales de San Antonio Oeste
22	1	Dirección de Pesca, Control y Fiscalización SAO
23	1	Hospital Las Grutas
24	1	Secretaría de Planificación y Desarrollo Sustentable SAO
25	1	Subsecretaria de Desarrollo Sustentable SAO
26	1	Subsecretaría de obras públicas SAO

ID	Personas	Actor
27	1	Delegación municipal de Las Grutas
27		Bomberos Voluntarios Las Grutas
28	1	Hospital SAO
29	1	Delegación SAE
30	1	Puerto SAE
31	3	Cámara de Armadores y Productores de RN
32	1	Consejo Deliberante de SAO
33	3	Multisectorial Socioambiental
34	1	SOMU Delegación SAO
35	1	Asociación de Pulperos de Las Grutas
36	1	Dirección Provincial de Vialidad RN
37	1	Brigada de policía rural SAO
38	1	Transportadora Gas del Sur (TGS)- Planta de SAO
38	48	Total Partes Interesadas: 39

- **Partes interesadas contactadas pero que por falta de tiempo o por falta de interés no accedieron al pedido de entrevista. En representación de las áreas municipales contactadas y no entrevistadas el área de Secretaría de Planificación y Desarrollo Sustentable accedió a la entrevista.**

Pertenencia	Jurisdicción	Actor	Nombre Referente
Estatal	Municipal	Municipalidad de San Antonio Oeste	Jorge Adrian Casadei (Intendente) Matías Hermo (Secretario General de Coordinación Institucional y Gobierno)
Estatal	Municipal	Dirección de Tierras y Catastro	Estefania Espiasse
Estatal	Municipal	Agencia de Turismo, Cultura y Deporte	Carassale, Nicolás
Organizaciones de la Sociedad Civil	Municipal	Fundación Inalafquen	Mirta Carbajal (Presidenta) Patricia Lonch (integrante)
Estatal	Provincial	Ministerio de Gobierno, Trabajo, Modernización y Turismo	Federico Lutz (Ministro)

Pertenencia	Jurisdicción	Actor	Nombre Referente
Estatal	Provincial	Ministerio de Producción	Carlos Banacloy (ministro)
Estatal	Provincial	Legislatura Provincial	Juan Martin (PRO). Presidente del bloque
Estatal	Provincial		Facundo López (JSRN). Presidente del bloque
Estatal	Provincial		Luis Noale (JSRN) Zona Atlántica
Estatal	Provincial		Aime Kircher (JSRN) Zona Atlántica



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 5: Línea de Base Ambiental

Junio 2025

CAPÍTULO 5: LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. AMBIENTE COSTERO-MARINO 4

3. COMUNIDADES PLANCTÓNICAS 9

3.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO 10

3.1.1 Registro de Parámetros Físico-Químicos 10

3.1.2 Muestreo y Análisis de la Comunidad Fitoplanctónica 11

3.1.3 Muestreo y Análisis de las Comunidades de Zoo e Ictioplancton 11

3.2 RESULTADOS 12

3.2.1 Condiciones Físico-Químicas 12

3.2.2 Biomasa Fitoplanctónica 13

3.2.3 Característica de los Ensambles Fitoplanctónicos 14

3.2.4 Análisis Cuantitativo de Especies Dominantes Fitoplanctónicas 17

3.2.5 Zooplancton e Ictioplancton 18

3.3 CONCLUSIONES 22

4. COMUNIDADES BENTÓNICAS 22

4.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO 22

4.2 RESULTADOS 24

4.3 CONCLUSIONES 29

5. MAMÍFEROS MARINOS 29

5.1 METODOLOGIAS EMPLEADAS 30

5.1.1 Relevamiento Visual 31

5.1.2 Relevamiento Sonoro 31

5.2 RESULTADOS 34

5.2.1 Monitoreo de Mamíferos Marinos desde Embarcación 34

5.2.2 Monitoreo Acústico de Cetáceos y Ruido Submarino en Las Grutas (2024–2025) 39

5.3 CONCLUSIONES FINALES 52

6. ÁREAS PROTEGIDAS 53

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

6.1.1 Reserva Faunística Punta Bermeja 54

6.1.2 Área Natural Protegida Caleta de los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón 56

6.1.3 Área Natural Bahía de San Antonio 58

6.1.4 Parque Nacional Islote Lobos 63

6.1.5 Área Natural Protegida Puerto Lobos 65

6.1.6 Área Natural Protegida Península Valdés 66

7. BIBLIOGRAFÍA 68

8. ANEXOS 71

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que: la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM se desarrolla en el mismo ámbito geográfico que la Etapa 1, y el corto plazo de tiempo transcurrido desde el desarrollo de la Línea de Base Ambiental elaborada para el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), se toma como válida para el presente Estudio de Impacto Ambiental la mencionada Línea de Base, la cual se encuentra desarrollada en los siguientes apartados:

1. **Medio Físico** (ver Anexo 5-1)
2. **Medio Biótico** (ver Anexo 5-2)
3. **Medio Social** (ver Anexo 5-3)

Esta Línea de Base se complementa con nuevos relevamientos sitio-específicos y ampliatorios, diseñados en función de la ubicación precisa de los componentes de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM y la posibilidad de completar relevamientos de información; a saber:

- **Muestreo y caracterización de las comunidades bentónicas.** Al tratarse de comunidades sésiles son especialmente sensibles a los efectos del proyecto. Además, su distribución está fuertemente vinculada a la ubicación específica, por lo que es necesario conocer con precisión la composición de las comunidades presentes sobre la traza del nuevo tramo de gasoducto submarino y sitio de amarre y operación de la nueva FLNG MK II.
- **Muestreo y caracterización de las comunidades planctónicas.** Al tratarse de comunidades de baja movilidad, son especialmente sensibles a los efectos del proyecto. Además, su distribución está fuertemente vinculada a la ubicación específica, por lo que es necesario conocer con precisión la composición de las comunidades presentes sobre la traza del nuevo tramo de gasoducto submarino y sitio de amarre y operación de la nueva FLNG MK II.
- **Registro de mamíferos marinos.** Dado que el aumento del ruido antrópico submarino es una de las principales preocupaciones en torno a su posible efecto sobre la presencia de mamíferos marinos en el área del proyecto, se propuso realizar una nueva campaña de registro de ruido submarino, discriminando entre el ruido generado por los mamíferos marinos (vocalizaciones) y el ruido antrópico, en la zona de operación del proyecto y en una zona más antropizada.

2. AMBIENTE COSTERO-MARINO

El Proyecto FLNG GSM se emplaza en un ambiente costero-marino del Golfo San Matías (Figura 1). El Golfo San Matías está localizado en el Mar Argentino y se extiende desde Punta Bermeja (40º 45’ S), al norte, en la provincia de Río Negro, y Punta Norte (42º 15’ S), al sur, en el extremo de la península Valdés, en la provincia de Chubut, centrado aproximadamente en la longitud 64º 30’ O.

Su saco alcanza los 120 km de fondo y se comunica con la plataforma continental abierta a través de una amplia boca (ancho de aproximadamente 100 km). En su costa norte se encuentra la caleta de los Loros, poco profunda, mientras que en su extremo noroeste se extiende la bahía de San Antonio. En su sector sur se conecta, a través de un estrecho angosto, con el golfo San José.

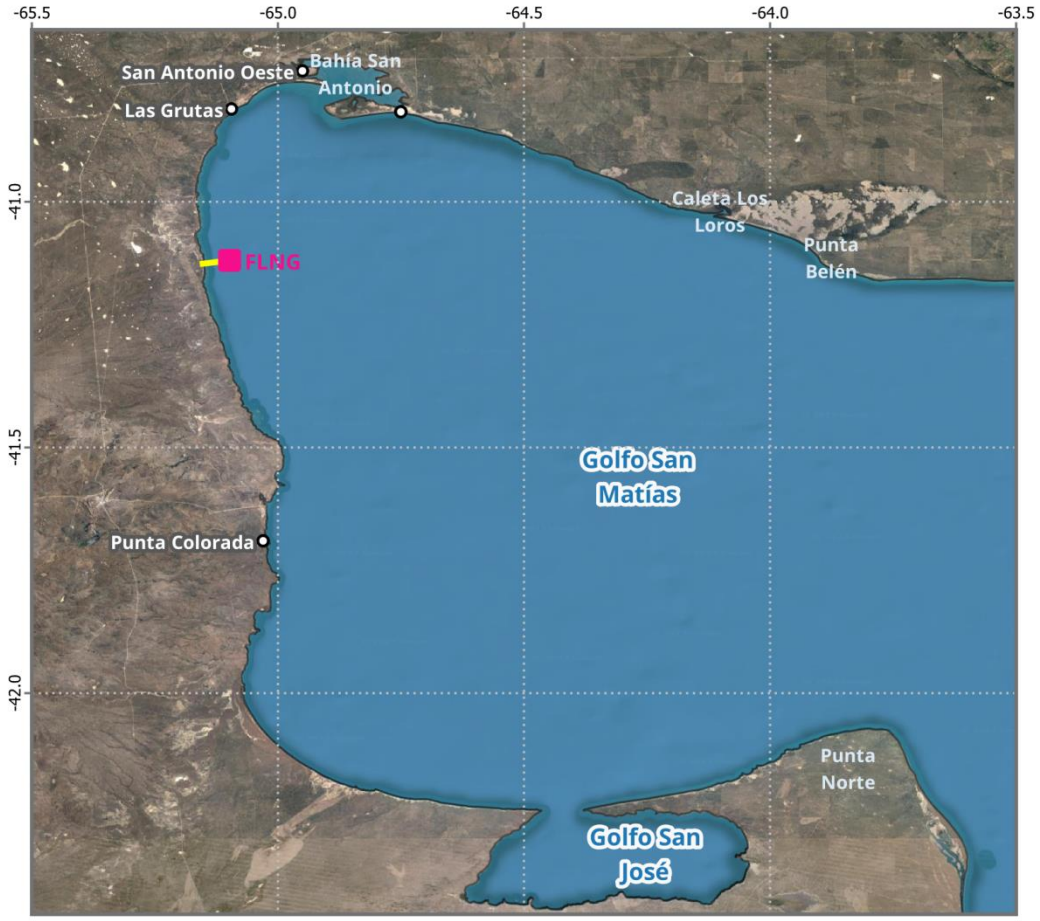


Figura 1. Área de estudio.

El Golfo San Matías se localiza en el sector central de la eco-región marina denominada Gran Ecosistema Marino de la Plataforma Patagónica (Patagonian Shelf Large Marine Ecosystem).[1]

La Plataforma Patagónica está dominada por los efectos combinados de fuertes vientos del oeste, mareas de gran amplitud, grandes descargas de baja salinidad y un amplio flujo de circulación en sentido noreste que se intensifica hacia el borde de la plataforma (Matano et al. 2010). Este ecosistema se encuentra dominado por dos grandes corrientes marinas oceánicas: la corriente fría de Malvinas, que corre en sentido sur-norte a lo largo del contorno del talud continental y constituye la fuente de producción biológica de este sistema oceánico; y la corriente cálida de Brasil que, en cambio, corre en sentido norte- sur y presenta una baja concentración de nutrientes (Figura 3). Ambas grandes corrientes, restringidas a profundidades menores a los 1500 m, convergen en una latitud cercana a la del Río de la Plata. Esta zona de convergencia se desplaza hasta el sur de la provincia de Buenos Aires durante el verano y en invierno se localiza más al norte, hasta alcanzar las costas de Río Grande do Sul. La enorme zona frontal resultante de la convergencia a ambas corrientes se denomina Convergencia Subtropical del Atlántico.

[1] https://www.marineregions.org/gazetteer.php?p=details&id=8586

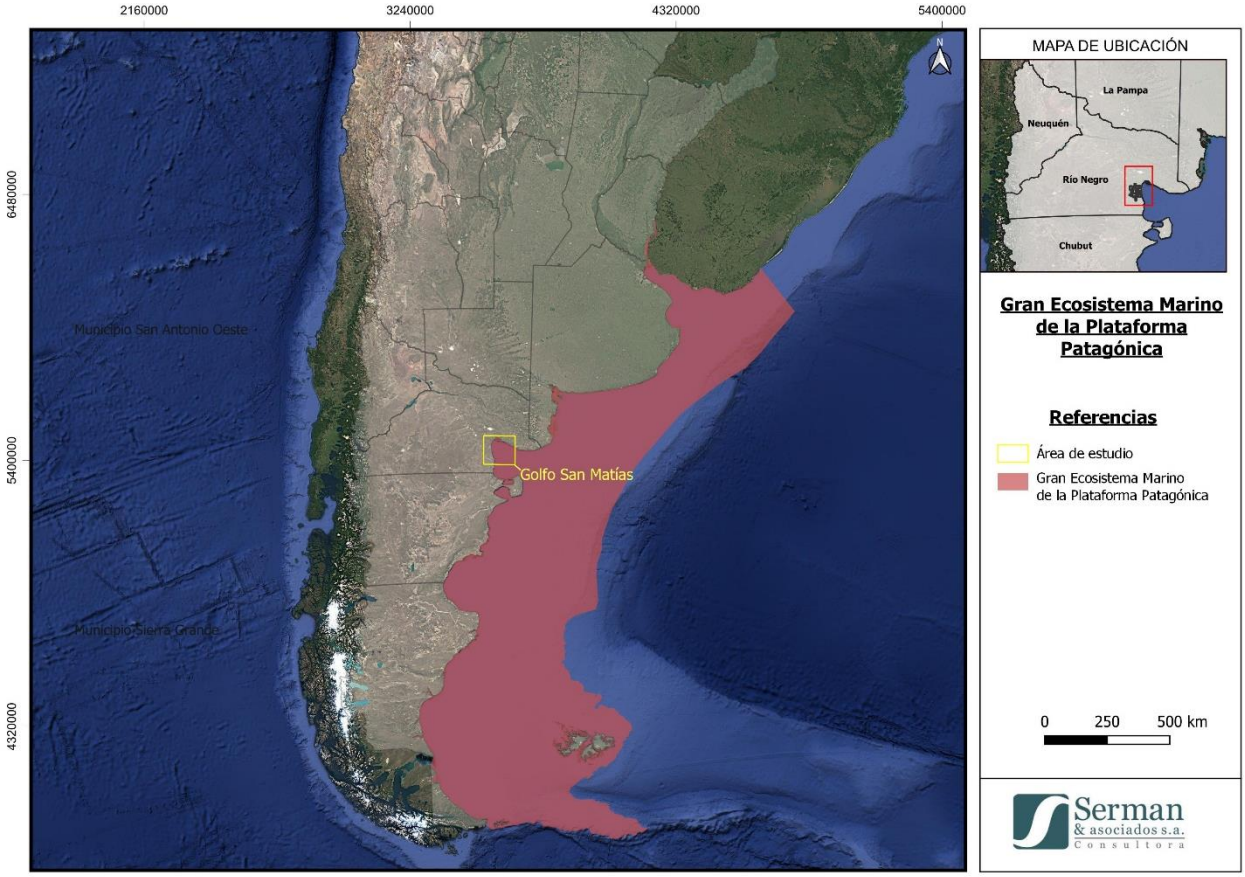


Figura 2. Ubicación del Gran Ecosistema Marino de la Plataforma Patagónica (en rojo) y ubicación del Golfo San Matías. Imagen tomada de www.marineregions.org (Flanders Marine Institute, 2023).

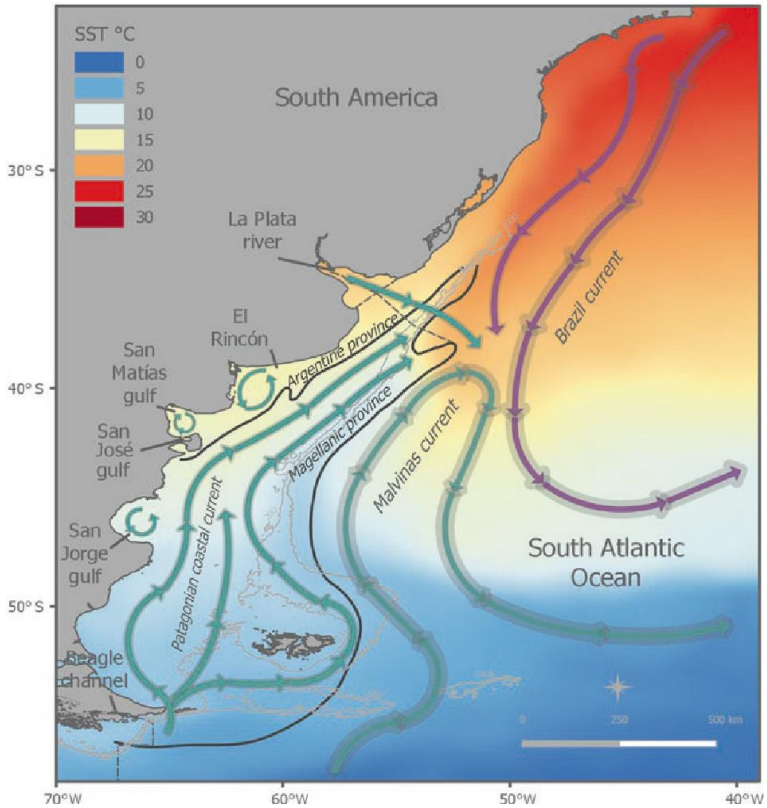


Figura 3. Principales corrientes marinas que dominan la Plataforma Continental Argentina. Tomado de Narvarte et al. 2022 (modificado de Matano et al. 2010).

Aparte de la corriente de Malvinas, la llamada corriente Costera Patagónica, ejerce una influencia significativa sobre la plataforma y sobre las aguas costeras en particular. Se trata de una corriente en chorro bien definida dentro de la plataforma interior que se origina al sur de los 49°S. Dicha corriente tiene su origen en la interacción de las corrientes de marea de origen subantártico que ingresan a la plataforma entre el continente y la Isla de los Estados y las descargas del Estrecho de Magallanes. La corriente Costera Patagónica fluye en sentido sur-norte entre la costa y la corriente de Malvinas, desde el litoral atlántico fueguino y la plataforma frente a la provincia de Santa Cruz, hasta alcanzar el paralelo 38ºS. Tanto la corriente de Malvinas como la corriente Costera Patagónica transportan grandes cantidades de nutrientes y constituyen la base de la producción biológica de este gran ecosistema. Esta producción biológica generada por estas corrientes, tanto en el sector antártico como en la plataforma patagónica, constituyen el sostén de los servicios ecosistémicos, que incluyen principalmente a la pesca y el turismo de naturaleza.

La zona costera de la Plataforma Patagónica entre los 38°S y el límite de la Provincia Magallánica, conocida como El Rincón, recibe la influencia alternada de las aguas cálidas costeras del norte y las aguas templadas frías de la corriente Patagónica (Piola y Rivas 1997, Matano et al. 2010). Ocasionalmente, esta área también recibe una intrusión de las aguas frías de la corriente de Malvinas (Piola et al. 2009).

Desde el punto de vista biogeográfico (Figura 3), el límite norte de la Plataforma Patagónica coincide con el límite norte del Distrito Rionegrino de la Provincia Biogeográfica Argentina (Balech y Ehrlich 2008). Al sur, el límite entre las provincias biogeográficas Argentina y Magallánica corre en dirección noreste-sudoeste a lo largo de la isobata de 70 m hasta la latitud 44°S. Este límite es altamente permeable para varias especies cuyos estadios larvarios o adultos se desplazan en las masas de agua predominantes a cada lado de este límite. Debido a la diversidad faunística resultante de la mezcla de especies subtropicales y subantárticas, esta área, así como toda la Provincia Biogeográfica Argentina, ha sido considerada como un ecotono (Balech y Ehrlich 2008, Galván et al 2022).

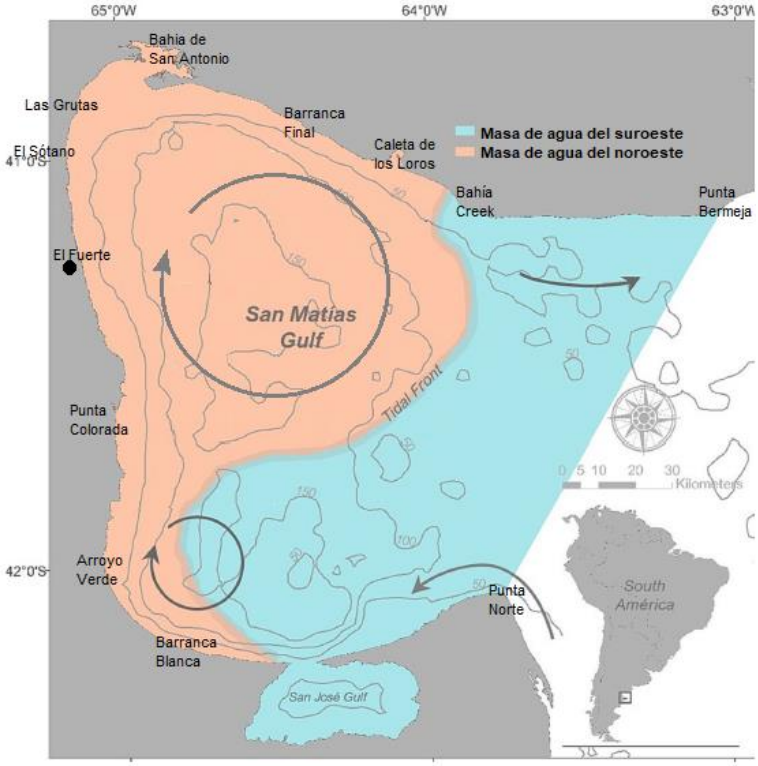


Figura 4. Esquema de la batimetría general y estructura ambiental del Golfo San Matías durante el verano. Se destaca el sistema frontal principal totalmente formado (sombra gris) y la dirección el flujo medio de circulación (flechas grises) (basado en Piola y Scasso, 1988, Acha et al., 2004, Tonini et al., 2013).

El Golfo San Matías (Figura 4) es el más extenso de los tres golfos norpatagónicos, con una superficie de casi 20 mil km^2. Ubicado entre las latitudes 40º43'S y 42º15'S, y las longitudes 63º07'O y 65º10'O, se comunica al este con la plataforma continental a través de una boca de unos 115 km, en Punta Bermeja al norte, y Punta Norte en el extremo sur.

En cuanto al origen y edad del Golfo San Matías, existe actualmente consenso respecto a que el mismo se formó en el último interglacial durante la transgresión pleistocena (aproximadamente 120 mil años atrás) como resultado del retroceso costero y de la inundación de una depresión subaérea similar a otras depresiones hoy cercanas a la costa (Mouzo y Paterlini 2017). Según estos autores, la posterior regresión del mar pleistoceno originó un pequeño mar cerrado que podría haber descendido su nivel hasta la actual isobata de 100 m, antes de ser nuevamente invadido por el mar durante la transgresión holocena hace poco más de 11 mil años (Isla 2013).

En torno a las costas del golfo se destacan los siguientes accidentes geográficos: al norte, una caleta poco profunda, Caleta de los Loros; en su extremo noroeste, la Bahía de San Antonio, formada a partir de la invasión marina de gran parte de una depresión continental preexistente, el Gran Bajo de San Antonio (Mouzo 2014); y en su extremo meridional se une a través de un angosto estrecho con un golfo interior, el Golfo San José.

El tramo de la costa norte del golfo, entre Punta Bermeja y Barranca Final, presenta grandes acantilados (hasta 50 m) conformados principalmente por sedimentitas de la Formación Río Negro (Mioceno-Plioceno), con presencia de areniscas conglomeradas (Fm Tehuelche o Rodados Patagónicos) y depósitos eólicos (Fm Punta Villarino) recientes en la parte superior (Caselli et al. 2019). El tramo costero entre Barranca Final y Punta Villarino, se compone de sedimentos arenosos y gravas con bioclastos de moluscos marinos, depositados en las playas actuales que cubren la costa desde la zona supramareal a la inframareal (Gelos et al. 1992; del Rio et al., 2004). Tanto la Fm Río Negro como la Fm Tehuelche constituyen las principales fuentes de sedimentos de playa para toda la costa norte del golfo (Gelós et al. 1992). La franja intermareal a lo largo de esta costa se caracteriza por la presencia de plataformas de abrasión de extensión variable (hasta 1000 m en Baliza San Matías) conformadas principalmente por sedimentos de la Fm Río Negro.

En la costa occidental del golfo, el ambiente litoral presenta características diferentes a las anteriores. En el tramo entre la desembocadura de la Bahía de San Antonio y el paraje El Sótano, que se extiende por algo más de 27 km, sobre la línea de pleamar se destaca la presencia de formaciones dunares continuas, ya sea en conexión directa con la línea de playa o establecidas sobre barrancas de diferente altura. En el mismo tramo costero, pero en el sector intermareal, las bajamares dejan al descubierto extensas plataformas de abrasión de superficie casi horizontal, que pertenecen a la Fm Patagonia de edad miocena, compuesta por sedimentos limo-arenosos hasta limo-arcillosos de color general amarillo verdoso y con niveles fosilíferos. En algunos sectores, como en la zona de Las Grutas, esta formación conforma acantilados de mediana altura.

Al sur del paraje El Sótano y hasta Punta Colorada (donde se localiza el área del proyecto) aflora en forma discontinua la Fm El Fuerte, compuesta de calizas arenosas de color blanco grisáceo (Kokot et al. 2004). En parte son areniscas carbonáticas muy cementadas, que presentan una alta resistencia a la erosión y constituyen la extensa plataforma litoral, cubierta en parte por depósitos de cordones litorales. Estos cordones, que afloran sobre esta plataforma en forma discontinua hasta el límite con la provincia de Chubut son depósitos pleistocenos y holocenos compuestos de gravas arenosas. Más al sur de Arroyo Verde, entre esa localidad y Punta Quiroga, en el contorno sur de la costa del golfo, se extienden grandes acantilados compuestos de limos cineríticos, arcillitas y areniscas correspondientes a la Fm Gaiman, de origen Oligoceno Superior (Haller et al. 2001).

En lo que respecta a los aspectos hidrológicos, el Golfo San Matías presenta en su zona central profundidades de hasta 200 metros, superiores incluso a las de la plataforma continental adyacente. La presencia en la zona de la boca del golfo de un zócalo de profundidades intermedias (50-80 m) determina restricciones en el intercambio de las masas de agua con el mar abierto.

Esta particularidad determina además la formación de un frente de mareas termohalino que, durante los meses de verano, divide al golfo en dos masas de agua bien diferenciadas: una al norte, cálida, más salina, con menores concentraciones de nutrientes inorgánicos y una marcada termoclina; y otra masa de agua en la zona sur, verticalmente homogénea, fría, menos salina y con mayores concentraciones de nutrientes, que está influida a su vez por las aguas de plataforma que entran y salen a diario por el sector sur de la cuenca. Junto con este fenómeno, se verifica además que la circulación general en el golfo está determinada por dos giros: uno ciclónico al norte, de unos 70 km de diámetro, y otro anticiclónico al suroeste. Contrariamente a lo que ocurre en verano, durante los meses de invierno y gran parte de la primavera, esta estructura ambiental del golfo se disipa para conformar una masa de agua relativamente homogénea en toda su extensión.

Finalmente, desde el punto de vista biogeográfico el Golfo San Matías está situado entre las latitudes del deslinde de las provincias biogeográficas Argentina y Magallánica. Como se mencionó anteriormente, este límite difuso, que corre sobre la plataforma en dirección noreste-sudoeste a lo largo de la isobata de 70 m constituye una frontera permeable para algunas especies cuyos estadios larvarios o adultos se desplazan en las masas de agua predominantes a cada lado de este límite. En el caso del golfo, en su interior se repite un patrón de diversidad similar, con combinación de especies subtropicales y subantárticas (Svendsen et al. 2020, Cuesta Núñez et al. 2024). No obstante, tanto las características batimétricas como los fenómenos oceanográficos (frentes termohalinos, giros) que modulan el régimen de circulación de las masas de agua, han facilitado la conformación de subpoblaciones y comunidades de organismos en particular, lo cual confiere al ecosistema del golfo un patrón de diversidad característico y diferenciado del resto de la plataforma.

3. COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

La campaña de muestreo de plancton realizada en mayo de 2025 tuvo como objetivo actualizar la línea de base ambiental del área de influencia del Proyecto FLNG GSM, con foco en las comunidades fitoplanctónica, zooplanctónica e ictioplanctónica. La elección de esta comunidad biológica como objeto de estudio prioritario se fundamenta en su alta sensibilidad a cambios ambientales y su rol clave en la estructura y funcionamiento del ecosistema marino. El plancton responde de manera rápida a las alteraciones físico-químicas del entorno, funcionando como un excelente indicador temprano de impacto antrópico o natural. En este contexto, el muestreo detallado de su composición, densidad y distribución espacial aporta información crítica para evaluar riesgos ecosistémicos y orientar acciones de manejo ambiental.

Este tipo de relevamientos adquiere especial relevancia en zonas de alta dinámica oceanográfica, como el Golfo San Matías, donde la interacción entre procesos físicos y biológicos modula la estructura de las comunidades planctónicas. La variabilidad espacio-temporal en la temperatura, salinidad y disponibilidad de nutrientes genera respuestas diferenciales en los distintos componentes del plancton, por lo que su monitoreo permite caracterizar el estado actual del ecosistema e identificar tendencias.

En este marco, es prioritario profundizar y sostener la generación de información sistemática y de largo plazo que permita distinguir entre cambios atribuibles a variabilidad natural, aquellos vinculados al cambio climático global, y los impactos específicos derivados de actividades antrópicas locales. En particular, la operación de buques FLNG genera una pluma de descarga térmica y salina que podría modificar las condiciones del entorno, afectando la estructura de la columna de agua y los patrones de distribución del plancton. Además, el ruido submarino generado por estas operaciones podría representar una presión adicional.

La potencial incorporación de otro barco FLNG en la zona aumenta la complejidad del escenario, y plantea la necesidad de implementar un enfoque de monitoreo integral que contemple no solo los efectos individuales de cada buque, sino también sus posibles impactos acumulativos y sinérgicos sobre el ecosistema. La comunidad planctónica, en este sentido, representa un componente clave para la evaluación ambiental.

Este apartado presenta los resultados obtenidos durante la campaña de plancton realizada en otoño de 2025, los cuales enriquecen la información ya existente, tanto histórica como reciente (campañas de invierno y primavera de 2024), generada en el marco de la línea de base ambiental del EIA antecedente.

3.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO

El 15 de mayo de 2025 se relevaron dos sitios submareales (Plancton 1: 41°5'42"S, 65°5'60"O y Plancton 2: 41°6'30"S, 65°5'60"O) a bordo de una embarcación semirrígida, mientras que el 17 de mayo de 2025 se muestreó un sitio intermareal (Plancton 3: 41°6'2"S, 65°8'52"O), al cual se accedió por tierra durante la bajamar (Figura 5).

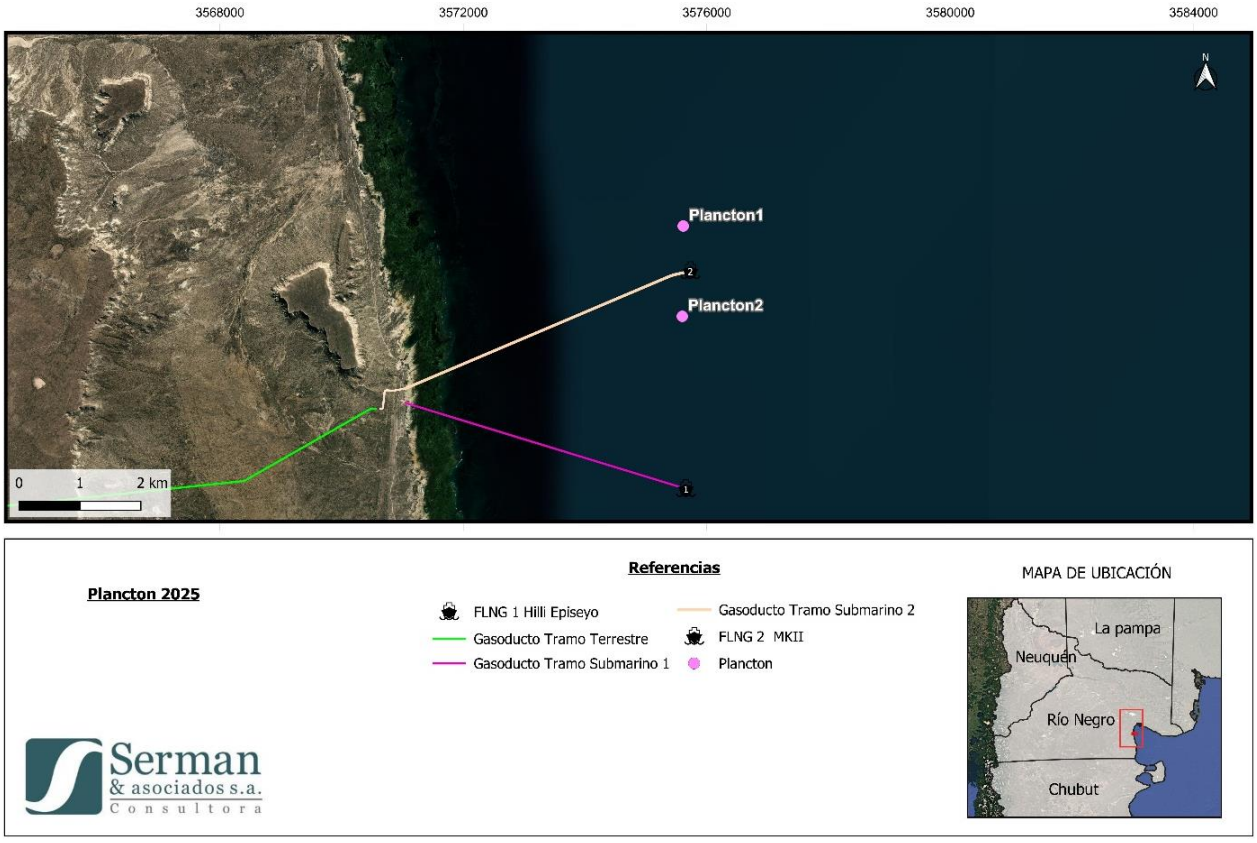


Figura 5. Localización de los sitios de muestreo de la comunidad planctónica. Mayo de 2025.

3.1.1 Registro de Parámetros Físico-Químicos

Para el muestreo intermareal, se seleccionó una poza de marea con una profundidad superior a 50 cm, donde se registraron parámetros físico-químicos utilizando una sonda multiparamétrica YSI ProQuatro.

En los sitios submareales, se realizaron perfiles verticales de la columna de agua mediante un perfilador CTD Rinko ASTD-102, con el cual se obtuvieron valores de temperatura, salinidad y fluorescencia de clorofila (Figura 6).



Figura 6. Medición de parámetros físico-químicos con perfilador CTD.

3.1.2 Muestreo y Análisis de la Comunidad Fitoplanctónica

En los tres sitios relevados se recolectaron muestras cualitativas de fitoplancton mediante arrastres horizontales con una red equipada con una malla de 20 µm de poro (Figura 7). Las muestras fueron fijadas con formaldehído al 2–3% (concentración final) para su posterior identificación taxonómica. Las observaciones y mediciones se realizaron con un microscopio Nikon E200 a 1000 aumentos. La determinación taxonómica se llevó a cabo utilizando bibliografía especializada para cada grupo. Para el análisis cuantitativo, se tomaron muestras de agua en los sitios submareales con una botella Van Dorn a un metro de profundidad, y directamente desde la poza de marea en el sitio intermareal. En todos los casos se recolectaron 250 ml de agua de mar, sin filtrar, que fueron preservados con solución de lugol al 1% (concentración final). Los recuentos se realizaron con un microscopio invertido Olympus CX, siguiendo la técnica de Utermöhl (1958), alcanzando la mayor resolución taxonómica posible. El error de recuento se estimó según Venrick (1978). Las determinaciones taxonómicas se realizaron con bibliografía específica para cada grupo taxonómico (e.g. Sar 1996 a,b, Tomas y Hasle 1997).

3.1.3 Muestreo y Análisis de las Comunidades de Zoo e Ictioplancton

La recolección de muestras de zooplancton e ictioplancton se realizó utilizando redes de 40 cm de diámetro, con tamaños de poro de 200 µm y 500 µm, respectivamente (Figura 7). En el sitio intermareal, se filtraron manualmente 100 litros de agua con cada red, utilizando baldes. En los sitios submareales, se efectuaron arrastres oblicuos de 5 minutos de duración con ambas redes, las cuales estaban equipadas con flujómetros para estimar el volumen de agua filtrada. Todas las muestras fueron fijadas con formol al 4% (concentración final). La identificación de las especies dominantes se realizó bajo lupa estereoscópica y microscopio óptico, utilizando bibliografía especializada para cada grupo taxonómico. A partir del volumen de agua filtrada registrado por los flujómetros, se calcularon las abundancias en individuos por 100 m^3. El recuento se realizó siguiendo las recomendaciones metodológicas de Alder y Morales (2009). La identificación del material se efectuó utilizando bibliografía especializada correspondiente a cada grupo taxonómico (e.g. Mercado et al. 1993, Ramírez 1996, Boltovskoy 1999, Guerrero 2010, Johnson y Allen 2012, Guerrero et al. 2013).

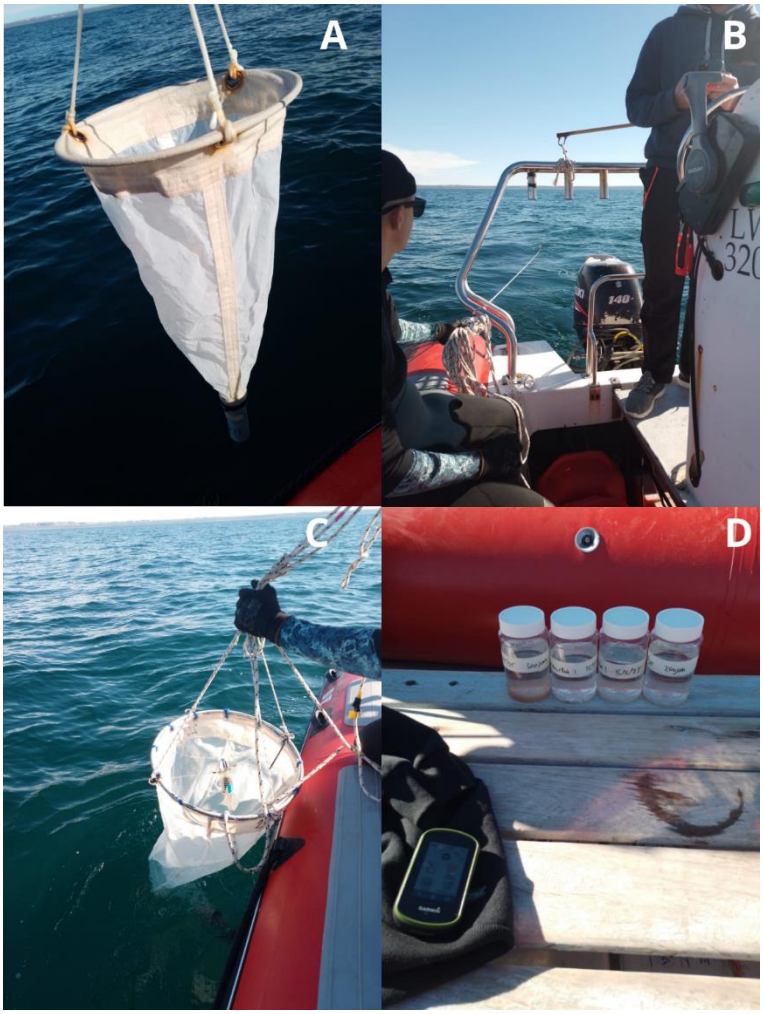


Figura 7. Fotografías ilustrativas del muestreo de fito-, zoo- e ictioplancton: A) red de fitoplancton (poros de 20 µm); B) arrastre con red de ictioplancton (poros de 500 µm); C) red de zooplancton (poros de 200 µm); y D) muestras de zoo- e ictioplancton obtenidas en los sitios submareales.

3.2 RESULTADOS

3.2.1 Condiciones Físico-Químicas

Las características físico-químicas de los tres sitios estudiados fueron diferentes entre sí. Tal como era esperable, el sitio intermareal (Plancton 3) se distinguió marcadamente de los sitios submareales (Plancton 1 y 2). En particular, el sitio intermareal presentó valores más bajos de temperatura (13,4 °C) y salinidad (34,01) en comparación con los otros dos sitios.

Entre los sitios submareales, se observaron diferencias sutiles en la estructura vertical de la columna de agua. El sitio Plancton 1, con una profundidad de 49,8 m, mostró condiciones relativamente homogéneas en todo el perfil, con temperaturas y salinidades cercanas a los 14,80 °C y 34,05, respectivamente. Por su parte, el sitio Plancton 2, ligeramente menos profundo (44,6 m), presentó una capa superficial de aproximadamente 20 m con valores constantes de temperatura (14,99 °C) y salinidad (35,02). A partir de esa profundidad, se registró una pequeña clina térmica y halina de unos 5 m, que dio lugar a una masa de agua inferior ligeramente más fría (14,87 °C) y menos salina (34,04).

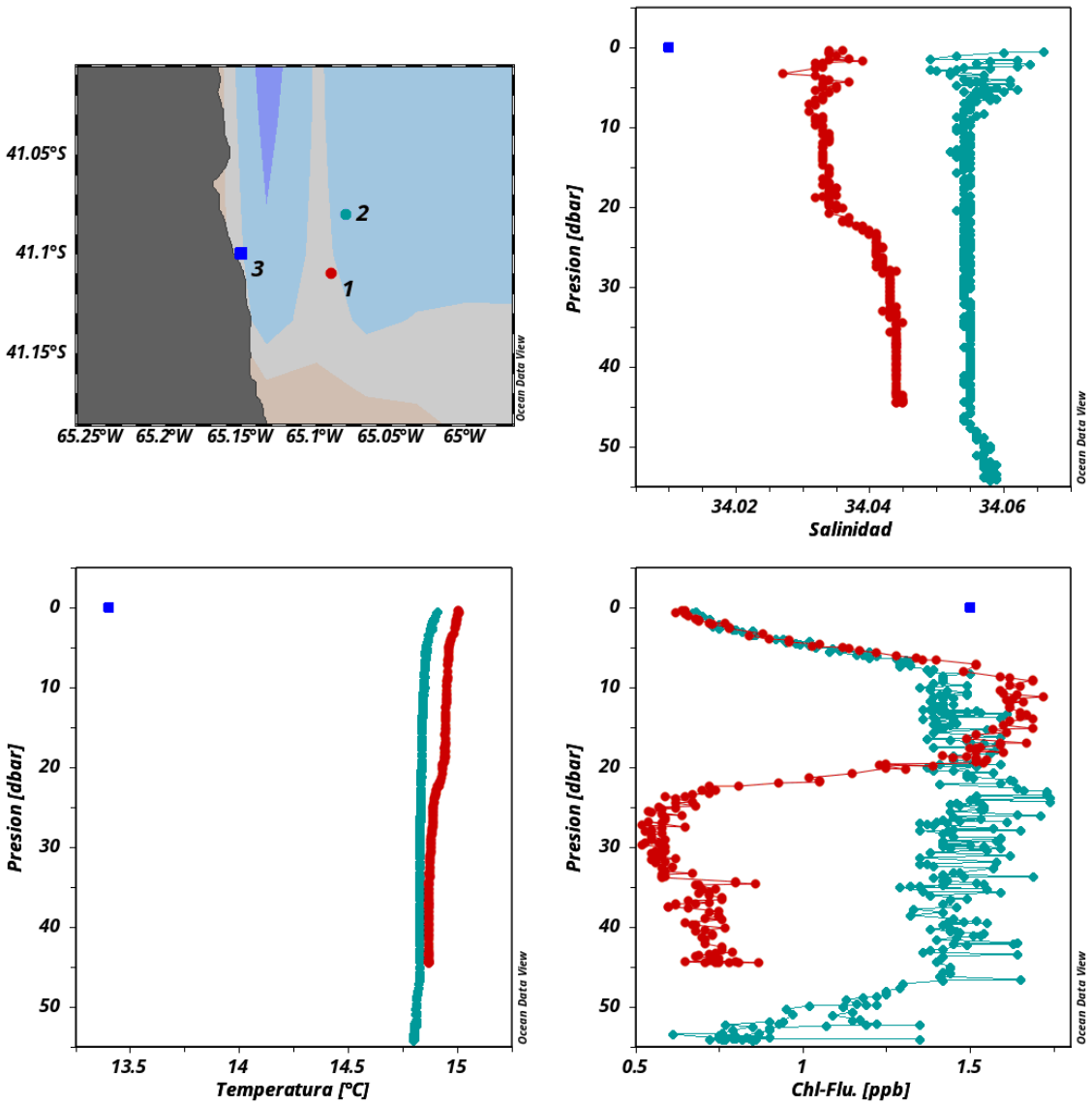


Figura 8. Perfiles de temperatura, salinidad y clorofila-a (fluorescencia) tomados mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 en rojo y 2 en verde) e intermareal (Plancton 3 en azul).

3.2.2 Biomasa Fitoplanctónica

La fluorescencia de clorofila, utilizada como estimador de la biomasa fitoplanctónica, fue mayor en superficie en el sitio intermareal (1,5 ppb) en comparación con los sitios submareales, donde los valores fueron más bajos (en torno a 0,75 ppb). Los perfiles verticales de clorofila en los sitios submareales reflejaron las diferencias en la estructura físico-química previamente mencionadas. En ambos casos, se observó un incremento de la fluorescencia en los primeros 10 m de profundidad, alcanzando valores máximos de aproximadamente 1,5 ppb en el sitio Plancton 1 y 1,8 ppb en el sitio Plancton 2. Este patrón es característico de perfiles oceanográficos y se asocia a fenómenos de fotoaclimatación del fitoplancton en la capa superficial.

Por debajo de este estrato, el comportamiento difirió entre los dos sitios: en el sitio Plancton 2, la fluorescencia de clorofila se mantuvo relativamente constante a lo largo de toda la columna de agua, en concordancia con una estructura homogénea y bien mezclada. En contraste, en el sitio Plancton 1, la biomasa fitoplanctónica disminuyó progresivamente con la profundidad, especialmente a lo largo de la clina, hasta alcanzar valores cercanos a 0,75 ppb en el fondo.

3.2.3 Característica de los Ensambles Fitoplanctónicos

Durante mayo de 2025, los tres sitios estudiados presentaron densidades fitoplanctónicas considerablemente bajas, con promedio de 363,3 ind./L (Figura 9). Como era esperable, el sitio intermareal (Plancton 3) presentó la mayor densidad relativa, con aproximadamente 717,1 ind./L, mientras que los sitios submareales mostraron densidades menores y comparables entre sí, con valores de 202,8 y 170,7 ind./L, respectivamente.

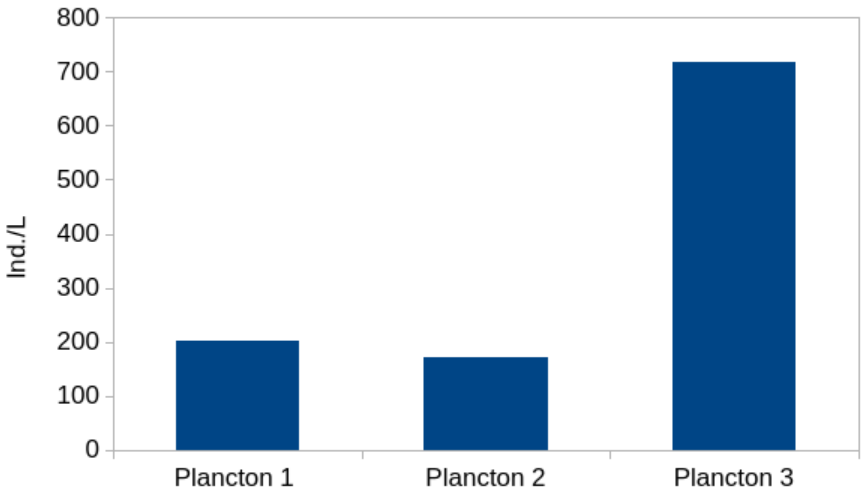


Figura 9. Densidad fitoplanctónica (ind/L) registrada en mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

En términos de composición por grandes grupos, los sitios submareales estuvieron dominados por flagelados no identificados (NI), mayoritariamente pertenecientes a la fracción nanoplanctónica, con una representación del 60% y 74% de los individuos presentes en las muestras, respectivamente (Figura 10). En el sitio Plancton 1, el segundo grupo en importancia estuvo conformado por diatomeas y rafidiofitas (*Gonyostomum* sp.), ambas con una contribución del 11%, mientras que los dinoflagelados presentaron una menor ocurrencia, con un 2,8%. En cambio, la muestra del sitio Plancton 2 mostró como segundo grupo más abundante únicamente a las rafidiofitas, con una representación del 38%.

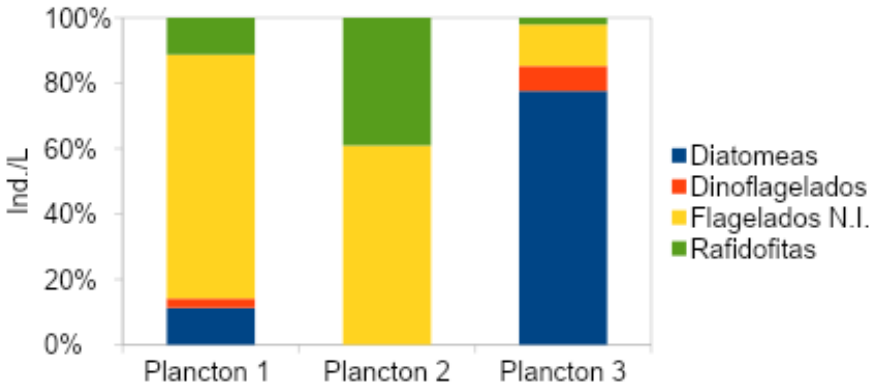


Figura 10. Densidad relativa de los principales grupos fitoplancton (rafidiofitas, flagelados no identificados, dinoflagelados y diatomeas) registrada en mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

En términos de presencia de taxones, se registró un total de 66 taxa entre los tres sitios muestreados (Tabla 1), con una riqueza dominada, como es habitual, por diatomeas (44 taxa), seguidas por dinoflagelados (12 taxa) y silicoflagelados (2 taxa). Además, se identificaron 8 taxa correspondientes a otros grupos, incluyendo flagelados no identificados (de la fracción nano- y microplanctónica), rafidiofitas, cocolitofóridos, quistes, foraminíferos, y ciliados desnudos y tecados. Si bien estos últimos no son estrictamente fitoplanctónicos, (los ciliados, en particular, pueden presentar mixotrofía) fueron incluidos por haber sido considerados en los recuentos realizados. En la Figura 11 se muestran ejemplos de taxa identificados en las muestras.

Entre los sitios analizados, el intermareal (Plancton 3) presentó la mayor riqueza específica, con 56 taxa, seguido por Plancton 1 con 34 taxa, y Plancton 2 con 23 taxa. El patrón de riqueza por grandes grupos se mantuvo en los tres sitios, con Plancton 3 mostrando la mayor diversidad de diatomeas (38 taxa), seguido por Plancton 1 (20 taxa) y Plancton 2 (13 taxa). De forma similar, los dinoflagelados estuvieron representados por 8 taxa en Plancton 3, 7 taxa en Plancton 1, y 4 taxa en Plancton 2. Las dos especies de silicoflagelados fueron observadas en las muestras cualitativas de los tres sitios.

En todos los sitios se registraron flagelados no identificados (nano- y microplanctónicos), ciliados desnudos y rafidiofitas. Por otro lado, los cocolitofóridos estuvieron ausentes en Plancton 2, mientras que tintínidos, foraminíferos y quistes fueron exclusivos del sitio intermareal (Plancton 3).

Tabla 1. Presencia / Ausencia de las especies fitoplanctónicas presentes en los sitios correspondientes al área de estudio, tomados en mayo del 2025, en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3). En rojo se indican las especies potencialmente nocivas tóxicas.

Especies	Plancton 1	Plancton 2	Plancton 3
Diatomeas			
Achnanthes sp.			1
Actinoptychus sp.			1
Amphitetras antediluviana			1
Amphora sp.			1
Chaetoceros contortus			1
Chaetoceros convolutus	1		
Chaetoceros danicus	1		1
Chaetoceros decipiens	1		
Chaetoceros lorenzianus			1
Chaetoceros peruvianus	1	1	1
Chaetoceros socialis	1		
Chaetoceros sp.			1
Chaetoceros teres	1		
Cocconeis sp.	1		1
Corethron sp.		1	1
Coscinodiscus sp.	1	1	1
Coscinodiscus wailesii	1	1	1
Cylindrotheca closterium			1
Detonula sp.			1
Diploneis crabro			1
Eucampia sp.			1
Grammatophora sp.			1
Guinardia delicatula	1	1	1
Guinardia flaccida	1	1	1

Especies	Plancton 1	Plancton 2	Plancton 3
Guinardia striata			1
Leptocylindrus sp.			1
Navicula cancellata			1
Navicula sp.	1		1
Neocalyptrella sp.		1	
Nitzschia sigma	1		
Nitzschia sp.			1
Paralia sulcata	1	1	1
Pleurosigma sp.	1	1	1
Pseudo-nitzschia australis			1
Pseudo-nitzschia pungens			1
Pseudo-nitzschia sp.	1	1	1
Rhabdonema sp.		1	1
Rhizosolenia imbricata	1	1	1
Rhizosolenia setigera			1
Striatella unipunctata			1
Surirella sp.	1		1
Thalassionema sp.	1	1	1
Thalassiosira sp.			1
Ulnaria ulna	1		1
Dinoflagelados			
Amphidinium sp.			1
Coolia sp.			1
Gonyaulax sp.			1
Gyrodinium sp.	1		1
Noctiluca sp.	1		
Prorocentrum lima			1
Prorocentrum micans	1	1	1
Protoperidinium sp.	1		
Tripos fusus	1	1	1
Tripos furca	1		
Tripos longipes		1	
Tripos muelleri	1	1	1
Silicoflagelados			
Dictyocha fibula	1	1	1
Distephanus speculum	1	1	1
Otros			
Ciliados	1	1	1
Cocolitoforido	1		1
Quiste			1
Flag < 10	1	1	1
Flag > 10	1	1	1
Foraminiferos			1
Gonyostomum sp.	1	1	1
Tintinidos			1

En relación con el fitoplancton potencialmente nocivo y tóxico, se identificó la presencia de *Pseudonitzschia* sp. en los tres sitios muestreados. Adicionalmente, en el sitio intermareal (Plancton 3) se registró la presencia de *Prorocentrum lima* (Tabla 1).

Por otra parte, se detectaron 12 taxones considerados potencialmente nocivos no tóxicos, entre ellos representantes de los géneros *Chaetoceros, Rhizosolenia, Thalassiosira*, entre otros. La nocividad de estos grupos no se debe a la producción de toxinas, sino a otros mecanismos que pueden generar efectos negativos sobre los organismos marinos, especialmente durante eventos de floraciones algales intensas. Entre estos efectos se destaca el daño físico en estructuras respiratorias, como las branquias de peces y organismos filtradores, provocado por la morfología silícea y punzante de sus frústulos.

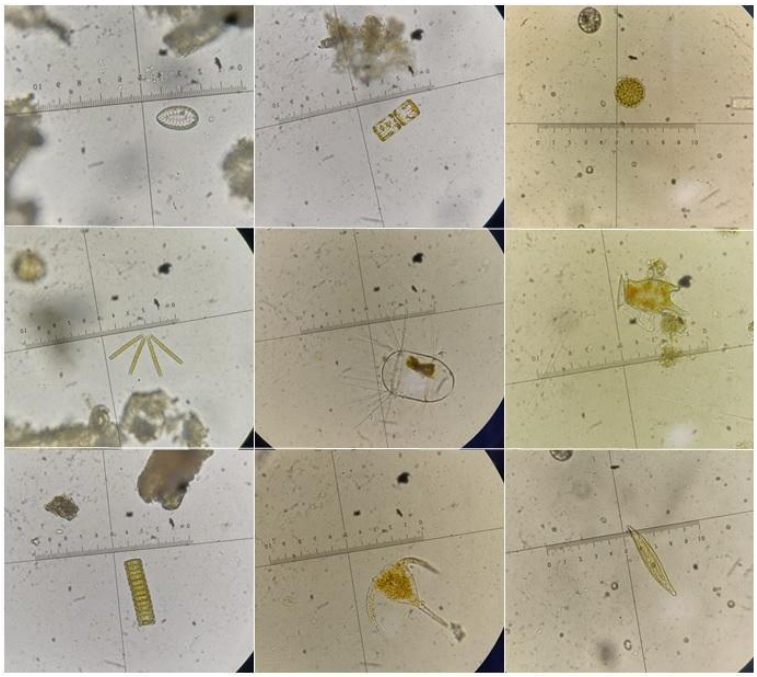


Figura 11. Especies representativas de fitoplancton observadas en las muestras recolectadas en mayo de 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3). De izquierda a derecha: *Surirella* sp., *Detonula* sp., *Coscinodiscus* sp., *Thalassionema* sp., *Corethron* sp., *Dinophysis tripos*, *Paralia sulcata*, *Tripos muelleri* y *Pleurosigma* sp.

3.2.4 Análisis Cuantitativo de Especies Dominantes Fitoplanctónicas

En términos cuantitativos, las muestras submareales presentaron una menor equitatividad que la muestra intermareal (Tabla 2). En el submareal (Plancton 1 y 2) se observó una clara dominancia de los flagelados nanoplanctónicos (<10 µm), con una densidad promedio de 121 ind./L, lo que representa el 64% del total de células. En segundo lugar se destacó la rafidofita *Gonyostomum* sp., con 44 cel./L y una contribución del 24%. Particularmente en el sitio Plancton 1, se registró además una densidad considerable de *Chaetoceros socialis* (17 cel./L), representando el 8% de las células.

En el sitio submareal, la comunidad fitoplanctónica estuvo dominada principalmente por diatomeas ticoplanctónicas, siendo *Navicula* sp. la especie más abundante (170 cel./L; 23,8%), seguida de *Nitzschia* sp. (139 cel./L). Los flagelados nanoplanctónicos se ubicaron en tercer lugar, con 82,5 cel./L y un 11,5% del total. Otras especies de diatomeas, como *Cocconeis* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Navicula cancellata* y *Thalassionema* sp., junto con el dinoflagelado *Gyrodinium* sp., aportaron individualmente entre un 4% y un 8% de las células.

Tabla 2. Número de células fitoplanctónicas identificadas en las muestras tomadas en mayo de 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

Densidad (ind./L)	Plancton 1	Plancton 2	Plancton 3
Diatomeas			
Amphora sp.			8.5
Chaetoceros socialis	17,1		
Chaetoceros sp.			2,8
Cocconeis sp.			59,8
Cylindrotheca closterium			31,3
Eucampia sp.			2,8
Grammatophora sp.			39,8
Navicula cancellata			45,5
Navicula sp.			170,7
Nitzschia sp.			139,4
Pseudo-nitzschia sp.			2,8
Surirella sp.	2,8		
Thalassionema sp.			34,1
Thalassiosira sp.			8,5
Ulnaria ulna	2,8		8,5
Dinoflagelados			
Amphidinium sp.			5,7
Gonyaulax sp.			2,8
Gyrodinium sp.	5,7		39,8
Prorocentrum lima			2,8
Tripos muelleri			2,8
Otros			
Ciliados		2,8	2,8
Flag < 10	142,3	99,6	82,5
Flag > 10	8,5	2,8	8,5
Gonyostomum sp.	22,8	65,4	14,2

3.2.5 Zooplancton e Ictioplancton

En el análisis de todas las muestras se contabilizó un total de 4.138 individuos de zooplancton (>200 µm), con una densidad promedio de 29.916 ind./100 m³ entre los tres sitios muestreados. Sin embargo, el sitio intermareal (Plancton 3) presentó una densidad aproximadamente un orden de magnitud mayor que los sitios submareales. La Tabla 3 detalla la densidad de cada uno de los grupos registrados en cada muestra analizada. Las mayores densidades se observaron en el sitio intermareal (Plancton 3), con un valor de 83.000 ind./100 m³, seguido por el sitio submareal Plancton 2, con una densidad promedio de 4687 ind./100 m³. El sitio Plancton 1 presentó las menores densidades, con un promedio de 2060 ind./100 m³ (Figura 12).

En cuanto a la composición del zooplancton, el holoplancton fue la fracción dominante en todos los sitios, con un promedio general del 86,8% del total de individuos. El sitio Plancton 2 registró la mayor proporción de holoplancton (94,88%), seguido por Plancton 3 (86,7%) y Plancton 1, que presentó la menor proporción (78,8%) (Figura 12).

Dentro del holoplancton se identificaron 14 taxones entre los tres sitios muestreados (Figura 13). Cuatro de ellos corresponden a subórdenes de foraminíferos, los cuales estuvieron presentes principalmente en el sitio intermareal (Plancton 3). Entre ellos, se destacaron los pertenecientes a los subórdenes *Miliolina* (20.000 ind./100 m³) y *Rotaliina* (16.000 ind./100 m³), que representaron el 28% y 22% del total de individuos, respectivamente. Es importante mencionar que estos organismos son típicamente bentónicos, por lo que su abundancia en la muestra intermareal refleja la naturaleza somera de este ambiente y su fuerte interacción con el fondo. Esta misma característica se evidenció también en el fitoplancton, donde se observó una alta proporción de diatomeas típicamente bentónicas. Otro grupo dominante dentro del holoplancton en los tres sitios fue el de los copépodos del género *Paracalanus*. En el sitio Plancton 3 alcanzaron una densidad de 20.000 ind./100 m³, representando también el 28% del total. Sin embargo, en los sitios submareales (Plancton 1 y 2), aunque con menores densidades (912 y 3750 ind./100 m³, respectivamente), constituyeron el grupo dominante, con el 56% y 84% de los individuos registrados. En las muestras submareales, las apendicularias representaron el segundo grupo más abundante en términos numéricos, con 427 y 332 ind./100 m³, representando el 26% y 7,5% del total en los sitios Plancton 1 y 2, respectivamente. Por último, se destaca la contribución de los ostrácodos en el sitio submareal Plancton 2, con una densidad de 12.000 ind./100 m³ y una representación del 17% del total. Todos los demás grupos presentes en los tres sitios analizados contribuyeron con menos del 4% al total de individuos, sin mostrar dominancia en ninguna de las muestras.

Tabla 3. Densidad (individuos/100m³) de todos los grupos zooplanctónicos e ictioplanctónicos hallados en cada una de las muestras recolectadas en mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

Densidad (ind/100m³)	Plancton 1	Plancton 2	Plancton 3
Holoplancton			
Foraminifera (Miliolina)			20000
Foraminifera (Textulariina)			2000
Foraminifera (Rotaliina)			16000
Foraminifera (Involutinina)			1000
Cladocera (genero Evadne)		15	1000
Cladocera (genero Podon)		2,5	
Copepoda (genero Paracalanus)	912,5	3750	20000
Ostracoda			12000
Malacostraca (genero Munida)	197,5	135	
Appendicularia	427,5	332,5	
Chaetognatha	70	180	
Polychaeta	7,5	2,5	
Hydromedusae	7,5	25	
Larva trocófora		5	
Meroplancton			
Larva prezoeas	245	165	
Braquiuro (larva)			
Larva megalopa	2,5		
Micro-gastropodos	185	75	8000
Larva D (Bivalvia)	5		3000
Ictioplancton			
Huevos	490	1702,5	
Larvas	7,5	40	

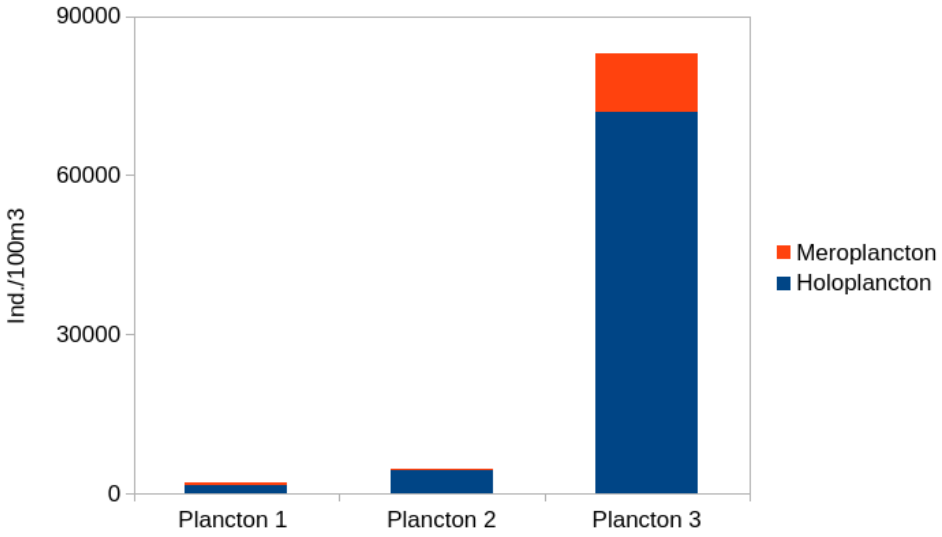


Figura 12. Densidad total de zooplancton y distribución diferenciada entre holoplancton y meroplancton en las diversas muestras recolectadas en mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

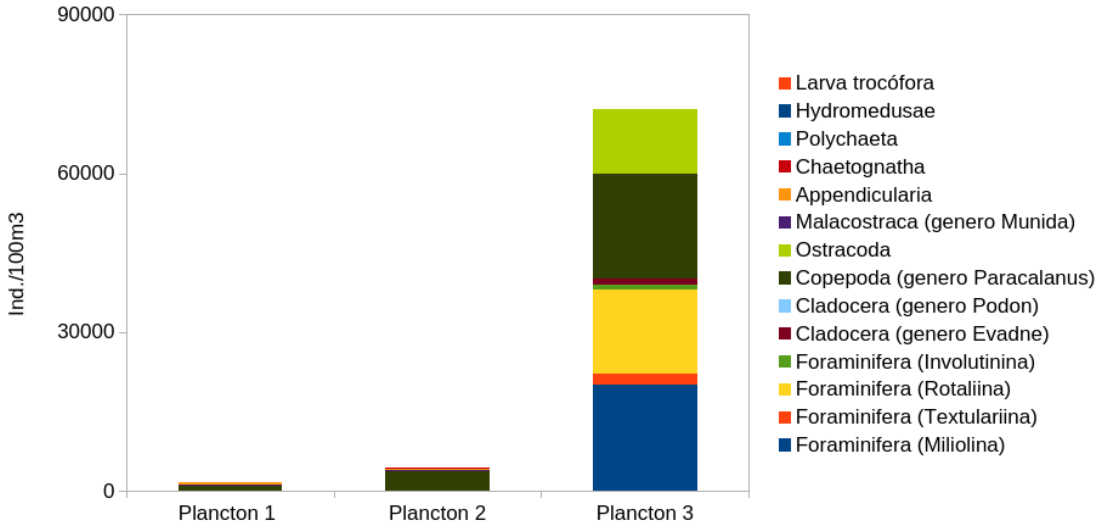


Figura 13. Densidad de los diferentes grupos del holoplancton en las diferentes muestras recolectadas en mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

Dentro del meroplancton, el grupo más relevante en los tres sitios fueron los microgastrópodos, con una alta densidad en el sitio intermareal (Plancton 3), donde alcanzaron los 8000 ind./100 m³ y representaron el 73% del total del meroplancton (Figura 14). En los sitios submareales (Plancton 1 y 2), los microgastrópodos ocuparon el segundo lugar en importancia, aunque con contribuciones igualmente elevadas, del 42% y 31%, respectivamente. En estos sitios, el grupo dominante fueron las prezoeas, con densidades de 245 y 165 ind./100 m³, representando el 56% y 69% del meroplancton en Plancton 1 y 2, respectivamente. Cabe destacar que las prezoeas estuvieron ausentes en el sitio intermareal (Plancton 3). Por último, las larvas tipo D de bivalvos fueron particularmente importantes en el sitio Plancton 3, donde se registró una densidad de 3.000 ind./100 m³, lo que representó el 27% del total del meroplancton en ese sitio.

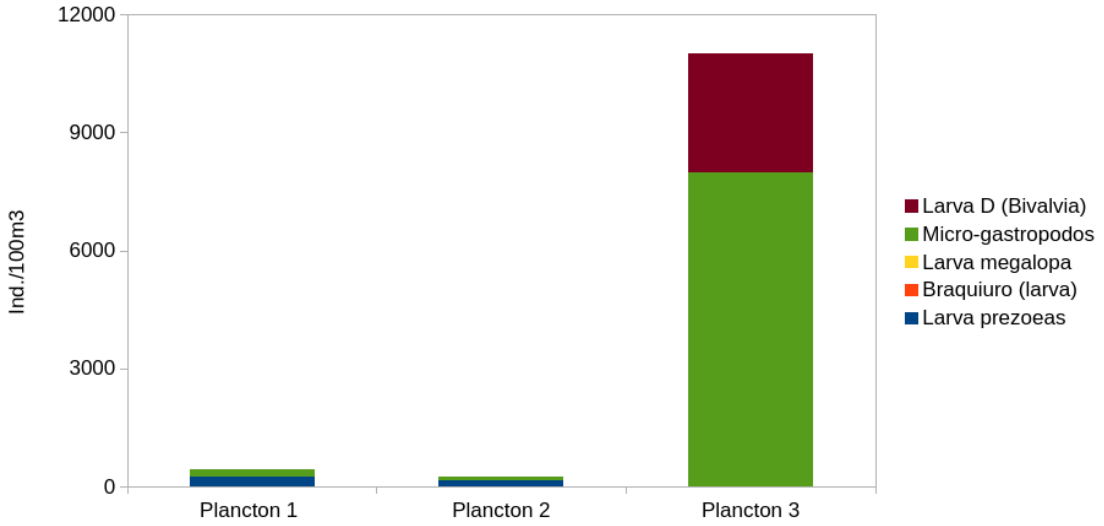


Figura 14. Densidad de los diferentes grupos del meroplancton en las diferentes muestras recolectadas en mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

En el análisis de todas las muestras, se registró la presencia de ictioplancton únicamente en los sitios submareales. En total, se contabilizaron 877 huevos y 19 larvas de peces. En términos de densidad, los huevos presentaron un promedio de 1.096 ind./100 m³, con valores de 490 y 1705 ind./100 m³ en los sitios Plancton 1 y 2, respectivamente (Figura 15). De manera similar, las larvas de peces también mostraron su mayor densidad en el sitio Plancton 2, donde alcanzaron los 40 ind./100 m³. En la Tabla 1 se detallan las densidades de huevos y larvas registradas en cada una de las muestras analizadas.

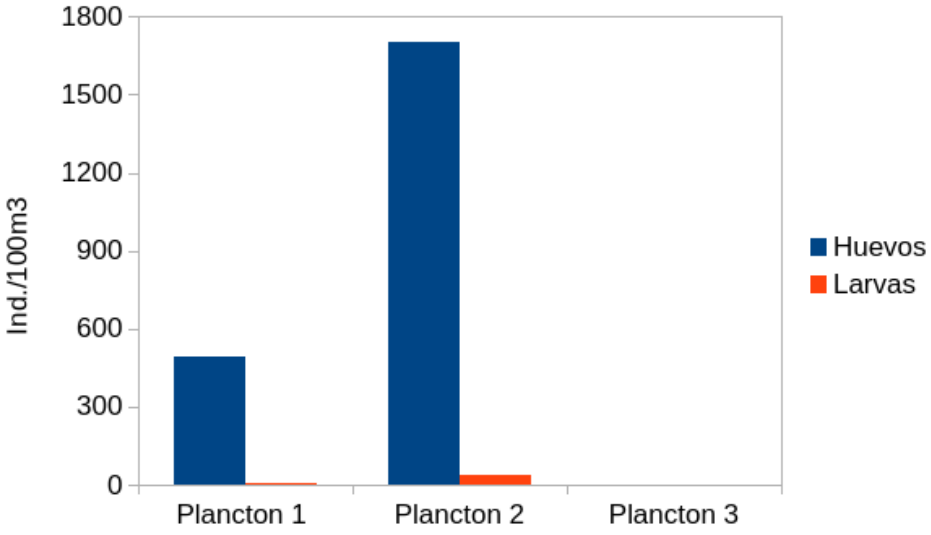


Figura 15. Densidad de huevos y larvas de peces en las diferentes muestras recolectadas en mayo del 2025 en los sitios correspondientes al área de estudio: submareales (Plancton 1 y 2) e intermareal (Plancton 3).

3.3 CONCLUSIONES

Las condiciones físico-químicas registradas en mayo de 2025 en los tres sitios muestreados coinciden con lo descripto por Carreto et al. (1974) y con los resultados de las campañas realizadas en invierno de 2024 en el marco de la línea de base ambiental del EIA antecedente, caracterizándose por una columna de agua mayormente homogénea, típica de los meses fríos en el Golfo San Matías (GSM). Esta homogeneización, producto de la ruptura estacional de la termoclina que se establece en primavera-verano, favorece la mezcla vertical y la disponibilidad de nutrientes en la capa superficial, aunque también reduce la estratificación térmica y, por lo tanto, la acumulación de biomasa fitoplanctónica.

En línea con este patrón, la campaña de mayo de 2025 evidenció una densidad celular total de fitoplancton inferior a la registrada en campañas de invierno y primavera previas (2024), aunque con una riqueza taxonómica y composición de grandes grupos comparable. Las muestras submareales estuvieron dominadas por flagelados nanoplanctónicos no identificados, mientras que el sitio intermareal presentó una comunidad dominada por diatomeas ticoplanctónicas. Los dinoflagelados, en cambio, mostraron escasa representación, en contraste con lo observado en muestreos realizados en condiciones de mayor temperatura.

Se identificaron especies potencialmente nocivas, como *Prorocentrum lima* y *Pseudo-nitzschia* spp., aunque no se registraron quistes ni individuos de *Alexandrium catenella* ni *Dinophysis* spp., que habían sido observados en campañas anteriores. A pesar de sus bajas densidades, la presencia de estos taxones subraya la importancia de sostener un monitoreo continuo, especialmente en períodos propicios para floraciones algales.

En cuanto al zooplancton, el sitio intermareal presentó las mayores densidades, destacándose la abundancia de foraminíferos bentónicos, lo cual sugiere procesos locales de resuspensión del sedimento, consistentes con la alta proporción de formas bentónicas también observadas en el fitoplancton. La comunidad zooplanctónica mostró mayor equitatividad que en campañas anteriores y se destacó la ausencia de copépodos del género *Paracalanus* y cladoceros del género *Evadne*. Asimismo, se registró una densidad relativamente alta de huevos, en comparación con el muestreo de invierno, pero no mayores a las halladas en primavera. Las muestras submareales de este muestreo tuvieron las densidades más altas de larvas de peces hasta el momento, en concordancia con los ciclos reproductivos de especies costeras en esta época del año.

4. COMUNIDADES BENTÓNICAS

En abril/mayo de 2025 se llevaron a cabo dos campañas de muestreo destinadas a actualizar la línea de base ambiental de las comunidades bentónicas intermareales y submareales del área de influencia del Proyecto FLNG GSM. Estas comunidades son especialmente sensibles a las perturbaciones físicas y químicas del ambiente, debido a su escasa movilidad y su fuerte dependencia de las condiciones locales del sustrato y la calidad del agua. Ante la incorporación de un segundo buque FLNG y considerando los posibles efectos acumulativos de las plumas térmica y de salinidad, se definió un nuevo diseño muestral. Este se extendió espacialmente hacia el norte respecto del área previamente evaluada, con el objetivo de reforzar y complementar la información obtenida para el EIA antecedente.

4.1 METODOLOGÍA DE MUESTREO

Siguiendo un enfoque similar al de las campañas previas (invierno y primavera de 2024), se realizaron campañas terrestres y náuticas para muestrear la zona intermareal y submareal, pero considerando las posiciones previstas para el emplazamiento del segundo buque FLNG y abarcando un área de unas 12 mn^2, entre las isobatas de 20-60 m en el caso del submareal.

El 26 de abril de 2025 se realizó una campaña terrestre para muestrear la zona intermareal en el sitio denominado Tie-In 2 (41°07'09"S, 65°09'14"O, ver Figura 16). En dicho sitio se seleccionaron al azar cinco pozas de marea, dentro de las cuales se recolectaron todos los organismos epibentónicos presentes en un cuadrante de 25 × 25 cm. En aquellas pozas con fondo de sedimento blando, se extrajo además la totalidad del sedimento contenido en el cuadrante, con el fin de capturar los organismos infaunales. Todas las muestras fueron tamizadas con mallas de 500 µm y, posteriormente, procesadas en laboratorio, donde los organismos fueron contados e identificados hasta el menor nivel taxonómico posible.

Con el objetivo de caracterizar la comunidad bentónica submareal, se realizaron dos campañas los días 12 y 13 de mayo de 2025, a bordo del BP *Diego Facundo*, durante las cuales se efectuaron un total de 10 lances con rastra (Figura 16). Para la recolección de muestras de bentos epifaunal, se utilizó una rastra bentónica artesanal de 1,80 m de ancho de boca, equipada con un mallero de 20 mm, la cual fue arrastrada durante 5 minutos por lance. En el laboratorio todos los organismos recolectados fueron contados e identificados hasta el menor nivel taxonómico posible.

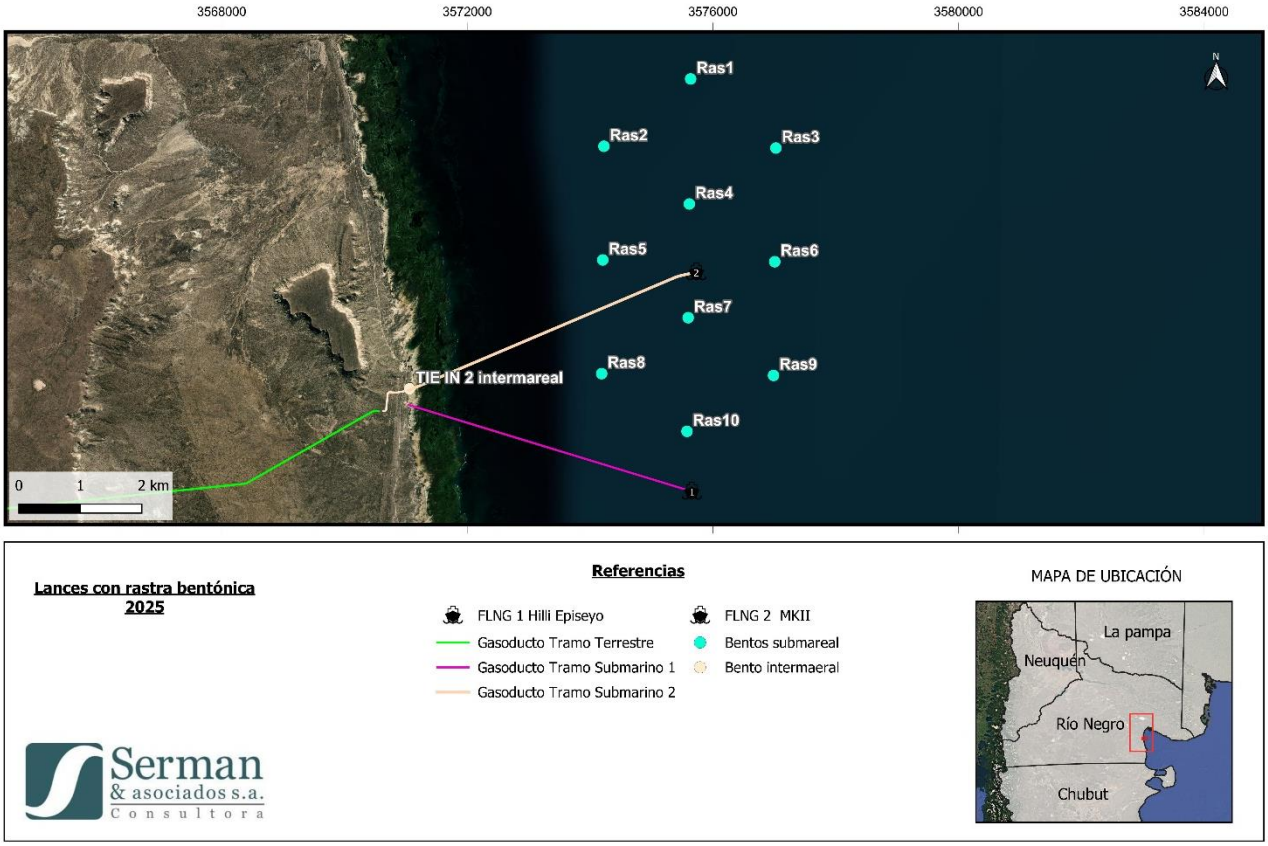


Figura 16. Localización del sitio de muestreo intermareal y los sitios de rastre bentónicos. Abril/Mayo de 2025.

4.2 RESULTADOS

En el intermareal se identificó un total de nueve taxones de invertebrados marinos pertenecientes a distintos grupos zoológicos, incluyendo poliquetos, crustáceos, equinodermos, ascidias y moluscos bivalvos (Tabla 4).

La familia Polynoidae (poliquetos escamosos) fue el único taxón presente en todas las muestras. Otra especie frecuente fue el cangrejo verde introducido *Carcinus maenas*, presente en los sitios de muestreo Interm2, Interm3 y Interm5. Por el contrario, algunos invertebrados mostraron una presencia más restringida. Por ejemplo, el bivalvo *Perumytilus purpuratus*, una especie muy abundante y clave en la estructura del intermareal rocoso, y la familia Syllidae (poliquetos) fueron registrados únicamente en la muestra Interm4. Las ascidias de la familia Didemnidae (aún sin determinar) y los anfípodos de la familia Phoxocephalidae estuvieron restringidas a dos de las cinco muestras analizadas.

Se destaca también la presencia de especies asociadas a ambientes estructuralmente complejos, como *Amphipholis squamata* (ofiuroideo), registrada en las muestras Interm2 e Interm3, y el pequeño cangrejo *Halicarcinus planatus*, observado solo en Interm3. Los anfípodos de la familia Ampithoidae, comunes en ambientes con cobertura algal, fueron registrados en Interm3 e Interm4.

Por otra parte, se registró la presencia de diversas especies de algas. En total, se identificaron 22 taxones diferentes, abarcando representantes de los principales grupos de macroalgas (verdes, pardas y rojas), así como algunas diatomeas bentónicas. Entre las especies con distribución más amplia en las cinco muestras destacan *Biddulphia* sp., *Ceramium* sp., *Polysiphonia* Indeterminada 1 (epífita), *Anotrichium furcellatum*, *Jania* sp. y *Corallina officinalis*, todas presentes en la totalidad de las muestras. Otras especies, como *Chaetomorpha* sp., *Ulva linza*, *Ulva* spp., *Cladophora* sp. y *Polysiphonia* sp. también estuvieron presentes en cuatro de las cinco muestras, indicando una distribución frecuente pero no universal. En contraste, algunas especies mostraron una distribución más restringida. Por ejemplo, *Ralfsia* sp. solo fue detectada en la muestra Interm4, mientras que *Sphacelaria* sp. apareció únicamente en Interm3. En cuanto a las algas rojas calcáreas, tanto *Bossiella orbigniana* como *Spongites discoideus* mostraron una presencia moderada (en 2 y 3 muestras, respectivamente), mientras que *Lomentaria* sp. fue registrada únicamente en Interm2.

Tabla 4. Listado taxonómico de presencia/ausencia de la fauna bentónica muestreada en el intermareal en mayo de 2025.

Especie	Interm1	Interm2	Interm3	Interm4	Interm5
Biddulphia sp	x	x	x	x	x
Dyctiota dichotoma		x	x	x	x
Ralfsia sp				x	
Ectocarpus sp		x		x	x
Sphacelaria sp			x		
Chaetomorpha sp	x	x		x	x
Cladophora sp		x	x	x	x
Ulva linza	x	x		x	x
Ulva spp	x	x	x		x
Ulothrix		x	x		x
Ceramium sp	x	x	x	x	x
Polysiphonia sp		x	x	x	x
Alga Epifita Polisifonica Indeterminada 1	x	x	x	x	x
Anotrichium furcellatum	x	x	x	x	x
Rhabdonia sp	x				x
Lomentaria sp		x			

Especie	Interm1	Interm2	Interm3	Interm4	Interm5
Jania sp	x	x	x	x	x
Bossiella orbigniana	x		x		
Corallina officinalis	x	x	x	x	x
Spongites discoideus		x		x	x
Perumytilus purpuratus				x	
Polynoidae	x	x	x	x	x
Syllidae				x	
Amphipholis squamata		x	x		
Phoxocephalidae	x		x		
Ampithoidae			x	x	
Carcinus maenas		x	x		x
Halicarcinus planatus			x		
Didemnidae Indeterminado 1				x	x

En cuanto al relevamiento del ambiente submareal, se registró una notable diversidad taxonómica que incluye representantes de 13 grandes grupos biológicos, entre ellos algas, poríferos, cnidarios (hidrozoos), briozoos, moluscos, poliquetos, braquiópodos, equinodermos, crustáceos, ascidias, peces, nemertinos y turbelarios (Tabla 5).

Entre los invertebrados, se registraron tres especies de Poríferos que aún no fueron identificadas: la esponja naranja, la esponja blanca y la esponja arenosa, aunque todas con apariciones limitadas. Por su parte, entre los Cnidarios, el hidrozoo *Corynactis carnia* fue la especie más frecuente, hallada en seis estaciones. *Tripalea clavaria* y otro hidrozoario no identificado fueron observados en estaciones aisladas. Los moluscos fueron uno de los grupos más diversos, con bivalvos, gasterópodos y poliplacóforos presentes en el submareal. Destacan la vieira tehuelche *Aequipecten tehuelchus*, encontrada en ocho muestras, y especies como *Pandora brevirostris*, *Pododesmus rudis*, *Nucula* sp., *Musculus viator*, y *Calliostoma coppingeri*. Asimismo, los poliquetos mostraron una representación abundante y diversa, con la familia *Eunicidae* presente en todas las estaciones. También se encontraron *Polynoidae*, *Lumbrineridae*, *Nereididae*, *Goniadidae*, *Maldanidae* y otras familias más específicas como *Terebellidae* y *Flabelligeridae*, indicando una comunidad funcionalmente diversa, tanto en formas de vida móviles como sedentarias. Entre los Braquiópodos, se identificó a *Terebratella dorsata* en seis estaciones, marcando su presencia como representativa del bentos submareal rocoso. Respecto de los Equinodermos, las especies más frecuentes fueron *Arbacia dufresnii*, *Sterechinus agassizii* y *Ophioplocus januarii*, con presencias distribuidas a lo largo de las estaciones. *Astropecten brasilensis* y *Allostichaster capensis* complementan este grupo, evidenciando una rica fauna de equinodermos en el sector estudiado. De los Crustáceos, la especie *Grimothea gregaria* fue notablemente dominante, apareciendo en todas las muestras. También se registraron otros decápodos como *Peltarion spinosulus*, *Rochinia gracilipes*, *Pleoticus muelleri* y *Alpheus puapeba*. La presencia de anfípodos y cirripedios como *Balanus sp.* complementa este grupo. Las Ascidias fueron muy abundantes y frecuentes en todo el muestreo; destacan *Ascidiella aspersa*, presente en ocho estaciones, y otras como *Ciona intestinalis*, dos ascidias no identificadas (*Ascidia tapiz* y *Ascidia* sp.). También se registraron peces como el róbalo y el turco, y organismos menos representados pero relevantes como nemertinos y turbelarios, posiblemente asociados a sustratos blandos y condiciones específicas de microhábitat.

En cuanto a las algas, las rojas dominaron el componente vegetal del submareal, con especies como *Corallina costrosa*, presente en siete de las diez muestras, y otras como *Ceramium*, *Polysiphonia*, *Anothrichium* y *Delleseria*, que mostraron distribuciones más acotadas. *Rodhymenia* se registró en tres muestras.

Tabla 5. Listado taxonómico de presencia/ausencia de la fauna bentónica muestreada en el submareal en mayo de 2025.

Especie	Lance 1	Lance 2	Lance 3	Lance 4	Lance 5	Lance 6	Lance 7	Lance 8	Lance 9	Lance10
Algas										
Corallina costrosa	x	x			x		x	x		x
Rhodymenia					x			x		x
Delleseria										x
Anothrichium	x									
Ceramium	x									
Polysiphonia	x									
Poriferos										
Esponja naranja							x			x
Esponja blanca										x
Esponja arenosa			x							
Hidrozoos										
Corynactis carnea	x			x			x		x	x
Tripalea clavaria									x	
Hidrozoo no identificado										x
Briozoos										
Gymnolaemata										
Colonial no identificado										
Moluscos										
Tegula patagonica								x		x
Bostrycapulus odites					x		x			x
Calliostoma coppingeri	x									x
Calliostoma jucundum										x
Costoanachis sertularium										x
Malanella aff eburnea										x
Lucapinella henseli										x
Aequipecten tehuelchus	x	x	x		x				x	x
Pododesmus rudis		x			x					x
Pandora brevirostris	x			x	x	x		x		

Especie	Lance 1	Lance 2	Lance 3	Lance 4	Lance 5	Lance 6	Lance 7	Lance 8	Lance 9	Lance10
Leisolenus patagonica										x
Transenpitar americana			x							x
Dallocardia delicatula			x							x
Aulacomya atra atra										x
Chaetopleura angulata										x
Chaetopleura isabellei							x			x
Crepidula onyx		x								
Nucula sp.	x		x	x		x				
Lyonzia alvarezii	x									
Musculus viator	x									
Flexopecten felipponei	x									
Cardiomya cleryana	x									
Ameghinomya antiqua			x							
Caryoorbulla pulchella	x									
Poliquetos										
Eunicidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Polynoidae	x		x		x		x		x	x
Serpulidae										x
Flabelligeridae				x						x
Goniadidae			x	x	x	x				
Maldanidae				x	x					
Trichobranchidae										x
Piromis sp.		x								
Lumbrineridae	x		x	x		x				
Nereididae	x		x	x						
Terebellidae	x			x						
Syllidae			x							
Aphroditidae	x									
Chrysopetalidae			x							
Braquiópodos										
Terebratella dorsata	x	x	x	x					x	

Especie	Lance 1	Lance 2	Lance 3	Lance 4	Lance 5	Lance 6	Lance 7	Lance 8	Lance 9	Lance10
Equinodermos										
Arbacia dufresnii		x			x		x	x		x
Sterechinus agazzani							x		x	x
Ophioplocus juanuarii	x		x						x	x
Cycethra verrucosa					x					x
Astropecten brasiliensis									x	
Allostichaster capensis		x			x					x
Cosmasterias lurida		x								
Crustáceos										
Grimothea gregaria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Peltarion spinosulus								x	x	
Rochinia gracilipes							x			x
Pleoticus muelleri										x
Balanus sp.										x
Sphaeroma serratum										x
Anfipodo 1	x		x							
Alpheus puapeba			x							
Ascidias										
Ascidiella aspersa	x	x	x		x		x	x	x	x
Ciona intestinalis	x	x			x					x
Ascidia (tapiz, no identif.)	x		x				x		x	x
Ascidia sp.										x
Peces										
Eleginops maclovinus			x							
Pinguipes brasilianus					x					
Porichthys porosissimus	x									
Nemertinos										
Nermertino rosa			x							
Turbellaria										
Turbelario rosa		x								

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

La Riqueza de especies (S) de todas las muestras analizadas se muestran en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6. Riqueza de especies (S) en las muestras obtenidas en mayo 2025.

Muestra	Intermareal	Submareal Profundo
1	13	28
2	19	14
3	19	22
4	19	12
5	19	17
6	-	6
7	-	13
8	-	9
9	-	13
10	-	41

4.3 CONCLUSIONES

Al comparar cualitativamente los datos de riqueza específica entre las tres campañas (junio y octubre de 2024, y abril/mayo de 2025), se observa una variabilidad importante en la estructura de las comunidades bentónicas tanto intermareales como submareales. En el intermareal, la última campaña muestra una riqueza específica relativamente alta y homogénea (con valores entre 13 y 19 especies), que supera en general a la registrada en octubre de 2024 (valores entre 7 y 19) y junio de 2024 (valores entre 9 y 16).

En el caso del submareal, el patrón es más complejo. En octubre de 2024 se registraron los valores más altos de riqueza específica en el submareal profundo (valores entre 32 y 42 especies) y también en el somero (34 a 39), evidenciando una comunidad bentónica diversa y estable en esa época. En cambio, en abril/mayo de 2025 se observa una disminución generalizada en la riqueza submareal, con valores mucho más variables y, en algunos casos, marcadamente bajos (6 a 41 especies). La campaña de junio de 2024 presentó una riqueza intermedia (entre 8 y 36 especies). Estas comparaciones sugieren que ambas comunidades bentónicas podrían estar experimentando fluctuaciones temporales significativas, relacionadas con la estacionalidad.

Por otra parte, cabe destacar que en todas las campañas se registró la presencia del cangrejo introducido *Carcinus maenas* en la zona intermareal, especie que fue detectada por primera vez en el Golfo San Matias en 2021.

5. MAMÍFEROS MARINOS

Dado que el aumento del ruido antrópico submarino es una de las principales preocupaciones en torno a su posible efecto sobre la presencia de mamíferos marinos en el área del proyecto, se realizó una nueva campaña de registro de ruido submarino, discriminando entre el ruido generado por los mamíferos marinos (vocalizaciones) y el ruido antrópico, en la zona de operación del Proyecto FLNG GSM (sector con menor grado de antropización) y en una zona más próxima a Las Grutas y el puerto de San Antonio Este (sector con mayor grado de antropización).

La información obtenida en esta nueva campaña, llevada a cabo en el otoño de 2025, se complementa con la información obtenida durante las campañas antecedentes (invierno y primavera de 2024; ver Anexo 5-2: LBA – Medio Biótico) para aportar al análisis del aumento del ruido antrópico y sus potenciales efectos sobre este grupo de organismos.

Así, durante mayo de 2025 se realizó una campaña de investigación con el objetivo de caracterizar el sonido antrópico y la presencia de mamíferos marinos en dos sectores con distintos niveles de antropización.

Para ello se propusieron distintos objetivos particulares:

- Determinación visual de la presencia de mamíferos marinos presentes en sectores con distintos niveles de antropización.
- Caracterización sonora de la presencia de mamíferos marinos presentes en un sector con mayor grado de antropización y un sector con menor grado de antropización.
- Determinación de la ocurrencia de embarcaciones mediante acústica pasiva en dos sectores con distintos niveles de antropización.

5.1 METODOLOGIAS EMPLEADAS

Los relevamientos fueron realizados entre el 16 y el 20 de mayo de 2025, en dos sectores con distintos niveles de antropización: un sector ubicado frente a las costas de Las Grutas, más cercano al puerto de San Antonio Este; y otro sector con menor grado de antropización ubicado en un sector más cercano a la zona propuesta para la implantación del proyecto.

Para los relevamientos se utilizaron diferentes metodologías:

- Conteos directos a través de monitoreos visuales desde una embarcación semirrígida con motor fuera de borda.
- Relevamientos sonoros a partir de monitoreos acústicos con hidrófono autocontenido.

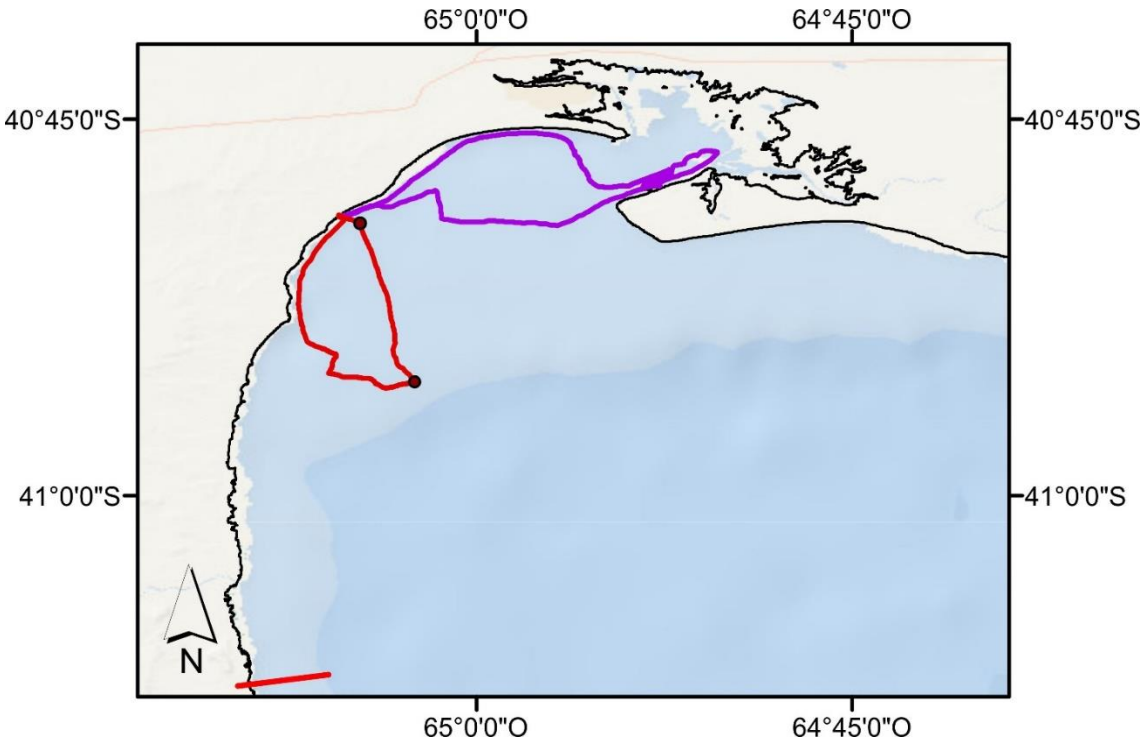


Figura 17. Cobertura de los censos visuales de mamíferos marinos realizados durante la campaña de mayo de 2025. En violeta se representa la evaluación realizada en un sector con mayor grado de antropización (cercano a Las Grutas y al puerto de San Antonio Este), y en rojo se presenta el monitoreo realizado en un sector de menor grado de antropización.

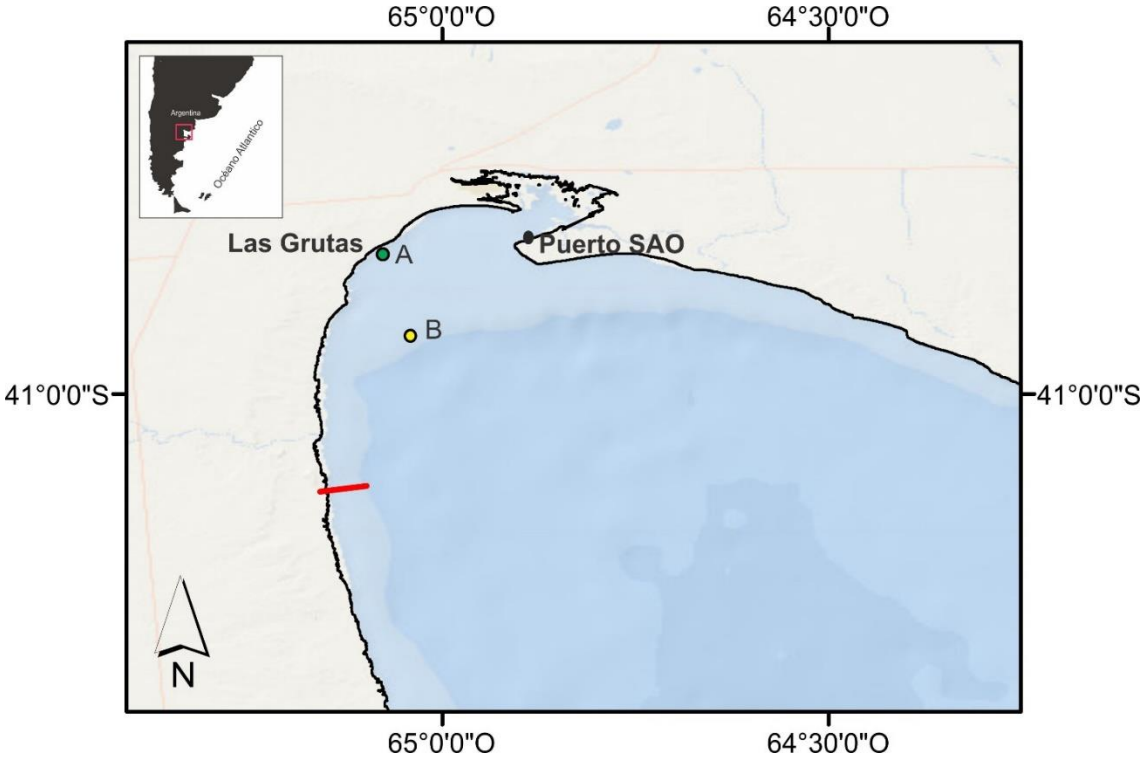


Figura 18. El punto A indica el sector con mayor a zona considerada de mayor grado de antropización (-40,81883, -65,07731). El punto B indica el sector con menor grado de antropización (-40,92500, -65,04122). Y con una línea roja se indica la ubicación del Proyecto FLNG GSM.

5.1.1 Relevamiento Visual

Se realizaron dos relevamientos visuales: uno en la zona de menor grado de antropización, recorriendo un total de 33,8 km (el día 18/05/2025), y otro en la zona con mayor grado de antropización, donde se recorrió un total de 57,7 km (el día 19/05/2025) (Figura 17).

En ambos días se navegaron los sectores registrando la posición geográfica de las especies de mamíferos marinos identificadas, la identificación de la especie observada, número de animales presentes, presencia de cachorros, comportamientos, entre otros.

Complementariamente se realizaron registros visuales de mamíferos marinos en los trayectos realizados los días 16/05/2025 y 20/05/2025, en los cuales se colocaron y recuperaron los instrumentos de monitoreo acústico.

5.1.2 Relevamiento Sonoro

Con el objetivo de registrar señales acústicas de cetáceos y caracterizar el ambiente sonoro submarino en sectores con distinto nivel de antropización, se colocó un hidrófono autocontenido (*Soundtrap*), el cual fue fondeado en un sector cercano a Las Grutas (sector de mayor grado de antropización) (ver punto A en la Figura 18).

Este hidrófono tiene una alta tasa de muestreo, con frecuencias que oscilan del infrasónico al ultrasónico, es decir con una tasa de muestreo que llega a los 500 KiloHertz, permitiendo obtener información muy valiosa de base para el estudio, tanto de registros de vocalizaciones de mamíferos marinos, como registros de sonido antrópico.

Las detecciones acústicas de sonido antropogénico obtenidas en esta campaña, son comparadas con los registros obtenidos con este mismo equipo en un sector de bajo grado de antropización durante la campaña realizada en octubre de 2024 (ver Anexo 5-2: LBA – Medio Biótico).

Complementariamente, se coloraron dos hidrófonos Hydromoth y un hidrófono autocontenido F-POD en el mismo sector donde fueron colocados estos mismos equipos durante la primera campaña en junio de 2024 (sector de bajo grado de antropización). Si bien estos son equipos más sencillos, con menor autonomía y menor fidelidad con los cuales es más difícil realizar la detección acústica de sonido antrópico, la información obtenida permite la identificación de cetáceos presentes en el área durante el mismo momento en que se está monitoreando la presencia de mamíferos marinos en un sector con mayor grado de antropización.

Los equipos fueron fondeados el día 16 de mayo de 2025 en cada uno de los sectores anteriormente mencionados. Los instrumentos estuvieron en el agua por cinco días.

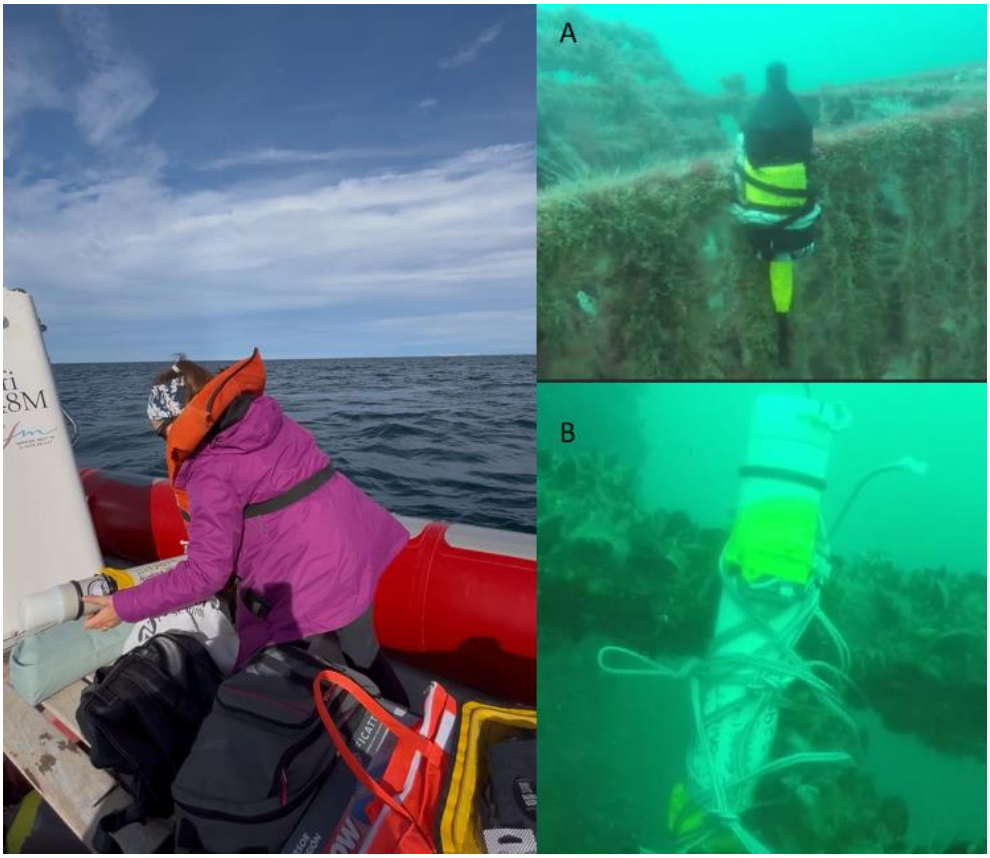


Figura 19. Colocación de los instrumentos de monitoreo acústico pasivo. A: Soundtrap colocado en sector de mayor grado de antropización. B: F-POD e Hydromoth colocados en sector de menor grado de antropización.

A continuación se resumen los relevamientos realizados durante las dos campañas antecedentes, realizadas en junio de 2024 y octubre de 2024, y cuyos resultados fueron presentados en el EIA antecedente, y la actual campaña realizada en mayo de 2025.

En cada una de estas campañas se desplegaron distintos tipos de hidrófonos autocontenidos (SoundTrap y HydroMoth) y detectores de clicks automatizados (FPOD), combinando fondeos prolongados con grabaciones manuales durante los avistajes.

Las fechas, ubicaciones, instrumentos empleados y esfuerzo de muestreo se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Resumen de los lugares de muestreo acústico y equipamiento utilizado en cada una de las campañas realizadas en el marco en el marco del proyecto FLNG GSM Río Negro, Argentina.

Campaña	Sitio	Instrumento	Duración del Registro	Objetivo
24 al 27 de Junio 2024	Magdalena María II (sector de bajo grado de antropización)	FPOD	3 días y 16 horas en continuo	Clicks de ecolocalización de odontocetos
		HydroMoth	686 minutos	Señales tonales de frecuencia media
	Durante avistajes	SoundTrap ST300	64 minutos	Paisaje sonoro (mamíferos marinos en todo su rango de frecuencia y ruido antrópico)
15 al 19 de Octubre 2024	Magdalena María II (sector de bajo grado de antropización)	SoundTrap	>1.300 minutos (≈ 3 días en continuo)	Paisaje sonoro (mamíferos marinos en todo su rango de frecuencia y ruido antrópico)
16 al 21 de Mayo 2025	Plataforma submarina (sector de alto grado de antropización)	SoundTrap	5 días en continuo	Paisaje sonoro (mamíferos marinos en todo su rango de frecuencia y ruido antrópico)
	Magdalena María II (sector de bajo grado de antropización)	FPOD	3 días en continuo	Clicks de ecolocalización de odontocetos
		HydroMoth	Asociado al FPOD (3 días en continuo)	Señales tonales de frecuencia media

5.1.2.1 Análisis de Datos Acústicos

El presente análisis se basó en datos obtenidos mediante monitoreo acústico pasivo utilizando hidrófonos autocontenidos (SoundTrap 300 HF e Hydromoth) y un detector acústico de odontocetos (FPOD). El hidrófono autocontenido de alta frecuencia fue configurado a una tasa de muestreo de 288 kHz a modo de obtener todas las señales posiblemente representadas de mamíferos marinos y ruido antrópico en la zona. Para el análisis de las señales tonales de los delfines y las ballenas se realizó un submuestreo a 98 kHz.

Los archivos acústicos obtenidos de los hidrófonos autocontenidos fueron procesados con el software PAMGuard. Las detecciones fueron almacenadas en una base de datos SQLite3. Para cada señal detectada se extrajeron métricas acústicas como frecuencia mínima, máxima y media, duración, pendiente de frecuencia y número de inflexiones. Estas mediciones se realizaron en el software del programa Raven Pro. Las detecciones fueron revisadas y clasificadas manualmente por evento acústico según la especie o grupo generador potencial. Posteriormente, se organizó la información y se exportó para facilitar su análisis en el programa estadístico R. Se verificó el funcionamiento de los detectores, así como también del *Noise Band Monitor*, evaluando los metadatos asociados a las detecciones. Se excluyeron del análisis aquellas señales cuya calidad o características no permitieron una clasificación confiable.

Este enfoque permitió caracterizar la actividad acústica registrada en los distintos sitios y evaluar la presencia de especies en función de sus vocalizaciones, sentando las bases para futuras comparaciones temporales y espaciales del paisaje sonoro marino en la región.

5.1.2.2 Análisis de los Datos de Ruido

El análisis de ruido submarino se basó en los datos obtenidos mediante el hidrófono SoundTrap 300 HF, fondeado durante octubre de 2024 en el buque hundido Magdalena María II (sector de bajo grado de antropización), y durante mayo de 2025 en la plataforma submarina (sector de alto grado de antropización).

Para estimar el ruido antropogénico asociado al tráfico marítimo, se empleó como proxy la energía acústica registrada en la banda de octava de 88–176 Hz principalmente. Esta franja concentra componentes relevantes del espectro generado por embarcaciones medianas y grandes: frecuencias por debajo de los 100 Hz se asocian con la maquinaria interna y la propulsión, mientras que las comprendidas entre 100 y 300 Hz corresponden principalmente a la cavitación de hélices y vibraciones estructurales.

Para evitar la influencia del ruido generado por la propia embarcación utilizada para el fondeo y la recuperación de los dispositivos, se excluyeron las primeras y las últimas cuatro horas de registro de cada campaña. Los límites de exclusión se determinaron individualmente para cada campaña en función de los registros horarios extremos disponibles. Posteriormente, se calculó el nivel promedio de presión sonora (dB re 1 µPa, rms) para la banda 88–176 Hz por año, junto con su desviación estándar, valor mínimo y máximo.

5.2 RESULTADOS

5.2.1 Monitoreo de Mamíferos Marinos desde Embarcación

Dentro del Golfo San Matías registros bibliográficos dan cuenta de un total de 29 especies de mamíferos marinos, que utilizan la zona de diferente manera, si bien como se menciona en la LBA – Medio Biótico (ver Anexo 5-2), 17 de estas especies son raras en la zona.

Las campañas de investigación realizadas en el marco de la evaluación ambiental del Proyecto FLNG GSM (invierno y primavera 2024 y otoño 2025), nos han permitido evaluar la presencia de especies de mamíferos marinos en la región, a partir de la observación de los mismos. A su vez las distintas campañas nos han permitido observar cuales son los usos de la zona en diferentes momentos del año.

Durante los relevamientos náuticos realizados en mayo de 2025 se identificaron sólo 2 especies de mamíferos marinos: lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) y delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus gephyreus*). Ambas especies fueron registradas tanto en el sector de mayor grado de antropización, como en el sector de bajo grado de antropización (Figura 20).

Se registraron 20 avistajes de lobos marinos de un pelo, con un número total de 36 ejemplares, observándose 1,8 ± 2,1 animales por avistaje. En líneas generales, los lobos marinos fueron registrados a lo largo de todos los recorridos realizados. Durante el monitoreo realizado en el sector de mayor grado de antropización se registraron 4 avistajes de lobos marinos de dos pelos (registrándose avistajes costeros y en sectores más alejados de la costa); mientras que durante el monitoreo realizado en el sector de menor grado de antropización se realizaron 9 avistajes, correspondientes a observaciones más cercanas a la costa y mar adentro. Los otros 7 avistajes reportados correspondieron a observaciones realizadas durante los desplazamientos para colocar o recuperar los instrumentos.

Los ejemplares registrados correspondieron a individuos adultos o juveniles, cuyo principal comportamiento fue la natación, con algunos registros de comportamientos *spyhopping,* el cual es un comportamiento de descanso de esta especie, en donde los animales salen a la superficie a modo de espiar, permaneciendo en posición recta sobre el agua (Figura 21).

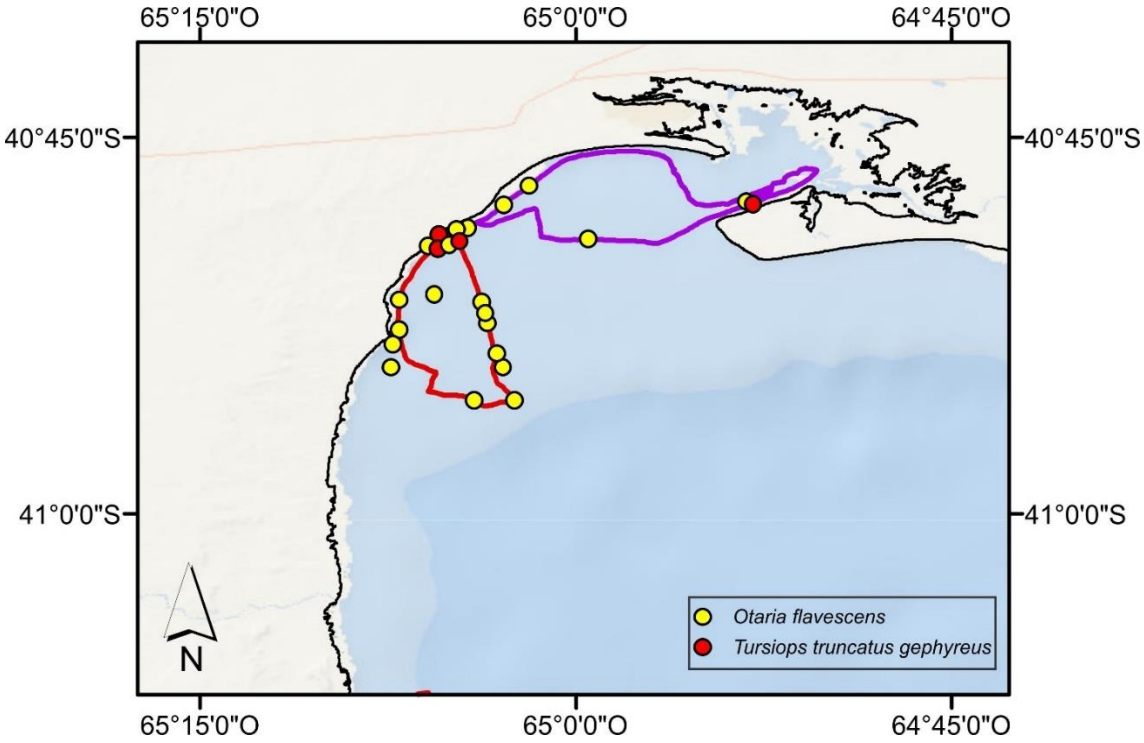


Figura 20. Registros de mamíferos marinos realizados a partir del monitoreo visual desde una embarcación en área de mayor impacto antrópico (línea de color violeta) y área de menor impacto antrópico (línea de color amarilla).



Figura 21. Ejemplares de lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) registrados durante la campaña en el Golfo San Matías en mayo de 2025.

Se registraron 4 avistajes de delfines nariz de botella, con un total de 37 animales observados. Durante los monitoreos en el sector de mayor grado de antropización se realizaron 2 avistajes, mientras que en los monitoreos en el sector de menor grado de antropización no hubo registros de delfines; los otros 2 avistajes reportados correspondieron a observaciones realizadas durante los desplazamientos para colocar o recuperar los instrumentos.

Los registros de delfín nariz de botella fueron principalmente costeros (Figura 20). En Argentina existen dos subespecies de delfines nariz de botella, las cuales muestran marcadas diferencias genéticas y morfológicas, pero comparten un hábitat común (Vermeulen et al., 2019). Una de ellas (*Tursiops truncatus truncatus*) está relacionada con delfines nariz de botella oceánicos avistados en la plataforma sur de Brasil (Fruet et al., 2017), mientras que la otra, *Tursiops truncatus gephyreus*, ha sido reconocida por la Comisión Ballenera Internacional y la Sociedad de Mamíferos Marinos como una subespecie endémica que habita en aguas costeras del sur de Brasil, Uruguay y Argentina. Además, se ha identificado a la población argentina dentro de esta subespecie como una Unidad Evolutivamente Significativa (Fruet et al., 2014). Estudios previos en el Golfo San Matías, han determinado que los mejores hábitats para esta especie se ubican mayormente en la zona interna de la Bahía San Antonio, con menores registros en el sector propuesto para el Proyecto FLNG GSM (Svendsen, 2013). Por lo que es de esperar, que los registros observados en esta campaña de investigación correspondan a registros costeros, ubicados en el sector norte del golfo.

En general se registraron animales en grupo, con un tamaño promedio de 9,2 ± 7,1 individuos por grupo (max= 16, min=1). Los delfines nariz de botella son ejemplares muy sociales, que generalmente forman grupos de entre 2 y 20 animales (Bastida et al., 2022). Todos los ejemplares registraron presentaron un comportamiento de natación.

En uno de los avistajes realizados en las cercanías del puerto de San Antonio Este se registró un grupo conformado por 16 individuos, dentro del cual se observaros 2 parejas madre-crías (Figura 22).



Figura 22. Delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus gephyreus*) registrados durante la campaña de monitoreo en el Golfo San Matías durante mayo de 2025.

Se realizó una comparación de los resultados obtenidos durante esta campaña (mayo de 2025), con los obtenidos en campañas anteriores (junio de 2024 y octubre de 2024) (Tabla 8; Figura 23). En la última campaña se registró una baja diversidad de especies, con presencia de solo 1 especie de cetáceo y 1 especie de pinnípedo. Si se comparan estos resultados con los registrados en junio de 2024, se observa que en general la diversidad de especies es baja en ambas campañas, con predominio de avistajes de lobos marinos de un pelo (*O. flavescens*), la especie más frecuente y abundante en la zona a lo largo de todo el año. En cambio, durante la campaña de primavera (octubre 2024) la diversidad de especies fue mucho mayor, con registros de 2 especies de pinnípedos y 6 especies de cetáceos.

Durante la campaña de primavera y durante la última campaña de otoño se registro presencia de parejas madre-cría de delfines nariz de botella. Si bien la estación reproductiva del *T. t. gephyreus* se produce entre finales de primavera y principios de verano (Vermeulen et al., 2019), el cuidado de las crías puede extenderse durante varios años, con una lactancia que puede durar más de un año (Bastida et al., 2022); por tal motivo es esperable la presencia de crías durante todo el año.

Finalmente, cabe destacar que durante la última campaña se realizó un monitoreo en el sector más cercano al puerto de San Antonio Este, el cual no había sido relevado en campañas anteriores. Esta última campaña permitió relevan un sector no monitoreado anteriormente, que presenta mayor grado de antropización (mayor circulación de embarcaciones).

Tabla 8. Registro de observaciones de mamíferos marinos realizadas durante las distintas campañas de investigación realizadas en el marco de la evaluación ambiental del Proyecto FLNG GSM, Río Negro, Argentina.

	Campañas		
	Junio 24	Octubre 24	Mayo-25
Otaria flavescens	8	39	20
Arctocephalus australis	2	4	
Eubalaena australis	2	16	
Tursiops truncatus gephyreus		4	4
Sagmatias obscurus		1	
Balaenoptera borealis		1	
Delphinus delphis		1	
Megaptera novaengliae		1	
Total de Avistajes	12	67	24

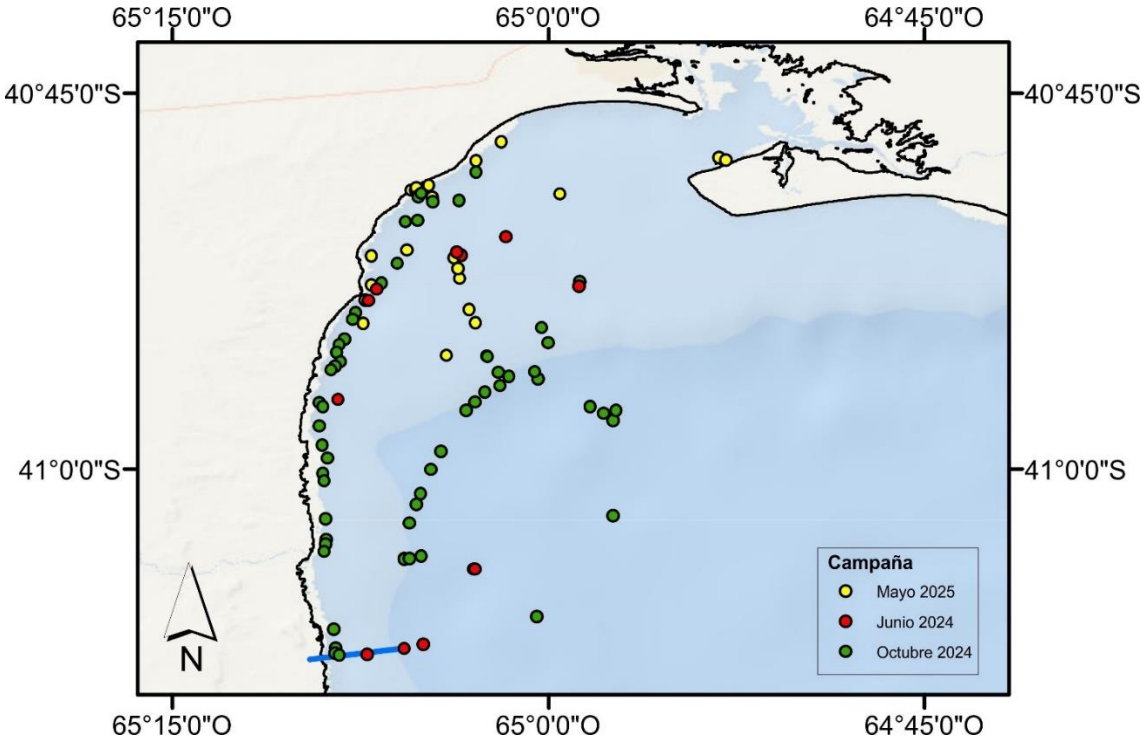


Figura 23. Observaciones de mamíferos marinos realizadas mediante embarcación durante las tres campañas de investigación realizadas en el marco de la evaluación ambiental del Proyecto FLNG GSM, Río Negro, Argentina.

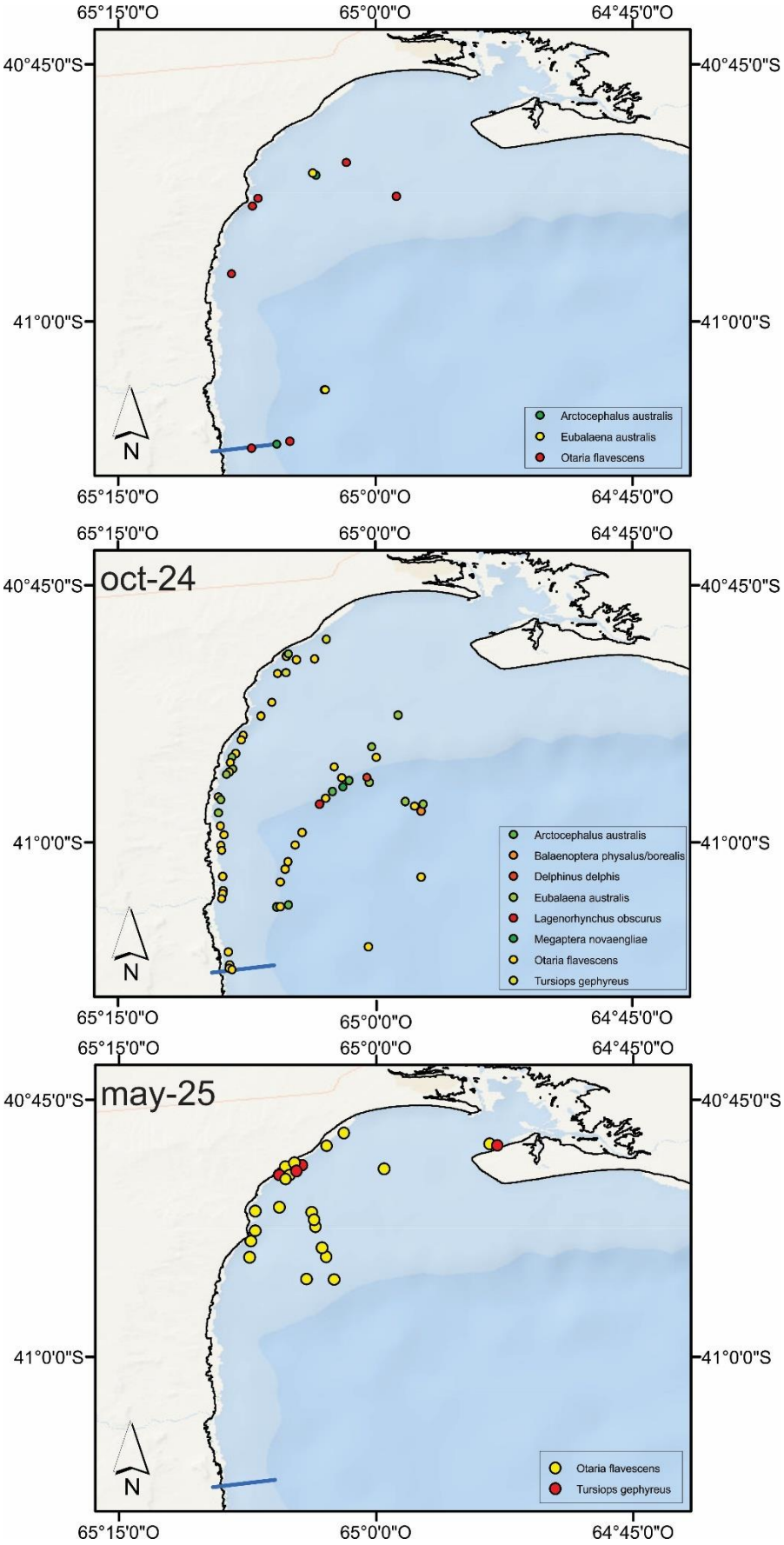


Figura 24. Avistajes de mamíferos marinos por especie en las distintas campañas de investigación realizadas en el marco de la evaluación ambiental del Proyecto FLNG GSM, Río Negro, Argentina.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

5.2.2 Monitoreo Acústico de Cetáceos y Ruido Submarino en Las Grutas (2024–2025)

El ambiente acústico submarino, conocido como *soundscape*, está compuesto por sonidos generados por: organismos vivos (*biophonias*); fenómenos naturales, como el viento, la lluvia o la actividad sísmica (*geophonias*); y por actividades humanas (*anthropophonias*) (Buscaino et al., 2023; Duarte et al., 2021). Estos tres componentes interactúan de forma dinámica y estructuran el entorno sonoro que habitan los organismos marinos. Para muchas especies, el sonido es una herramienta esencial que permite la navegación, la detección de presas y depredadores, y la comunicación intraespecífica. Sin embargo, la creciente presencia de fuentes de ruido antropogénico (como el tráfico marítimo, la exploración sísmica, los parques eólicos o las maniobras navales) puede generar alteraciones significativas en este entorno, interfiriendo en las señales biológicas, enmascarando sonidos vitales o incluso provocando respuestas fisiológicas y comportamentales adversas (Erbe et al., 2016; 2022). En casos extremos, el ruido puede ocasionar pérdida auditiva, desorientación y mortalidad en diversas especies. Comprender y caracterizar el *soundscape* marino resulta entonces clave para evaluar el impacto de las actividades humanas sobre la ecología acústica y el bienestar de la fauna marina.

Los mamíferos marinos emiten una amplia gama de sonidos, desde los infrasonidos de las ballenas (misticetos) hasta los ultrasonidos de los odontocetos. Estas vocalizaciones cumplen diversas funciones, como señales de contacto, advertencia, cortejo o agresión (Sayigh, 2014). Por ejemplo, las ballenas francas utilizan llamadas ascendentes como contacto y un pulso fuerte ('*gunshot*') para cortejo o agresión, aunque las hembras también lo producen. Las ballenas jorobadas en busca de alimento emiten llamadas tonales para arrear presas o coordinar movimientos de grupo. Por su parte, los odontocetos utilizan clics de ecolocalización (entre ~10 y ~150 kHz) para navegar y cazar; mientras que utilizan las llamadas tonales o 'silbidos' (entre ~1 y ~50 kHz) y sonidos de pulso-ráfaga para la comunicación (Au, 1993; Giardino et al., 2024). Algunas especies de odontocetos también usan clics para comunicarse, y los delfínidos, como las orcas y los calderones, pueden organizar sus silbidos y pulsos en secuencias estructuradas.

5.2.2.1 Detecciones Acústicas de los Mamíferos Marinos

Durante la última campaña de investigación (mayo de 2025) el análisis de los registros obtenidos con el SoundTrap amarrado en un sector de mayor impacto antrópico, permitió la detección de clicks de ecolocalización y silbidos de delfines nariz de botella (Figura 25).

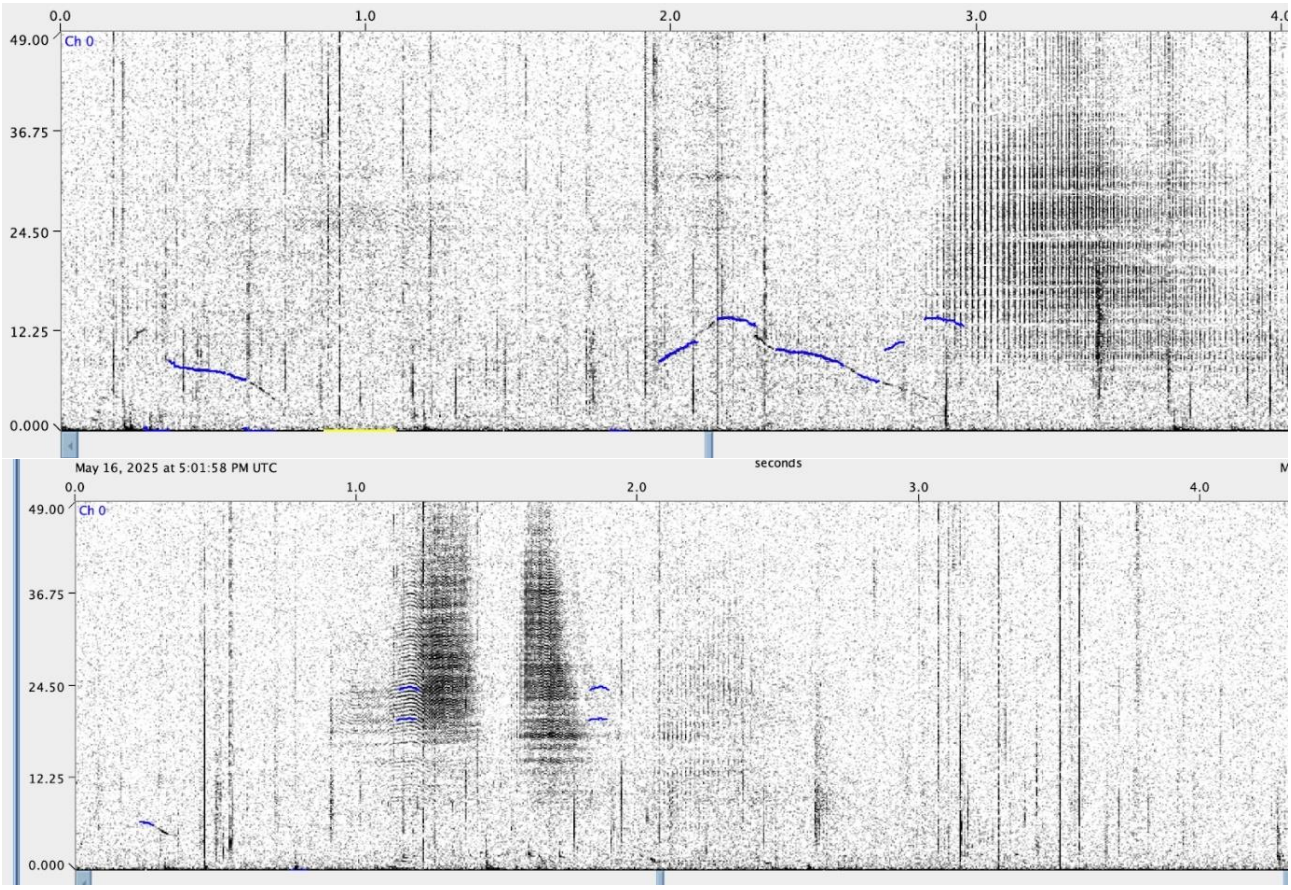


Figura 25. Registros vocales obtenidos con el Soundtrap en el sector de mayor impacto antrópico durante la campaña de mayo de 2025. Figura superior, silbidos de delfines nariz de botella seguidos por un tren de ecolocalización. Figura inferior: silbido seguido de un burst pulse.

Al analizar los datos del hidrófono hydromoth colocado en el sector de menor grado de antropización, se lograron identificar registros de silbidos de odontocetos con una prevalencia baja, los cuales posiblemente se correspondan a registros de delfines oscuros (Figura 26).

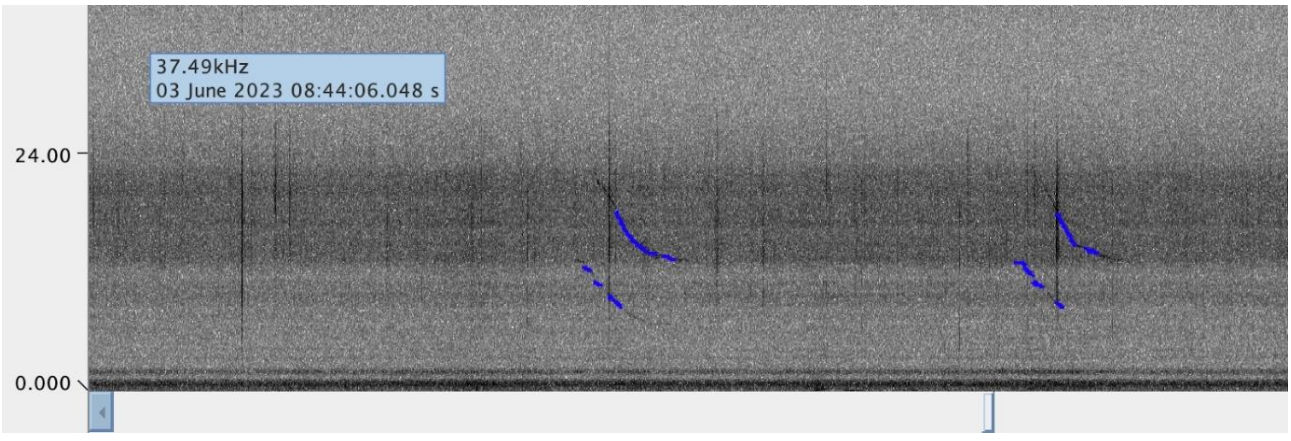


Figura 26. Señales tonales atribuidas a delfines, posiblemente de delfines oscuros (*Sagmatias obscurus*) obtenidos a partir del hidrófono autocontenido hydromoth a una frecuencia de muestreo de 96 kHz en el sector de menor grado de antropización durante la campaña realizada en mayo de 2025.

Por otro lado, en este mismo sector de bajo grado de antropización, registros obtenidos a partir del FPOD permitieron la detección de un total de 2.209 clics. El valor detecciones positivas por minuto de odontocetos diario fue de 5,72 (con un máximo de 26). Se registraron 28 minutos con sonar (0,4%) y 9 minutos con fuentes de ruido (0,1%). Si bien el 95% de los trenes de click fueron categorizados como de banda estrecha y alta frecuencia por presentar un valor modal de 126 kHz, los trenes de clics presentaron una alta tasa de repetición compatible con señales de comunicación y alimentación (Figura 27).

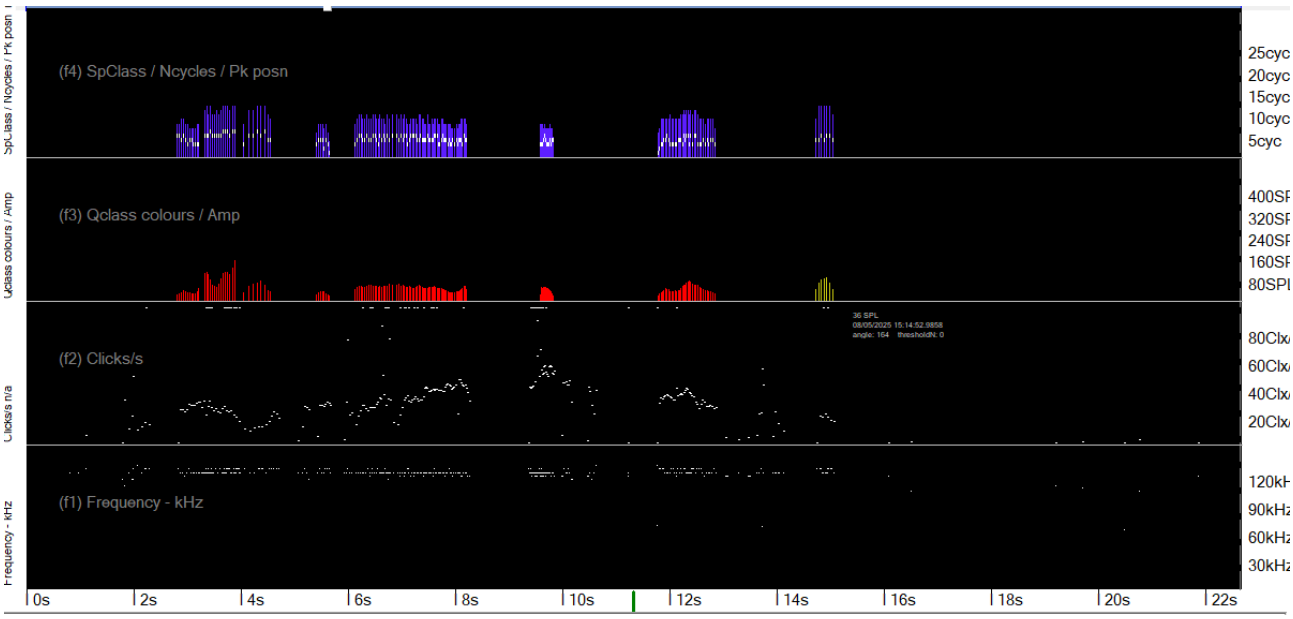


Figura 27. Imagen extraída de la FPOD App colocado en el sector de menor impacto antrópico durante la campaña de mayo 2025. Arriba se observa el número de clicks por segundo, que su por alta tasa de repetición podrían ser señales comunicación y alimentación, en el panel del medio se muestra la amplitud. Abajo en línea puenteada se representa la frecuencia que como se observa está por encima de los 120 kHz.

Estos registros es plausible que puedan corresponderse con clicks de ecolocalización de marsopas, como se mencionó anteriormente para junio de 2024; a pesar de ello, los resultados deben interpretarse con cautela debido a las limitaciones conocidas del clasificador del FPOD. Según lo documentado por Consentino et al. 2024, el algoritmo de clasificación offline no discrimina de forma completamente independiente entre señales tipo marsopa y tipo delfín, cuando se aplican los clasificadores por separado y luego de manera secuencial. Esta falencia resulta especialmente relevante en áreas donde pueden coexistir especies con señales de características intermedias o complejas, como es el caso del delfín oscuro (*Sagmatias obscurus*), cuyas señales de ecolocalización presentan un espectro bimodal (Figura 28).

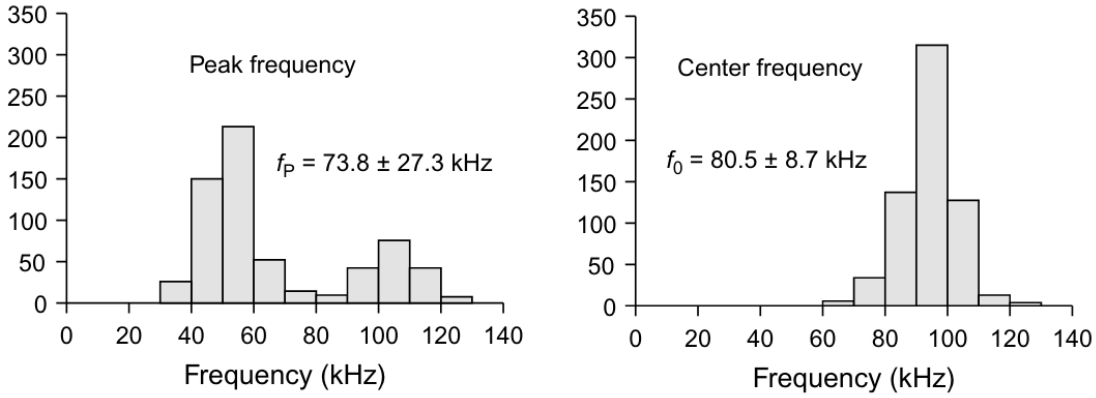


FIGURE 4.9 Histogram of peak and center frequencies of dusky dolphin echolocation signals (from Au and Würsig 2004).

Figura 28. Patrón bimodal de la ecolocalización de los delfines oscuros (extraído de Au et al., 2010).

En este contexto, es posible que el clasificador del FPOD haya priorizado la identificación del componente de mayor energía (frecuencia alta), subestimando la naturaleza bimodal de las señales y clasificándolas erróneamente como NBHF (frecuentemente asociadas a franciscana o marsopa). Esto plantea la necesidad de revisar cuidadosamente las características espectrales de los clics registrados, y de reportar en detalle los parámetros utilizados en la clasificación automática, tal como recomienda Consentino et al. 2024 para evitar interpretaciones erróneas en regiones con posibles especies acústicamente solapadas.

Durante mayo de 2025, en el sector de menor grado de antropización, se observó un patrón circadiano en la emisión sonora, registrándose una mayor actividad al amanecer y al anochecer, aunque con una tasa de emisión considerablemente menor a la registrada en el mismo sector durante octubre de 2024. Esta reducción podría atribuirse a la ausencia de delfines comunes, una especie altamente social que forma grupos de hasta 100 individuos (Figura 29, A).

Por su parte, al comparar las señales acústicas registradas en mayo de 2025 a lo largo de las distintas horas del día entre los dos sectores con distintos niveles de atropización, en el sector con mayor grado de antropización donde se identificaron los delfines nariz de botella, no se registraron patrones circadianos, sino que se observó un patrón diario con picos de actividad acústica alrededor de las 5:00, 12:00, 14:00, 17:00 y 20:00 horas (Figura 29, B).

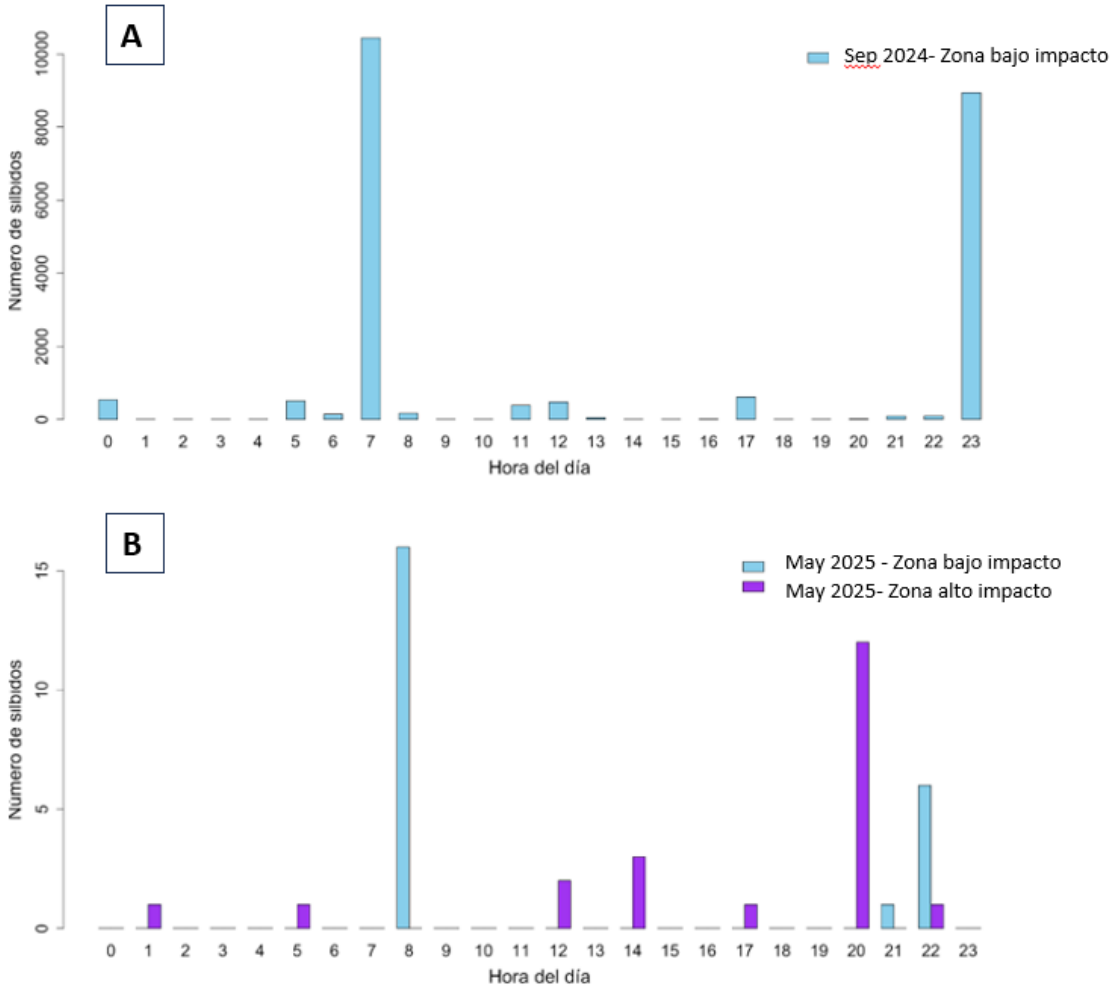


Figura 29. Señales acústicas registradas a lo largo de las distintas horas del día en (A): campaña de octubre de 2024 en sector con bajo grado de antropización, y (B): campaña de mayo de 2025 comparando sectores de mayor y menor grado de antropización.

Por otro lado, se realizó una comparación de esta información con los registros de las campañas anteriores. En junio de 2024 (invierno) el dispositivo FPOD fondeado en un sector de bajo grado de antropización (igual que lo realizado en 2025) permitió la identificación de 39 clicks de alta frecuencia, equivalentes a una tasa promedio de 0,6 clicks por hora y 14,2 clicks por día, con una detección diaria (DPM) de 0,36. Se identificaron señales de sonar durante el 0,7% del tiempo analizado (26 minutos) y fuentes de ruido antropogénico en un 2% del total (78 minutos).

Los trenes de click registrados en esa campaña fueron clasificados como de alta frecuencia y banda angosta con un pico de frecuencia promedio de 129 kHz compatible con las señales emitidas por las marsopas (Figura 30). En el área fue reportada la presencia de marsopa espinosa (*Phocoena spinipinis*) por los timoneles locales lo que refuerza la hipótesis de que podría tratarse de esta especie. La frecuencia de ocurrencia fue baja con un patrón de repetición menor a 20 clicks por segundo lo que indica una actividad de exploración en lugar de alimentación o comunicación.

Como se mencionó anteriormente, durante mayo de 2025, también se detectaron este tipo de señales.

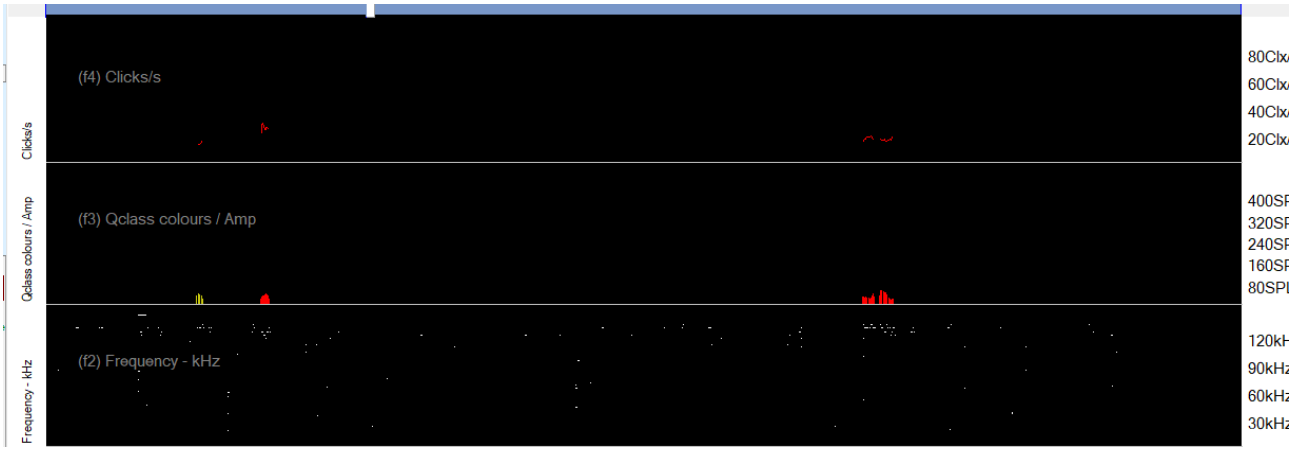


Figura 30. Imagen extraída de la FPOD App, arriba se observa el número de clicks por segundo, que su por baja tasa de repetición podrían ser señales de ecolocalización y no de comunicación, en el panel del medio se muestra la amplitud y en el panel inferior en línea puenteada la frecuencia que como se observa está por encima de los 120 kHz.

Durante la campaña realizada en octubre de 2024 (primavera) se colocó un hidrófono autocontenido Soundtrap, el cual es más eficiente, en el sector de menor grado de antropización.

Se registró el primer silbido a las 11:59 coincidente con el avistaje de un delfín oscuro (*Sagmatias obscurus*) (Figura 30). Los delfines oscuros producen una variedad de sonidos: sus vocalizaciones abarcan un rango de 1 a 28 KHz, y también emiten señales pulsadas conocidas como clics entre 90 y 100 KHz (Au et al., 2010). Esta especie se caracteriza por producir pocos silbidos, por lo tanto, para comunicarse, los delfines oscuros utilizan principalmente señales pulsadas de banda ancha y corta duración, conocidos como '*burst pulse*', similares a los que emiten otros odontocetos. Sus señales de ecolocalización suelen ser bimodales, lo que significa que presentan dos picos de frecuencia: uno bajo, entre 40 y 50 kHz, y otro alto, entre 80 y 110 kHz (Au y Würsig 2004).

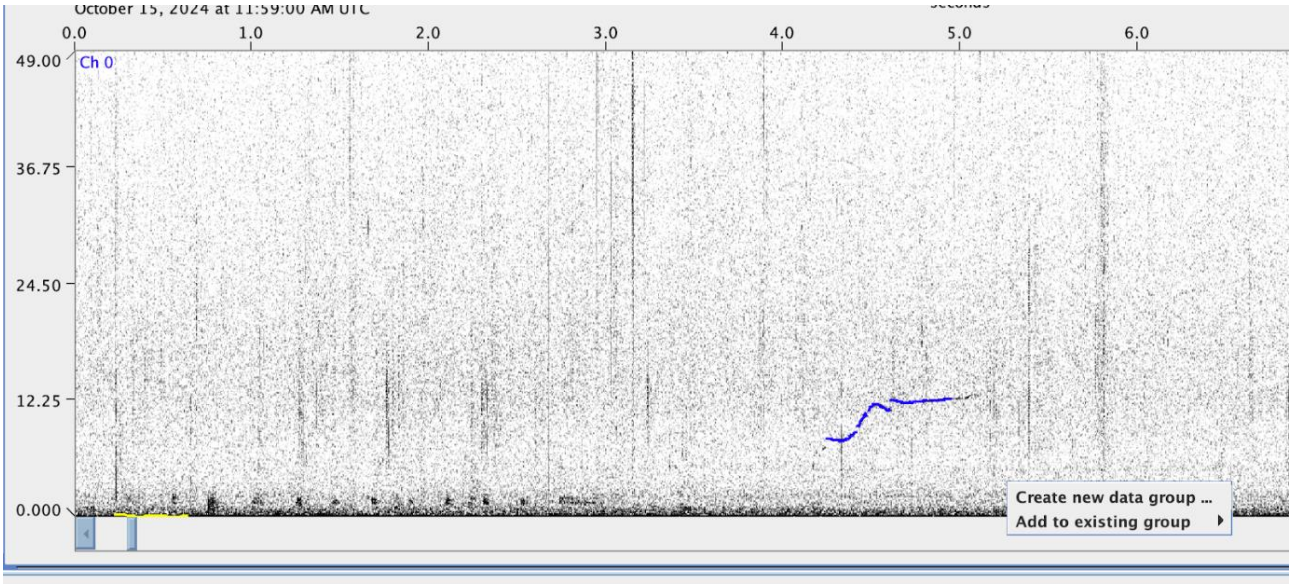


Figura 31. Espectrograma donde se visualiza un silbido de delfín oscuro registrados en la campaña de octubre de 2024 en el sector de menor grado de antropización. En el eje y se representa la frecuencia en kHz en función del tiempo.

Por otro lado, durante el primer día de campaña, se registró una alta actividad acústica, con una elevada tasa de producción de silbidos desde las 19:30 horas hasta la medianoche, correspondientes al registro de delfines comunes (*Delphinus delphis*) (Figura 32). La presencia acústica continuó durante la madrugada siguiente, con detecciones persistentes a partir de las 05:00 horas. Los sonidos más frecuentemente registrados en los delfines comunes consisten en silbidos tonales, cuya frecuencia máxima se sitúa por debajo de los 50 kHz, y clics de ecolocalización de alta frecuencia, superiores a los 100 kHz. Los parámetros acústicos de los silbidos registrados para *D. delphis* en Las Grutas mostraron una frecuencia pico promedio de 9,5 ± 2,2 kHz (rango: 5,0–14,2), una frecuencia central de 9,7 ± 1,6 kHz (5,7–12,6), un rango de frecuencias (delta de frecuencia) de 6,7 ± 2,0 kHz (2,8–12,0), y un ancho de banda del 90% de 5,8 ± 1,7 kHz (2,5–10,7) (Figura 32). Estos registros son similares a los obtenidos en el único estudio previo realizado en Argentina sobre silbidos de esta especie a partir de una hembra adulta mantenida en aislamiento durante un proceso de rehabilitación. En ese contexto, se registró un único tipo de contorno tonal con parámetros relativamente estables a lo largo del tiempo, con una frecuencia pico promedio de 9,5 ± 1,1 kHz (Giardino et al., 2019). En contraste en la región de Cabo Frio, Brasil, donde la frecuencia media reportada fue más elevada (12,8 ± 2,4 kHz; rango: 4,0–19,3), al igual que la frecuencia máxima (16,5 ± 3,7 kHz; 4,9–28,0), y el rango de frecuencias fue también más amplio (7,7 ± 3,9 kHz; hasta 23,5) (Figueiredo et al., 2023). Estas diferencias podrían reflejar variaciones regionales en la estructura acústica de los silbidos, influencias ambientales como las características del hábitat o del entorno acústico principalmente.

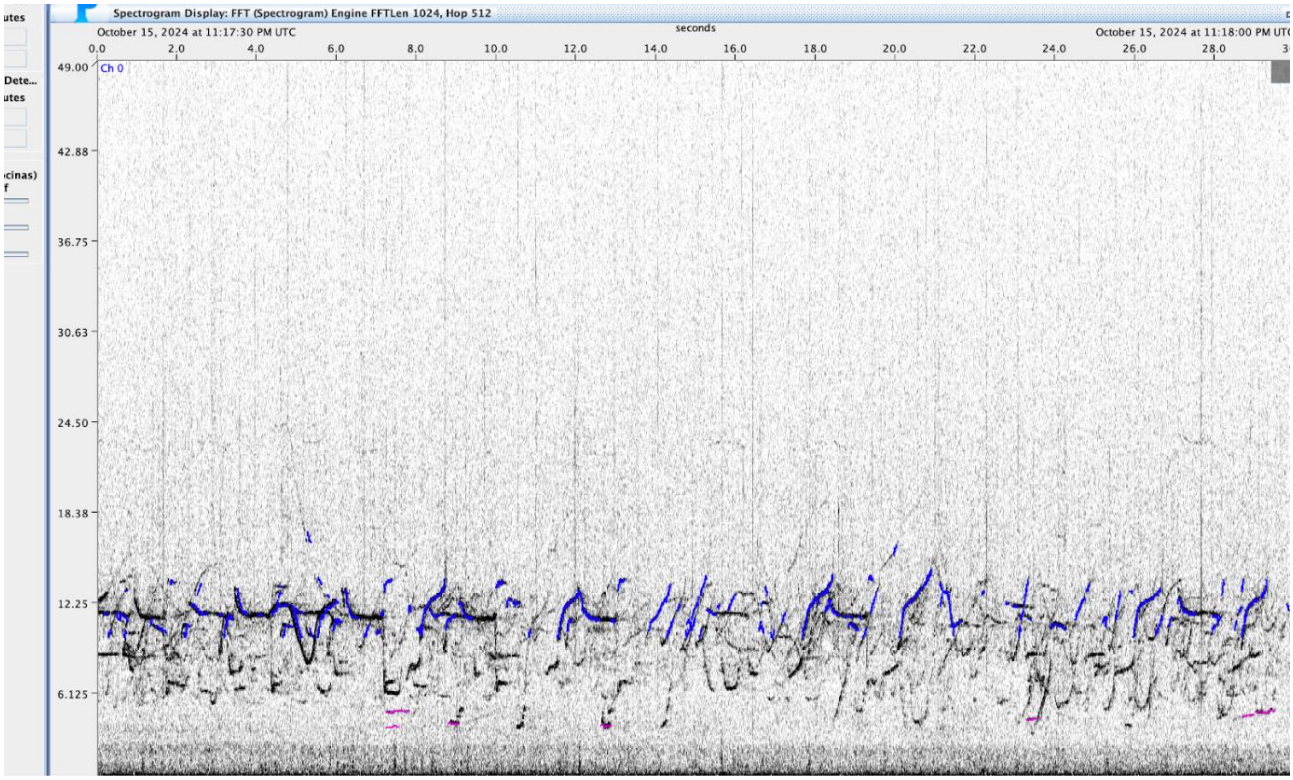


Figura 32. Espectrograma donde se visualiza los silbidos de los delfines comunes registrados en la campaña de octubre de 2024 en el sector de menor grado de antropización. En el eje y se representa la frecuencia en kHz en función del tiempo.

A partir del mediodía del segundo día de muestro la actividad acústica disminuyó considerablemente, registrándose una pausa en las emisiones. Sin embargo, hacia la tarde, entre las 17:00 y las 20:00 horas, los silbidos reaparecieron con intensidad. Este patrón sugiere un ritmo circadiano de actividad crepuscular y nocturna intensa, seguida de una reducción temporal durante las horas centrales del día, posiblemente vinculada a la disponibilidad de la presas.

Durante la campaña de octubre de 2024, también se registraron silbidos similares a los registrados por Dans y colaboradores (comm pers) en el Golfo Nuevo para el delfín oscuro (Figura 33).

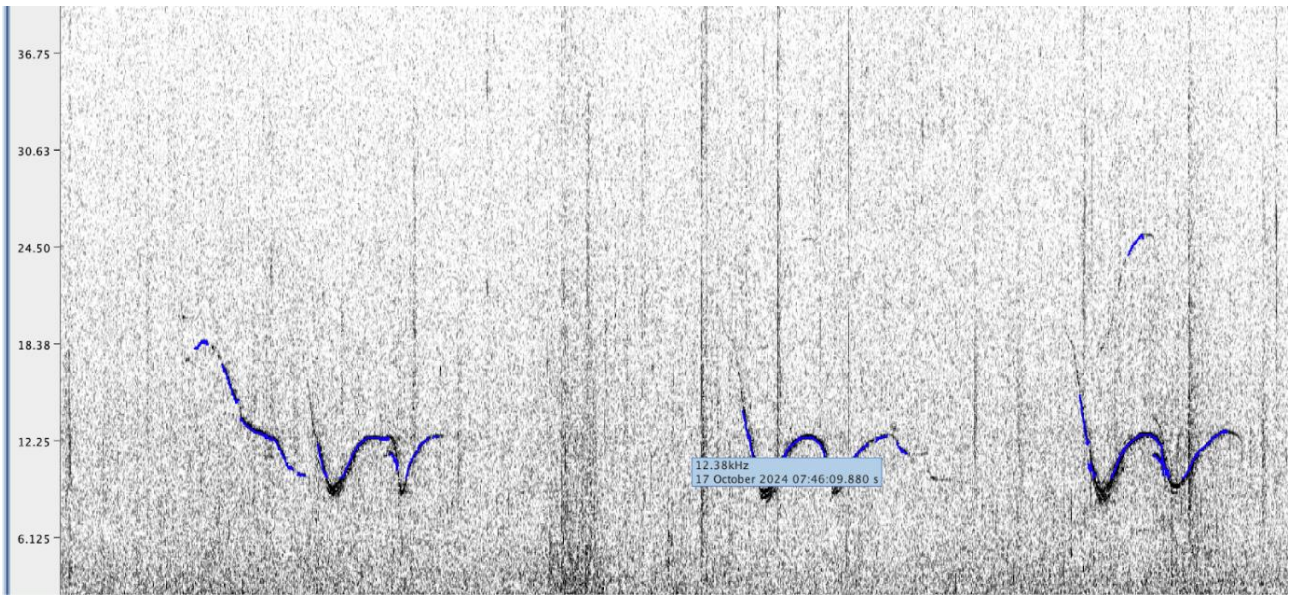


Figura 33. Espectrograma donde se visualiza los silbidos de los delfines oscuros registrados en la campaña de octubre de 2024 en el sector de menor grado de antropización. En el eje y se representa la frecuencia en kHz en función del tiempo.

El análisis de los parámetros acústicos de los silbidos del delfín oscuro presento un ancho de banda de 8,9 ± 2,3 kHz (rango: 4,8–14,7), la frecuencia central alcanzó los 11,2 ± 1,3 kHz (7,3–16,3), el rango de frecuencias (delta de frecuencia) fue de 11,0 ± 3,1 kHz (5,5–19,7), y la frecuencia pico se ubicó en 10,8 ± 2,2 kHz (5,2–18,0) (Figura 34). En Argentina, los delfines comunes y los delfines oscuros coexisten en las mismas áreas (simpatría) y, en ocasiones, forman grupos mixtos (Curcio et al., 2023) pero sus señales tonales se diferencian fundamentalmente por la tasa de emisión, que es mucho menor en los delfines oscuros y luego porque su rango de frecuencia es notablemente amplio, extendiéndose de 4 a 36 kHz, con una duración entre 0,06 y 0,24 segundos (Siciliano, en prensa). Al comparar estos valores con los reportados para la misma especie en Nueva Zelanda se observan diferencias notables. En Nueva Zelanda, la frecuencia más alta en silbidos varió entre 13,3 kHz en grupos exclusivamente de delfines oscuros y 15,8 kHz en grupos exclusivamente de delfines comunes, mientras que el rango de frecuencias fue de 4,9 a 6,9 kHz. En comparación, los silbidos de Las Grutas presentan un rango de frecuencias considerablemente más amplio.

En la campaña de octubre de 2024, también se registraron señales tonales, tanto silbidos como chirps (Tabla 9) compatibles con los registrados en los delfines nariz de botella. La presencia de delfin nariz de botella (*T. truncatus gephyreus*) generalmente se encuentra asociada a sectores costeros, esto ha sido comprobado en las distintas campañas donde se realizaron relevamientos desde embarcaciones, como en bibliografía; a pesar de que no es frecuente el avistaje de los delfines nariz de botella a esa distancia de la costa, los buzos locales tienen reportada la presencia de esta especie, en grupos convivientes con delfines comunes.

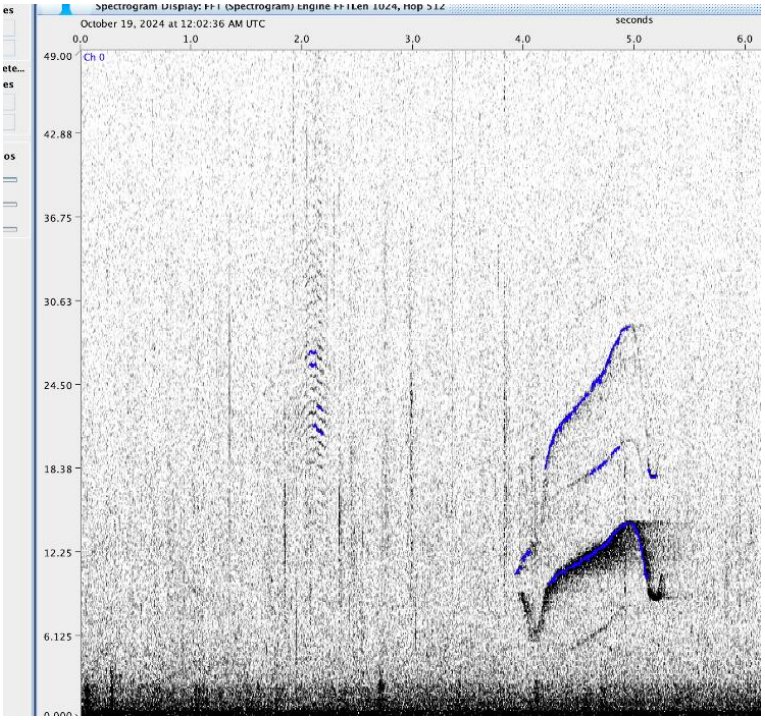


Figura 34. Espectrograma donde se visualiza un chirp y un silbido de un delfín nariz de botella registrados en la campaña de octubre de 2024 en el sector de menor grado de antropización. En el eje y se representa la frecuencia en kHz en función del tiempo.

Tabla 9. Estadísticas descriptivas de los parámetros acústicos de los silbidos analizados para *Delphinus delphis* (Dd), *Sagmatias obscurus* (So) y *Tursiops truncatus gephyreus* (Ttg). Se presentan los valores de la media ± desviación estándar, seguidos por el rango mínimo–máximo (entre paréntesis), expresados en kilohertz (kHz)

Especies	*Delphinus delphis (Dd)*	*Sagmatias obscurus (So)*	*Tursiops truncatus gephyreus (Ttg)*
Parámetro	Media ± Desvío estándar (Mínimo-Máximo)		
Ancho de banda (kHz)	5,8 ± 1,7 (2,5 – 10,7)	8,9 ± 2,3 (4,8 – 14,7)	12,8 ± 3,7 (4,1 – 21,8)
Frecuencia Central (kHz)	9,7 ± 1,6 (5,7 – 12,6)	11,2 ± 1,3 (7,3 – 16,3)	10,6 ± 2,9 (2,4 – 18,9)
Delta de frecuencia (kHz)	6,7 ± 2,0 (2,8 – 12,0)	11,0 ± 3,1 (5,5 – 19,7)	16,4 ± 5,5 (5,1 – 28,0)
Pico de frecuencia (kHz)	9,5 ± 2,2 (5,0 – 14,2)	10,8 ± 2,2 (5,2 – 18,0)	9,3 ± 4,6 (2,3 – 20,8)

Además, en esta campaña se registraron vocalizaciones de ballenas francas australes (*Eubalaena australis*), esta información es muy valiosa dado que se corresponde al primer registro acústico de la especie para la zona (Figura 35).

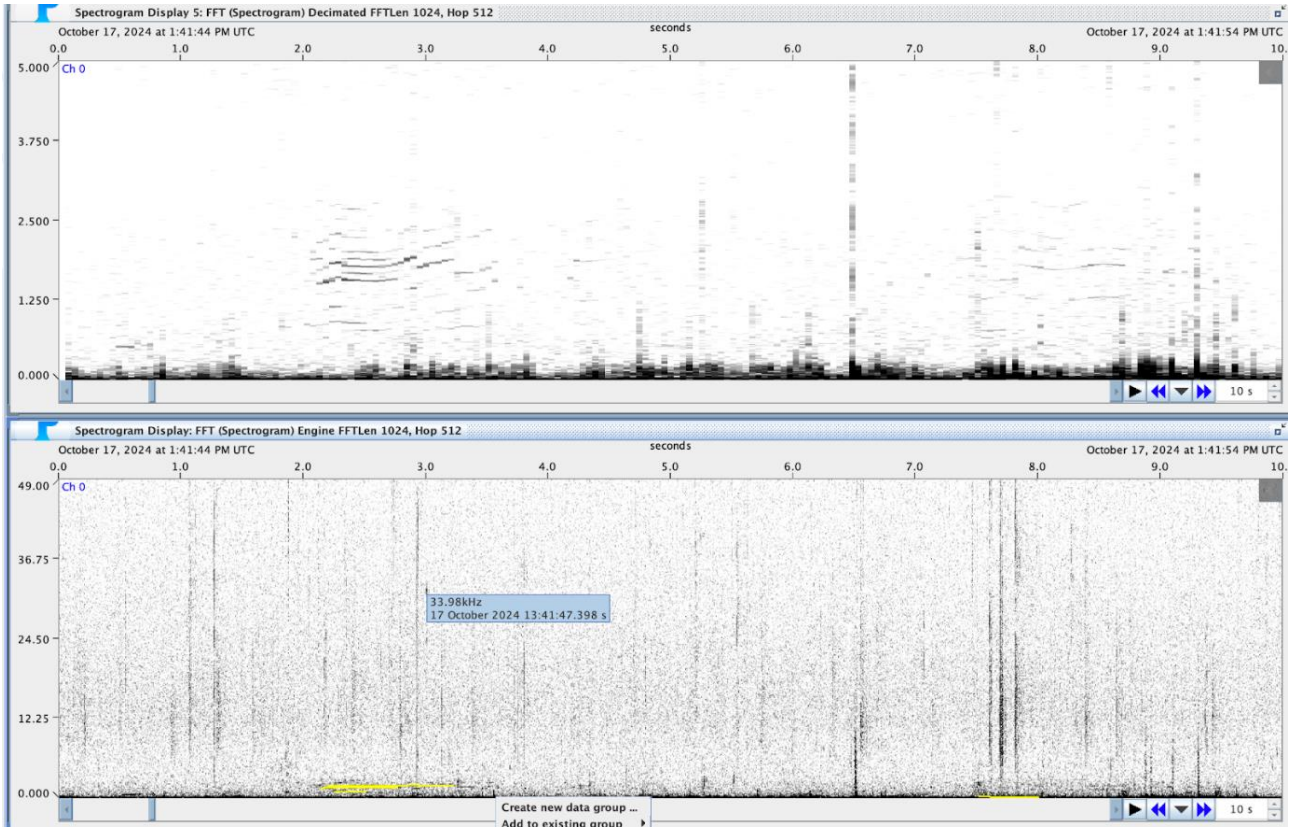


Figura 35. Espectrograma donde se visualiza la señal acústica de una ballena franca austral registrados en la campaña de octubre de 2024 en el sector con menor grado de antropización. En el eje y se representa la frecuencia en kHz en función del tiempo.

Las especies de ballenas francas comparten un repertorio acústico compuesto principalmente por vocalizaciones breves de baja frecuencia (<1000 Hz), cuya estructura y frecuencia de emisión varían según el contexto comportamental y la composición del grupo. La vocalización más documentada es el "*upcall*", un sonido tonal ascendente producido por individuos de todas las edades y sexos, considerado el principal llamado de contacto. En las ballenas francas australes, estos llamados comienzan típicamente entre 65 y 120 Hz y finalizan entre 144 y 214 Hz, con una duración de entre 0,60 y 1,49 segundos. En comparación, las ballenas francas del Atlántico Norte emiten *upcalls* de mayor frecuencia y con un mayor ancho de banda, posiblemente como adaptación a ambientes más ruidosos por el tráfico marítimo intenso. Además de los *upcalls*, se han registrado en ballenas francas australes otros tipos de vocalizaciones como los *downcalls* (tonales descendentes), *down-up calls* (en forma de V), *gunshots* (sonidos impulsivos y de amplio espectro), *growls* (con modulaciones complejas), y *llamados híbridos* similares a trompetas. Estos llamados suelen producirse en secuencias que duran entre 25 segundos y 3 minutos.

En las grabaciones realizadas en el Golfo San Matías durante la campaña de octubre de 2024, las vocalizaciones de ballena franca austral (*Eubalaena australis*) presentaron un ancho de banda promedio de aproximadamente 2067 Hz, con un rango que varió entre 1723 y 2297 Hz. La frecuencia pico promedio registrada fue de 766 Hz, con valores mínimos y máximos entre 191 y 766 Mhz, mientras que la frecuencia central media se situó cerca de los 1034 Hz, fluctuando entre 383 y 1340 Hz. Estos valores concuerdan con la descripción general del repertorio acústico de la especie, caracterizado por vocalizaciones de baja frecuencia y ancho de banda moderado.

En conclusión, los registros acústicos obtenidos en las campañas realizadas en el marco de la evaluación ambiental del proyecto FLNG GSM han permitido la identificación de especies de mamíferos marinos presentes en sectores en donde no fueron registradas mediante censos en embarcaciones. Por otro lado, esta información es muy valiosa dado que, para muchas especies presentes en el Golfo San Matías, hay muy poca información acerca de su repertorio acústico, por lo que la información obtenida en las campañas es fundamental como línea de base.

En líneas generales, durante la campaña de octubre de 2024 (primavera), se registró una mayor cantidad de emisiones acústicas de cetáceos en comparación con la campaña de mayo de 2025 (otoño). Lo mismo sucedió con los registros visuales, los cuales fueron más abundantes y diversos en primavera, en relación a los observados en otoño; lo que indicaría un uso más intensivo del Golfo San Matías en la temporada primaveral por parte de los mamíferos marinos.

Los registros acústicos también permitieron identificar comportamientos no registrados en los monitoreos realizados en embarcaciones, como la presencia de animales alimentándose en un sector de bajo grado de antropización.

Al comparar los registros obtenidos con el hidrófono *Soundtrap* en la campaña de primavera 2024, correspondiente al monitoreo en un sector de bajo grado de antropización, con los registros obtenidos en la campaña de otoño 2025, correspondiente a un sector de mayor grado de antropización, se observan diferencias, las cuales podrían estar atribuidas principalmente a la estación del año, y a la cercanía de la costa a la cual se encontraba el equipo. En octubre de 2024 el sector donde se colocó el instrumento se encontraba más alejado de la costa y a mayor profundidad, lo que podría favorecer la detección de delfines comunes (*Delphinus delphis*). En ese año, se registraron abundantes silbidos característicos de esta especie, consistentes con observación visuales disponibles para la región. En contraste, en mayo de 2025, el instrumento fue colocado en un sector más costero, zona donde es más probable encontrar a delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus gephyreus*). Las detecciones en esta campaña incluyeron silbidos, clics de ecolocalización y señales tipo *burst* pulse atribuidas a esta especie.

En cuanto al patrón horario de detección de silbidos, también se observaron diferencias notables entre ambas campañas:

- En 2024, los mayores picos de actividad vocal se registraron entre las 07:00 h y las 09:00 h.
- En 2025, las detecciones se concentraron en varios momentos del día: a la 01:00 h, 05:00 h, 12:00 h, 14:00 h, y con un pico destacado hacia las 20:00 h.

El presente estudio constituye el primer registro acústico documentado de diversas especies en la zona. Se detectaron diversas especies de cetáceos odontocetos, incluyendo marsopa espinosa, delfín oscuro, delfín común y delfín nariz de botella de Lahille, así como también vocalizaciones de ballena franca austral, evidenciando una rica variedad de vocalizaciones que abarcan desde clics de alta frecuencia para ecolocalización, trenes de click de comunicación y hasta silbidos de diversas formas y frecuencias. Los patrones circadianos observados muestran picos de actividad acústica al amanecer, crepúsculo y en horarios nocturnos, especialmente para delfines comunes y nariz de botella, con una reducción significativa durante las horas centrales del día en zonas con menor presencia. Estos ritmos reflejan comportamientos naturales relacionados con alimentación, comunicación y otras actividades vitales. En este contexto, se sugiere que las estrategias de manejo del tránsito marítimo en la región consideren restringir o minimizar el tránsito en los períodos de mayor actividad acústica de mamíferos marinos, especialmente en las franjas horarias de amanecer y anochecer. Esta medida contribuiría a reducir el enmascaramiento acústico y la perturbación de la fauna, favoreciendo la conservación de estas especies y la sostenibilidad de sus hábitats. La integración de datos acústicos con observaciones directas y estudios regionales es fundamental para diseñar políticas de gestión marina adaptativas y basadas en evidencia científica.

5.2.2.2 Análisis del Ruido Antropogénico

Como se mencionó anteriormente el análisis de ruido antropogénico se realizó a partir del análisis de la información obtenida con el hidrófono autocontenido *Soundtrap* en un sector de bajo grado de antropización (octubre de 2024) y un sector de mayor grado de antropización (mayo de 2025).

Los niveles de presión sonora registrados por año fueron: 78,9 ± 5,73 dB en octubre de 2024 en un sector de bajo grado de antropización (mín.: 68.3 dB, máx.: 111,4 dB, n = 31,768); y 81,6 ± 8,15 dB en mayo de 2025 en un sector de mayor grado de antropización (mín.: 68,5 dB, máx.: 116,5 dB, n = 21,079). En 2025, en la zona considerada como de mayor grado de antropización, se registraron niveles promedio de presión sonora aproximadamente 2,7 dB superiores a los registrados en 2024 (Figura 36). Esta diferencia sugiere una mayor presencia o intensidad de fuentes de ruido antropogénico en el sector más antropizado respecto al sector menos antropizado. Los valores extremos observados en ambos años podrían estar relacionados con el paso cercano de embarcaciones o con eventos acústicos puntuales (por ejemplo, cuando hicieron salidas de buceo recreativo en la plataforma en la que fueron colocados los instrumentos en 2025).

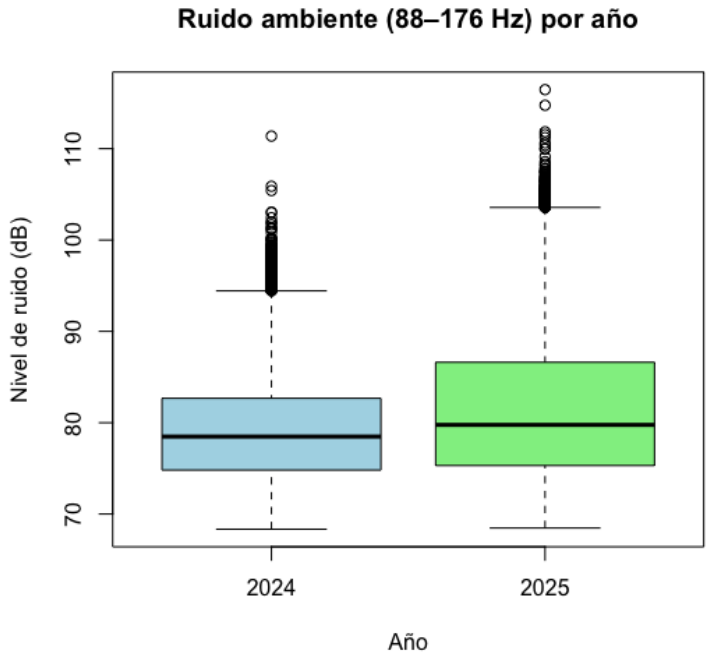


Figura 36. Nivel de ruido promedio en la octava de 88 a 176 kHz detectado en la zona de menor impacto antrópico (campaña 2024) y la zona de mayor impacto antrópico (mayo 2025) durante las campañas de investigación del proyecto FLNG GSM Río Negro, Argentina.

La variación horaria de los niveles de presión sonora mostró patrones distintos entre ambos sectores (Figura 37). En 2024, en el sector menos antropizado, los valores más altos se registraron durante las primeras horas de la madrugada y al mediodía, con un pico promedio de 83,8 dB a las 13:00 h, mientras que los niveles más bajos se observaron entre las 9:00 y las 11:00 h (mínimo promedio de 73,2 dB a las 10:00 h). En 2025, en el sector más antropizado, los niveles de ruido fueron más uniformemente elevados a lo largo del día, con valores promedio superiores a 80 dB en casi todos los horarios, alcanzando un máximo de 83,6 dB a las 10:00 h. Las desviaciones estándar también fueron mayores en 2025, indicando mayor variabilidad horaria. Estos resultados sugieren una mayor actividad o presencia constante de fuentes de ruido antropogénico en el sector definido previamente como de mayor antropización, posiblemente asociada al tránsito marítimo más frecuente o prolongado durante todo el día.

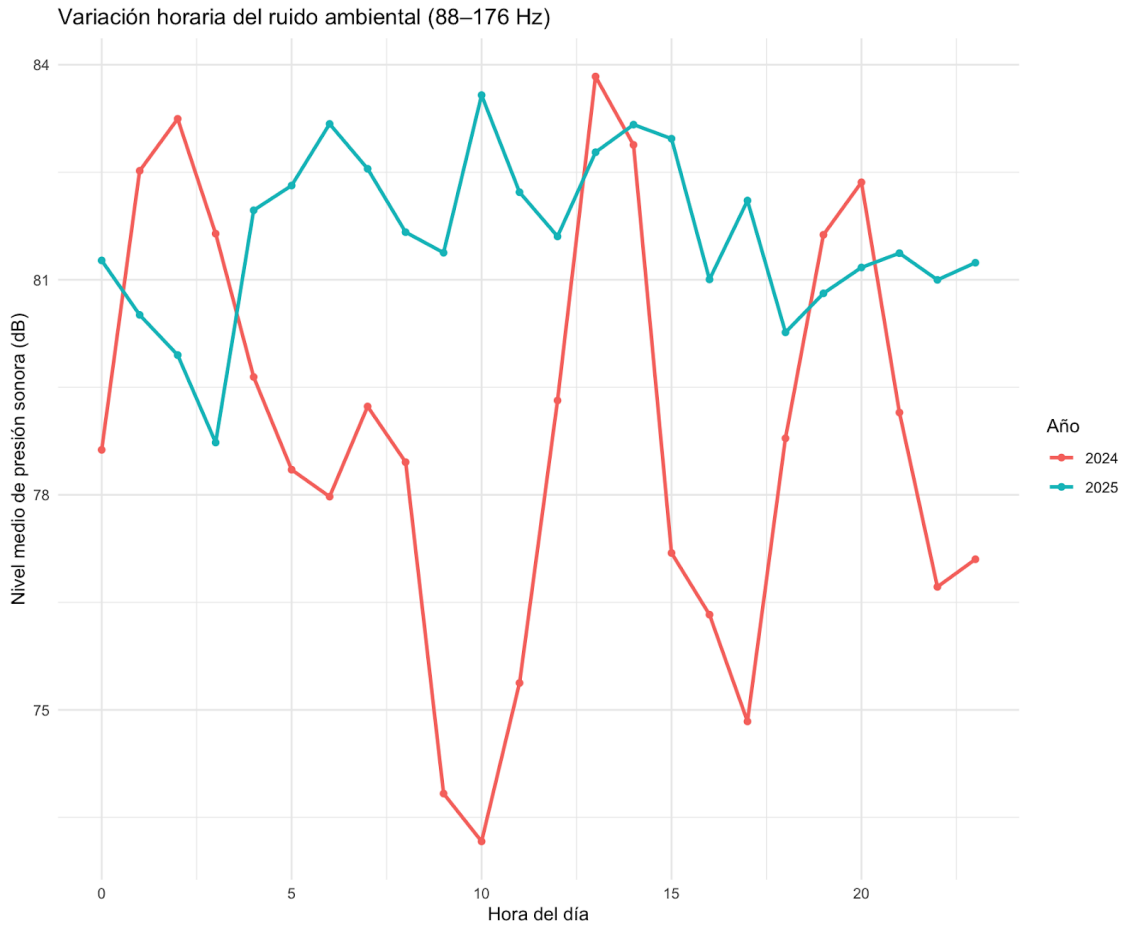


Figura 37. Distribución horaria de los niveles de presión sonora (media en dB re 1 µPa, rms) en la banda de octava 88–176 Hz para los años 2024 (sector menos antropizado) y 2025 (sector más antropizado).

En 2025 (sector más antropizado) se registró una mayor frecuencia e intensidad de eventos de alto ruido submarino (≥ percentil 95) en comparación con 2024 (sector menos antropizado). Durante ese año, los niveles alcanzaron valores máximos de hasta 116 dB y presentaron una distribución más continua y sostenida a lo largo de los días analizados, con numerosos picos consecutivos de alta intensidad. Esto contrasta con lo observado en el sector menos antropizado, donde los eventos de alto ruido fueron más puntuales, breves y separados por intervalos de baja actividad acústica, con un valor máximo registrado de 111 dB. Además, en 2025 los eventos mostraron una tendencia a concentrarse durante horas específicas del día, lo que sugiere una posible vinculación con patrones regulares de tráfico marítimo. En cambio, la variabilidad registrada en 2024 parece menos estructurada, posiblemente influida por una menor densidad de tránsito en la zona. Estas diferencias reflejan una exposición más intensa y sostenida al ruido en el sector monitoreado en 2025 respecto al sector monitoreado en 2024 (Figura 38).

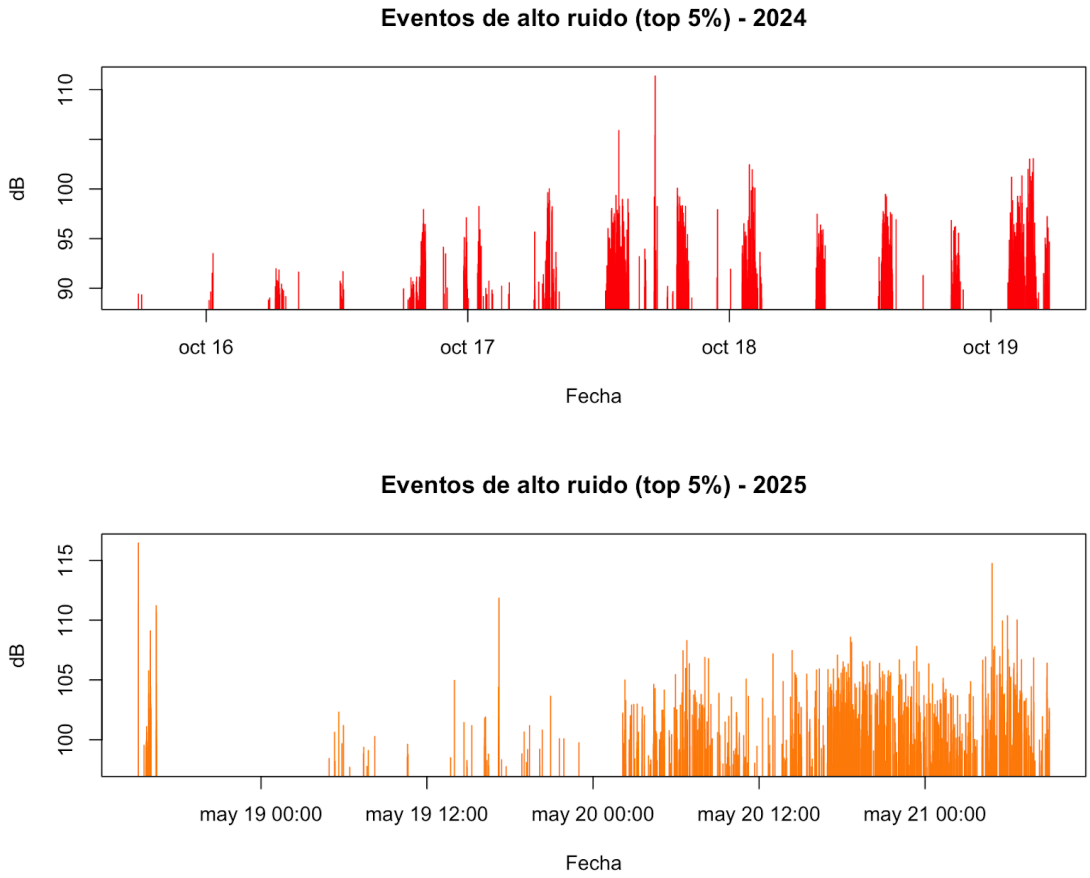


Figura 38. Eventos de alto ruido submarino correspondientes al 5% superior de niveles registrados (percentil 95) en la banda de 88–176 Hz. Arriba: datos obtenidos en octubre de 2024 en el sector menos antropizado. Abajo: datos obtenidos en mayo de 2025 en el sector más antropizado.

5.3 CONCLUSIONES FINALES

Los patrones de variación temporal y espectral del ruido acústico registrados en las campañas presentaron similitudes con los reportados en el Mediterraneo (Buscaino et al., 2016), donde se evidenciaron tendencias estacionales bien definidas en bandas bajas y altas de presión sonora en áreas marinas protegidas. De manera análoga, la mayor intensidad de ruido en ciertas bandas de frecuencia y horarios específicos puede relacionarse con fenómenos naturales, como el ruido de olas asociado a vientos en invierno, y con actividades biológicas, como peces y crustáceos. Sin embargo, en nuestro estudio, la diferencia principal radica en el incremento sostenido del ruido antropogénico durante la campaña de 2025, que superó en aproximadamente 2,7 dB los niveles registrados durante la campaña de 2024, acompañado por una mayor frecuencia y continuidad de eventos de alto ruido probablemente vinculados a un aumento del tráfico marítimo. Este escenario contrasta con los ambientes protegidos donde, aunque se documenta ruido antropogénico frecuente (hasta 13 pasos de embarcaciones por hora), el ruido natural todavía juega un rol importante en la estructura acústica y en los ciclos biológicos. La presencia de ruido antropogénico intenso y constante puede causar efectos de enmascaramiento sobre señales biológicas relevantes, reduciendo potencialmente la efectividad de la comunicación y, en consecuencia, afectando procesos ecológicos clave (Erbe et al., 2022). Por ello, nuestros resultados subrayan la necesidad de profundizar en la evaluación del impacto del ruido antropogénico en los ecosistemas marinos, especialmente en zonas con incremento reciente de actividades humanas.

Los resultados obtenidos en 2025, que evidencian un aumento sostenido y una mayor variabilidad en los niveles de ruido antropogénico, guardan relación con observaciones realizadas en parques eólicos marinos del Reino Unido, donde la actividad de embarcaciones, especialmente durante fases de instalación, produjo una reducción significativa en la detección acústica de marsopas. En dicho estudio, la intensidad y tipo de actividad naval (anclaje, carga de pilotes e instalación) se asociaron con disminuciones de hasta un 33% en la presencia detectada de cetáceos, además de mostrar diferencias espaciales vinculadas a las técnicas de instalación y manejo de embarcaciones (Benhemma-Le Gall et al., 2023). Estos hallazgos subrayan cómo las operaciones humanas en áreas marinas pueden alterar de manera directa los patrones acústicos y la presencia de especies sensibles. En consonancia, la mayor frecuencia e intensidad de eventos de alto ruido en nuestro sitio de muestreo de mayo de 2025 podrían estar relacionados con un tráfico marítimo más intenso, que probablemente impacta en el comportamiento de la fauna local a través del enmascaramiento acústico.

6. ÁREAS PROTEGIDAS

Como ya se ha registrado en el EIA antecedente, en el ámbito geográfico del Golfo San Matías se han establecido varias áreas protegidas costero marinas, las cuales, en términos generales, tienen por finalidad la preservación y la protección de diversas especies marinas, sus comunidades biológicas, ambientes y hábitats (Figura 39).

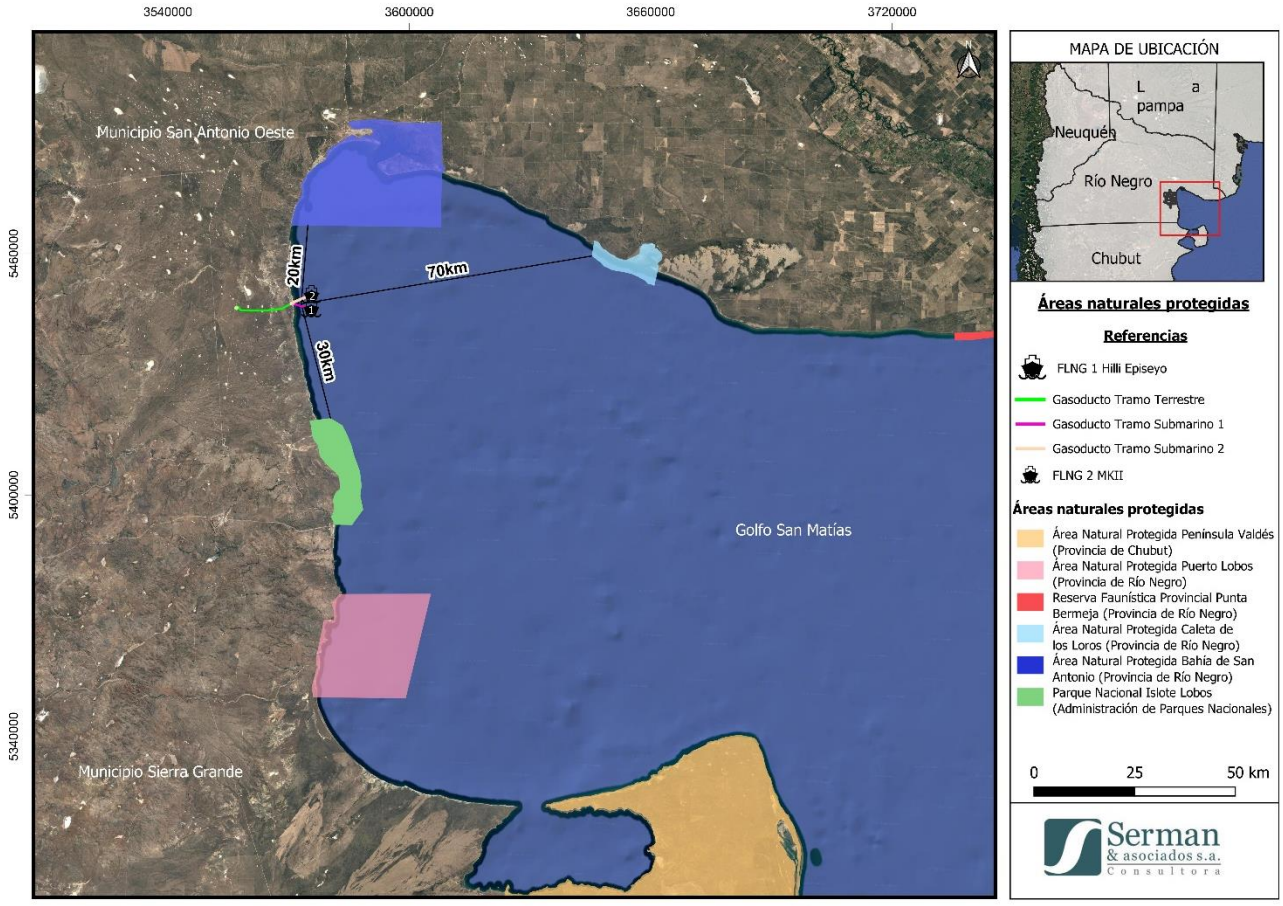


Figura 39. Áreas naturales protegidas (ANP) costero marinas sobre jurisdicción de las provincias de Río Negro y Chubut en el Golfo San Matías.

El listado de las áreas protegidas marinas consideradas de importancia en el marco de esta línea de base ambiental con relación al Proyecto FLNG GSM incluye a las siguientes:

- Reserva Faunística Provincial Punta Bermeja (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Caleta de los Loros (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Bahía de San Antonio (Provincia de Río Negro)
- Parque Nacional Islote Lobos (Administración de Parques Nacionales)
- Área Natural Protegida Puerto Lobos (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Península Valdés (Provincia de Chubut)

Para la Provincia de Río Negro, el marco legal que rige las áreas naturales protegidas (denominación genérica) desde el punto de vista ambiental es la Ley 2.669. Esta norma constituye el marco normativo para el sistema de áreas naturales protegidas aplicable al ámbito continental, marítimo y aéreo provincial e instituye como su Autoridad de Aplicación a la actual Secretaría de Ambiente y Cambio Climático. Entre las competencias atribuidas se otorga la facultad para elaborar los planes de manejo y asignar a las áreas naturales protegidas existentes o futuras las categorías de manejo correspondiente (Art. 14). Las Categorías de Manejo establecidas en esta ley son:

- Categoría I. Reserva Científica / Reserva Natural Estricta
- Categoría II. Parque Provincial
- Categoría III. Monumento Natural
- Categoría IV. Reserva Natural Manejada / Santuario de Fauna y Flora.
- Categoría V. Paisaje Protegido
- Categoría VI. Reserva de Recursos
- Categoría VII. Ambientes Artificialmente Generados
- Categoría VIII. Reserva de Uso Múltiple
- Categoría IX. Reserva de Biosfera.
- Categoría X. Sitio de Patrimonio Mundial (Natural)

Para el caso de la Provincia de Chubut, el marco legal general para la gestión de las áreas naturales protegidas es la Ley 4.617 del año 2000, que dispuso la creación del Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas (SPANP) en el ámbito continental, marítimo y aéreo provincial. El SPANP se constituyó por todas las reservas naturales turísticas existentes dentro de la jurisdicción provincial y las áreas naturales protegidas que en un futuro se creasen.

Finalmente, para el caso del Estado Nacional, el marco legal de creación y gestión de Parques Nacionales es la Ley 27.670 y, provisoriamente, el Decreto 370/2022.

A continuación, se desarrolla una breve caracterización de cada una de estas áreas protegidas, con información sobre su localización, categoría, objetivos de conservación y condiciones de manejo.

6.1.1 Reserva Faunística Punta Bermeja

Esta reserva fue originalmente creada bajo por el Decreto Provincial 898/1971, comprendiendo principalmente el espacio geográfico ocupado por la colonia de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens* existente en el lugar, la más septentrional y una de las más grandes del mundo. El objeto de la reserva es el de *"... conservar y proteger en ella a la naturaleza en todos los aspectos, haciéndola accesible al hombre con fines científicos y/o turísticos".* La RFPB está ubicada en el extremo norte del Golfo San Matías, al este de la provincia de Río Negro (Figura 40).

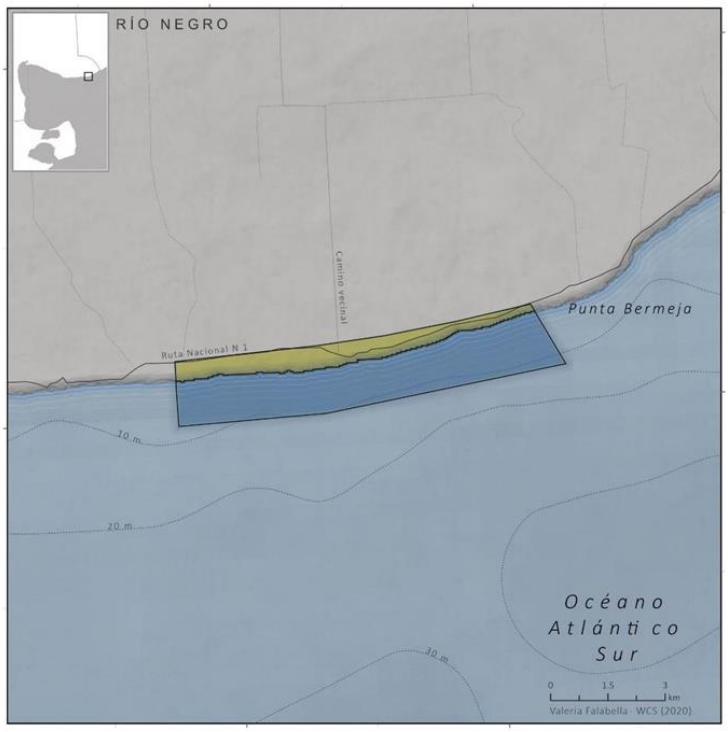


Figura 40. Localización del ANP Punta Bermeja (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Punta Bermeja, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio.)

Se extiende a lo largo de un frente de aproximadamente 10 km de costa e incluye una faja de aproximadamente 500 m de ancho sobre el continente y 1000 m sobre el frente marino. Posee una superficie aproximada de 1805 ha, de las cuales alrededor de 400 ha corresponden a la parte continental y las restantes a la zona marina e intermareal.

A partir de la entrada en vigor de la Ley 2.669 y ante la necesidad de incorporar las ANP creadas con anterioridad al Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas, se dictó el Decreto Provincial 1.862/05 que fijó los límites provisorios de la misma a los fines de poder contar luego con un Plan de Manejo. El Plan de Manejo fue aprobado mediante el Decreto Provincial 1.280 del año 2011 y en 2022 se procedió a su revisión y actualización (Giaccardi M. 2022). Su categoría de manejo corresponde a una Reserva Científica / Reserva Natural Estricta (Cat. I) y Reserva de Uso Múltiple (Cat. VIII).

El frente costero de RFPB se caracteriza por la presencia de grandes acantilados de entre 50 y 110 m de altura, conformados principalmente por estratos sedimentarios de correspondientes a la Formación Río Negro (Mioceno-Plioceno), con presencia de areniscas conglomeradas (Fm Tehuelche o Rodados Patagónicos) y depósitos eólicos (Fm Punta Villarino) recientes en la parte superior (Caselli et al. 2019). Entre los principales valores de conservación identificados en el diagnóstico del plan de manejo (Giaccardi 2022) se destacan, además del apostadero de lobos marinos, el paisaje costero marino, las diferentes geoformas, los acantilados, médanos y el monte adyacente (Figura 41).



Figura 41. Imagen característica de la RFPB, con su apostadero de lobos de un pelo, acantilados y zona intermareal. Crédito: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

También se consideran relevantes otras especies de la fauna regional como el loro barranquero, varias especies de aves marinas, de la estepa y mamíferos marinos (orcas, ballena franca, elefante marino), algunas de ellas de presencia ocasional.

En cuanto al lobo marino de un pelo, principal especie protegida en la RFPB, el número de individuos censados en el periodo 2007-2024 mostró una tendencia positiva hasta 2022 para todas las clases de edad, coincidente con el incremento poblacional estimado para la población de Patagonia norte y central, cercano a un 6% anual (Romero et al. 2024). En la RFPB el número total de individuos observado en 2015 fue de 4776 (1378 crías, 28.8%) animales, mientras que en 2022 llegó a 7196 individuos de los cuales 2052 eran crías (28.5%). En el año 2023, el brote de Influenza Aviar (H5N1) causó la muerte de al menos 811 lobos comunes en Punta Bermeja. Las consecuencias del brote de influenza aviar se vieron reflejadas en una reducción en el número de individuos censados, particularmente en el apostadero de Punta Bermeja. En 2024, el número total de animales observado fue un 27.6% menor al total censado en 2022. El número de crías se redujo aproximadamente a un 50%, observándose solo 1066 crías nacidas en 2024. Los machos adultos también mostraron una reducción significativa en su abundancia, pasando de 614 animales observados en 2022 a 293 en 2024 (Romero et al. 2024).

6.1.2 Área Natural Protegida Caleta de los Loros – Pozo Salado – Punta Mejillón

Esta área protegida fue creada como Reserva de Usos Múltiples Caleta de los Loros por el Decreto 1.840/84. En el año 1998, mediante la Ley Provincial 3.222, se adecuó su estatus al marco de la Ley 2.669 y se ratificaron sus límites a los establecidos previamente en la Ley 2.032. El ANP CLL-PZ-PM se creó con la finalidad de preservar el medio ambiente, los elementos naturales, hábitat, especies acuáticas y terrestres, sitios naturales escénicos, yacimientos arqueológicos, paleontológicos y formaciones geológicas existentes. Esta reserva está ubicada en la costa norte del Golfo San Matías, en el departamento Adolfo Alsina, en el cruce del paralelo 41º y el meridiano 64º, al Este de la Provincia de Río Negro. Se extiende a lo largo de un frente de aproximadamente 18 km de costa, incluyendo una porción marina, la Caleta de los Loros propiamente dicha y una porción continental. Posee una superficie aproximada de 5690 ha, de las cuales aproximadamente 2690 ha corresponden a la parte continental y aproximadamente 3000 ha al sector marino comprendido entre la línea determinada por la media de las máximas mareas de sicigia y la isobata de los 10 m. Su categoría de manejo corresponde a una Reserva de Usos Múltiples (Cat. VIII).

La Caleta de los Loros se interna aproximadamente 5 km hacia el norte, bordeada por dos grandes bancos con playas de arena, zonas de vegetación adaptada al medio salino, con predominancia del espartillo *Sporobolus densiflora*, canales de marea de fondo arenoso y cordones de médanos. Presenta playas de escasa pendiente con gran extensión en baja marea. Desde Punta Mejillón hacia el oeste la costa presenta varios kilómetros de acantilados de características estructurales y edad similar a los descriptos para Punta Bermeja, con playas de arena y típicas plataformas de abrasión. Sobre este sector, a unos 3 km de Punta Mejillón, se localiza una colonia reproductiva de lobos de un pelo, la cual registra una abundancia en torno a los 1600 individuos aproximadamente (Romero et al. 2022).

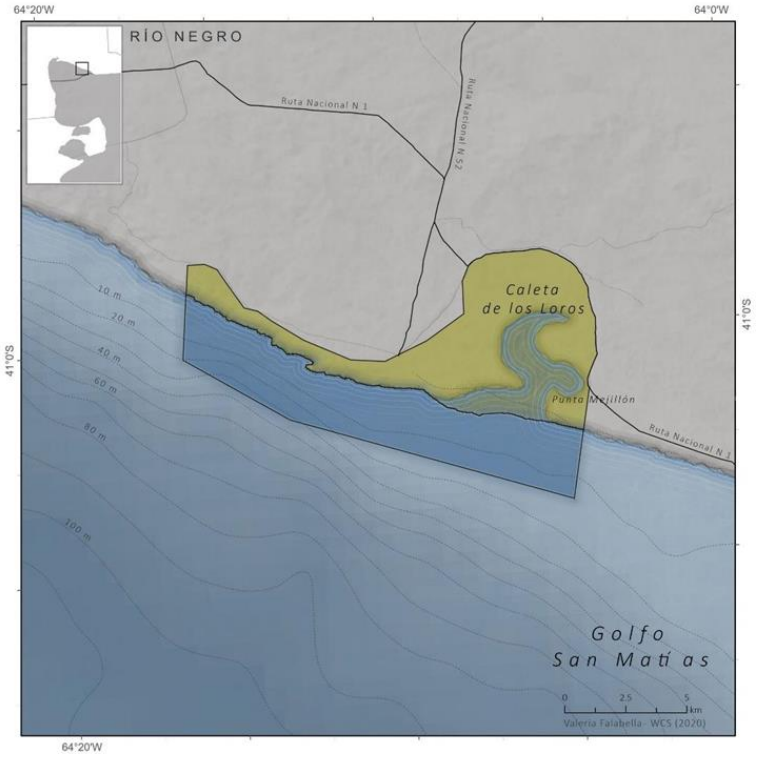


Figura 42. Localización del ANP Caleta de los Loros (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Caleta de los Loros, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

Entre las especies de aves acuáticas más conspicuas en esta reserva se destacan los flamencos *Phoenicopterus chilensis*, chorlos y playeros (*Calidris canutus, C. alba, C. fuscicollis, Charadrius falklandicus)*, ostrero pardo Haematopus palliatus, biguá Nannopterum brasilianus, gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea*, garza blanca *Ardea alba*, garza mora *A. cocoi*, macá *Podiceps major* y loro barranquero *Cyanoliesus patagonus*.

Como recursos históricos objeto de la pesca artesanal se destacan los pejerreyes manila *Odontesthes smitti* y escardón *O. argentinensis*, el róbalo *Eleginops maclovinus* y la presencia de bancos de mejillón *Mytilus platensis*. En cuanto al conjunto de especies de aves objeto de protección del ANP, no existen registros históricos sobre su abundancia y tendencia.



Figura 43. Vista del interior de la Caleta de los Loros. Al fondo se observa Punta Mejillón.

6.1.3 Área Natural Bahía de San Antonio

Esta ANP fue creada en 1993 por la Ley 2.770 con la finalidad de proteger y conservar los ambientes de los cuales dependen las localidades reproductivas, de descanso y alimentación de diversas aves, tanto residentes como migratorias. Asimismo, establece que las especies faunísticas u organismos que descansen, se alimenten o reproduzcan en el área, adquieren el estatus de protección que les brinda la referida ley. Los alcances de esta ley se extienden a prácticamente todos los componentes de la biodiversidad del ecosistema de la bahía, aunque no debe perderse de vista que el centro de interés de su creación son las aves migratorias y el resto de los organismos acuáticos para los cuales la bahía constituye un sitio crítico para sus procesos biológicos y ecológicos.

El ANP Bahía de San Antonio se encuentra en el sector noroeste del Golfo San Matías (Figura 44). Tiene una superficie de 809,8 km², de los cuales 591,6 km² corresponden a la parte marina y 218,2 km² al sector terrestre. Los límites provisorios de esta ANP fueron establecidos en el Decreto 1.003/08 y el Plan de Manejo se aprobó mediante el Decreto 398/14. Según la Resolución 296/11 del Consejo de Ecología y Medioambiente de la Provincia de Río Negro (CODEMA) se otorgan a esta ANP las categorías de manejo de Reserva de Uso Múltiple (Cat. VIII) y Paisaje Protegido (Cat. V) (ratificada en el Decreto 398/14). Esta ANP tiene la particularidad de incluir en su interior al puerto San Antonio Este, y sobre sus límites a los centros urbanos de San Antonio Oeste y Las Grutas.

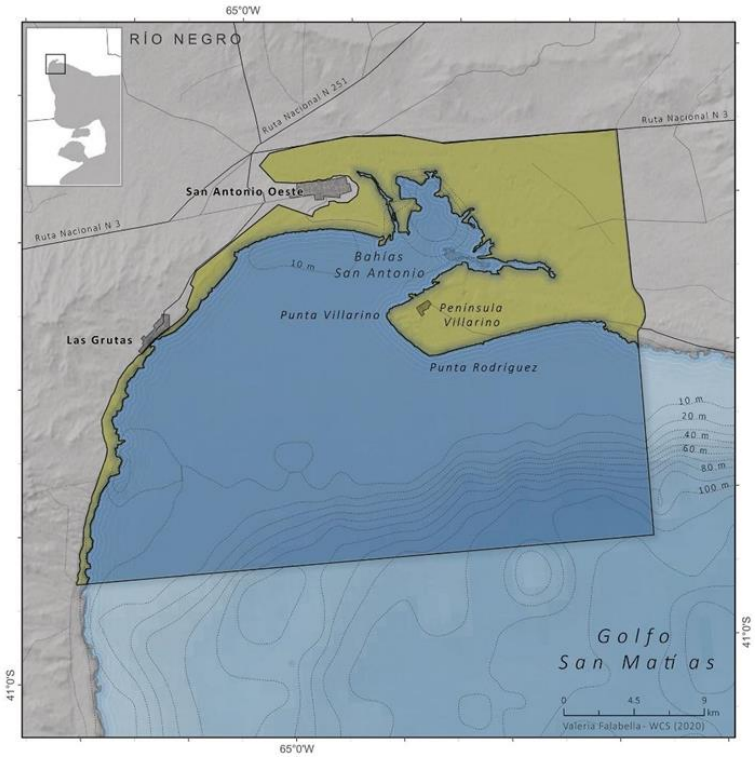


Figura 44. Localización del ANP Bahía de San Antonio (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Bahía de San Antonio, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio.)

La Bahía de San Antonio se localiza en la parte norte del ANP y en el sector sur del gran bajo de San Antonio. Su origen, al igual que para la depresión del golfo, se reconoce en las transgresiones marinas del Pleistoceno y posteriormente del Holoceno (Mouzo 2014). Posee una superficie total aproximada de 12.772 ha y se comunica con las aguas del Golfo San Matías mediante una boca de aproximadamente 5 km de ancho.

Además de la bahía, el ANP Bahía de San Antonio incluye un sector adyacente a la misma sobre la zona noroeste del Golfo San Matías, que se extiende hasta el paraje El Sótano hacia el sur, y hasta la baliza San Matías al este. Toda la zona externa se encuentra fuertemente influida por el régimen hidrológico propio de la bahía, caracterizado por una baja tasa de renovación, la cual contribuye al incremento de la temperatura de las masas de agua en esa región de la cuenca durante los meses cálidos. Las escasas lluvias, la ausencia de aportes de agua dulce de origen natural y la elevada tasa de evaporación existente en la bahía y en la zona norte del golfo, determinan mayores salinidades, que contrastan con las aguas más frías y menos salinas del sector sur del golfo.

La bahía y su zona de influencia presentan diferentes unidades fisiográficas características y bien diferenciadas. En el interior de la bahia se observan planicies arenosas o limo-fangosas cubiertas en algunos lugares por vegetación halófila (Sporobolus, Salicornia) o por parches de colonias densas de mejillín *Brachydontes rodriguezii*. Se destacan además grandes planicies de marea surcadas por canales de marea y médanos bajos (fijos o vivos) sobre las costas. Las formas fisonómicas típicas y dominantes son las planicies de marea cubiertas en algunos casos por vegetación halófila y en otros por mejillinares, y los bancos de arena (Figura 45).



Figura 45. Vista de la Bahía de San Antonio desde el canal principal. Al fondo se observa la planta de Alcalis de la Patagonia (ALPAT) sobre Punta Delgado y el puerto San Antonio Este (Crédito Matrtín Brunella).

La boca de la bahía se encuentra definida por la Punta Delgado (al norte) y la Punta Villarino (al sur). Hacia el sector externo de la bahía y partiendo desde la Punta Delgado, la acumulación del Banco Reparo se proyecta sobre las costas que se extienden en sentido oeste-suroeste, pasando por el sector mismo del frente de barrancas de Las Grutas (Figura 46) y llegando hasta el sector del paraje el Sótano Sobre el borde sur de la boca de la bahía, partiendo desde la Punta Villarino, se extiende en sentido sur suroeste el banco Lobos, otra formación intermareal de gran extensión que se proyecta hacia el interior del golfo por más de cuatro millas náuticas.

Siguiendo la línea costera de la Península Villarino, la costa se proyecta por más de 15 km en sentido este-sureste hasta baliza San Matías. En este tramo costero se destaca, sobre la línea de pleamar, la presencia de formaciones dunares continuas en conexión directa con la línea de playa. En el extremo oriental, frente a la baliza San Matías, las bajamares dejan al descubierto extensas plataformas de abrasión de superficie casi horizontal. Pertenecen a la Formación Patagonia (también llamada Formación del Gran Bajo del Gualicho), unidad de edad miocena compuesta por sedimentos limo-arenosos y limo-arcillosos de color general amarillo verdoso y con niveles fosilíferos.



Figura 46. Vista del sector costero de acantilados y playas próximo a Las Grutas (Crédito Matrtín Brunella).

En el lado occidental de la reserva, como en la zona de Las Grutas, esta formación conforma acantilados. También formando parte de la zona costera, y a modo de faja, se reconocen acumulaciones eólicas fijas o móviles. En general se trata de médanos transversales de baja altura (1,5 a 3 metros), que en algunos sectores adquieren alturas de hasta 10 metros, con incremento en la proporción de formas móviles de poca profundidad con extensos intermareales fangosos, varios bancos arenosos e islotes, playas de canto rodado y dunas.

Además de los valores paisajísticos descriptos, gran parte de las extensiones intermareales del ANP constituyen áreas de descanso, alimentación e invernada de numerosas especies de aves playeras migratorias, principalmente playeros y chorlos (playero rojizo *Calidris canutus*, playerito rabadilla blanca *C. fuscicollis*, playerito blanco *C. alba*, playerito unicolor *C. bairdii*, becasa de mar *Limosa haemastica*). En el interior de la bahía nidifican gaviotas *Larus dominicanus*, ostreros *Haematopus palliatus*, garza bruja *Nycticorax nycticorax*, gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea* y chorlo doble collar *Charadrius falklandicus*. **Dada la importancia del ANP Bahía de San Antonio por su congregación de aves playeras migratorias, ha sido declarada Sitio Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP).** Es utilizada por más de 18 especies de aves playeras de las familias Charadriidae y Scolopacidae como sitio de escala migratoria o de estancia no reproductiva. Entre ellas, según el año, del 25 al 50 % de la población total de 30 mil ejemplares de playero rojizo, cuya estadía austral transcurre en Tierra del Fuego.

Respecto de otros valores de conservación, la bahía y su zona de influencia son importantes sitios de desove de peces de interés comercial, particularmente robalo *Eleginops maclovinus*, los pejerreyes manila *Odontesthes smitti* y escardón *O. argentinensis* y sargo *Diplodus argenteus*. Un rasgo destacado de esta ANP es la presencia de una población endémica de caballito de mar *Hippocampus patagonicus*. La presencia estacional de algunas de estas especies y de otras residentes, da lugar a la actividad pesquera artesanal y deportiva. Además de las mencionadas, son objeto de esta pesca otras especies ícticas como el cornalito *Odonthestes incisa*, la lisa *Mugil lisa* y lenguado *Paralichthys patagonicus*. Una variedad de moluscos y crustáceos constituyen la base de las pesquerías artesanales de esta ANP, entre las que se destacan el pulpito *Octopus tehuelchus*, el caracol atigrado *Zidona dufresnei*, el caracol globoso *Buccinanops globulosus*, la vieira *Aequipecten tehuelchus*, la cholga *Aulacomya ater*, el mejillón *Mytilus platensis*, las almejas púrpuras *Amiantis purpurata*, navaja *Ensis macha* y panopea *Panopea abreviatta* y el cangrejo nadador *Ovalipes trimaculatus*.

Finalmente, el ANP cuenta con una importante diversidad de especies de mamíferos marinos residentes en la zona, entre las que se destacan el lobo de un pelo *Otaria flavescen*s, el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* y el delfín común *Delphinus delphis*. Estas especies junto con otra de presencia estacional (la ballena franca austral *Eubalaena australis*) han dado lugar al desarrollo del turismo de avistajes, actividad que ha experimentado un notable desarrollo en el espacio del ANP durante la última década.

La información sobre el estado de conservación y tendencias poblacionales de las especies protegidas en el ANP Bahía de San Antonio, ya sea se trate de las especies de aves migratorias o residentes, mamíferos marinos o especies de interés pesquero, debe ser particularmente considerada en el contexto de esta línea de base ambiental, habida cuenta de la proximidad geográfica de esta ANP con el lugar de emplazamiento del proyecto. Para el caso de estos grupos de especies dicha información, en caso de estar disponible se detalla en los apartados respectivos de cada grupo y en el correspondiente a la caracterización de las pesquerías.

Finalmente, en lo que respecta al medio socioeconómico presente en el ámbito de influencia del ANP Bahía de San Antonio, según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2022, la población estable conjunta del Departamento San Antonio es de 36.588 habitantes. La economía de las localidades comprendidas en el ejido del Municipio de San Antonio Oeste y su área de influencia, se sostiene principalmente de actividades productivas y de servicios, basadas en el aprovechamiento de los recursos naturales, tales como la pesca, el turismo, la minería, la ganadería y las actividades industrial y portuaria. La población del área viene experimentando un crecimiento sostenido desde hace varias décadas, previéndose una tendencia similar para los próximos años.

La pesca constituye una de las actividades productivas más relevantes para la región y como se mencionó previamente, gran parte de la actividad pesquera artesanal se desarrolla en el ámbito geográfico del ANP (ver detalles en el apartado correspondiente a las pesquerías). Asimismo, otro de los motores de la economía regional es la actividad turística. El área de San Antonio forma parte del Corredor denominado “Patagonia de las Playas”, que es una continuidad geográfica desde la desembocadura del río Colorado hasta el río Chubut. Involucra a las provincias de Buenos Aires, Río Negro y Chubut, enlazadas por la Ruta Nacional 3 y un atractivo común: la naturaleza. San Antonio Oeste, Puerto de San Antonio Este y Las Grutas integran un circuito turístico particular, con diversos atractivos y con zonas de destacado valor ecológico en el ámbito nacional e internacional. Según estadísticas oficiales de la Secretaría de Turismo de la Municipalidad de San Antonio Oeste, para la temporada estival 2017/2018 se registraron aproximadamente 336.000 turistas.

En relación con el turismo al aire libre o de naturaleza, la principal oferta se compone de paseos o excursiones náuticas, salidas de pesca, actividades de buceo y excursiones de interpretación de la naturaleza, la mayor parte de ellas dentro del ANP. En los últimos años se ha comenzado a desarrollar el turismo de avistajes de fauna marina, que tiene como atractivos principales a la ballena franca austral, los delfines comunes, oscuros y nariz de botella, pingüinos, lobos marinos y varias especies de aves. Esta actividad presenta un gran potencial de expansión habida cuenta de que poblaciones de mamíferos y aves marinas que son objeto de la actividad, muestran tendencias de crecimiento positivas a raíz de las medidas de conservación implementadas en las últimas décadas. Asimismo, en el ANP Bahía de San Antonio y en el contexto específico del turismo de buceo, se ha comenzado a potenciar el desarrollo del Parque Submarino Las Grutas con el hundimiento de nuevas embarcaciones pesqueras en desuso, las que conformarán el complejo de arrecifes artificiales más importante de Sudamérica.

6.1.4 Parque Nacional Islote Lobos

Este parque nacional se ubica sobre la costa oeste del Golfo San Matías. Cuenta con una superficie total de 190,8 km², de los cuales 155,5 km² corresponden a superficie marina y 32,3 km² al sector continental (Figura 47). El PNIL Fue creado por la Ley 27.670 (promulgada por el Decreto 370/22). Cuenta con una normativa (Resol. APN 747/23) que establece una zonificación preliminar y las actividades permitidas en cada categoría de zona de acuerdo con la información disponible y el marco normativo vigente (Resol. APN 74/22). Según lo establece la Resolución APN 747/23, esta zonificación preliminar estará vigente hasta que el Parque Nacional cuente con su correspondiente Plan de Gestión.

Al igual que fue mencionado para el caso del ANP Bahía de San Antonio, el estatus de conservación de esta área costero marina protegida y su proximidad geográfica con el área de implantación del proyecto, determinan la necesidad de considerar especialmente sus valores ambientales y de conservación y sus potenciales interacciones.

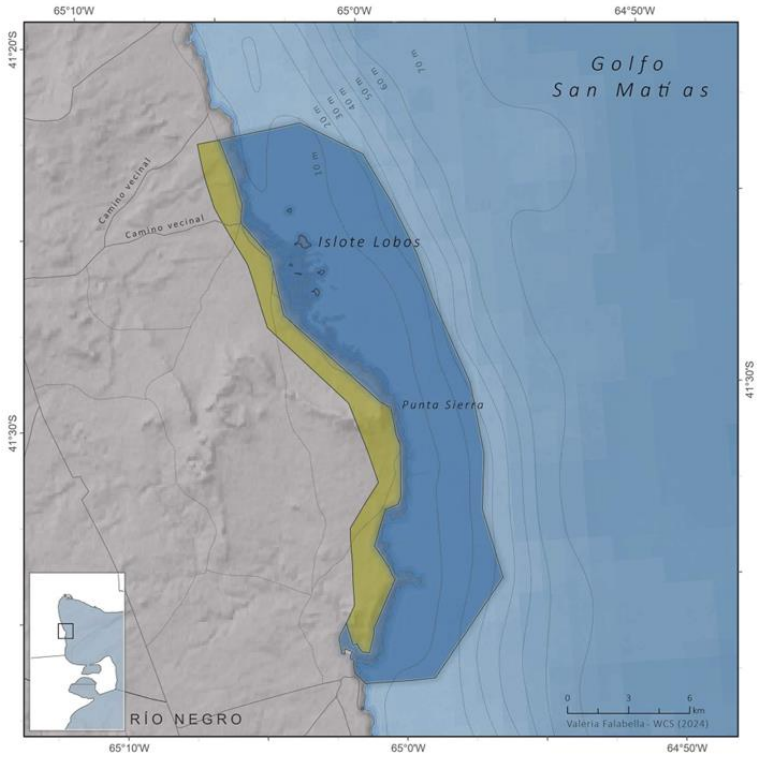


Figura 47. Localización del Parque Nacional Islote Lobos (WCS Argentina (2024). Mapa PNIL, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

El Parque Nacional Islote Lobos (PNIL) comprende una franja costera de aproximadamente 20 km que, en el sector norte, incluye a un complejo de seis islotes o promontorios rocosos a poca distancia de la costa: Lobos, La Pastosa, Ortiz Norte, Ortiz Sur, Redondo y de los Pájaros. En el extremo sur del parque se destaca también Punta Pozos, una saliente granítica que se proyecta en el mar por algo más de mil metros, y que alberga una colonia reproductiva de gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea*, una colonia de cormorán imperial *Leucocarbo atriceps* y un apostadero de lobos de un pelo.

El islote Lobos es un promontorio granítico de escasa superficie que alberga parte de la colonia de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens* (unos 497 animales en 2022, según Grandi et al. 2022) y un pequeño apostadero de lobos de dos pelos *Arctocephalus australis*. Esta última colonia ha experimentado una reducción significativa en la abundancia entre los años 2007 y 2017 (una tasa media anual de entre -12,2% y -17,6%), que podría estar relacionada con la selección de nuevos hábitats por parte de esta especie en un contexto de expansión poblacional (Bartés et al. 2020).

El islote La Pastosa es el islote de mayor extensión del complejo con un área de aproximadamente 18,6 Ha. Este islote se comunica con tierra firme durante la bajamar a través de tómbolos (barras sedimentarias y rocosas), dejando al descubierto un extenso intermareal rocoso y arenoso, pozas de marea, rocas aisladas y vegetación adaptada al medio salino, con predominancia del espartillo *Sporobolus densiflora* y la vidriera o mata jume *Sarcocornia perennis* (Figura 48). La Pastosa presenta una cobertura vegetal adaptada al medio semiárido, típica de la región fitogeográfica del Monte, con predominancia de jume *Suaeda divaricata*, zampa *Atriplex lampa*, jarillas *Larrea Sp*p., yaoyín *Lycium chilense*, palo azul *Cyclolepis genistoides* y pastizales de coirones o flechillas (*Stipa spp.*). Esta cobertura vegetal no es uniforme, por lo que la densidad de las especies vegetales es variable según los sectores del islote. Los islotes Redondo y de los Pájaros, aunque de menor superficie, presentan características similares a La Pastosa, aunque con una mayor cobertura arbustiva compuesta principalmente de jume y zampa.



Figura 48. Vista del sector intermareal del PNIL. Crédito: APN.

En cuanto a la fauna presente en estos islotes, se destaca la presencia de aves marinas y costeras, tanto de especies migratorias como también de colonias reproductivas. En la Pastosa existe también una colonia reproductiva de lobo marino de un pelo. Durante los censos llevados a cabo recientemente (Romero et al. 2024) el número de lobos censados en este islote ascendió a 1021 animales, con una tendencia creciente en aproximadamente un 20% respecto de los registros de 2022 (816 animales, según Grandi et al. 2022).

Entre las aves marinas que nidifican en los islotes La Pastosa, Redondo y de los Pájaros, se registraron las siguientes especies: gaviota cocinera *Larus dominicanus*, pingüino de Magallanes *Spheniscus magellanicus*, gaviotín sudamericano *Sterna hirundinacea*, gaviotín real *Thalasseus maximus*, gaviotín pico amarillo *T. sandviscensis*, gaviotín lagunero *S. trudeaui*, ostrero pardo *Haematopus palliatus* y ostrero negro *H. ater*. Entre las especies de aves no marinas que nidifican en el área se incluyen a la garza blanca *Ardea alba*, la garza bruja *Nycticorax nycticorax* y la garza mora *A. cocoi*. En el caso del pingüino de Magallanes, el PNIL constituye el enclave de nidificación más septentrional de esta especie. La colonia reproductiva de esta especie ocupa los islotes La Pastosa, Redondo y de los Pájaros. Recientes estudios[2] determinaron una abundancia total de 9146 parejas.

6.1.5 Área Natural Protegida Puerto Lobos

Este ANP se localiza en el extremo sur de la jurisdicción de la provincia de Río Negro, en el Golfo San Matías (Figura 49). Posee una superficie total de 547,20 km², de los cuales 528,60 km² corresponden al sector marino y 18,60 km² al continental. Esta ANP fue creada en 1998 por medio de la Ley 3.211 y sus límites, que se extienden entre el paralelo 42°S, Punta Pórfido el norte y abarca desde 500 metros por encima de la mayor pleamar hasta el límite de 12 millas náuticas desde la costa, fueron establecidos por el Decreto Provincial 1.863/05. Los objetivos de creación del ANP Puerto Lobos son proteger y preservar un ecosistema particular caracterizado por la presencia de lobos marinos, ballenas y aves costeras residentes y migratorias, así como por características adecuadas para la investigación paleontológica y arqueológica.

Si bien el ANP Puerto Lobos no cuenta aún con su plan de manejo, actualmente se dispone de una línea de base ambiental preliminar elaborada en años recientes (Solimano et al. 2019). En la misma se da cuenta de una variedad de valores de conservación entre los que se destacan las costas con playas de arena, acantilados y presencia de lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens*, ballena franca austral *Eubalaena australis*, delfín oscuro *Lagenorhynchus obscurus* y común *Delphinus delphis* y aves costeras residentes y migratorias (cisnes cuello negro, gaviotas, patos, coscorobas, ostreros comunes y playero unicolor). Un apostadero reproductivo de lobos de un pelo se localiza en el tramo costero de esta ANP, entre Punta Pórfido y Los Hornitos, con una población local de 1065 animales (Grandi et al. 2022).

La vegetación terrestre presenta sectores de estepas arbustivas compuestas por diferentes especies de jarillas (*Larrea divaricata, L. cuneifolia, L. rastrera* y *L. nítida*) y un área de médanos costeros mayormente cubiertos por vegetación herbácea dominada por junquillo *Sporobolus rigens*, olivillo *Hyalis argéntea* y pasto hebra *Poa lanuginosa*.

[2] Datos inéditos (Hombre, Jésica. Becaria doctoral CONICET, CIMAS / Universidad Nacional del Comahue)

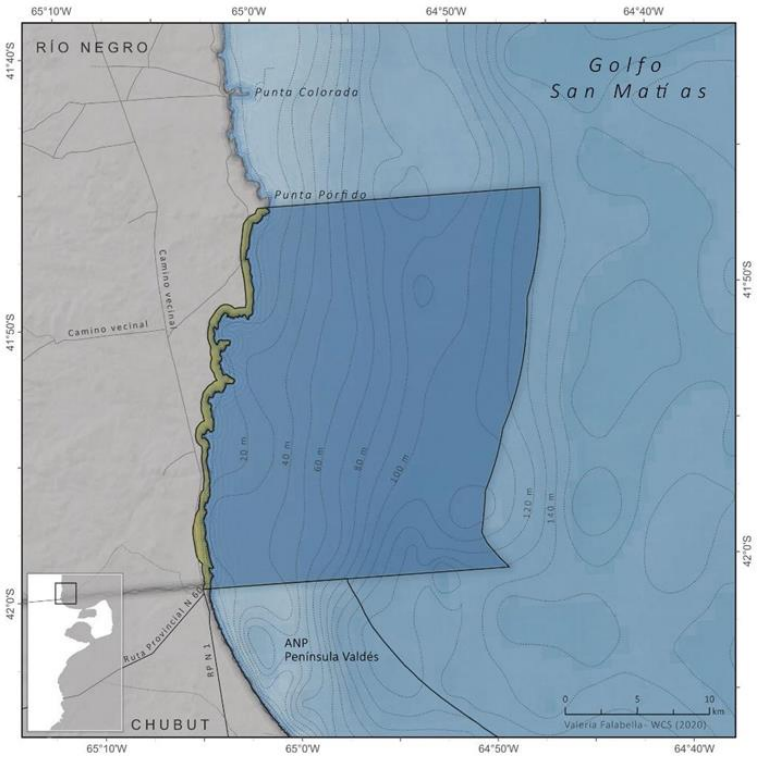


Figura 49. Localización del Área Natural Protegida Puerto Lobos (WCS Argentina (2024). Mapa ANP Puerto Lobos, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org. Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

En el ambiente acuático, se destacan los hábitats de mejillinares dominados por los mitílidos *Perumytilus purpuratus* y *Brachidontes rodriguezii*, con presencia de mejillón *Mytilus platensis*, los gasterópodos *Trophon geversianus*, *Tegula patagónica*, *Nacella magellanica*, *Siphonaria lessoni*, *Patella deaurata* y *Fissurella radiosa*, y grandes agregados de cirripedios *Balanus glandula*. La fauna íctica se encuentra representada por cinco especies: róbalo*, Eleginops maclovinus*, pejerrey escardón *Odontesthes argentinensis*, lenguado *Paralichthys patagonicus*, salmon de mar *Pseudopercis semifasciata* y pez sapo *Porichthys porosissimus*. Un rasgo particular de esta ANP es la presencia cuasi endémica del mero o garopa *Epinephelus marginatus*, reportada por Irigoyen (2005).

6.1.6 Área Natural Protegida Península Valdés

El marco legal de creación del Área Natural Protegida Península Valdés (única área natural protegida de la Provincia de Chubut que se considera relevante para el contexto de esta línea de base ambiental por su proximidad al área del proyecto) es la Ley Provincial 2.161 de 1983 (creación del ANP) actualizada como Ley XXIII, N°12 y la Ley XI, N°20 (antes Ley N°4.722). Esta última ley, sancionada en 2001, establece la creación de un ente administrador público no estatal y la aprobación del Plan de Manejo (existe una actualización de Plan de Manejo del año 2015 pendiente de aprobación). El ANPPV cuenta con una superficie aproximada de 9.387 km², de los cuales 4.653 km² a la parte marina y 4.734 km² al sector continental (Figura 50). El ANPPV fue creada con la finalidad de:

- Mantener muestras representativas de los ecosistemas terrestres, costeros y marinos, que aseguren la continuidad de los procesos naturales
- Proteger el patrimonio paisajístico, natural y cultural
- Facilitar la investigación y el monitoreo del área, en sus aspectos naturales, culturales y sociales

- Propiciar actividades sostenibles de turismo, pesca y maricultura artesanal, ganadería y otras actividades compatibles con la conservación del área
- Propiciar el conocimiento y el valor del área protegida en los habitantes de la región.

Sus valores de conservación son diversos, entre los que se destacan algunos de importancia paisajística como los médanos activos y sus frentes, los bajos o depresiones, los frentes de erosión de meseta y litoral actual, la fauna de mamíferos marinos, los sitios de nidificación de aves marinas, los arrecifes rocosos de los golfos Nuevo y San José, la biodiversidad de invertebrados de interés comercial de los golfos Nuevo y San José, los apostaderos reproductivos de elefantes marinos del sur y de lobos marinos de un pelo, la fauna terrestre (maras, guanacos), las estepas arbustivas centrales, el Fuerte San José y el Puesto de la Fuente (Manantiales) y los faros. El ANPPV posee la categoría de manejo Área Protegida con Recursos Manejados (Cat. VI - UICN).

Península Valdés cuenta con un sistema de gestión particular, conformado por un ente público no estatal (Administración del Área Natural Protegida Península Valdés – AANPPV) que gestiona el área a través de un Directorio y administra los fondos provenientes de los derechos de admisión de turistas al sitio. El Directorio de la AANPPV está conformado por el gobierno de la provincia de Chubut, los municipios de Puerto Pirámide y Puerto Madryn, las cámaras de industria y comercio locales, y la asociación de propietarios rurales de la zona. Cuenta con un consejo asesor que integran la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, el CENPAT (Centro Científico Tecnológico de CONICET local), las ONG ambientalistas y los prestadores de servicios turísticos.

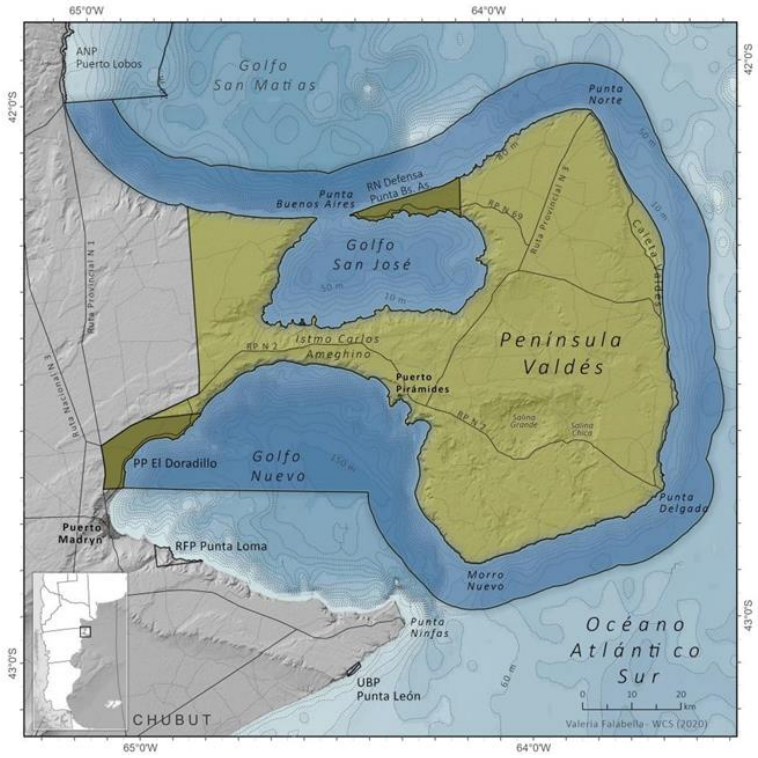


Figura 50. Localización del Área Natural Protegida Península Valdés (WCS Argentina (2024). Mapa ANPPV, en Áreas Costeras y Marinas Protegidas de la Argentina. https://ampargentina.org Cartografía: Valeria Falabella y Cecilia Palacio).

Si bien esta ANP se puede considerar relativamente distante del sitio de emplazamiento del proyecto de FLNG, el hecho de compartir parte de la misma la cuenca del golfo San Matías, justifica la necesidad de considerar en esta línea de base ambiental los principales componentes ambientales de esta reserva, particularmente con relación al borde costero de dicho golfo. En ese sentido, cabe destacar que la costa sur del Golfo San Matías entre Puerto Lobos y Punta Norte, como así también todo el golfo San José, están incluidos en su totalidad en el ANPPV. Un espacio destacado en este tramo costero es la Reserva Natural de la Defensa Punta Buenos Aires, que se localiza en el establecimiento Los Abanicos, conformado por tierras de dominio nacional asignadas en uso y administración a las Fuerzas Armadas. Constituye uno de los trece Espacios Naturales de Interés para la Conservación de la biodiversidad (ENIC) identificados dentro del Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Defensa de la Nación y la Administración de Parques Nacionales. En el año 2008 el área fue declarada Reserva Natural de la Defensa “Punta Buenos Aires” con una gestión integrada entre el Ministerio de Defensa, Parques Nacionales y el Gobierno de la Provincia de Chubut.

Esta reserva tiene 84,3 km² de superficie, en su totalidad terrestre. La reserva resguarda una colonia de elefantes marinos y un apostadero reproductivo con más de tres mil ejemplares de lobo marino de un pelo. **Punta Buenos Aires forma parte de la Reserva de la Biósfera Península Valdés (UNESCO, 2014), del Área de Importancia para la Conservación de las Aves Península Valdés, Punta León y Punta Loma (Birdlife International, 2021); del Humedal de Importancia Internacional Península Valdés (Ramsar, 2012); siendo además Sitio de Importancia Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras Península Valdés (RHRAP, 2012).**

Más al este de este tramo de costa, sobre la Estancia San Lorenzo, se destaca la presencia de la colonia reproductiva del pingüino de Magallanes más importante del sector continental, con una población de aproximadamente 600 mil ejemplares.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alder, V.A., Morales, C. (2009). *Manual de métodos para el estudio de sistemas planctónicos marinos*. EUDEBA, Buenos Aires, 268 pp.

Au, W. W. L, M. O. Lammers, & S. Yin. (2010). Acoustics of dusky dolphins (*Lagenorhynchus obscurus*). En The dusky dolphin, 75-97. Elsevier.

Au, W. W. L. 1993. The sonar of dolphins. New York: Springer-verlag.

Au, W.W.L. & B. Wursig. (2004). Echolocation signals of dusky dolphins (*Lagenorhynchus obscurus*) in Kaikoura, New Zealand. Journal of Acoustical Society of America 115: 2307–2313.

Bastida, R., Rodríguez, D., Secchi, E., & da Silva, V. (2022). Mamíferos Acuáticos de Sudamérica y Antártida. Segunda Edición. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires, 366 pp.

Benhemma-Le Gall, A., P. Thompson, N. Merchant, & I. Graham. (2023). Vessel noise prior to pile driving at offshore windfarm sites deters harbour porpoises from potential injury zones. Environmental Impact Assessment Review 103 (noviembre):107271. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107271.

Boltovskoy, D. (Ed.) (1999). *South Atlantic zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden.

Buscaino, G., M. Arculeo, I. Cambera, A. Citarrella, D. D’Emanuele, M. Pelagatti, G. Sannino, A. Carillo, & E. Papale. (2023). Soundscape of a Mediterranean seashore during loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) spawning season. Marine Pollution Bulletin 197 (diciembre):115679. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115679.

Buscaino, G., M. Ceraulo, N. Pieretti, V. Corrias, A. Farina, F. Filiciotto, V. Maccarrone. (2016). Temporal patterns in the soundscape of the shallow waters of a Mediterranean marine protected

area. Scientific Reports 6 (May): 1-13. https://doi.org/10.1038/srep34230.

Carreto, J.I., Verona, C.A., Casal, A.B., Laborde, M.A. (1974). Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías III. *Instituto de Biología Marina de Mar del Plata, Informe*, 10: 49–76.

Cosentino, M., C. Marcolin, E. T. Griffiths, E. Sánchez-Camí & J. Tougaard. (2024). Dolphin and porpoise detections by the F-POD are not independent: Implications for sympatric species monitoring. JASA Express Letters 4 (3): 031202. https://doi.org/10.1121/10.0025304.

Curcio, N. S., G. M. Svendsen, S. Bartes, M. A. Romero, M. Arias, R. A. González & S. Dans. (2023). Group dynamics and activity patterns of two dolphin species, the Common Dolphin (*Delphinus delphis*) and Dusky Dolphin (*Lagenorhynchus obscurus*) in direct sympatry». Journal of Mammalogy 104 (5): 1096-1111. https://doi.org/10.1093/jmammal/gyad045.

Davies, H. L., Cox, K. D., Murchy, K. A., Shafer, H. M., Looby, A., & Juanes, F. (2024). Marine and Freshwater Sounds Impact Invertebrate Behavior and Physiology: A Meta-Analysis. Global Change Biology, 30(11), e17593.

Diehl, N., Karsten, U., & Bischof, K. (2020). Impacts of combined temperature and salinity stress on the endemic Arctic brown seaweed Laminaria solidungula J. Agardh. Polar Biology, 43(6), 647–656.

Duarte, C. M., L. Chapuis, S. P. Collin, D.P. Costa, R.P. Devassy, V. M. Eguiluz, & C. Erbe. (2021). The soundscape of the Anthropocene ocean. Science 371 (6529): eaba4658. https://doi.org/10.1126/science.aba4658.

Erbe, C., C. Reichmuth, K. Cunningham, K. Lucke, & R. Dooling. (2016). Communication Masking in Marine Mammals: A Review and Research Strategy. Marine Pollution Bulletin 103 (1-2): 15-38. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.12.007.

Erbe, C., M. L. Dent, W. L. Gannon, R. D. McCauley, H. Römer, B. L. Southall, A. L. Stansbury, A. S. Stoeger, & J. A. Thomas. (2022). The Effects of Noise on Animals. En Exploring Animal Behavior Through Sound: Volume 1: Methods, editado por Christine Erbe y Jeanette A. Thomas, 459-506. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97540-1_13.

Figueiredo, L. Duarte de, I. Maciel, F. M. Viola, M. A. Savi, & S. M. Simão. (2023). Nonlinear features in whistles produced by the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) off southeastern Brazil. The Journal of the Acoustical Society of America 153 (4): 2436. https://doi.org/10.1121/10.0017883.

Fruet, P.F. Secchi, E.R. Di Tullio, J., Simões-Lopes, P.C., Daura-Jorge, F., Costa, A.P.B., Vermeulen, E., Flores, P.A. Genoves, R., Laporta, P., Beheregaray, L. & Möller, L.M., (2017). Genetic divergence between two phenotypically distinct bottlenose dolphin ecotypes suggests separate evolutionary trajectories. Ecololy and Evolution, 7, 9131–9143.

Fruet, P.F., Secchi, E.R., Daura-Jorge, F., Vermeulen, E., Flores, P.C., Simões-Lopes, P. C., Möller, L.M. (2014). Remarkably low genetic diversity and strong population structure in common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from coastal waters of the Southwestern Atlantic Ocean. Conservation Genetics, 15(4), 879-895. doi:10.1007/s10592-014-0586-z.

Giardino, G. V., E. Papale, M. Gregorietti, M. Ceraulo, J. P. Loureiro, S. Rodríguez Heredia, & K. Alvarez. (2019). The Final Call: Evidence for Stereotyped Whistle of One Dying Common Dolphin (*Delphinus delphis*) in Argentina. En 010002. Den Haag, The Netherlands. https://doi.org/10.1121/2.0001033.

Giardino, G. V., M. Cosentino, A. C. Macchi, J. P. Loureiro, S. Rodriguez Heredia, K. C. Alvarez, S. G. Moron, y D. H. Rodriguez. (2024). Detailed Comparison of Acoustic Signals from Rehabilitated and Wild Franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) Dolphins. Animals 14 (16): 2436. https://doi.org/10.3390/ani14162436.

Guerrero, E. (2010). *Zooplancton gelatinoso (hidromedusas, sifonóforos y ctenóforos) del Golfo San Matías y zonas adyacentes, Patagonia, Argentina*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Guerrero, E., Gili, J.M., Rodríguez, C.S., Araujo, E.M., Canepa, A., Calbet, A., et al. (2013). Biodiversity and distribution patterns of planktonic cnidarians in San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. *Marine Ecology*, 34: 71–82.

Hallegraeff, G.M. (2010). Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: A formidable predictive challenge. *Journal of Phycology*, 46(2): 220–235.

Harvell, C. D., et al. (2002). "Marine disease outbreaks and the effects of climate change." Science, 296(5576), 2158-2162.

Ito, M., Guy-Haim, T., Sawall, Y., Franz, M., Buchholz, B., Hansen, T., ... & Scotti, M. (2024). Responses at various levels of ecological hierarchy indicate acclimation to sequential sublethal heatwaves in a temperate benthic ecosystem. Philosophical Transactions B, 379(1909), 20230171.

Janecki, T., Kidawa, A., & Potocka, M. (2010). The effects of temperature and salinity on vital biological functions of the Antarctic crustacean Serolis polita. Polar Biology, 33(8), 1013–1020.

Johnson, W.S., Allen, D.M. (2012). *Zooplankton of the Atlantic and Gulf coasts: A guide to their identification and ecology*. JHU Press.

Kittner, C. & Riisgård HU (2005) Effect of temperature on filtration rate in the mussel Mytilus edulis: No evidence for temperature compensation. Marine Ecology Progress Series 305:147-152

Martín, M., et al. (2019). "Effects of temperature increase on oyster aquaculture in Galicia." Aquaculture Environment Interactions, 11, 123-134.

Mercado, L., Pose, M., Tesolin, G., Villar, C. (1993). Análisis de la distribución y abundancia del ictioplancton y zooplancton acompañante en el Golfo San Matías en septiembre de 1993. Seminario del curso Oceanografía Biológica, FCEyN (UBA)-INIDEP: 45.

Mikami K, Takio S, Hiwatashi Y & Kumar M (2021) Editorial: Environmental Stress-Promoting Responses in Algae. Front. Mar. Sci. 8:797613

Moyano, M. P. S., Ceraulo, M., Hidalgo, F. J., Luppi, T., Nuñez, J., Radford, C. A., ... & Buscaino, G. (2021). Effect of biological and anthropogenic sound on the orientation behavior of four species of brachyuran crabs. Marine Ecology Progress Series, 669, 107-120.

Nielsen, M. B., Vogensen, T. K., Thyrring, J., Sørensen, J. G., & Sejr, M. K. (2021). Freshening increases the susceptibility to heat stress in intertidal mussels (Mytilus edulis) from the Arctic. Journal of Animal Ecology, 90(6), 1515–1525.

Pineda, M. C., Turon, X., & López-Legentil, S. (2012). Stress levels over time in the introduced ascidian Styela plicata: The effects of temperature and salinity variations on hsp70 gene expression. Cell Stress and Chaperones, 17(4), 435–444.

Pörtner, H. O., et al. (2014). "Ocean systems and climate change: impacts on marine biodiversity and fisheries." Science, 345(6201), 124-125.

Rahman MA, Henderson S, Miller-Ezzy P, Li XX, Qin JG. 2019. Immune response to temperature stress in three bivalve species: Pacific oyster Crassostrea gigas, Mediterranean mussel Mytilus galloprovincialis and mud cockle Katelysia rhytiphora. Fish Shellfish Immunol 86:868-874

Ramírez, F.C. (1996). Composición, abundancia y variación estacional del zooplancton de red del Golfo San Matías. *Frente Marítimo*, 16(A): 157–167.

Sar, E. (1996a). Flora diatomológica de Bahía San Antonio (Prov. de Río Negro, Argentina): O. Centrales I. *Revista del Museo de La Plata*, 14: 365–400.

Sar, E. (1996b). Flora diatomológica de Bahía San Antonio (Prov. de Río Negro, Argentina): O. Pennales I. *Revista del Museo de La Plata*, 14: 399–432.

Sayigh, L S. (2014). Cetacean acoustic communication. Biocommunication of animals, 275-97.

Schlenker LS, Stewart C, Rock J, Heck N, Morley JW. Environmental and climate variability drive population size of annual penaeid shrimp in a large lagoonal estuary. PLoS One15;18(5):e0285498.

Shellem, C. T. (2025). The effects of climate change on the benthic community in a temperate fjord (Doctoral dissertation, The University of Waikato).

Shui B, Wang Y, Lou F and Han Z (2022) Salinity Fluctuation on the Genetic Regulatory Mechanisms of the Crustacean, Charybdis japonica. Front. Mar. Sci. 9:870891.

Siciliano, S. (in press) s. f. Mammals of Middle and South America: Cetacea and Sirenia. Springer Nature Switzerland Cham.

Svendsen, G. (2013). Distribución y uso de hábitat de mamíferos marinos en el Golfo San Matías. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Comahue and Centro Regional Universitario Bariloche, Bariloche, Argentina.

Tomas, C.R., Hasle, G.R. (1997). *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press, San Diego.

Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 9: 1–38.

Vaquer-Sunyer, R. & Duarte, C. M. (2011). Temperature effects on oxygen thresholds for hypoxia in marine benthic organisms. Global Change Biology, 17(5), 1788-1797.

Venrick, E.L. (1978). How many cells to count? In: Sournia, A. (ed.) *Phytoplankton manual*. UNESCO Press, París, pp. 167–180.

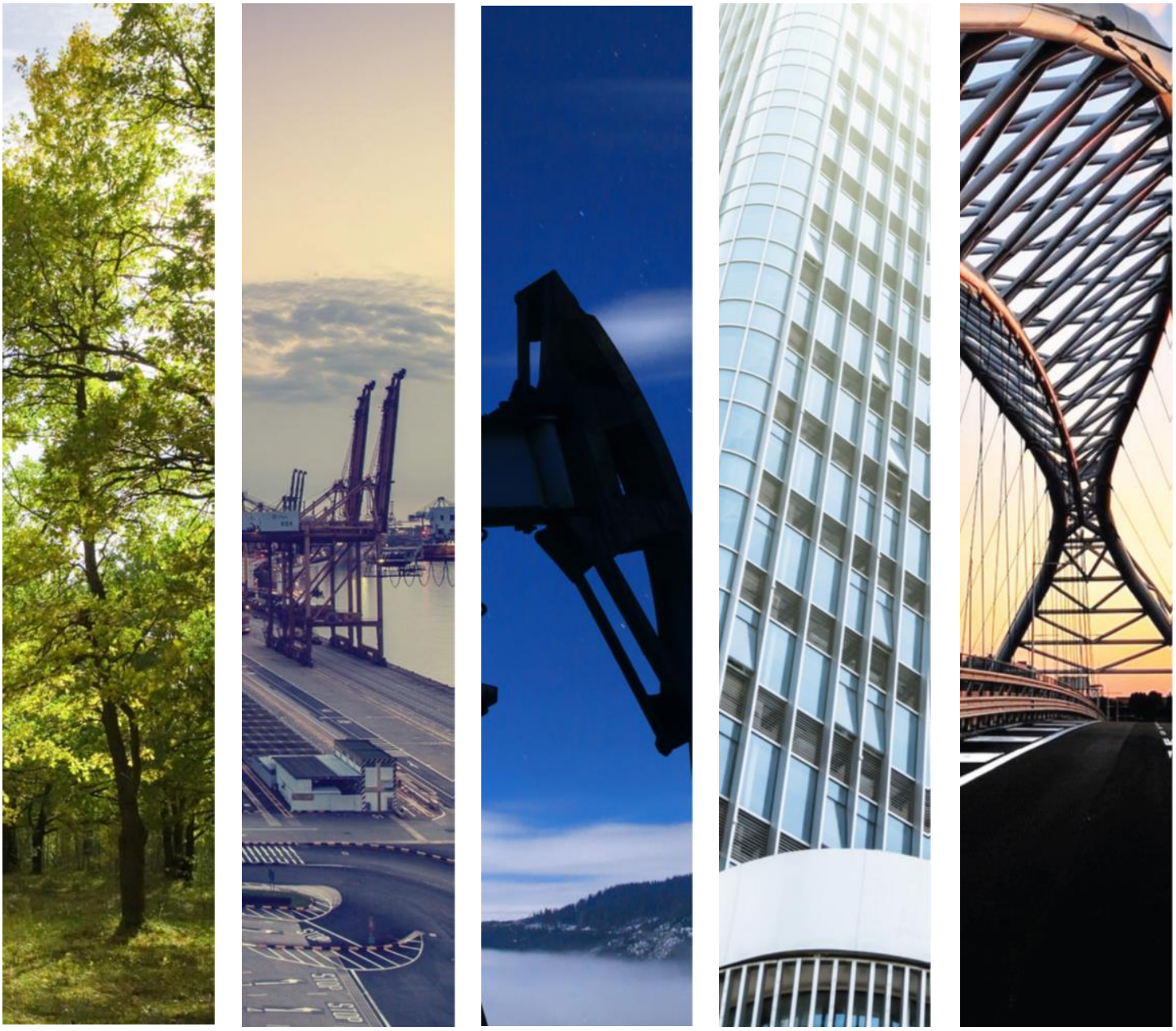
Vereide, E.H., Kühn, S. (2024). Effects of anthropogenic noise on marine zooplankton. In: Popper, A.N., Sisneros, J.A., Hawkins, A.D., Thomsen, F. (eds.) *The Effects of Noise on Aquatic Life*. Springer, Cham.

Vermeulen, E., Failla, M, Loizaga de Castro, R, Romero, MA, Svendsen, G., Coscarella, MA, .; Cáceres-Saez, I, Bastida, R.; Dassis, M. (2019). *Tursiops truncatus*. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Wei, Y., Luan, Q., Shan, X., Cui, H., Qu, K., Cui, Z., Sun, J. (2024). Temperature and nutrients drive distinct successions between diatoms and dinoflagellates over the past 40 years: Implications for climate warming and eutrophication. *Science of the Total Environment*, 931: 172997.

8. ANEXOS

- **ANEXO 5-1: LBA – MEDIO FÍSICO**
- **ANEXO 5-2: LBA – MEDIO BIÓTICO**
- **ANEXO 5-3: LBA – MEDIO SOCIAL**



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-1: Estudio de Impacto Acústico Aéreo

Junio 2025

ANEXO 6-1: ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO AÉREO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. ESTUDIO DEL POTENCIAL IMPACTO ACÚSTICO SOBRE LA POBLACIÓN 3

2.1 NORMA DE REFERENCIA 3

2.2 METODOLOGÍA 4

2.2.1 Determinación del Nivel de Ruido de Fondo 5

2.2.2 Niveles de Inmisión 7

2.3 TENDIDO DEL GASODUCTO SUBMARINO 7

2.3.1 Identificación de los Niveles de Emisión y Cálculo de los Niveles de Inmisión 8

2.3.2 Consideraciones Respecto al Uso de Voladuras 11

2.4 OPERACIÓN DEL BUQUE FLNG MKII 13

2.4.1 Sondeo de Ruido 13

2.4.2 Niveles de Emisión y Cálculo de los Niveles de Inmisión – Operación del Buque FLNG MKII 14

2.4.3 Niveles de Emisión y Cálculo de los Niveles de Inmisión – Operación Conjunta de los Buques FLNG MKII y Hilli Episeyo 19

2.5 CONCLUSIONES 22

3. ESTUDIO DEL POTENCIAL IMPACTO ACÚSTICO SOBRE LA FAUNA 23

4. BIBLIOGRAFÍA 24

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio es evaluar el potencial impacto acústico asociado al funcionamiento de la planta de producción de GNL, que operará a bordo del buque MKII, y la construcción de la infraestructura necesaria para su funcionamiento (gasoducto submarino y estructura de amarre). Alcanza solo al ruido generado por las actividades realizadas sobre la línea de agua, y su propagación por aire (ruido aéreo).

El buque que funcionará como planta de licuefacción de gas natural (FLNG MKII) tiene una serie de equipos y sistemas que emiten ruido. Además, debe considerarse el ruido que generan las embarcaciones que asistirán al buque licuefactor y a los buques metaneros que arribarán al sitio para la distribución del GNL.

Si bien el buque licuefactor se encontrará aguas adentro, a 4,5 km de la costa, y alejado aún más de cualquier urbanización, se evalúa aquí el potencial impacto acústico de su actividad sobre los escasos pobladores que puedan encontrarse en la costa desarrollando tareas de pesca tradicional (pulperos) o eco-turismo (Fuerte Argentino). Además, el ruido emitido por el buque podría afectar el comportamiento de la fauna costera (aves costeras y pinnípedos, fundamentalmente).

Por otro lado, las tareas constructivas del gasoducto submarino y la estructura de amarre del buque requieren del uso de embarcaciones y maquinaria específica para la apertura de la zanja en la Aproximación Costera, el tendido del ducto sobre el lecho submarino y la perforación del lecho para la colocación de los pilotes de la estructura de amarre, entre otras.

2. ESTUDIO DEL POTENCIAL IMPACTO ACÚSTICO SOBRE LA POBLACIÓN

2.1 NORMA DE REFERENCIA

La Norma IRAM 4062/21 desarrolla una metodología para medir y clasificar ruidos molestos a la población. Según esta norma, un ruido puede provocar molestias si su nivel excede en 8 dB (A) el ruido de fondo preexistente en un área, o bien, cuando el mismo alcance un valor máximo admisible.

En el caso particular de la provincia de Río Negro, se promulgó en 1981 la Ley N° 1.550 de Contaminación Sonora. Esta ley establece limitaciones para la generación de ruido y define valores sonoros límites. No obstante, no se orienta a actividades de tipo industrial emplazadas en zona rural, sino que se aplica a aquellos ruidos generados en vía pública, plazas, parques, paseos, salas de espectáculos, centros de reunión, así como en las casas-habitación individuales o colectivas. Es decir, regula la emisión de ruido dentro de los centros urbanos.

Por otro lado, el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS) establece el marco regulatorio de la industria del gas natural y cuenta con una serie de normas técnicas que alcanzan la distribución, el almacenamiento, instalaciones complementarias, artefactos, la obtención de GNL, el control operativo y el despacho del gas. Dentro de estas normas se incluyen diversas consideraciones ambientales como los procedimientos para la medición y el monitoreo del nivel de ruido. En este sentido, la NAG 153 expresa que se debe dar cumplimiento a la Norma IRAM 4062/21. De forma complementaria, las pautas sobre ruido se indican en la Resolución (ENARGAS) 818/19 (Nuevo Sistema de Control mediante Indicadores de Calidad del Servicio).

Por último, el Bacon Mundial desarrolló unas Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad en la Industria (2012). Estas guías refieren a la necesidad de implementar en cualquier tipo de industrias medidas de mitigación y prevención del ruido cuando el nivel de ruido supere ciertos valores en la ubicación de receptores. Los umbrales se definen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Guías de Nivel de ruido. Fuente: Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad del Banco Mundial

Tabla 1.7.1- Guías de nivel de ruido[54]		
	Una hora L_{Aeq} (dBA)	
Receptor	Por el día 07:00 - 22:00	Por la noche 22:00 - 07:00
Residencial; institucional; educativo[55]	55	45
Industrial; comercial	70	70

En este caso, la evaluación del impacto acústico se realiza comparando el nivel sonoro provocado por las fuentes de emisión con el nivel de ruido de fondo preexistente. Conforme los niveles de emisión sonora de las fuentes, se calcula la propagación sonora del ruido mediante la aplicación de las fórmulas correspondientes a la propagación del ruido en la atmósfera. De esta manera, se determinan los niveles de inmisión sonora (el nivel sonoro provocado por las fuentes) en donde se ubican los potenciales receptores más cercanos a las fuentes.

2.2 METODOLOGÍA

Según la Norma IRAM 4062, un ruido puede provocar molestias si su nivel sonoro excede en cierto margen el ruido de fondo preexistente o supera el valor máximo admisible. En la presente evaluación de impacto acústico, la emisión sonora generada por una fuente se compara con el ruido de fondo que se define en la línea de base.

Para el análisis de ruido ambiental, resulta de interés conocer el nivel de presión sonora originado por una o más fuentes en la posición de un receptor expuesto a la emisión. Dentro del área de influencia del proyecto, se define el nivel de ruido de fondo y luego se calculan los niveles de inmisión sonora que llegarán a una zona determinada producto de la fuente de ruido que se está evaluando. Si la diferencia entre el nivel de inmisión sonora y el nivel de ruido de fondo supera los 8 dB (A), el ruido se caracteriza como Molesto. Si se encuentra por debajo de ese valor, el ruido es “No molesto”.

La base de evaluación es el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NSCE) o Nivel Equivalente Leq ponderado A en frecuencia y evaluado en un intervalo de tiempo T.

Como el nivel sonoro va variando en el tiempo, se utiliza el Leq que es un nivel de presión sonora constante que tiene la misma cantidad de energía (promedio energético) que ese ruido real variable en un periodo de tiempo determinado, es decir, es un nivel continuo que contiene la misma energía que el ruido real. El tiempo sobre el cual hay que hacer la integración para determinar ese nivel constante de energía es mínimo de 15 minutos, ya que se ha estudiado que en ese tiempo se alcanza la estabilización del ruido.

Por otra parte, el oído humano no capta los sonidos de igual forma que un micrófono, por ejemplo. El oído se comporta de forma distinta en relación con las distintas frecuencias e intensidades. El umbral de audición es el nivel sonoro mínimo por debajo del cual el oído de una persona no detecta ningún sonido. Este umbral depende de la intensidad y frecuencia del sonido que se percibe. Para bajas frecuencias (20 –30 Hz) el sonido tiene que ser muy intenso (60-70 dB) para poder ser escuchado. De esta forma, el oído humano filtra las bajas frecuencias. En cambio, entre 3000 y 5000 Hz se requiere mucha menor intensidad.

Respecto al grado de molestia que puede ocasionar un ruido, dependerá de su intensidad, distribución espectral y la evolución en el tiempo. De este modo, al evaluar un ruido se corrige o penaliza la presencia de tonos, componentes impulsivos y bajas frecuencias.

2.2.1 Determinación del Nivel de Ruido de Fondo

Para determinar el nivel de ruido de fondo se pueden realizar mediciones in situ (LF) para el lugar y horario a evaluar, o calcularlo teniendo en cuenta aspectos del medio (LC). En el proceso de calificación se debe utilizar el menor de ellos, siempre y cuando la elección sea característica y representativa del entorno.

Si la diferencia entre el nivel de inmisión sonora y el nivel de ruido de fondo preexistente supera los 8 dBA, el ruido se califica como molesto.

LE – LF/ LC > 8 (ruido molesto)
LE – LF/ LC < 8 (ruido no molesto)

En resumen, la evaluación del potencial impacto acústico se lleva a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. Determinación del ruido de fondo en los receptores más cercanos.
2. Cálculo de los niveles de inmisión en los receptores más cercanos en función de los niveles de emisión de ruido asociados a las nuevas fuentes a evaluar.
3. Calificación del ruido a partir de la comparación entre los valores de fondo y de inmisión.

2.2.1.1 Nivel de Fondo Calculado

El nivel residual calculado LC se obtiene sumando a un nivel básico Lb de 40 dB una serie de términos de corrección por zona (Kz), ubicación en la finca (Ku) y horario (Kh).

LC = Lb + Kz+ Ku + Kh

El término de corrección por zona ajusta en función de los usos de suelo, tomando como referencia la clasificación de usos y ocupaciones definidos por la Norma IRAM. También se debe considerar lo reglamentado en materia de zonificación y ordenamiento territorial por la legislación local.

Tabla 2. Valores del término de corrección Kz según la norma IRAM 4062:2021

Zona	Tipo	Kz (dB)
Hospitalaria, rural residencial	1	-5
Suburbana con poco tránsito	2	0
Urbana residencial	3	5
Residencial urbana con alguna industria liviana o rutas principales	4	10
Centro comercial o industrial intermedio entre los tipos 4 y 6	5	15
Predominantemente industrial, con pocas viviendas	6	20

El término de corrección por ubicación en la finca Ku discrimina en función de la posición de los receptores dentro de la finca:

Tabla 3. Valores del término de corrección Ku según la norma IRAM 4062:2021

Ubicación en la finca	Ku (dB)
Interiores: locales linderos con la vía pública	0
Locales no linderos con la vía pública	-5
Exteriores: áreas descubiertas no linderas con la vía pública (jardines, terrazas, patios, etc)	5

Por último, el término de corrección por horario Kh ajusta en función del periodo en que se generará el ruido a evaluar: diurno, de descanso y nocturno.

Tabla 4. Valores del término de corrección Kh según la norma IRAM 4062:2021

Ubicación en la finca	Kh (dB)
Días hábiles: de 8 h a 20 h. Sábados: de 8 h a 14 h.	5
Días hábiles: de 6 h a 8 h y de 20 h a 22 h. Sábados: de 6 h a 8 h y de 14 h a 22 h. Domingos y días feriados: de 6 h a 22 h.	0
Noche: de 22 h a 6 h.	-5

La Autoridad de Aplicación puede modificar el comienzo y terminar los horarios de referencia según la normativa local. Si la emisión sonora ocurre durante más de un período especificado, la evaluación se hace de forma separada para cada rango horario. De forma análoga, si se identifican más de un tipo de zona dentro del área de influencia del proyecto, el impacto acústico se evalúa separadamente.

2.2.1.2 Nivel de Fondo Medido

Para obtener información más precisa, el nivel de ruido de fondo puede medirse en áreas sensibles, por ejemplo, donde se observen asentamientos poblacionales. El ruido emitido por una fuente se mide en niveles de potencia sonora y donde se recibe el sonido se miden en presión sonora. A medida que se aleja de la fuente del sonido, el nivel de presión sonora se reduce. Se mide durante un tiempo determinado el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A en frecuencia (L_{Aeq}).

Como se mencionó anteriormente, los seres humanos somos más sensible a los tonos altos y en cierto rango de frecuencias (500Hz – 6000 Hz), por lo que se aplican filtros de ponderación para simular como el oído humano percibe el ruido. La curva de ponderación de frecuencia A cubre el rango completo entre 20 Hz y 20000 Hz, cubriendo el rango audible. Las mediciones hechas con ponderación A se indican como dB (A), L_{Aeq}, etc.

La ecuación que describe el fenómeno es:

$$L_{Aeq,\,T} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P_A^{\,2}(t)}{P_0^{\,2}} \right) dt \right]$$

Siendo P_A (t) es la presión sonora instantánea ponderada A en frecuencia (en Pascal), T es el intervalo de integración (en segundos) y P_0 es la presión sonora de referencia (20 µPa).

2.2.2 Niveles de Inmisión

Los niveles de inmisión se obtienen a partir de los datos de las emisiones acústicas generadas por las nuevas fuentes introducidas que se desean evaluar. Hay que tener en cuenta la propagación sonora desde la fuente hasta los receptores más cercanos.

A partir de la fórmula de propagación de ruido por divergencia geométrica para una fuente puntual que emite en forma radial, se calcula los niveles de inmisión a distancias de la fuente.

$$L_P = L_W - 20 \log_{10} r - 11 - C$$

Donde L_P es el nivel de presión sonora en el punto receptor (en unidades de dB) luego de producida la propagación por divergencia geométrica, L_W es el nivel de potencia sonora (en dB) generada por la fuente puntual, r es la distancia desde la fuente puntual en metros y C es un término de corrección que depende de la temperatura y la presión atmosférica característicos del lugar en que se produce la propagación.

En conclusión, para determinar si las actividades del proyecto producirán ruidos molestos sobre los receptores dentro del área de influencia, se realiza la comparación entre los niveles de inmisión calculados y de ruido de fondo, ya sean medido o calculado.

2.3 TENDIDO DEL GASODUCTO SUBMARINO

Como se definió en el Capítulo 3 de Descripción del Proyecto, las tareas constructivas a realizar para la construcción del gasoducto submarino son:

1. Tendido y colocación de tuberías
2. Soldadas y revestidas en el fondo marino y en los accesos a tierra.
3. Soterramiento de la tubería a profundidades especificadas, de acuerdo a la tapada mínima requerida.
4. Estabilización adecuada del gasoducto submarino mediante post-zanjeado.
5. Limpieza interior, pruebas hidrostáticas, purga e inertización nitrogenada de toda la tubería.
6. Ensayos e inspecciones no destructivas
7. Inspección de las instalaciones de transmisión de gas y los accesorios para el transporte de gas.

Desde el Tie- In (muerto de anclaje con una junta de aislamiento y una válvula de seccionamiento), inicia el tramo del gasoducto submarino que consta de un primer tramo enterrado hasta el punto de rompiente de 100 años (Aproximación costera) y un segundo tramo más extenso apoyado sobre el lecho submarino hasta alcanzar el PLEM (dispositivo de conexión de la tubería con otros componentes del sistema).

Para la excavación de la trinchera se utilizarán dos maquinarias: una retroexcavadora hasta el punto en que finaliza la restinga y una máquina post-trenching que además irá colocando la tubería

Por otro lado, para el tendido de tubería submarina se emplea una barcaza de tendido SWLB (Shallow Water Lay Barge).

En cuanto a la fabricación de la tubería, se hará en la barcaza de tendido y será traccionada desde la costa por un malacate. Este método se conoce como Pull-In.

2.3.1 Identificación de los Niveles de Emisión y Cálculo de los Niveles de Inmisión

Para el tendido del gasoducto submarino se considera que se trabajará con un único frente de obra de forma ininterrumpida (24 hs.). En un escenario conservador, se considera el funcionamiento en simultáneo de los siguientes equipos:

- 2 Retroexcavadoras hidráulicas: 110 dB (empleadas para la excavación en zona de restinga)
- 1 Máquina Post-trenching (equipo de jetting): 110 dB (utilizado en el post-zanjeado)
- 1 Bote de trabajo Zodiac (tipo lancha): 80 dB
- 3 Remolcadores: 85 dB
- 1 Barcaza de tendido SWLB (*Shallow Water Lay Barge)*: 80/ 90 dB
- 1 Máquina de soldadura: 95 dB (para la soldadura de las tuberías)

Estos niveles de potencia sonora están expresados en decibelios (dB), que es una escala logarítmica, no lineal. Por lo tanto, no se pueden sumar los valores dB directamente para determinar la potencia sonora total conjunta de las fuentes mencionadas previamente. Para poder hacer una evaluación y obtener el valor combinado de varias fuentes sonoras. El procedimiento correcto es:

1. Convertir cada nivel de potencia sonora de dB a una escala lineal.
2. Sumar todas esas potencias lineales
3. Volver a convertir el resultado a dB.

Una vez hecho este procedimiento, se obtiene que el nivel de ruido compuesto de todas las fuentes consideradas es aproximadamente **115 dB**, por tanto se utilizará este valor como Lw de la ecuación (ec.1).

A continuación, se aplica la fórmula de la propagación de ruido por divergencia geométrica y se calculan los niveles de inmisión a distintas distancias (r) del tendido del gasoducto, utilizando un término de corrección de C=0,1 dB(A). Los resultados de Lp para diferentes distancias r se expresan en la Tabla 5.

$$\textbf{(ec. 1) } Lp = Lw - 20 \log_{10} r - 11 - C$$

Tabla 5. Niveles de inmisión generados por el tendido del gasoducto submarino.

Niveles de Inmisión para el tendido del gasoducto off-shore y la aproximación costera Nivel de Emisión: **Lw = 115 dB(A)** **C=0,1 dB(A).**	
Distancia a la Fuente de Emisión: **r (m)**	Nivel de Inmisión: **Lp** en dB (A)
50	69,9
100	63,9
500	49,9
700	**47,0**
800	45,8
1000	43,9
1500	40,4
2000	37,9
2500	35,9
3000	34,4

Como las tareas de tendido del gasoducto se realizarán de manera ininterrumpida, se consideran los tres períodos horarios definido en la Norma IRAM 4062.

Si bien no se identifican receptores potenciales en las inmediaciones al sector de obra, se estima que podría haber pobladores que puedan encontrarse en la costa desarrollando tareas de pesca tradicional (pulperos) o eco-turismo (Fuerte Argentino), principalmente durante los meses de verano.

El Fuerte Argentino es la atracción turística del área y se encuentra a 700 metros de la costa donde se inicia el gasoducto submarino. Dada su importancia turística, se considera el sitio con mayor probabilidad de presencia de potenciales receptores.

Tal como se detalló anteriormente, si la diferencia entre el nivel de inmisión sonora y el nivel de ruido de fondo supera los 8 dB(A), entonces el ruido se califica como molesto. En caso de no superar los 8 dB(A), se caracteriza como no molesto.

LE – LF > 8 (ruido molesto)
LE – LF < 8 (ruido no molesto)

LE será igual al valor de Nivel de Inmisión Lp, en receptores más cercanos, calculado a una distancia de 620 m (ver Tabla 5).

LF corresponde nivel de ruido de fondo medido en el lugar del proyecto, en el horario a evaluar. Para el nivel de ruido de fondo, se tomó el valor medido *in situ* en el punto RMV 3 (41° 07’ 38’’S 65° 09’ 36,5’’O) para los tres horarios de referencia en el mes de julio del año 2024.

A continuación, se presentan los resultados del análisis del potencial impacto acústico.

Tabla 6. Comparación entre el ruido de fondo medido y los niveles de inmisión asociados a las tareas de tendido del gasoducto submarino. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona	Periodo	Ruido de Fondo Medido *in situ* LF	Nivel de Inmisión (a 700 m) Lp	Lp - LF	Calificación
Tipo 1	Horario diurno: días Hábiles: 8 a 20 hs	43,8 dB (A)	47 dB (A)	3,2	No molesto
	Horario de descanso: Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	45,9 dB (A)	47 dB (A)	1,1	No molesto
	Horario nocturno: 22 hs a 6 hs	49,5 dB (A)	47 dB (A)	-2,5	No molesto
Nota: el signo negativo indica que el valor de inmisión Lp calculado es menor al ruido de fondo medido en el sitio.					

Como puede observarse en la Tabla 6, **el ruido generado durante las tareas de tendido del gasoducto submarino no resultaría molesto para los turistas que visiten el Fuerte Argentino** (en términos de la metodología desarrollada en la Norma IRAM 4062).

Considerando los posibles pescadores artesanales que se acerquen a la costa, el ruido producido por las tareas de tendido del gasoducto submarino dejará de ser molesto a los 403 m para el horario diurno, a los 317 m para el periodo de descanso y a los 209 m para el nocturno. En conclusión, se podría decir que **no habrá afectación acústica sobre la población más de 400 m de distancia desde la zona de obra.**

Tabla 7. Resumen de niveles de ruido asociado a las tareas de tendido del gasoducto submarino. Análisis del cumplimiento de la Norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos.

Zona Tipo 1	Horario diurno - días Hábiles: 8 a 20 hs	Horario de descanso - Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	Nocturno: 22 a 6 hs
Ruido de fondo, **LF**	43,8 dB(A)	45,9 dB (A)	49,5 dB(A)
Distancia mínima a receptores más cercanos	700 m	700 m	700 m
Nivel de Inmisión en Receptores más Cercanos, **Lp** (a 5.500 m)	47 dB(A)	47 dB (A)	47 dB(A)
Nivel Máximo considerado No Molesto en Receptores Cercanos (**LF + 8 bB(A**))	51,8 dB(A)	53,9 dB (A)	57,5 dB(A)
Nivel de superación	-	-	-
Distancia a la que deja de ser molesto	403 m	317 m	209 m

Por otra parte, en la Tabla 9 se determina la clasificación de ruido, en base a la comparación de la inmisión con el nivel de ruido teórico calculado en periodos diurnos, descanso y nocturno teniendo en cuenta aspectos del medio (LC).

Debido al tipo de usos que presenta el área, se considera una zona Tipo 1 (rural).

En la Tabla 8 se realiza el cálculo del ruido de fondo según la norma IRAM 4062:2021 para cada una de estas posibilidades.

Tabla 8. Nivel Calculado Lc para el proyecto.

Zona	Horario	Lb (dB)	Kz (dB)	Ku (dB)	Kh (dB)	L_C (dB)
Tipo 1	Diurno	40	-5	5	5	**45**
	Descanso	40	-5	5	0	**40**
	Nocturno	40	-5	5	-5	**35**

Tabla 9. Comparación entre el ruido de fondo calculado para una zona tipo 1 y los niveles de inmisión asociados a las tareas de tendido del gasoducto submarino. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona	**Periodo**	**Nivel de ruido de fondo calculado Lc**	**Nivel de Inmisión (a 620 m) Lp**	**Lp - Lc**	**Calificación**
Tipo 1	Horario diurno: días Hábiles: 8 a 20 hs	45 dB (A)	47 dB (A)	2	**No molesto**
	Horario de descanso: Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	40 dB (A)	47 dB (A)	7	**No molesto**
	Horario nocturno: 22 hs a 6 hs	35 dB (A)	47 dB (A)	12	**Molesto**

De acuerdo con la Tabla 9, **los niveles de ruido generados por el tendido del gasoducto submarino no resultarían molestos para receptores localizados en el Fuerte Argentino para el periodo diurno y de descanso. Para el horario nocturno, si bien sería un ruido molesto sobre el receptor Fuerte Argentino durante la noche, se estima que la afectación sería mínima debido a la baja probabilidad de presencia de personas en ese momento.**

Del análisis se desprende que los valores teóricos de ruido de fondo Lc, calculados en la Tabla 8 para los períodos de descanso y nocturno utilizados como referencia, son más bajos y conservadores en comparación con los niveles registrados in situ, lo que resulta en una variación del área de afectación durante estos horarios respecto al caso anterior. Para el período de descanso, el área afectada se extiende hasta 700 metros, mientras que para el período nocturno alcanza los 1245 metros. Tal como se mencionó antes, si bien este alcance podría afectar al receptor Fuerte Argentino durante la noche, se estima que la afectación sería mínima debido a la baja probabilidad de presencia de personas en esa área en ese momento.

Por otro lado, también se procede a comparar los resultados obtenidos con las Guías del Banco Mundial sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad (2012).

En este caso particular, en el horario diurno no se supera los valores admisibles según la directriz: 55 dB (A) para el día en un sector residencial, aunque se supera levemente los 45 dB (A). Cabe mencionar nuevamente que se estima que la afectación sobre el receptor Fuerte Argentino sería mínima debido a la baja probabilidad de presencia de personas en esa área en ese momento.

Se recomienda antes de dar inicio al proyecto realizar nuevas mediciones *in situ* para determinar el ruido de fondo en el sector costero más próximo a la traza y ejecutar monitoreos de ruido de forma regular para conocer el impacto acústico real de la obra.

2.3.2 Consideraciones Respecto al Uso de Voladuras

Como se mencionó en la descripción de proyecto, para la pre-trinchera (zanja abierta en la restinga y en la arena) pueden requerirse eventuales voladuras según los requerimientos del terreno. Como método de excavación, se utilizan explosivos para fragmentar la roca dura y que luego pueda ser removida por la maquinaria de movimiento de suelo. Para insertar la carga de explosivos, se realizan una serie de perforaciones (berrenos) a distancias fijas y se las limpia previamente.

La detonación de explosivos libera una gran cantidad de energía que rompe la roca y parte de esa energía se disipa en forma de vibraciones y ondas de choque. En la roca se origina una trinchera en forma de v o u, cuya anchura y profundidad depende de las propiedades del suelo y de la carga usada.

Cuando se produce la detonación, se generan ondas de compresión que se propagan de forma radial desde el macizo rocoso y produce la fractura de las rocas circundantes y estas se mueven de su posición original. Cuando se detona un explosivo se liberan gases y vapores que ejercen presión sobre la roca.

Un pequeño porcentaje de presión de gas escapa a la atmósfera y produce un ruido y concusión de aire. La onda expansiva y la fuerza ejercida producen vibraciones en la roca y el terreno que rodea el sitio de la voladura.

Cuando se detona una voladura se produce una ráfaga de aire que no es sino una onda de presión o de choque transmitida desde el sitio de la voladura hacia el exterior. Esta onda de presión consiste en un sonido audible (ruido) en el rango de frecuencia más elevada y una concusión. A frecuencias inferiores de 20 Hertz, el sonido es inaudible, pero es capaz de causar vibraciones. No obstante, si la presión de esta es suficiente puede causar daños estructurales, aunque es poco probable por tratarse de un proceso muy controlado.

Los niveles de ruido en voladuras y sobrepresiones de ráfagas de viento varían dentro de un amplio rango dependiendo de factores tales como la distancia entre los receptores y la fuente de emisión de las voladuras, la cantidad y tipo de explosivo utilizado, la profundidad a la que cada carga es introducida, cuan bien la carga está confinada dentro de la perforación, la difracción que pueda existir en el terreno circundante al sitio de operaciones, etc. Sin mitigación, una explosión de cargas no confinadas de 250 libras por retardo podría teóricamente generar picos lineales de ruido de 150 decibeles (dB lin) dentro de un radio de aproximadamente 800 m del sitio de la explosión (PB Consult, 2006). A medida que avanzan las excavaciones, los bancos generados por estas actúan como barreras atenuando la propagación del sonido hacia el exterior, en una proporción que depende de la profundidad de la excavación.

De acuerdo con la práctica minera típica, los explosivos contienen aproximadamente un 70 por ciento de nitrato de amonio. Por lo tanto, una carga real de 1.000 kg sería equivalente a aproximadamente 411 kg de TNT. La Tabla 10 que se presenta a continuación muestra los niveles de presión sonora que produce a diferentes distancias una explosión causada por 1.000 kg de carga de mezcla de nitrato de amonio granuloso y combustible (ANFO por sus siglas en inglés “Ammonium Nitrate – Fuel Oil”) instalada a una profundidad de 15m (AMEC, 2012).

Tabla 10. Nivel de presión sonora (SPL por sus siglas en inglés *Sound Pressure Level*).

Distancia (m)	30	100	500	600	1.000	1.500	2.000	3.000
SPL (dB)	137	125	109	107	102	98	95	91

El proceso de voladura en zanja es esencial también para proyectos urbanos como el acueducto La Calera, Córdoba (Viñas, s.f.). Se realizaron trabajos de voladura para la apertura de zanja para el tendido de 2,7 km de acueducto. El diseño de la perforación y de la carga se realizó en función de las características del basamento cristalino y se implementaron medidas para el control de onda aérea, vibraciones y proyecciones por encontrarse el proyecto emplazado en zona urbana densamente poblada. Se realizaron 16 voladuras empleando emulsiones explosivas comerciales de nitrato de amonio y los niveles máximos de presión sonora registrados fueron de 131,8 dB a 8 m y de 131,4 dB a 4 m. No hubo afectación a viviendas cercanas.

Respecto a los niveles de ruido audible producidos por las voladuras, diferentes estudios (Earth Systems, 2013; AMEC, 2012; Wolfden Resources Inc., 2006) suelen considerar como referencia un valor pico de 110 dB(A) medidos a 100 m de la fuente, de corta duración (entre los milisegundos y los 5-7 segundos). Este valor surge de la guía australiana para mejores prácticas ambientales en la minería (Environment Australia 1998. Noise, Vibration and Blast Control Environmental Management in Minning). Sin asumir atenuación de la topografía estas voladuras pueden generar un nivel aproximado de 76 dB(A) a 5 km de la fuente (Wolfden Resources Inc., 2006). Respecto a la frecuencia en que se producen estas voladuras, la bibliografía consultada indica que en general se limitan a una por día.

La mayoría de los estados norteamericanos limitan el nivel sonoro máximo del aire producido por la voladura a casi 130 dB en el receptor más cercano (CFR30, Part 816). En Australia se ha establecido un límite máximo de 115 dB considerando la cercanía a una residencia u otro establecimiento vulnerable (escuela, hospital, etc.). Los límites toman en cuenta la duración extremadamente corta y los posibles efectos físicos del ruido proveniente de las voladuras y no constituyen un nivel de la molestia ocasionada por el ruido.

La evaluación de los efectos de las vibraciones producidas por las voladuras debe contemplar la potencial afectación a estructuras y molestias a la población circundante. Los límites establecidos en las normas respecto de la intensidad de la vibración terrestre inducida por las voladuras son generalmente determinados dentro de niveles que puedan causar daños estructurales. Teniendo en cuenta que las voladuras se realizaran en la restinga en la costa del Golfo, a 40 km de la urbanización más cercana, no se esperarían afectaciones significativas de las estructuras por efecto de las vibraciones

Por su parte, el cuerpo humano puede detectar vibraciones a niveles muy bajos, a partir de niveles de 0,3 a 0,5 mm/s ya pueden comenzar a sentir las mismas. El umbral al que las personas pueden percibir las vibraciones es muy inferior a los niveles en que se producen daños cosméticos a las estructuras. Respecto a la sensibilidad en temas de seguridad y salud ocupacional, la Organización Internacional para la Normalización (ISO) y el Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI) han desarrollado estándares y directrices sobre cómo medir y evaluar las vibraciones a las que puede estar expuesta una persona en el entorno laboral.

Cabe destacar que, si se tienen en cuenta las distancias a la que se produce la propagación de los niveles audibles de las voladuras, y dado que no hay zonas residenciales cercanas, es factible que no se perciban molestias con relación a los mismos. Los posibles afectados serían los receptores que circulen por el camino de los pulperos o la zona del Fuerte Argentino. No obstante, de producirse estas afectaciones, las mismas resultarían muy acotadas en el tiempo. Además, que por cuestiones de seguridad se deberá restringir el acceso a una zona de exclusión

Los datos antes presentados están basados en información general a modo de referencia. El uso de cordones de bajo ruido, la detonación de las cargas desde el fondo de la perforación, entre otras medidas de control de las operaciones de voladura, podrá evitar los efectos indeseados de las mismas. Se recomienda que, una vez definidos los planes específicos para excavación en roca, se lleve a cabo un análisis detallado de los efectos de las voladuras de manera de determinar el impacto del ruido y las vibraciones en sitios críticos durante la etapa constructiva del proyecto.

Es importante que en caso de realizarse excavaciones a partir del uso voladura, se implemente un programa de uso de explosivos y actividades de voladura, que incluya la medición de los niveles de vibración y onda aérea, así como la implementación de medidas de seguridad como la limitación de otras actividades que puedan estar ejecutándose en las proximidades en el momento de la detonación.

2.4 OPERACIÓN DEL BUQUE FLNG MKII

2.4.1 Sondeo de Ruido

En 2023, se realizaron mediciones de ruido en distintos puestos de trabajo durante la operación del Buque FLNG Hilli Episeyo (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1). Para el presente estudio, se utilizarán estos valores de emisión para llevar a cabo la evaluación del impacto acústico del Buque FLNG MKII (Proyecto FLNG GSM – Etapa 2).

El estudio de ruido realizado en 2023 para el Buque Hilli Episeyo se ejecutó bajo las siguientes condiciones:

- Se encontraban en funcionamiento los trenes 1, 2 y 4 (el 3 se encontraba apagado).
- En algunos sectores se estaban realizando tareas de mantenimiento (como trabajos de soldadura) por lo que los valores podrían ser superiores a los generados en condiciones normales.
- Estaba en un funcionamiento una sola turbina de vapor y un solo generador de gas.

De acuerdo a los resultados del sondeo realizado en dicho estudio, los mayores niveles de ruido (> 85 dB (A) se registraron en las instalaciones/sectores que se detallan en la Tabla 11.

Según el análisis realizado para el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), se desprende que los mayores niveles de ruido se emiten en los recintos donde se ubican equipos como generadores de gas, sistema de agua contra incendios (bombas y tuberías), sala de maquinarias con bombas, tableros de control, etc. También, los mayores niveles se registran en el sistema de abastecimiento de agua a la torre de regeneración de aminas desde el tanque de agua genera elevados niveles sonoros. En algunos sectores de la cubierta superior e inferior se registran elevados niveles de ruido donde se ubican los compresores (de flash-gas, de gas combustible de regeneración, entre otros).

El equipo que mayor ruido emite es el generador de gas del buque con 110 dB.

Las dos salas de máquinas que albergan las dos turbinas de vapor que emiten 101 dB cada una.

En otras salas de máquinas del buque se encuentran paneles de control, tuberías que conducen agua de incendio, unidades de ósmosis inversa, separador de agua de sentina y el sistema de agua de enfriamiento. El máximo nivel registrado en este sector fue de 101 dB.

Esta clase de buques además poseen sala de control, calderas, ventiladores y generadores de emergencia. En la sala de ventiladores se registra un máximo de 105 dB.

El buque cuenta con sistemas de vapor que están integrados por distintos componentes como generadores de vapor, turbinas de gas, compresores, condensadores, ventiladores y tuberías que generan un ruido considerable. El mayor nivel de ruido se produce a causa del flujo de vapor de refrigerante en el ducto, el cual está en torno a los 109 dB, seguido por el funcionamiento de compresores de refrigerantes con 98 dB.

Estos valores serán tomados como referencia para la evaluación de los niveles de ruido de FLNG MKII.

2.4.2 Niveles de Emisión y Cálculo de los Niveles de Inmisión – Operación del Buque FLNG MKII

Para el estudio de ruido ambiental se toman los valores de los equipos que generan más ruido y se los 'combinó' utilizando la fórmula de composición. De esta forma se adopta una postura conservadora, ya que los niveles de ruido varían de un sector a otro del buque y en cubierta los valores medidos son menores.

Los niveles sonoros no pueden sumarse aritméticamente de forma directa, por tratarse de valores logarítmicos, por lo que la composición se calcula a partir de la fórmula:

$$\textbf{(ec.2)}\ N_1 + N_2 + \ldots = 10 \log (10^{N_1/10} + 10^{N_2/10} + \ldots)$$

Donde N_i son los niveles sonoros que se desean componer.

Tabla 11. Tabla con las principales fuentes de ruido en el FLNG. Fuente: EIA antecedente (Serman & Asociados, 2024)

Sector	Fuente	Nivel de Potencia Sonora Unidad LW dB(A)
Sala de maquinaria 4S	Turbina de vapor	101
Puerta estanca	Puerta estanca abierta	106
Sala de Inergen[1]	Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)	91
Cuarto eléctrico local	Bombas	85
25 m cubierta posterior	Colectores	88
	Compresor de descarga de flash-gas	88
	Compresor de gas de combustible de regeneración	98
Sistema de bombas de incendios de proa (2, una a babor y otra a estribor)	Motor a gas	82
	Tubería de agua contra incendios	90
Sala de máquinas de la proa	Generador de gas	110
Espacio de maquinaria (sector superior)	Sector de bombas	89
Espacio de maquinaria (sector inferior)	Sector de bombas	102
Espacio de maquinaria 6P	Planta de ósmosis inversa (encendida)	101
	2 plantas de ósmosis inversa apagadas	90
	Tubería de agua contra incendios	101
Espacio de maquinaria 5P	Sistema de agua de enfriamiento	96
	Bombas	85
Espacio de maquinaria 4P	Sistema de agua de enfriamiento	90
	Bombas	96
Zona inferior del Tren 1	Bomba (para limpieza con agua o aire comprimido de las instalaciones)	104
Tren 1 - 4 (encendidos)	Funcionamiento de todos los componentes	104
	Total	110
HSRG 1 – HSRG 4	Sistema de ventilación (entrada)	93
	Condensador refrigerante	90
	Línea vapor de refrigerante	109
	Compresor refrigerante	98
	Recolección del condensado	88
	Compresor de aire del condensador	97
	Generador de vapor con recuperación de calor	84
	Motor turbina de gas	97
	Total	115
Sala de máquinas	Taller de mantenimiento	90
	Caldera de estribor	90
	Incinerador	90
	Acumulador de succión	94
	Sala de control	73

[1] Sistema fijo de supresión de incendios con Inergen (mezcla de N_2, Ar y CO_2)

Sector	Fuente	Nivel de Potencia Sonora Unidad LW dB(A)
	Equipos de emergencia	94[2]
	Caldera de babor	108[3]
	Tanque superior	95[4]
	Sistema de ventilación	97[5]

Luego de aplicar el cálculo con la (ec.2) considerando todos los equipos enumerados en la Tabla 11, se obtiene que el nivel sonoro combinado de es aproximadamente 116 dB(A).

Es dable mencionar que mediante la metodología utilizada, se plantea un escenario desfavorable al considerar al buque como una fuente emisora puntual, basándose en los niveles sonoros emitidos por los equipos instalados. No obstante, en la práctica, estos equipos están distribuidos a lo largo de la unidad y confinados en distintos recintos. Se excluyen las instalaciones de alojamiento porque presentan los menores niveles de ruido.

Por otro lado, este valor es similar al presentado en el estudio “Teesside GasPort Environmental Statement” (2006) en el cual se indica que el nivel de ruido resultante de la operación del Buque de Regasificación de Energy Bridge sería de 118 dB(A) medido como nivel sonoro continuo equivalente.

A continuación, se aplica la fórmula de la propagación de ruido por divergencia geométrica para una fuente puntual que emite en forma radial y se calculan los niveles de inmisión a distintas distancias al buque, utilizando un término de corrección de 0,1 dB(A). Tal como se mencionó antes, el valor de 116 dB(A), será tomado como referencia para la evaluación de los niveles de ruido de FLNG MK II, por tanto resulta **Lw = 116 dB(A).**

$$\mathbf{Lp = Lw - 20\ log_{10}\ r - 11 - C}$$

Tabla 12. Niveles de inmisión generados por la operación del buque FLNG

Niveles de Inmisión para la operación del buque FLNG MK II Nivel de Emisión: **Lw** = 116 dB(A) **C=0,1 dB(A).**	
Distancia a la Fuente de Emisión: **r (m)**	Nivel de Inmisión: **Lp** en dB (A)
100	64,9
500	50,9
800	46,8
1000	44,9
2000	38,9
3000	35,4
4000	32,9
4500	**31,8**
5000	30,9

[2] Se tomó el promedio. Durante la medición los valores fluctuaron entre 87 y 100 dB.

[3] Se tomó el promedio. Durante la medición los valores fluctuaron entre 102 y 113 dB.

[4] Se tomó el promedio. Durante la medición los valores fluctuaron entre 88 y 101 dB.

[5] Se tomó el promedio. Durante la medición los valores fluctuaron entre 88 y 105 dB.

Como se mencionó anteriormente, el nivel de emisión definido para la operación del FLNG es de 116 dB(A) y se emite radialmente desde el centro de este. La operación del buque licuefactor será de manera ininterrumpida por lo que se consideran los tres períodos horarios definido en la Norma IRAM 4062.

Los potenciales receptores más cercanos al punto donde se encontrará amarrado el FLNG es el sector costero próximo al Fuerte Argentino, atracción turística del lugar. Debido a la prácticamente nula intervención humana del área, se ha designado esta zona como de Tipo 1 (rural) y se propone una distancia mínima de 4500 m. Para el nivel de ruido de fondo, se tomó el valor medido in situ en el punto RMV 3 (41° 07’ 38’’S 65° 09’ 36,5’’O) para los tres horarios de referencia en el mes de julio del año 2024.

Tal como se detalló en Apartado 2.2.1, según la norma IRAM, si la diferencia entre el nivel de inmisión sonora y el nivel de ruido de fondo supera los 8 dB(A), entonces el ruido se califica como molesto. En caso de no superar los 8 dB(A), se caracteriza como no molesto.

LE – LF > 8 (ruido molesto)
LE – LF < 8 (ruido no molesto)

LE será igual al valor de Nivel de Inmisión Lp, en receptores más cercanos, calculado a una distancia de 4.500 m (ver Tabla 12).

LF corresponde nivel de ruido de fondo medido en el lugar del proyecto, en el horario a evaluar. Para el nivel de ruido de fondo, se tomó el valor medido in situ en el punto RMV 3 (41° 07’ 38’’S 65° 09’ 36,5’’O) para los tres horarios de referencia en el mes de julio del año 2024.

A continuación, se presentan los resultados del análisis del potencial impacto acústico.

Tabla 13. Comparación entre el ruido de fondo medido y los niveles de inmisión asociados a la operación del buque FLNG MKII. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona	Periodo	Ruido de fondo (medido in situ) LF	Nivel de Inmisión (a 4500 m) Lp	Lp - LF	Calificación
Tipo 1	Horario diurno: días Hábiles: 8 a 20 hs	43,8 dB (A)	31,8 dB (A)	-12	No molesto
	Horario de descanso: Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	45,9 dB (A)	31,8 dB (A)	-14,1	No molesto
	Horario nocturno: 22 hs a 6 hs	49,5 dB (A)	31,8 dB (A)	-17,1	No molesto
Nota: el signo negativo indica que el valor de inmisión Lp calculado es menor al ruido de fondo medido en el sitio.					

Como puede observarse en la Tabla 13, el ruido generado durante la operación normal del MK II no resultaría molesto para la población (en términos de la metodología desarrollada en la Norma IRAM 4062), ya que en ninguno los horarios indicados los niveles de inmisión superaron los niveles de fondo evaluado a la distancia donde se localizan los receptores más cercanos. El ruido producido por la operación del buque deja de ser molesto a los 452 m para el horario diurno, a los 355 m para el periodo de descanso y 235 m para el nocturno. Tomando como referencia los valores registrados in situ, la distancia a la cual habrá una potencial afectación sería en las cercanías del buque a por lo menos 452 m de la fuente de emisión, es decir en un sitio muy lejos de la costa.

Tabla 14. Resumen de niveles de ruido durante la operación de FLNG MKII, y distancias de potenciales afectaciones. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona Tipo 1	Horario diurno - días Hábiles: 8 a 20 hs	Horario de descanso - Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	Nocturno: 22 a 6 hs
Ruido de fondo, **LF**	43,8 dB(A)	45,9 dB (A)	49,5 dB(A)
Distancia mínima a receptores más cercanos	4500 m	4500 m	4500 m
Nivel de Inmisión en Receptores más Cercanos, **Lp** (a 4.500 m)	31,8 dB(A)	31,8 dB (A)	31,8 dB(A)
Nivel Máximo considerado No Molesto en Receptores Cercanos (**LF + 8 bB(A**))	51,8 dB(A)	53,9 dB (A)	57,5 dB(A)
Nivel de superación	-	-	-
Distancia a la que deja de ser molesto	452 m	355 m	235 m

Por otra parte, en la Tabla 16 se determina la clasificación de ruido, en base a la comparación de la inmisión con el nivel de ruido teórico calculado en periodos diurnos, descanso y nocturno teniendo en cuenta aspectos del medio (LC). En la Tabla 15 se realiza el cálculo del ruido de fondo según la norma IRAM 4062:2021 para cada una de estas posibilidades.

Tabla 15. Nivel Calculado Lc para la etapa de operación del FLNG MKII.

Zona	Horario	Lb (dB)	Kz (dB)	Ku (dB)	Kh (dB)	L_C (dB)
Tipo 1	Diurno	40	-5	5	5	**45**
	Descanso	40	-5	5	0	**40**
	Nocturno	40	-5	5	-5	**35**

Tabla 16. Comparación entre el ruido de fondo calculado para una zona tipo 1 y los niveles de inmisión asociados a la operación del FLNG MKII. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona	Periodo	Nivel de ruido de fondo calculado Lc	Nivel de Inmisión (a 4.500 m) Lp	Lp - Lc	Calificación
Tipo 1	Horario diurno: días Hábiles: 8 a 20 hs	45 dB (A)	31,8 dB (A)	-13,2 dB (A)	No molesto
	Horario de descanso: Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	40 dB (A)	31,8 dB (A)	-8,2 dB (A)	No molesto
	Horario nocturno: 22 hs a 6 hs	35 dB (A)	31,8 dB (A)	-3,2 dB (A)	No molesto
Nota: el signo negativo indica que el valor de inmisión Lp calculado es menor al ruido de fondo medido en el sitio.					

Tal como se observa en la tabla anterior, los niveles de ruido generados durante la etapa de operación del FLNG MKII no resultarían molestos para receptores localizados en el Fuerte Argentino para el periodo diurno, de descanso y nocturno.

Adicionalmente, cabe destacar que los cálculos no incluyen los mecanismos de control de ruido propios de la instalación FLNG diseñados principalmente para garantizar la seguridad laboral y dar cumplimiento a la normativa internacional en materia marítima. Tampoco se dispone de información sobre los factores de atenuación específicos del entorno marino del Golfo San Matías, pero se estima que el valor de emisión real será bastante menor, considerando los resultados de sondeo de ruido efectuados sobre el buque que ha arrojado valores máximos de 90 dB en sectores de pasillos y cubierta.

2.4.3 Niveles de Emisión y Cálculo de los Niveles de Inmisión – Operación Conjunta de los Buques FLNG MKII y Hilli Episeyo

En el presente apartado se evaluará el ruido ambiental que podrían generar ambas FLNG funcionando en simultáneo durante la etapa operativa del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2.

Para tales fines, se realizará el estudio de tomando como referencia los valores de ruido generados por la FLNG Hilli Episeyo, unidad que se evaluó en el EIA FLNG GSM Etapa 1, donde se tomaron los equipos que generan más ruido y se los combinó para obtener una emisión de ruido conjunta (ver Apartado 2.4.2). El nivel sonoro de la FLNG Hilli Episeyo, resultó ser de aproximadamente 116 dB(A).

Con el fin de implementar una postura conservadora, para evaluar el funcionamiento conjunto de ambas FLNG, se adoptará el valor de 116 dB(A) como el nivel de ruido generado por cada buque y se los combinará para obtener potencial ruido cuando operen en simultáneo. Recordar que ambas unidades poseen características similares por lo tanto el nivel de ruido generado también será similar.

Aplicando la sumatoria mediante el empleo de la (ec.2) se obtiene un **nivel de ruido de 119 dB(A**) durante funcionamiento simultáneo las FLNG MK II y FLNG Hilli Episeyo

Es dable mencionar que mediante la metodología utilizada, se plantea un escenario desfavorable al considerar al funcionamiento de ambos buques como si se tratara de una fuente emisora puntual, basándose en los niveles sonoros emitidos por los equipos instalados. No obstante, en la práctica, estos equipos están distribuidos a lo largo de la unidad y confinados en distintos recintos. Se excluyen las instalaciones de alojamiento porque presentan los menores niveles de ruido.

A continuación, se aplica la fórmula de la propagación de ruido por divergencia geométrica para una fuente puntual que emite en forma radial y se calculan los niveles de inmisión a distintas distancias al buque, utilizando un término de corrección de 0,1 dB(A). Tal como se mencionó antes, se adoptará un valor de emisión de Lw = 119 dB(A) como nivel de ruido conjunto de la FLNG Hilli Episeyo y MK II para la evaluación de los niveles de inmisión en función de la distancia.

$$\mathbf{Lp = Lw - 20 \log_{10} r - 11 - C}$$

Tabla 17. Niveles de inmisión generados por la operación del buque FLNG

Niveles de Inmisión para la operación en simultáneo del buque FLNG FLNG Hilli Episeyo y MK II Nivel de Emisión: **Lw** = 119 dB(A) **C=0,1 dB(A).**	
Distancia a la Fuente de Emisión: **r (m)**	Nivel de Inmisión: **Lp** en dB (A)
100	67,9
500	53,9
800	49,8
1000	47,9
2000	41,9

Niveles de Inmisión para la operación en simultáneo del buque FLNG FLNG Hilli Episeyo y MK II Nivel de Emisión: **Lw** = 119 dB(A) **C=0,1 dB(A).**	
Distancia a la Fuente de Emisión: **r (m)**	Nivel de Inmisión: **Lp** en dB (A)
3000	38,4
4000	35,9
4500	**34,8**
5000	33,9

Considerando que la operación conjunta de ambos buques licuefactores será de manera ininterrumpida, se evalúan los tres períodos horarios definido en la Norma IRAM 4062.

Los potenciales receptores más cercanos al punto donde se encontrarán amarrados cada buque FLNG es el sector costero próximo al Fuerte Argentino. Debido a la prácticamente nula intervención humana del área, se ha designado esta zona como de Tipo 1 (rural) y se propone una distancia mínima de 4500 m entre el Fuerte Argentino y la MK II, y el Fuerte Argentino y Hilli Episeyo. Para el nivel de ruido de fondo, se tomó el valor medido in situ en el punto RMV 3 (41° 07’ 38’’S 65° 09’ 36,5’’O) para los tres horarios de referencia en el mes de julio del año 2024.

Según la norma IRAM (ver Apartado 2.2.1), si la diferencia entre el nivel de inmisión sonora y el nivel de ruido de fondo supera los 8 dB(A), entonces el ruido se califica como molesto. En caso de no superar los 8 dB(A), se caracteriza como no molesto.

LE – LF > 8 (ruido molesto)
LE – LF < 8 (ruido no molesto)

LE será igual al valor de Nivel de Inmisión Lp, en receptores más cercanos, calculado a una distancia de 4500 m (ver Tabla 17).

LF corresponde nivel de ruido de fondo medido en el lugar del proyecto, en el horario a evaluar. Para el nivel de ruido de fondo, se tomó el valor medido in situ en el punto RMV 3 (41° 07’ 38’’S 65° 09’ 36,5’’O) para los tres horarios de referencia en el mes de julio del año 2024.

A continuación, se presentan los resultados del análisis del potencial impacto acústico de las dos unidades de licuefacción operando de manera simultánea.

Tabla 18. Comparación entre el ruido de fondo medido y los niveles de inmisión asociados a la operación simultánea de los buques FLNG MKII y Hilli Episeyo. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona	Periodo	Ruido de fondo (medido in situ) LF	Nivel de Inmisión (a 4500 m) Lp	Lp - LF	Calificación
Tipo 1	Horario diurno: días Hábiles: 8 a 20 hs	43,8 dB (A)	34,8 dB (A)	-9,0	No molesto
	Horario de descanso: Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	45,9 dB (A)	34,8 dB (A)	-11,1	No molesto
	Horario nocturno: 22 hs a 6 hs	49,5 dB (A)	34,8 dB (A)	-14,7	No molesto
Nota: el signo negativo indica que el valor de inmisión Lp calculado es menor al ruido de fondo medido en el sitio.					

Como puede observarse en la Tabla 18, el ruido generado durante la operación normal en simultáneo del buque Hilli Episeyo y del MK II, no resultará molesto para la población (en términos de la metodología desarrollada en la Norma IRAM 4062), ya que en ninguno los horarios indicados los niveles de inmisión superaron los niveles de fondo evaluado a la distancia donde se localizan los receptores más cercanos, es decir el Fuerte Argentino. El ruido producido por la operación de ambos buques deja de ser molesto a los 639 m para el horario diurno, a los 502 m para el periodo de descanso y 332 m para el nocturno. Tomando como referencia los valores registrados in situ, la distancia a la cual habrá una potencial afectación sería en las cercanías del buque a por lo menos 639 m de la fuente de emisión, es decir en un sitio muy lejos de la costa.

Tabla 19. Resumen de niveles de ruido durante la operación simultánea de los Buques FLNG MKII y Hilli Episeyo, y distancias de potenciales afectaciones. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona Tipo 1	Horario diurno - días Hábiles: 8 a 20 hs	Horario de descanso - Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	Nocturno: 22 a 6 hs
Ruido de fondo, **LF**	43,8 dB(A)	45,9 dB (A)	49,5 dB(A)
Distancia mínima a receptores más cercanos	4500 m	4500 m	4500 m
Nivel de Inmisión en Receptores más Cercanos, **Lp** (a 4.500 m)	33,1 dB(A)	33,1 dB (A)	33,1 dB(A)
Nivel Máximo considerado No Molesto en Receptores Cercanos (**LF + 8 bB(A**))	51,8 dB(A)	53,9 dB (A)	57,5 dB(A)
Nivel de superación	-	-	-
Distancia a la que deja de ser molesto	639 m	502 m	639 m

Por otra parte, en la Tabla 21 se determina la clasificación de ruido, en base a la comparación de la inmisión con el nivel de ruido teórico calculado en periodos diurnos, descanso y nocturno teniendo en cuenta aspectos del medio (LC). En la Tabla 20 se realiza el cálculo del ruido de fondo según la norma IRAM 4062:2021 para cada una de estas posibilidades.

Tabla 20. Nivel Calculado Lc para la etapa de operación simultánea de los Buques FLNG MKII y Hilli Episeyo.

Zona	Horario	Lb (dB)	Kz (dB)	Ku (dB)	Kh (dB)	L_C (dB)
Tipo 1	Diurno	40	-5	5	5	**45**
	Descanso	40	-5	5	0	**40**
	Nocturno	40	-5	5	-5	**35**

Tabla 21. Comparación entre el ruido de fondo calculado para una zona tipo 1 y los niveles de inmisión asociados a la operación simultánea de los buques FLNG Hilli Episeyo y MK II. Análisis del cumplimiento de la norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos

Zona	Periodo	Nivel de ruido de fondo calculado Lc	Nivel de Inmisión (a 5.500 m) Lp	Lp - Lc	Calificación
Tipo 1	Horario diurno: días Hábiles: 8 a 20 hs	45 dB (A)	33,1 dB (A)	-11,9 dB (A)	No molesto
	Horario de descanso: Días Hábiles: 6 a 8 hs y 20 a 22 hs	40 dB (A)	33,1 dB (A)	-6,9 dB (A)	No molesto
	Horario nocturno: 22 hs a 6 hs	35 dB (A)	33,1 dB (A)	-1,9 dB (A)	No molesto
Nota: el signo negativo indica que el valor de inmisión Lp calculado es menor al ruido de fondo medido en el sitio.					

Tal como se observa en la tabla anterior, los niveles de ruido generados durante la operación en simultáneo de los buques FLNG Hilli Episeyo y MK II no resultarían molestos para receptores localizados en el Fuerte Argentino para el periodo diurno, de descanso y nocturno.

Por último, se lleva a cabo el análisis para determinar el nivel de emisión requerido por una fuente para alcanzar un nivel de presión sonora de 43 dB en el punto específico en la costa, es decir, en el Fuerte Argentino. Este valor de inmisión se establece como el límite en el que el ruido podría dejar de ser molesto (ruido de fondo calculado + 8 dB) durante el horario nocturno en una zona tipo 1, de acuerdo con los estándares IRAM, considerando que es el valor más conservador de la tabla precedente. La distancia considerada es de 4.500 m, la cual corresponde a la distancia desde el buque a la costa. Aplicando la fórmula de divergencia geométrica (ec.1), se determina que el nivel de emisión requerido debe ser de al menos 127 dB. **Para lograr este nivel de emisión, se necesitarían 12 buques operando simultáneamente en la misma posición.**

Cabe destacar que los cálculos no incluyen los mecanismos de control de ruido propios de la instalación FLNG diseñados principalmente para garantizar la seguridad laboral y dar cumplimiento a la normativa internacional en materia marítima. Tampoco se dispone de información sobre los factores de atenuación específicos del entorno marino del Golfo San Matías, pero se estima que el valor de emisión real será bastante menor, considerando los resultados de sondeo de ruido efectuados sobre el buque que ha arrojado valores máximos de 90 dB en sectores de pasillos

2.5 CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente Estudio de Impacto Acústico Aéreo de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM, son:

- Considerando que el área de implantación del proyecto corresponde a una zona rural con muy escasa población residente, se evalúa aquí el potencial impacto acústico de las tareas constructivas del gasoducto submarino y el funcionamiento del Buque FLNG MKII en solitario y en forma conjunta con el Buque FLNG Hilli Episeyo, sobre los escasos pobladores que puedan encontrarse en la costa desarrollando tareas de pesca tradicional (pulperos) o eco-turismo (Fuerte Argentino).

- Dado que se adoptó un enfoque conservador, es posible que los valores de inmisión calculados teóricamente para las distintas distancias sean superiores a los reales. Esto responde a la atenuación causada por las condiciones acústicas específicas del lugar y los mecanismos y medidas de control de ruido que posiblemente se implementen.

- El ruido generado por la operación simultánea de los Buques FLNG MKII y Hilli Episeyo no alcanzará la costa, dado que ambos se encuentran a más de 4,5 km de distancia. Para que el ruido generado alcance el sector costero, los buques deberían generar un ruido de más de 127 dB.

- En este sentido, la Resolución A.468(XII) de la IMO "Código sobre Niveles de Ruido a Bordo de los Buques" define pautas sobre los niveles de ruido aceptables arriba de un buque. Por ejemplo, los niveles de ruido externos en áreas abiertas de la cubierta principal no deberán exceder los 90 dB(A) en ningún punto aproximadamente a un 1 metro sobre el deck durante la operación de los sistemas de bombeo, excepto en áreas específicas donde se encuentren las fuentes de ruido, como la parte superior de la chimenea, alas del puente, entre otros. Para asegurar el cumplimiento de estos umbrales, los buques implementan medidas de aislamiento e insonorización desde la etapa de diseño.

- Si consideramos los niveles de ruido de fondo medidos *in situ*, Las tareas del tendido de gasoducto submarino no provocarían molestias a los potenciales receptores ubicados en el Fuerte Argentino (principal punto turístico del área ubicado a 700 metros de la zona de obra). En cambio, sí podrían provocar molestias a los pescadores artesanales que transiten por el Camino de los Pulperos, pero hasta una distancia de 400 metros de la zona de obra.

- Si consideramos los niveles de ruido de fondo calculados, el área de afectación se extiende hasta los 1200 metros de la zona de obra.

- De acuerdo con lo estipulado por la Norma IRAM 4062, el ruido de fondo debe ser el valor menor entre el calculado y el medido. Para el análisis realizado, se adoptó un enfoque conservador, considerando ambos valores. Esto se debe a que los valores medidos in situ, aunque sean más altos, reflejan las características climatológicas y oceanográficas del entorno (como viento, oleaje, mareas, etc.).

3. ESTUDIO DEL POTENCIAL IMPACTO ACÚSTICO SOBRE LA FAUNA

Tanto las tareas constructivas del gasoducto submarino, como el funcionamiento de los Buques FLNG, podrán afectar el comportamiento de la fauna marino-costera que vive parte o toda su vida sobre la línea de agua[6] (aves costeras y pinnípedos, fundamentalmente).

Niveles de ruido elevados pueden impactar en los desplazamientos y comportamientos de la fauna marina-costera, afectando su salud, actividad y capacidad reproductiva. El grado de afectación ante esta perturbación dependerá en gran parte de la sensibilidad y la capacidad del individuo de alejarse de la fuente.

Las aves se encuentran dentro de los grupos más sensibles al ruido aéreo. La EPA (1971) indica que se requiere una exposición de al menos 40 días con niveles por sobre los 95 dB(A) medidos en el oído de ciertas aves para producir efectos permanentes en el aparato auditivo de éstas. Por otro lado, niveles sobre los 85 dB(A) podrían producir trastornos en el comportamiento de las aves, como por ejemplo migraciones hacia sectores con menos ruido.

[6] El impacto del ruido submarino es evaluado en el Anexo 6-2 del presente EIA.

El Servicio de Evaluación Ambiental de Chile publicó un documento sobre Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa (2022). El objetivo de esta guía es establecer una serie de lineamientos para la evaluación de impacto acústico en marco del desarrollo de EsIA a presentar a la autoridad. En este documento se incluyen tablas para la determinación de umbrales de referencia para la evaluación de impacto acústico. Para el caso de las aves, se mencionan algunos efectos como: el cambio de frecuencia de vocalizaciones (cambio conductual) a partir de los 60 dB (A) (Dooling et al., 2007) y la disminución del éxito reproductivo con un umbral de 58 dB (A) (Shannon et al., 2015).

A fines de adoptar un enfoque conservador, **se establece el valor de 58 dB(A) como el nivel de inmisión ante el cual pueden esperarse afectaciones sobre el comportamiento de las aves**.

Tabla 22. Distancias de afectación para las aves.

Fuente de Emisión	Potencia Sonora dB (A) de la Fuente de Emisión, Lw	Potencia Sonora de Afectación	Distancia de Afectación
Tendido del gasoducto submarino	115	58	**200**
Operación del Buque MKII	116	58	**230**
Operación Conjunta de los Buques Hilli Episeyo y MKII	119	58	**312**

El ruido producido por el funcionamiento del Buque FLNG MKII, con un nivel de emisión estimado de 116 dB(A), dejaría de afectar a las aves a una distancia de 230 metros de la fuente.

En cuanto al grado de afectación de las tareas de tendido del gasoducto (en torno a los 115 dB), el impacto acústico sobre las aves alcanza una distancia de 200 m desde la zona de obra.

Finalmente, la distancia de afectación del ruido producido por el funcionamiento de los dos buques en simultáneo (FLNG MKII y Hilli Episeyo) alcanzaría los 300 metros entorno a la fuente.

4. BIBLIOGRAFÍA

AMEC (2012). Kitsault Mine Project. Environmental Assesment. Section 6.3 Atmospheric Environmental – Noise and Vibration. Recuperado de: http://www.ceaa.gc.ca/050/documents/55839/55839E.pdf

Bubberman, F. C., & Vink, A. T. (s,f). *Apertura de zanjas por voladura*. Servicio Forestal de Surinam. Recuperado de: https://www.fao.org/4/30289s/30289s06.htm#TopOfPage

CYRIL HARRIS, M. (1998). Manual de medidas Acústicas y Control del Ruido, 3ra edición, Editorial. Mc Graw Hill.

DEPARTAMENTO FEDERAL DE MEDIOAMBIENTE DEL ESTADO DE HESSEN, ALEMANIA (2004). Informe Técnico de Medición de Emisiones de Ruido desde Maquinaria de Construcción.

DOOLING, ROBERT & POPPER, ARTHUR. 2007. The Effects of Highway Noise on Birds.

DOSIST (s.f). *Pile driving*. DOSITS. Recuperado de: https://dosits.org/animals/effects-of-sound/anthropogenic-sources/pile-driving/

EARTH SYSTEMS. (2013). Nowa Iron Project. Attachment 13: Air Quality, Noise and Vibration Assessment And Monitoring Plan. Consultado en línea en julio 20015: http://www.dtpli.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/233767/2013-08-Attachment-13_Air-Noise-Vibration.pdf

EPA. (1971). Effects of Noise on Wildlife and Other Animals.

EPA. (1980). Effects of Noise on Wildlife and Other Animals. Review of Research since 1971.

EXCELERATE ENERGY (2006). Teesside GasPort Environmental Statement. GasPort Proyect.

HILDEBRAND, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series, 395*, 5–20. Recuperado de: https://doi.org/10.3354/meps08353

IUCN. 2015. The UICN Red List of threatened species. http://www.iucnredlist.org/search.

JANSEN, G. (1980). RESEARCH ON THE QUESTION OF SENSITIVITY TO NOISE. Zeitschrift Laermbekaempfung, 27(1).

KASELOO, P. A., & TYSON, K. O. (2004). Synthesis of noise effects on wildlife populations (No. FHWA-HEP-06-016; NTIS-PB2006114649). United States. Federal Highway Administration.

LÓPEZ-LANÚS, B., P. GRILLI, E. COCONIER, A. DI GIACOMO y R. BANCHS. 2008. Categorización de las aves de la Argentina según su estado de conservación. Informe de Aves Argentinas (AA) /AOP y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). Buenos Aires, Argentina.

MASTERDBPLUS. (2018, 9 marzo). La red de ponderación A: Percepción vs. Normativa. dBplus, Ingeniería Acústica. https://www.dbplusacoustics.com/las-red-de-ponderacion-a-percepcion-vs-normativa/

MEYNELL, PETER-JOHN AND NAZIA ZAKIR. 2014. EIA Guidelines for Large-Scale Hydropower In Pakistan. Islamabad: IUCN Pakistan. 136 pp

MIYARA F. S/F. Análisis de la legislación sobre ruido y vibraciones. Consultado en línea en julio 2015. http://www.redproteger.com.ar/biblioteca/05.pdf

PARSONS BRINCKERHOFF, 2007.Ampliación del Canal de Panamá Proyecto del Tercer Juego de Esclusas Estudio de Impacto Ambiental Categoría II. Ensanche y Profundización del Cauce de la Entrada Pacífica del Canal de Panamá

PB CONSULT. 2006. Ampliación del Canal de Panamá Proyecto del Tercer Juego de Esclusas Task Order #3 0. Estudios Complementarios para Estudio de Impacto Ambiental.

PERIS, S. J., & PESCADOR, M. (2004). Effects of traffic noise on paserine populations in Mediterranean wooded pastures. Applied acoustics, 65(4), 357-366.

REIJNEN, R., & FOPPEN, R. (1994). The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. I. Evidence of reduced habitat quality for willow warblers (Phylloscopus trochilus) breeding close to a highway. Journal of Applied ecology, 85-94

REIJNEN, R., FOPPEN, R., BRAAK, C. T., & THISSEN, J. (1995). The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. Journal of Applied ecology, 187-202.

REINHALL, P. G., & DAHL, P. H. (2011). Acoustic radiation during marine pile driving. *Journal of the Acoustical Society of America,* 129(4).

RICHARDSON, W. J., GREENE JR, C. R., MALME, C. I., & THOMSON, D. H. (1995). Marine mammal hearing. Marine mammals and noise, 205-240.

RUIZ GONZÁLEZ, A., J. RUBINES GARCÍA Y E. LAHOZ CARBALLO. S/F. Efecto de la contaminación acústica sobre las poblaciones de vertebrados forestales en Álava. Asociación medioambiental ATTHIS.

RUIZ GONZÁLEZ, A., J. RUBINES GARCÍA Y E. LAHOZ CARBALLO. S/F. Efecto de la contaminación acústica sobre las poblaciones de vertebrados forestales en Álava. Asociación medioambiental ATTHIS.

SEABRIDGE GOLD INC. 2013. Application for an Environmental Assessment Certificate / Environmental Impact Statement. Rescan™ Env. Services Ltd. (868-016). REV D.1-b 18–44

SERMAN & ASOCIADOS S.A. (2010). Proyecto de Regasificación de GNL en el Partido de Escobar, Provincia de Buenos Aires. YPF.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

SERMAN & ASOCIADOS S.A., (2011). Estudio de Impacto Ambiental Central Termoeléctrica Guillermo Brown. Ciclo abierto y obras complementarias (terminal portuaria, poliducto, gasoducto y lat), General Daniel Cerri, Bahía Blanca, prov. de Buenos Aires. AES Argentina.

SERMAN & ASOCIADOS S.A., (2017). Estudio de Impacto Ambiental Aprovechamientos hidroeléctricos del río Santa Cruz (presidente Dr. Néstor C. Kirchner y gobernador Jorge Cepernic), provincia de Santa Cruz. Represas Patagonia.

SERMAN & ASOCIADOS S.A., (2017). Manifestación General de Impacto Ambiental Proyecto Aprovechamiento Multipropósito Portezuelo del Viento Malargüe, provincia de Mendoza.

SERMAN & ASOCIADOS S.A., (2021). Estudio de Impacto Ambiental de la ampliación a ciclo combinado para la central termoeléctrica ensenada de Barragán provincia de Buenos Aires. CT Barragán S.A.

SERMAN & ASOCIADOS S.A., (2024). Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG Golfo San Matías (Proyecto FLNG GSM), provincia de Río Negro, Argentina.

SHANNON, G., MCKENNA, M. F., ANGELONI, L. M., CROOKS, K. R., FRISTRUP, K. M., BROWN, E., WARNER, K. A., NELSON, M. D., WHITE, C., BRIGGS, J., MCFARLAND, S., & WITTEMYER, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 91(4), 982–1005. https://doi.org/10.1111/brv.12207

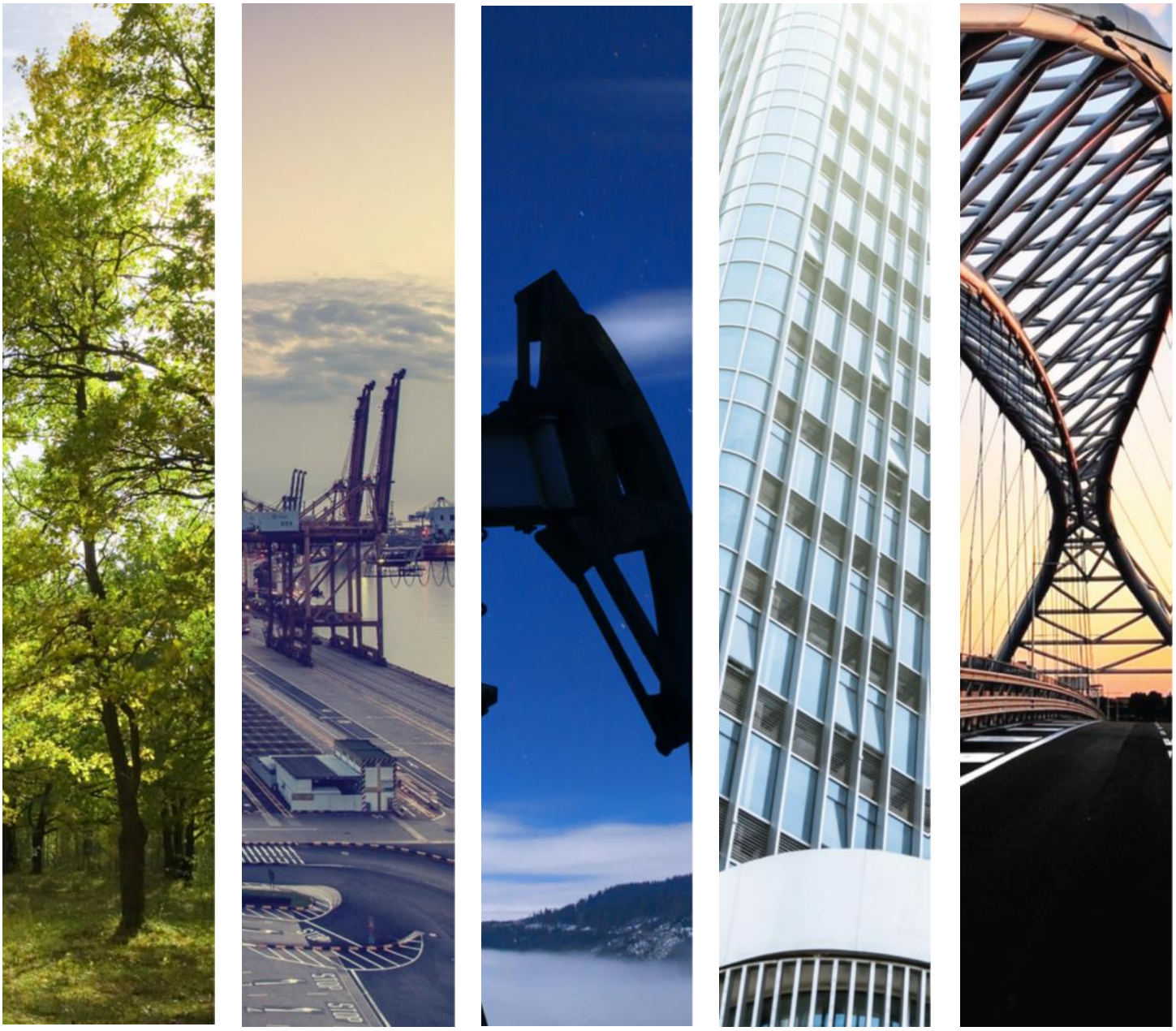
SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE CHILE (SEA). (2022). *Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por ruido sobre fauna nativa*. https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/adjuntos/noticias/08_dt_ruido_fauna_nativa.pdf

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE CHILE. (2022). *Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y evaluación de impactos por ruido submarino*. Recuperado de: https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2022/08/31/dt_ruido_submarino.pdf

SLABBEKOORN, H., & PEET, M. (2003). Birds sing at a higher pitch in urban noise. Nature, 424(6946), 267-267.

VIÑAS, N. A. (s.f.). *Voladura en zanja urbana para la construcción del acueducto La Calera, Córdoba, Argentina*. Michelotti e hijos S.R.L. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/340299184_Voladura_en_zanja_urbana_para_la_construccion_del_acueducto

WOLFDEN RESOURCES INC., 2006. High Lake Project Proposal. Volume 4, Section 3 Noise



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-2: Modelación de la Propagación del Ruido Submarino

Junio 2025

ANEXO 6-2: MODELACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DEL RUIDO SUBMARINO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. NIVELES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y TORTUGAS MARINAS 4

3. PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN PARA LOS TERCIOS DE OCTAVA HASTA 1.000 HZ 9

4. EVALUACIÓN DE LA POSIBILIDAD DE ALCANZAR LOS UMBRALES DE DESPLAZAMIENTO TEMPORARIO O PERMANENTE PARA UN ÚNICO BUQUE FLNG 18

5. EVALUACIÓN DE LA POSIBILIDAD DE ALCANZAR LOS UMBRALES DE DESPLAZAMIENTO TEMPORARIO O PERMANENTE PARA DOS BUQUES FLNG OPERANDO SIMULTÁNEAMENTE 26

6. BIBLIOGRAFÍA 36

7. ANÁLISIS ANTECEDENTE 37

7.1 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL RUIDO SUBACUÁTICO 37

7.1.1 Nivel de Ruido de Fondo en el Mar 37

7.1.2 Las Octavas y los Tercios de Octavas 38

7.1.3 Comparación de Niveles Sonoros en Aire y Agua 39

7.1.4 Emisión Sonora Submarina de las Embarcaciones 40

7.2 CÁLCULO DEL SONIDO SUBACUATICO DE LAS EMBARCACIONES 44

7.2.1 Sonido Generado por las Hélices 44

7.2.2 Embarcaciones Consideradas como Fuentes Acústicas 45

7.2.3 Sonido Emitido por cada una de las Embarcaciones Consideradas 45

7.2.4 Sonido Emitido por la Totalidad de las Embarcaciones 49

7.3 CONCEPTOS TEÓRICOS SOBRE LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO 50

7.4 MODELO MATEMÁTICO EMPLEADO 54

7.5 NIVELES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS, PECES y TORTUGAS MARINAS 54

7.6 INFORMACIÓN OCEANOGRÁFICA 59

7.7 CALCULO DE VELOCIDAD DEL SONIDO Y DENSIDAD DEL AGUA 65

7.8 PROPIEDADES GEOACÚSTICAS DE LOS SEDIMENTOS DEL FONDO MARINO 67

7.9 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN DEL SONIDO 69

7.9.1 Procedimiento de Cálculo de la Pérdida por Transmisión Mínima 69

7.9.2 Condiciones de los Análisis de Sensibilidad 70

7.9.3 Resultados Comparativos de la Pérdida por Transmisión 71

1. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se analiza el ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de los dos buques FLNG: Hilli Episeyo (Etapa 1) y MKII (Etapa 2), modelando la fuente que se considera dominante que corresponde a las hélices, y asumiendo que las dos fuentes son simultáneas, ubicadas cada una en el entorno del buque al que sirven.

En el EIA antecedente (Proyecto FLNG – Etapa 1) se presentaron los conceptos básicos sobre el ruido subacuático, la estimación del espectro de emisión en diferentes frecuencias, se evaluó la pérdida de intensidad acústica por transmisión del sonido en el medio acuático, y se comparó la presión sonora pico con los umbrales que pueden generar afectaciones en diferentes especies de mamíferos marinos, tortugas marinas y peces, estimando así la zona de seguridad alrededor del área operativa de uno de los buques. Este ANÁLISIS ANTECEDENTE se presenta al final del presente apartado.

En el presente análisis se parte de los valores previamente calculados de Nivel de Presión Sonora (SPL) cero a pico (SPLpeak) y del Nivel de Exposición Sonora SEL (del inglés Sound Exposure Level) emitidos por las embarcaciones, y propagados mediante modelación matemática para calcular la Pérdida por Transmisión (TL, del inglés Transmission Loss) a medida que el receptor se aleja de la fuente.

En el análisis antecedente, a partir del espectro de energía de sonido o Nivel de Exposición Sonora (SEL) para una dada frecuencia a 1 m de la fuente, denominado SL ("Source Level" en dB re 1µPa^2 /Hz re 1 m) y conociendo la Pérdida por Transmisión TL (R) (dB) a una cierta distancia R de la fuente, se calculó el nivel de SEL recibido mediante la siguiente expresión:

$$SRL\ (dB\ re\ 1\mu Pa^2\ s) = SL - TL\ (R)$$

Asimismo, considerando la exposición de los animales receptores del sonido, se evaluó el Nivel de Exposición al Sonido Acumulado (SELCUM).

En el presente análisis se calculan los valores de SPLpeak y de SELcum recibidos por los animales superponiendo las emisiones de las embarcaciones de apoyo a ambos buques, considerando la distancia entre las posiciones Sur y Norte de estos.

2. NIVELES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS, PECES y TORTUGAS MARINAS

A fin de brindar un marco de referencia sobre los diferentes umbrales sonoros que pueden provocar pérdidas auditivas en los animales marinos que son consideradas en la evaluación de impactos, y a fin de definir las distancias sonorizadas con valores superiores a ellos, a continuación se reproduce lo indicado en el ANÁLISIS ANTECEDENTE.

Estos umbrales corresponden a pérdidas auditivas de los mamíferos marinos denominadas desplazamientos de umbrales (*Threshold shift*, TS), que pueden ser permanentes (PTS) o temporales (TTS):

- El Desplazamiento Permanente del Umbral (PTS) es un aumento permanente e irreversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido. Esto se considera una lesión auditiva.

- El Desplazamiento Temporal del Umbral (TTS) es un aumento temporal y reversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido.

En el caso de los peces, se consideran los valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria, correspondientes al nivel de mortalidad o mortalidad potencial.

Conforme a lo propuesto por Southall (2019) se considera una "métrica" dual para definir los umbrales de afectación, correspondiente a los valores de SPL pico, cuyo valor total es 255,2 dB re 1µPa-m, y a los valores de SEL, acumulados durante un cierto período de exposición a las emisiones sonoras.

Los códigos empleados para diferenciar los grupos auditivos de los mamíferos marinos se resumen en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Grupos auditivos con sus rangos de audición.

Código	Grupo	Rango Auditivo Generalizado
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	7 Hz a 35 kHz
HF	Cetáceos de frecuencias altas	150 Hz a 160 kHz
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	275 Hz a 189 kHz
PW	Carnívoros Fócidos	50 Hz a 86 kHz
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	60 Hz a 39 kHz

Para estimar el SEL acumulado en las sucesivas emisiones, se "pondera" el valor del SEL emitido restando el nivel correspondiente a la capacidad auditiva de cada especie de mamíferos marinos.

Las funciones de audición (audiogramas) de las diferentes especies propuestas por el *National Marine Fisheries Service* (2016), tienen la siguiente forma:

$$G(f) = K + 10\log_{10}\left[\left(\frac{(f/f_{lo})^{2a}}{\left[1+(f/f_{lo})^{2}\right]^{a}\left[1+(f/f_{hi})^{2}\right]^{b}}\right)\right]$$

Donde: *G(f)* es la amplitud de la función de peso (en dB) a una frecuencia *f* (en Hz).

Los coeficientes de la fórmula de cálculo se presentan en la Tabla 2 y en la Figura 1. El rango de frecuencias donde su valor es prácticamente nulo es aquel en que la audición es óptima.

Tabla 2. Coeficientes de la formulación de cálculo de los Audiogramas por especie (Southall, 2019)

Grupo Auditivo		a	b	f_{lo} (Hz)	f_{hi} (Hz)	K(dB)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	1,0	2,0	200	19.000	0,13
HF	Cetáceos de frecuencias altas (o "medias")	1,6	2,0	8.800	110.000	1,20
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas (o "altas")	1,8	2,0	12.000	140.000	1,36
PW	Carnívoros Fócidos	1,0	2,0	1.900	30.000	0,75
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	2,0	2,0	940	25.000	0,64

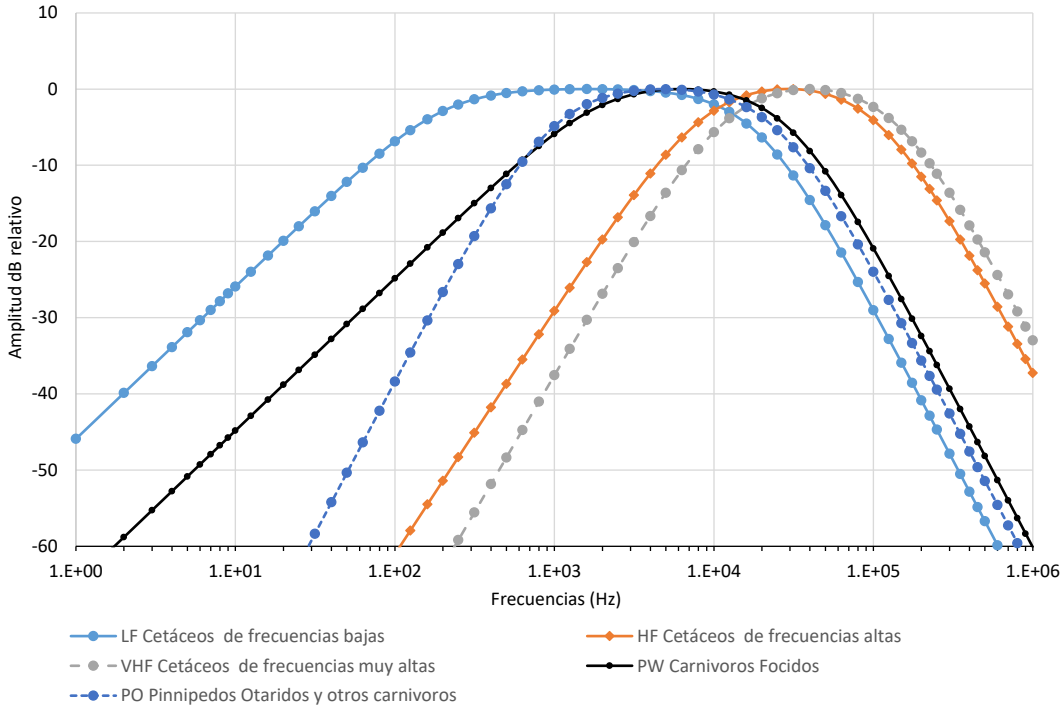


Figura 1. Funciones de peso (audiogramas) para diferentes especies.

La Tabla 3 presenta los valores de sonidos pulsados a partir de los cuales se pueden verificar situaciones de impacto auditivo por corrimiento temporario (TTS) o permanente (PTS) de los umbrales auditivos. SPL pK (también denominado SPL*peak* o SPL*pico*) es el criterio de exposición mínima para las lesiones en los mamíferos, nivel en el que se estima que una sola exposición causa el corrimiento de los umbrales auditivos, y SELcum se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples.

Como se mencionó previamente, para fuentes emisión intermitente se usan ambas: superar cualquiera de esos niveles es condición suficiente para predecir TTS o inicio de PTS. Estos valores también se usan para estimar distancias seguras, es decir distancias de la fuente para la cual no se supera un umbral determinado, usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Para SPL (pK) o SPL*pico* se suelen usar valores no ponderados. Para SEL los ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz a 160 kHz.

Tabla 3.Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Sonidos Pulsados. Fuente: Southall et al 2019.

Código	Grupo Auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
		SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)	SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	219	183	213	168
HF	Cetáceos de frecuencias altas	230	185	224	170
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	202	155	196	140
PW	Carnívoros Fócidos	218	185	212	170
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	232	203	226	188

[1] SPL*pico* (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar).

[2] SELcum (LE,*p,* 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 horas o durante la duración real de la exposición).

Se puede apreciar que la categoría más exigente son los cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), si bien su rango auditivo se encuentra por encima de las frecuencias con mayor intensidad sonora emitidas por las hélices de las embarcaciones, que alcanzan los 100 Hz.

La Tabla 4 muestra los umbrales de SELcum para sonidos no pulsados (continuos). Se incluyen también los umbrales para SPL*pico*, los cuales han sido considerados con un criterio conservativo de verificación, convirtiendo los valores rms mediante la ecuación $SPLpico=SPLrms$ +10, y considerando además que $SPLrms$ = SEL para sonido continuo (ventana de integración 1 segundo).

Tabla 4.Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Sonidos No Pulsados. Fuente: Southall et al 2019.

Código	Grupo Auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
		SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)	SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	219	199	213	179
HF	Cetáceos de frecuencias altas	230	198	224	178
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	202	173	196	153
PW	Carnívoros Fócidos	218	201	212	181
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	232	219	226	199

[1] SPL*pico* (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar). Considerado conservativamente para sonido continuo.

[2] SELcum (LE,*p,* 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 horas o durante la duración real de la exposición).

En cuanto a los peces, huevos y larvas se adoptaron los umbrales de mortalidad potencial y de recuperación presentados en la Tabla 5 (Popper et al. 2014).

Si bien estos valores han sido propuestos para fuentes pulsadas, con criterio conservativo se han aplicado también para sonidos no pulsados, generados por los buques metaneros y tres remolcadores.

Tabla 5. Umbrales de mortalidad potencial y de recuperación para peces, huevos y larvas. Fuente: Popper et al 2014.

Especie	Daño	SPL*pico*[1]	SEl*cum*[2]
Peces sin vejiga natatoria	Mortalidad y potencial lesión mortal	213	219
	Lesión recuperable	213	216
Peces con vejiga natatoria (No Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	207	210
	Lesión recuperable	207	203
Peces con vejiga natatoria (Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	207	207
	Lesión recuperable	207	203
Peces: Huevos y larvas	Mortalidad y potencial lesión mortal	207	ND
	Lesión recuperable	ND	ND

ND: Criterio No Disponible

[1] SPL*pico* (L*p,*0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar). Considerado conservativamente para sonido continuo.

[2] SELcum (LE,flat, 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores sin ponderar en 24 horas o durante la duración real de la exposición).

En relación con las tortugas marinas, Popper y otros (2014) propusieron los siguientes niveles umbral de inicio de PTS sin ponderar:

- SPL pK: 207 dB re 1 µPa
- SELcum: 210 dB re 1 µPa^2.s

Sin embargo, estos niveles fueron extrapolados de los peces, basándose en la lógica de que el rango auditivo de las tortugas es cercano al de los peces con baja audición. Posteriormente, Finneran y otros (2017) revisaron los umbrales de las tortugas marinas proponiendo umbrales para el inicio de la discapacidad auditiva temporal (TTS) y para la ocurrencia de posibles lesiones mortales (PTS), que se basan en la baja sensibilidad auditiva de estas especies. Los umbrales revisados para las tortugas marinas se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Umbrales de mortalidad potencial y de recuperación para tortugas marinas.

Grupo Auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
	SPL pK [1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)	SPL pK [1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)
Tortugas Marinas	232	204	226	189

Dada la imprecisión en el audiograma de las tortugas marinas, para la presente evaluación se considera el criterio de SELcum no ponderado igual a 210 dB re 1 µPa^2.s propuesto por Popper (2014).

Considerando que al igual que para los mamíferos marinos, las distancias de seguridad a las fuentes que generan sonidos pulsados son más grandes que a las fuentes que generan sonidos no pulsados, se utilizaron los umbrales de SPL*pico* para sonidos pulsados, también para las fuentes que generan sonidos no pulsados, aplicando un criterio conservador.

Para usar los umbrales o valores guía en los casos de sonido continuo (no pulsado) correspondiente al escenario de un buque metanero + 3 remolcadores éste fue convertido de $SPLrms$ a $SPLpico$, como se explicó anteriormente.

3. PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN PARA LOS TERCIOS DE OCTAVA HASTA 1.000 HZ

En ANÁLISIS ANTECEDENTE se presenta el cálculo de la Pérdida por Transmisión mínima en profundidad y distancia para los tercios de octava entre 32 Hz y 1.000 Hz considerando la combinación de suelos base seleccionada como más desfavorable a partir del análisis de sensibilidad efectuado, y para el mes más conservativo (agosto), la cual se ilustra en la Figura 2.

La mayor parte de las curvas de TL mínima se encuentran en el rango entre la tendencia intermedia y cilíndrica de Pérdida por Transmisión, resultado que es razonable teniendo en cuenta que la baja profundidad de agua favorece una transmisión de tipo cilíndrica.

De la Figura 3 a la Figura 18 se ilustran los gráficos bidimensionales correspondientes.

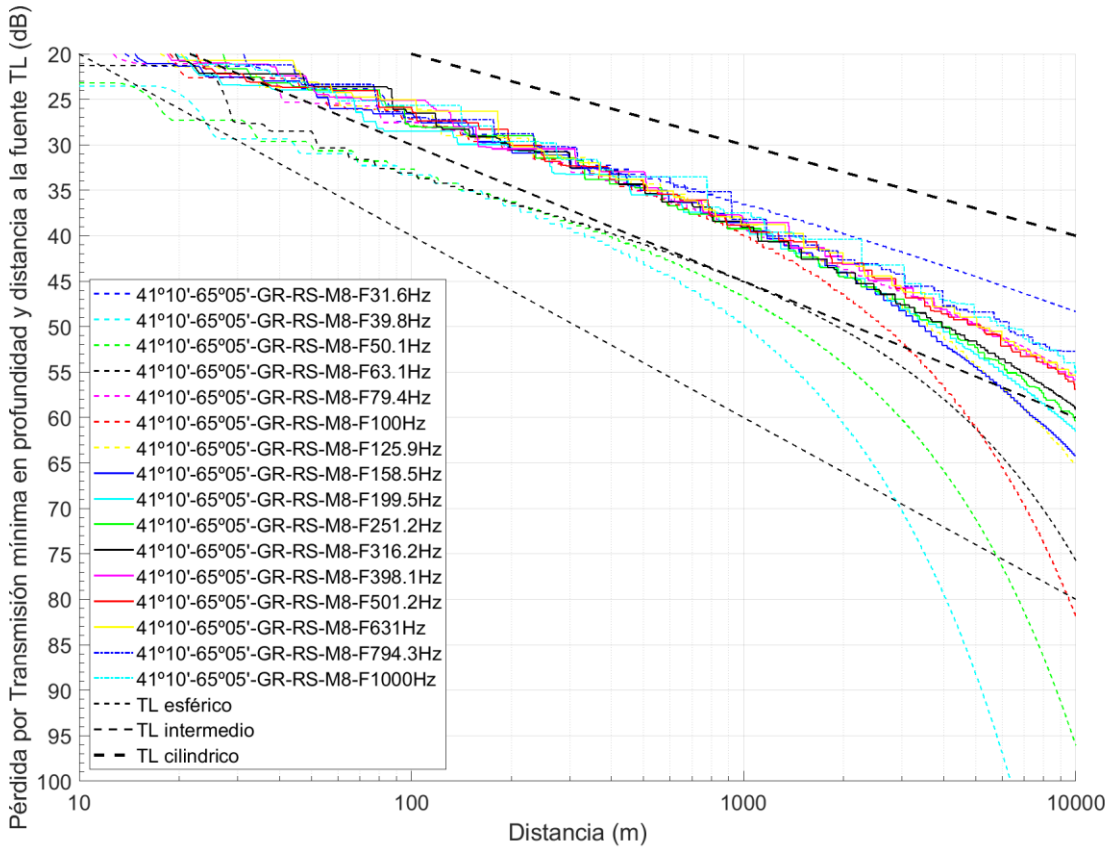


Figura 2. Pérdidas por Transmisión mínimas para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencias en tercios de octava de 31,6 Hz a 1.000 Hz.

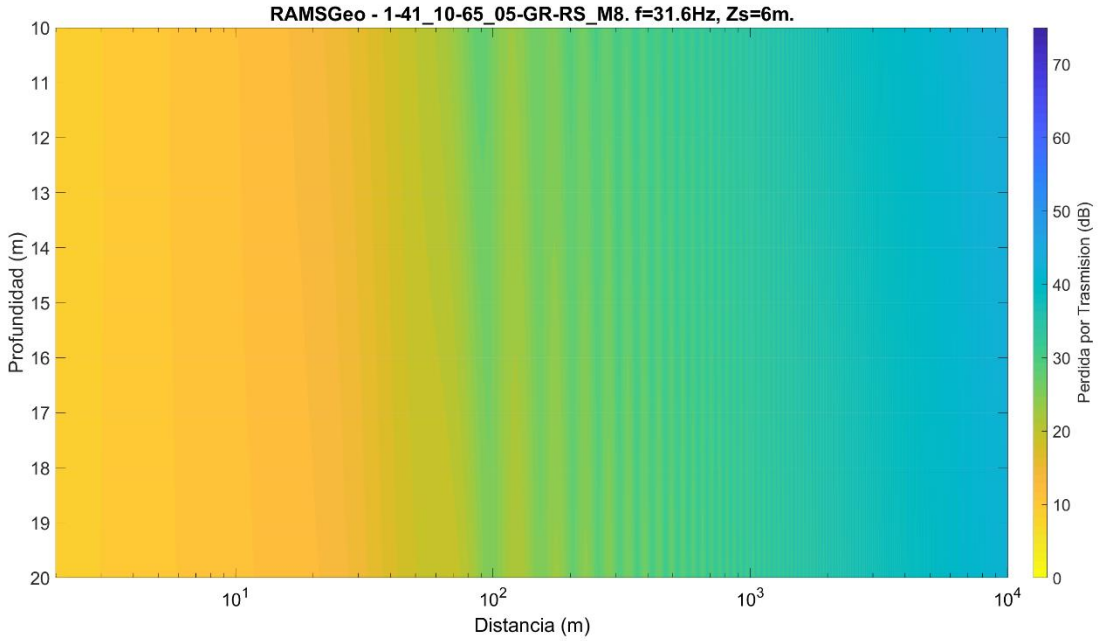


Figura 3. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 31,6 Hz.

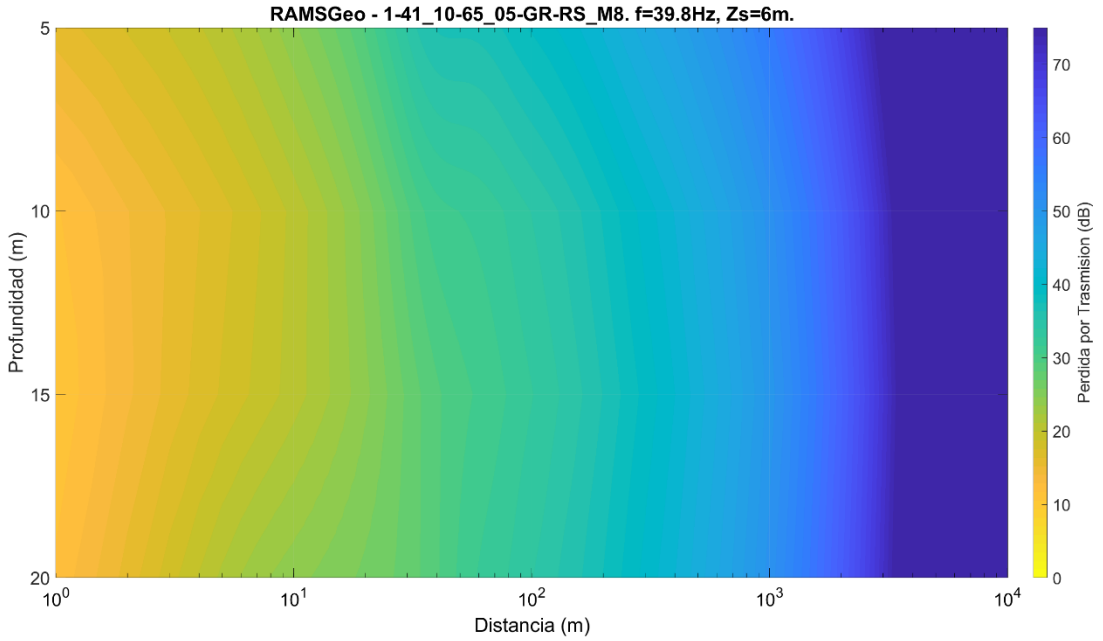


Figura 4. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 39,8 Hz.

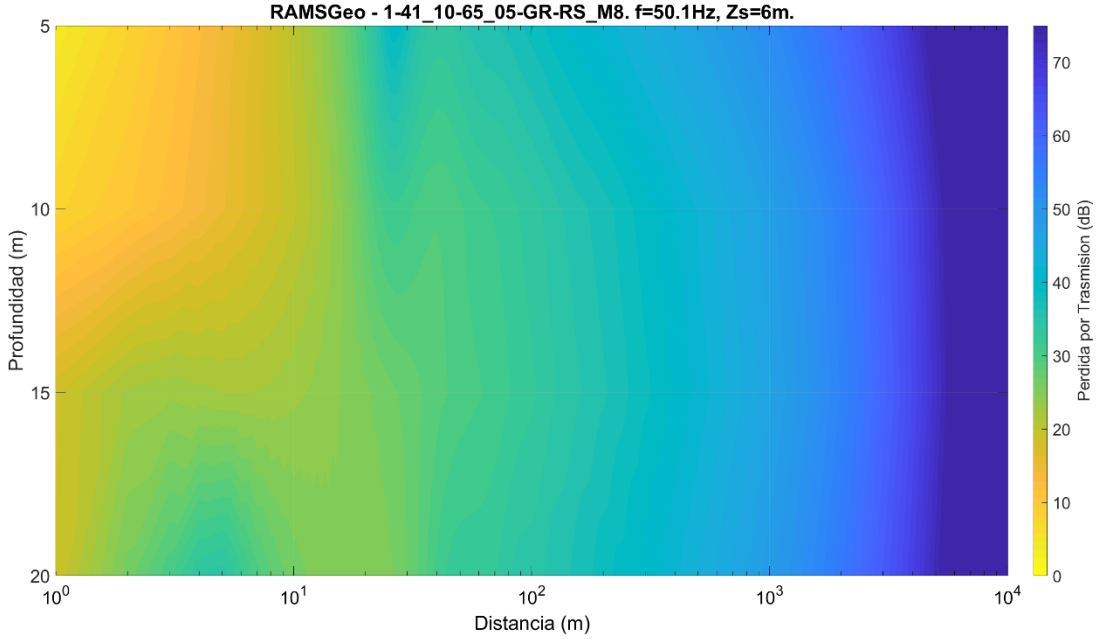


Figura 5. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 50,1 Hz.

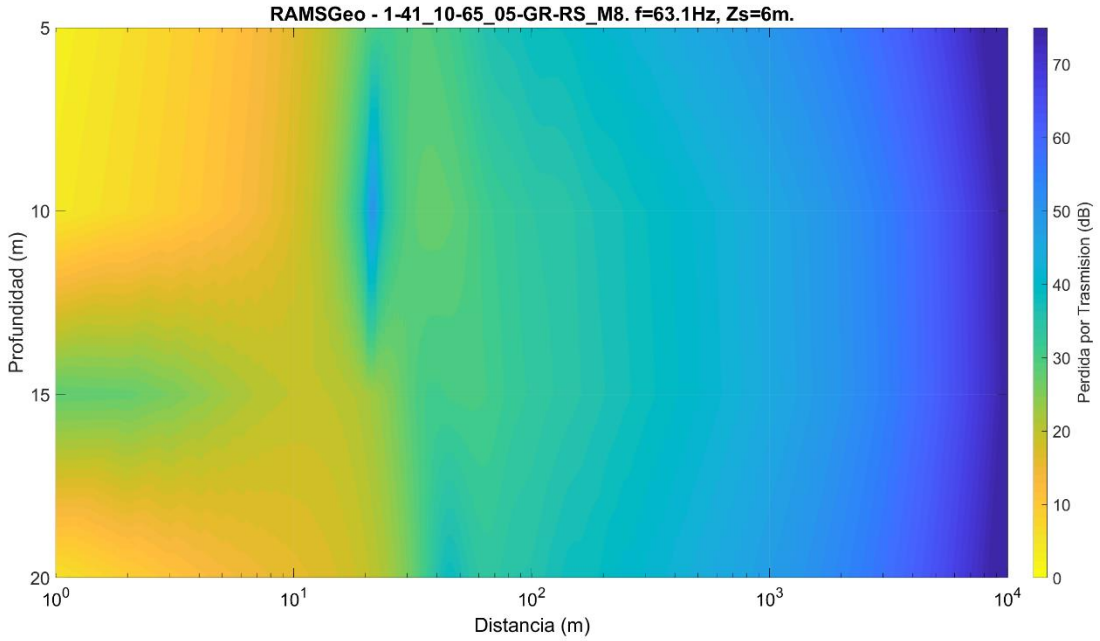


Figura 6. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 63,1 Hz.

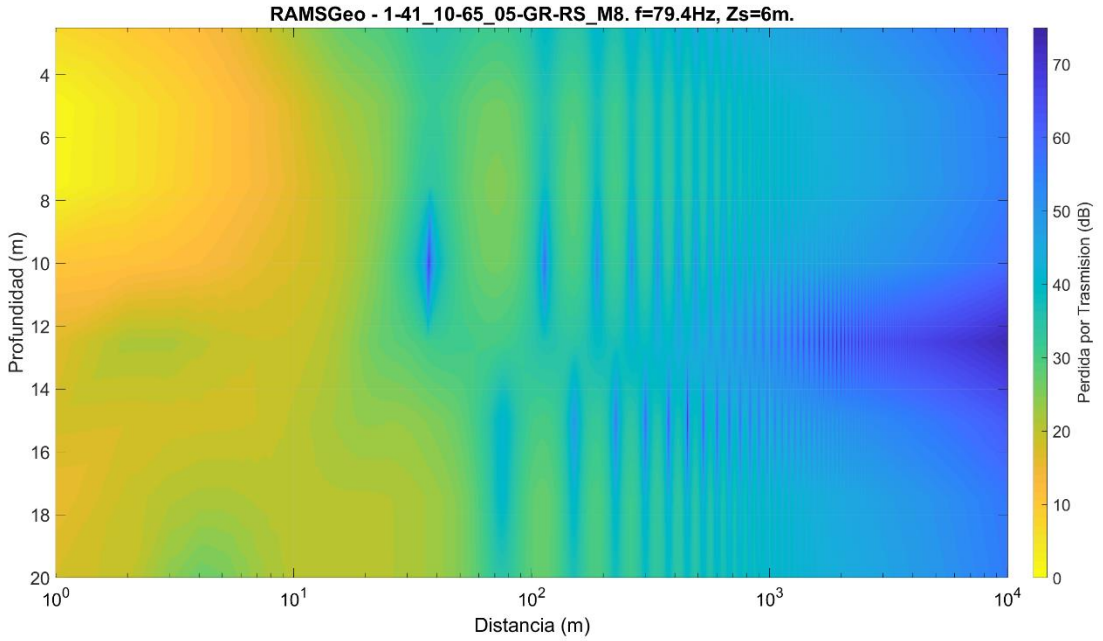


Figura 7. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 79,4 Hz.

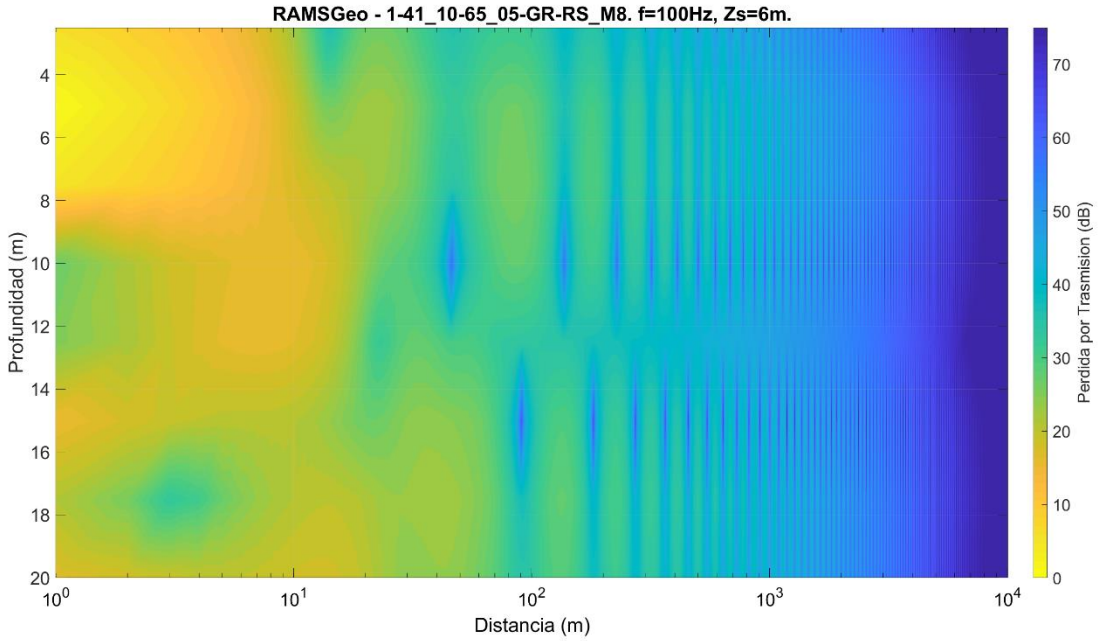


Figura 8. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 100 Hz.

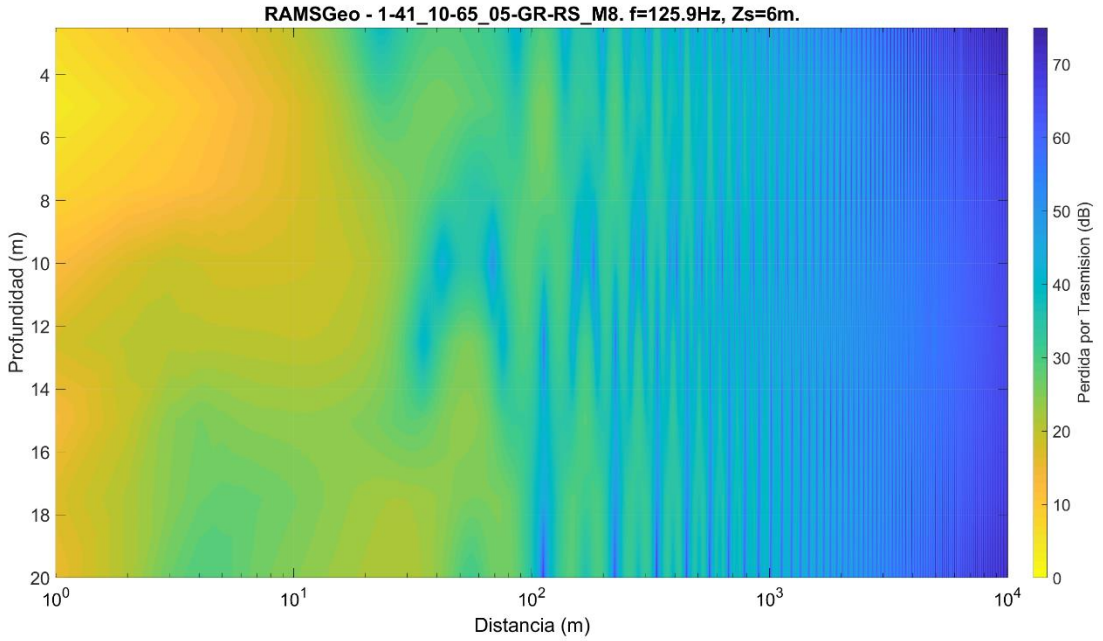


Figura 9. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 125,9 Hz.

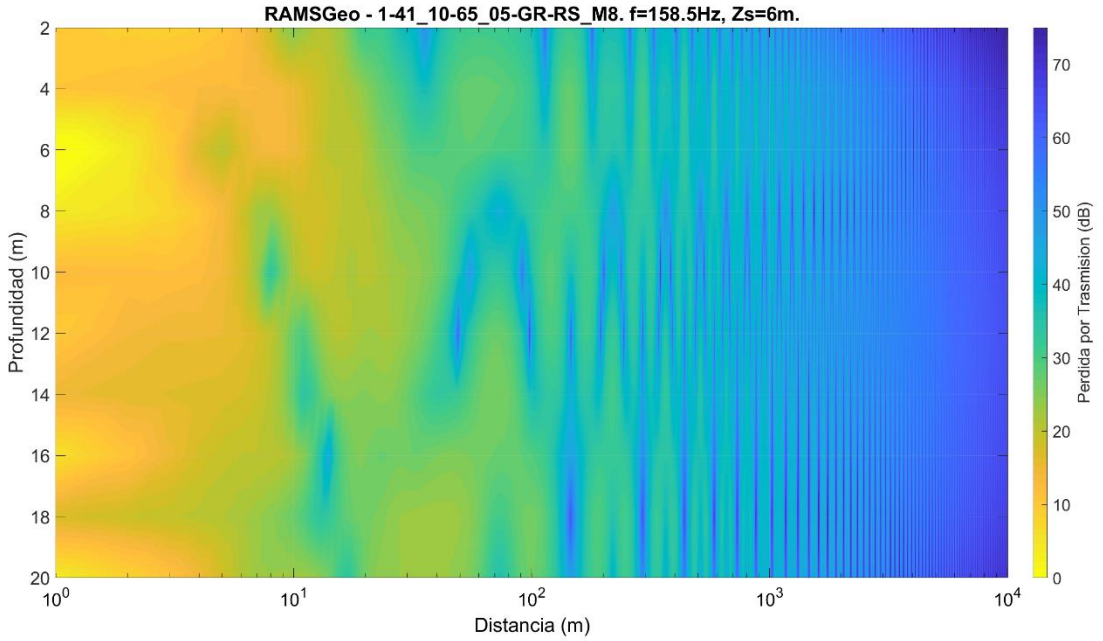


Figura 10. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 158,5 Hz.

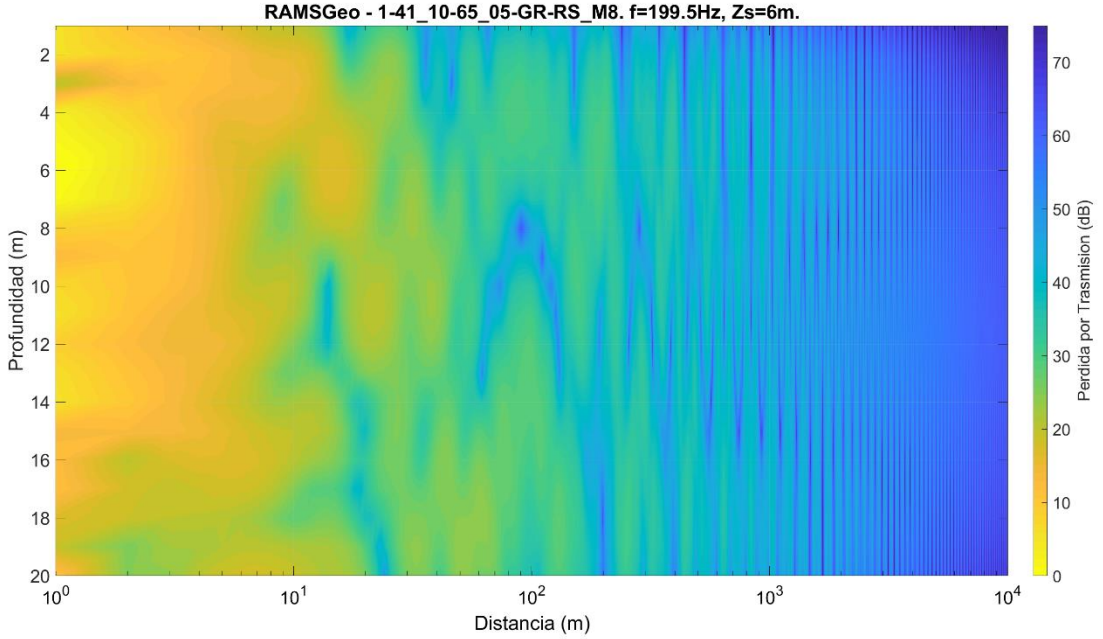


Figura 11. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 199,5 Hz.

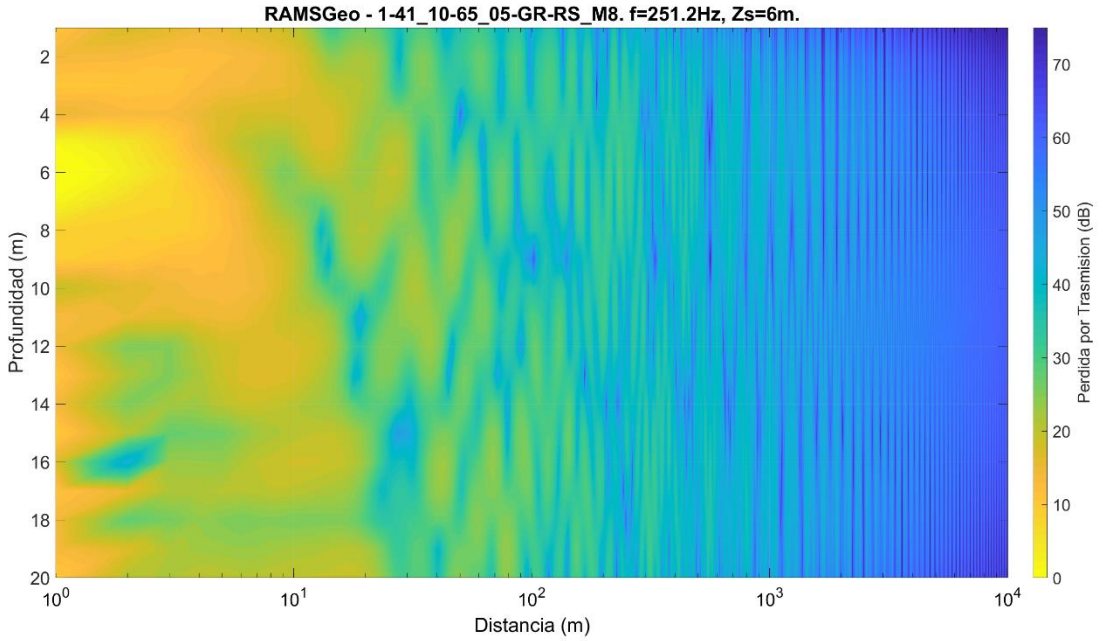


Figura 12. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 251,2 Hz.

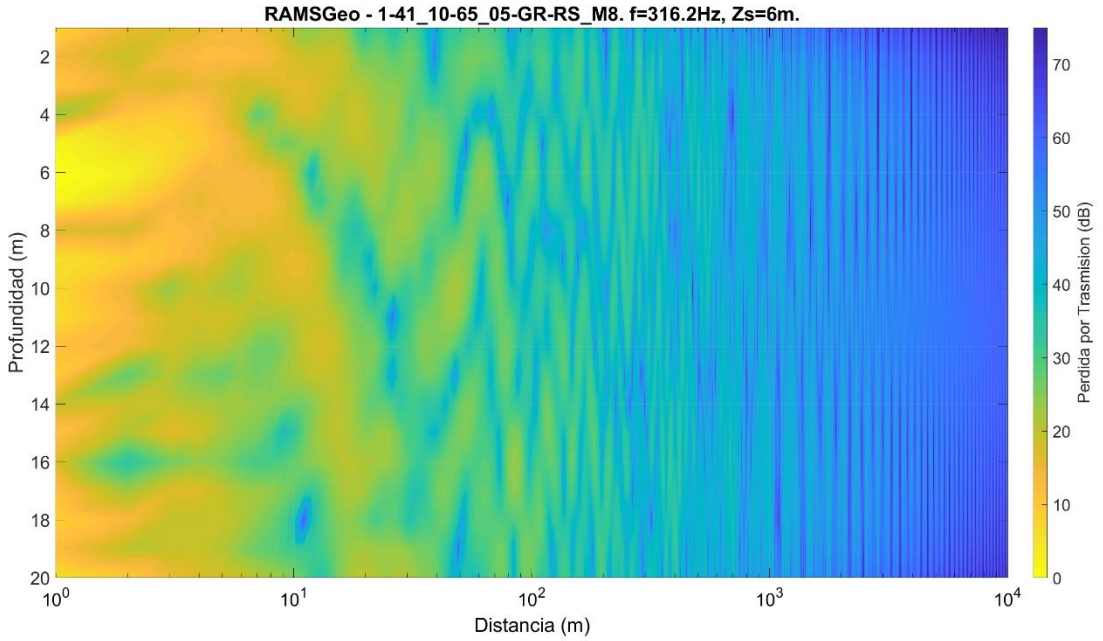


Figura 13. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 316,2 Hz.

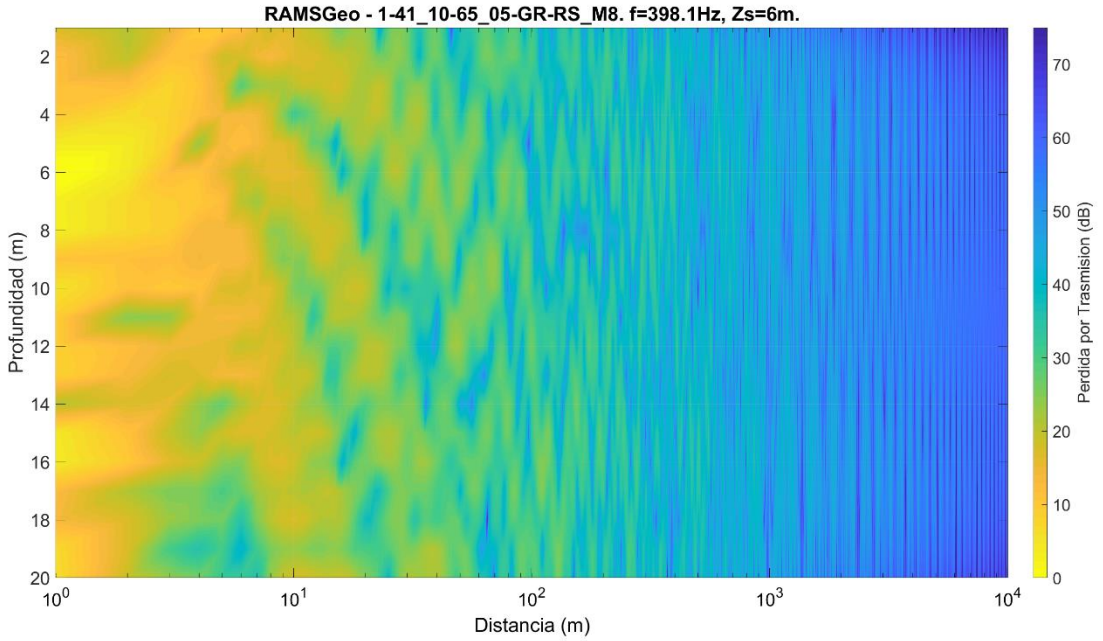


Figura 14. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 398,1 Hz.

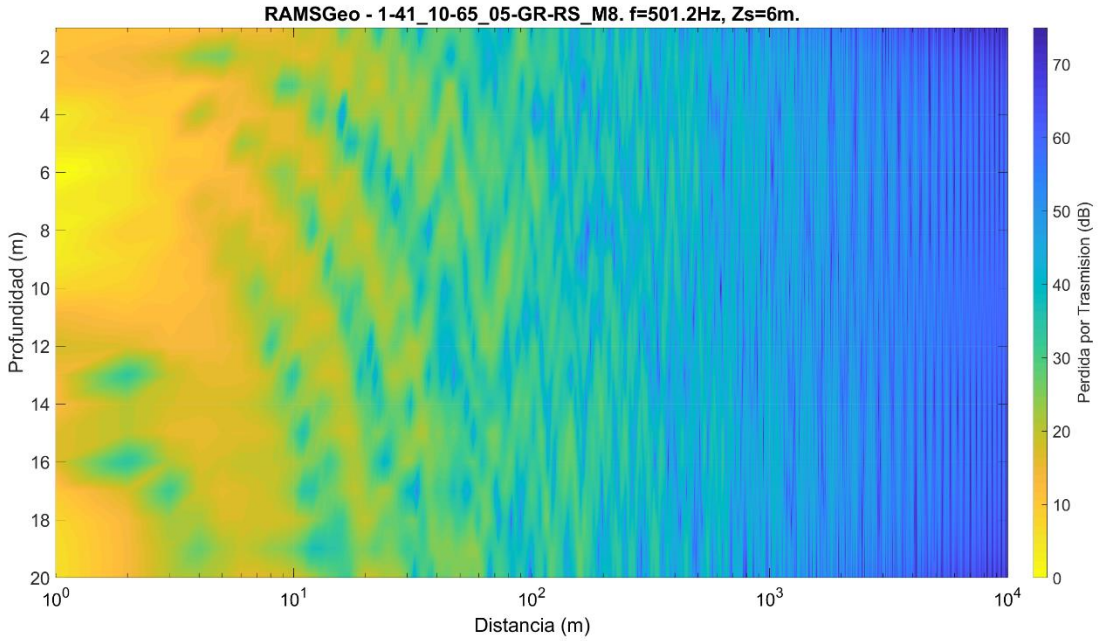


Figura 15. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 501,2 Hz.

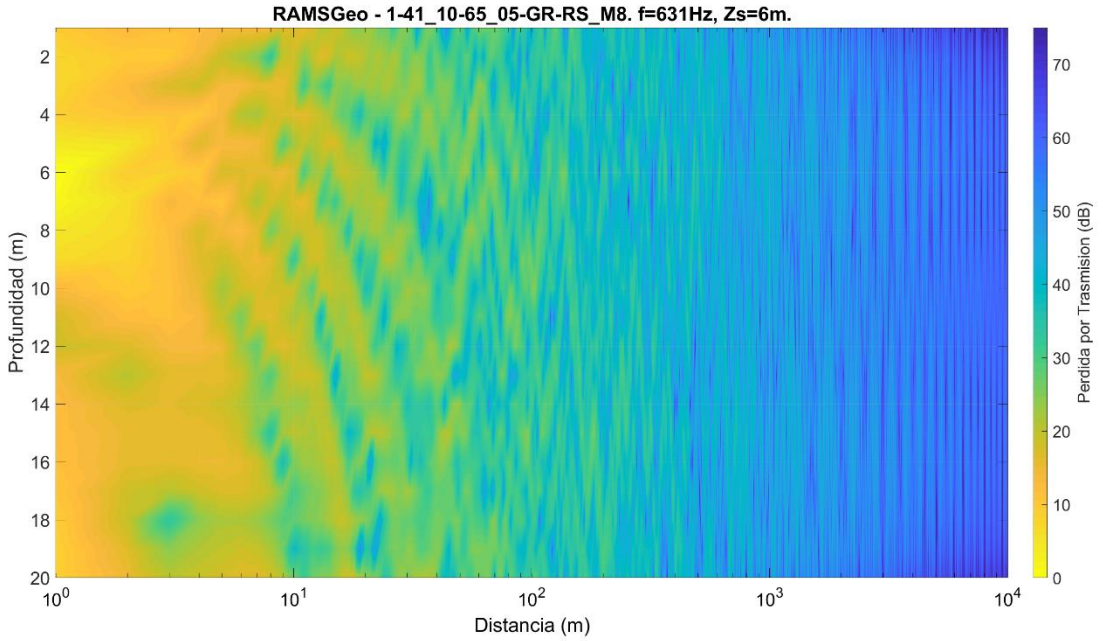


Figura 16. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 631 Hz.

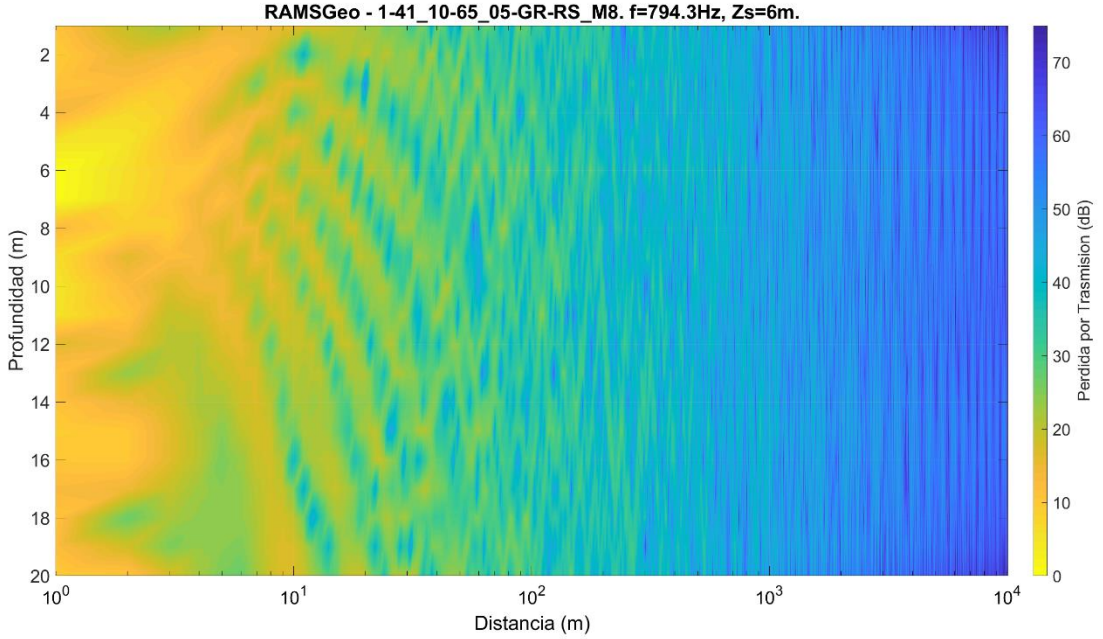


Figura 17. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 794,3 Hz.

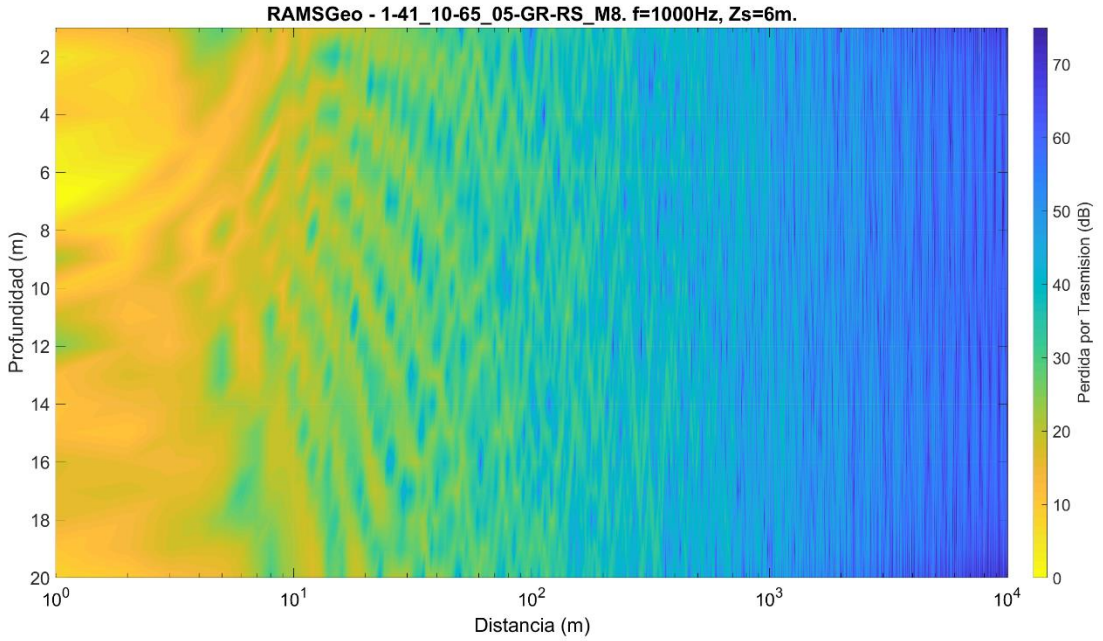


Figura 18. Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 1.000 Hz.

4. EVALUACIÓN DE LA POSIBILIDAD DE ALCANZAR LOS UMBRALES DE DESPLAZAMIENTO TEMPORARIO O PERMANENTE PARA UN ÚNICO BUQUE FLNG

A fin de permitir una comparación rápida dentro del presente apartado entre los resultados para las embarcaciones de apoyo de un solo buque FLNG y para los dos buques analizados, se reproduce en primer lugar el cálculo presentado en el EIA antecedente (ver ANÁLISIS ANTECEDENTE). Las distancias fueron calculadas considerando los niveles de SPL*pico* y SELcum indicados en la Tabla 4 para mamíferos marinos y sonidos no pulsados, la Tabla 5 para para peces, huevos y larvas y la Tabla 6 para tortugas marinas, aplicada con criterio conservativo.

Los valores de SPL*pìco* para inicio de TTS son todos superiores a 196 dB re 1µPa @1m, mientras que el máximo valor de SPL calculado a 1 metro teórico de distancia de la fuente (asumiendo que todas las embarcaciones emiten en el mismo punto) resultó ser igual a 180,9 dB re 1µPa @1m, cayendo a 132 dB re 1µPa @1m a 10 km de distancia, tal como se puede apreciar en la Figura 19.

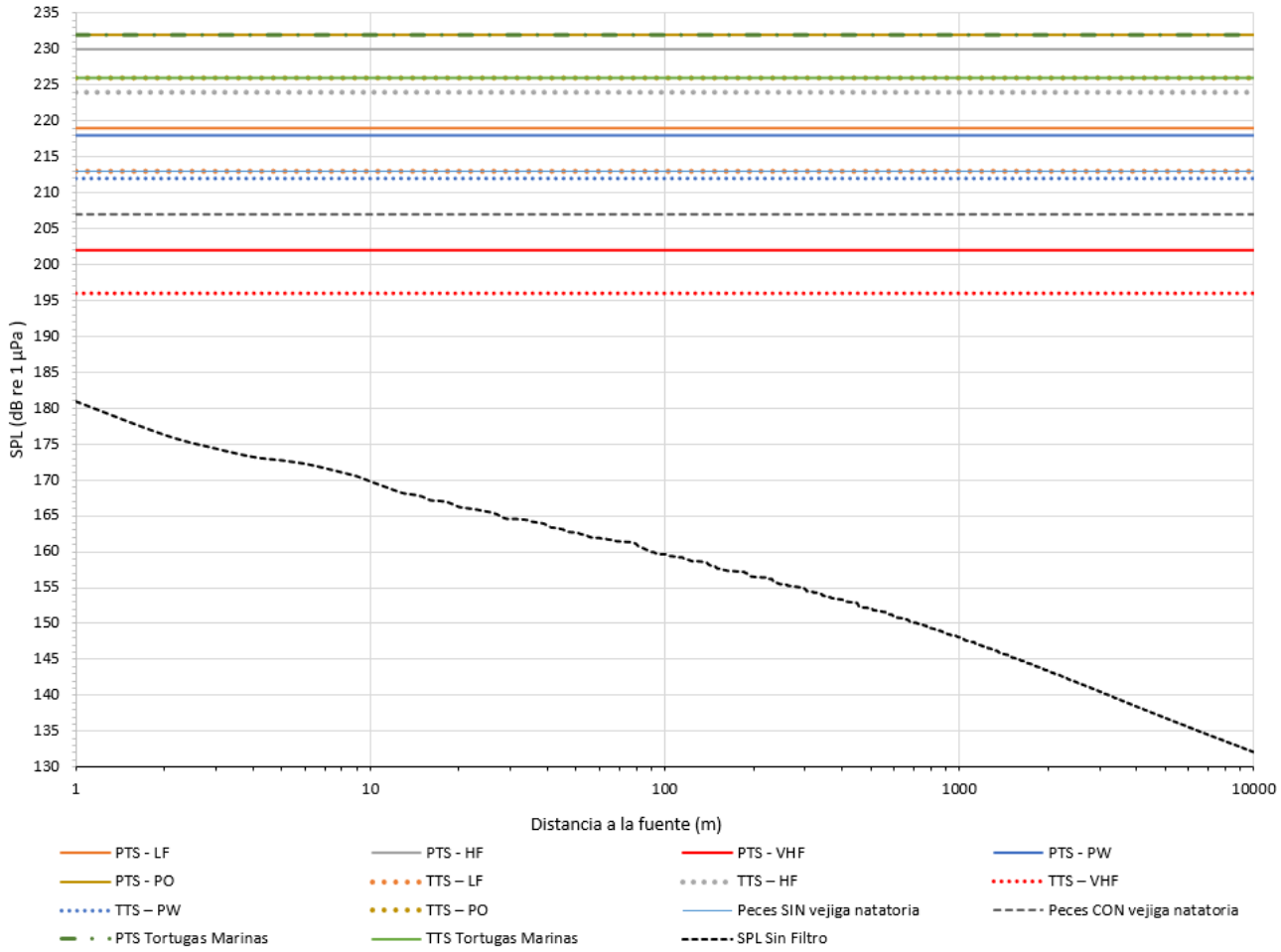


Figura 19. SPL Transmitido sin Filtro auditivo comparado con los Umbrales de PTS y TTS correspondientes a Sonidos No Pulsados para los distintos grupos auditivos.

Por lo tanto, no se alcanza ninguno de los criterios de SPL*pico* para PTS o TTS, indicándose como NA en la Tabla 9 y la Tabla 10.

Para evaluar la acumulación del SEL se debe conceptualizar una distancia inicial a la fuente del sonido y una trayectoria del animal alejándose de ésta a una cierta velocidad, que en los casos de fuentes intensas se puede considerar de hasta 2 m/s para mamíferos marinos y 1 m/s para tortugas marinas.

Para el presente análisis, se ha considerado en primer lugar el caso sumamente conservativo de que el animal se halla a 1 metro “teórico” de distancia de la fuente, y se determinó la velocidad mínima de alejamiento necesaria para no sufrir PTS ni TTS.

En cuanto a la dirección de alejamiento, se considera improbable que sea permanentemente hacia la costa, debido a la corta distancia a la que se encuentra, y además a medida que descienden estas bajas profundidades hay más frecuencias bajas que no logran transmitirse por ser inferiores a la frecuencia de corte por lo que no resulta un escenario conservativo. Si la trayectoria fuera hacia aguas más profundas alejándose de la costa, la pérdida por transmisión seria mayor que la calculada, dado que la componente de dispersión esférica se haría más prevalente. Por lo tanto, una condición razonablemente conservativa es que la trayectoria del animal se desarrolle en forma paralela a la costa manteniéndose en una profundidad similar a la inicial, con lo cual la pérdida por transmisión calculada seguiría siendo representativa.

Por otro lado, si bien durante el período de 24 horas de exposición el animal estaría sujeto a la recepción de valores de SEL cada vez menores a medida que se aleja, se ha considerado que el alejamiento cesa a los 10 km de distancia, por lo cual a partir de ese momento el valor de SEL recibido se mantiene constante, lo cual es otra hipótesis conservativa.

En el caso de los mamíferos marinos, la velocidad de alejamiento que permitiría no sufrir PTS ni TTS debido al SEL acumulado en un período de 24 horas, ponderado por el audiograma de cada especie, y partiendo de 1 metro de la fuente del sonido, es del orden de 0,25 m/s. Los valores de SELcum y las diferencias con los umbrales se presentan en la Tabla 7.

De la Figura 20 a la Figura 24 se presentan los valores de SEL recibido y de SELcum para los 5 grupos auditivos de mamíferos marinos estudiados. Se puede apreciar que la mayor parte del SEL se acumula en la primera hora y que luego la acumulación es muy inferior.

Las condiciones que están más cerca de alcanzarse para mamíferos marinos son las correspondientes a TTS para mamíferos LF. Las condiciones de PTS en general están muy lejos de ser alcanzadas aún con estas hipótesis de muy baja velocidad de alejamiento.

En cuanto a los peces, huevos y larvas, así como para tortugas marinas se adoptaron los umbrales de mortalidad potencial y de recuperación para SELcum presentados en la Tabla 5 (Popper et al. 2014). Si bien estos valores han sido propuestos para fuentes pulsadas, como se expresó anteriormente con criterio conservativo se han aplicado también para sonidos no pulsados.

Para los peces no se alcanza el umbral de TTS ni para y las tortugas marinas se alcanza el umbral de PTS considerando el SELcum no filtrado, con un margen significativo, considerando una velocidad de alejamiento muy baja, de sólo 1 cm/s en ambos casos. Los gráficos de SEL y SELcum en ambos casos son idénticos al considerarse el SEL no filtrado, como se puede apreciar en la Figura 25 y la Figura 26.

Tabla 7. SEL acumulado recibido por los distintos grupos auditivos para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente, con velocidades de alejamiento de 0,25 m/s para mamíferos, 0,01 m/s para tortugas y peces.

Grupo Auditivo	SELcum Umbral dB re 1 uPa^2 s	SELcum Trayectoria dB re 1 uPa^2 s	SELcum Diferencia dB re 1 uPa^2 s
PTS – LF	199	178,1	20,9
PTS – HF	198	135,5	62,5
PTS – VHF	173	126,2	46,8
PTS – PW	201	163,6	37,4
PTS – PO	219	160,8	58,2
PTS – Peces SIN vejiga natatoria	219	198,0	21,0
PTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	210	198,0	12,0
PTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	207	198,0	9,0
PTS – Tortugas marinas	210	198,0	12,0
TTS – LF	179	178,1	0,9
TTS – HF	178	135,5	42,5
TTS – VHF	153	126,2	26,8
TTS – PW	181	163,6	17,4
TTS – PO	199	160,8	38,2
TTS – Peces SIN vejiga natatoria	216	198,0	18,0
TTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	203	198,0	5,0
TTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	203	198,0	5,0

Por otro lado, se evaluó a que distancia teórica de la fuente deberían encontrarse los animales al "principio" de la emisión conjunta del sonido por parte de la totalidad de las embarcaciones, para que no se produzca PTS o TTS si permanecieran estáticos sin alejarse de la fuente del ruido.

Los resultados que se presentan en la Tabla 8 muestran que bajo esa hipótesis y considerando distancias de la fuente iguales a 50 metros para mamíferos, 10 metros para tortugas y 40 metros para peces, solamente se produciría TTS para mamíferos marinos de baja frecuencia auditiva (LF).

La hipótesis más razonable de que estos animales al verse perturbados se alejarán de la fuente, permitiría evitar el TTS LF alcanzando un SELcum igual a 178,5 dB re 1 uPa^2 s (inferior al umbral de 179 dB re 1 uPa^2 s) si la velocidad de alejamiento fuera igual a 0,10 m/s.

En cambio, un mamífero marino del tipo LF que se encontrara a 1,3 km de la "fuente" de ruido y permaneciera estático en ese sitio sin alejarse, no alcanzaría a recibir un valor de SELcum superior al correspondiente a TTS LF.

En una hipotética situación de cercanía extrema de un mamífero marino del tipo LF que se mantuviera a 20 metros o más de la fuente "puntual" concentrada simulada, sin alejarse de la misma durante las 24 horas, alcanzaría un SELcum igual a 198,9 dB re 1 uPa^2 s (inferior al umbral de PTS LF igual a 199 dB re 1 uPa^2 s).

Tabla 8. SEL acumulado recibido por los distintos grupos auditivos para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores, con hipótesis sin alejamiento, para distancias de la fuente iguales a 50 metros para mamíferos, 10 metros para tortugas y 40 metros para peces.

Grupo Auditivo	SELcum Umbral dB re 1 uPa^2 s	SELcum Trayectoria dB re 1 uPa^2 s	SELcum Diferencia dB re 1 uPa^2 s
PTS – LF	199	195,6	3,4
PTS – HF	198	152,1	45,9
PTS – VHF	173	142,8	30,2
PTS – PW	201	180,7	20,3
PTS – PO	219	177,4	41,6
PTS – Peces SIN vejiga natatoria	219	202,8	16,2
PTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	210	202,8	7,2
PTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	207	202,8	4,2
PTS – Tortugas marinas	210	209,2	0,8
TTS – LF	179	195,6	-16,6
TTS – HF	178	152,1	25,9
TTS – VHF	153	142,8	10,2
TTS – PW	181	180,7	0,3
TTS – PO	199	177,4	21,6
TTS – Peces SIN vejiga natatoria	216	202,8	13,2
TTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	203	202,8	0,2
TTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	203	202,8	0,2

Los análisis precedentes muestran que la afectación de las distintas especies de fauna acuática por las hélices de las embarcaciones asumiendo conservativamente que todas ellas se encuentran emitiendo simultáneamente desde un único punto, sería extremadamente improbable dado que los animales deberían encontrase en un entorno muy cercano a estas embarcaciones y no alejarse de allí.

La Tabla 9 y la Tabla 10 ilustran este resultado mostrando que, bajo hipótesis razonables de distancia inicial a la fuente sin alejamiento de los animales, o con velocidades de alejamiento moderadas o bajas en el caso de ser esta distancia tan corta como 1 metro, no se superan los umbrales de PTS y TTS por el ruido generado por los propulsores de las embarcaciones, ni por el SPLpeak ni por el SELcum.

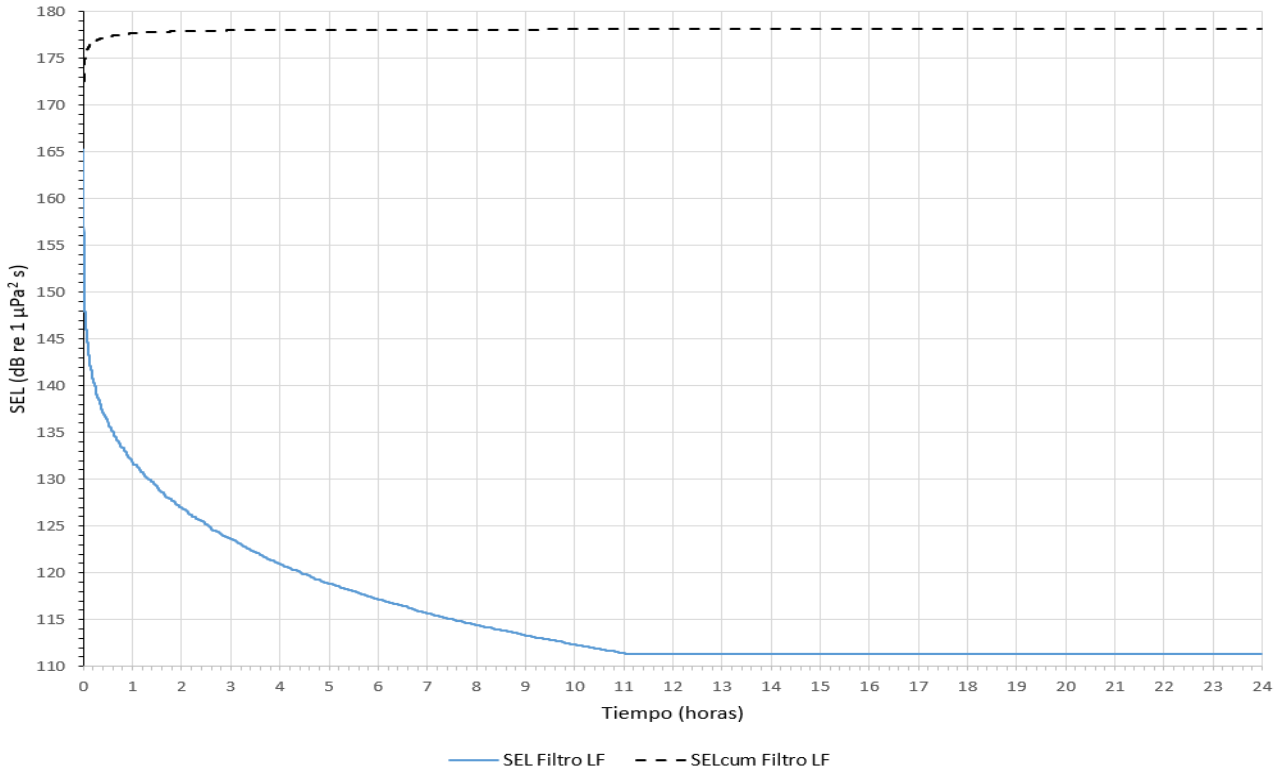


Figura 20. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo LF para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones modeladas, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

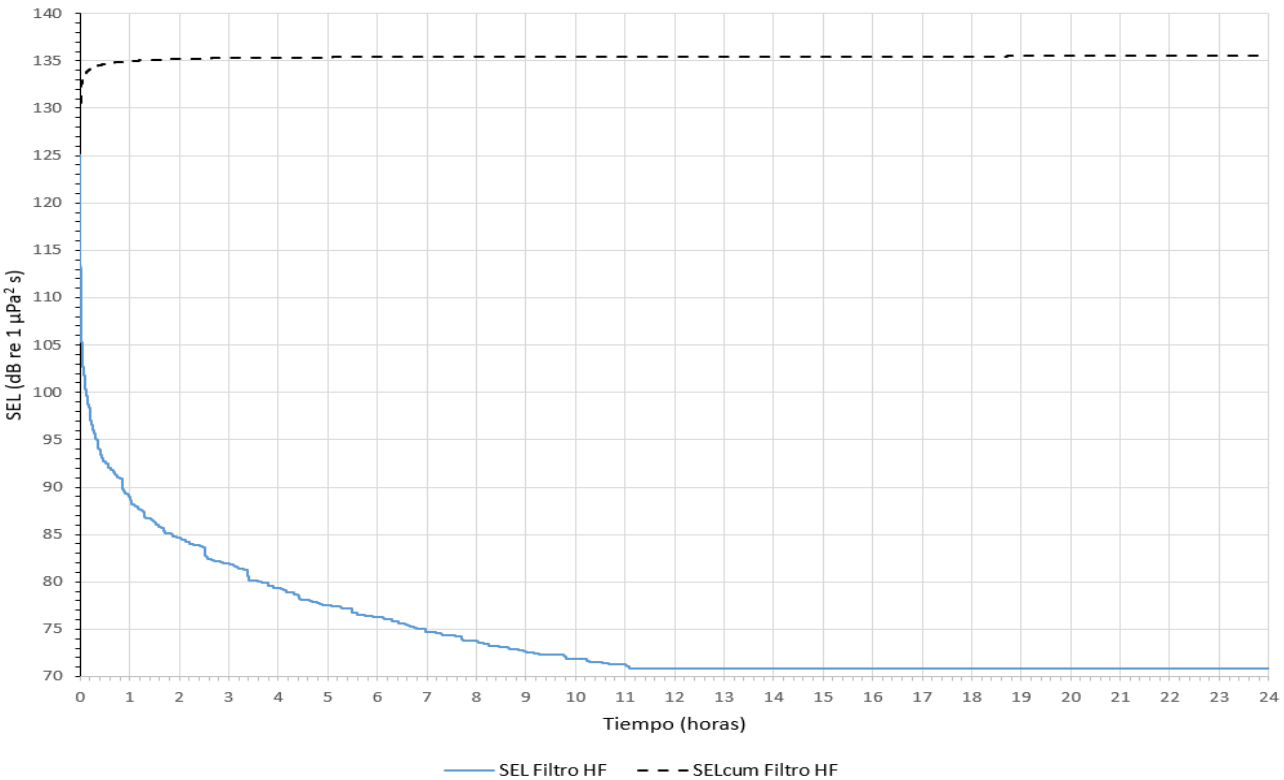


Figura 21. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo HF para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones modeladas, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

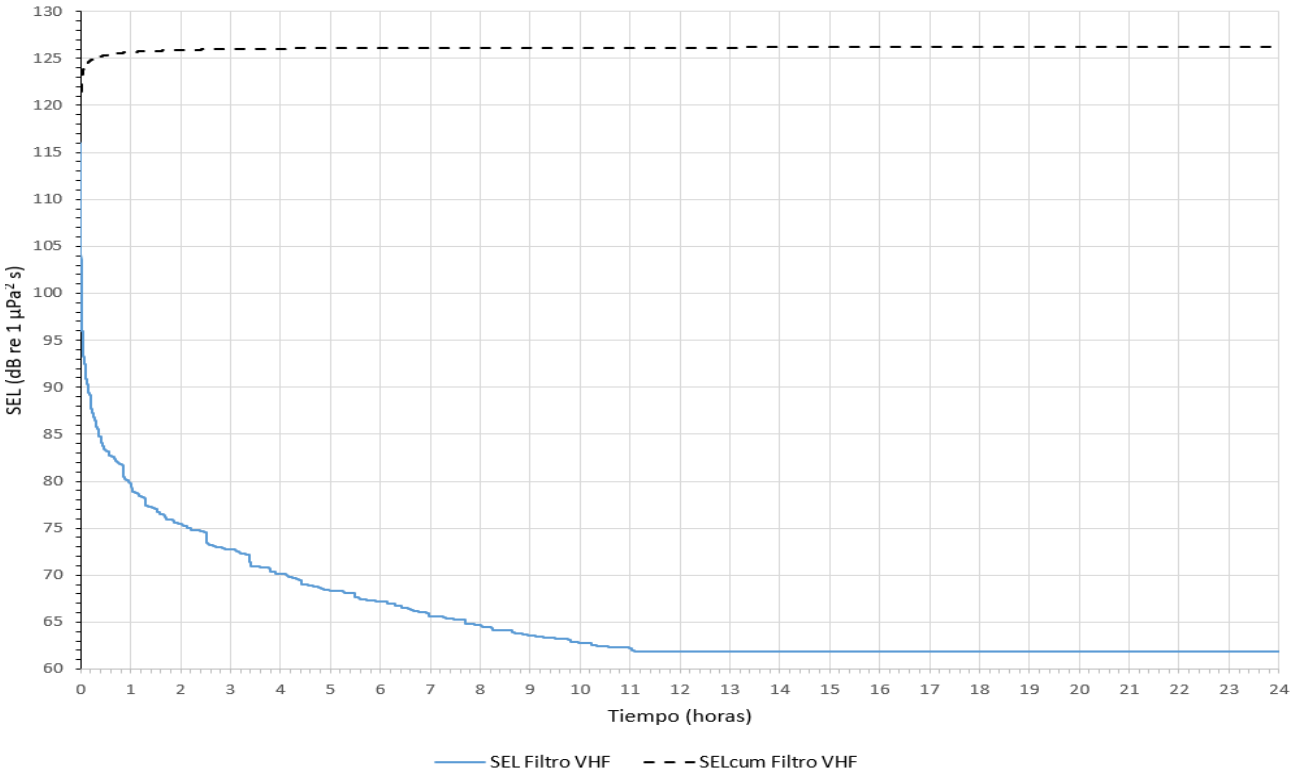


Figura 22. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo VHF para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones modeladas, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

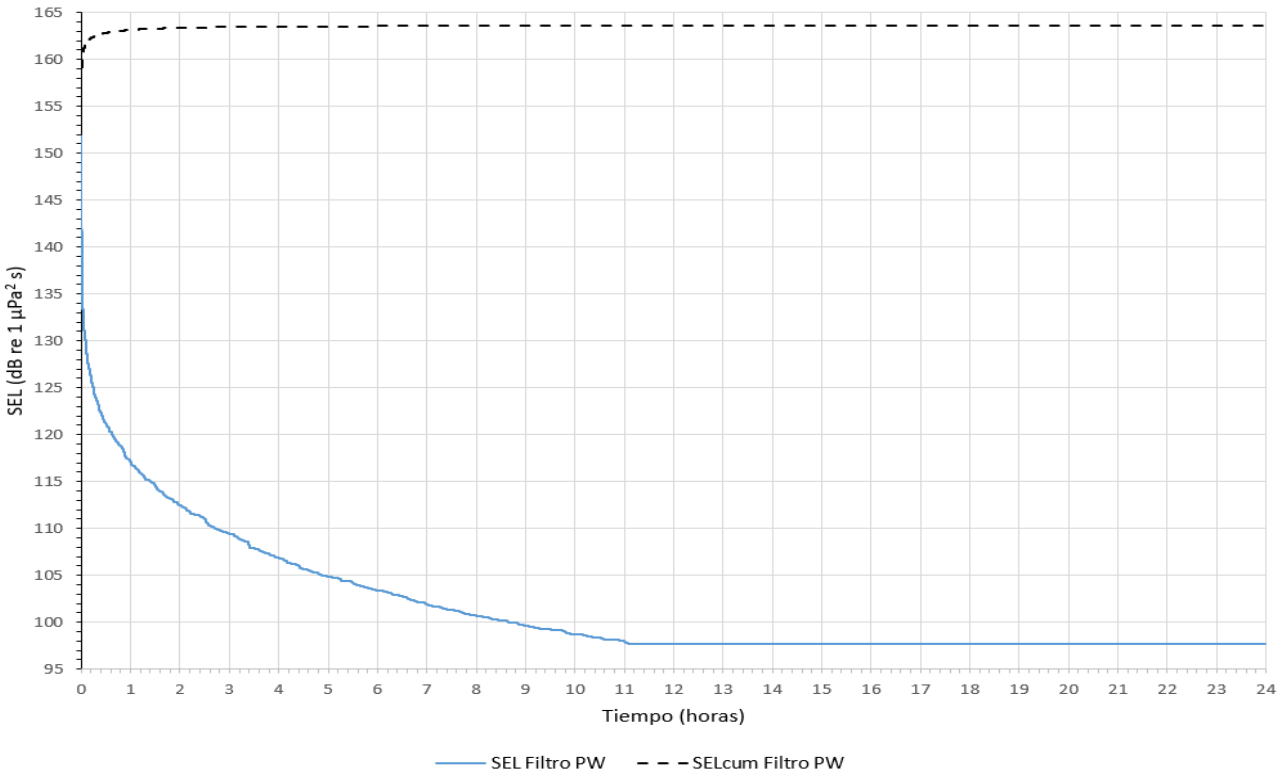


Figura 23. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo PW para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones modeladas, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

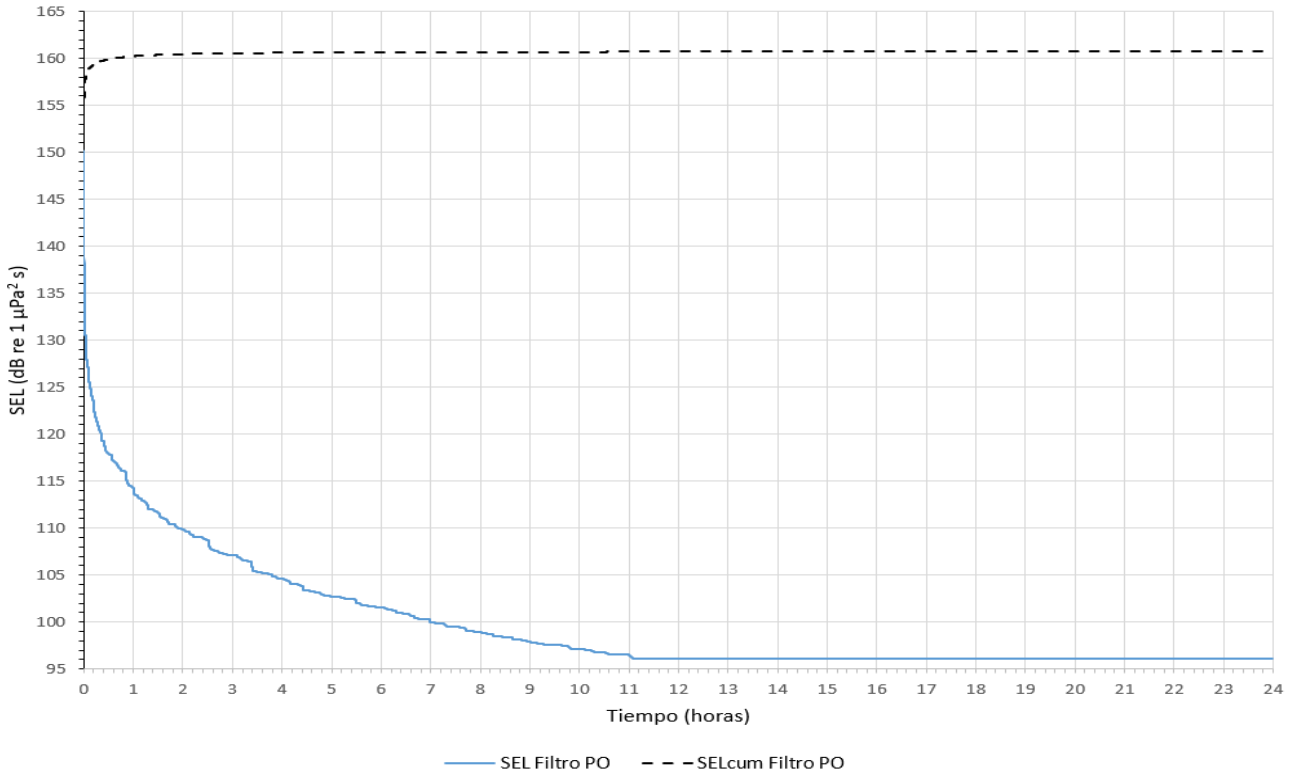


Figura 24. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo PO para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones modeladas, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

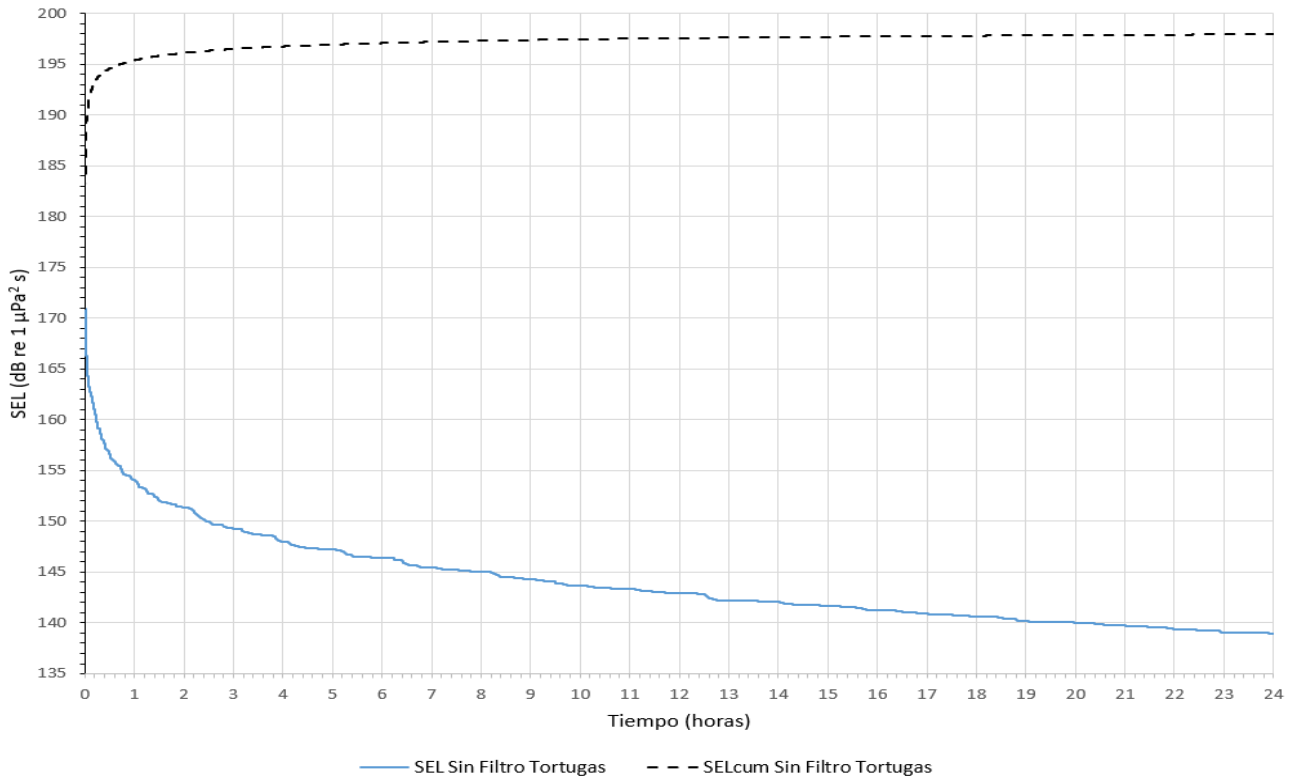


Figura 25. SEL y SEL acumulado sin Filtro recibido por Tortugas Marinas para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones modeladas, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,01 m/s.

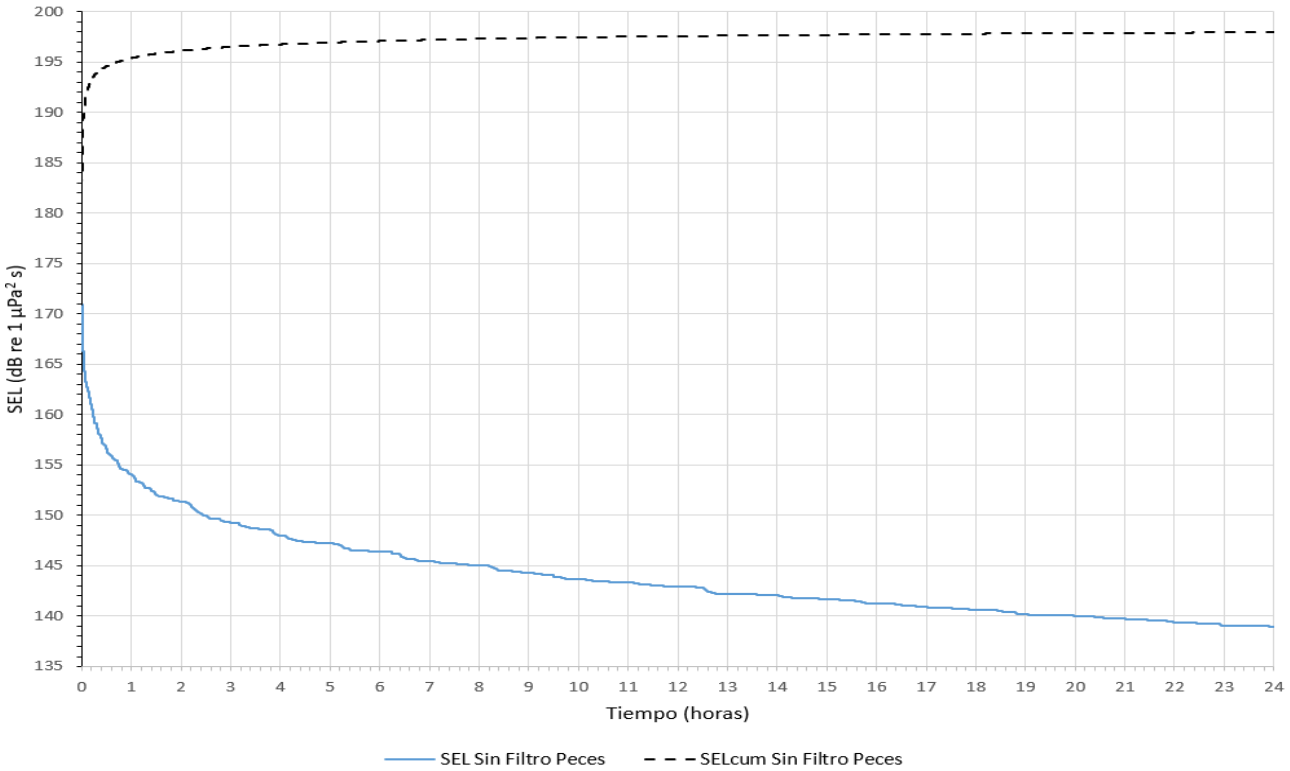


Figura 26. SEL y SEL acumulado sin Filtro recibido por Peces para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones modeladas, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,01 m/s.

Tabla 9. Distancias para alcanzar los Umbrales de PTS y TTS correspondientes a Sonidos No Pulsados para los distintos grupos auditivos.

Código	Grupo Auditivo	Distancia PTS (m)		Distancia TTS (m)	
		SPL*pico*[1]	SELcum[2]	SPL*pico*[1]	SELcum[2]
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	NA	NA	NA	NA
HF	Cetáceos de frecuencias altas	NA	NA	NA	NA
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	NA	NA	NA	NA
PW	Carnívoros Fócidos	NA	NA	NA	NA
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	NA	NA	NA	NA

[1] SPL*pico* (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar)

[2] SELcum (LE,*p*, 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 horas o durante la duración real de la exposición)

PTS: lesión auditiva permanente; TTS: lesión auditiva temporal; NA: No alcanza.

Tabla 10. Distancias para alcanzar los niveles de mortalidad potencial y de recuperación para peces, huevos, larvas y tortugas marinas (PTS).

Especie	Daño	Distancia (m) SPL*pico*	Distancia (m) SEl*cum*
Peces sin vejiga natatoria	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces con vejiga natatoria (No Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces con vejiga natatoria (Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces: Huevos y larvas	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	ND
	Lesión recuperable	NA	ND
Tortugas marinas	Mortalidad y potencial lesión mortal (PTS)	NA	NA
	Lesión recuperable	ND	ND
ND: Criterio No Disponible. NA: No se alcanza.			

5. EVALUACIÓN DE LA POSIBILIDAD DE ALCANZAR LOS UMBRALES DE DESPLAZAMIENTO TEMPORARIO O PERMANENTE PARA DOS BUQUES FLNG OPERANDO SIMULTÁNEAMENTE

La distancia entre la posición central del área de ambos buques es de aproximadamente 3,5 km. No obstante, considerando que por el borneo de los buques éstos y sus embarcaciones de apoyo pueden estar eventualmente algo más cerca, se adoptó para el análisis una distancia entre los puntos de emisión del conjunto de embarcaciones de apoyo de cada buque igual a 3 km.

Las contribuciones al SEL transmitido por parte de cada uno de los dos conjuntos de embarcaciones al Sur y al Norte (SEL_S y SEL_N) se suman en el dominio lineal considerando la distancia de cada embarcación al punto de cálculo (x_S y x_N), y el total se vuelve a representar en el dominio logarítmico en decibeles, mediante la siguiente ecuación:

$$SEL_{TOTAL} = 10\, log_{10}\left[10^{\frac{SEL_S(x_S)}{10}} + 10^{\frac{SEL_N(x_N)}{10}}\right]$$

El mismo procedimiento se aplica para el SPL.

El cálculo se realiza conservativamente considerando una línea que pasa por ambos buques, partiendo de uno de ellos (por ejemplo, el Sur) y en dirección Norte. En la dirección opuesta los valores que se obtienen son idénticos.

Esto significa que, por ejemplo, un animal ubicado a 1 metro (teórico) de una de las fuentes, recibirá también el SPL y el SEL de la otra fuente, pero con la pérdida por transmisión correspondiente a los 3 km de distancia. Si el animal se encuentra ubicado en un punto intermedio entre ambos buques, recibiría el doble de la presión y energía sonora correspondiente a una distancia de propagación de 1,5 km.

Como se realizó para el caso de un solo buque, las distancias de afectación fueron calculadas considerando los niveles de SPL*pico* y SELcum indicados en la Tabla 4 para mamíferos marinos y sonidos no pulsados, la Tabla 5 para para peces, huevos y larvas y la Tabla 6 para tortugas marinas, aplicada con criterio conservativo.

En la Figura 19 se presentan los valores de SPL*pico* de cada buque y el Total, considerando las distancias desde el Buque Sur. Los valores de SPL*pìco* para inicio de TTS son todos superiores a 196 dB re 1μPa @1m, mientras que el máximo valor de SPL calculado a 1 metro teórico de distancia de cada fuente (asumiendo que todas las embarcaciones emiten en el mismo punto) resultó ser igual a 180,9 dB re 1μPa, sin cambios con respecto al caso de buque único, dado que el segundo buque a 3 km de distancia aporta sólo 140,5 dB re 1μPa, lo cual siendo valores en escala logarítmica, no altera prácticamente en nada el valor pico del buque que está más cercano al animal.

El SPL*pico* Total cae a 136,5 dB re 1μPa a 10 km de distancia del Buque Sur en dirección al Buque Norte y a 134,3 dB re 1μPa a 10 km de distancia del Buque Norte (en dirección opuesta al Buque Sur, el cual en ese punto se encuentra a 13 km de distancia), como resultado del aporte de 130,4 dB re 1μPa por parte del Buque Sur y de 132,1 dB re 1μPa por parte del Buque Norte.

Por lo tanto, tal como sucede en el caso de un buque único, no se alcanza ninguno de los criterios de SPL*pico* para PTS o TTS, indicándose como NA en la Tabla 9 y la Tabla 10.

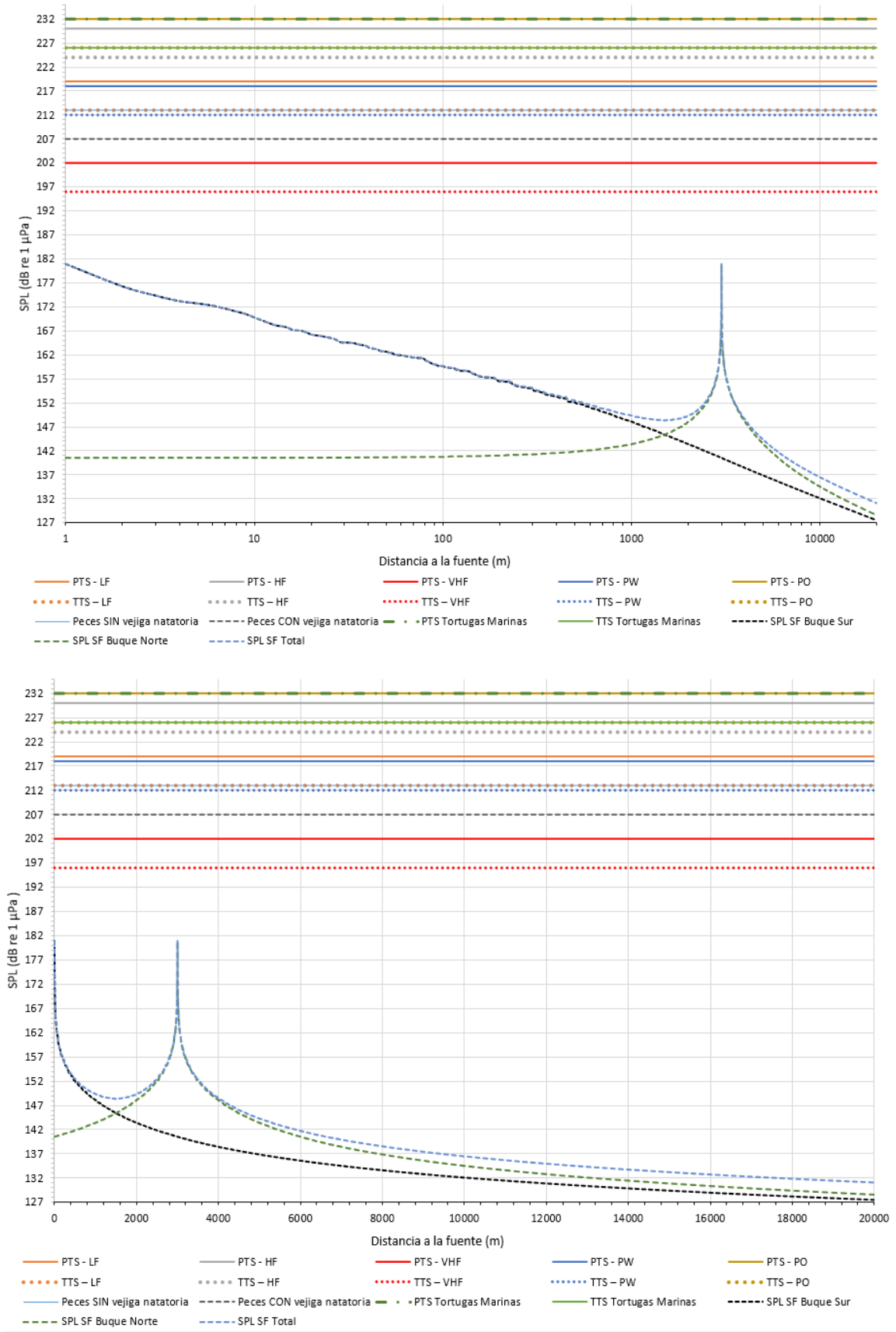


Figura 27. SPL Transmitido sin Filtro auditivo comparado con los Umbrales de PTS y TTS correspondientes a Sonidos No Pulsados para los distintos grupos auditivos (escala logarítmica arriba, lineal abajo).

Para evaluar la acumulación del SEL se debe conceptualizar una distancia inicial a la fuente del sonido y una trayectoria del animal alejándose de ésta a una cierta velocidad, que en los casos de fuentes intensas se puede considerar de hasta 2 m/s para mamíferos marinos y 1 m/s para tortugas marinas.

Para el presente análisis, se ha considerado en primer lugar el caso sumamente conservativo de que el animal se halla a 1 metro “teórico” de distancia de la fuente, y se determinó la velocidad mínima de alejamiento necesaria para no sufrir PTS ni TTS.

En cuanto a la dirección de alejamiento, se considera improbable que sea permanentemente hacia la costa, debido a la corta distancia a la que se encuentra, y además a medida que descienden estas bajas profundidades hay más frecuencias bajas que no logran transmitirse por ser inferiores a la frecuencia de corte por lo que no resulta un escenario conservativo. Si la trayectoria fuera hacia aguas más profundas alejándose de la costa, la pérdida por transmisión seria mayor que la calculada, dado que la componente de dispersión esférica se haría más prevalente. Por lo tanto, una condición razonablemente conservativa es que la trayectoria del animal se desarrolle en forma paralela a la costa manteniéndose en una profundidad similar a la inicial, con lo cual la pérdida por transmisión calculada seguiría siendo representativa.

Esta hipótesis es válida salvo en el escenario en el cual el animal se encuentre entre ambos buques, en cuyo caso, dado que al acercarse a cualquiera de ellos se incrementaría la energía sonora recibida, es más probable que se dirija sea hacia la costa, rodeando luego uno de los buques o hacia aguas profundas.

Por otro lado, si bien durante el período de 24 horas de exposición el animal estaría sujeto a la recepción de valores de SEL cada vez menores a medida que se aleja, se ha considerado que el alejamiento cesa a los 10 km de distancia del Buque Sur, 7 km del Buque Norte, por lo cual a partir de ese momento el valor de SEL recibido se mantiene constante, lo cual es otra hipótesis conservativa.

En el caso de los mamíferos marinos, tal como ocurre con un solo buque, la velocidad de alejamiento que permitiría no sufrir PTS ni TTS debido al SEL acumulado en un período de 24 horas, ponderado por el audiograma de cada especie, y partiendo de 1 metro de la fuente del sonido, es del orden de 0,25 m/s. Los valores de SELcum y las diferencias con los umbrales se presentan en la Tabla 7.

De la Figura 20 a la Figura 24 se presentan los valores de SEL recibido y de SELcum para los 5 grupos auditivos de mamíferos marinos estudiados. Se puede apreciar que la mayor parte del SEL se acumula en la primera hora y que luego la acumulación es muy inferior.

Las condiciones que están más cerca de alcanzarse para mamíferos marinos son las correspondientes a TTS para mamíferos LF. Las condiciones de PTS en general están muy lejos de ser alcanzadas aún con estas hipótesis de muy baja velocidad de alejamiento.

Tabla 11. SEL acumulado recibido por los distintos grupos auditivos para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente, con velocidades de alejamiento de 0,25 m/s para mamíferos, 0,01 m/s para tortugas y peces.

Grupo Auditivo	SELcum Umbral dB re 1 uPa^2 s	SELcum Trayectoria dB re 1 uPa^2 s	SELcum Diferencia dB re 1 uPa^2 s
PTS – LF	199	178,3	20,7
PTS – HF	198	135,7	62,3
PTS – VHF	173	126,5	46,5
PTS – PW	201	163,8	37,2
PTS – PO	219	161,0	58,0
PTS – Peces SIN vejiga natatoria	219	198,0	21,0
PTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	210	198,0	12,0
PTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	207	198,0	9,0
PTS – Tortugas marinas	210	198,0	12,0
TTS – LF	179	178,3	0,7
TTS – HF	178	135,7	42,3
TTS – VHF	153	126,5	26,5
TTS – PW	181	163,8	17,2
TTS – PO	199	161,0	38,0
TTS – Peces SIN vejiga natatoria	216	198,0	18,0
TTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	203	198,0	5,0
TTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	203	198,0	5,0

En cuanto a los peces, huevos y larvas, así como para tortugas marinas se adoptaron los umbrales de mortalidad potencial y de recuperación para SELcum presentados en la Tabla 5 (Popper et al. 2014). Si bien estos valores han sido propuestos para fuentes pulsadas, como se expresó anteriormente con criterio conservativo se han aplicado también para sonidos no pulsados.

Para los peces no se alcanza el umbral de TTS ni para y las tortugas marinas se alcanza el umbral de PTS considerando el SELcum no filtrado, con un margen significativo, considerando una velocidad de alejamiento muy baja, de sólo 1 cm/s en ambos casos. Con esa velocidad, la distancia recorrida en 24 horas es inferior a 900 metros. Los valores de SELcum alcanzados son iguales dentro de la décima de decibel con uno o dos buques, dado que en esa corta distancia uno de ellos domina netamente con respecto al otro, que se halla siempre 3 km más lejos. Los gráficos de SEL y SELcum en ambos casos son idénticos al considerarse el SEL no filtrado, como se puede apreciar en la Figura 25 y la Figura 26.

Se evaluó otro escenario conservativo para peces y tortugas, consistente en que el ejemplar se encuentre entre los dos buques, equidistante de ambos (a 1,5 km), y que se mantenga estático en esa posición durante el período de 24 horas de acumulación del SEL. En ese caso, cada buque aporta un SEL igual a 135,4 dB re 1μPa, por lo que la combinación de ambos resulta igual a 138,4 dB re 1μPa. Este SEL acumulado durante 24 horas resulta en un SELcum igual a 187,7 dB re 1μPa s, muy por debajo de los umbrales de PTS y TTS. Este ejercicio ilustra la improbabilidad de que se produzcan afectaciones a individuos de estas especies si permanecen en el centro del espacio entre los dos buques.

Por otro lado, se evaluó a que distancia teórica de una de las dos fuentes deberían encontrarse los animales al "principio" de la emisión conjunta del sonido por parte de la totalidad de las embarcaciones, para que no se produzca PTS o TTS si permanecieran estáticos sin alejarse de la fuente del ruido.

Los resultados que se presentan en la Tabla 8 muestran que bajo esa hipótesis y considerando distancias de la fuente iguales a 50 metros para mamíferos, 10 metros para tortugas y 40 metros para peces, solamente se produciría TTS para mamíferos marinos de baja frecuencia auditiva (LF). Los valores de SELcum resultantes con dos buques para este ejemplo son apenas 0,1 dB superiores a los de un solo buque, debido a que el más alejado aporta un valor del SEL relativamente muy bajo respecto al más cercano.

Tabla 12. SEL acumulado recibido por los distintos grupos auditivos para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, con hipótesis sin alejamiento, para distancias de la fuente iguales a 50 metros para mamíferos, 10 metros para tortugas y 40 metros para peces.

Grupo Auditivo	SELcum Umbral dB re 1 uPa^2 s	SELcum Trayectoria dB re 1 uPa^2 s	SELcum Diferencia dB re 1 uPa^2 s
PTS – LF	199	195,7	3,3
PTS – HF	198	152,2	45,8
PTS – VHF	173	142,8	30,2
PTS – PW	201	180,8	20,2
PTS – PO	219	177,5	41,5
PTS – Peces SIN vejiga natatoria	219	202,8	16,2
PTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	210	202,8	7,2
PTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	207	202,8	4,2
PTS – Tortugas marinas	210	209,2	0,8
TTS – LF	179	195,7	-16,7
TTS – HF	178	152,2	25,8
TTS – VHF	153	142,8	10,2
TTS – PW	181	180,8	0,2
TTS – PO	199	177,5	21,5
TTS – Peces SIN vejiga natatoria	216	202,8	13,2
TTS – Peces CON vejiga natatoria (no interviene en audición)	203	202,8	0,2
TTS – Peces CON vejiga natatoria (interviene en audición)	203	202,8	0,2

La hipótesis más razonable de que estos animales al verse perturbados se alejarán de la fuente, permitiría evitar el TTS LF alcanzando un SELcum igual a 178,7 dB re 1 uPa^2 s (inferior al umbral de 179 dB re 1 uPa^2 s) si la velocidad de alejamiento fuera igual a 0,10 m/s.

En cambio, un mamífero marino del tipo LF que se encontrara a aproximadamente 1,4 km de una de las dos "fuentes" de ruido y permaneciera estático en ese sitio sin alejarse, no alcanzaría a recibir un valor de SELcum superior al correspondiente a TTS LF.

En una hipotética situación de cercanía extrema de un mamífero marino del tipo LF que se mantuviera a 20 metros de una de las dos fuentes simuladas como "puntual" concentrada, sin alejarse de la misma durante las 24 horas, alcanzaría un SELcum igual a 198,9 dB re 1 uPa^2 s (inferior al umbral de PTS LF igual a 199 dB re 1 uPa^2 s).

Nuevamente, este resultado coincidente al obtenido en el caso de un único buque se debe a que el segundo buque a 3 km de distancia prácticamente no altera el SEL en un punto tan cercano a uno de los buques.

Los análisis precedentes muestran que la afectación de las distintas especies de fauna acuática por las hélices de las embarcaciones asumiendo conservativamente que todas ellas se encuentran emitiendo simultáneamente desde un único punto, sería extremadamente improbable dado que los animales deberían encontrase en un entorno muy cercano a estas embarcaciones y no alejarse de allí.

La Tabla 9 y la Tabla 10 ilustran este resultado mostrando que, bajo hipótesis razonables de distancia inicial a la fuente sin alejamiento de los animales, o con velocidades de alejamiento moderadas o bajas en el caso de ser esta distancia tan corta como 1 metro, no se superan los umbrales de PTS y TTS por el ruido generado por los propulsores de las embarcaciones, ni por el SPLpeak ni por el SELcum.

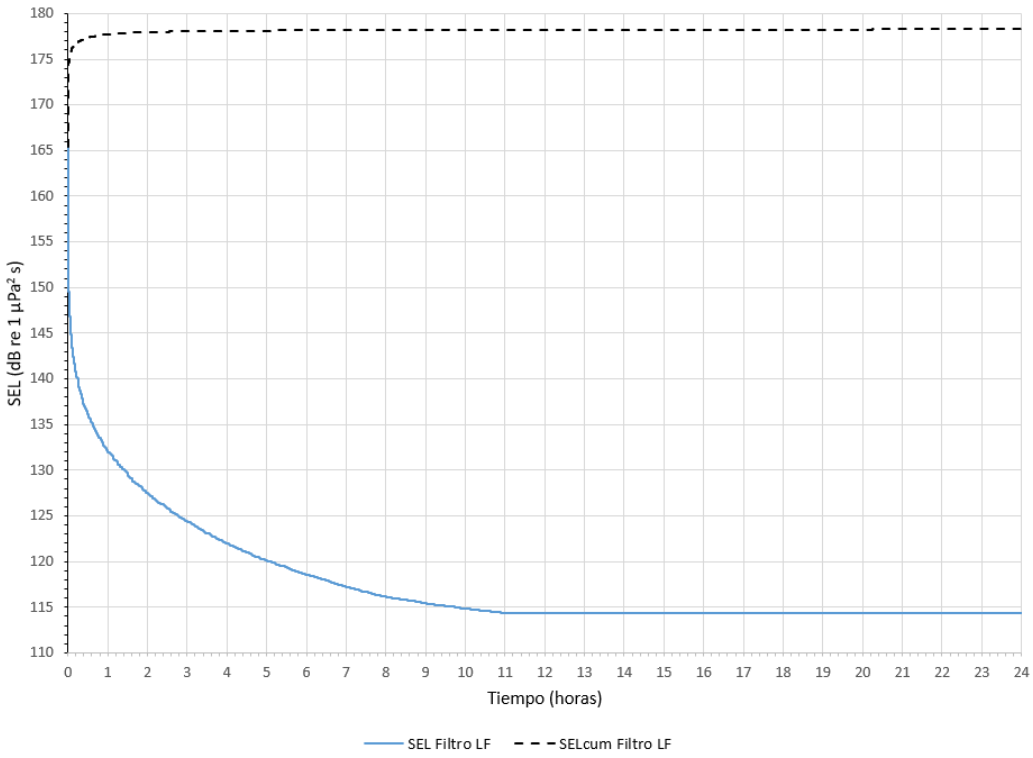


Figura 28. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo LF para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

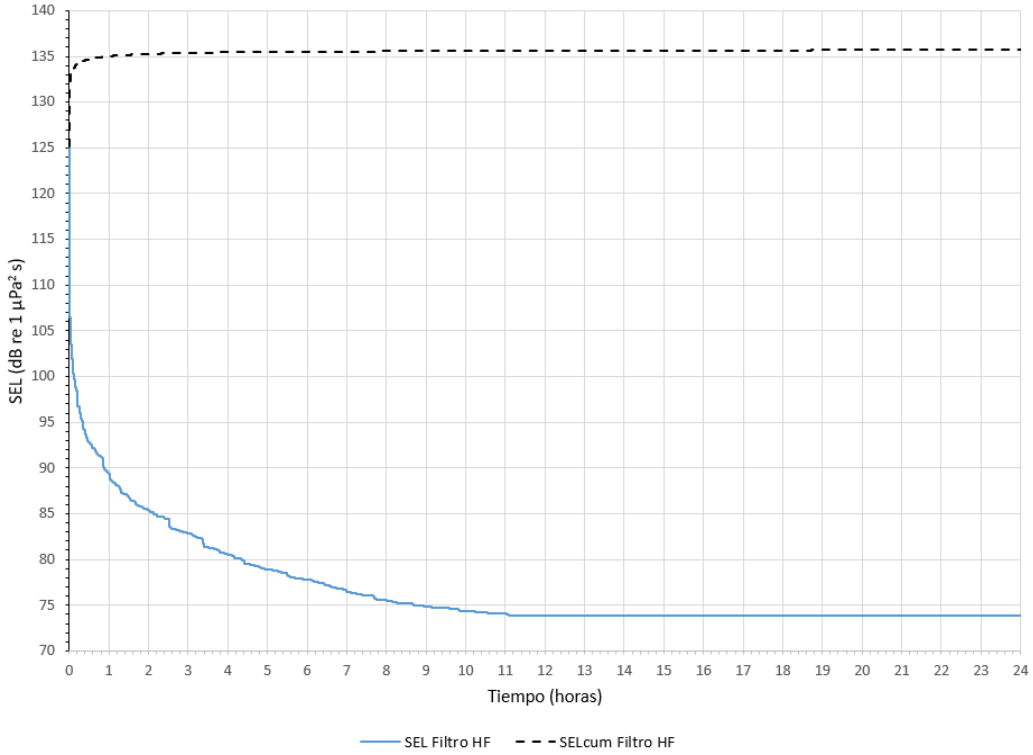


Figura 29. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo HF para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

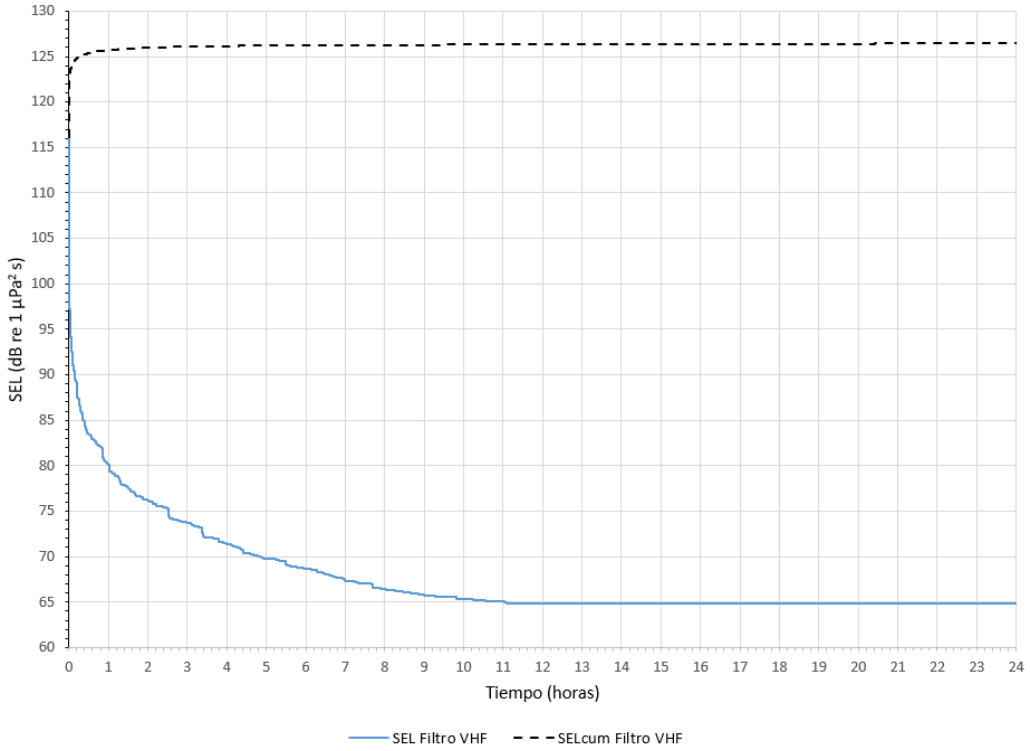


Figura 30. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo VHF para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

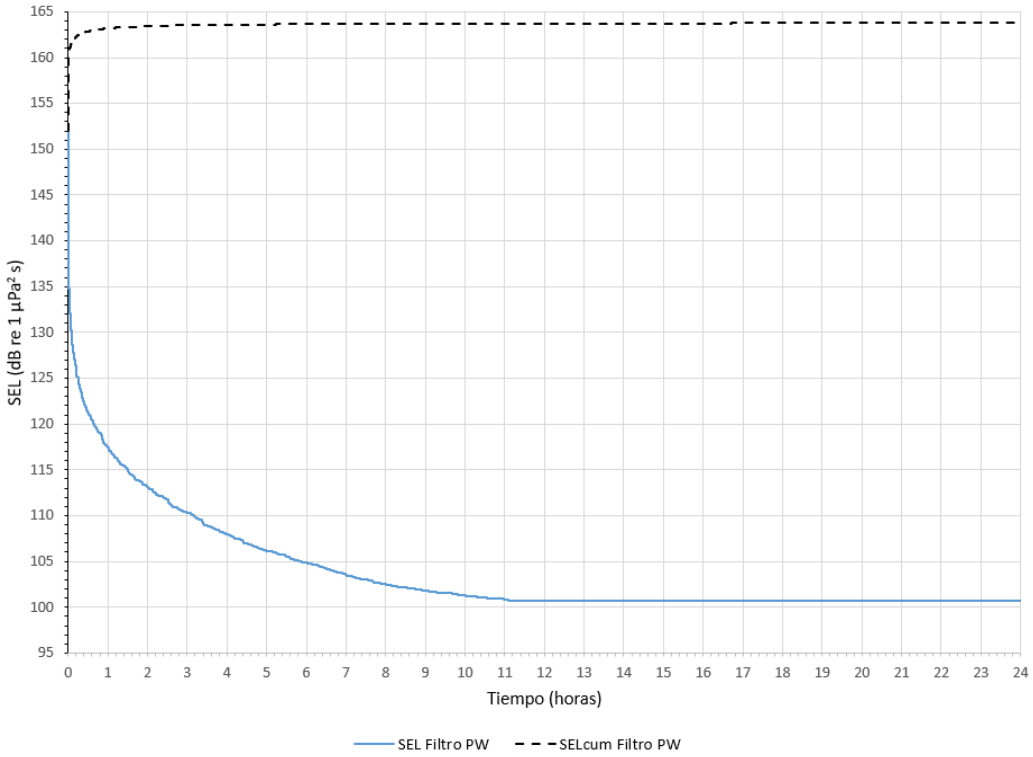


Figura 31. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo PW para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

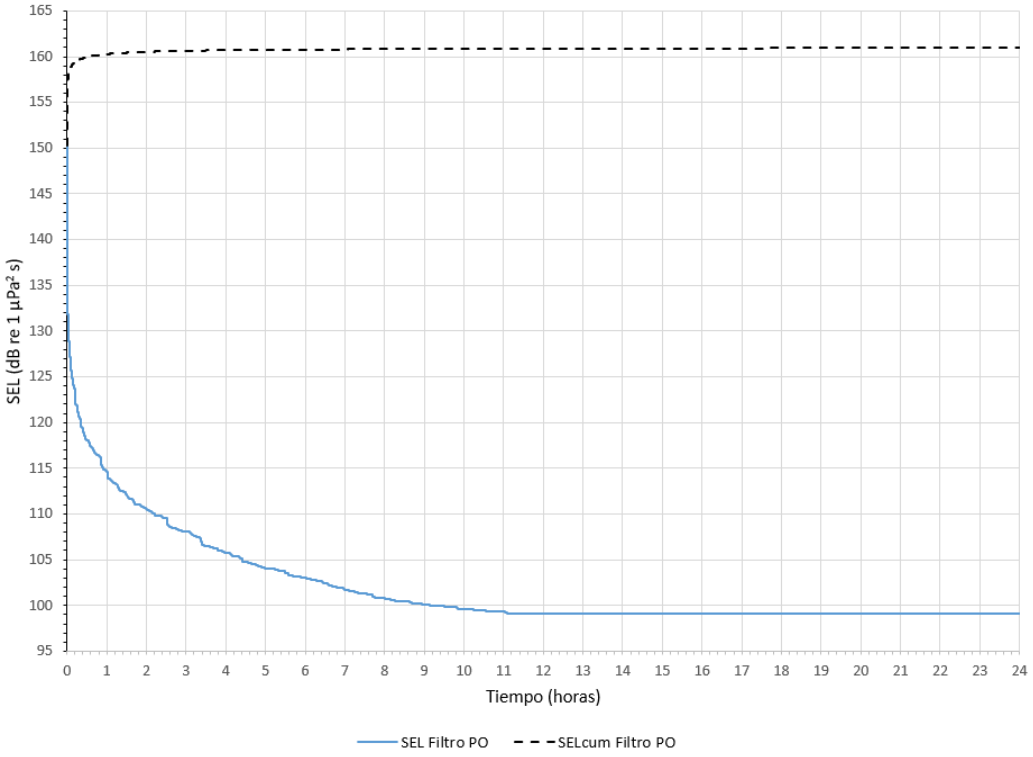


Figura 32. SEL y SEL acumulado recibido por mamíferos marinos del tipo auditivo PO para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,25 m/s.

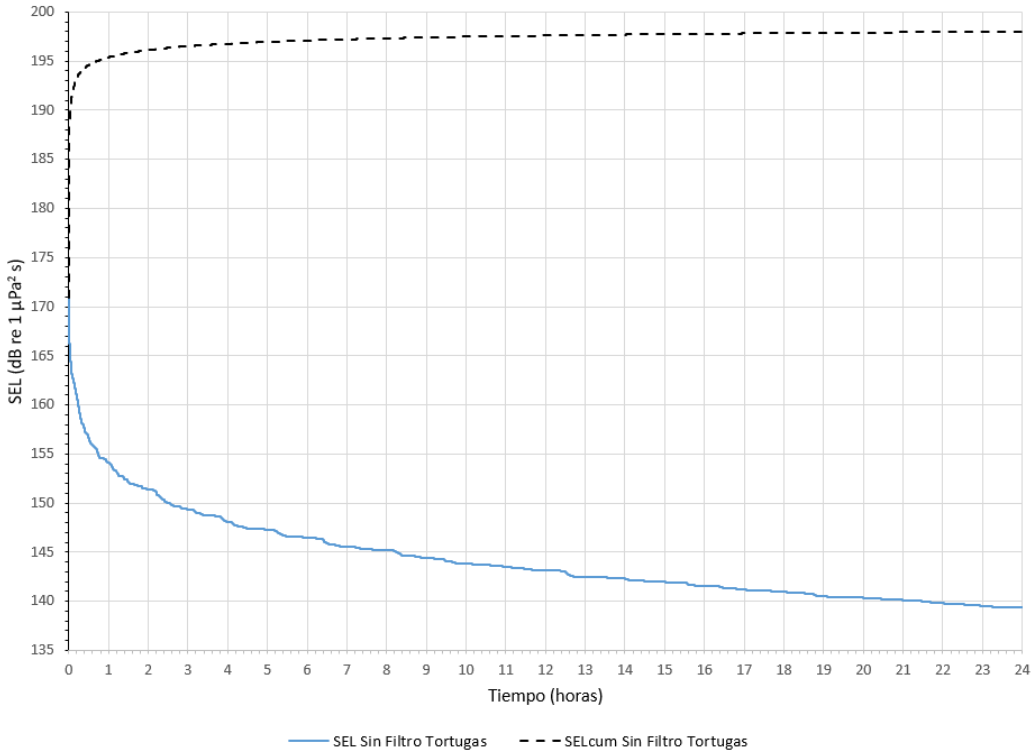


Figura 33. SEL y SEL acumulado sin Filtro recibido por Tortugas Marinas para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,01 m/s.

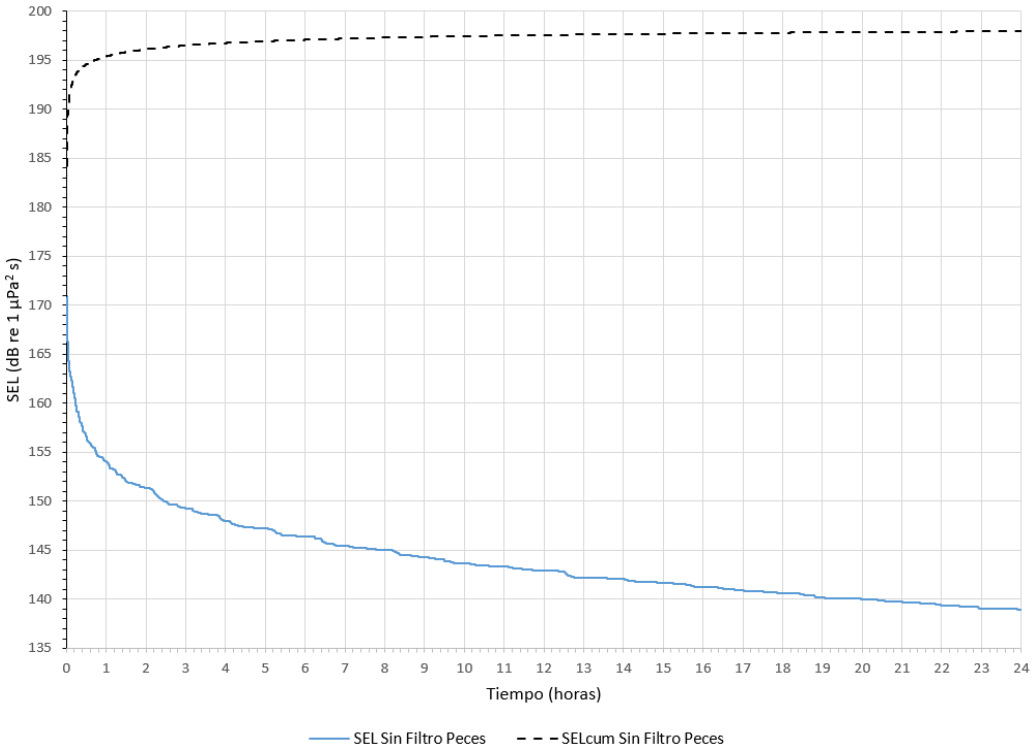


Figura 34. SEL y SEL acumulado sin Filtro recibido por Peces para Sonidos No Pulsados producidos por los propulsores de las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG, para una distancia inicial teórica de 1 metro de la fuente y una velocidad de alejamiento de 0,01 m/s.

Tabla 13. Distancias para alcanzar los Umbrales de PTS y TTS correspondientes a Sonidos No Pulsados para los distintos grupos auditivos, considerando las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG.

Código	Grupo Auditivo	Distancia PTS (m)		Distancia TTS (m)	
		SPL*pico*[1]	SELcum[2]	SPL*pico*[1]	SELcum[2]
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	NA	NA	NA	NA
HF	Cetáceos de frecuencias altas	NA	NA	NA	NA
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	NA	NA	NA	NA
PW	Carnívoros Fócidos	NA	NA	NA	NA
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	NA	NA	NA	NA

[1] SPL*pico* (L*p,*0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar)

[2] SELcum (LE,*p,* 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 horas o durante la duración real de la exposición)

PTS: lesión auditiva permanente; TTS: lesión auditiva temporal; NA: No alcanza.

Tabla 14. Distancias para alcanzar los niveles de mortalidad potencial y de recuperación para peces, huevos, larvas y tortugas marinas (PTS).

Especie	Daño	Distancia (m) SPL*pico*	Distancia (m) SEl*cum*
Peces sin vejiga natatoria	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces con vejiga natatoria (No Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces con vejiga natatoria (Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces: Huevos y larvas	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	ND
	Lesión recuperable	NA	ND
Tortugas marinas	Mortalidad y potencial lesión mortal (PTS)	NA	NA
	Lesión recuperable	ND	ND

ND: Criterio No Disponible. NA: No se alcanza.

6. BIBLIOGRAFÍA

Finneran, J.J., Henderson, E.E., Houser, D.S., Jenkins, K., Kotecki, S. and Mulsow, J. 2017, Criteria and thresholds for U.S. Navy acoustic and explosive effects analysis (Phase III). Technical report by Space and Naval Warfare Systems Center Pacific (SSC Pacific). 183 pp.

Popper AN, Hawkins AD, Fay RR, Mann DA, Bartol S, Carlson TJ, Coombs S, Ellison WT, Gentry RL, Halvorsen MB, Løkkeborg S, Rogers PH, Southall BL, Zeddies DG, Tavolga WN. 2014. Sound Exposure Guidelines. In: (Eds.), ASA S3/SC1.4 TR-2014 Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. pp. 33-51.

7. ANÁLISIS ANTECEDENTE

El presente apartado pertenece al Anexo 3 del Capítulo 7 del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías, elaborado por esta misma consultora (Serman & Asoc., 2024) y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en octubre de 2024. Este Anexo 3 corresponde al Estudio de Impacto Acústico Subacuático de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM.

7.1 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL RUIDO SUBACUÁTICO

7.1.1 Nivel de Ruido de Fondo en el Mar

El sonido es un movimiento ondulatorio mecánico que ocurre en un medio elástico, tal como el aire, agua o sólidos. Se genera cuando las partículas del medio son desplazadas por una fuerza externa y comienzan a oscilar alrededor de su posición original.

Las ondas sonoras son ondas longitudinales que se propagan en el interior de un material en forma de fluctuaciones de presión. Las partículas del medio se mueven de un lado a otro en la misma dirección que se propaga la onda comunicando este movimiento a las partículas adyacentes, de manera que las variaciones de presión se propagan alejándose de la fuente con una cierta velocidad, diferente según el medio (por ejemplo, del orden de 330 m/s en el aire y 1.500 m/s en el agua).

Las fuentes de sonido en el mar son muchas y variadas, por ejemplo:

- Rompiente de las olas.
- Interacciones no lineales entre ondas de gravedad que se atraviesan entre sí (conocido como "microsismos").
- Precipitación (lluvia, nieve o granizo).
- Actividad geológica o meteorológica violenta, como rayos, huracanes, terremotos o erupciones volcánicas.
- Otros procesos físicos asociados con el comportamiento del hielo en la superficie del mar.
- Mamíferos marinos y otros organismos.
- Fuentes antropogénicas, como sonares, embarcaciones o actividad industrial.

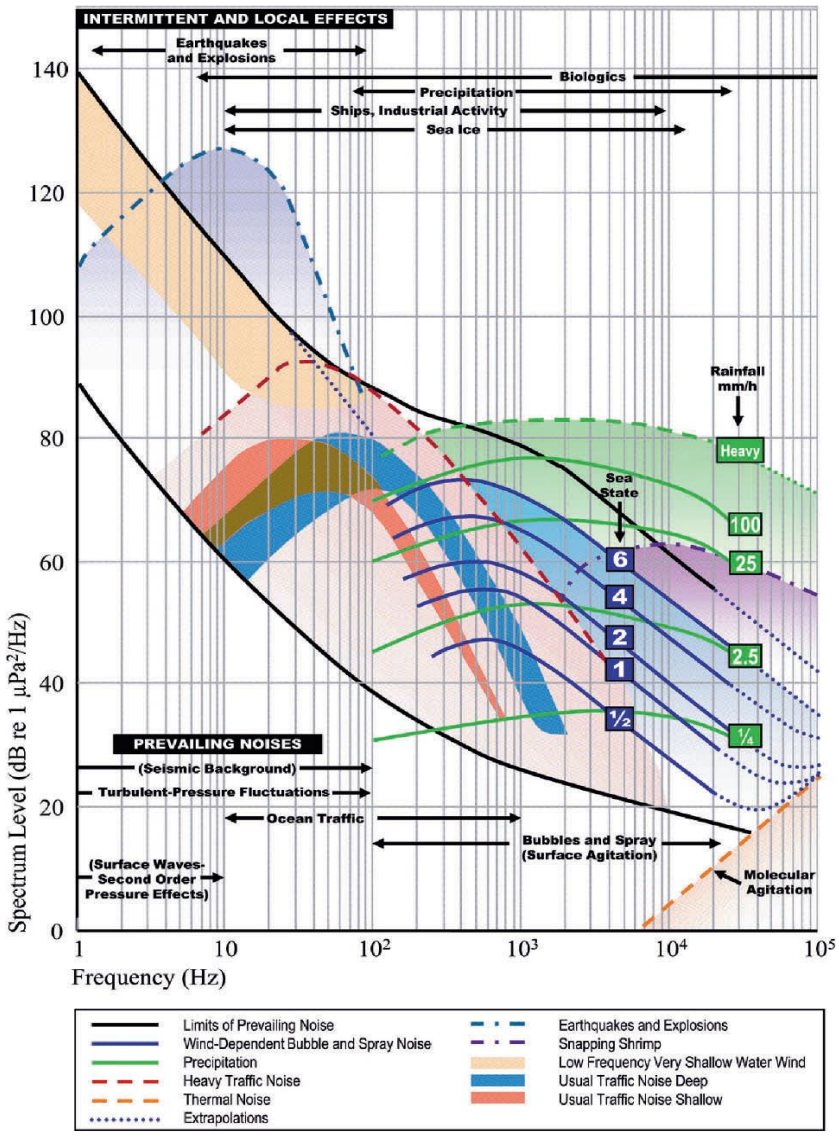
En la Figura 35 (Ainslie, 2010) se muestra un gráfico compuesto de los niveles típicos del espectro de ruido ambiental ilustrando la naturaleza variada de las fuentes de ruido submarino. Diferentes partes del espectro tienden a estar dominadas por fuentes de ruido diferentes pero específicas. Por ejemplo, entre 300 Hz y 100 kHz, la fuente dominante de ruido suele estar relacionada con el viento, mientras que a una frecuencia ligeramente más baja (30-300 Hz) el componente más fuerte suele ser debido al tráfico distante de embarcaciones. El ruido de la lluvia, cuando está presente, tiende a alcanzar un pico de unos pocos kilohercios.

El ruido biológico puede ser de banda ancha, pero también puede contener picos espectrales fuertes (por ejemplo, alrededor de 20 Hz debido a las ballenas azules y las ballenas de aleta (rorcuales).

Existe una creciente evidencia de que los niveles de sonido de baja frecuencia en el mar (alrededor 40 Hz) han aumentado en promedio hasta 3 Db por década en el período entre 1965 y 2003 (McDonald et al., 2006).

Este aumento se atribuye a una duplicación del número de buques comerciales durante ese período (de 41.900 a 89.900 buques) y un aumento de casi cuatro veces en su arqueo bruto (de 160 a 605 millones de toneladas).

Se ha observado un aumento comparable en los niveles pico en el espectro asociados con ballenas (McDonald et al., 2006). En el mismo periodo la frecuencia pico de vocalizaciones de ballenas azules observadas se redujo de 22 Hz a 16 Hz.



INTERMITTENT AND LOCAL EFFECTS: EFECTOS INTERMITENTES Y LOCALES
Earthquakes and Explosions: Temblores y Explosiones
Biologics: Biológicas
Precipitation: Precipitación
Ships, Industrial Activity: Barcos, Actividad Industrial
Sea Ice: Hielo marítimo
Rainfall: Lluvia
Sea State: Estado del mar (en Escala Beaufort)
PREVAILING NOISES: RUIDOS PREDOMINANTES
Seismic Background: Fondo Sísmico
Turbulent-Pressure Fluctuations: Fluctuaciones de presión turbulenta
Ocean Traffic: Tráfico Oceánico (embarcaciones)
Bubbles and Spray (Surface Agitation): Burbujas y Aerosoles (Agitación Superficial)
Surface Wav–s - Second Order Pressure Efects: Olas de Superficie – Efectos de Presión de Segundo Orden)
Molecular Agitation: Agitación Molecular
Spectrum Level: Nivel Espectral
Frequency: Frecuencia
Limits of Prevailing Noise: Límites del Ruido Predominante
Wind-Dependent Bubble and Spray Noise: Ruido de Burbujas y Aerosoles Dependiente del Viento
Heavy Traffic Noise: Ruido por Tráfico Intenso
Thermal Noise: Ruido Térmico
Extrapolations: Extrapolaciones
Snapping Shrimp: Chasqueo por Camarones (sonido emitido en conjunto por colonias de crustáceos)
Low Frequency Very Shallow Water Wind: Ruido de Baja Frecuencia por Viento en Aguas Muy Poco Profundas
Usual Traffic Noise Deep: Ruido del Tráfico Habitual en Aguas Profundas
Usual Traffic Noise Shallow: Ruido del Tráfico Habitual en Aguas Poco Profundas

Figura 35. Espectro típico de ruido ambiente marino (Ainslie, 2010, adaptado de Wenz, 1962).

7.1.2 Las Octavas y los Tercios de Octavas

El término de octava se toma de una escala musical, correspondiendo al intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia dada y el doble de ésta. La octava se puede dividir en intervalos más pequeños como la media octava o el tercio de octava, obtenidos dividiendo por 2 ó 3, respectivamente, el segmento que representa una octava en una escala logarítmica.

Entonces el tercio de octava es el intervalo de frecuencias comprendido entre la frecuencia dada y la calculada multiplicando ésta por $2^{1/3}$. El análisis en tercios de octava es frecuente porque se aproxima al procesado espectral del oído humano, por lo que es la mejor idea que se tiene del funcionamiento del oído de otros mamíferos.

En una escala logarítmica todas las octavas tienen la misma longitud. La relación entre los intervalos geométricos que corresponden a una octava y a un tercio de octava es $(\log 2)/(\log 2^{1/3})$, que es exactamente igual a 3, de ahí su nombre.

La posición de cualquiera de estos intervalos suele indicarse dando la frecuencia central (f_c) del intervalo en la escala logarítmica, lo que corresponde a la media geométrica entre sus frecuencias inicial (f_{ini}) y final (f_{fin}). Por lo tanto, las relaciones entre estas frecuencias para cada tipo de intervalo son las siguientes:

Octava: $f_c = f_{ini}\ \sqrt{2} = f_{fin} / \sqrt{2}$

Tercio de Octava: $f_c = f_{ini}\ 2^{1/6} = f_{fin} / 2^{1/6}$

La lista estándar de frecuencias centrales de los tercios de octava contiguos se obtiene partiendo de una frecuencia central de 1 kHz, dividiendo o multiplicando por el factor $2^{1/3}$ todas las veces que haga falta para abarcar el espectro completo de la señal y redondeando los valores resultantes.

La serie de frecuencias de tercios de octava entre 100 y 1.000 Hz es la siguiente: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000 Hz.

7.1.3 Comparación de Niveles Sonoros en Aire y Agua

Dado que la impedancia acústica del medio (z), que es la resistencia que opone a las ondas sonoras que se propagan, es distinta en el mar ($1{,}5\cdot10^6$ Rayls o Pascal.s/m) que en el aire (415 Rayls), y que la relación entre la intensidad y la presión en campo libre viene dada por la expresión $I=p^{2}/z$, una misma presión ejercida en el mar provoca una intensidad 36 dB mayor que en el aire ($10\cdot\log(1{,}5\cdot10^6/415)\approx 36$ dB).

Por lo tanto, hay dos razones principales por las que no se pueden transformar directamente los niveles sonoros en el mar y en el aire.

La primera se debe a que las variaciones de la densidad y velocidad del sonido en cada medio provocan cambios en la transmisión de la presión acústica. Para corregir estos efectos hay que sumar 36 dB al nivel medido en aire.

La segunda razón viene dada por los distintos niveles de referencia utilizados para calcular el nivel de las señales en agua (re. 1 µPa) y en aire (re. 20 µPa), que se traduce a 26 dB.

Por tanto, como consecuencia de los cambios en la presión de referencia y en la impedancia del medio, una presión p provocará una intensidad I (dB) en el aire y una intensidad I + 62 dB en el mar.

En el aire, una exposición corta a 140 dB se considera como el umbral aproximado para un daño permanente en los seres humanos.

Sin embargo, dado que no se conocen las adaptaciones de la fisiología acústica de la fauna marina para recibir el sonido, lo más prudente es no realizar extrapolaciones sobre los impactos que los mismos niveles de sonido podrían tener en mar y aire. Por tal motivo, se han efectuado estudios específicos sobre los impactos sobre la biota marina.

7.1.4 Emisión Sonora Submarina de las Embarcaciones

- **Fuentes de Emisión de Sonido Submarino**

Las principales fuentes de ruido submarino del proyecto en evaluación son las siguientes:

- Sonido emitido por los propulsores de los buques metaneros.
- Sonido emitido por los remolcadores.

El sonido submarino generado por una embarcación es continuo durante el período en el que está navegando.

La propagación del sonido en el mar es dependiente de la profundidad de la fuente, la profundidad del agua, su salinidad y temperatura, así como de las propiedades geoacústicas de los sedimentos del fondo marino, todo lo cual es evaluado a través de modelización matemática.

La descripción de estas fuentes de emisión requiere conocer elementos básicos de acústica submarina, los cuales se describen a continuación.

- **Terminología**

Pulsos

Los Pulsos son tipos de sonidos breves, de banda ancha, atonales (sin frecuencias predominantes) y transitorios, caracterizados por un rápido aumento de la presión del ambiente a la presión máxima, y por una corta duración (al menos cerca de la fuente), por ejemplo, explosiones, disparos, pulsos de los cámaras de aire comprimido y golpes de hincado de pilotes.

Sonidos Intermitentes o Continuos (No Pulsaciones)

Son tipos de sonido que pueden ser tonales, de banda de frecuencias ancha o ambos. Si bien pueden tener corta duración, carecen de los tiempos de aumento rápido de los pulsos. Los no pulsos incluyen aquellos sonidos de buques, aviones, perforación y sistema sonar activo.

Intensidad de Sonido

La Intensidad de Sonido se define como la potencia acústica por unidad de área en la dirección de propagación de la onda. Es una medida de la energía transportada por unidad de área. La intensidad es proporcional al cuadrado de la presión acústica y por lo general, se mide en µPa (micropascal).

Duración

La duración es la extensión temporal de un sonido, medido por lo general, en segundos.

Nivel de la Fuente (SL)

El nivel de la fuente es el nivel recibido medido o calculado a una distancia nominal de 1 m de la fuente. Se expresa en dB re 1 µPa a 1 m o en bar-m. Para las fuentes de más de algunos centímetros (hélices de barcos, cámaras de aire comprimido, etc.), la presión se mide a una cierta distancia (rango), y se aplica un modelo de propagación del sonido para calcular cómo hubiera sido la presión sonora a 1 m de la fuente si está se comportase como una fuente puntual.

- **Métricas de Evaluación Acústica**

Fuerza de la Fuente

En el caso de una fuente sísmica marina como la utilizada para los perfiles sísmicos verticales, la fuerza de la fuente es la presión acústica máxima irradiada por una medida en MPa-m (megapascals referidos a 1 m de la fuente), o en Bar-m, sea en una banda de frecuencias determinada o en la totalidad de las frecuencias significativas. La conversión es 1Mpa = 10 Bar.

Nivel de Presión Sonora (SPL) en dB (decibel)

Dado que los aparatos auditivos de humanos y de animales perciben un rango muy amplio de presiones, el sonido se mide en una escala basada en el logaritmo de las razones entre las presiones medidas y una presión de referencia. Si bien es posible medir intensidades sonoras directamente, es más sencillo medir presiones y luego convertirlas en intensidades, las cuales son proporcionales a la presión al cuadrado.

Se utiliza la escala de decibelios (dB) para que el nivel de presión sonora (Sound Pressure Lev–l - SPL) de un sonido de presión *p* sea

$$SPL(dB) = 10\log\left(\frac{p^2{}_{rms}}{p^2{}_{ref}}\right) = 20\log\left(\frac{p_{rms}}{p_{ref}}\right)$$

Donde: p_{ref} es una presión de referencia y p_{rms} es el valor cuadrático medio de la presión (root mean square), que es un valor promedio en la duración del pulso.

La unidad Bel debe su nombre al inventor norteamericano Alexander Graham Bell (1847-1922).

El concepto de decibelio (dB) carece de significado físico a menos que se indique la magnitud de referencia. La literatura técnica y científica normalmente mide el sonido en agua en decibeles (dB) relativos a 1 microPascal (1 μPa). Cabe mencionar que en el aire se utiliza como referencia una presión sonora eficaz de 20 μPa, que es aproximadamente el umbral de audición humana a 1 kHz, por lo que el valor en aire para igual presión es aproximadamente 26 dB más bajo que en agua. En consecuencia, los valores en aire y en agua no se pueden comparar.

Los niveles sonoros expresados en decibeles tienen diversas ventajas:

- Los cocientes entre presiones o intensidades simplifican el tratamiento de cantidades con grandes rangos de variación.
- Los logaritmos simplifican los cálculos ya que multiplicaciones y divisiones se transforman en suma y restas.
- El mecanismo por el cual el oído procesa sonidos relativos se aproxima a la escala logarítmica.

En acústica submarina, el nivel sonoro emitido se especifica a 1 m de la fuente. Por lo tanto, la referencia adecuada de niveles sonoros debe incluir el número de decibeles, el nivel de referencia y la distancia a la fuente, aunque se suelen emplear diferentes formas de indicarlo, por ejemplo:

SPL = 200 dB re 1μPa @1m o 200 dB re 1μPa a 1m o 200 dB re 1μPa-1m o 200 dB re 1μPa-m que significa 200 dB, relativos a 1μPa, a 1 m de la fuente.

Presión Acústica Pico a Pico (p-p)

La presión acústica puede expresarse por medio de diferentes unidades.

En geofísica se utiliza con frecuencia la presión pico a pico (p-p), que se expresa en MPa-m (o Bar-m) y significa la diferencia entre el pico positivo y el pico negativo del pulso acústico generada por el arreglo.

Esta nomenclatura aplicada a un arreglo sísmico como el empleado para los perfiles sísmicos verticales (VSP) expresa la presión acústica que generan las fuentes del arreglo, como si estuviera concentrada en un punto (nominal), y por lo tanto se indica como presión acústica en Bar @ 1 m de la fuente (arreglo).

El valor de p-p en Bar-m se puede convertir al nivel sonoro de la fuente SPL en dB re 1 μPa-m de la siguiente manera:

SPL (dB re 1μPa-m) = 20 log (p-p) + 220

En valor indicado de 220 dB re 1μPa-m es el valor más bajo de SPL (Sound Pressure Level) emitido por una fuente pequeña típica con una presión de 1 Bar-m, debido al cambio de unidades de Bar-m con respecto al valor de referencia de 1μPa-m.

En efecto, si la presión emitida por una fuente individual es igual a 1 bar-m, el SPL es 20log (1 bar-m/1μPa-m) = 20log(10^{11} μPa-m / 1 μPa-m) = 20log(10^{11}) = 220 dB re 1μPa-m.

Es necesario tener en cuenta que este es un valor teórico a un metro de la fuente, el cual no es realmente alcanzado, sino que se usa para evaluar la propagación del sonido a distancias mayores.

Presión Acústica Cero a Pico (0-p) (SPLpeak)

La presión acústica cero a pico (0-p) representa a la amplitud medida entre el cero y el pico positivo.

Típicamente, los valores del SPL calculados a partir de la presión acústica p-p son aproximadamente 6 dB mayores que aquellos calculados a partir de la presión acústica 0-p, siendo este valor exacto en caso de que ambos picos tengan igual intensidad (Greene 1998; McCauley y otros 1998, 2000).

Dado que los umbrales de afectación a la biota se expresan en función de la presión acústica cero a pico, todo el análisis se realizará utilizando esta métrica.

A intensidades elevadas, el $SPLpeak$ puede ser una métrica válida para evaluar si pueden producirse lesiones potenciales debido a una señal o evento sonoro; sin embargo, dado que no tiene en cuenta la duración de un evento sonoro, no es el indicador más adecuado de la intensidad percibida.

Presión Acústica rms (root mean square)

Como se indicó previamente, la presión acústica (rms) representa el promedio de la presión acústica sobre la duración del pulso.

Matemáticamente, es la raíz cuadrada de la integral en el tiempo de la presión al cuadrado:

$$p_{rms} = \sqrt{(\frac{1}{T}\int_0^T |p(t)|^2 dt)}$$

Donde: *T* es la duración de la señal y p(t) son los valores de presión de esta.

El $SPLrms$ ($dB\ re\ 1\mu Pa$) es una medida de la presión media o de la presión efectiva durante la duración de un evento acústico, como la emisión de un pulso acústico, la vocalización de un mamífero marino, el paso de una embarcación, o un intervalo de tiempo fijo.

$$SPL_{rms} = 10.log_{10}\left(\frac{1}{T}\int_0^T p^2(t)\,dt/p_0^2\right)$$

Dado que la longitud de la ventana T, es el divisor, los eventos más dispersos en tiempo tendrán un $SPLrms$ más bajo para la misma densidad de energía acústica total.

En los estudios sobre el sonido impulsivo, T suele definirse como la duración intervalo en el que la curva de energía del pulso aumenta del 5% al 95% de la energía total. El SPL calculado en este intervalo, T90, se denomina comúnmente el 90% de $SPLrms$ (dB re 1 µPa).

La comparación entre valores de presión acústica medidos en un mismo punto y generados por el mismo arreglo, expresados en escala logarítmica (decibeles), muestran valores del SPL(rms) típicamente de 10 a 12 dB menores que aquellos 0-p – SPLpeak (Greene, 1998; McCauley y otros, 1998, 2000).

Dado que los valores rms dependen de la duración del pulso y ésta depende de la distancia a la fuente y de las condiciones de propagación del medio, el cálculo de los valores rms requiere especificar todas las variables para hacer comparaciones adecuadas entre unidades.

Estimación del SPLpeak para fuentes sonoras continuas

Para fuentes de ruido continuo ideales con una señal tonal sinusoidal, el $SPLpeak$ es 1,46 dB mayor que el $SPLrms$. Sin embargo, para fuentes sonoras continuas de banda ancha, la relación puede ser diferente. La presencia de picos en la serie temporal de presión de una fuente acústica continua es un fenómeno aleatorio y no puede modelarse matemáticamente.

El enfoque más sólido sería estimar la diferencia entre la métrica $SPLpico$ y $SPLrms$ de la señal a partir de datos empíricos. El análisis de los datos acústicos registrados por JASCO[1] en los buques muestra que, en promedio, la diferencia entre los valores $SPLrms$ y $SPLpico$ para una señal de una fuente sonora continua es de aproximadamente 10 dB.

En consecuencia, el campo $SPLpeak$ para una fuente sonora continua se estimó a partir del campo $SPLrms$ utilizando la fórmula:

$SPLpeak = SPLrms + 10$

Nivel de Exposición Sonora SEL (Sound Exposure Level)

El SEL es una medida de la energía de una señal acústica, por lo que depende tanto de su amplitud como de la duración de esta. Se calcula como la integral de los valores de presión instantánea al cuadrado, normalizada a una presión de referencia al cuadrado, durante 1 segundo.

Así, para medidas de sonido submarino el SEL está referenciado a 1 µPa²s. La fórmula es la siguiente:

$$SEL = 10\ log(\int_0^T |p(t)|^2 dt)$$

Donde: *T* es la duración de la señal y p(t) son los valores de presión de esta.

[1] https://www.jasco.com/

Las unidades del SEL son μPa^2 /Hz o μPa^2 s

Es una métrica útil para evaluar la exposición acumulada, ya que permite que los sonidos de diferente duración, a veces con múltiples exposiciones, sean comparados en términos de energía total. Existen métodos para sumar la energía en exposiciones múltiples para generar un valor de "exposición equivalente" único, que generalmente no supone recuperación de audición entre exposiciones repetidas.

Tanto el SEL como el SPL(rms) se calculan a través de la integral de la presión al cuadrado, por lo que están relacionados por una expresión simple que depende solamente de la duración *T* del pulso de energía (en segundos):

$$SPL(rms) = SEL - 10 \log10(T)$$

Si bien las unidades del SEL y del SPL son diferentes, el valor numérico del SEL es típicamente de 20 a 25 dB inferior a SPLpeak y de 10 a 15 dB inferior a la presión SPL(rms) para señales de una duración *T* entre 30-100 ms (= tiempo de integración).

Para señales que duran 1 s, los valores SEL y SPL(rms) concuerdan, tal como surge de la ecuación, al ser el Log10(1)=0 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2012). Esto puede ser representativo de lo que ocurre a distancias de una fuente sísmica mayores de 10 km, dado que los componentes individuales de la forma de onda no se diferencias, y junto con múltiples reflexiones, la forma de onda general puede durar del orden de un segundo.

Para la caracterización de sonido continuo, como el de los buques, la ventana de tiempo T, sobre la que se produce la integración de la energía acústica se toma como 1 s. En este caso, el $SPLrms$ es igual al SEL.

Nivel de Exposición al Sonido Acumulado (SELCUM)

Cuando se presentan múltiples ondas de presión acústica transitorias, por ejemplo, durante hincado de pilotes u operaciones sísmicas, el Nivel Total de Exposición al Sonido o Nivel de Exposición al Sonido Acumulado ($SELCUM$), puede determinarse sumando los SEL individuales. En el caso de una fuente continua como son los propulsores de las embarcaciones, se considera la acumulación del SEL en cada segundo durante el período de integración, que se adopta como 24 horas.

Durante este período se asume una velocidad de nado de los animales. Al irse alejando el animal de la fuente la exposición al sonido se va reduciendo, y este cálculo se realiza para estimar cual sería la distancia inicial mínima necesaria para que el animal no sufra lesiones.

7.2 CÁLCULO DEL SONIDO SUBACUATICO DE LAS EMBARCACIONES

7.2.1 Sonido Generado por las Hélices

El sonido subacuático que irradian las embarcaciones se produce principalmente por la cavitación de las hélices y los propulsores, con una fracción menor de sonido transmitido a través del casco, producida por los motores, engranajes y otros sistemas mecánicos. Los niveles de sonido tienden a ser más altos cuando se utilizan los propulsores para posicionar el buque y cuando éste transita a altas velocidades. La firma sonora de un buque depende del tamaño del buque, de la potencia, del sistema de propulsión y de las características de diseño del sistema en cuestión (por ejemplo, la forma y el tamaño de las palas).

Un buque produce energía acústica de banda ancha de baja frecuencia con la mayor parte de la energía emitida por debajo de los 1000 Hz. El sonido de la maquinaria de a bordo, especialmente el sonido por debajo de los 200 Hz, domina el espectro sonoro antes de que comience la cavitación, normalmente en torno a los 8-12 nudos en muchos buques comerciales (Spence y otros, 2007).

Si el sistema de propulsión de un buque está sometido a una fuerte carga (aceleración, posicionamiento dinámico) el sonido producido por el proceso de cavitación en las hélices dominará otras fuentes de sonido del buque (maquinaria, vibración del casco, etc.) (Leggat y otros, 1981).

La potencia acústica de las hélices es proporcional al número de palas, al diámetro de la hélice y a la velocidad de la punta de la hélice. Basándose en un análisis de datos acústicos, Frazer (1986) proporcionó la siguiente fórmula para los niveles sonoros de la hélice de un buque:

$$SL = \begin{cases} 10log\left[\frac{D^6(60n)^6N}{4}\right] - 6 & f < 100\ Hz \\ 10log\left[\frac{D^6(60n)^6N}{4}\right] + 34 - 20logf & f \geq 100\ Hz \end{cases}$$

Donde: SL es el nivel sonoro de la fuente en función de la frecuencia, D es el diámetro de la hélice, n velocidad de giro de la hélice en revoluciones por segundo, N es el número de palas y f la frecuencia (frecuencias centrales, en un tercio de octava de banda).

Si el buque está equipado con múltiples propulsores, el nivel de fuente combinado para un grupo de propulsores que operan juntos puede estimarse utilizando la fórmula:

$$SL_{Total} = 10log\sum_i 10^{SLi/10}$$

Donde: SLi es el nivel espectral de las fuentes individuales.

Si el buque está equipado con el mismo tipo de hélices, el nivel de fuente combinado resulta:

$$SL_{Total} = 10logN + SL$$

Donde: N es el número de hélices del mismo tipo.

7.2.2 Embarcaciones Consideradas como Fuentes Acústicas

Se ha modelado la Pérdida por Transmisión del sonido generado en simultáneo por los propulsores de un buque metanero, dos remolcadores principales, un remolcador secundario y una lancha de transporte, con un criterio sumamente conservativo. Si bien las fuentes se encontrarán evolucionando en diferentes posiciones, por practicidad se las ha considerado como concentradas en un punto, lo cual también resulta conservativo.

7.2.3 Sonido Emitido por cada una de las Embarcaciones Consideradas

- **Buques de Transporte de GNL**

Las estimaciones del nivel sonoro y del espectro de amplitud de los propulsores de estos buques se obtuvieron a partir de las características de un buque típico conservativo.

El sistema de propulsión puede constar de una sola hélice, normalmente de 5 palas colocadas en una tobera, o bien de dos hélices, pudiendo ser de 3, 4 o 5 palas. Dado que el ruido generado es proporcional al número de palas, se ha considerado una condición conservativa de un buque con dos hélices de 5 palas.

Los parámetros de las hélices seleccionadas son los siguientes:

- Diámetro de la hélice de 8,6 m
- 80 rpm de velocidad nominal de la hélice
- Número de palas: 5

Se ha supuesto que los dos propulsores funcionan a la velocidad nominal, siendo omnidireccionales, y que la profundidad respecto a la superficie del agua es del orden de 6 metros considerando el buque descargado.

La Figura 36 muestra el Nivel Sonoro RMS ($SPLRMS$) de 1/3 de octava de banda, combinado para las 2 hélices del buque de transporte de GNL, utilizando las características de los propulsores indicadas. Las cruces corresponden a las frecuencias centrales en 1/3 de octava de banda.

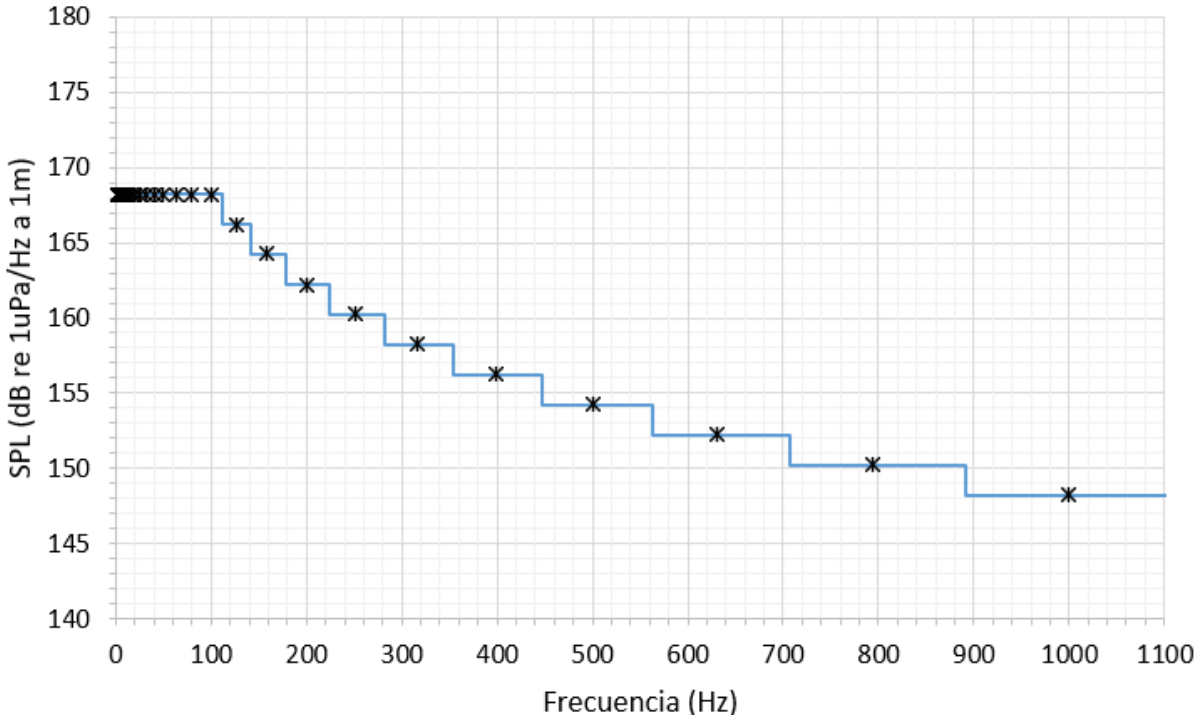


Figura 36. SPLrms combinado para las 2 hélices del buque de transporte de GNL, en frecuencias centrales de un tercio de octava de banda.

- **Remolcadores Principales**

Las estimaciones de los niveles sonoros de los remolcadores se realizaron considerando una embarcación equipada con dos hélices de popa y otra en proa.

La posición vertical de los propulsores está a 4 m por debajo de la superficie del mar. Este tipo de propulsor y su configuración son típicos para este tipo de embarcación.

Los parámetros de los propulsores de popa son los siguientes:

- Diámetro de la hélice de 2,6 m
- 220 rpm de velocidad nominal de la hélice
- Número de palas: 4

Los parámetros para la hélice de proa son:

- Diámetro de la hélice de 1,45 m
- 250 rpm de velocidad nominal de la hélice
- Número de palas: 4

Se ha supuesto que los dos propulsores funcionan a la velocidad nominal, siendo omnidireccionales.

La Figura 37 muestra el Nivel Sonoro RMS ($SPLRMS$) de 1/3 de octava de banda, combinado para las 3 hélices del remolcador, utilizando las características de los propulsores indicadas previamente. Las cruces corresponden a las frecuencias centrales en 1/3 de octava de banda.

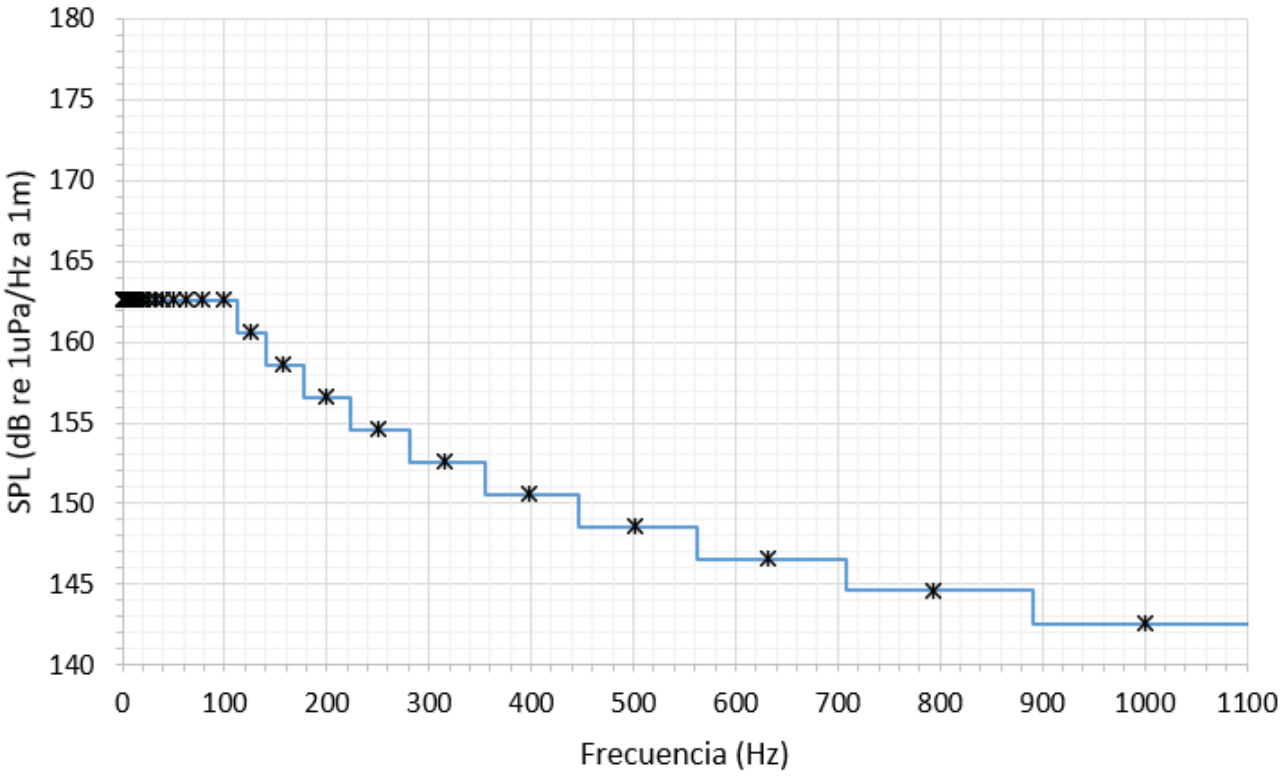


Figura 37. SPL_{rms} combinado para las 3 hélices de dos remolcadores Principales, en frecuencias centrales de un tercio de octava de banda.

- **Remolcador Secundario**

Las estimaciones de los niveles sonoros del remolcador Secundario se realizaron considerando una embarcación equipada con dos hélices de popa.

La posición vertical de los propulsores está a 2,7 m por debajo de la superficie del mar. Este tipo de propulsor y su configuración son típicos para este tipo de embarcación.

Los parámetros de los propulsores de popa son los siguientes:

- Diámetro de la hélice de 1,3 m
- 220 rpm de velocidad nominal de la hélice
- Número de palas: 4

Se ha supuesto que los dos propulsores funcionan a la velocidad nominal, siendo omnidireccionales.

La Figura 37 muestra el Nivel Sonoro RMS ($SPLRMS$) de 1/3 de octava de banda, combinado para las 2 hélices del remolcador, utilizando las características de los propulsores indicadas previamente. Las cruces corresponden a las frecuencias centrales en 1/3 de octava de banda.

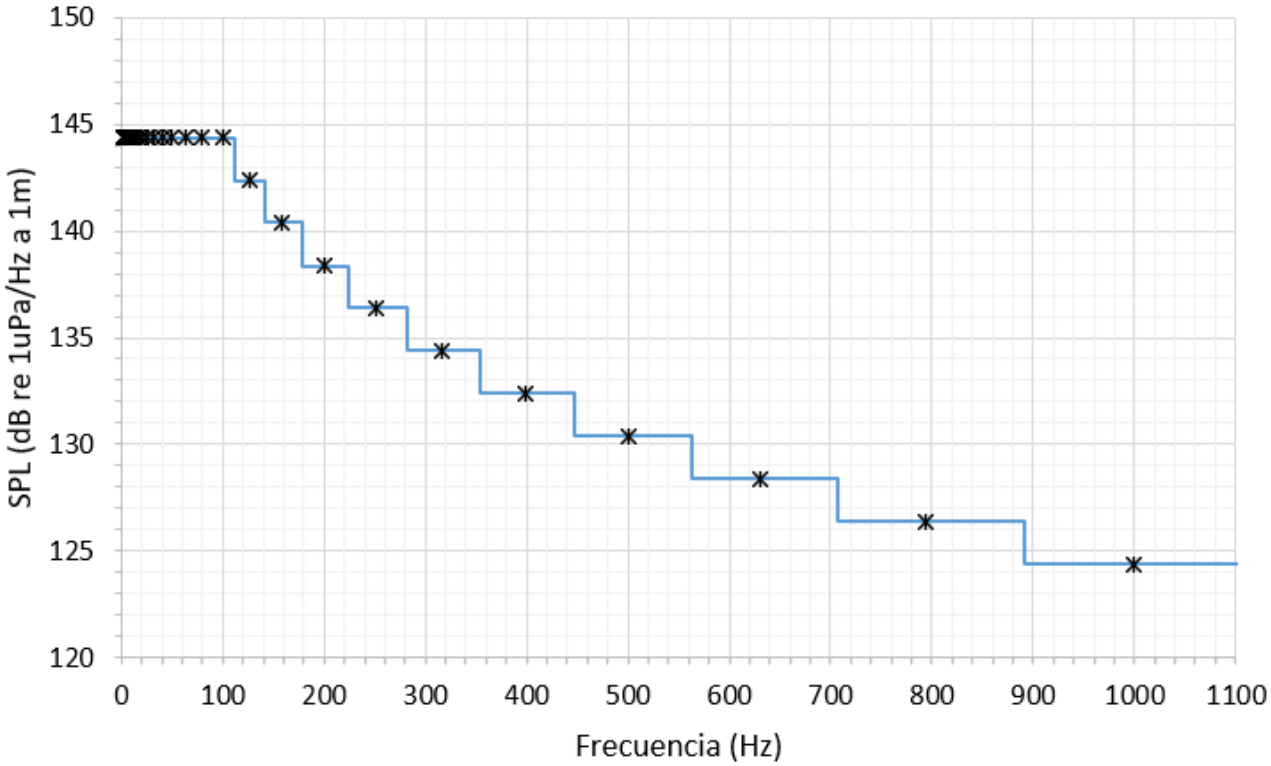


Figura 38. SPL_{rms} combinado para las 2 hélices del remolcador Secundario, en frecuencias centrales de un tercio de octava de banda.

- **Lancha de Apoyo**

Las estimaciones de los niveles sonoros de la lancha se realizaron considerando una embarcación equipada con dos hélices de popa.

La posición vertical de los propulsores está a 2,7 m por debajo de la superficie del mar. Este tipo de propulsor y su configuración son típicos para este tipo de embarcación.

Los parámetros de los propulsores de popa son los siguientes:

- Diámetro de la hélice de 1,5 m
- 250 rpm de velocidad nominal de la hélice
- Número de palas: 4

Se ha supuesto que los dos propulsores funcionan a la velocidad nominal.

La Figura 37 muestra el Nivel Sonoro RMS ($SPLRMS$) de 1/3 de octava de banda, combinado para las 2 hélices de la lancha, utilizando las características de los propulsores indicadas previamente. Las cruces corresponden a las frecuencias centrales en 1/3 de octava de banda.

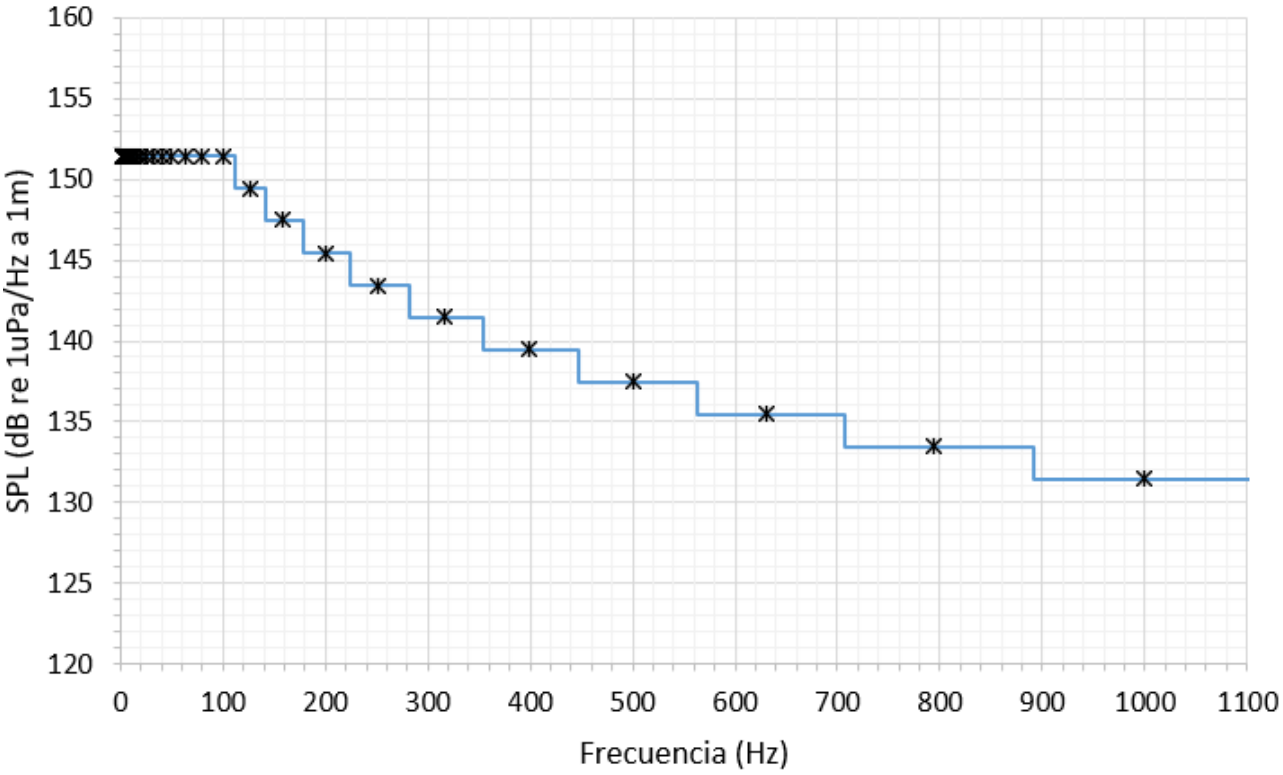


Figura 39. SPLrms combinado para las 2 hélices de la lancha de apoyo, en frecuencias centrales de un tercio de octava de banda.

7.2.4 Sonido Emitido por la Totalidad de las Embarcaciones

La combinación del sonido emitido en forma simultánea por el buque metanero, los tres remolcadores y la lancha de apoyo, se presenta en la Figura 40.

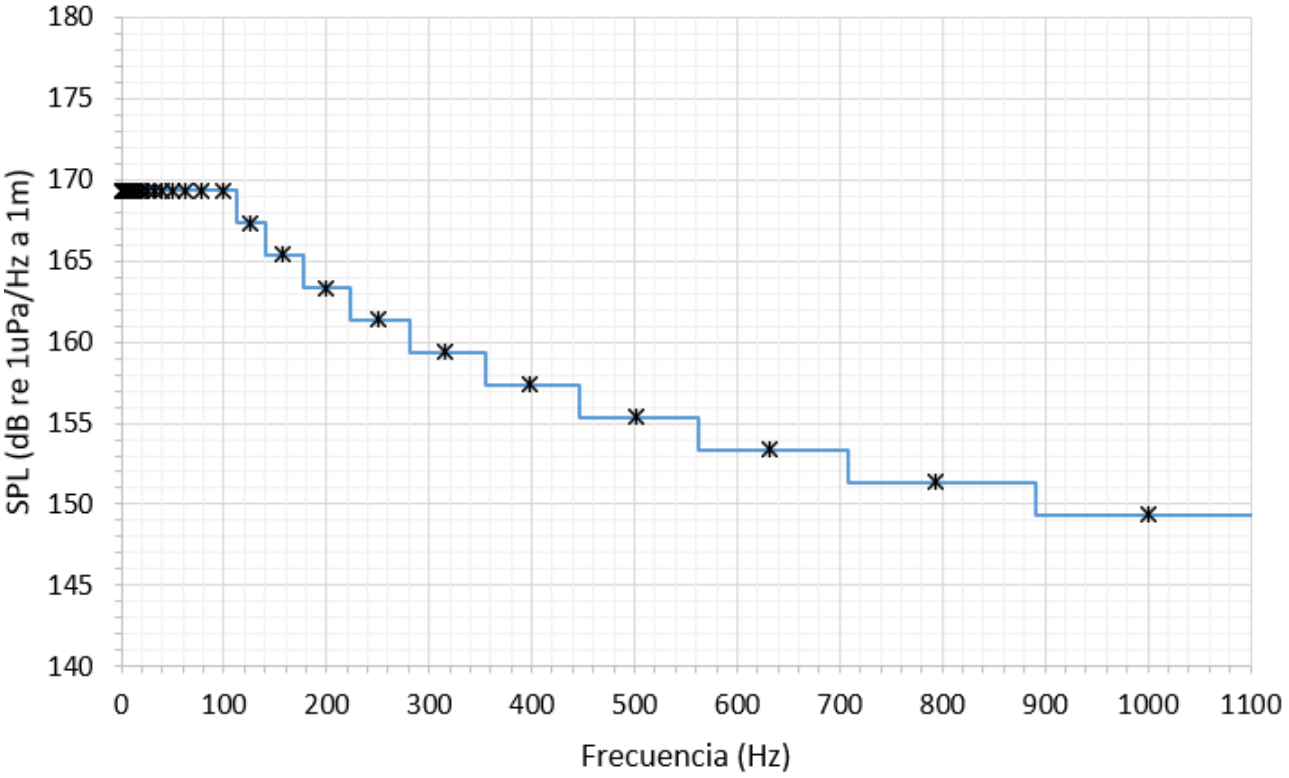


Figura 40. SPL_{rms} combinado para todas las embarcaciones simultáneamente, en frecuencias centrales de un tercio de octava de banda.

El mayor nivel de SPL combinado es poco más de 1 dB superior al que emiten las hélices del buque metanero, lo cual indica que esta es la fuente de sonido dominante.

Las frecuencias hasta 100 Hz son las que aportan la mayor cantidad de energía acústica al medio.

7.3 CONCEPTOS TEÓRICOS SOBRE LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO

Una señal sonora que se propaga a través del agua sufre diversos procesos que la debilitan.

La Pérdida por Transmisión (TL, del inglés Transmission Loss) expresa la disminución de la energía acústica o el debilitamiento de la señal a medida que se propaga por un medio, desde un punto ubicado sobre el eje acústico de la fuente, a 1 m de su “centro”, y un punto distante (a una distancia R).

La Pérdida por Transmisión incluye todos los efectos inherentes a la propagación del sonido en el mar, cada uno de los cuales es muy complejo, comprendiendo:

a) Spreading o dispersión geométrica, que consiste en el agrandamiento del frente de onda con la distancia;
b) atenuación, que incluye, entre otros fenómenos, a la absorción química, el scattering, la viscosidad y la filtración hacia fuera de los canales sónicos.

Las siguientes ecuaciones pueden utilizarse para un cálculo aproximado de cómo la energía sonora se disipa en función de la distancia R de la fuente.

Pérdida por Dispersión Geométrica Esférica – "Spherical Spreading"

Cuando el sonido puede propagarse sin obstáculos o interacciones en forma uniforme en todas las direcciones, TL se calcula mediante la siguiente expresión:

$$TL_{esferico}(dB\ re\ 1m) = 20.log(\frac{R}{1m})$$

Pérdida por Dispersión Geométrica Cilíndrica – "Cylindrical Spreading"

Cuando la distancia R ≥ H (donde H es la profundidad del agua), el sonido no puede propagarse en todas las direcciones como una onda esférica, sino como una onda cilíndrica que está limitada por el fondo marino y la superficie del mar. En este caso, TL puede calcularse como:

$$TL_{cilindrico}(dB\ re\ 1m) = 10.log(\frac{R}{1m})$$

En general, cerca de la fuente y hasta alcanzar el lecho (según sea la profundidad del agua H), en un medio homogéneo el sonido se puede propagar en forma esférica, y luego para un rango R mayor que H se puede propagar en forma cilíndrica. A modo de ejemplo, para R = 1.000 m, el logaritmo es igual a 3, $TL_{esferico}$ = 60 dB, $TL_{cilindrico}$ = 30 dB. En ciertos casos, la propagación combinada puede ser cercana a un patrón intermedio, representado por un factor 15 en la fórmula [1].

A lo largo del presente capítulo se representarán en los gráficos los tres patrones de Pérdida por Transmisión teóricos únicamente como marco de referencia, al sólo efecto de permitir visualizar a qué condiciones de dispersión geométrica se asemejan los resultados de las modelizaciones de las Pérdidas por Transmisión (o Propagación) del sonido presentadas.

En distancias menores a la profundidad de agua, las propagaciones suelen ser similares a las de tipo esférico, mientras que, para distancias mayores, la tendencia se asemeja más a una propagación intermedia.

Atenuación del Sonido

La atenuación del sonido se produce porque la vibración de las moléculas de agua genera calor, disipando la energía, y por otros procesos debidos a la absorción del medio, la dispersión o scattering de las ondas por las partículas en suspensión. En este proceso es irrelevante a frecuencias por debajo de 10.000 Hz (Urick, 1983).

La atenuación del sonido se suele expresar a través de la siguiente ecuación en función del rango:

$$TL_{atenuación}\ (dB) = -\alpha\ R$$

El coeficiente de atenuación α se expresa en dB/km y R en km.

La atenuación del sonido con la distancia es función de la frecuencia, siendo más fuerte para frecuencias altas. No obstante, la atenuación aumenta con la frecuencia en forma sensible, sólo para frecuencias mucho más altas que las empleadas en los arreglos sísmicos.

Por otro lado, estos mecanismos de atenuación no son bien conocidos para frecuencias menores a 100 Hz, como se indica en la Figura 41 (Jensen, 2011).

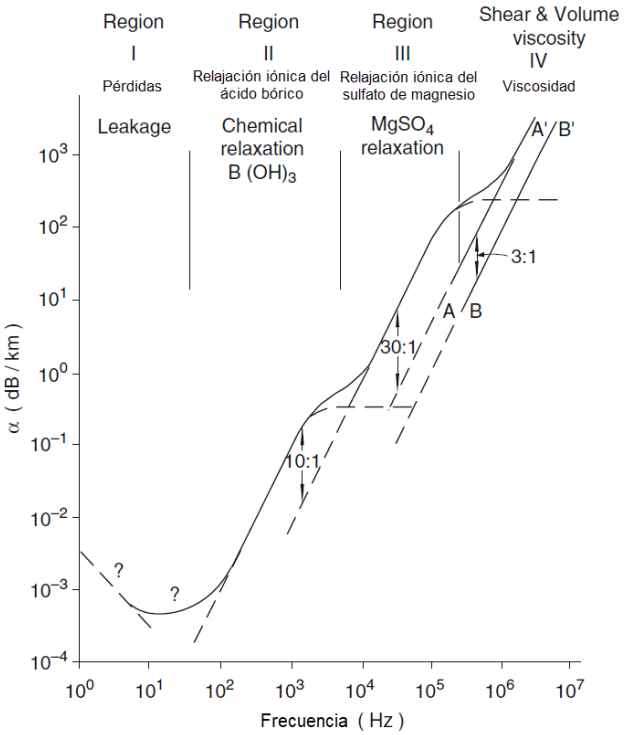


Figura 41. Regiones de los diferentes procesos dominantes de atenuación del sonido en el mar.

La viscosidad es la mayor causa de atenuación del sonido a altas frecuencias en agua marina (por encima de los 100 kHz). La relajación iónica del ácido bórico (hasta los 10 kHz) y del sulfato de magnesio (10 kHz-100 kHz) genera importantes absorciones del sonido en agua marina en estas frecuencias.

La atenuación por absorción puede estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = 0.106\frac{f_1 f^2}{f_1^2 + f^2}e^{(pH-8)/0.56} + 0.52\left(1+\frac{T}{43}\right)\frac{S}{35}\frac{f_2 f^2}{f_2^2 + f^2}e^{-z/6}$$
$$+ 4.9\times10^{-4} f^2 e^{-(T/27+z/17)}$$

$f_1 = 0.78(S/35)^{1/2}e^{T/26}$ $\quad f_2 = 42e^{T/17}$; f [kHz], α[dB/km]

Rango de Validez:
$-6 < T < 35$°C (S=35ppt, pH=8, z=0)
$7.7 < pH < 8.3$ (T=10°C, S=35ppt, z=0)
$5 < S < 50$ppt (T=10°C, pH=8, z=0)
$0 < z < 7$km (T=10°C, S=35ppt, pH=8)

Las condiciones típicas del área de estudio para la estación del año más conservativa (verano), corresponden a temperaturas superficiales entre aproximadamente 10º y 15º, y temperaturas en zonas profundas inferiores entre 1ºC y 4ºC y una salinidad media del orden de 34,1 ppt. Los valores obtenidos para una temperatura de 10ºC se presentan a modo de ejemplo en la Figura 42.

Recién a partir de los 1.600 Hz la atenuación por absorción comienza a ser del orden de 0,1 dB/km, y para 10 kHz ya supera 1 dB/km, con lo cual sólo su influencia para frecuencias de ese orden o superiores resulta muy significativa (lo cual es especialmente aplicable a la emisión sonora del Perfil Sismico Vertical). Se ha considerado la atenuación para todas las modelizaciones de Pérdida por Transmisión efectuadas.

Dentro del rango de frecuencias de interés, las variaciones de la atenuación para salinidades y temperaturas mínimas y máximas dentro del perfil en profundidad son absolutamente despreciables a los efectos prácticos.

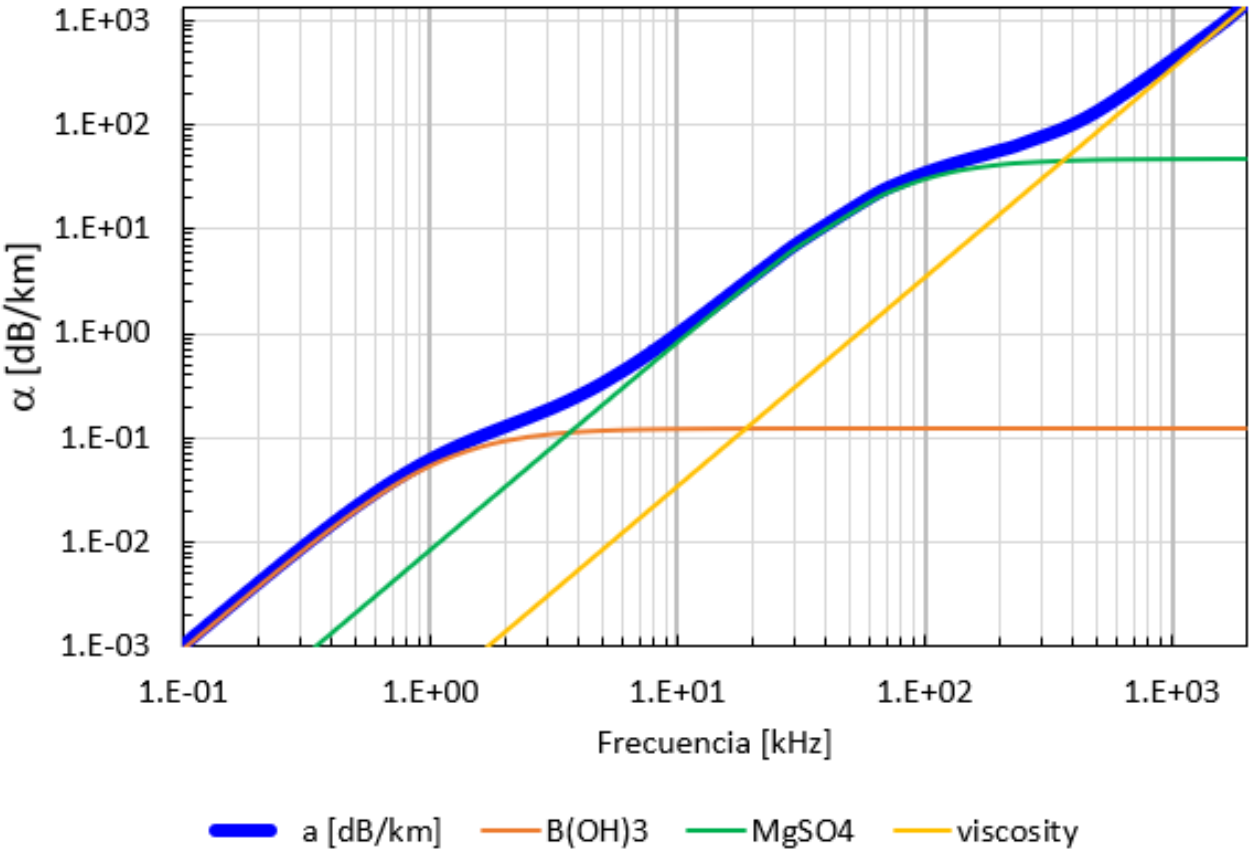


Figura 42. Pérdidas por absorción en función de la frecuencia según la dominancia de los efectos de: ionización del Ácido Bórico ($B(OH)_3$) y de moléculas de Sulfato de Magnesio ($MgSO_4$) y de la Viscosidad.

Reflexión y Refracción en el Lecho Marino

El rebote del sonido en el fondo marino puede extender el alcance de propagación de las ondas sonoras. El efecto de estos rebotes devuelve la energía sonora que había sido llevada hasta allí por refracción a través del agua, permitiendo transmisiones de mayor alcance.

A bajas frecuencias, parte de la energía penetra en la capa de sedimentos del fondo del mar y desde aquí es refractada de nuevo a la frontera entre el agua y el fondo del mar, donde vuelve al agua. Esta refracción desde el fondo marino, que no es una reflexión, es el mecanismo predominante de retorno de energía. A frecuencias medias o altas (mayores de 1000 Hz), la reflexión es el mecanismo predominante de retorno de energía ya que la onda es reflejada en la capa de sedimentos del fondo marino sin penetrar en ella. Los principales factores que afectan a la transmisión por rebotes en el fondo son la frecuencia del sonido, la profundidad del agua, el ángulo de incidencia y la composición y relieve del fondo marino.

Nivel Recibido

A partir del espectro de energía de sonido o nivel de Exposición Sonora (SEL) para una dada frecuencia a 1 m de la fuente, denominado SL ("Source Level" en dB re 1μPa^2 /Hz re 1 m) y conociendo la Pérdida por Transmisión TL (R) (dB) a una cierta distancia R de la fuente, el nivel de SEL recibido, denominado RL, se puede calcular mediante la siguiente expresión simple:

$$SRL\ (dB\ re\ 1\mu Pa^2\ s) = SL - TL\ (R)$$

Esta expresión es válida también para evaluar el Nivel de Presión Acústica SPL a la distancia R de la fuente, a partir del valor a 1 metro.

7.4 MODELO MATEMÁTICO EMPLEADO

Existen diversos modelos numéricos disponibles para el cálculo de la propagación acústica. Estos incluyen el trazado de rayos, el modo normal y los modelos de ecuación parabólica. Cada uno tiene sus propias fortalezas y debilidades.

Algunos modelos son más adecuados para aguas poco profundas, otros para aguas profundas, algunos pueden lidiar con complejos perfiles de batimetría, otros requieren una profundidad de agua fija, algunos devuelven perfiles de intensidad de sonido vertical a través de la columna de agua, algunos pueden manejar ondas de corte, otros no. La elección del modelo de propagación depende del medio ambiente en cuestión. Para caracterizar una fuente con complejos componentes de frecuencia, el modelo elegido debe ejecutarse a varias frecuencias (McCauley et al, 2000).

El modelo empleado para la simulación acústica en frecuencias de hasta 1.000 Hz es el Range-Dependent Acoustic Model (RAM) (Jensen et al., 1994), el cual utiliza el método de la ecuación parabólica (PE), siendo éste muy apropiado, a bajas frecuencias, para resolver problemas de acústica oceánica en los que las propiedades físicas del medio varíen con la distancia (o sea, que sean dependientes del rango). La interfase empleada para es un programa que usa las últimas técnicas en modelado de PE. La interfase empleada para correr el modelo es la "Acoustic Toolbox User Interface and Post processor" (AcTUP V2.2L). RAM utiliza un algoritmo de Padé de pasos divididos para lograr una alta eficiencia y la capacidad de modelar la propagación en ángulos grandes desde la horizontal (la limitación habitual de los códigos PE).

RAM es apropiado para modelar la propagación de señales de baja frecuencia en entornos de batimetría y velocidad del sonido dependientes del rango incluyendo aguas profundas. Los parámetros que ingresan al modelo se relacionan principalmente con las propiedades acústicas del medio en el cual el sonido se propaga, tanto en agua como en los sedimentos del fondo marino.

7.5 NIVELES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS, PECES y TORTUGAS MARINAS

A fin de introducir adecuadamente los diferentes umbrales sonoros que pueden provocar pérdidas auditivas en los animales marinos que son consideradas en la evaluación de impactos, y a fin de definir las distancias sonorizadas con valores superiores a ellos, a continuación, se resumen los mismos.

Estos umbrales corresponden a pérdidas auditivas de los mamíferos marinos denominadas desplazamientos de umbrales (*Threshold shift*, TS), que pueden ser permanentes (PTS) o temporales (TTS):

- El desplazamiento permanente del umbral (PTS) es un aumento permanente e irreversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido. Esto se considera una lesión auditiva.

- El desplazamiento temporal del umbral (TTS) es un aumento temporal y reversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido.

En el caso de los peces, se consideran los valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria, correspondientes al nivel de mortalidad o mortalidad potencial.

Conforme a lo propuesto por Southall (2019) se considera una "métrica" dual para definir los umbrales de afectación, correspondiente a los valores de SPL pico, cuyo valor total es 255,2 dB re 1µPa-m, y a los valores de SEL, acumulados durante un cierto período de exposición a las emisiones sonoras.

Los códigos empleados para diferenciar los grupos auditivos de los mamíferos marinos se resumen en la siguiente Tabla 15.

Tabla 15. Grupos auditivos con sus rangos de audición.

Código	Grupo	Rango Auditivo Generalizado
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	7 Hz a 35 kHz
HF	Cetáceos de frecuencias altas	150 Hz a 160 kHz
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	275 Hz a 189 kHz
PW	Carnívoros Fócidos	50 Hz a 86 kHz
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	60 Hz a 39 kHz

Para estimar el SEL acumulado en las sucesivas emisiones, se "pondera" el valor del SEL emitido restando el nivel correspondiente a la capacidad auditiva de cada especie de mamíferos marinos.

Las funciones de audición (audiogramas) de las diferentes especies propuestas por el *National Marine Fisheries Service* (2016), tienen la siguiente forma:

$$G(f) = K + 10\log_{10}\left[\left(\frac{(f/f_{lo})^{2a}}{\left[1+(f/f_{lo})^{2}\right]^{a}\left[1+(f/f_{hi})^{2}\right]^{b}}\right)\right]$$

Donde: *G(f)* es la amplitud de la función de peso (en dB) a una frecuencia *f* (en Hz).

Los coeficientes de la fórmula de cálculo se presentan en la Tabla 2 y en la Figura 1. El rango de frecuencias donde su valor es prácticamente nulo es aquel en que la audición es óptima.

Tabla 16. Coeficientes de la formulación de cálculo de los Audiogramas por especie (Southall, 2019)

Grupo Auditivo		a	b	f_{lo} (Hz)	f_{hi} (Hz)	K(dB)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	1,0	2,0	200	19.000	0,13
HF	Cetáceos de frecuencias altas (o “medias”)	1,6	2,0	8.800	110.000	1,20
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas (o “altas”)	1,8	2,0	12.000	140.000	1,36
PW	Carnívoros Fócidos	1,0	2,0	1.900	30.000	0,75
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	2,0	2,0	940	25.000	0,64

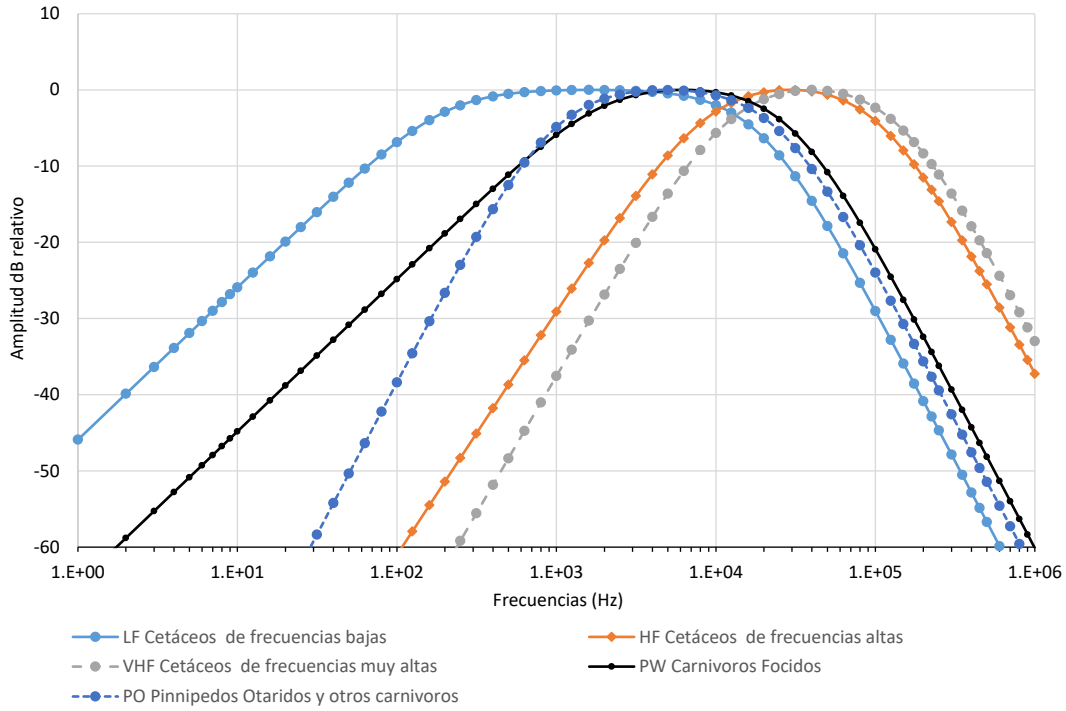


Figura 43. Funciones de peso (audiogramas) para diferentes especies.

La Tabla 3 presenta los valores de sonidos pulsados a partir de los cuales se pueden verificar situaciones de impacto auditivo por corrimiento temporario (TTS) o permanente (PTS) de los umbrales auditivos. SPL pK (también denominado SPL*peak* o SPL*pico*) es el criterio de exposición mínima para las lesiones en los mamíferos, nivel en el que se estima que una sola exposición causa el corrimiento de los umbrales auditivos, y SELcum se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples.

Como se mencionó previamente, para fuentes emisión intermitente se usan ambas: superar cualquiera de esos niveles es condición suficiente para predecir TTS o inicio de PTS. Estos valores también se usan para estimar distancias seguras, es decir distancias de la fuente para la cual no se supera un umbral determinado, usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Para SPL (pK) o SPL*pico* se suelen usar valores no ponderados. Para SEL los ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz a 160 kHz.

Tabla 17.Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Sonidos Pulsados. Fuente: Southall et al 2019.

Código	Grupo Auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
		SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)	SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	219	183	213	168
HF	Cetáceos de frecuencias altas	230	185	224	170
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	202	155	196	140
PW	Carnívoros Fócidos	218	185	212	170
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	232	203	226	188

[1] SPL*pico* (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar).

[2] SELcum (LE,*p,* 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 horas o durante la duración real de la exposición).

Se puede apreciar que la categoría más exigente son los cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), si bien su rango auditivo se encuentra por encima de las frecuencias con mayor intensidad sonora emitidas por las hélices de las embarcaciones, que alcanzan los 100 Hz.

La Tabla 4 muestra los umbrales de SELcum para sonidos no pulsados (continuos). Se incluyen también los umbrales para SPL*pico*, los cuales han sido considerados con un criterio conservativo de verificación, convirtiendo los valores rms mediante la ecuación $SPLpico=SPLrms$ +10, y considerando además que $SPLrms = \mathrm{SEL}$ para sonido continuo (ventana de integración 1 segundo).

Tabla 18.Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Sonidos No Pulsados. Fuente: Southall et al 2019.

Código	Grupo Auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
		SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)	SPL*pico*[1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	219	199	213	179
HF	Cetáceos de frecuencias altas	230	198	224	178
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	202	173	196	153
PW	Carnívoros Fócidos	218	201	212	181
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	232	219	226	199

[1] SPL*pico* (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar). Considerado conservativamente para sonido continuo.

[2] SELcum (LE,*p,* 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 horas o durante la duración real de la exposición).

En cuanto a los peces, huevos y larvas se adoptaron los umbrales de mortalidad potencial y de recuperación presentados en la Tabla 5 (Popper et al. 2014).

Si bien estos valores han sido propuestos para fuentes pulsadas, con criterio conservativo se han aplicado también para sonidos no pulsados, generados por los buques metaneros y tres remolcadores.

Tabla 19. Umbrales de mortalidad potencial y de recuperación para peces, huevos y larvas. Fuente: Popper et al 2014.

Especie	Daño	SPL*pico*[1]	SEl*cum*[2]
Peces sin vejiga natatoria	Mortalidad y potencial lesión mortal	213	219
	Lesión recuperable	213	216
Peces con vejiga natatoria (No Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	207	210
	Lesión recuperable	207	203
Peces con vejiga natatoria (Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	207	207
	Lesión recuperable	207	203
Peces: Huevos y larvas	Mortalidad y potencial lesión mortal	207	ND
	Lesión recuperable	ND	ND

ND: Criterio No Disponible

[1] SPL*pico* (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar). Considerado conservativamente para sonido continuo.

[2] SELcum (LE,flat, 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores sin ponderar en 24 horas o durante la duración real de la exposición).

En relación con las tortugas marinas, Popper y otros (2014) propusieron los siguientes niveles umbral de inicio de PTS sin ponderar:

- SPL pK: 207 dB re 1 µPa
- SELcum: 210 dB re 1 µPa^2.s

Sin embargo, estos niveles fueron extrapolados de los peces, basándose en la lógica de que el rango auditivo de las tortugas es cercano al de los peces con baja audición. Posteriormente, Finneran y otros (2017) revisaron los umbrales de las tortugas marinas proponiendo umbrales para el inicio de la discapacidad auditiva temporal (TTS) y para la ocurrencia de posibles lesiones mortales (PTS), que se basan en la baja sensibilidad auditiva de estas especies. Los umbrales revisados para las tortugas marinas se presentan en la Tabla 6.

Tabla 20. Umbrales de mortalidad potencial y de recuperación para tortugas marinas.

Grupo Auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
	SPL pK [1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)	SPL pK [1] (no ponderado)	SELcum[2] (ponderado)
Tortugas Marinas	232	204	226	189

Dada la imprecisión en el audiograma de las tortugas marinas, para la presente evaluación se considera el criterio de SELcum no ponderado igual a 210 dB re 1 µPa^2.s propuesto por Popper (2014).

Considerando que al igual que para los mamíferos marinos, las distancias de seguridad a las fuentes que generan sonidos pulsados son más grandes que a las fuentes que generan sonidos no pulsados, se utilizaron los umbrales de SPL*pico* para sonidos pulsados, también para las fuentes que generan sonidos no pulsados, aplicando un criterio conservador.

Para usar los umbrales o valores guía en los casos de sonido continuo (no pulsado) correspondiente al escenario de un Buque metanero + 3 remolcadores éste fue convertido de $SPLrms$ a $SPLpico$, como se explicó anteriormente.

7.6 INFORMACIÓN OCEANOGRÁFICA

Los datos de temperatura y salinidad fueron descargados para cada mes en el período de 10 años 2010-2019 y se calcularon los promedios mensuales representativos como "Información Climatológica" de esa década, información que se presenta a continuación. Los datos de temperatura se refieren a la Temperatura Potencial, que es la temperatura que tendría una parcela de agua transportada adiabáticamente a la superficie.

A modo de referencia de la magnitud y variabilidad mensual de la salinidad y temperatura en el área, se elaboraron promedios en toda la profundidad de agua para cada punto, y para cada mes como valor medio del período 2010-2019, resumiéndose los valores en la Tabla 21 y la Tabla 22. Se puede apreciar que la salinidad presenta escasa variabilidad espacial y temporal. En cambio, la temperatura es lógicamente variable en cada mes del año, siendo los meses más cálidos febrero y marzo y los más fríos setiembre y octubre. Los perfiles verticales de temperatura y salinidad se presentan en la Figura 44 a la Figura 55.

Tabla 21. Salinidad media en la columna de agua para cada punto de análisis (elaboración propia en base a información de COPERNICUS). Punto 41º10'-65º05'.

Prof.	Salinidad Media (UPS)											
(m)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
35	33,9	33,8	33,8	33,9	33,9	34,0	34,0	34,0	34,0	33,9	33,8	33,8

Tabla 22. Temperatura media en la columna de agua para cada punto de análisis (elaboración propia en base a información de COPERNICUS). Punto 41º10'-65º05'.

Prof.	Temperatura Media (°)											
(m)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
35	18,4	19,0	18,5	16,7	14,8	12,8	11,6	11,2	11,5	12,6	14,4	16,6

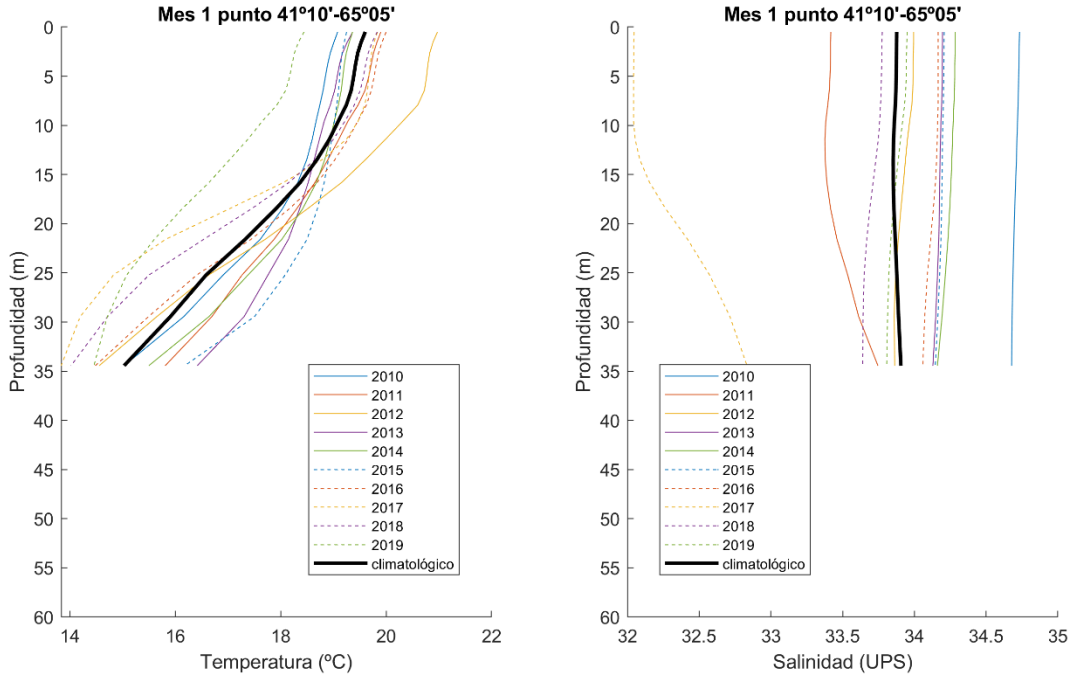


Figura 44. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de enero de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

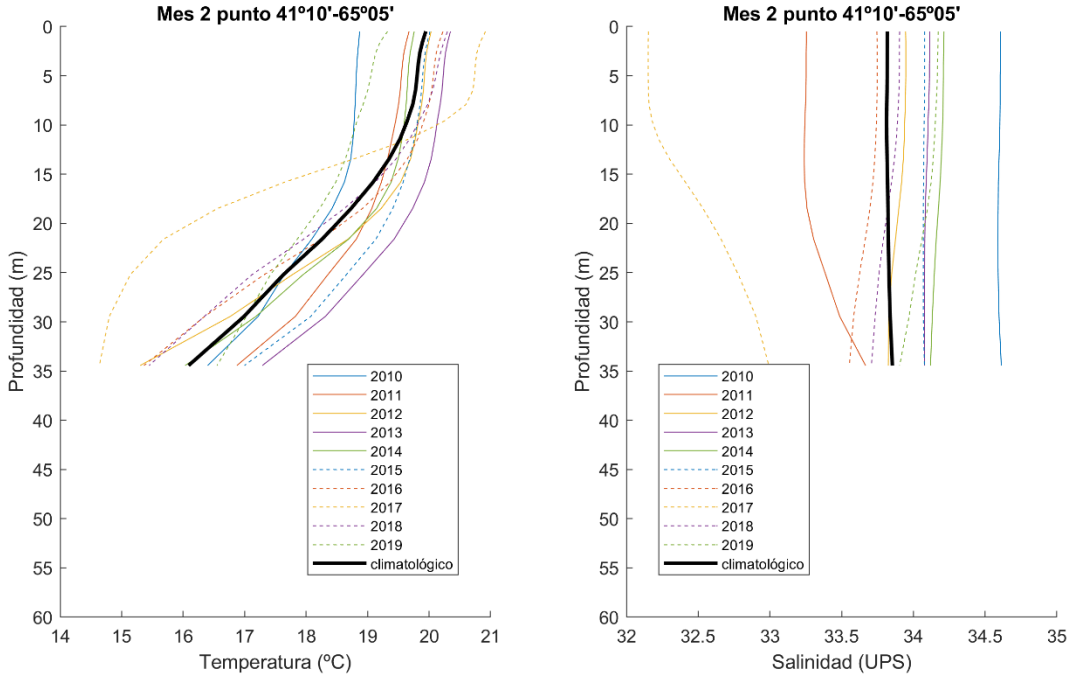


Figura 45. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de febrero de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

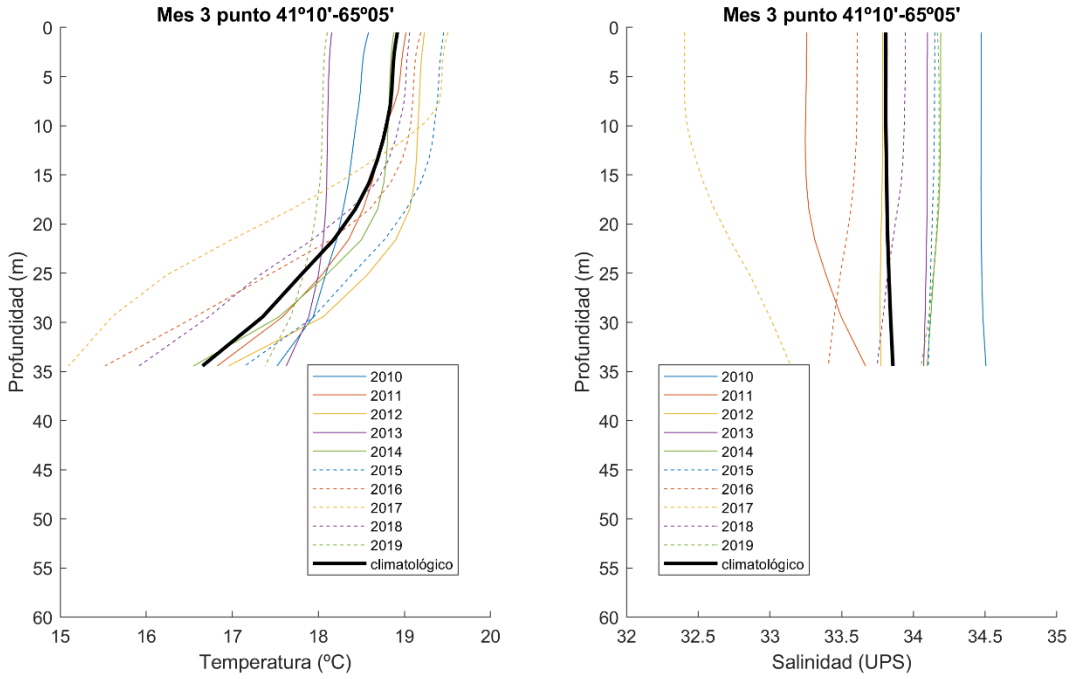


Figura 46. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de marzo de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

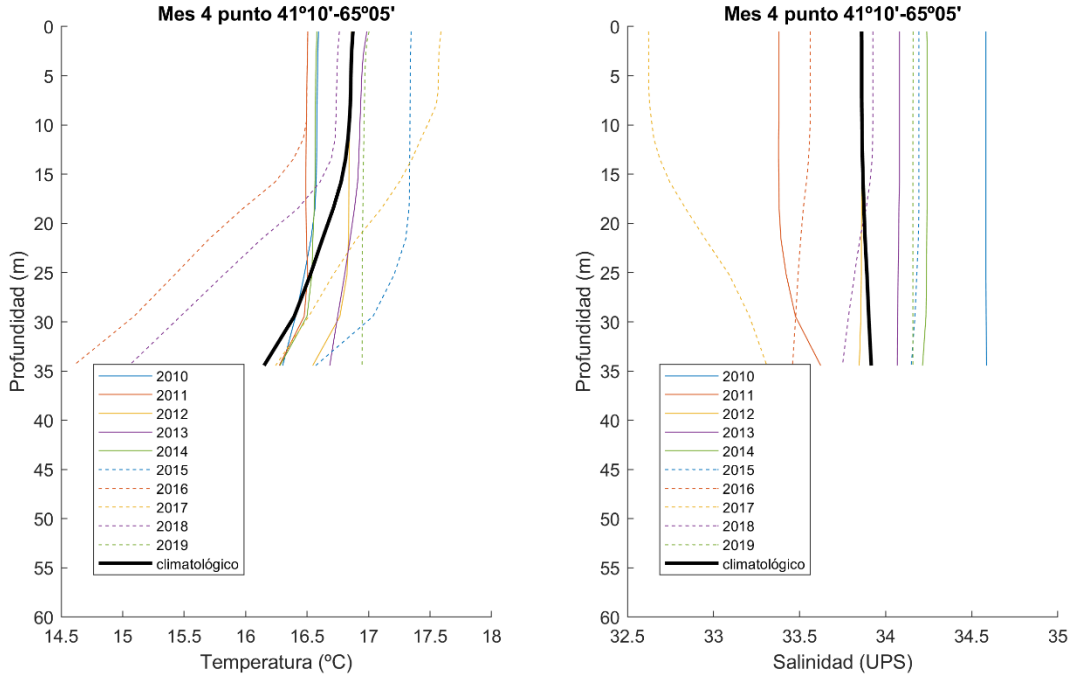


Figura 47. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de abril de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

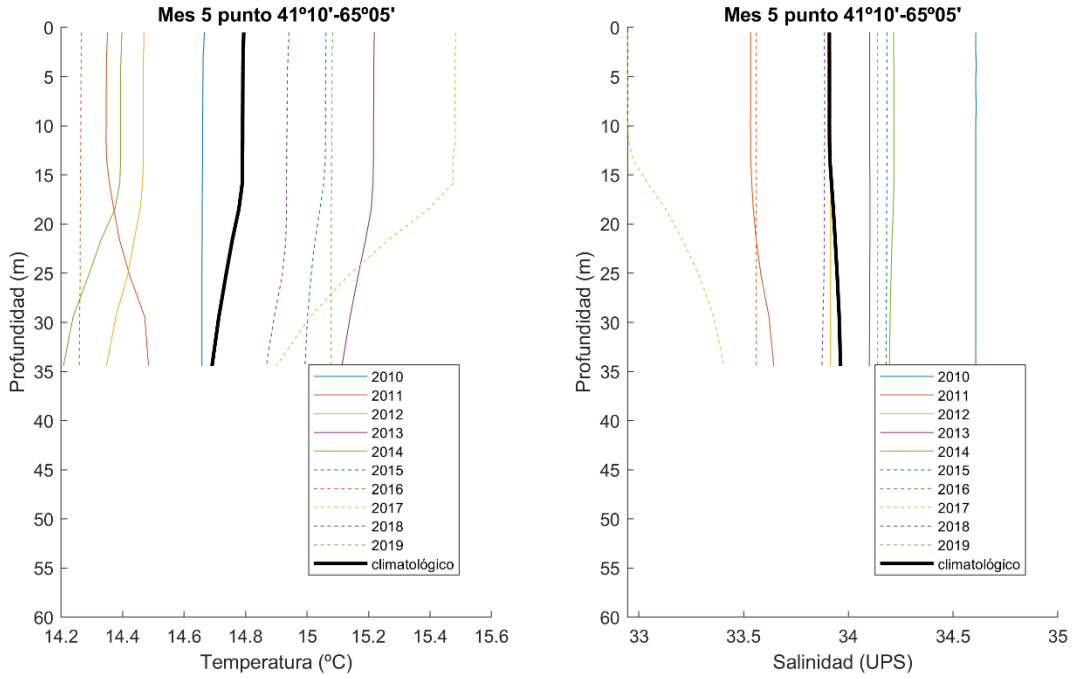


Figura 48. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de mayo de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

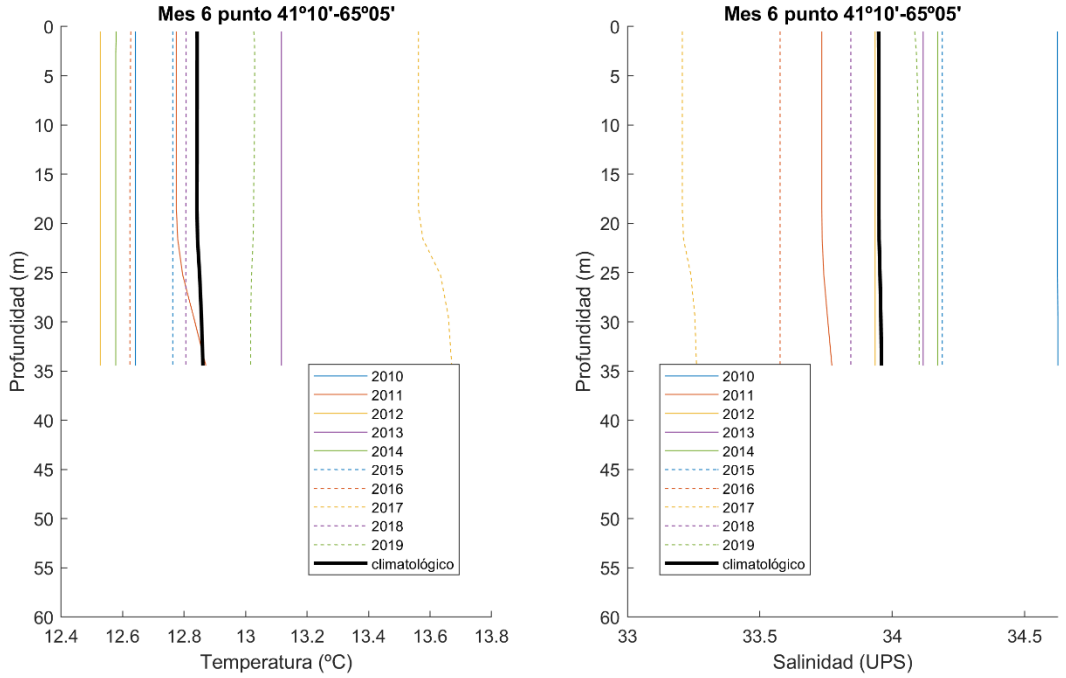


Figura 49. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de junio de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

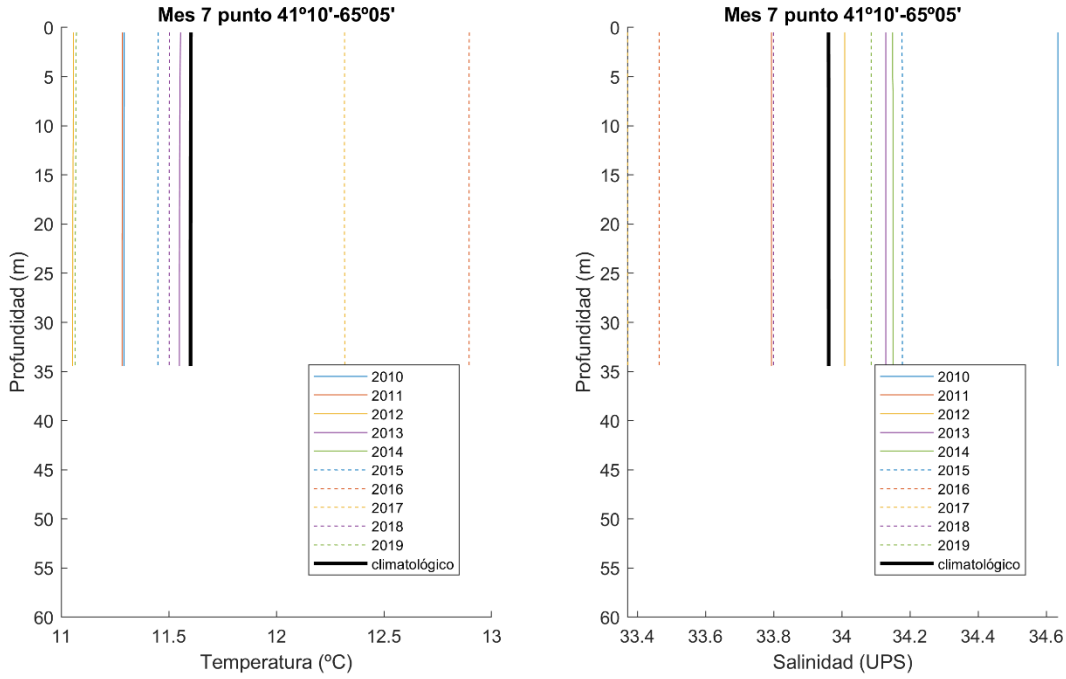


Figura 50. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de julio de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

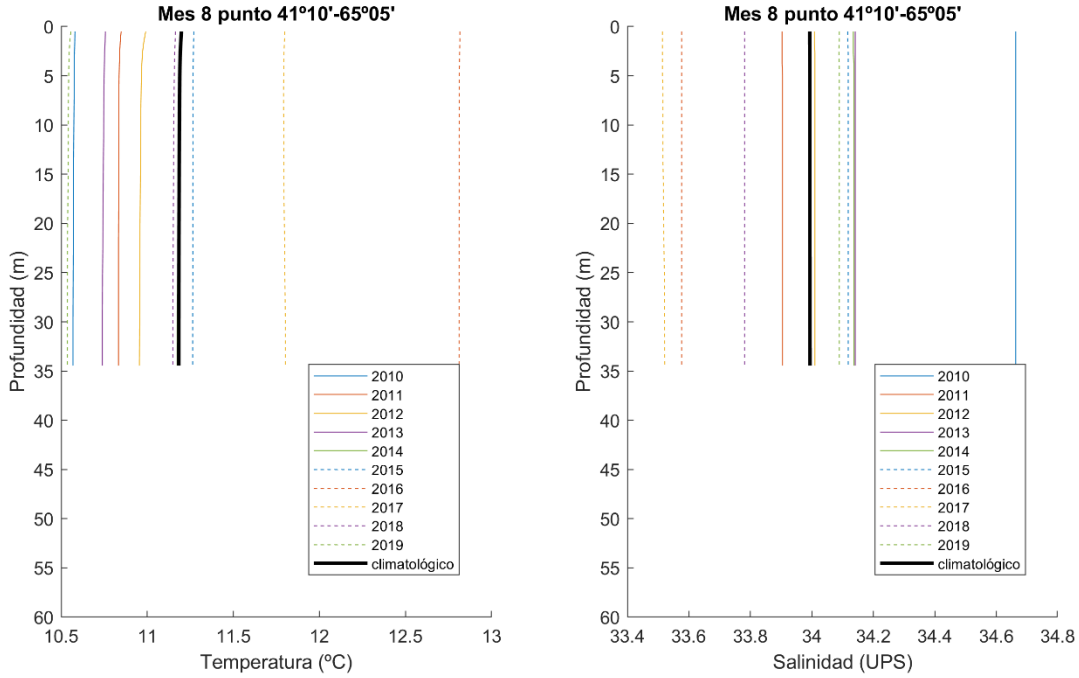


Figura 51. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de agosto de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

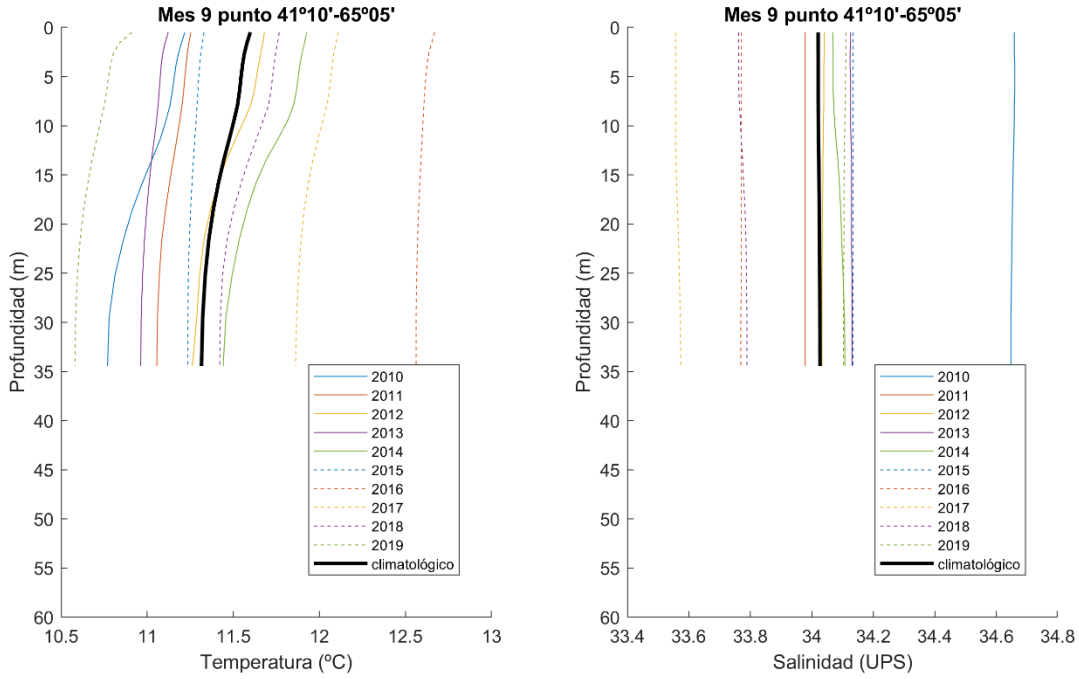


Figura 52. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de setiembre de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

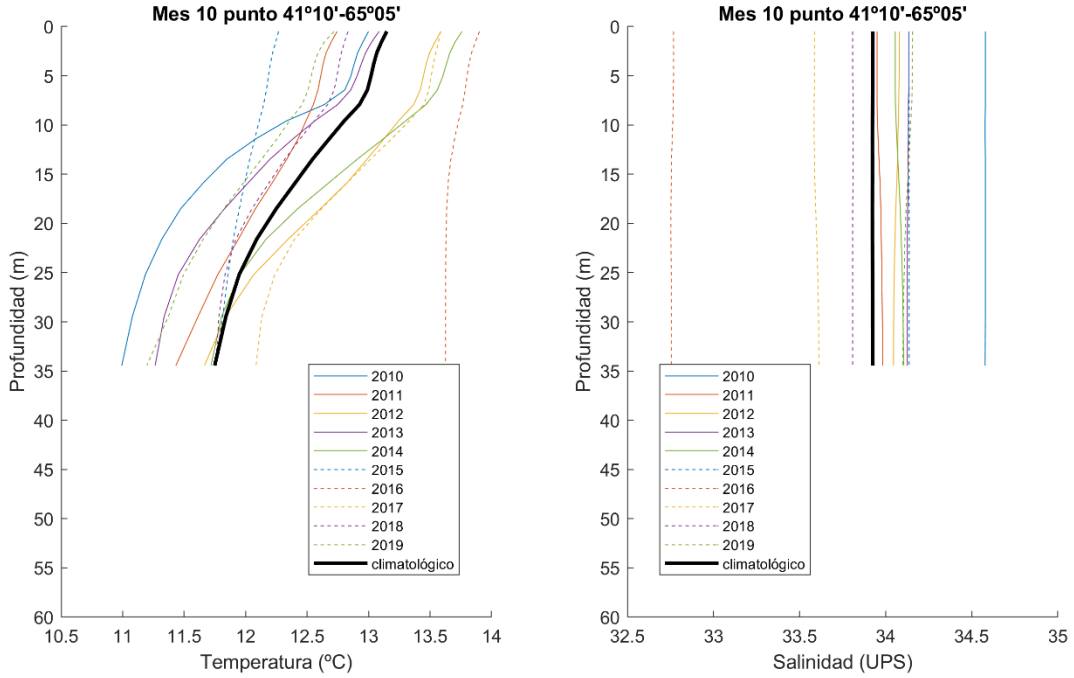


Figura 53. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de octubre de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

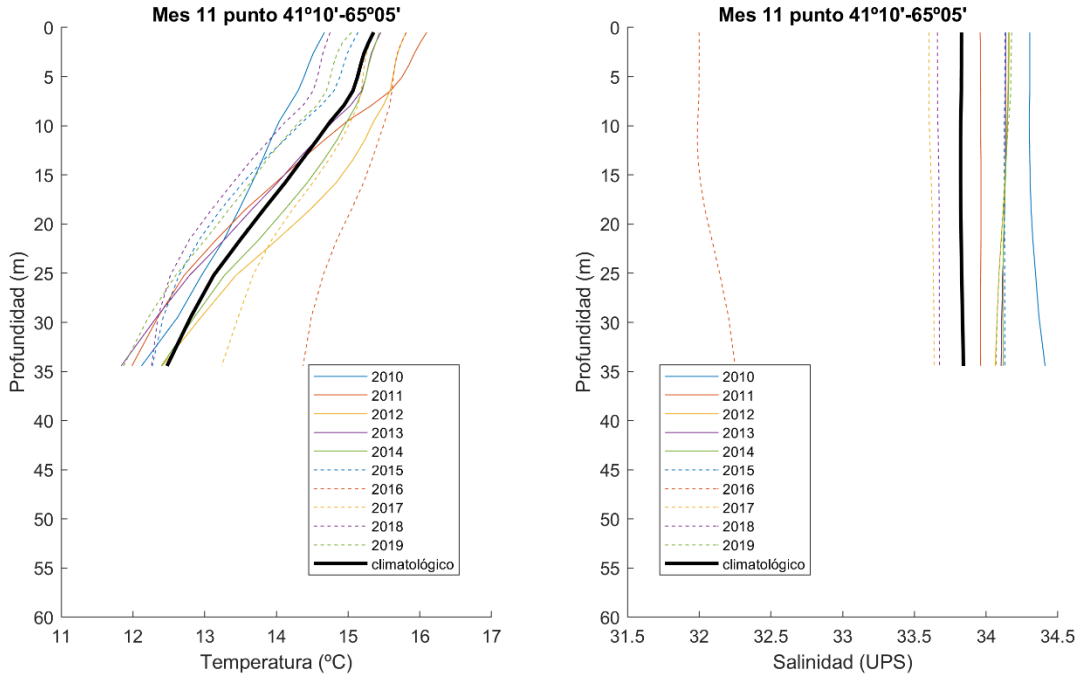


Figura 54. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de noviembre de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

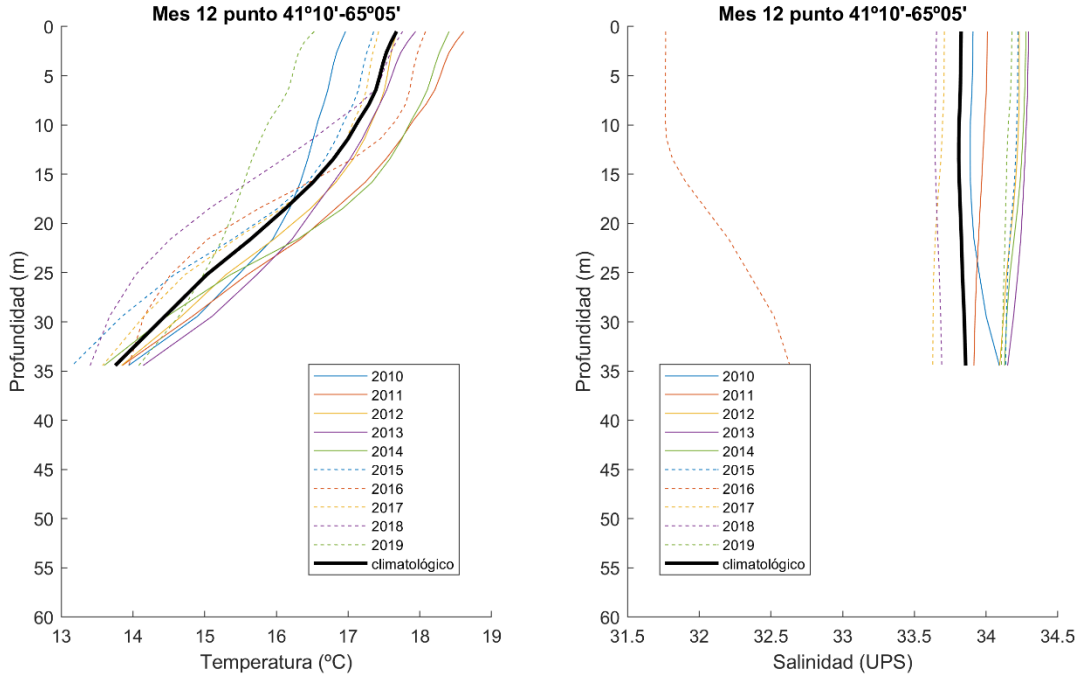


Figura 55. Perfiles verticales de temperatura y salinidad para el mes de diciembre de los años 2010 a 2019 y promedio climatológico.

7.7 CALCULO DE VELOCIDAD DEL SONIDO Y DENSIDAD DEL AGUA

A partir de los datos presentados, se calcularon perfiles de velocidad del sonido y densidad, que son datos de entrada para los modelos acústicos. La velocidad del sonido fue calculada mediante la aplicación de la Ecuación Termodinámica del agua de mar "Thermodynamic Equation Of Seawater - 2010" (TEOS-10; http://www.teos-10.org/).

TEOS-10 fue desarrollada por el Grupo de Trabajo 127 SCOR / IAPSO (Scientific Committee on Oceanic Research) / International Association for the Physical Sciences of the Oceans) y fue adoptada por el organismo Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), en su 25ª Asamblea de junio de 2009, con el objeto de reemplazar la ecuación EOS-80 como la descripción oficial de las propiedades del agua de mar y el hielo en la ciencia marina.

TEOS-10 se basa en una formulación de la función de Gibbs a partir de la cual pueden ser calculadas todas las propiedades termodinámicas del agua de mar (densidad, entalpía, entropía, velocidad del sonido, etc.) de una manera termodinámicamente consistente. La función de Gibbs (expresión polinómica de 75 términos que depende de la salinidad absoluta, temperatura, presión, latitud y longitud) constituye la base del nuevo estándar TEOS-10.

Un cambio significativo comparado con la práctica previa es la manera de describir el contenido de sal en el agua de mar. TEOS-10 usa la Salinidad Absoluta S_A (masa de sal contenida en el agua de mar) en lugar de la Salinidad Práctica (que, esencialmente, es una medida de la conductividad del agua de mar). De esta manera, ahora la salinidad del océano tiene unidades de g/kg.

La Salinidad Absoluta (g/kg) está expresada en el Sistema Internacional de Unidades (SI), sistema métrico moderno usado a nivel mundial. Ahora, entonces, las propiedades termodinámicas del agua de mar, tales como la densidad y la entalpía, están correctamente expresadas como funciones de la Salinidad Absoluta, en lugar de ser funciones de la conductividad del agua de mar.

Cabe mencionar que las variaciones espaciales de la composición del agua de mar implican que la Salinidad Absoluta no es directamente proporcional a la Salinidad Práctica y TEOS-10 prevé los procedimientos que corrigen estos efectos.

Es importante destacar que mientras la Salinidad Absoluta (g/kg) es la variable necesaria para calcular la densidad y otras propiedades del agua de mar, la salinidad que debe almacenarse en las bases de datos nacionales y mundiales continúa siendo la salinidad medida, Salinidad Práctica (PSS-78), y para evitar confusiones los valores de salinidad informados en las distintas publicaciones deben identificarse como Salinidad Práctica con el símbolo S_P o Salinidad Absoluta con el símbolo S_A.

Las publicaciones que proveen información detallada relacionada con TEOS-10, incluyendo códigos computacionales para su aplicación son: IOC et al. (2010), McDougall y Barker (mayo 2011 - última actualización julio 2017 - versión 3.06.3), Pawlowicz (octubre 2010, última actualización abril 2008 - v8) y McDougall (s/f). Una fórmula anteriormente desarrollada por Leroy en 2008 permite calcular la velocidad del sonido en base a una expresión de 14 términos que involucran los parámetros: salinidad, temperatura, profundidad y latitud. Los resultados de las fórmulas de TEOS-10 y Leroy son muy similares en la zona bajo análisis.

A continuación, se describe conceptualmente la influencia de los diferentes parámetros de cálculo de la velocidad del sonido en el mar.

- Temperatura. Es el factor más importante. La velocidad del sonido aumenta unos 4,4 m/s con cada grado centígrado de temperatura del agua.
- Presión. El sonido se propaga más rápido en agua a mayor presión. La presión aumenta con el aumento de la profundidad, de manera que cuando más profundo se encuentra una onda, más rápidamente se desplazará; el efecto, sin embargo, es relativamente reducido, cada 100 m de profundidad la velocidad se incrementa del orden de 1,8 m/s.
- Salinidad. A mayor salinidad, corresponde un incremento de la velocidad del sonido. Por cada parte de sal por mil, la velocidad del sonido se incrementa del orden de 1,1 m/s

Las profundidades GEBCO y COPERNICUS difieren entre sí, por lo que, en caso de ser necesario para la modelación, se extrapola la tendencia de los perfiles de densidad y velocidad del sonido para cubrir el intervalo de profundidades sin datos. Este procedimiento de completamiento se realiza mediante la función “interp1” de MATLAB en modo de extrapolación, y no introduce un error significativo en la información oceanográfica empleada.

Los perfiles de densidad de agua y velocidad del sonido se presentan en la Figura 56.

En superficie se pueden observar diferencias en la velocidad del sonido del orden de 30 m/s entre los perfiles de verano (máximos) e invierno (mínimos). Estas diferencias disminuyen notablemente entre los 100 y 200 m de profundidad, dado que comienza a hacerse más importante el efecto de la presión que el de la temperatura, y las diferencias estacionales en la velocidad del sonido se hacen insignificantes.

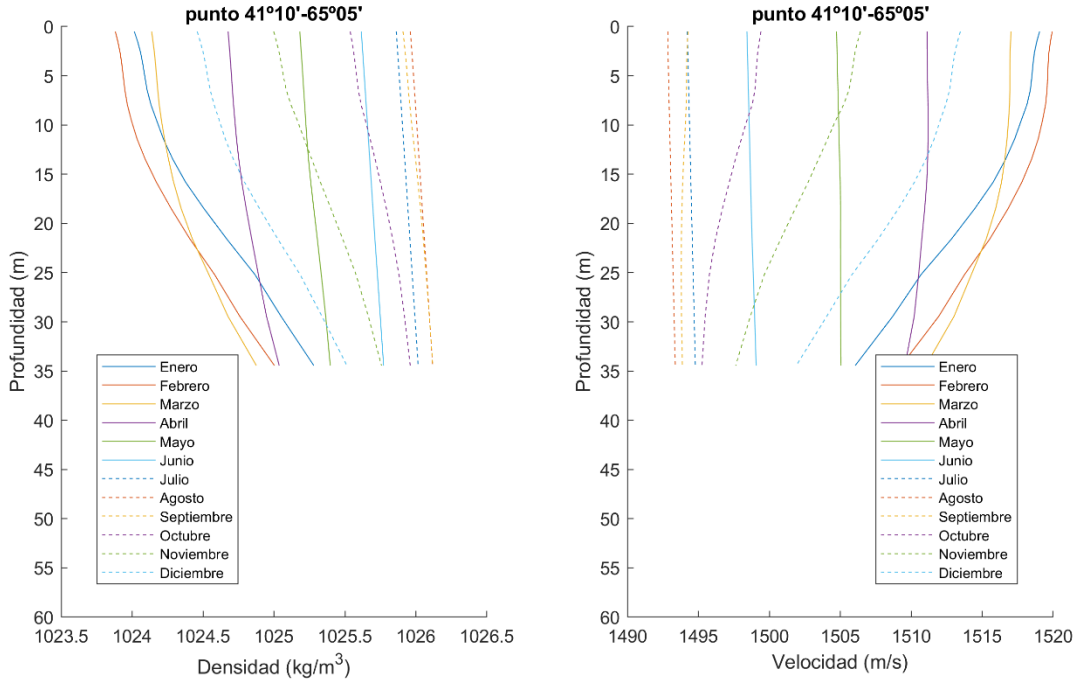


Figura 56. Perfiles de densidad del agua y velocidad del sonido correspondientes a los 12 meses del año, promedio 2010 a 2019.

7.8 PROPIEDADES GEOACÚSTICAS DE LOS SEDIMENTOS DEL FONDO MARINO

Las principales propiedades geoacústicas de los sedimentos marinos se concentran en cinco parámetros que sirven de entrada al modelo:

- Velocidad del sonido compresional, C_p.
- Velocidad del sonido de corte o transversal, C_s.
- Densidad, ρ.
- Coeficiente de atenuación compresional, α_p.
- Coeficiente de atenuación de corte o transversal, α_s.

Los valores de las velocidades compresionales y de corte en los sedimentos y las atenuaciones del sonido tienen grandes variaciones dependiendo del tipo de sedimento de fondo.

Jensen y otros (2014) ofrece una tabla con los valores característicos de las propiedades geoacústicas de los sedimentos de fondo que se encuentran en lechos marinos y plataformas continentales.

En la Tabla 23, se muestran estos parámetros, donde p: porosidad (%), ρ_b/ρ_w: densidad del sedimento sobre densidad del agua (ρ_w= 1000 kg/m^3), C_p/C_w: Velocidad compresional sobre velocidad del sonido media en agua (C_w=1500 m/s), C_p: velocidad compresional, C_s=Velocidad de corte, α_p: Atenuación asociada a la onda compresional, α_s: Atenuación asociada a la onda de corte. Para limos, arenas y gravas el valor de C_s depende del espesor z de la capa superficial de sedimentos.

La porosidad p se relaciona de una manera directa con la densidad del material y las velocidades de onda, es decir, una porosidad menor da como resultado una densidad mayor y velocidades de onda más altas.

Las atenuaciones de onda¸ generalmente se indican en unidades de dB por longitud de onda, por lo que la atenuación aumenta linealmente con la frecuencia. Los materiales del fondo tienen pérdidas de tres a cuatro órdenes de magnitud mayores que el agua de mar.

En relación con la Región marginal O, Mouzo y Paterlini (2017), en la Figura 57, presentan dos secciones sísmicas. Una sección sísmica paralela y cercana a la costa en la parte S de esta región (Figura 57a). En ella se observa el fondo irregular y el registro sísmico casi libre de reflexiones coherentes, indicio de rocas intrusivas o volcánicas, evidenciando la presencia de las rocas ígneas del macizo Norpatagónico. Un registro de mejor calidad (Figura 57b) muestra las rocas del basamento en una sección paralela y a 4 km de la costa, casi frente a Piedras Coloradas, a unos 10 km al S de Las Grutas, donde aflora granito.

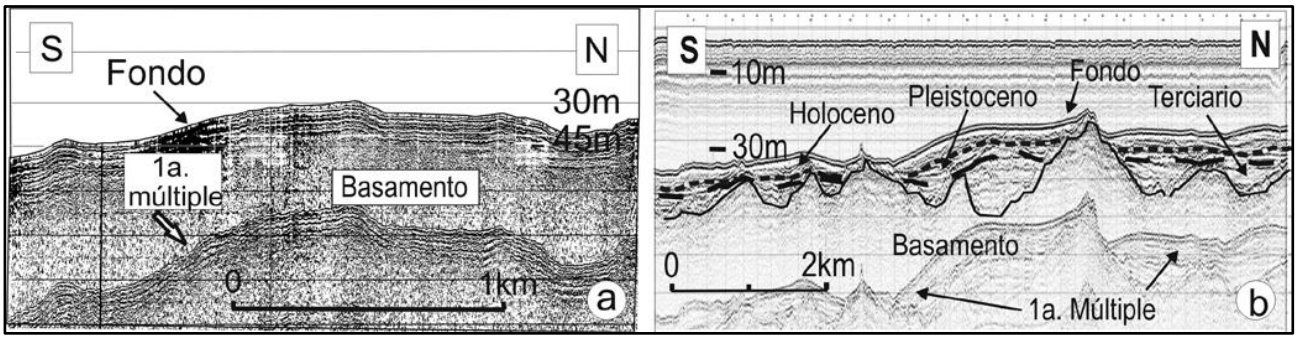


Figura 57. a) Región Marginal O, al SE de Punta Pórfido. Notar fondo irregular, casi sin sedimentos y subfondo sin reflexiones coherentes; b) Registro al S de Las Grutas. Se ven el basamento, casi aflorando, y la columna sedimentaria completa. Imagen cedida por Loxx Service. Fuente: Mouzo y Paterlini, 2017.

De acuerdo con los ensayos granulométricos realizados en el marco de la LBA, de 5 muestras obtenidas en cada uno de 3 puntos ubicados a diferentes profundidades, las condiciones de la cubierta sedimentaria son predominantemente las siguientes:

- Zona Intermareal: Grava mediana arenosa
- Zona Submareal: Grava muy fina arenosa
- Zona Submareal Profunda: Grava mediana

Ello es compatible con los resultados de tres testigos cortos, de 35, 68 y 122 cm, analizados en el marco del trabajo de Mouzo y Paterlini (2017), que fueron tomados del fondo, entre El Fuerte y el arroyo Salado, en una delgada cubierta de sedimentos recientes, donde se recuperaron arenas limosas con gravas cuarcíticas angulosas y fragmentos de conchillas sobre arcillas plásticas gris amarillentas.

Tabla 23. Tabla de propiedades geoacústicas de los sedimentos de fondo. Fuente: Jensen et al., 2011.

Table 1.3 Geoacoustic properties of continental shelf and slope environments

Bottom type	p (%)	ρ_b/ρ_w –	c_p/c_w –	c_p (m/s)	c_s (m/s)	α_p (dB/λ_p)	α_s (dB/λ_s)
Clay	70	1.5	1.00	1500	<100	0.2	1.0
Silt	55	1.7	1.05	1575	$c_s^{(1)}$	1.0	1.5
Sand	45	1.9	1.1	1650	$c_s^{(2)}$	0.8	2.5
Gravel	35	2.0	1.2	1800	$c_s^{(3)}$	0.6	1.5
Moraine	25	2.1	1.3	1950	600	0.4	1.0
Chalk	–	2.2	1.6	2400	1000	0.2	0.5
Limestone	–	2.4	2.0	3000	1500	0.1	0.2
Basalt	–	2.7	3.5	5250	2500	0.1	0.2

$c_s^{(1)} = 80\tilde{z}^{0.3}$ $\quad c_w = 1500\,\text{m/s}, \quad \rho_w = 1000\,\text{kg/m}^3$
$c_s^{(2)} = 110\tilde{z}^{0.3}$
$c_s^{(3)} = 180\tilde{z}^{0.3}$

Nota: Bottom type = Tipo de fondo; Clay = arcilla; Silt = limo, Sand = arena; Gravel = Grava; Moraine = Morena; Chalk = suelo calcáreo (creta); Limestone = piedra caliza; Basalt = basalto.

Considerando los antecedentes disponibles se consideró que el lecho marino típico en la zona de estudio está compuesto por una capa de grava de 5 metros de espesor, con una capa de roca subyacente. Se analizó además una variante con una capa de 10 metros de espesor.

7.9 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN DEL SONIDO

7.9.1 Procedimiento de Cálculo de la Pérdida por Transmisión Mínima

Las simulaciones efectuadas con el modelo de propagación del sonido empleado (RAMS o BELLHOP) generan matrices bidimensionales de TL, con espaciamientos *Dz* y *Dx* en las dimensiones vertical (z) y horizontal (x), respectivamente.

En todos los casos, se consideró Dz = 1 m, mientras que en la dirección horizontal también se empleó Dx = 1 m.

Se cuenta entonces para analizar una matriz resultante TL(z,x) con dimensiones (P,Distancia), donde P es la profundidad de agua en el dominio de modelación (la cual puede ser un valor uniforme o bien el valor máximo de P(x) en caso de batimetría variable).

La Figura 58 ilustra un resultado típico bidimensional (2D) en escala logarítmica de distancias. Dado que la profundidad de agua modelada es igual a 20 metros, la intensidad que se visualiza por debajo de esta profundidad corresponde a la penetración del sonido en el lecho marino, la cual no es de interés para el presente análisis, por lo cual en lo sucesivo no se presenta en los gráficos 2D. Estos resultados son procesados para obtener el mínimo TL en vertical (denominado $TL_V(x)$) y luego el mínimo TL también en función de la distancia horizontal (denominado $TL_{V,H}(x)$), que finalmente se presenta en las figuras siguientes de comparación.

El valor de $TL_V(x)$ muestra la variabilidad del valor mínimo de TL en toda la columna de agua para una dada distancia "x" a la fuente, por lo tanto, no se refiere a una profundidad o capa en particular, sino que es el valor más pequeño que pueda hallarse en cualquier profundidad entre la superficie y el lecho, lo cual claramente es la hipótesis más conservativa posible.

El valor de $TL_{V,H}$ (x) elimina las oscilaciones que presenta TL_V (x) , generando una envolvente "superior" que representa el valor más bajo (conservativo) de TL que puede encontrarse para cada distancia "x" desde la fuente, desde esa distancia "x" en adelante.

Los procesos matemáticos empleados para el cálculo son los siguientes:

TL_V (x) = mínimo TL(z,x) entre z = 0 (superficie) y z = P(x) profundidad en el punto de distancia "x".

$TL_{V,H}$ (x) = mínimo TL_V (x) entre la distancia "x" y el límite de modelización (en este caso, 10.000 m). La representación de $TL_{V,H}$ (x) resulta mucho más clara para realizar comparaciones y para definir distancias en los que se superen determinados valores de TL que los gráficos bidimensionales y las representaciones de TL_V (x) que presentan oscilaciones.

Por lo tanto, todos los valores de TL que se ilustran en gráficos unidimensionales en función de la distancia que se mencionan como "Pérdida por Transmisión mínima" deben interpretarse como valores de $TL_{V,H}$ (x), obtenidos con los procedimientos presentados.

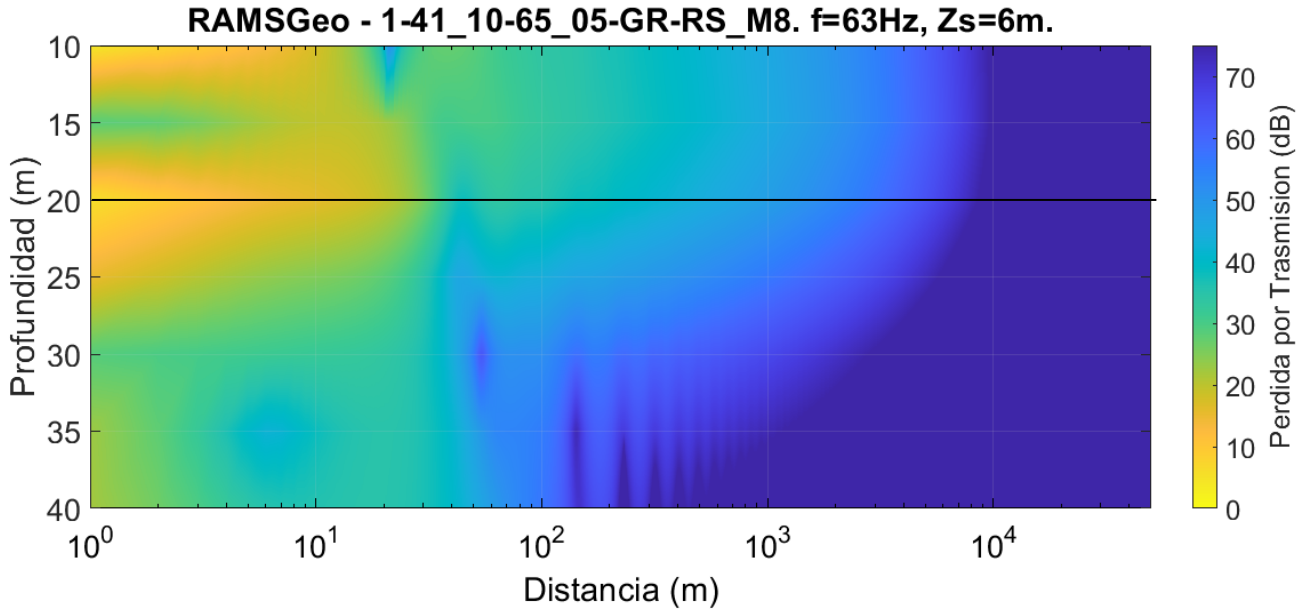


Figura 58. Ejemplo de matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para una frecuencia de 63 Hz, mes de agosto

7.9.2 Condiciones de los Análisis de Sensibilidad

Las capas que más influencia tienen en la Pérdida por Transmisión del sonido en el agua son las más superficiales, donde se producen los rebotes más intensos.

Se presenta a continuación un análisis inicial de sensibilidad a los parámetros de densidad y celeridad del sonido en el agua para los 12 meses del año.

Se analiza el rango de frecuencias hasta 1.000 Hz, para las cuales se emplea el modelo RAMS, con los siguientes parámetros:

- Profundidad de agua: 20 m uniforme (la emisión podría producirse en profundidades del orden de hasta 40 metros, siendo más conservativo considerar una profundidad menor).
- Frecuencias de análisis: 32, 63, 125, 250, 500 Hz.
- Profundidad de emisión representativa de las embarcaciones: 6 metros.

La frecuencia de corte para la cual no se produce transmisión del sonido en 20 m de profundidad es igual a 32 Hz. A menor profundidad, este valor se incrementa.

Los "Parámetros Base" adoptados para Gravas (GR) y sobre Roca Sedimentaria (RS) se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24. Tabla de propiedades geoacústicas "Base" de los sedimentos de fondo.

Identificación	Capa Superior	Capa Inferior
Parámetro	Grava GR	Roca Sedimentaria RS
Espesor capa z (m)	5	20*
C_p (m/s)	1.800	2.400
ρ (kg/m^3)	2.000	2.200
C_s adoptado (m/s)	290	1.000
A_p (dB/λp)	0,6	0,2
A_s (dB/λs)	1,5	0,5
Nota: La capa inferior es extendida en profundidad automáticamente		

Los resultados se verificaron para una variante de parámetros de la grava (GRV), considerando un espesor mayor de esa capa, igual a 10 metros, con lo cual el parámetro de Velocidad del sonido de corte o transversal C_s resulta igual a 360 m/s.

7.9.3 Resultados Comparativos de la Pérdida por Transmisión

Se presentan a continuación las pérdidas por transmisión mínimas para diferentes combinaciones de suelos y meses del año, a los efectos de identificar el mes del año y tipo de suelo más conservativos.

De la Figura 59 a la Figura 63 se presentan los resultados considerando los parámetros base de la Grava, mientras que de la Figura 64 a la Figura 68 se presentan para los parámetros de la Grava variante.

Para ambos parámetros de suelo resulta que el mes de agosto (M8) es el más conservativo en la mayor parte de los casos y distancias a la fuente de emisión, y especialmente en distancias cortas que son las que más pueden ser afectadas por este tipo de sonido.

No obstante, se puede apreciar que las diferencias entre distintos meses son relativamente pequeñas, en general menores a 1 dB y solo a distancias de la fuente superiores a 10 km alcanzan unos 5 dB. Los resultados para los meses de julio y setiembre son muy similares a los de agosto, con diferencias de décimas de dB.

De la Figura 69 a la Figura 73 se comparan los resultados para los dos diferentes parámetros de la Grava, para el mes de agosto. De esta comparación surge que para 32 Hz los resultados son prácticamente idénticos con diferencias del orden de 0,1 dB según la distancia, para 63 Hz y 125 Hz la combinación GR-RS es más conservativa que GRV-RS en un orden de 0,3 dB y 3 dB, respectivamente, para las frecuencias de menor importancia para esta fuente, de 250 Hz y 500 Hz, GR-RS es más conservativo que GRV-RS para distancias cortas y viceversa para distancias largas, con diferencias del orden de 1 a 3 dB en estas últimas distancias.

Dado que las distancias más cercanas a la fuente son las de interés en este caso, y a que en las frecuencias de mayor peso la combinación de parámetros base GR-RS resulta más conservativa, es adoptada para realizar las modelaciones sistemáticas para todos los tercios de octava hasta 1.000 Hz.

Dado que en el proceso del análisis de sensibilidad se han generado 120 simulaciones, correspondientes a 5 frecuencias, por 12 meses, por 2 conjuntos de parámetros del suelo, se ilustran en la Figura 74 a la Figura 78 los gráficos bidimensionales únicamente para las correspondientes al mes más conservativo (agosto), comparando ambos parámetros. Para resaltar el resultado en el medio acuático, se omite la representación del sonido en el lecho.

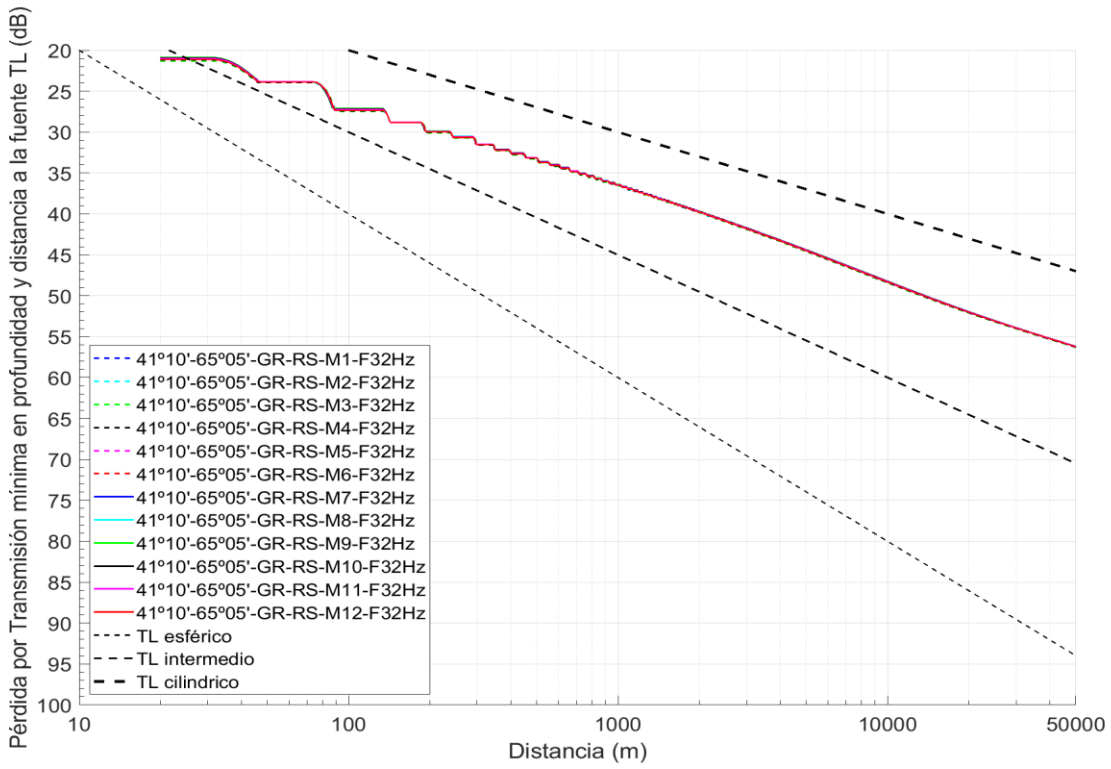


Figura 59. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 32 Hz.

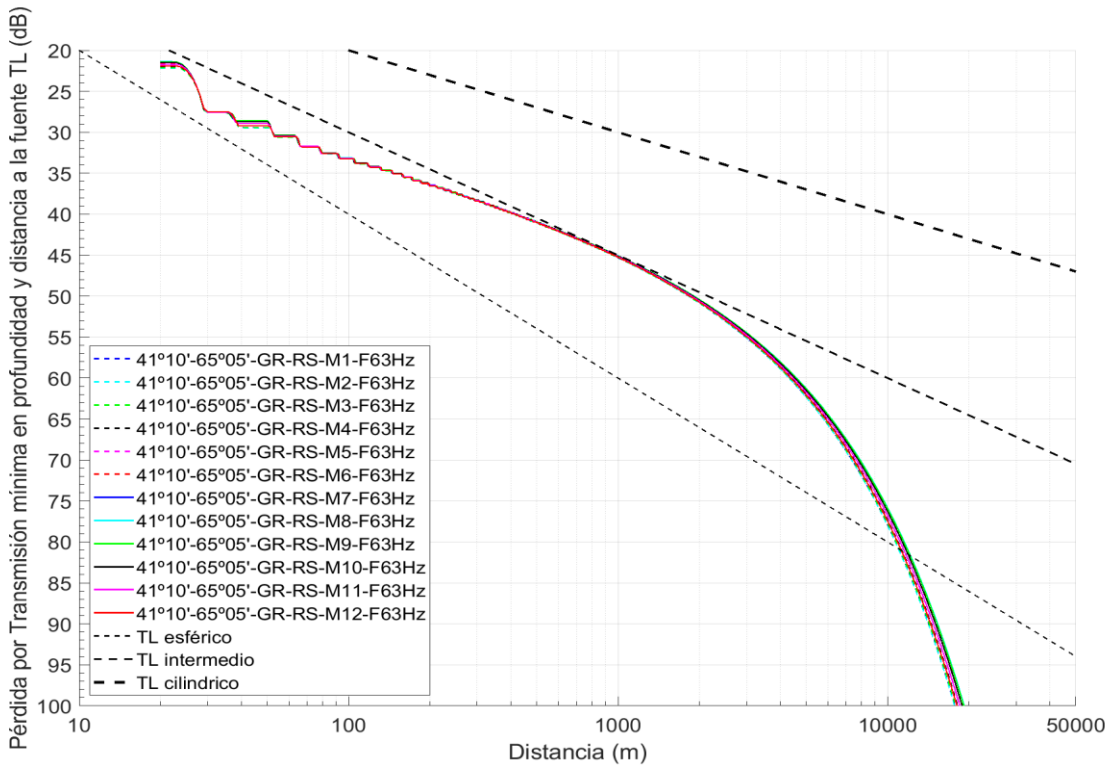


Figura 60. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 63 Hz.

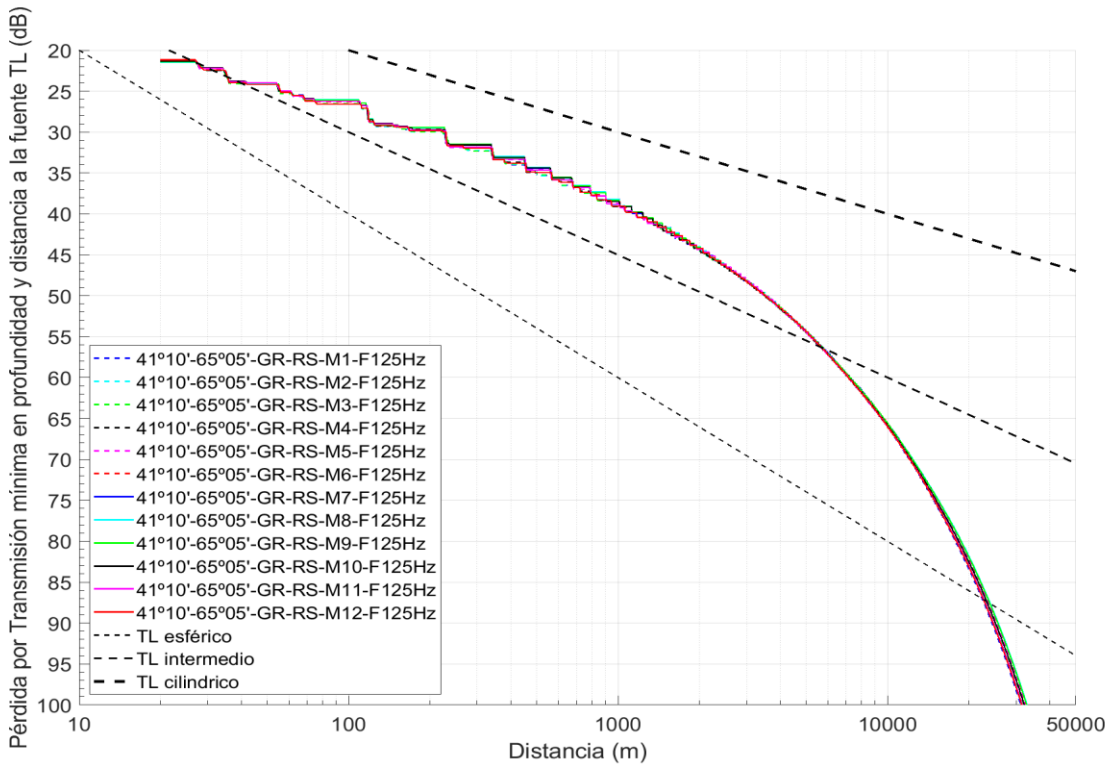


Figura 61. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 125 Hz.

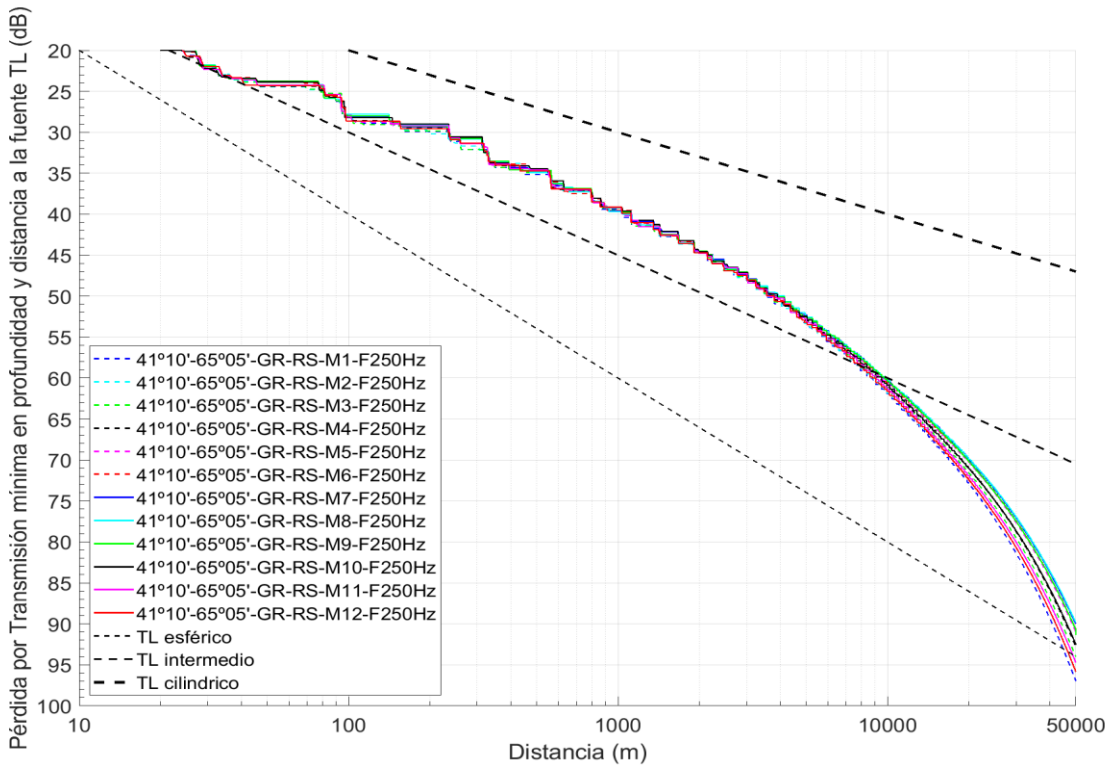


Figura 62. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 250 Hz.

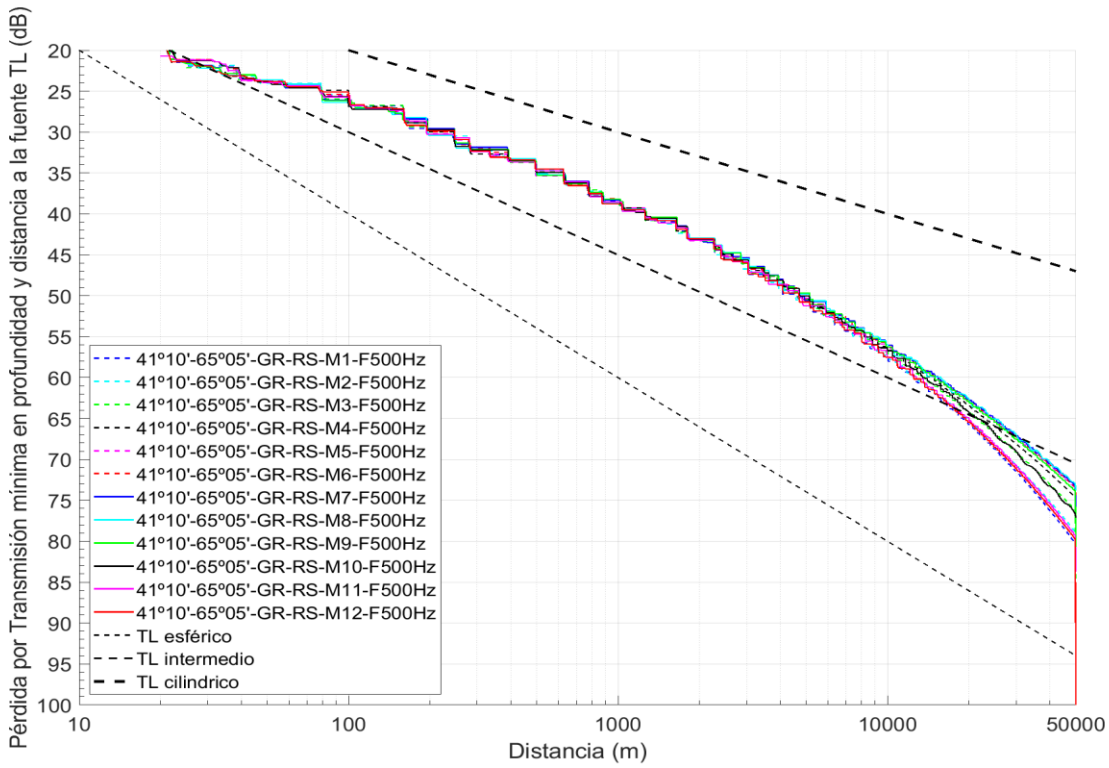


Figura 63. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava sobre Roca Sedimentaria (GR-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 500 Hz.

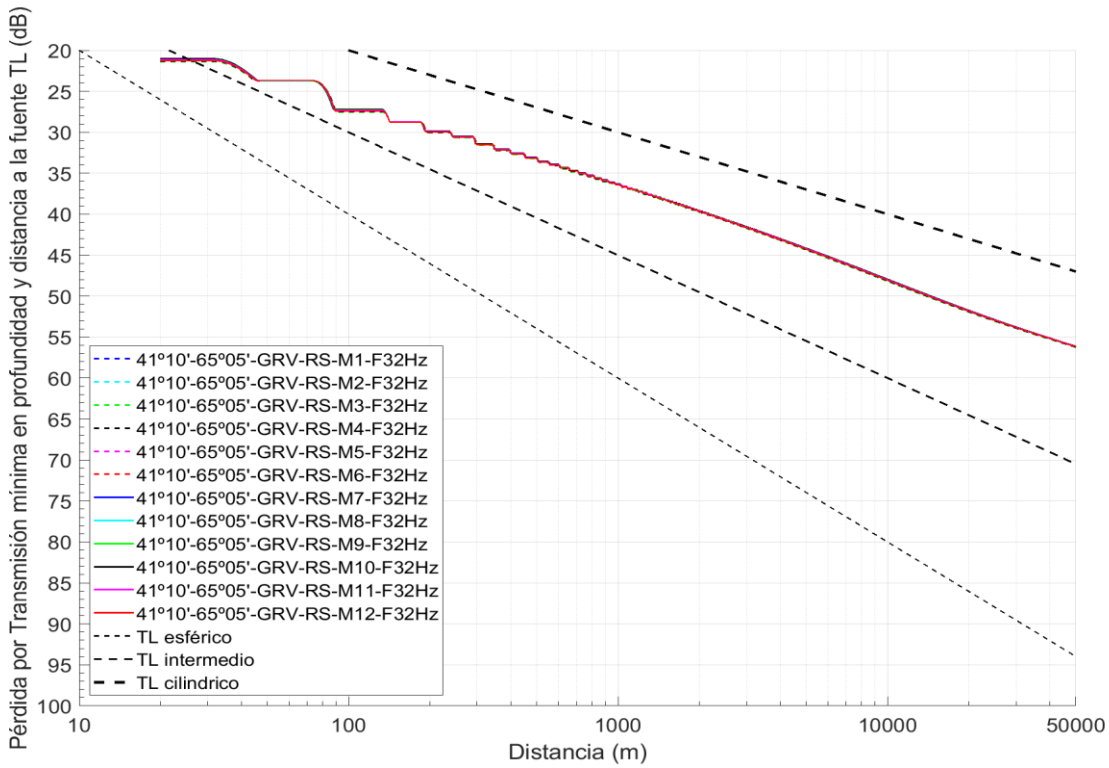


Figura 64. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GRV-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 32 Hz.

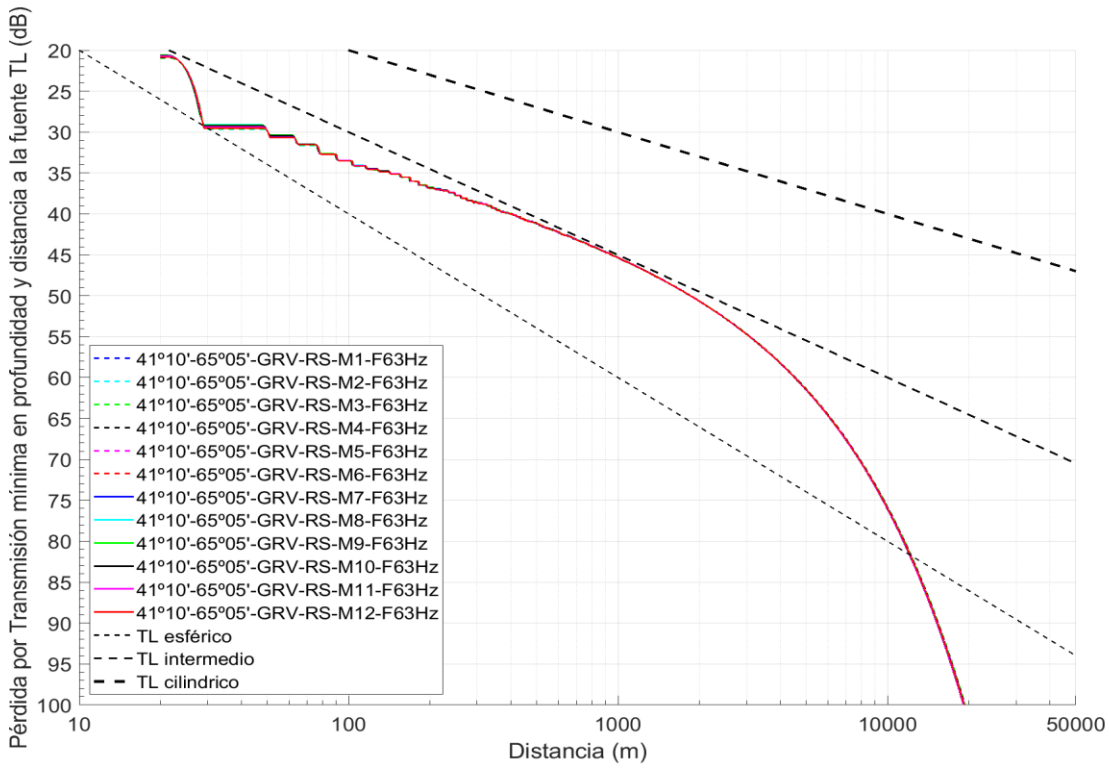


Figura 65. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GRV-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 63 Hz.

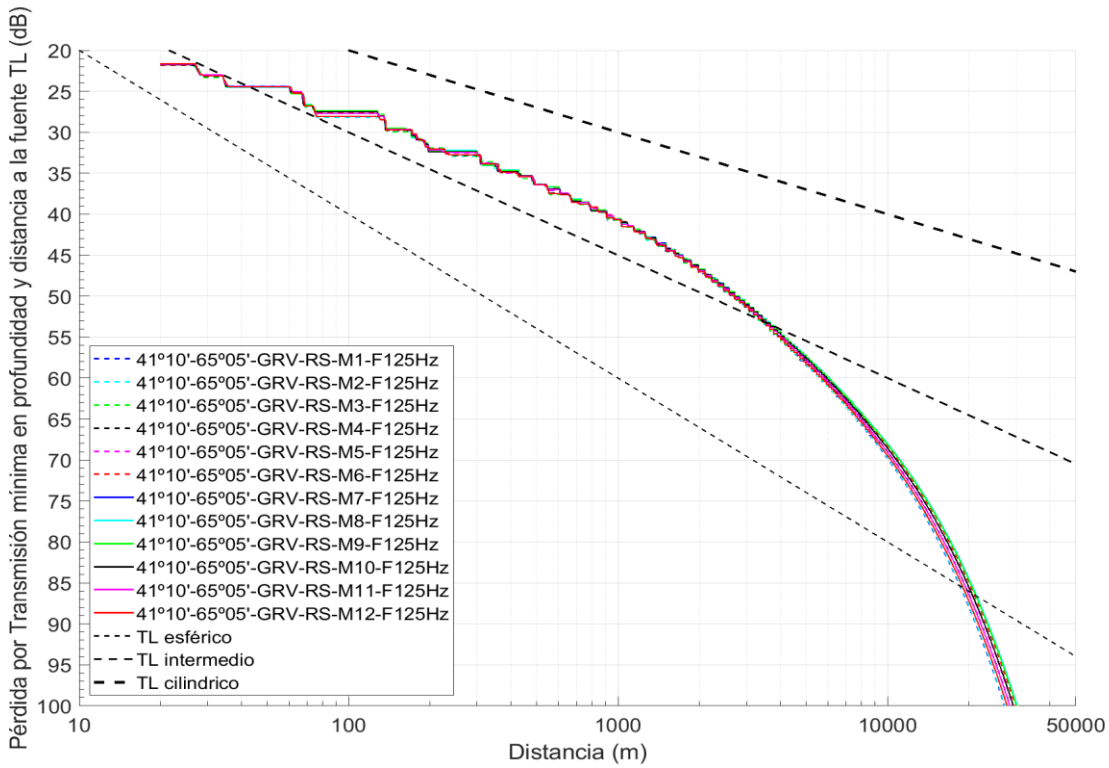


Figura 66. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GRV-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 125 Hz.

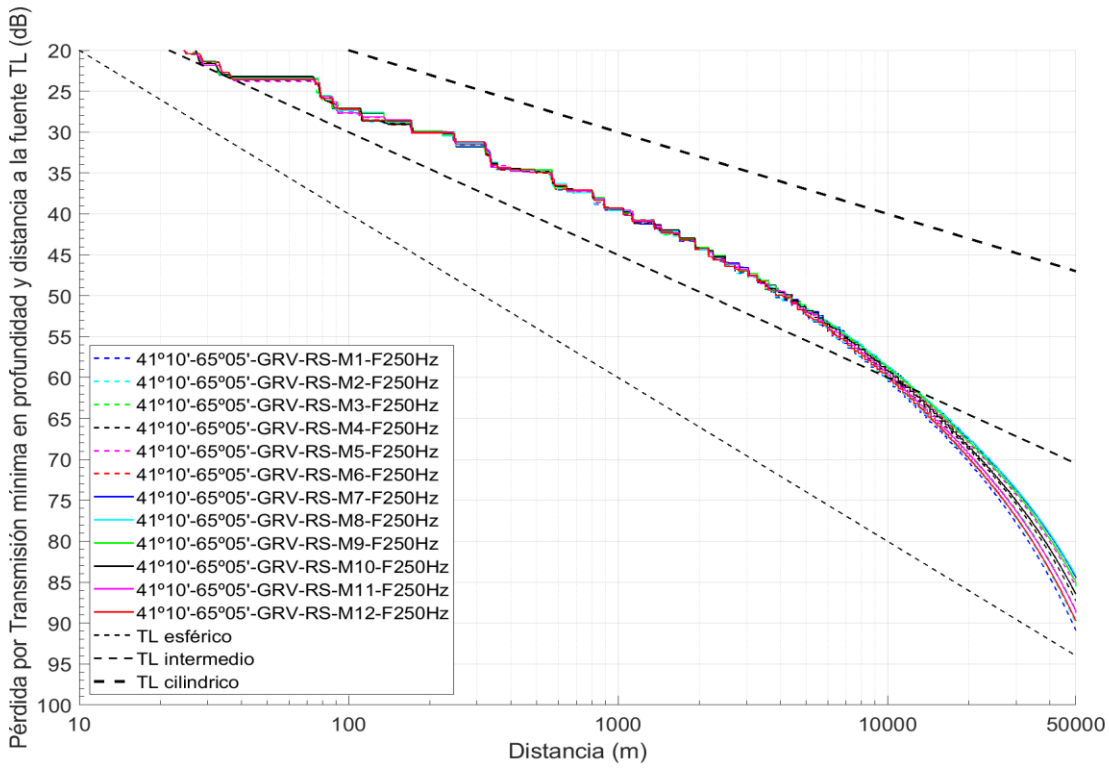


Figura 67. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GRV-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 250 Hz.

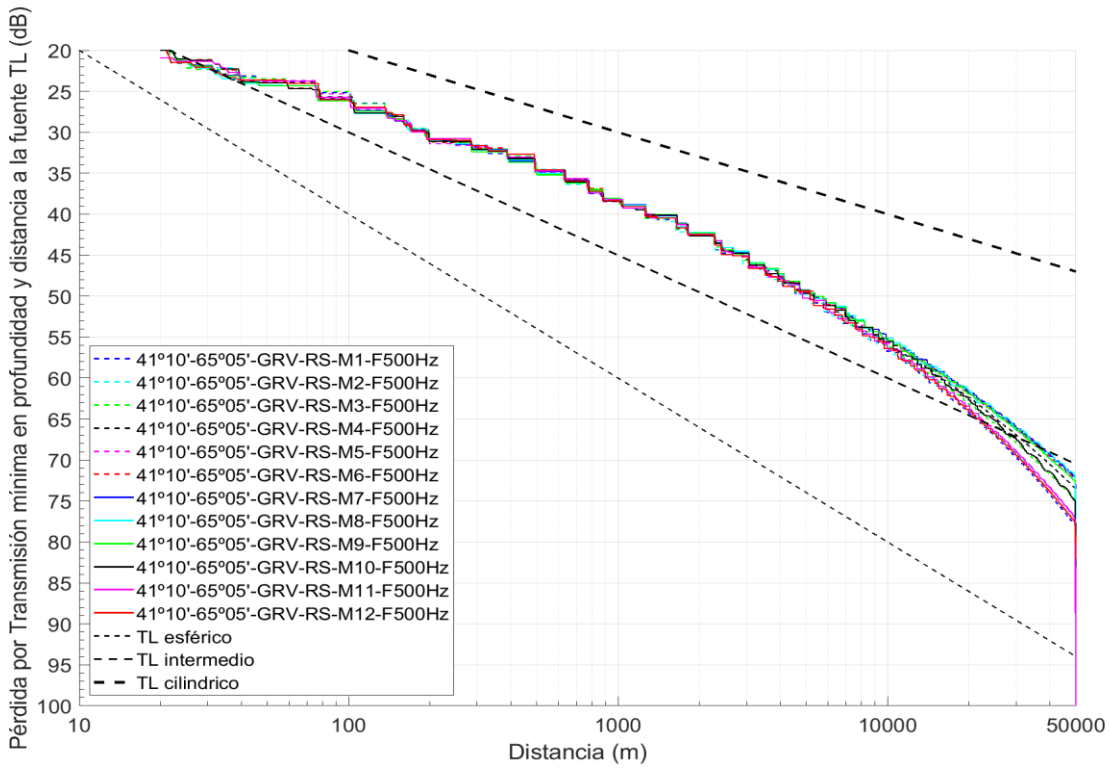


Figura 68. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas considerando suelo Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GRV-RS), para los diferentes meses del año. Frecuencia 500 Hz.

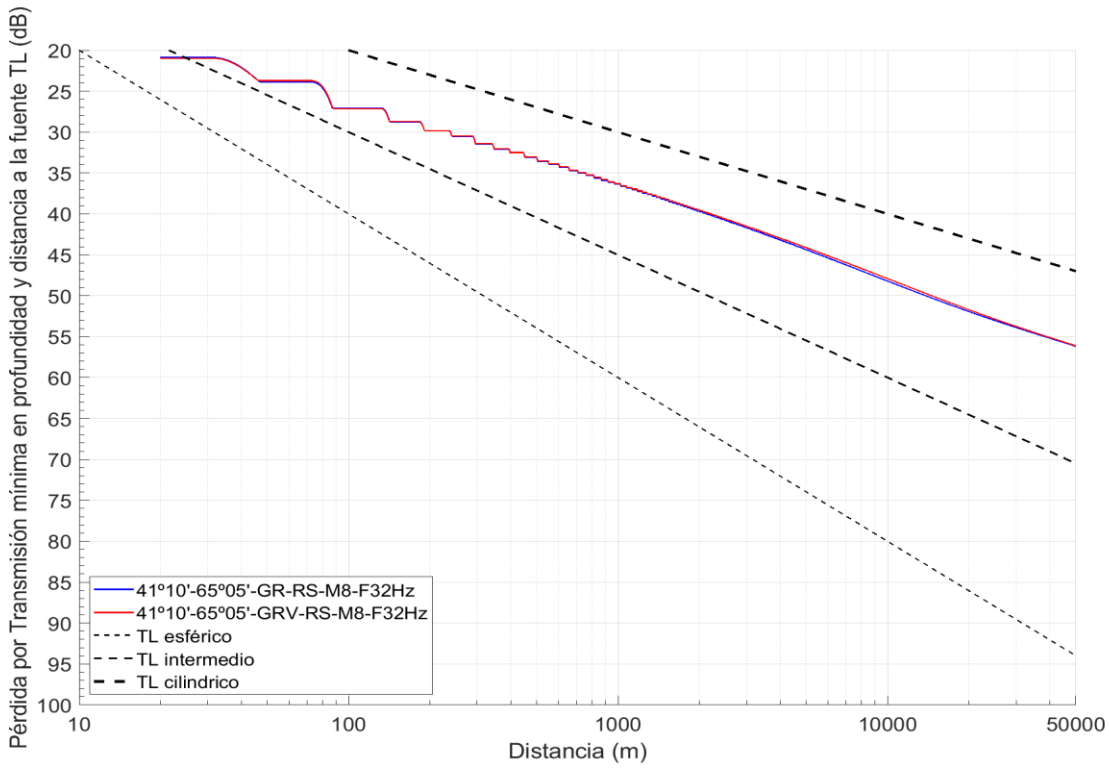


Figura 69. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 32 Hz.

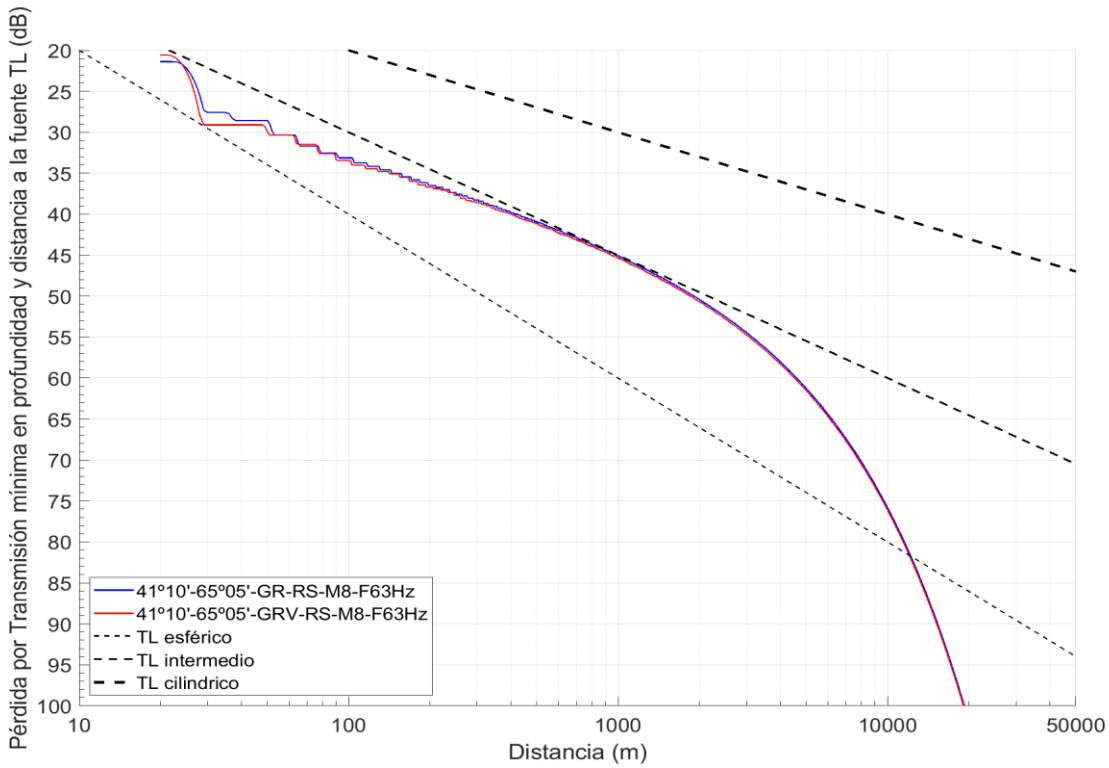


Figura 70. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 63 Hz.

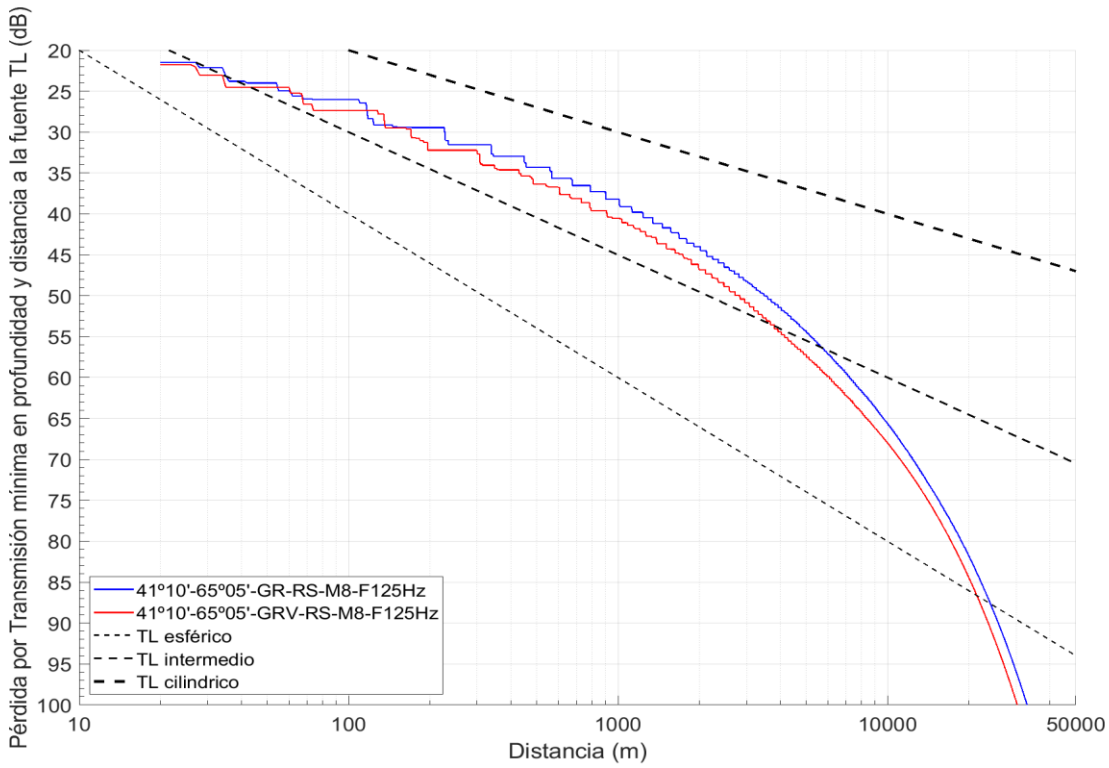


Figura 71. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 125 Hz.

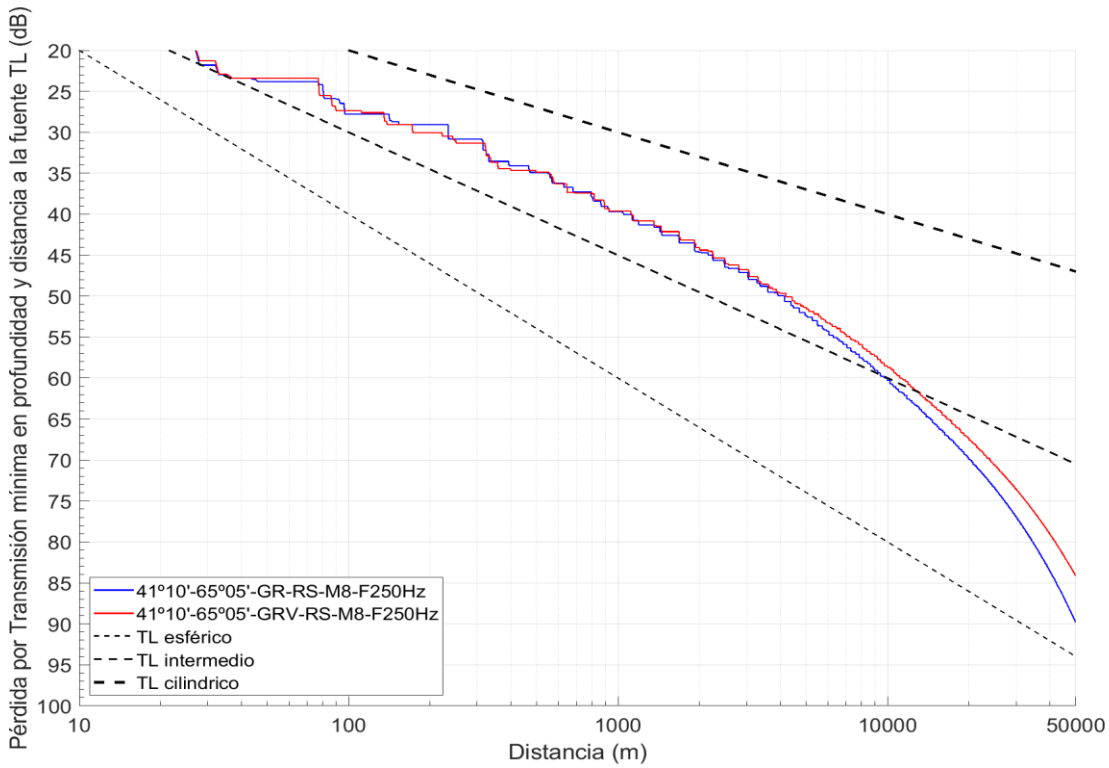


Figura 72. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 250 Hz.

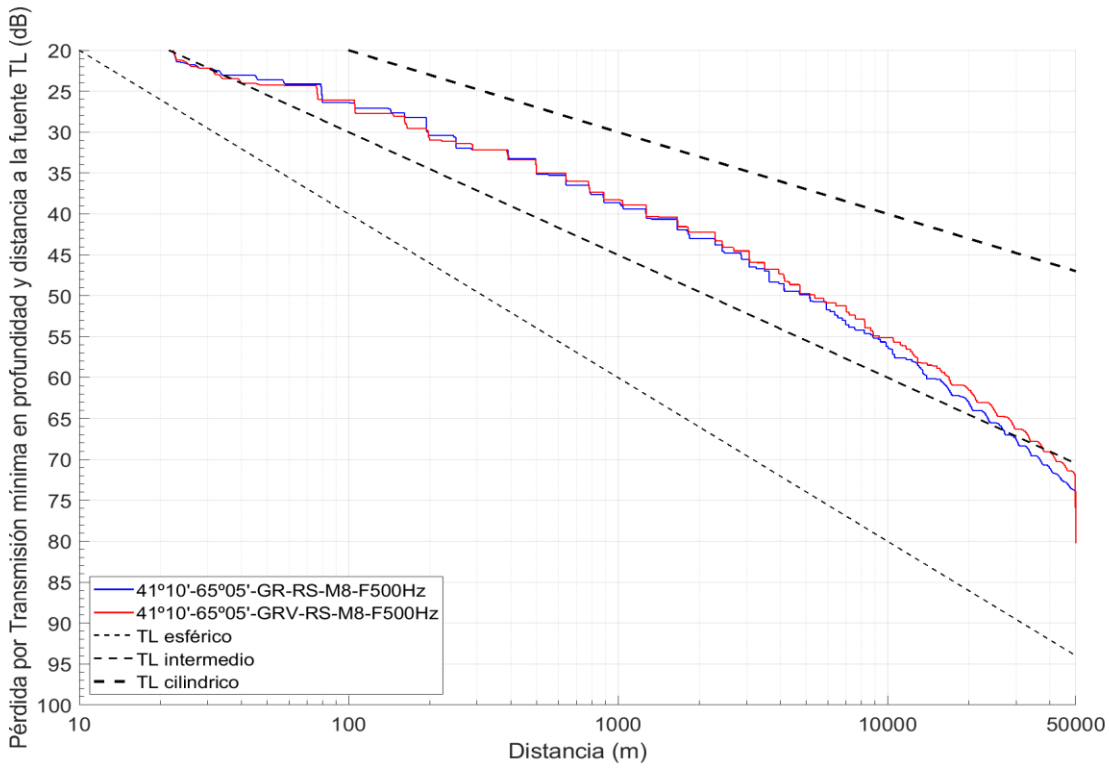


Figura 73. Comparación de Pérdidas por Transmisión mínimas para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 500 Hz.

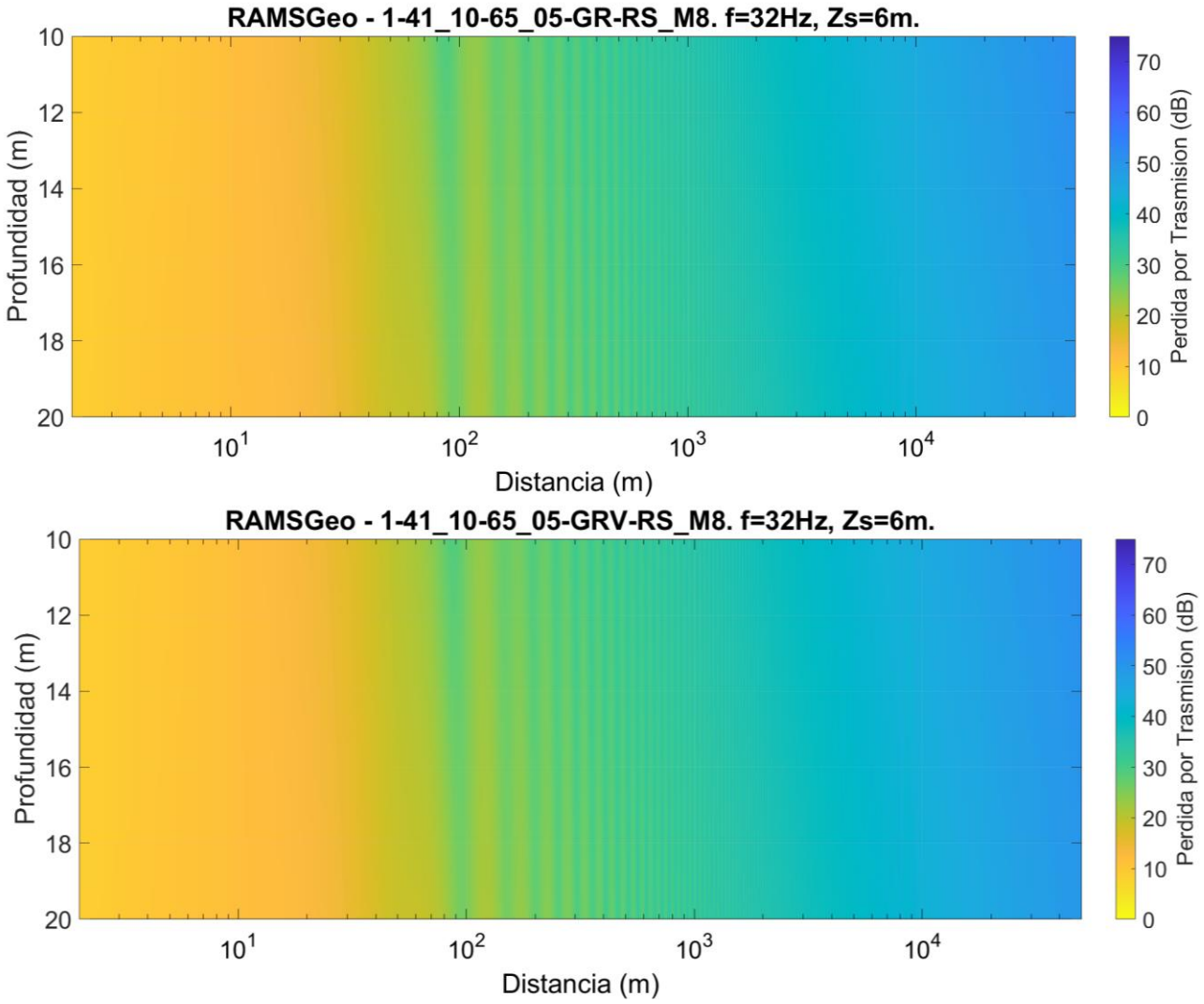


Figura 74. Comparación de Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 32 Hz.

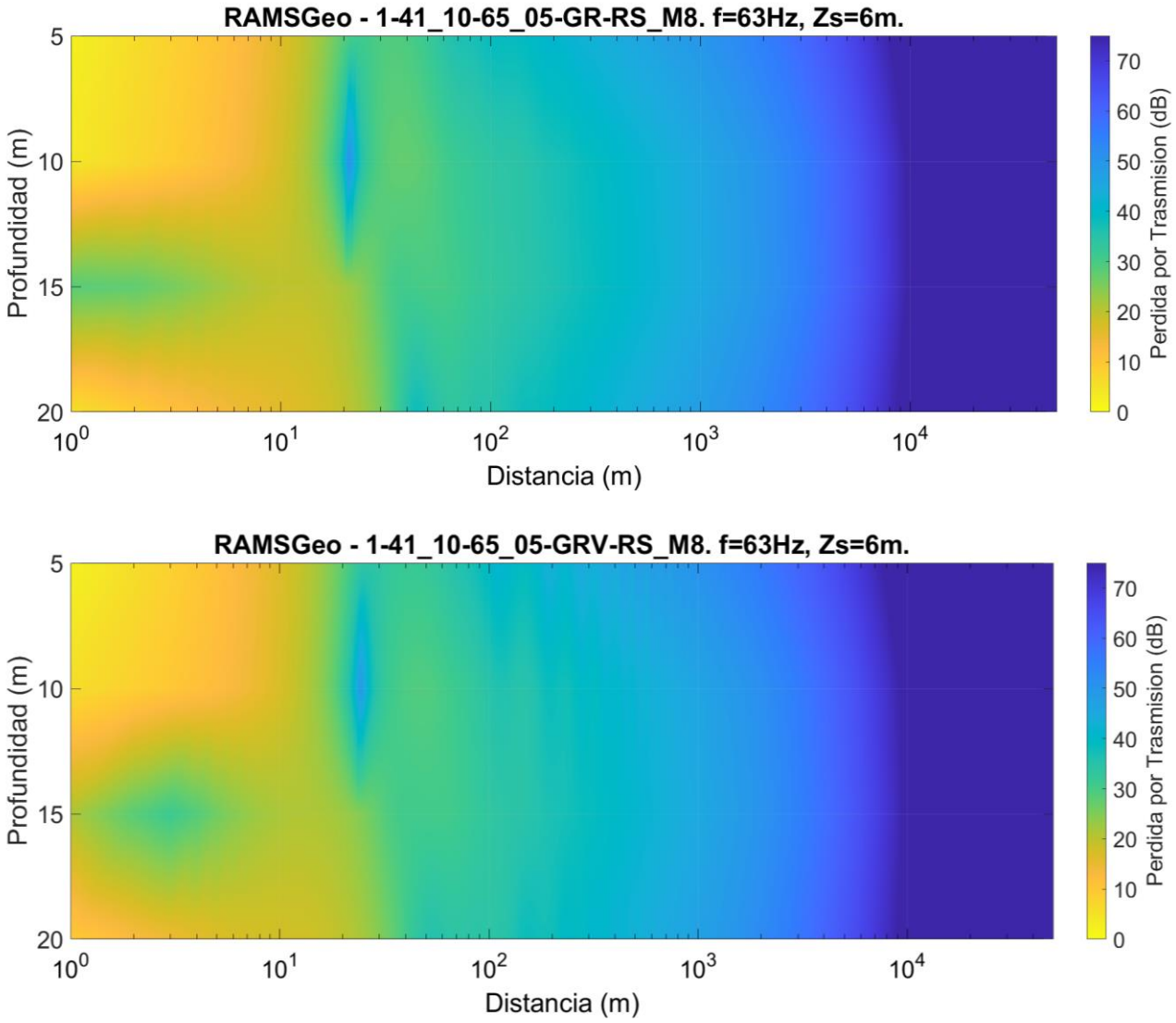


Figura 75. Comparación de Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 63 Hz.

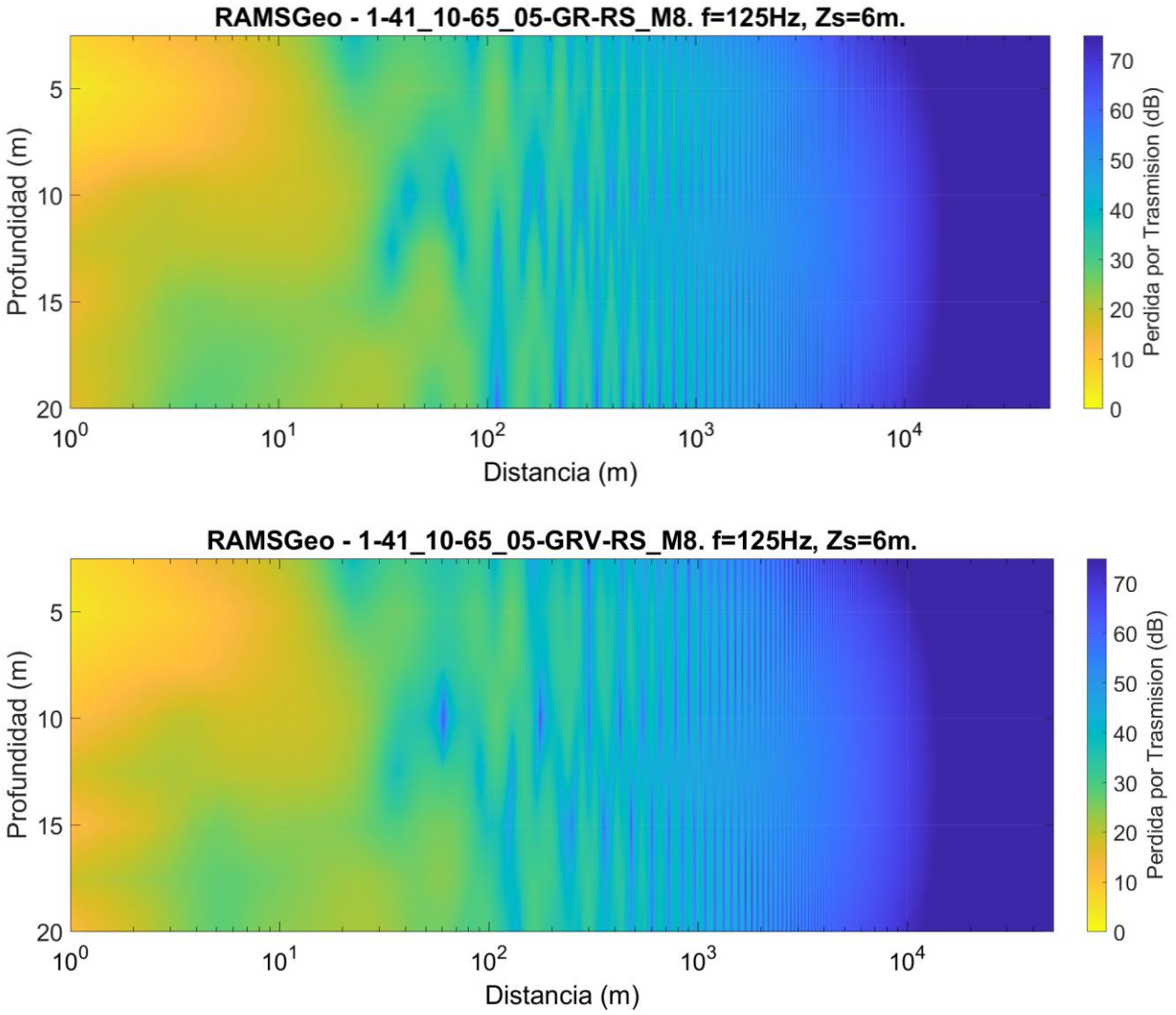


Figura 76. Comparación de Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 125 Hz.

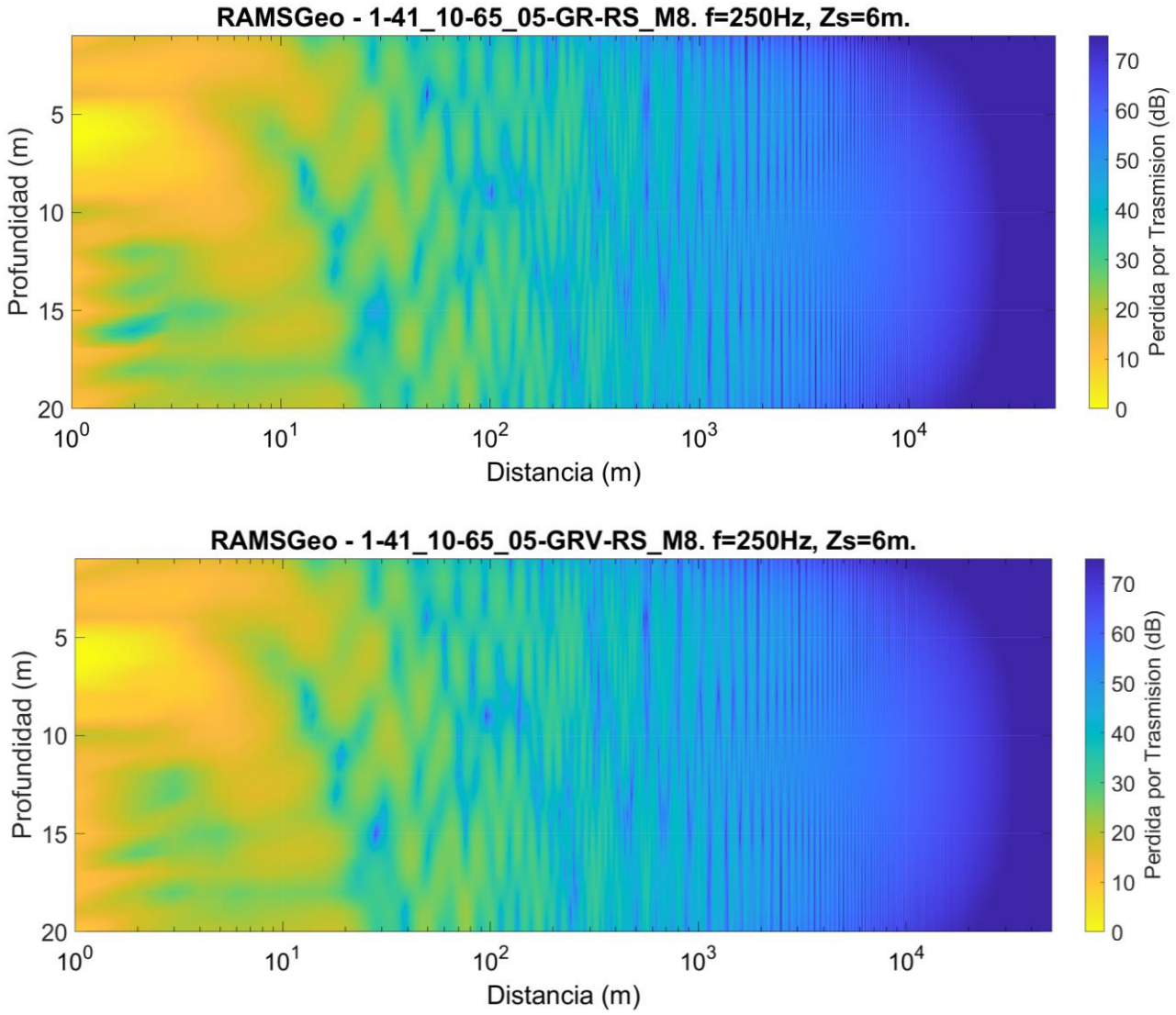


Figura 77. Comparación de Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 250 Hz.

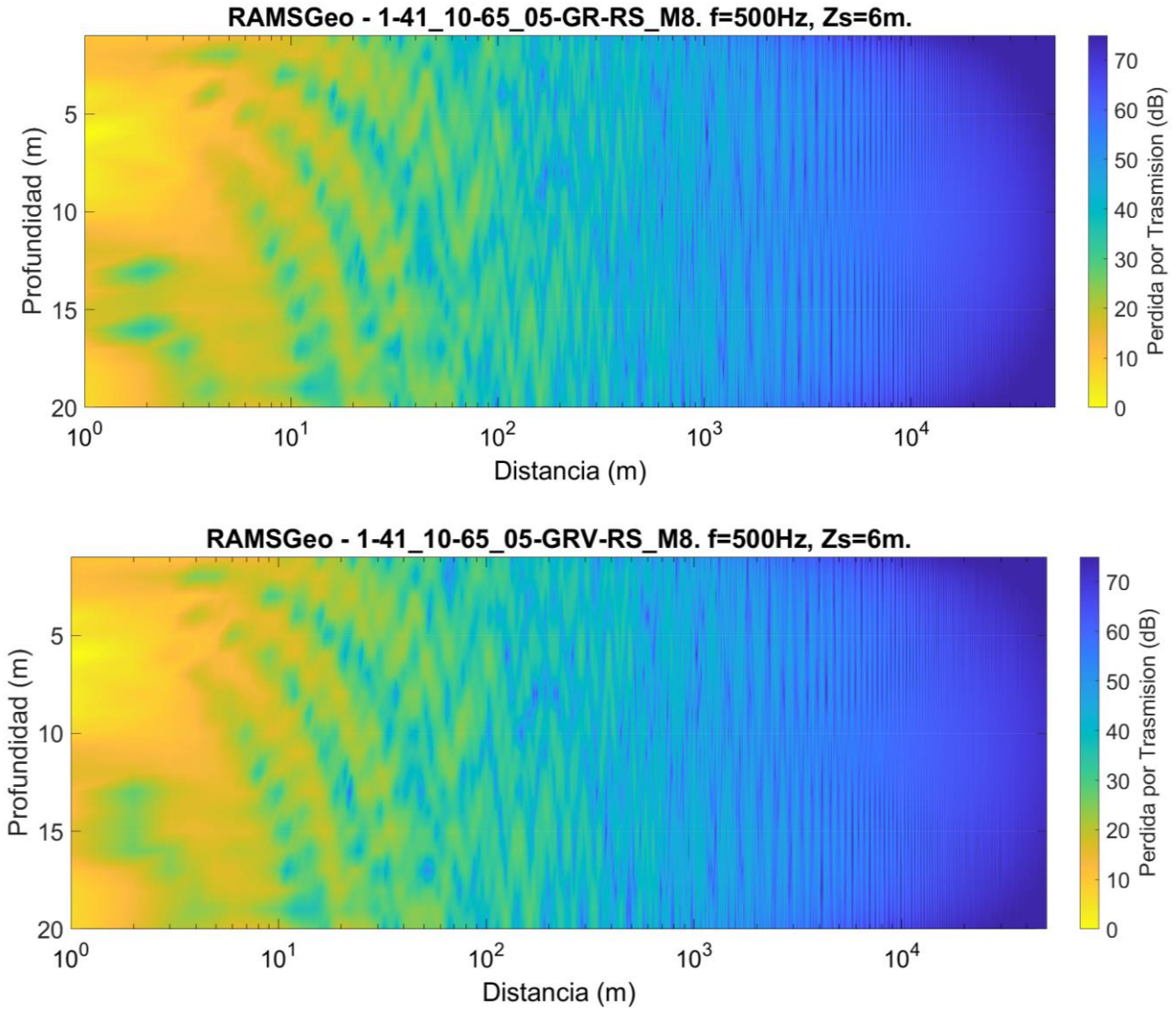
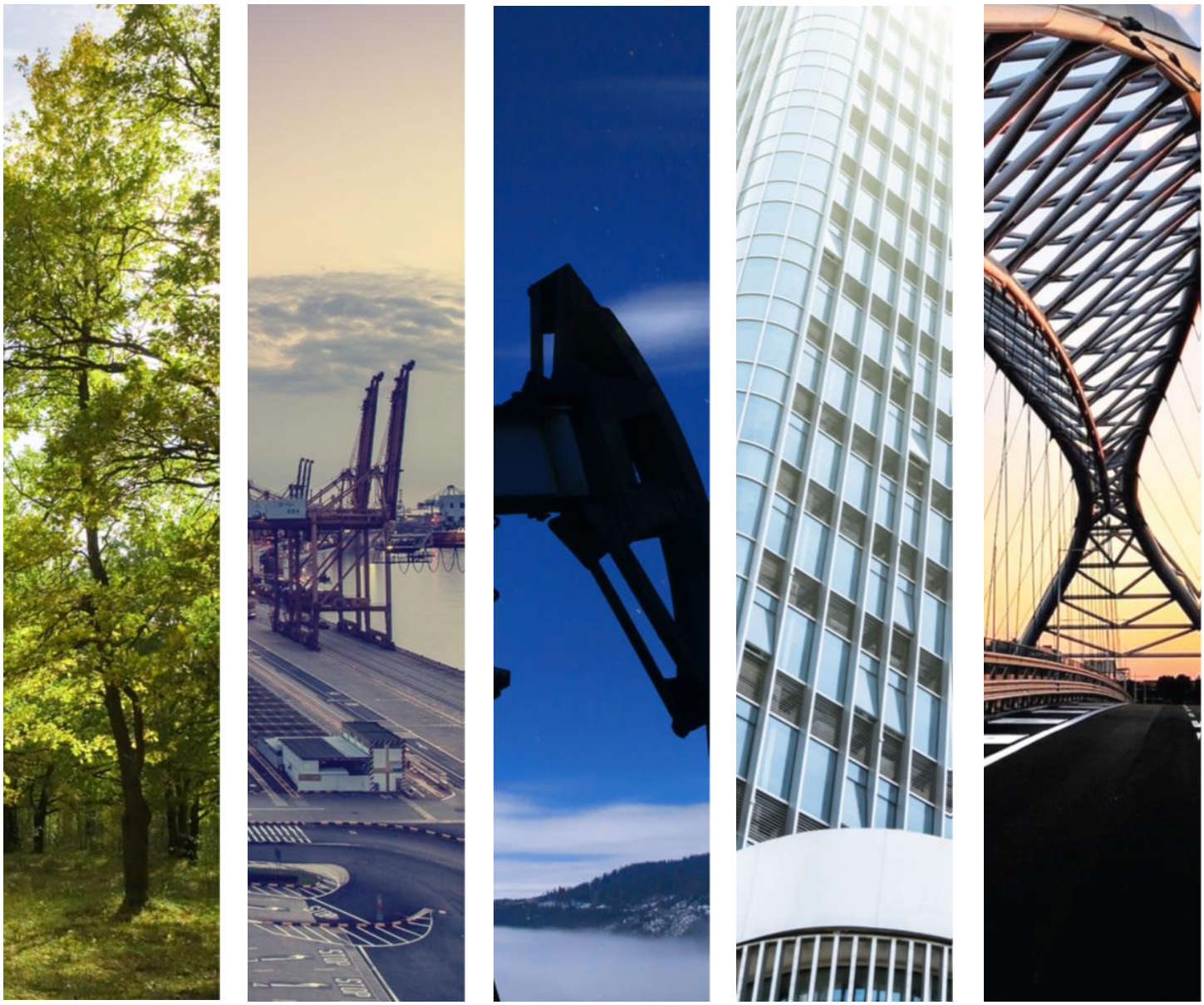


Figura 78. Comparación de Pérdidas por Transmisión bidimensionales para suelo Grava y Grava Variante sobre Roca Sedimentaria (GR-RS y GRV-RS), para el mes de agosto. Frecuencia 500 Hz.



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-3: Modelización Hidrodinámica

Junio 2025

ANEXO 6-3: MODELIZACIÓN HIDRODINÁMICA

El presente apartado fue elaborado para el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías (Etapa 1), elaborado por esta misma consultora (Serman & Asoc., 2024) y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en octubre de 2024; a excepción de la Verificación de la Calibración del Modelo Matemático, elaborada con información actualizada en el marco del presente EIA.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. MODELACIÓN HIDRODINÁMICA 4

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO 4

2.2 ENFOQUE METODOLÓGICO 4

3. BATIMETRÍA Y GRILLA DE MODELACIÓN 5

4. CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRODINÁMICO 8

4.1 DATOS PARA CALIBRACIÓN DEL MODELO 10

4.1.1 Niveles de Marea 10

4.1.2 Temperatura y Salinidad 12

4.1.3 Viento 13

4.1.4 Intercambio de Calor con la Atmósfera 16

4.2 RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRODINÁMICO 16

4.2.1 Calibración Verano de 2019 17

4.2.2 Calibración Invierno de 2005 20

5. BIBLIOGRAFÍA 29

6. VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO 32

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se presenta la modelización hidrodinámica efectuada para la evaluación de los impactos de la pluma térmica y posibles derrames accidentares de hidrocarburos correspondientes al Proyecto FLNG en Golfo San Matías, el cual consiste en la instalación de un buque licuefactor de gas natural para la producción y la exportación de GNL con una capacidad de 2,4 millones de toneladas por año (MTPA).

El Proyecto FLNG se emplazará en el Golfo San Matias, entre Punta Colorada y San Antonio Este, en cercanías de la costa del Mar Argentino (Figura 1).

Si bien la posición precisa del emplazamiento del buque FLNG no está definida, y además el mismo se desplazará con las corrientes de marea alrededor de un punto de conexión con el gasoducto, para la presente modelación de impactos se ha considerado que la ubicación de la zona de emplazamiento del buque es la que se muestra en la Tabla 1.



Figura 1. Ubicación del Proyecto FLNG.

Tabla 1. Sitio de implantación del Buque FLNG.

Coordenadas Geográficas		Coordenadas Posgar 2007 Faja 3	
Latitud	Longitud	X	Y
-41,119	-65,098	3575740	5447780

En el presente estudio se lleva a cabo la implementación, calibración y explotación de un modelo hidrodinámico tridimensional del Golfo San Matías.

El objetivo consiste en simular campos de corrientes y temperaturas en la zona de interés, que correspondan a escenarios representativos idóneos para la evaluación de impactos. Partiendo de la modelización hidrodinámica se evalúan dos tipos de impactos: por un lado, el impacto de la descarga térmica del buque licuefactor, y por otro lado, el impacto de un derrame de hidrocarburos líquidos.

La modelización hidrodinámica se realiza a través del software “MIKE 3 Flow Model FM (Flexible Mesh)”, desarrollado por el Danish Hydraulic Institute, específicamente su módulo “Hydrodynamic Module (HD)” fue el software de cálculo utilizado para la modelación hidrodinámica tridimensional del Golfo San Matías. A través de dicho módulo también se lleva a cabo la modelación de descargas térmicas desde el buque licuefactor. Mientras que el modelo de derrame de hidrocarburos se realiza a través del módulo “Oill Spill (OS)” acoplado al modelo hidrodinámico.

2. MODELACIÓN HIDRODINÁMICA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO

MIKE 3 Flow Model FM (HD) resuelve las ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento y masa en tres dimensiones y variable en el tiempo (ecuaciones de Navier-Stokes). El software utiliza el método de las perturbaciones, en el cual el flujo se descompone en valores medios y fluctuaciones turbulentas.

Las fluctuaciones turbulentas (tensiones de Reynolds) se modelan empleando el concepto de viscosidad turbulenta. El MIKE 3 Flow Model FM (HD) posee cinco posibilidades para representar las fluctuaciones turbulentas: viscosidad eddy constante, Modelo de Smagorinsky, Modelo κ, Modelo κ-ε y Mezcla de Smagorinsky / Modelo κ-ε. La última formulación es una combinación que utiliza el modelo de Smagorinsky en las dos direcciones horizontales, y el Modelo κ-ε en la dirección vertical.

Los fenómenos hidrodinámicos incluidos en las ecuaciones son: propagación de la marea, efectos de la estratificación, difusión y dispersión turbulentas, fuerza de Coriolis, gradientes de presión barométrica, tensiones debidas al viento, resistencias debidas al fondo, celdas secas y mojadas, efectos hidrodinámicos introducidos por ríos, fuentes y sumideros (tanto de masa como de cantidad de movimiento), intercambio de calor con la atmósfera, incluyendo evaporación y precipitación.

2.2 ENFOQUE METODOLÓGICO

La modelación hidrodinámica y las consiguientes modelaciones de pluma térmica y de derrame de hidrocarburos líquidos se realizaron según la metodología descripta a continuación.

En primer lugar, se definen los períodos de calibración del modelo hidrodinámico, con el objetivo de lograr representar adecuadamente los niveles, velocidades y patrones de circulación en el Golfo San Matías. También se busca una representación apropiada de la temperatura y salinidad en el área de interés. Seguidamente, se presentan los resultados de la calibración hidrodinámica.

Luego, en el Anexo 6-5 se presenta lo relativo al modelo de pluma térmica: las características de la descarga térmica, los escenarios modelados y los resultados obtenidos. Enfatizando en la extensión espacial de la pluma y la diferencia de temperaturas con respecto a la situación sin descarga.

Finalmente, en el Anexo 6-6 se presenta el modelo de derrame de hidrocarburos líquidos: las características de la descarga, los escenarios modelados y los resultados obtenidos.

3. BATIMETRÍA Y GRILLA DE MODELACIÓN

La batimetría del lecho del Golfo San Matías y la porción de plataforma continental aledaña, se obtuvo de cartas náuticas del Servicio de Hidrografía Naval de la República Argentina (SHN), en complemento con datos de la base global de datos GEBCO "The General Bathymetric Chart of the Oceans" y el modelo digital de elevaciones (MDE-Ar v2.1) del IGN. La batimetría generada para el golfo se presenta en la Figura 2 con una resolución espacial regional de 50 m x 50 m en la zona del golfo más cercana a las costas y de 10 m x 10 m en la zona del proyecto (rectángulo de color blanco). Las profundidades están referidas al Cero LAT (bajamar astronómica más baja).

En la Tabla 2 se presentan las cartas náuticas del SHN utilizadas para este estudio, indicando su escala y el área de cobertura.

Tabla 2. Cartas náuticas del SHN utilizadas para el presente estudio. Fuente: elaboración propia.

Carta Náutica	Nombre	Escala
H-214	De Faro Segunda Barranca a Faro Punta Bajos	1: 275.000
H-262	Puerto San Antonio	1: 50.000
H-277	Golfo San José - Boca del Golfo San José	1: 80.000 – 1: 20.000

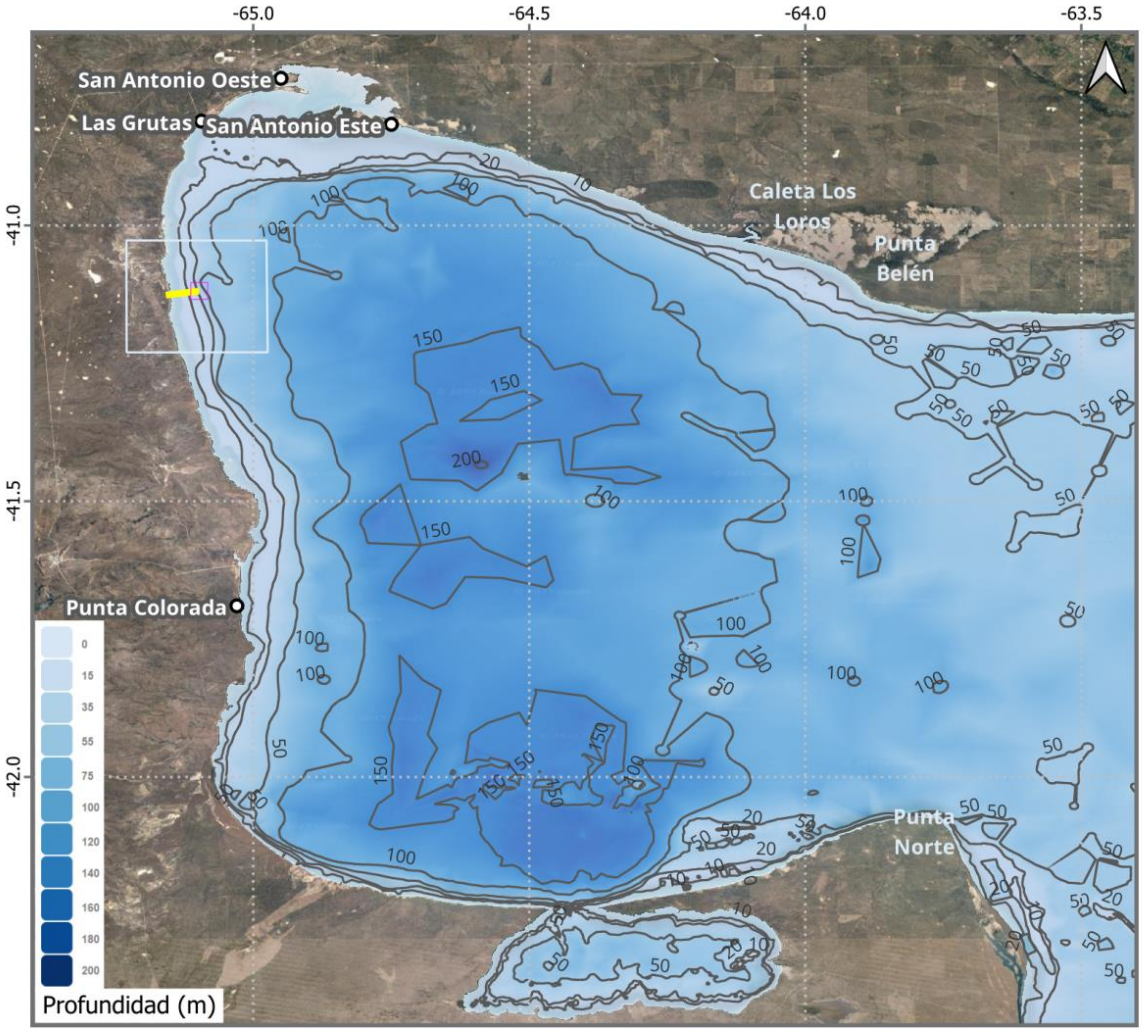


Figura 2. Batimetría del Golfo San Matías. Profundidades referidas al Cero LAT.

El dominio de modelación se definió a lo largo de 433 km en dirección NNE, en concordancia con la corriente media permanente sobre la Plataforma Continental Patagónica en la latitud 43°S (Piola y Rivas, 1997). En dirección transversal, el dominio de modelación abarca el Golfo San Matías y la franja de unos 200 km de la Plataforma Continental Patagónica adyacente a la boca del Golfo. En la Figura 3 se muestra la extensión del dominio junto a la información batimétrica asociada.

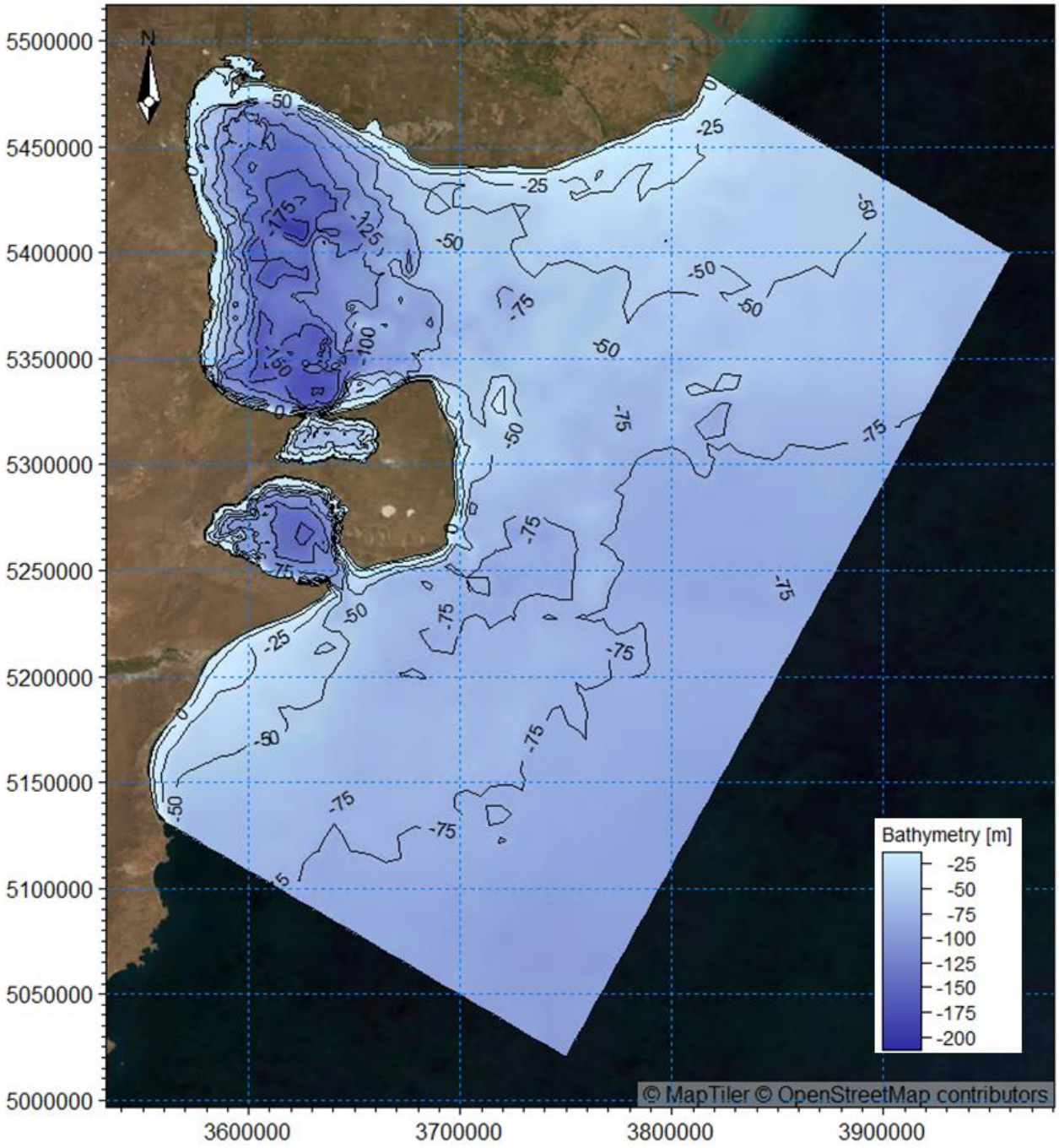


Figura 3. Batimetría interpolada para el dominio de modelación. Profundidades referidas al Cero LAT.

La malla de cálculo está compuesta por 48.327 elementos, con una resolución espacial que va desde unos 50 km^2 cerca de los bordes de aguas abiertas del dominio, hasta 0,0025 km^2 en la zona de proyecto. En la Figura 4 se muestra la grilla de cálculo empleada.

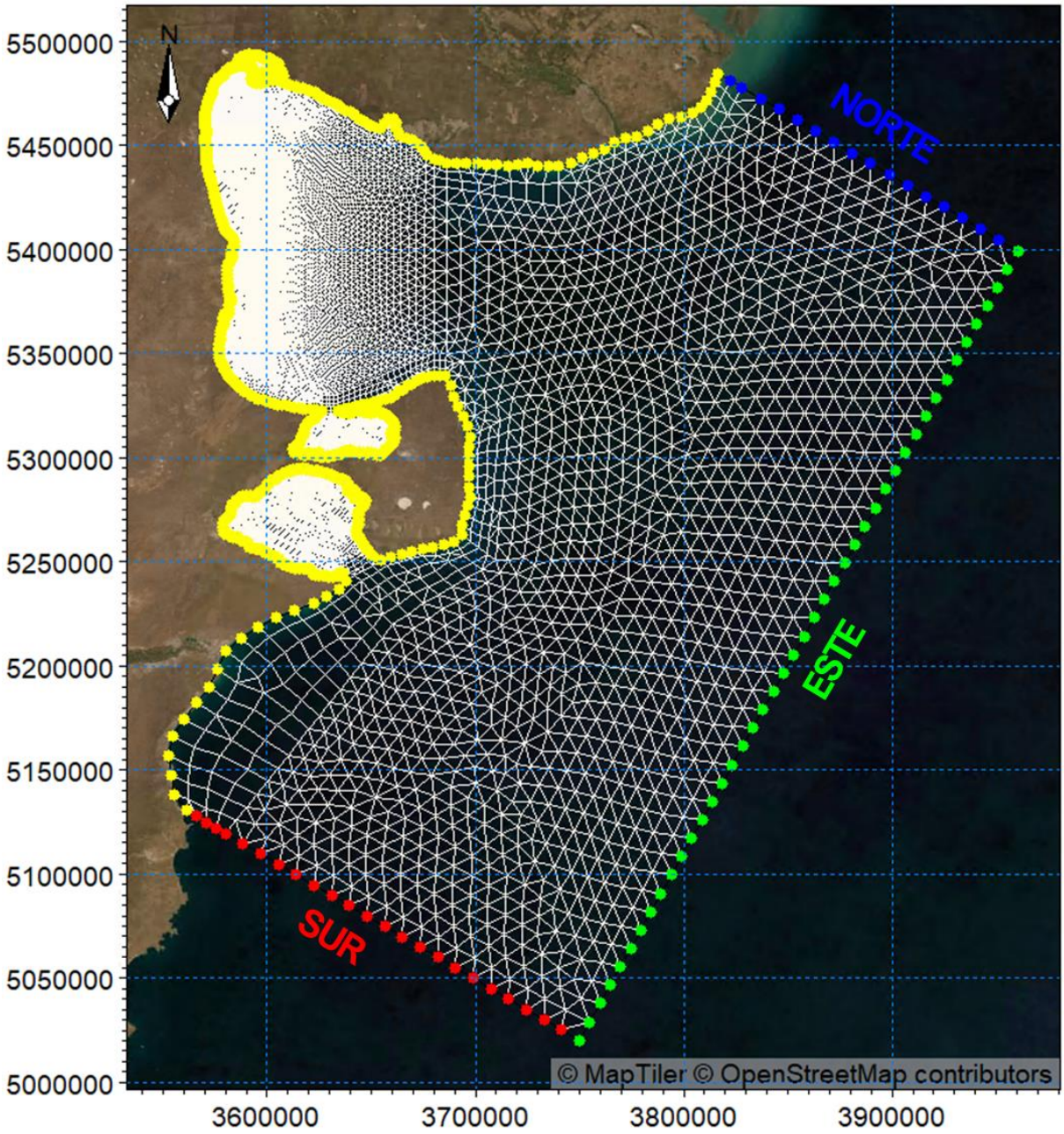


Figura 4. Grilla de cálculo del modelo.

4. CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRODINÁMICO

Se realizó la calibración del modelo hidrodinámico para dos situaciones:

A. Verano 2019: Para el período comprendido entre el día 31 de enero y 01 de marzo.

   Durante dicho período, en Saraceno et al. (2020) publican la trayectoria de cinco derivadores lagrangianos liberados en el interior del Golfo San Matías el día 31 de enero y recolectados entre los días 02 y 23 de febrero. En la Figura 5 se muestra los puntos de liberación de los derivadores, sus trayectorias y velocidades registradas a lo largo de las mismas. Luego en la Tabla 3 se resumen las principales características de los derivadores liberados.

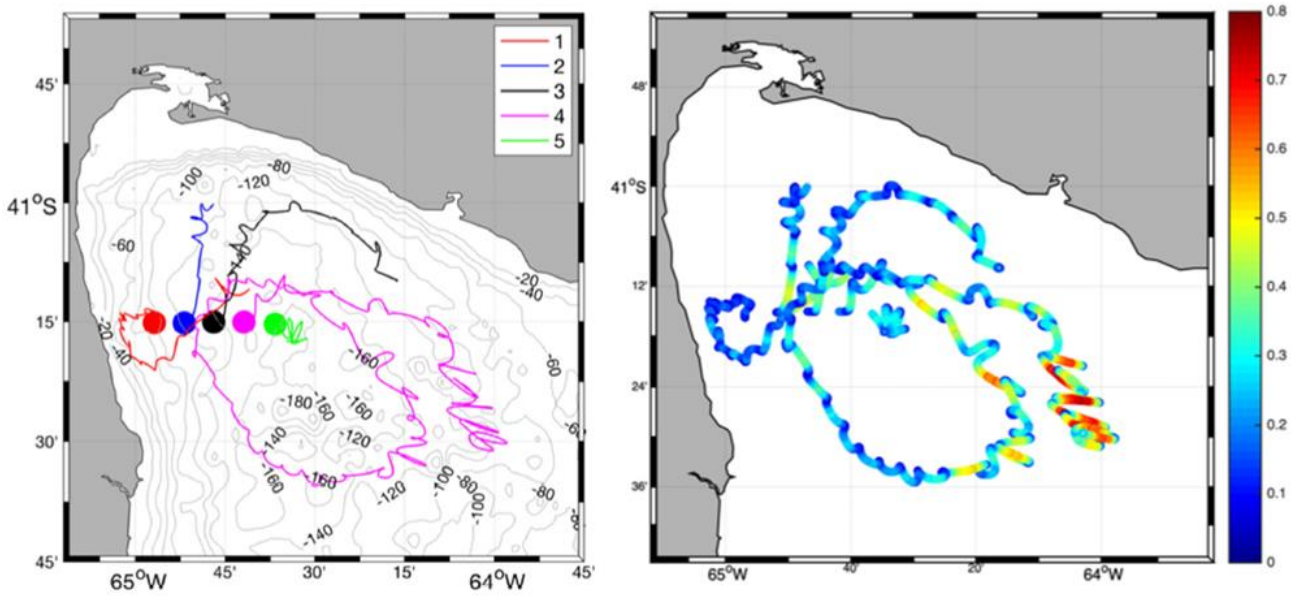


Figura 5. Trayectoria descripta por los derivadores (izq.) y velocidad (m/s) de cada derivador a lo largo de su trayectoria. Fuente: Saraceno et al., 2020.

Tabla 3. Características principales de los derivadores liberados en el Golfo San Matías. Fuente: Saraceno et al., 2020.

Derivador	Latitud (°S) inicio	Longitud (°W) inicio	Fecha inicio (día/mes/ año HH:MM GMT)	Fecha fin (día/mes/ año HH:MM GMT)	Número de datos	Número de días	% de datos perdidos	Mínimo número de datos en un período de 6-h
1	-41,252	-64,9479	31/1/2019 16:14	8/2/2019 02:15	738	7.4	32	11
2	-41,2523	-64,8641	31/1/2019 14:55	3/2/2019 13:41	342	2.9	20,8	17
3	-41,2507	-64,7817	31/1/2019 14:15	7/2/2019 10:24	514	6.8	49	4
4	-41,2508	-64,6974	31/1/2019 13:45	23/2/2019 03:51	2591	22,6	21	9
5	-41,2513	-64,6155	31/1/2019 13:05	2/2/2019 11:41	222	1.9	23	16

Los citados autores observan que todos los derivadores presentan cambios bruscos de dirección a lo largo de sus trayectorias. La mayoría de estos cambios son en la dirección zonal y cada 12 h. Además, los derivadores se mueven siguiendo la circulación ciclónica principal típica de la circulación estival analizada en diversa bibliografía antecedente. Algunos estudios que refieren a los patrones de circulación en el Golfo San Matías pueden encontrarse en: Piola y Scasso (1988), Tonini (2010), Tonini y Palma (2011), entre otros.

B. Invierno de 2005: Para el período comprendido entre el día 03 y 31 de julio.

Se cuenta con información recolectada a través de campañas de medición realizadas en el marco del Proyecto PNUD ARG/02/018–GEF BIRF N 28385-AR ‘‘Prevención de la contaminación costera y gestión de la biodiversidad marina’’. Se realizaron mediciones en diferentes sitios del entorno del Golfo San Matias: Boca del Río Negro, San Antonio Este, Punta Colorada, Playa Bengoa (Golfo San José) y Las Grutas. La información recolectada en las distintas campañas es analizada en Moreira et al. (2009) y Dragani et al. (2008).

La presente calibración se realiza para los datos más cercanos a la zona de proyecto, es decir, para los datos correspondientes a Las Grutas. En el marco de esa campaña en particular, en el año 2005 se instaló una boya oceanográfica marca OCEANOR frente a Las Grutas, la cual estuvo fondeada desde el 3 de julio hasta el 27 de diciembre de ese año, en la posición geográfica de latitud 41º 00' S y longitud 65º 05' W, en un sitio con profundidad 19 metros (Figura 6). La boya ambiental fondeada frente a Las Grutas contaba con sensores de conductividad (salinidad) y temperatura del agua, montados a 1 m de profundidad, la cual puede ser considerada como representativa de la superficie del mar.

A su vez, periodo de calibración en este caso se limita al comprendido entre 03 y el 31 de julio de 2005.

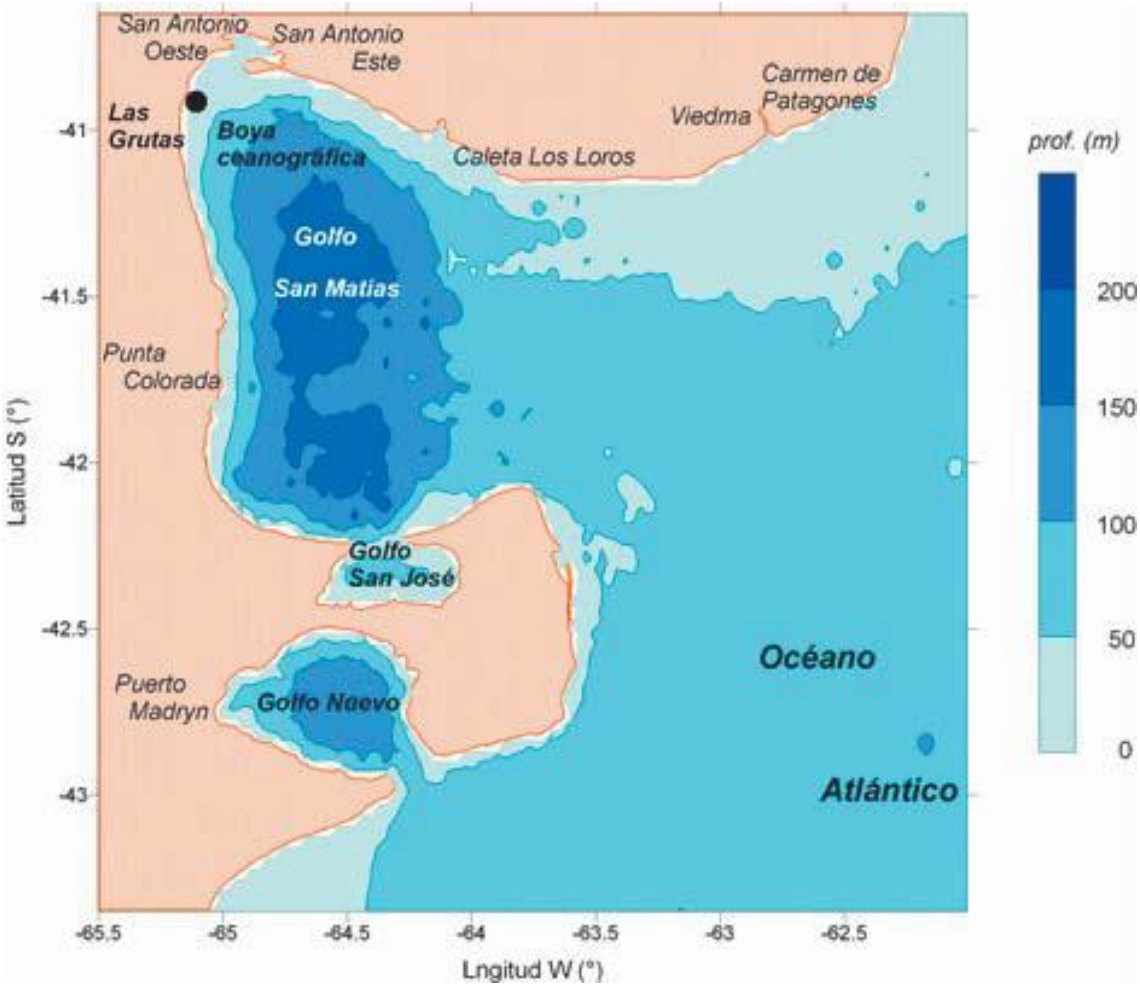


Figura 6. Ubicación de la boya frente a Las Grutas. Fuente: Fucks et al., 2011.

4.1 DATOS PARA CALIBRACIÓN DEL MODELO

4.1.1 Niveles de Marea

Para la incorporación del forzante de niveles del mar en el análisis se utilizó el modelo global MIKE 21 Global Tide Model. El modelo que genera la predicción de niveles de agua de marea para un período a especificar, está disponible en una resolución de 0,125º x 0,125º e incluye los siguientes 10 constituyentes: Semidiurno: M2, S2, K2, N2; Diurno: S1, K1, O1, P1, Q1; Aguas poco profundas: M4. El modelo global de mareas ha sido desarrollado por DTU Space. La Figura 7 presenta las líneas cotidales de las componentes M2 y K1 calculadas por MIKE 21 Global Tide Model.

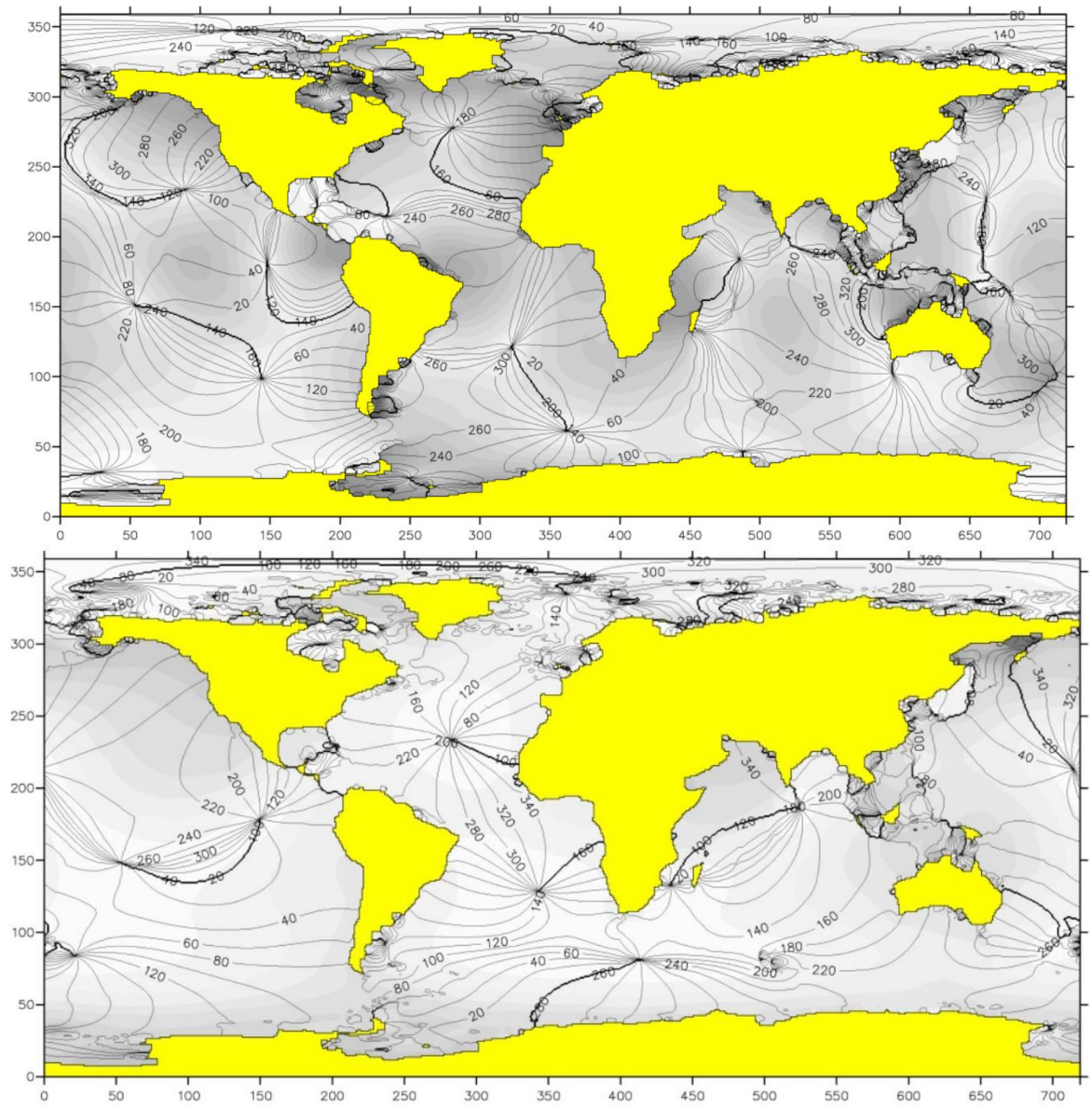


Figura 7. Líneas cotidales de las componentes M2 (arriba) y K1 (abajo) calculadas por MIKE 21 Global Tide Model. Fuente: DHI, 2017

Los niveles obtenidos a partir del modelo son contrastados con datos TPXO. Los modelos de mareas TPXO de la Universidad Estatal de Oregón (OSU) son una serie de modelos globales de mareas oceánicas, obtenidos con métodos descriptos en detalle por Egbert y Erofeeva (2002). Estos métodos se implementaron en el paquete de software OTIS (OSU Tidal Inversion Software) mediante la asimilación de altimetría satelital y, ocasionalmente, de otros datos. Los modelos globales TPXO de marea barotrópica, tienen mejor ajuste, en un sentido de mínimos cuadrados, con las ecuaciones de marea de Laplace y los datos altimétricos. Cada modelo siguiente de la serie TPXO se basa en batimetría actualizada y asimila más datos en comparación con las versiones anteriores.

La solución global del modelo TPXO 10 incluye amplitudes complejas de elevaciones y transportes/corrientes de la superficie del mar relativas a nivel medio del mar (MSL) para ocho componentes primarios (M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, Q1), dos de periodos largos (Mf, Mm), tres constituyentes armónicos no lineales (M4, MS4, MN4) y dos menores (2N2, S1), con una resolución espacial de 1/30 de grado.

En Lago et al. (2017) comparan datos de altimetría satelital Jason-2 de alta resolución con una serie temporal de 22 meses de nivel del mar medido por un registrador de presión de fondo para un punto cercano a la costa norte de la boca del Golfo San Matías (coordenadas 41°10.8'S, 63°46.8'W). A su vez comparan los principales componentes de marea derivados de observaciones in situ con los valores derivados de modelos de marea: FES2012 (Carrère et al., 2012), EOT08a (Savcenko y Bosch, 2008) y TPXO8 (Egbert y Erofeeva, 2002).

Si bien concluyen que la diferencia más baja con respecto a los componentes de marea in situ se obtiene mediante el análisis armónico del conjunto de datos de altimetría satelital, también resaltan que el modelo de mareas que mostró la raíz cuadrada de la suma de la diferencia (RSS) más baja entre la amplitud y fase de marea in situ y modelada es TPXO8. Este resultado es consistente con estudios llevados a cabo en la región, por Sarraceno et al. (2010).

4.1.2 Temperatura y Salinidad

Como forzantes de temperatura y salinidad en los bordes del modelo se utilizaron datos obtenidos del Modelo Global Mercator Ocean Reanalysis (GLORYS12V1). El mismo es implementado por el CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service, http://marine.copernicus.eu/).

El modelo presenta una grilla regular de alta resolución espacial (1/12°), con datos a escala diaria para un periodo de 28 años (1993–2020). Los datos corresponden a 50 niveles verticales con 22 niveles en los 100 m superiores, lo que lleva a una resolución vertical de 1 m en los niveles superiores y 450 m a 5.000 m de profundidad. Además de la evolución espacio-temporal de variables termodinámicas 3D (Temperatura, Salinidad), describe variables dinámicas 3D (Componentes de velocidad: U, V), altura de la superficie del mar y características del hielo marino (concentración, espesor y velocidad horizontal).

El componente físico del modelo es el Núcleo de Modelización Europea de la Plataforma Oceánica (NEMO). El forzante en superficie es el reanálisis ERA-Interim del ECMWF hasta finales de 2018, y posteriormente el reanálisis ERA5. El modelo asimila observaciones utilizando un filtro de Kalman de orden reducido con una descomposición modal multivariada tridimensional del error de fondo y un ciclo de asimilación de 7 días (Lellouche et al., 2013).

El modelo GLORYS12 ha sido validado en la región. Está basado en el modelo PSY4V3, que es un modelo global de pronóstico a tiempo real de alta resolución, también distribuido por CMEMS (Lellouche et al., 2018). En comparación con PSY4V3, el reanálisis de GLORYS12 utiliza el forzante atmosférico reprocesado proveniente del reanálisis atmosférico global ERA-Interim, por lo que se beneficia de algunos cambios en la configuración del sistema con respecto a errores de observación. Artana et al. (2018) evaluaron el desempeño del modelo PSY4V3 en el Océano Atlántico Sudoccidental. Se compararon diez años de salidas del modelo (2007-2016) con datos satelitales asimilados, con datos provenientes de flotadores Argo y también con datos medidos in situ no asimilados. La comparación mostró que el sistema PSY4V3 reproduce correctamente la circulación general y las complejas características hidrográficas de las capas superiores del Océano Atlántico Sudoccidental. En trabajos posteriores, se encontró una concordancia general entre GLORYS12 y PSY4V3, y a partir de la comparación con observaciones se demostró que las salidas de GLORYS12 son más cercanas a las observaciones que las salidas PSY4V3 en la región de interés (Artana et al., 2018).

Para cada escenario de calibración, se impuso como condición de borde el perfil promedio diario de temperatura y salinidad. A modo de ejemplo, en la Figura 8 se muestran los perfiles de temperatura para un instante de la situación de Verano de 2019, y en la Figura 9 se muestran los perfiles de temperatura para un instante de la situación de Invierno de 2005.

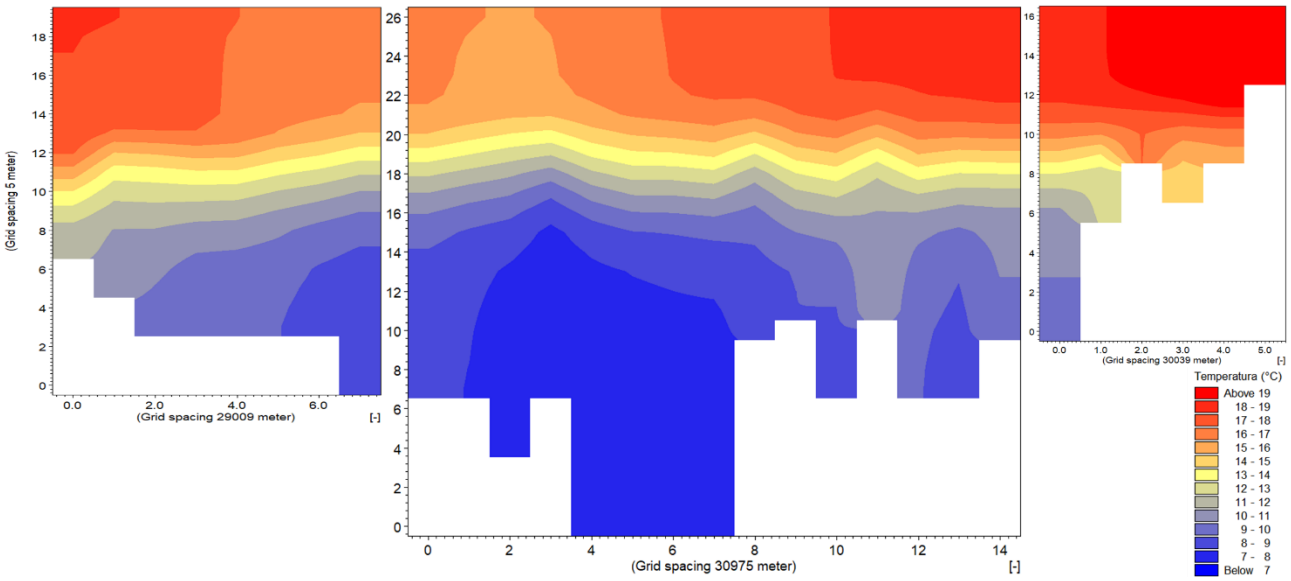


Figura 8. Perfil de temperatura para la corrida de Verano 2019, elaborado a partir de datos GLORYS12 para el 02/02/2019. De izquierda a derecha: Condiciones de borde Sur, Este y Norte.

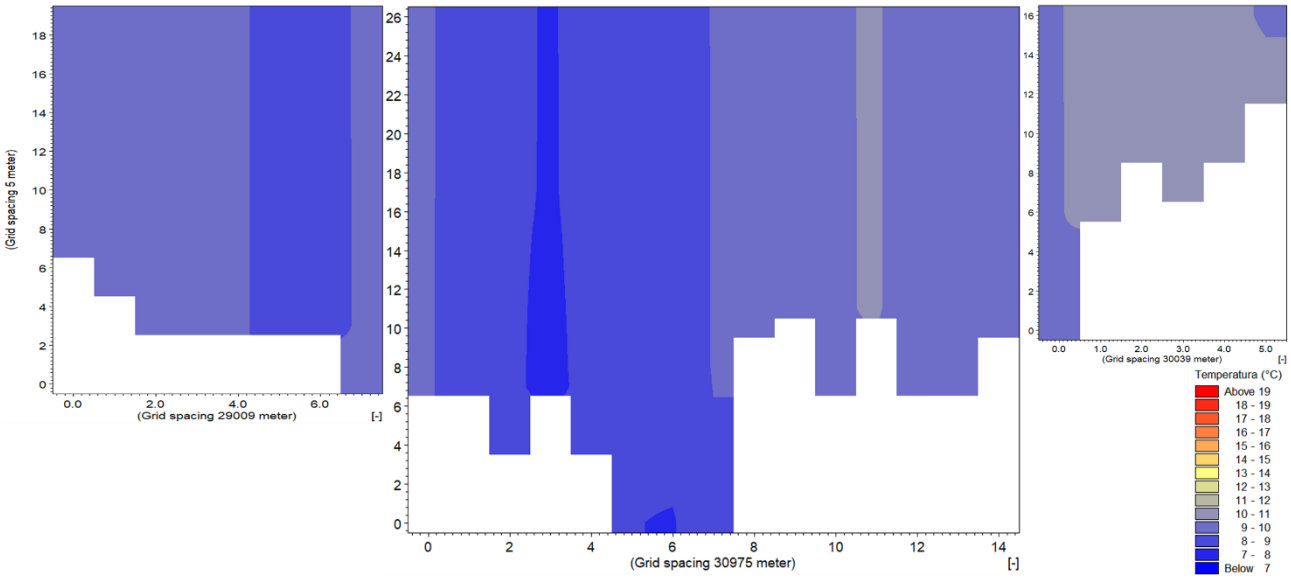


Figura 9. Perfil de temperatura para la corrida de Invierno 2005, elaborado a partir de datos GLORYS12 para el día 07/06/2005. De izquierda a derecha: Condiciones de borde Sur, Este y Norte.

4.1.3 Viento

Para las corridas de calibración del modelo se cuenta con datos horarios provenientes del modelo global ECMWF ERA5 Reanalysis (Hersbach, 2020).

Pescio et al. (2021) analizan las componentes zonales y meridionales del viento superficial de siete reanálisis atmosféricos globales: National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) Reanalysis 1, NCEP/Department of Energy (DOE) Reanalysis 2, NCEP/Climate Forecast System Reanalysis (CFSR), European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) Interim Reanalysis (ERA-Interim), Japanese 55-year Reanalysis (JRA-55), Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Application V2 (MERRA-2), y ERA5 Reanalysis.

Y realizan una comparación con vientos superficiales recuperados de los dispersómetros QuikScat/SeaWinds y Ascat, y con vientos superficiales medidos en ocho estaciones meteorológicas costeras al suroeste del Océano Atlántico Sur, entre 35°S y 55°S y 55°W y 70°W, aproximadamente.

Concluyen que el reanálisis de MERRA-2 es el producto que mejor se ajusta a los datos satelitales, seguido por ERA5. Además, señalan que ERA5 fue la base de datos que mejor se comparó con las observaciones costeras medidas en las estaciones meteorológicas.

Para ambos períodos de calibración, la forzante de viento está constituida por los datos horarios correspondientes a la grilla ERA5 de 17x20 nodos que cubre el dominio. En la Figura 10 se muestra un ejemplo de la grilla sobre el dominio.

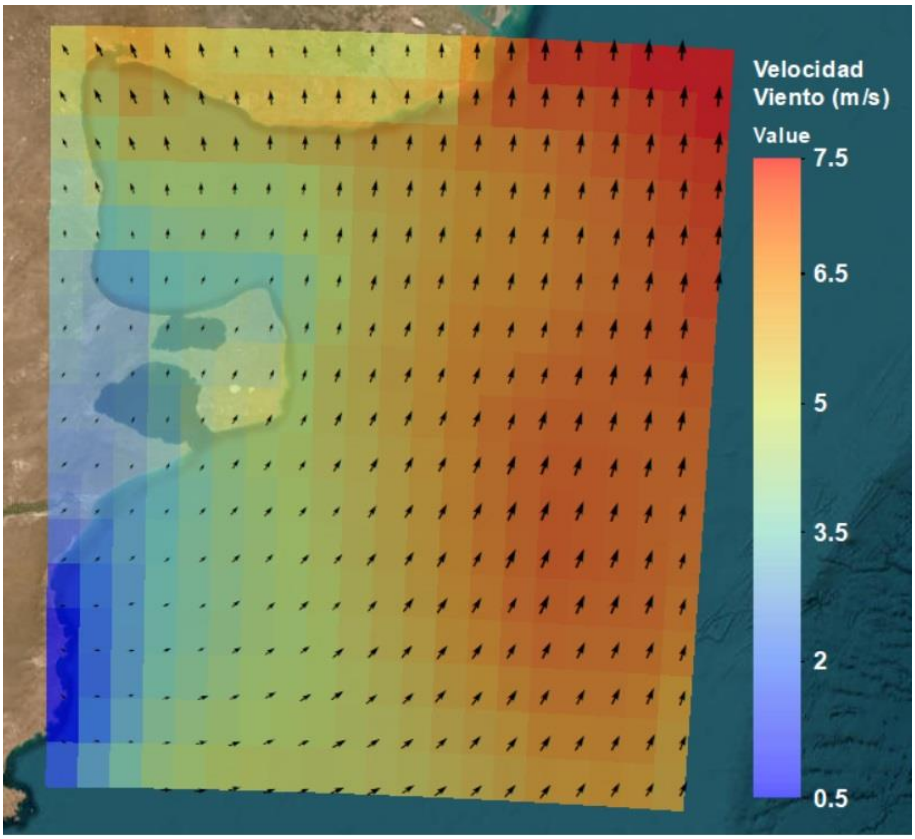


Figura 10. Grilla de magnitud y dirección del viento sobre el dominio. Elaborado a partir de datos ERA5 para el 02/02/2019 14:00.

Entre la Figura 11 y la Figura 14 se presenta la dirección y velocidad del viento durante los períodos de calibración obtenidas del reanálisis ERA5. Los datos fueron extraídos para el punto de la grilla ERA5 más cercano al sitio de proyecto (coordenadas -41°S,-65°W).

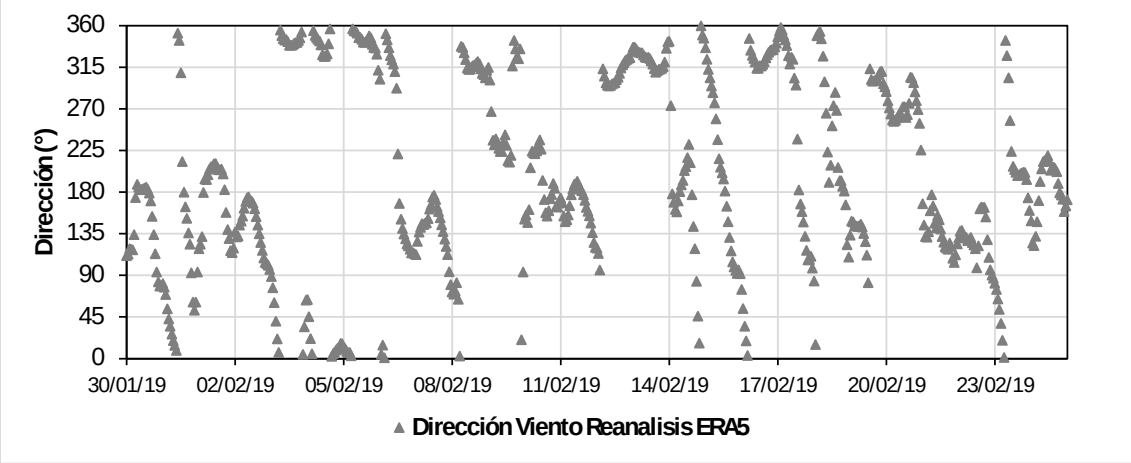


Figura 11. Dirección del viento a partir de datos de reanálisis ERA5 durante el período de calibración de Verano de 2019, para el punto -41°S,-65°W

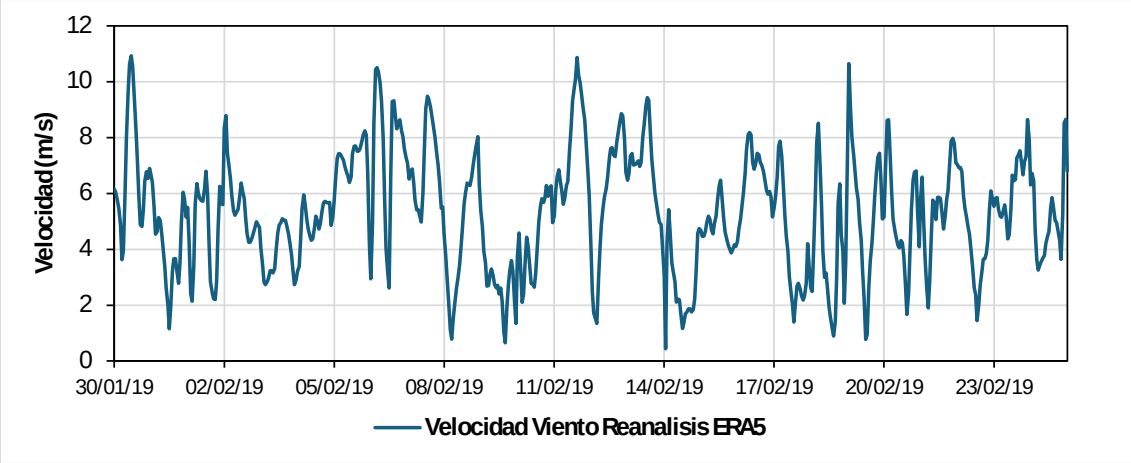


Figura 12. Velocidad del viento a partir de datos de reanálisis ERA5 durante el período de calibración de Verano de 2019, para el punto -41°S,-65°W

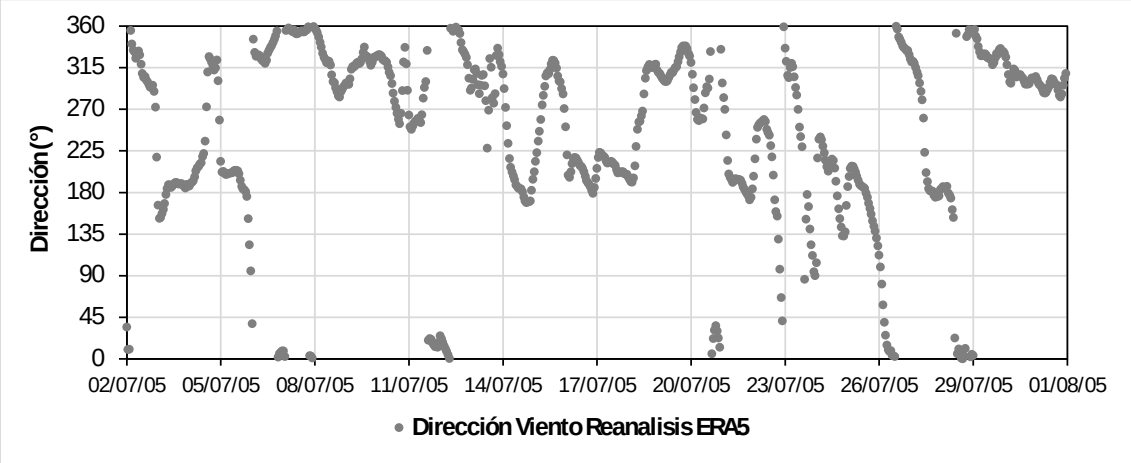


Figura 13. Dirección del viento a partir de datos de reanálisis ERA5 durante el período de calibración de Invierno de 2005, para el punto -41°S,-65°W

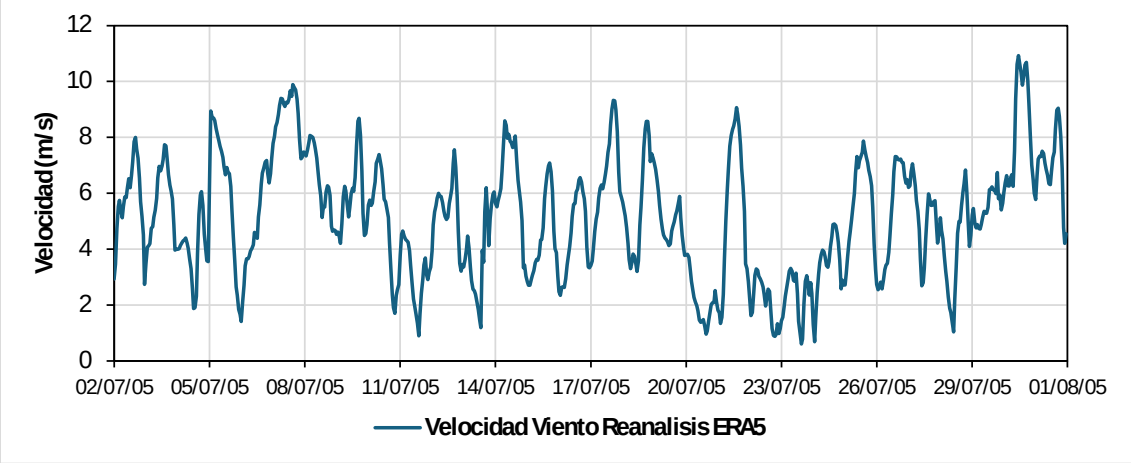


Figura 14. Velocidad del viento a partir de datos de reanálisis ERA5 durante el período de calibración de Invierno de 2005, para el punto -41°S,-65°W.

4.1.4 Intercambio de Calor con la Atmósfera

Se incluye en la modelación el intercambio de calor agua-atmósfera. MIKE 3 Flow Model FM (HD) calcula el intercambio de calor se calcula en base a cuatro procesos físicos:

1. Flujo de calor latente (evaporación)
2. Calor sensible (convección)
3. Radiación de onda corta
4. Radiación de onda larga

Los cálculos se basan en las condiciones atmosféricas locales, por lo que se ingresaron como entradas al modelo los siguientes datos: Radiación neta de onda corta y de onda larga, temperatura del aire y humedad relativa. Todos estos datos fueron obtenidos del reanálisis ERA5 para ambos períodos de calibración.

4.2 RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRODINÁMICO

En la Figura 15 se presenta la ubicación de los puntos de liberación de derivadores para la calibración de Verano 2019 y de la boya para la calibración de Invierno 2005, con respecto a la posición del FLNG.

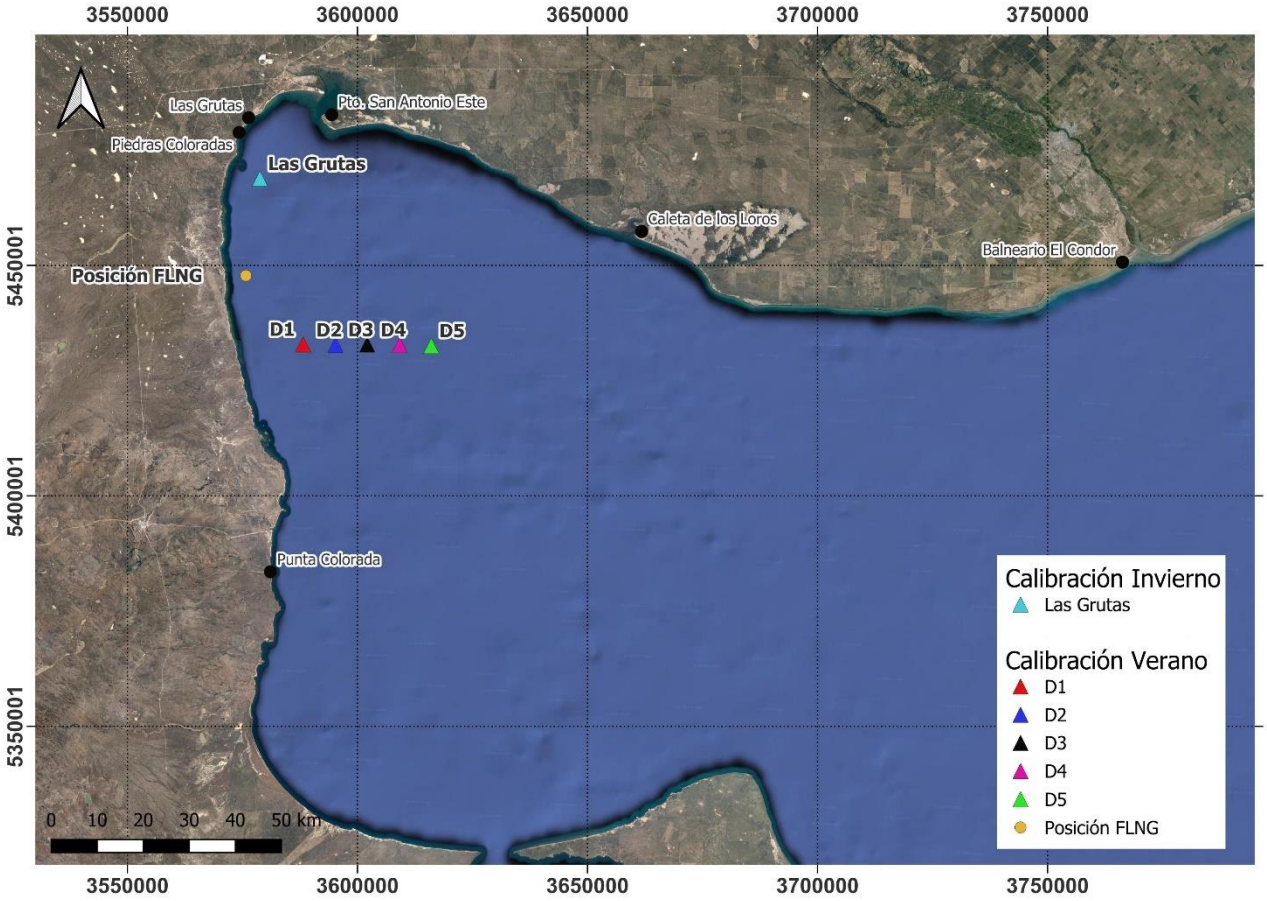


Figura 15. Ubicación de los puntos de liberación de derivadores para la calibración Verano 2019 y de la boya para la calibración Invierno 2005

En esta sección se presentan los resultados más relevantes de ambos períodos de calibración.

4.2.1 Calibración Verano de 2019

En la Figura 16 se muestran los niveles obtenidos por el modelo junto a los niveles de marea TPXO horarios para la posición del FLNG. Se observa una adecuada representación de la amplitud y la fase de marea.

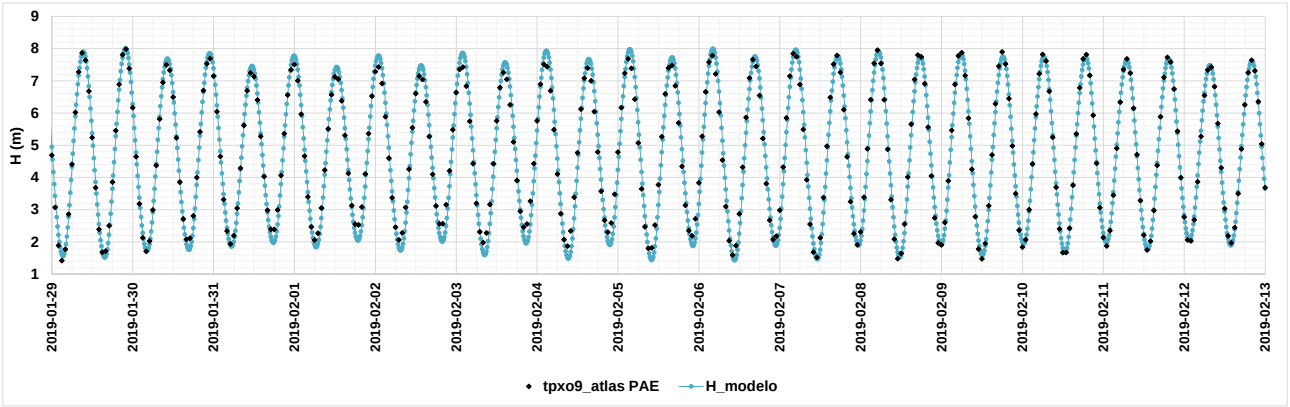


Figura 16. Verano 2019: Comparación de niveles modelados y niveles TPXO para la posición del FLNG. Alturas referidas al Cero LAT

En la Figura 17 se presentan las trayectorias descriptas por las partículas modeladas. En términos generales se observa una concordancia con la trayectoria de los derivadores que se presenta en la Figura 18. El modelo reproduce los cambios bruscos de dirección a lo largo de las trayectorias, la mayoría de ellos en dirección zonal.

Es importante señalar que en el modelo calibrado las partículas se liberaron en el mismo instante que los derivadores, pero no se interrumpieron en el mismo instante que se recogieron los derivadores. En el modelo calibrado, las cinco partículas se mantuvieron a la deriva hasta el final del período de calibración.

Al permanecer a la deriva durante dicho período, se observa que varias de las partículas completan o están cercanas a completar el giro ciclónico que caracteriza el patrón de corrientes de la zona durante el período estival.

La velocidad de las partículas modeladas se muestra en la Figura 19 y las velocidades de los derivadores a lo largo de sus trayectorias se presenta en la Figura 20. En general, se logran reproducir adecuadamente los patrones de velocidad de los derivadores, correspondiendo la zona de mayores velocidades a la zona que ronda las coordenadas -41,4°S;-61,2°W (~ 5.415.000 N, 3.650.000 E).

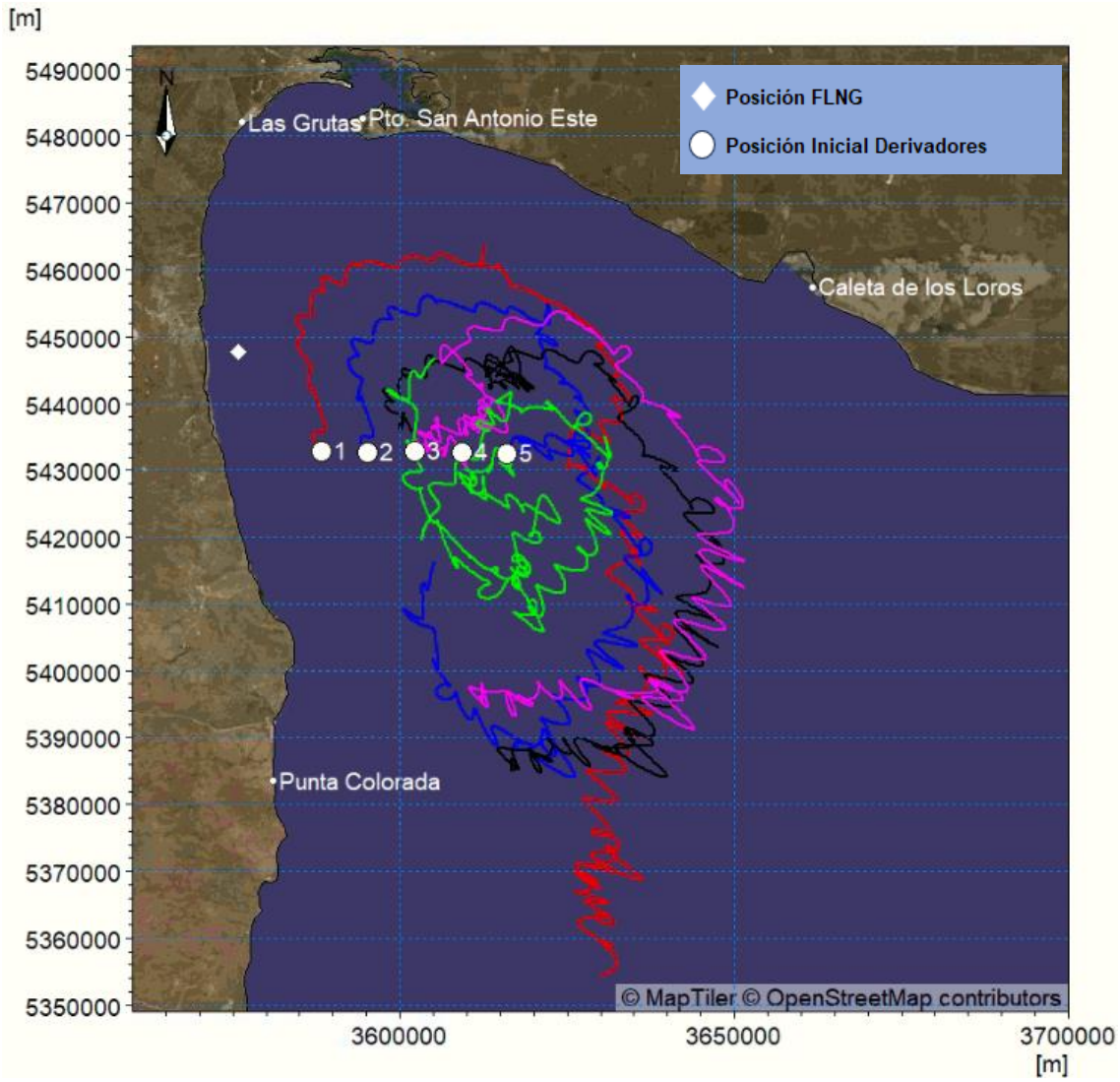


Figura 17. Trayectoria de las partículas modeladas.

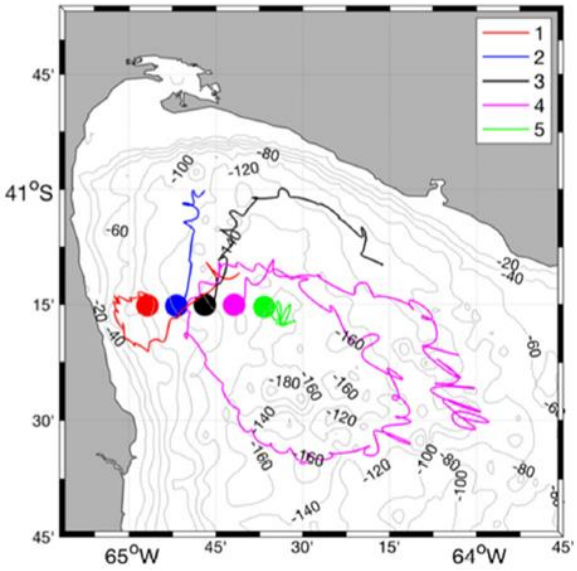


Figura 18. Trayectoria descripta por los derivadores. Fuente: Saraceno et al., 2020.

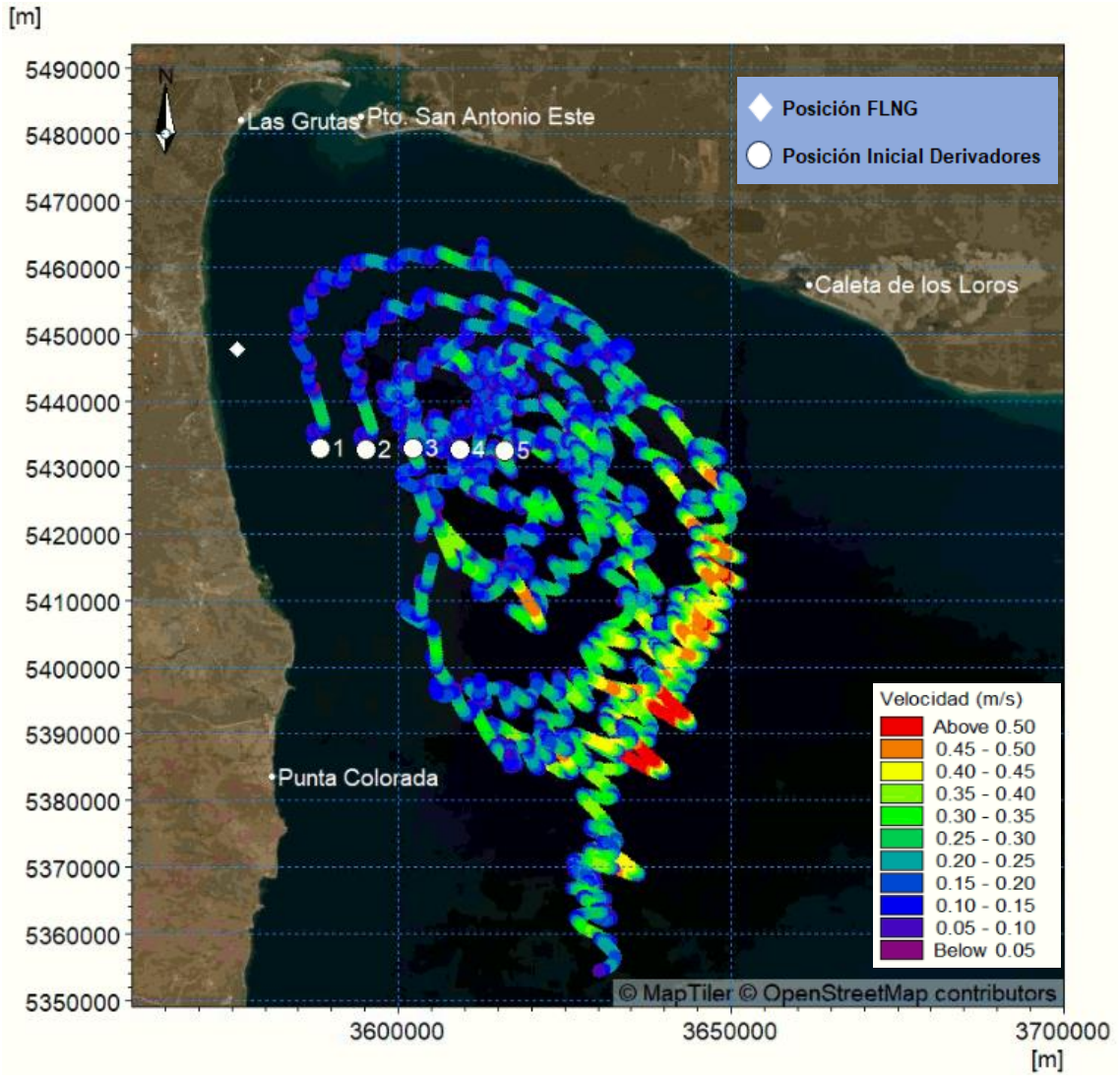


Figura 19. Velocidad (m/s) de las partículas modeladas a lo largo de sus trayectorias

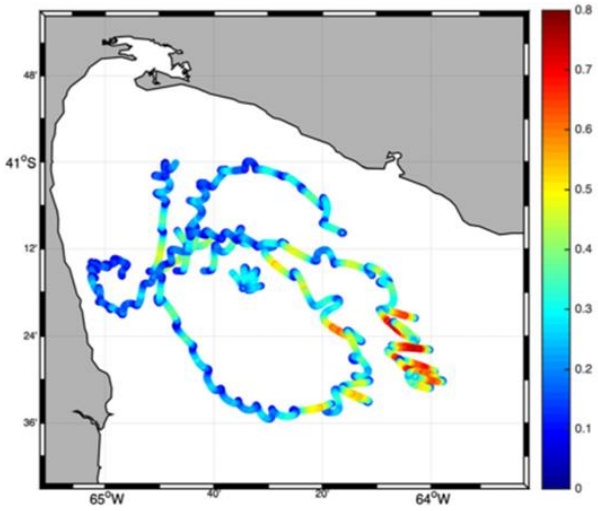


Figura 20. Velocidad (m/s) de los derivadores a lo largo de sus trayectorias. Fuente: Saraceno et al., 2020.

4.2.2 Calibración Invierno de 2005

En la Figura 21 y Figura 22 se muestran los niveles obtenidos por el modelo junto a los niveles de marea TPXO horarios para la posición de la boya oceánica de Las Grutas y la posición del FLNG. En ambos casos se observa una adecuada representación de la amplitud y la fase de marea.

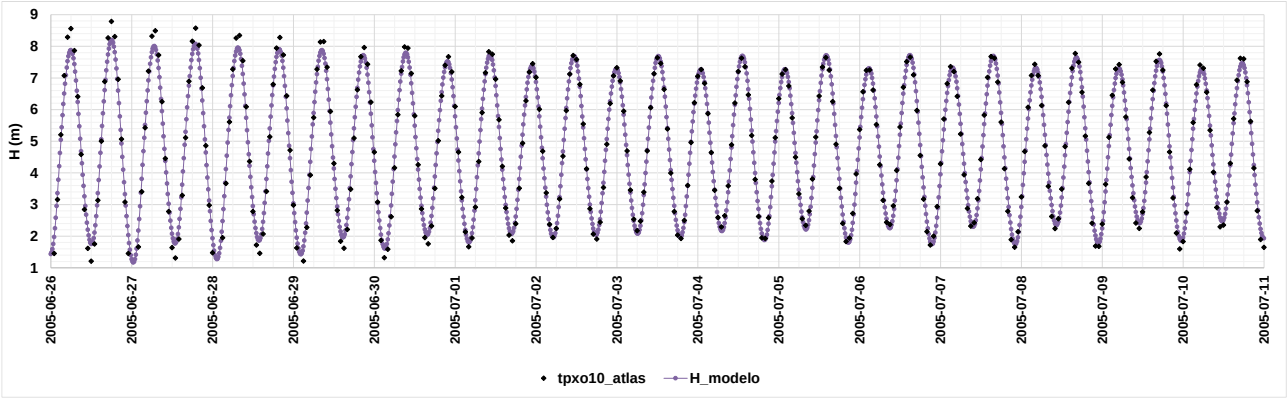


Figura 21. Invierno 2005: Comparación de niveles modelados y niveles TPXO para la posición de la boya de Las Grutas. Alturas referidas al Cero LAT

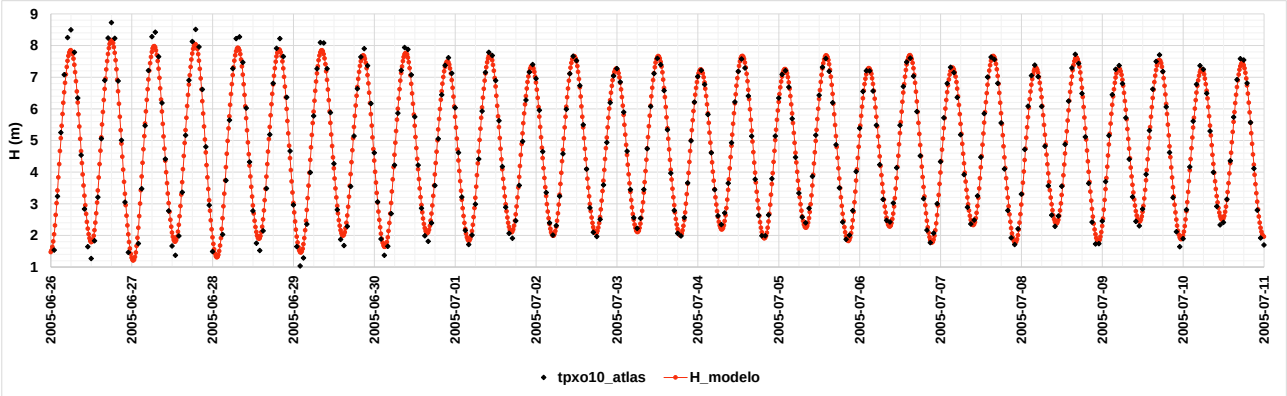


Figura 22. Invierno 2005: Comparación de niveles modelados y niveles TPXO para la posición del FLNG. Alturas referidas al Cero LAT

La Figura 23 presenta la comparación de la velocidad obtenida por el modelo calibrado y la velocidad medida por la boya oceánica de Las Grutas. A simple vista se observa una adecuada correspondencia de las magnitudes de velocidad y su fase.

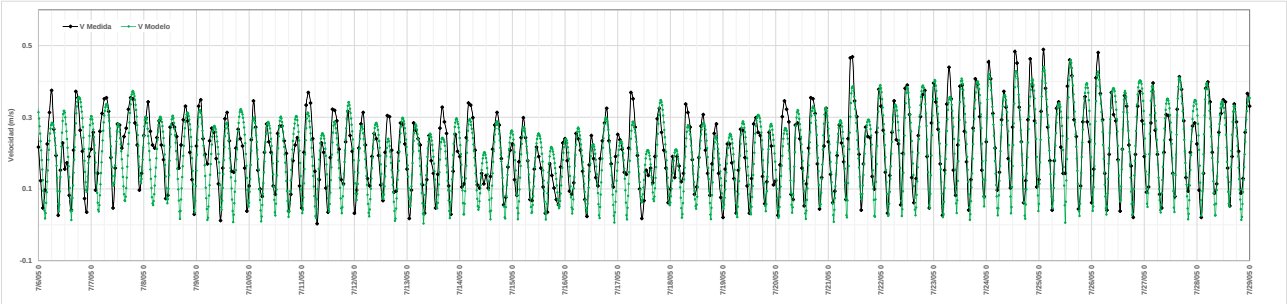


Figura 23. Invierno 2005: Comparación de velocidad modelada y medida por la boya de Las Grutas

En la Figura 24 se muestra la dispersión entre los valores de velocidad medidos por la boya y los valores de velocidad modelados.

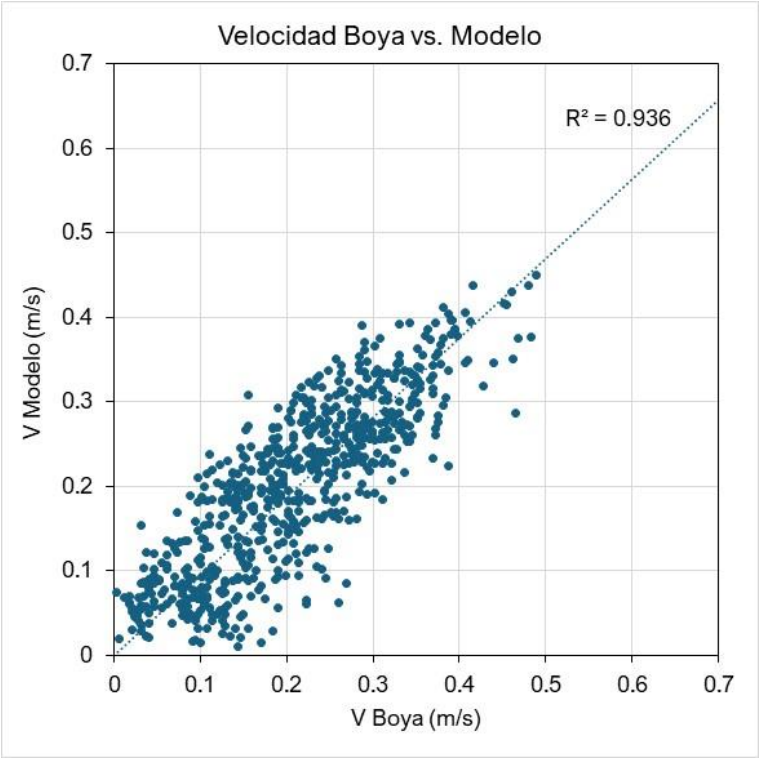


Figura 24. Velocidad medida vs. modelada

La Figura 25 presenta la comparación de la temperatura superficial obtenida por el modelo calibrado y la temperatura registrada por la boya oceánica de Las Grutas para el período de calibración. Si bien el valor de la temperatura modelada se mantiene por debajo de lo medido, esta diferencia en general no supera el valor de 0,5°C. Se considera que la amplitud térmica diaria y la variación térmica de un día a otro se representa adecuadamente.

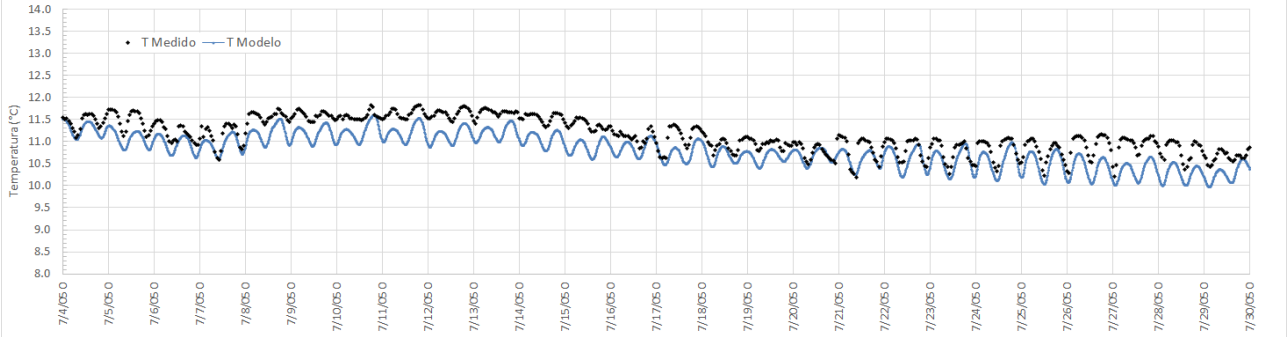


Figura 25. Invierno 2005: Comparación de temperatura modelada y medidas por la boya de Las Grutas

En la Figura 26 se muestra la dispersión entre los valores de temperatura medidos por la boya y los valores del modelo.

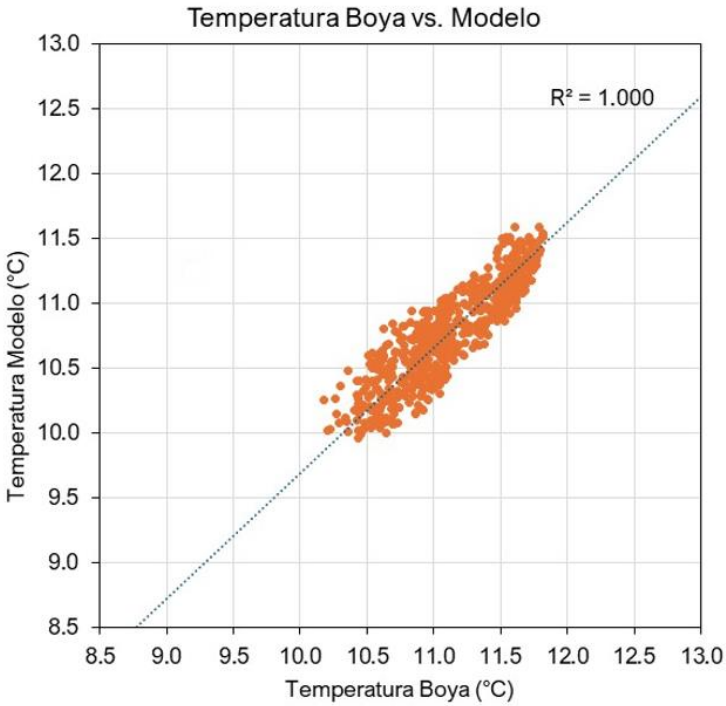


Figura 26. Temperatura medida vs. modelada

La Figura 23 presenta la comparación de la salinidad superficial obtenida por el modelo calibrado y la salinidad registrada por la boya oceánica de Las Grutas para el período de calibración. Si bien no se llega a representar la variación diaria de salinidad, esta es pequeña (menor a 0,1 UPS) y los valores son similares a lo medido.

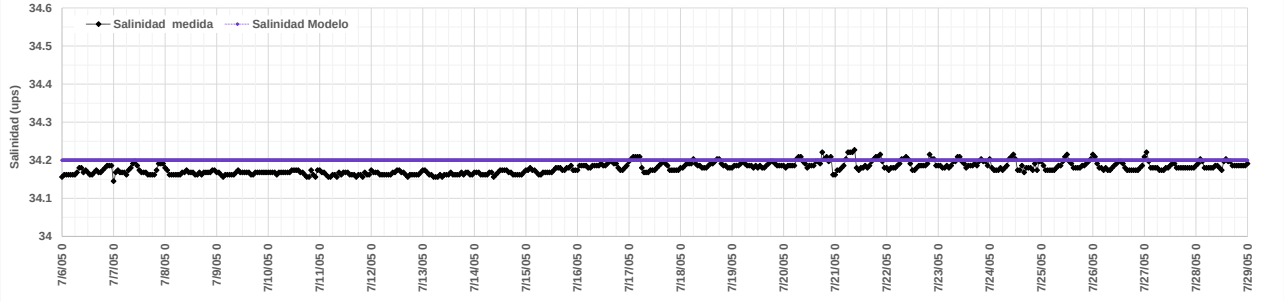


Figura 27. Invierno 2005: Comparación de salinidad modelada y medida por la boya de Las Grutas

A continuación, se analiza la estructura vertical de temperatura obtenida en la calibración. Se comparan los resultados del modelo con observaciones. La ubicación de los datos registrados y sus respectivas fechas de medición se resumen en la Figura 28.

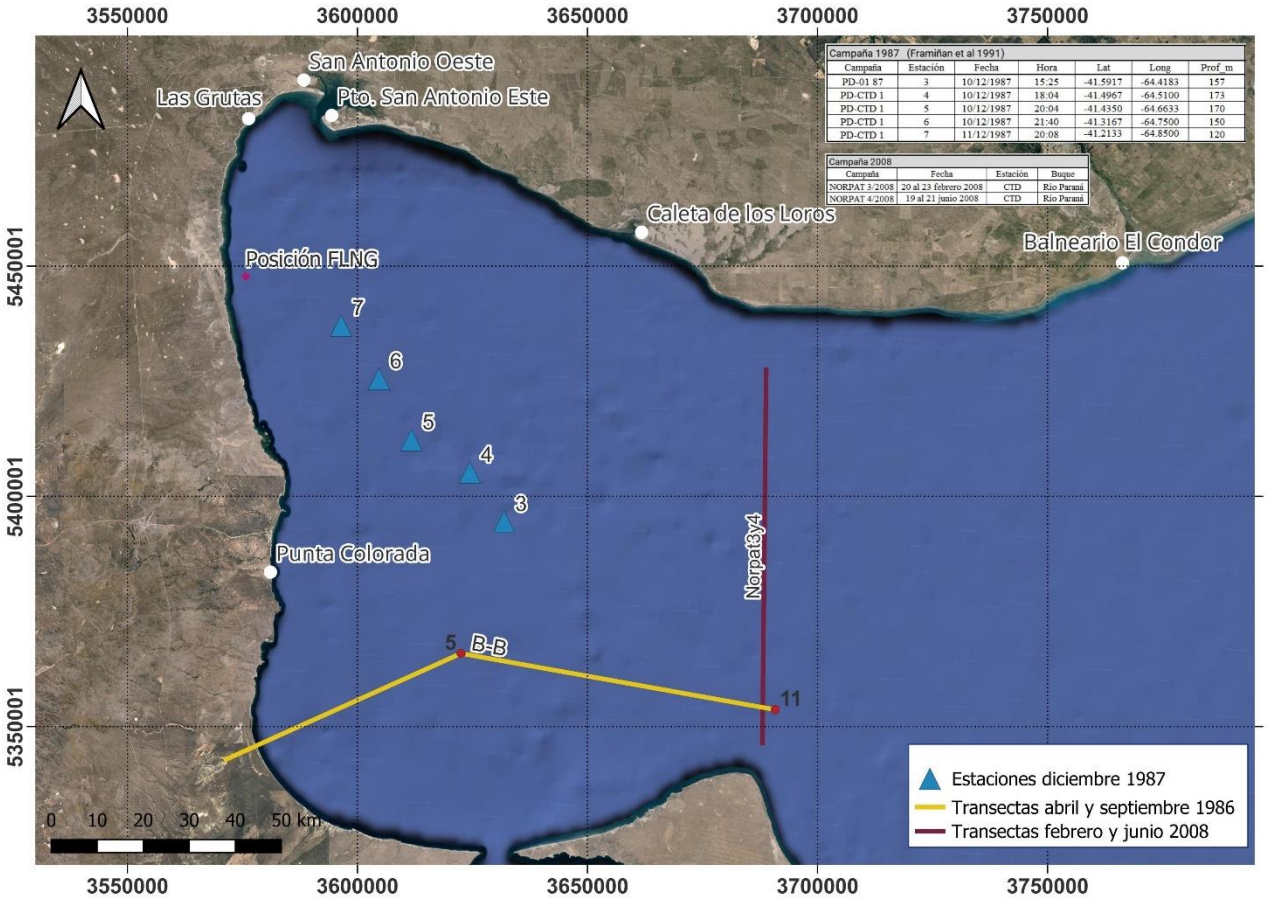


Figura 28. Ubicación de estaciones y transectas de las campañas de medición, realizadas en abril y septiembre de 1986, diciembre 1987, y febrero y junio de 2008

En la Figura 29, se presentan los perfiles verticales de temperatura, para 5 estaciones oceanográficas, de la campaña diciembre 1987 (Framiñan et al., 1991). Se puede observar que para esa fecha la termoclina estacional ya se encuentra bien desarrollada (entre 20 y 40 metros de profundidad). Por su parte en la Figura 30 se presentan los resultados del modelo, calibración de verano, para el día 29/01/2019, en el mismo punto en el que se realizaron las mediciones. Se puede observar que si bien las temperaturas son algo más elevadas (dado que se encuentra más avanzado el verano) el modelo representa adecuadamente la termoclina.

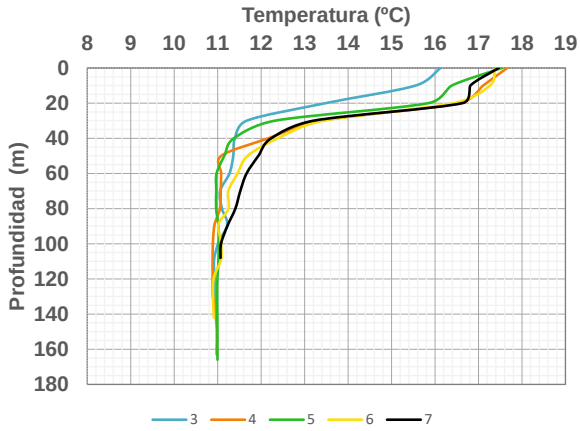


Figura 29. Perfiles de temperatura y salinidad de las estaciones de la campaña PD-dic87 (Fuente: adaptado de Framiñan 1990) (ver su ubicación en Figura 28).

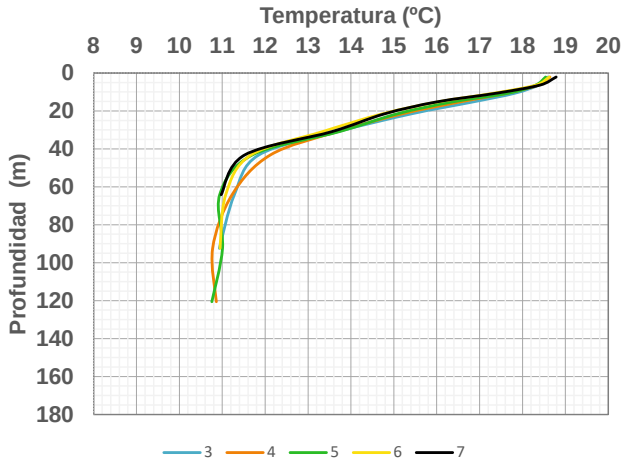


Figura 30. Perfiles de temperatura resultantes de la calibración de verano, en la misma ubicación que las estaciones de la campaña PD-dic87.

En la Figura 31, se presentan los perfiles de temperatura (febrero y junio 2008) para la transecta que recorre la boca del GSM de norte a sur. Se observa en febrero la zona norte estratificada mientras que la zona sur tiene una columna de agua homogénea. En junio la columna es homogénea tanto en el sector sur como en el norte. Este mismo patrón de temperatura se observa en los resultados del modelo Figura 32.

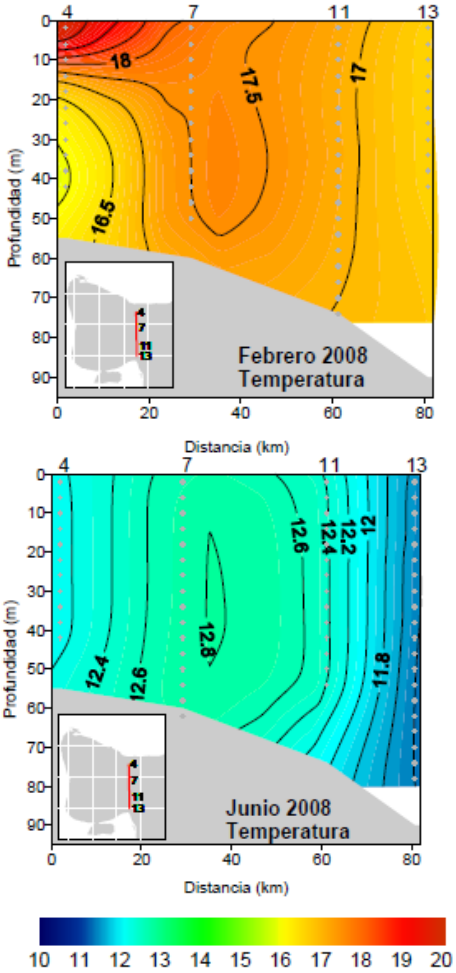


Figura 31. Secciones de temperatura (°C) sobre la boca del GSM durante febrero y junio de 2008. Transectas Norpat 3 y 4 (ver su ubicación en Figura 28). Fuente: Pisoni, 2012

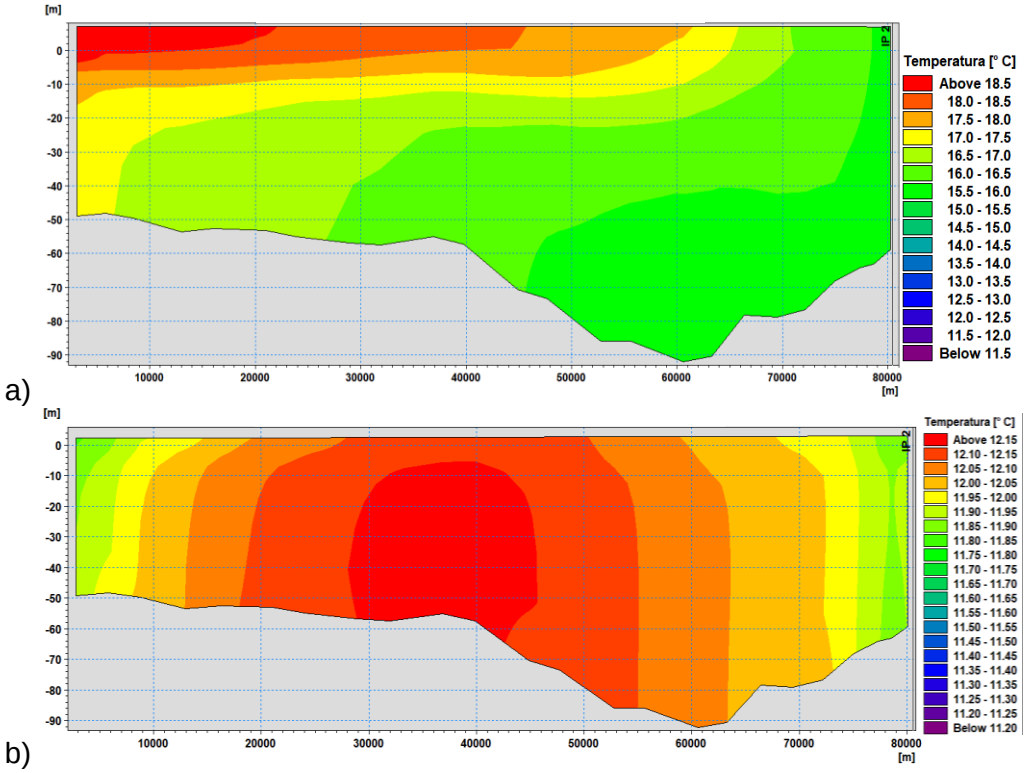


Figura 32. Temperatura modelada (°C) resultados en la boca del GSM. En la posición de la, Transecta Norpat (ver su ubicación en Figura 28). a) resultados calibración verano y b) resultados calibración invierno.

Por último, se comparan los resultados del modelo con los datos de temperatura tomados durante dos cruceros realizados en abril y septiembre de 1986 en los golfos norpatagónicos (Rivas & Beiber, 1990).

La Figura 34, presenta el perfil de temperatura de abril 1986, para la transecta B-B (ver su ubicación en Figura 33). Se puede observar altas temperaturas dentro del golfo y bajas temperaturas fuera del mismo. En cuanto a la estructura vertical, en el interior del GSM se desarrolla una termoclina entre los 50 y 100 metros de profundidad. Mientras que en la zona de la boca del GSM y zona exterior del mismo la columna de agua es verticalmente homogénea.

En la Figura 35, se presentan los resultados del modelo calibrado, para 3 instantes. Si bien los resultados del modelo no se extienden hasta abril, el objetivo es poder visualizar el cambio de la estructura vertical con el cambio de estación. En la parte a) de la Figura 35, se presenta el perfil de temperatura a lo largo de la transecta B-B (solo hasta la estación 11 de la misma) para 30/01/2019, se puede observar que, si bien la zona este del perfil al igual que en abril presenta una columna de agua homogénea, la estratificación en el interior del GSM está mucho más desarrollada abarcando desde 40 a 100m de profundidad. Dicha estratificación se suaviza para fines de febrero y en junio (parte b de la Figura 35) el patrón vertical de temperaturas es semejante al de abril, pero con temperaturas más bajas.

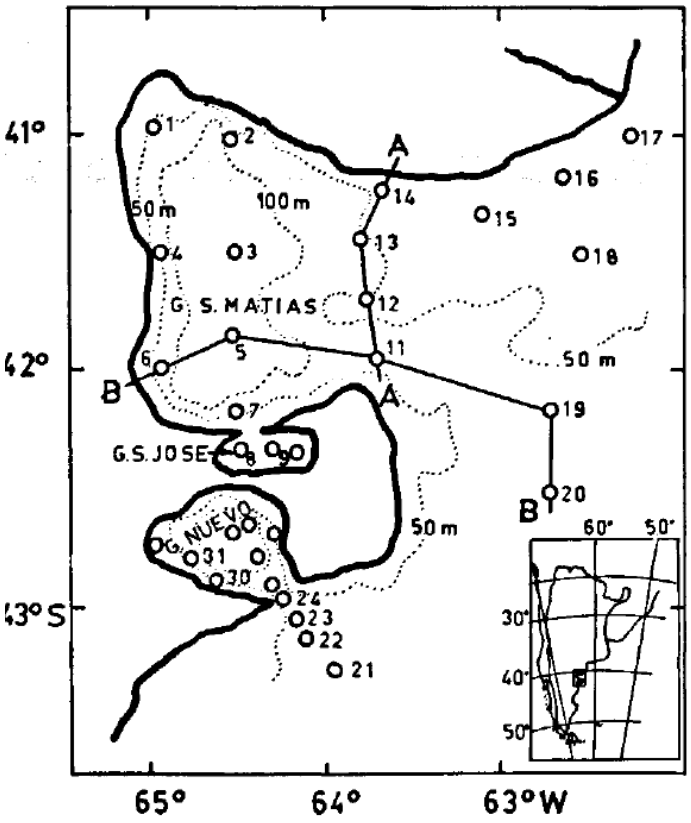


Figura 33. Ubicación de las transectas A-A y B-B. Fuente: Rivas y Beiber (1990).

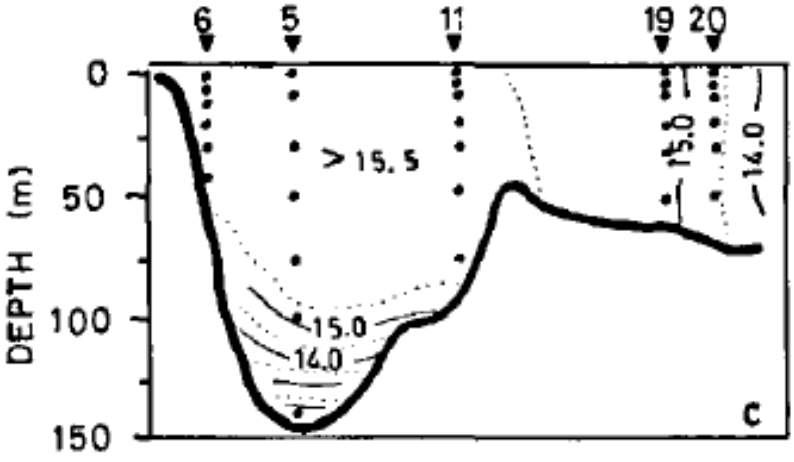
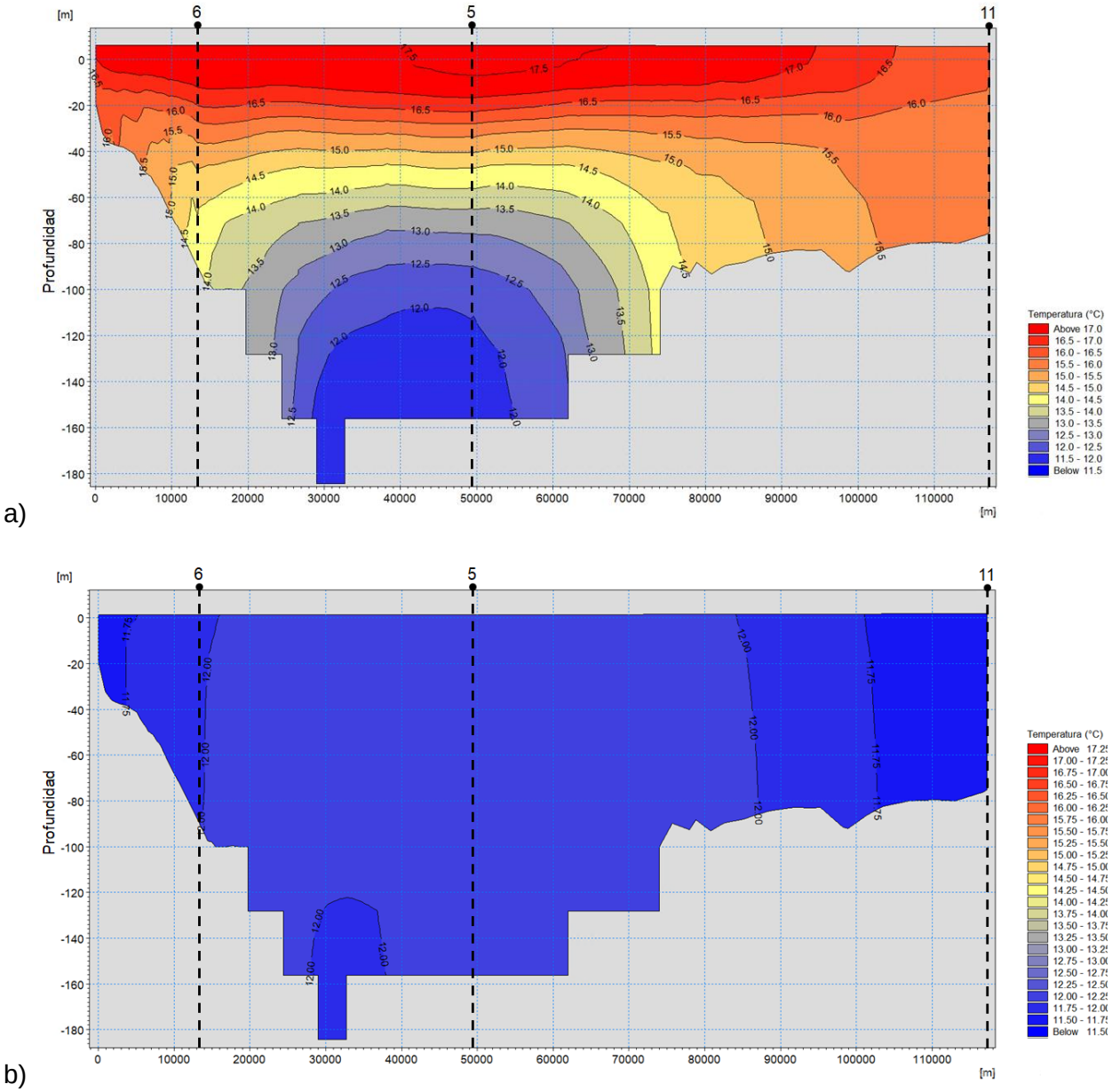


Figura 34. Sección vertical de Temperatura a lo largo de B-B (oeste a este) para el mes de abril de 1986. Fuente: Rivas y Beiber (1990).



a)

b)

Figura 35. Resultados del modelo sobre una adaptación de la transecta la campaña 1986 (solo se presenta hasta la estación 11, ver su ubicación en Figura 28). Temperatura promedio para la calibración a) de verano. b) de invierno.

Por último, los perfiles promedio de temperaturas en la posición del FLNG se muestran en la Figura 36 (período de calibración Verano) y la Figura 37 (período de calibración Invierno). Parte desde la costa y hasta 20 km en dirección Este.

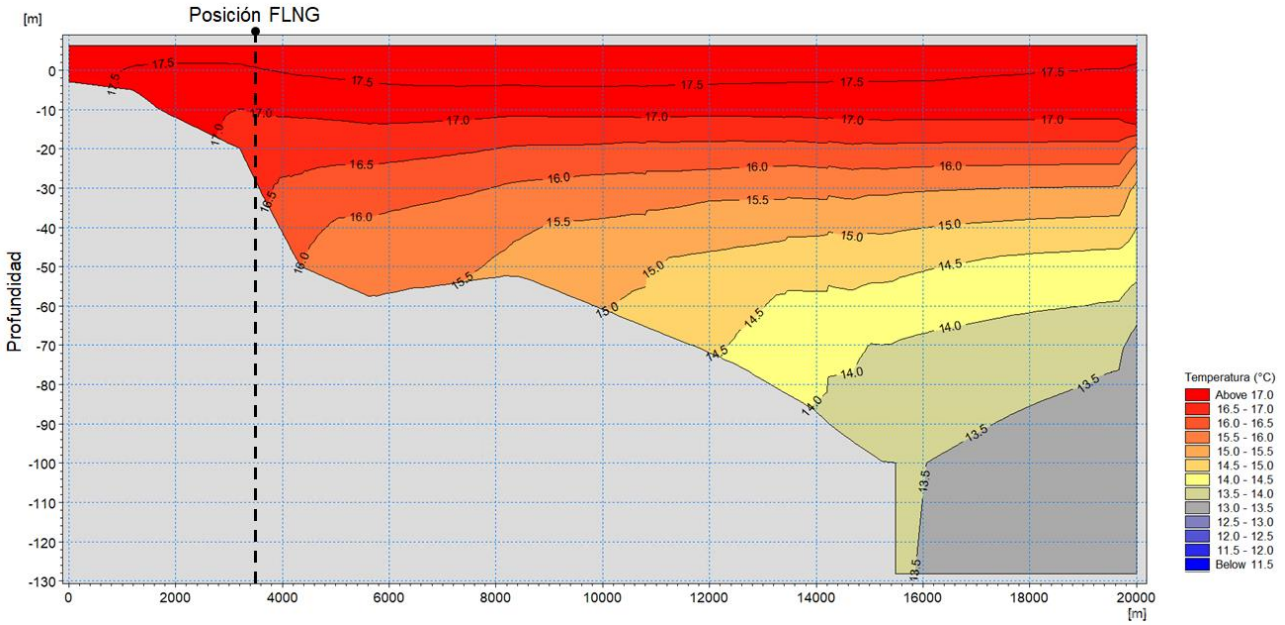


Figura 36. Perfil promedio de temperaturas para una transecta Oeste-Este que atraviesa la posición del FLNG. Período de calibración Verano

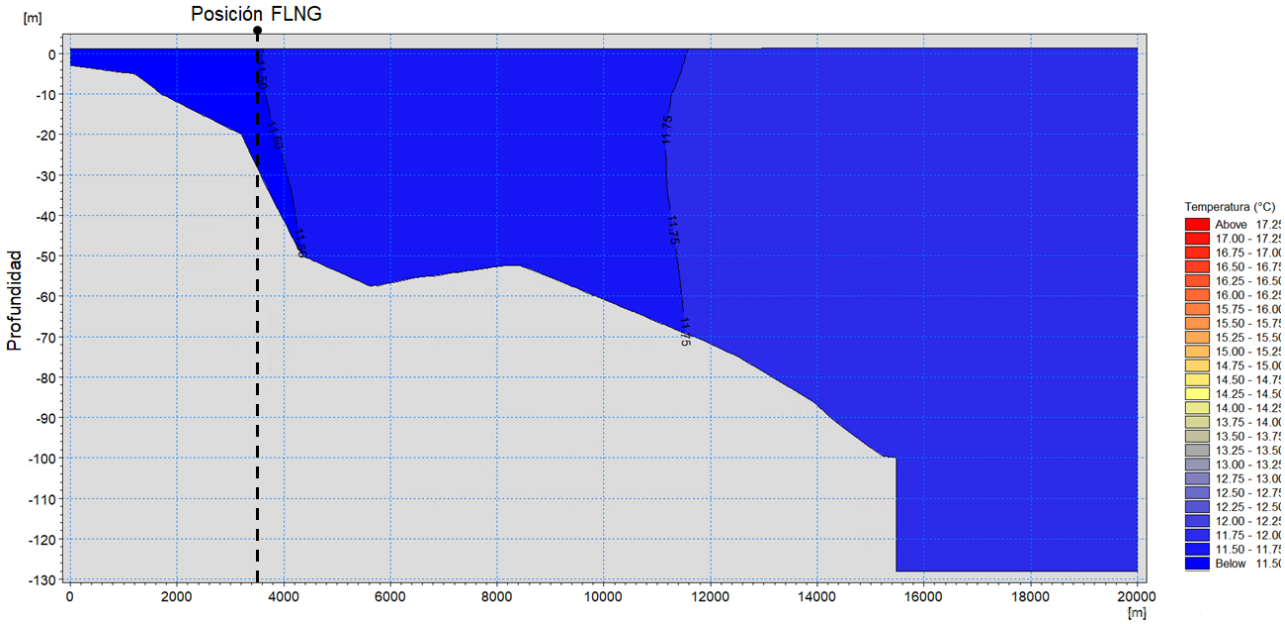


Figura 37. Perfil promedio de temperaturas para una transecta Oeste-Este que atraviesa la posición del FLNG. Período de calibración Invierno

5. BIBLIOGRAFÍA

Artana, C., Lellouche, J.-M., Park, Y.-H., Garric, G., Koenig, Z. y Sennéchael, N. (2018). Fronts of the Malvinas Current System: Surface and subsurface expressions revealed by satellite altimetry, Argo floats, and Mercator operational model outputs. Journal of Geophysical Research: Oceans, 123, 5261–5285. https://doi.org/10.1029/2018JC013887

Artana, C., Lellouche, J.-M., Sennéchael, N. y Provost, C. (2018). The open-ocean side of the Malvinas Current in Argo floats and 24 years of Mercator Ocean high-resolution (1/12) physical reanalysis. Journal of Geophysical Research: Oceans, 123, 8489–8507. https://doi.org/10.1029/2018JC014528

Carrère, L., Lyard, F., Cancet, M., Guillot, A. y Roblou, L. (2012). FES2012: A new global tidal model taking advantage of nearly 20 years of altimetry. Presented at proceedings of meeting "20 Years of Altimetry", Venice, Italy.

DHI (2017). MIKE 21 Toolbox Global Tide Model-Tidal Prediction.

Dragani, W., 2008. Estudio de la circulación de las aguas del Golfo San Matías mediante la aplicación de modelos numéricos hidrodinámicos forzados con marea y viento. Sub-Proyecto AB-30. Informe Final. Proyecto GEF Patagonia. Prevención de la contaminación costera y gestión de la diversidad biológica marina. SAyDS – Donación FMAM Nro. 28385 AR – PNUD – AR/02/018.

Egbert, G. D. y Erofeeva, S. Y. (2002). Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. 19(2), pp 183-204.

Framiñan M. B., C. F. Balestrini, A. A. Bianchi, G. Demilio & A. R. Piola, (1991). Datos CTD y series temporales de velocidad, temperatura, y conductividad en el golfo San Matías. Servicio de Hidrografía Naval, Informe Técnico Nº63/1991. Departamento Oceanografía.

Fucks, E. E., Scalise, A., y Schnack, E. J. (2011). Evaluación de Alternativas para la Conservación y Manejo del Frente Costero en Las Grutas, Provincia de Río Negro.

Hersbach, H., & co-authors. (2020). The ERA5 global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146(730), 1999-2049. doi: https://doi.org/10.1002/qj.3803.

Lago, L., Saraceno, M., Ruiz-Etcheverry, L., Passaro, M., Oreiro, F., DOnofrio, E. y González, R. (2017). Improved Sea Surface Height From Satellite Altimetry in Coastal Zones: A Case Study in Southern Patagonia. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. PP. 1-11. 10.1109/JSTARS.2017.2694325.

Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drevillon, M., Regnier, C., Greiner, E. y Garric, G. (2013). Evaluation of real time and future global monitoring and forecasting systems at Mercator Ocean. Ocean Science Discussions, 9, 1123–1185.

Lellouche, J.-M., Greiner, E., Le Galloudec, O., Garric, G., Regnier, C. y Drevillon, M. (2018). Recent updates on the Copernicus Marine Service global ocean monitoring and forecasting real-time 1/12° high resolution system. Ocean Science Discussions. https://doi.org/10.5194/os-2018-15

Moreira, D.; Simionato, C.; Dragani, W.; Nuñez, M. (2009). Tidal and residual currents observations at San Matías and San José gulfs, Northen Patagonian, Argentina. Journal of Coastal Research, 08-1035.

Pescio, A.E., Dragani, W.C. y Martin, P.B. (2021). Performance of surface winds from atmospheric reanalyses in the Southwestern South Atlantic Ocean. International Journal of Climatology, 42(4), 2368–2383. Available from: https://doi.org/10.1002/joc. 7371

Piola, A. y Rivas, A. (1997). Corrientes en la Plataforma Continental. En: El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. Ed: E.E. Boschi. Vol. 1. Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata, Argentina. pp. 119-132.

Piola A. y Scasso L. (1988) Circulación en el Golfo San Matías. Geoacta 15(1):33–51 Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/284072565_Circulacion_en_el_Golfo_San_Matias

Rivas, A.L. and E.J. Beier, (1990). Temperature and salinity fields in the Northpatagonic Gulfs, Oceanologica Acta, 13(1), 15-20.

Saraceno, M., D'Onofrio, E. E., Fiore, M. E. E. y Grismeyer, W. H. (2010). Tide model comparison over the Southwestern Atlantic Shelf. Continental Shelf Research. 30(17),pp 1865-1875.

Saraceno, M.; Tonini, M.; Williams, G.; Aubone, N.; Olascoaga, M.; Beron-Vera, F.; Gonzalez, R.; Soria, M.; Saad, J. y Svendsen, G. (2020). On the complementary information provided by satellite images, Lagrangian Drifters, and a regional numerical model: a case study in the San Matias Gulf, Argentina. Remote Sensing in Earth Systems Sciences 3 (3). pp. 123-135.

Savcenko, R. y Bosch, W. (2008). EOT08a-a new global ocean tide model derived by empirical analysis of multi-mission altimetry data. Geophys. Res. Abst., 10, EGU2008-A, 7470.

Tonini, M. (2010). Modelado numérico del ecosistema de los golfos norpatagónicos. Phd thesis, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

Tonini, M. y Palma, E. (2011). Respuesta barotrópica de los golfos norpatagónicos argentinos forzados por mareas y vientos. Lat Am J Aquat Res 39(3). Pp. 481–498.

- **Páginas Web**

https://resources.marine.copernicus.eu/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_REANALYSIS_WAV_001_032

https://www.mercatorocean.eu/en/place/meteo-france/

https://www.mercator-ocean.eu/en/ocean-science/glorys/

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5

6. VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

El modelo hidrodinámico precedente ha sido calibrado para el Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM, con el motor de cálculo actual (DHI, 2025).

Dado que actualmente se dispone de información de la velocidad y la dirección de las corrientes medidas mediante equipos ADCP[1] fondeados en períodos sucesivos en inmediaciones del área de trabajo, se decidió realizar una **verificación de la calibración del modelo matemático**, incluyendo en su configuración también la batimetría actualizada según los relevamientos efectuados para el proyecto.

En la Figura 38 se muestra la batimetría actualizada a partir de los relevamientos y en la Figura 39 la malla de cálculo implementada en el presente estudio, indicándose también la posición de los dos buques FLNG y del fondeo de los ADCP.

Se llevó a cabo un refinamiento del modelo global de los golfos en el entorno de los buques, presentando un tamaño de celda de 50 m x 50 m.

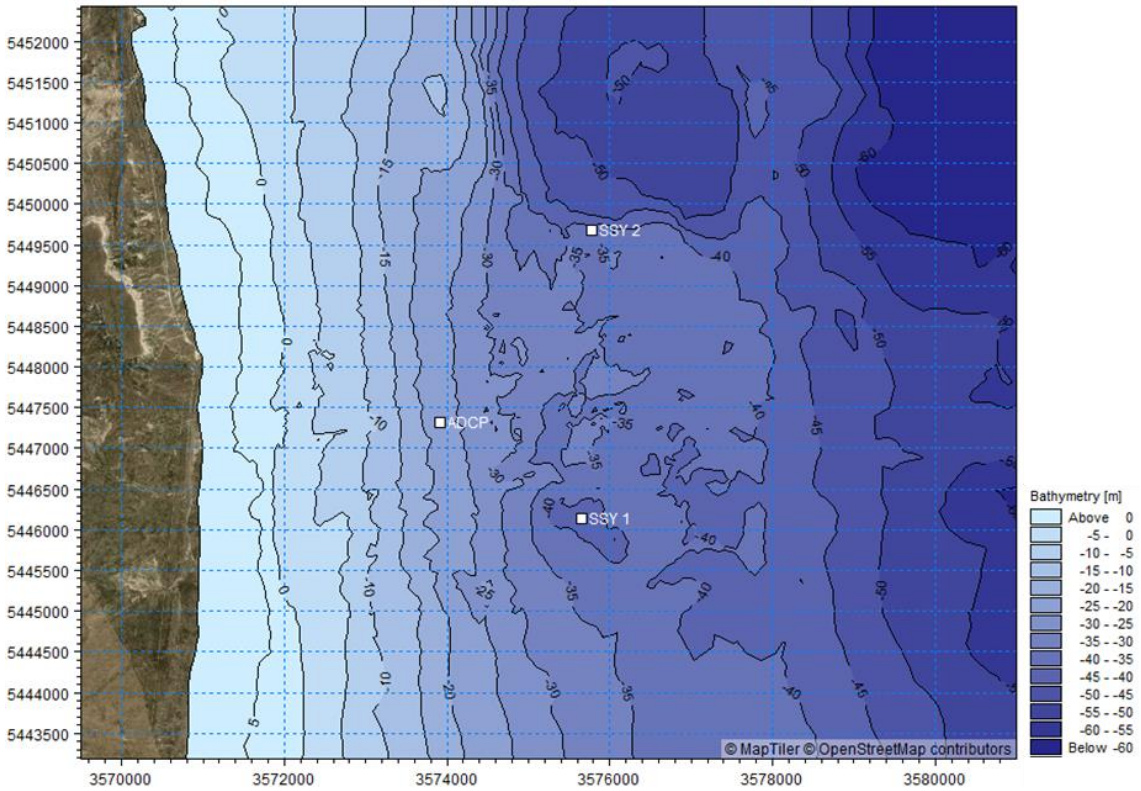


Figura 38. Batimetría actualizada a partir de relevamientos en la zona de proyecto. Profundidades referidas al Cero LAT.

[1] ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler): instrumentos hidroacústicos que se utilizan para medir velocidad y corriente del agua en un rango determinado de profundidad.

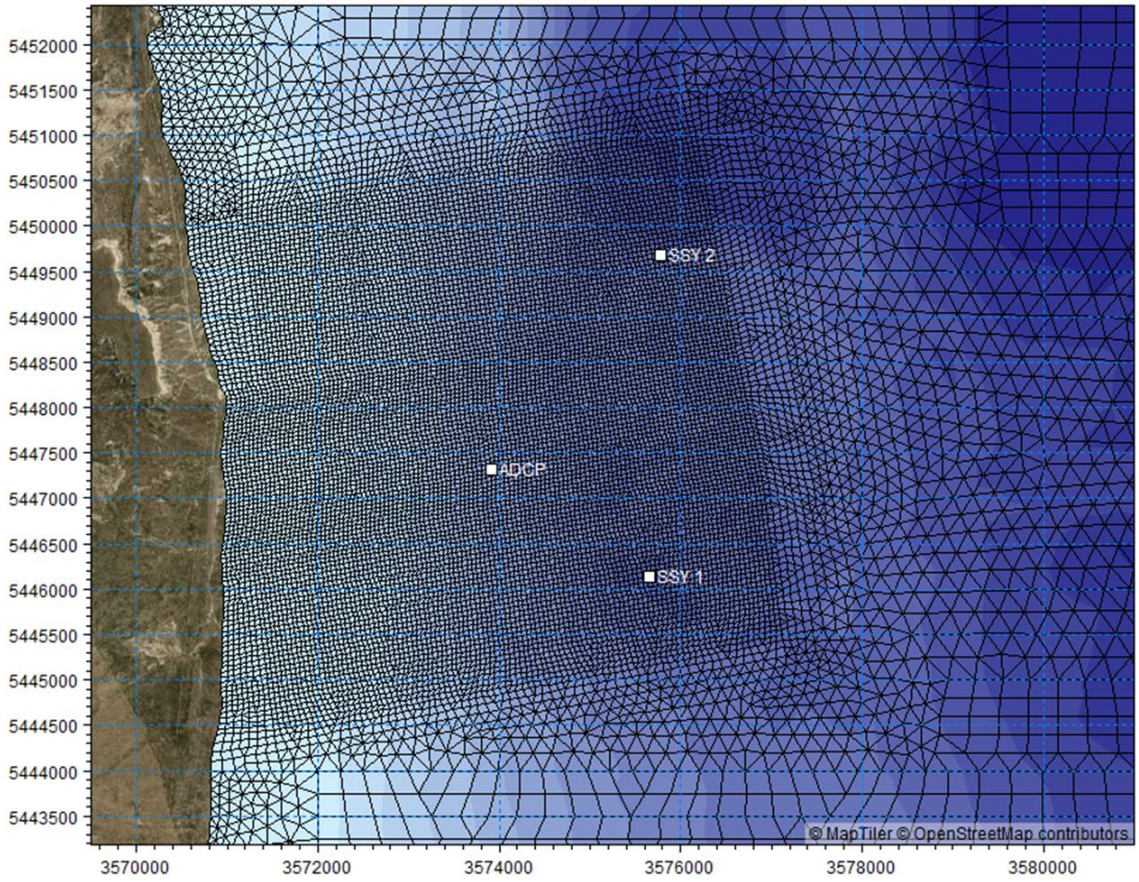


Figura 39. Malla implementada en la zona de proyecto.

Para realizar la verificación se seleccionó el período entre el 30/12/2024 9 hs y 6/2/2025 2 hs. Este período abarca dos campañas diferentes, con un intervalo sin datos válidos para comparar entre el 6/1/2025 9 hs al 7/1/2025 12 hs. El registro de unos 38 días de duración no presenta anomalías salvo en un corto intervalo de tiempo de 6 horas en el cual las velocidades se duplican súbitamente respecto a las anteriores y posteriores, lo cual puede deberse a un error por turbulencia añadida por vientos intensos, por lo cual no fue considerado en la estadística.

La comparación se realizó modelando las corrientes mediante el modelo previamente calibrado en modo baroclínico (es decir, incluyendo la dependencia de la densidad con la temperatura y la salinidad) y se analizaron los datos correspondientes a la capa superficial, de fondo, y a la estimación de la velocidad media promediando los datos de velocidad de las diferentes capas. Dado que el viento es un factor relevante en la intensidad de las corrientes, se incluyó su efecto. Dado que para motorizar el modelo con vientos no es suficiente con contar con un dato puntual como puede ser el de una estación meteorológica, sino que se necesita especificar en cada momento el campo de intensidad y dirección del viento en todo el dominio de modelación, se debió recurrir a un modelo global para generar la información necesaria.

Para ello se seleccionaron dos modelos diferentes a fin de comparar los resultados.

Por una parte, se empleó la información datos horarios provenientes del modelo global “ECMWF ERA5 Reanalysis” (Hersbach, 2020), el cual fue empleado para la calibración del modelo en el estudio previo. La forzante de viento está constituida entonces por los datos horarios correspondientes a la grilla ERA5 de 17 x 20 nodos que cubre el dominio.

Por otra parte, se empleó la información horaria del NCEP coupled forecast system model version 2 (CFSv2 abreviado CFS2 en este informe). La versión 2 del CFS se desarrolló en el Centro de Modelado Ambiental del NCEP. Es un modelo completamente acoplado que representa la interacción entre la atmósfera terrestre, los océanos, la tierra y el hielo marino (Saja et al., 2014).

La Tabla 4 ilustra los valores de velocidades medidas por el ADCP y los resultados de la modelación con ambos forzantes de viento. La velocidad superficial modelada es mayor a la medida en promedio 2 cm/s, la velocidad de fondo modelada es en promedio prácticamente igual a la medida, mientras que la velocidad media es en promedio 2 cm/s inferior a la medida. Estas diferencias están en el mismo orden que la precisión del ADCP, que en la configuración seteada con una altura de celda de 1 metro y un intervalo de promedio de 120 segundos, es de 1,6 cm/s.

Tabla 4. Estadísticos de la comparación entre las velocidades medidas y modeladas.

Frecuencia	Velocidad Superficial (m/s)			Velocidad Fondo (m/s)			Velocidad Media (m/s)		
Superación	ADCP	MIKE3 ERA5	MIKE3 CSF2	ADCP	MIKE3 ERA5	MIKE3 CSF2	ADCP	MIKE3 ERA5	MIKE3 CSF2
95%	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02
90%	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,02
80%	0,07	0,07	0,07	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04
70%	0,08	0,09	0,10	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05
60%	0,10	0,11	0,11	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,06
50%	0,12	0,14	0,14	0,07	0,08	0,07	0,09	0,08	0,07
40%	0,14	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08	0,11	0,09	0,09
30%	0,16	0,19	0,18	0,09	0,09	0,09	0,12	0,10	0,10
20%	0,19	0,22	0,21	0,11	0,10	0,10	0,14	0,12	0,12
10%	0,24	0,28	0,27	0,13	0,12	0,12	0,17	0,15	0,14
5%	0,28	0,33	0,31	0,15	0,13	0,13	0,19	0,17	0,17

Al considerar esta comparación se debe tener en cuenta también que existen diferencias entre las convenciones usadas para seleccionar las profundidades correspondientes a fondo y superficie. El seteo de las capas del ADCP como se mencionó es en celdas de 1 m de altura, mientras que en el modelo la velocidad se promedia en capas de más de 2 metros de espesor, variable dependiendo el nivel de marea.

Desde el punto de vista estadístico, se puede considerar que el modelo matemático representa bien los órdenes de magnitud de las velocidades en las diferentes capas y el valor medio, con desvíos de magnitud habitual para este tipo de simulación compleja con múltiples forzantes.

En cuanto a la secuencia temporal, en las siguientes figuras se puede visualizar que hay una razonable coincidencia, si bien existen diferencias puntuales en las velocidades pico, que pueden deberse a efectos de turbulencia capturados por el ADCP o bien a la influencia de vientos costeros de diferente magnitud que los provistos por los modelos globales que motorizan la simulación.

En la Figura 40 además de presentarse las tres series de velocidades, se muestra a modo de referencia la velocidad del viento para cada uno de los dos forzantes en la celda más cercana a la zona de estudio. La sigla TS indica que la modelación con el modelo MIKE 3 se realiza con la densidad dependiente de la temperatura y salinidad (en modo baroclínico).

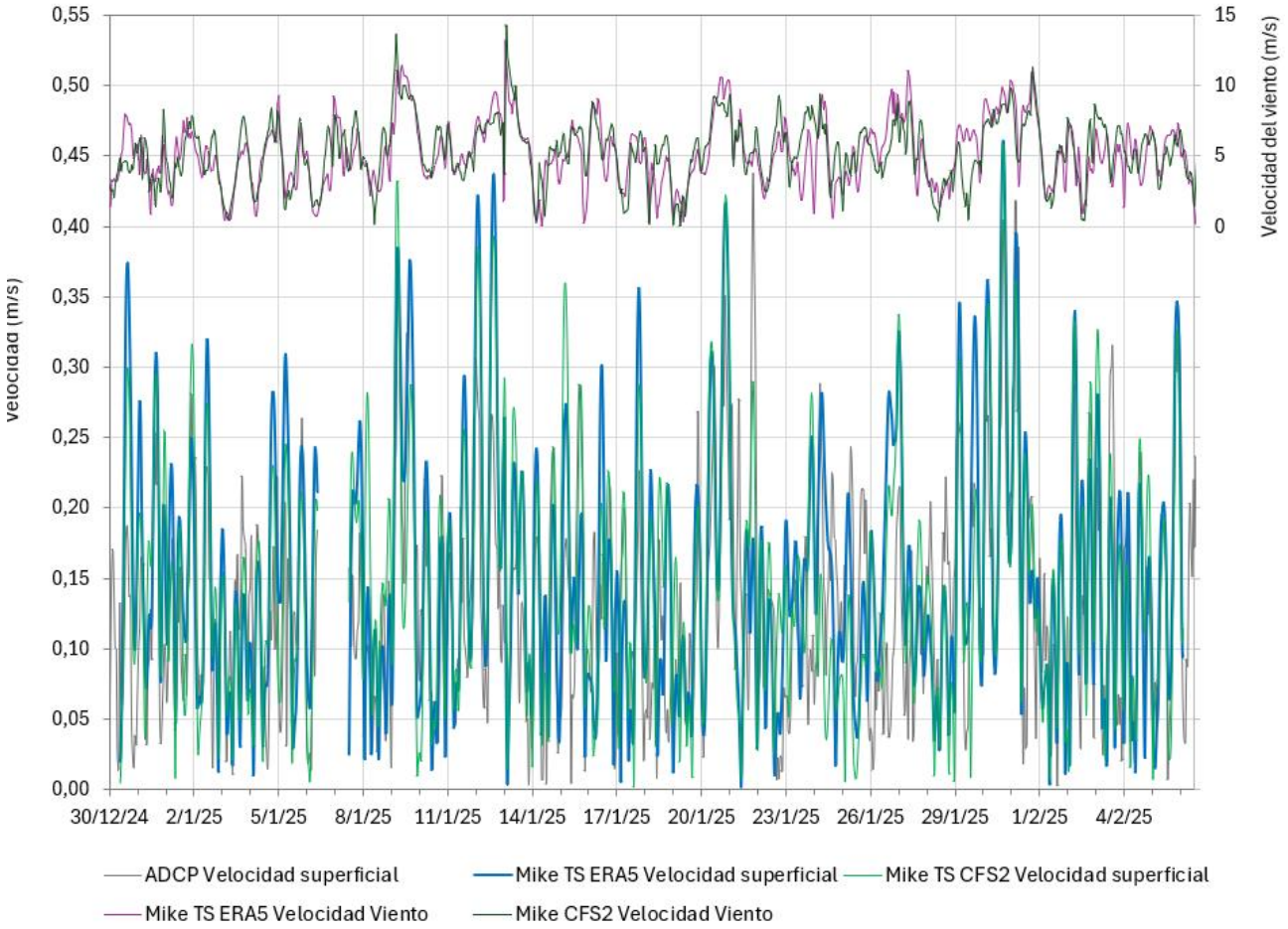


Figura 40 Comparación de la serie temporal de velocidades superficiales medidas por el ADCP y modeladas mediante MIKE 3 con diferentes forzantes de viento. En la parte superior se presentan las velocidades de viento de cada forzante.

En la Figura 41 y la Figura 42 se presentan las series temporales de velocidades de fondo y las estimaciones de velocidad promedio en la vertical, respectivamente, para el ADCP y las dos simulaciones matemáticas con distintos forzantes de viento.

En las series de velocidad de fondo se pueden apreciar algunas diferencias puntuales que superan los 10 cm/s, mientras que en las series de velocidad promedio en general se puede visualizar un ajuste en general adecuado, que es coherente con los 2 cm/s en los que el ADCP suele exceder estadísticamente el valor modelado, y con algunos picos de velocidad medida por el ADCP mayores a los modelados en unos 5 cm/s.

En cuanto a las direcciones de las corrientes, las mismas resultan ser predominantemente paralelas a la costa.

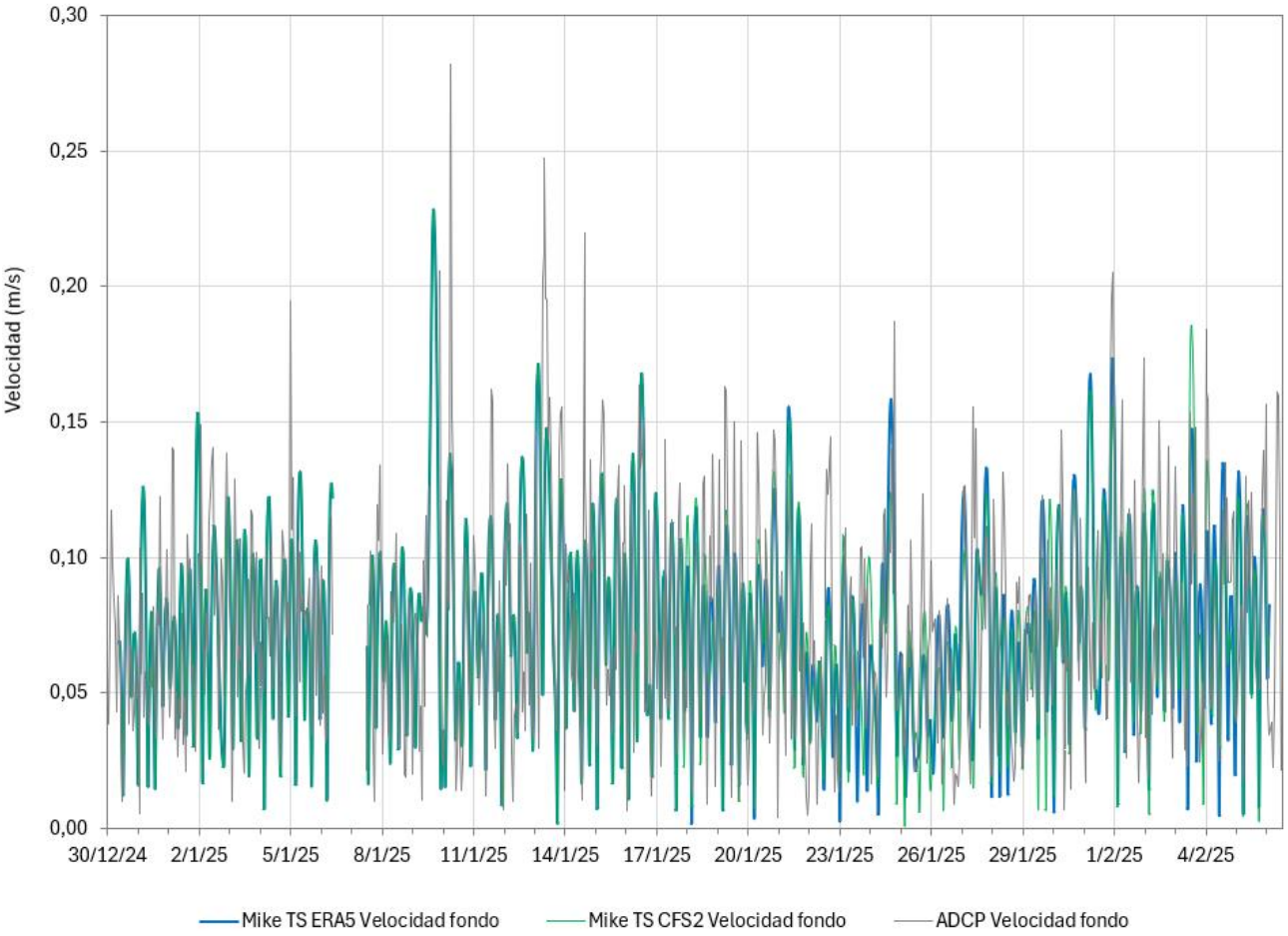


Figura 41 Comparación de la serie temporal de velocidades de fondo medidas por el ADCP y modeladas mediante MIKE 3 con diferentes forzantes de viento.

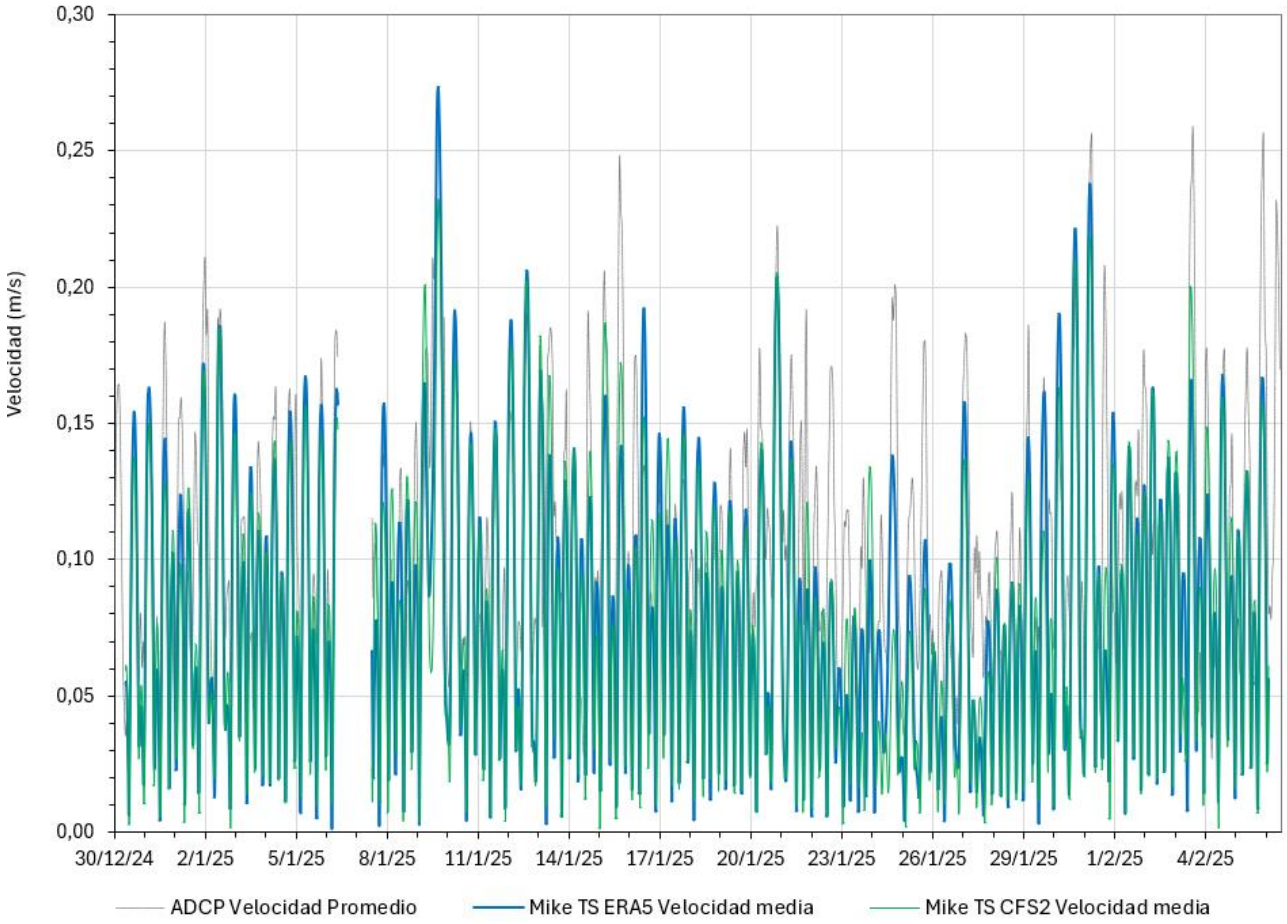
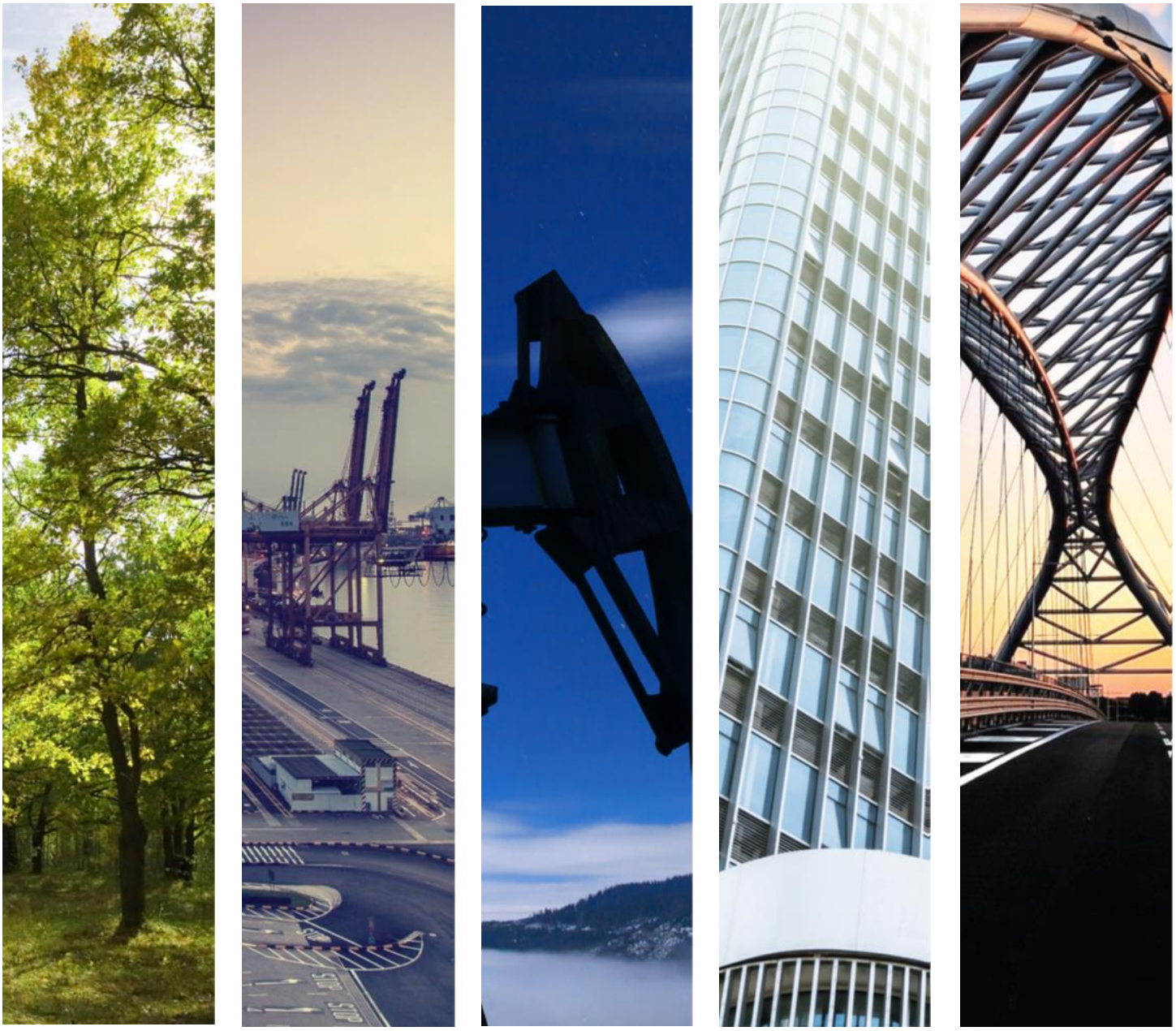


Figura 42 Comparación de la serie temporal de velocidades promedio en la vertical estimadas por el ADCP y modeladas mediante MIKE 3 con diferentes forzantes de viento.



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-4: Modelación de las Plumas Térmica y de Salinidad desde la FLNG MKII

Junio 2025

ANEXO 6-4: MODELACIÓN DE LAS PLUMAS TÉRMICA Y DE SALINIDAD DESDE LA FLNG MKII

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO 3

3. CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA TÉRMICA 4

3.1 DESCARGA TÉRMICA DEL BUQUE FLNG Hilli Episeyo 4

3.2 DESCARGA TÉRMICA DEL BUQUE FLNG MKII 5

4. CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA DE AGUA CON SALINIDAD INCREMENTADA RESPECTO A LA DEL MEDIO 7

5. ESCENARIOS EVALUADOS 7

6. GRILLAS DE MODELACIÓN IMPLEMENTADAS 16

7. MODELACIÓN DE LA PLUMA DE TEMPERATURA 21

7.1 RESULTADOS OBTENIDOS 21

7.2 RESUMEN DE DISTANCIAS DE AFECTACIÓN Y CONCLUSIONES 94

8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDAS DE LA MODELACIÓN DE LA PLUMA DE SALINIDAD 97

9. BIBLIOGRAFÍA 172

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anexo se desarrolla la simulación de la pluma térmica generada por las descargas de agua liberadas durante el proceso de licuefacción desde la FLNG, con una temperatura incrementada con respecto a la temperatura natural; y de la pluma generada por las descargas de agua con salinidad incrementada respecto a la del medio.

Se evalúa la extensión y la magnitud de las plumas térmica y de salinidad ante diferentes condiciones climáticas (verano, invierno, viento en calma, distintos escenarios de dirección de un viento intenso persistente y escenarios históricos con vientos variables de direcciones desfavorables). En cada caso, se evalúa la magnitud del incremento de temperatura y la variación de la salinidad entre la condición base y la condición con las descargas, en las direcciones espaciales horizontal y vertical.

Dado que estarán operando dos buques simultáneamente, se simulan las descargas de ambos, operando al mismo tiempo:

- Buque FLNG Hilli Episeyo (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), evaluado previamente en el marco del EIA antecedente.
- Buque FNLG MKII Proyecto FLNG GSM – Etapa 2), objeto de evaluación del presente EIA.

2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO

La evolución de una pluma de descarga depende entre otros factores de las corrientes generadas por las mareas y el viento, por lo que debe apoyarse en una modelación hidrodinámica previa.

El modelo hidrodinámico tridimensional MIKE 3 HD que genera las corrientes en el Golfo San Matías es el mismo que ha sido desarrollado en el marco del EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1) y presentado en este EIA (Proyecto FLNG GSM – Etapa 2) como Anexo 6-3, con el software de cálculo actual (DHI, 2025).

Dado que actualmente se dispone de información de la velocidad y la dirección de las corrientes medidas mediante equipos ADCP fondeados en períodos sucesivos en inmediaciones del área de trabajo, se realizó una verificación de la calibración del modelo matemático, incluyendo en su configuración también la batimetría actualizada según los relevamientos efectuados para el proyecto. Esta verificación se presenta también en el Anexo 6-3 del presente EIA.

Se utilizó el módulo de temperatura y salinidad (TS) del modelo MIKE 3, el cual se ha aplicado ampliamente para simular la distribución espacial de la temperatura y la salinidad del océano. Siendo parte del paquete hidrodinámico de MIKE 3 FM, establece ecuaciones de transporte adicionales para la temperatura y la salinidad. Además, la temperatura y la salinidad calculadas retroalimentan a las ecuaciones hidrodinámicas a través de la fuerza de flotabilidad inducida por gradientes de densidad (DHI, 2024).

El módulo de TS de MIKE 3 FM considera las condiciones de contorno, la dinámica del flujo de agua, el flujo de calor y los cambios de densidad inducidos por fuerzas externas. Al ingresar información geográfica, datos meteorológicos y otros parámetros relevantes, se pueden realizar predicciones precisas de la distribución de la temperatura

3. CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA TÉRMICA

Varios procesos del FLNG generan cantidades significativas de calor, el cual es disipado a través de intercambiadores de calor alimentados por agua de mar.

3.1 DESCARGA TÉRMICA DEL BUQUE FLNG HILLI EPISEYO

Si bien la demanda total de agua de enfriamiento varía, en la modelación se adopta una demanda constante de 53.290 m^3/h durante la operación normal del buque. La demanda total de agua de enfriamiento se divide en varios sistemas, cada uno con su propia instalación de descarga. Los sistemas que generan descargas de agua de enfriamiento, su demanda, temperatura y profundidad de las descargas, son los siguientes:

- Agua de enfriamiento del proceso de licuefacción de GNL:
  - Demanda: continua de 38.000 m^3/h
  - Temperatura en condiciones operativas de diseño: incremento de temperatura de 7°C con respecto a la temperatura del océano en la descarga (+7°C). En condiciones operativas normales: +5°C
  - Descarga a babor a través de cuatro tuberías horizontales, a una profundidad de 3 a 4 m.

- Agua de enfriamiento del condensador de vapor:
  - Demanda: variable de hasta 3.750 m^3/h
  - Temperatura en condiciones operativas de diseño: +7°C. En condiciones operativas normales: < +3°C
  - Descarga a estribor a través de dos tuberías horizontales, a una profundidad de 3 a 4 m.

- Agua de enfriamiento del condensador principal:
  - Demanda: variable de hasta 8.540 m^3/h
  - Temperatura en condiciones operativas de diseño: +7°C. En condiciones operativas normales: < +3°C
  - Descarga a estribor a través de dos tuberías horizontales, a una profundidad de 5 m.

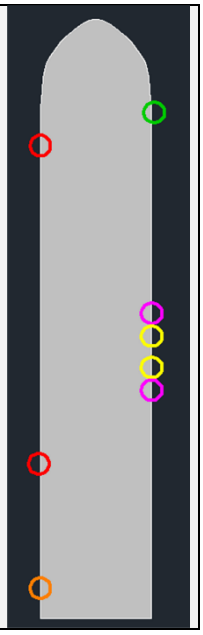
- Agua de refrigeración del motor de gas de proa:
  - Demanda: continua de 2.000 m^3/h
  - Temperatura en condiciones operativas de diseño: < +7°C
  - Descarga a babor a través de una tubería horizontal a 3 m de profundidad.

- Agua de refrigeración central de la sala de máquinas de babor y estribor:
  - Demanda: continua de 1.000 m^3/h
  - Temperatura en condiciones operativas de diseño: < +7°C
  - Descarga a babor y estribor a través de dos tuberías horizontales a 5 m de profundidad.

En la Tabla 1 se resumen las principales características de las descargas térmicas simuladas. En todos los casos se adoptó el criterio de especificar el máximo incremento de temperatura, resultando en consecuencia una simulación conservativa.

Tabla 1. Descargas térmicas del FLNG Hilli Episeyo.

Sistema que Descarga	Caudal (m^3/h)	Caudal (m^3/s)	Δ Temperatura (°C)	Profundidad Descarga (m)	Ubicación en Diagrama
Motor de gas de proa	2.000	0,556	7	3	
Trenes GNL 1 y 3. Descarga proa	19.000	5,278	7	3-4	
Trenes GNL 2 y 4. Descarga popa	19.000	5,278	7	3-4	
Condensador principal	8.540	2,372	7	5	
Condensador de vapor	3.750	1,042	7	3	
Sala de máquinas	1.000	0,278	7	5	



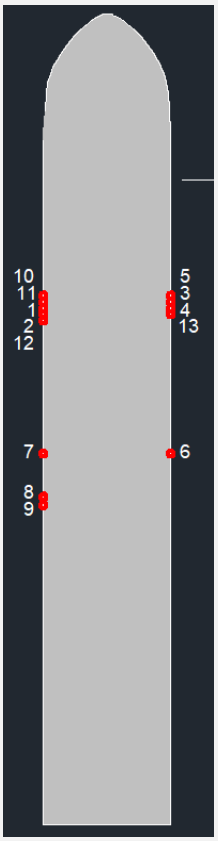
3.2 DESCARGA TÉRMICA DEL BUQUE FLNG MKII

La descarga de agua de enfriamiento durante la operación normal del buque MKII es de 63.940 m^3/h. Además, se tuvieron en cuenta en la modelación las descargas no permanentes del buque, que pueden llegar a totalizar 5.880 m^3/h.

La demanda total de agua de enfriamiento se divide en varios sistemas, cada uno con su propia instalación de descarga. El agua descargada al mar desde los sistemas de refrigeración deberá tener un incremento máximo de temperatura de 10°C. Los sistemas que generan descargas de agua de enfriamiento, su caudal, temperatura y profundidad de las descargas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Descargas térmicas del FLNG MKII.

Descarga N°	Sistema que Descarga	Caudal (m^3/h)	Δ Temperatura (°C)	Profundidad Descarga (m)	Descarga continua?	Observaciones
1	Condensador N°2	3250	10	6	Si	
2	Condensador del turbogenerador de vapor N°2	5500	10	6	Si	
3	Condensador N°1	3250	10	6	Si	
4	Condensador del turbogenerador de vapor N°1	5500	10	6	Si	
5	Retrolavado	5500	10	6	No	
6	Bomba de agua contraincendios Nº1 y 2	150	10	3	No	
7	Bomba de agua contraincendios Nº3 y 4	150	10	3	No	
8	Trenes GNL 1 y 2. Descarga proa N°1	20940	10	6	Si	8 y 9 ó 10 y 11 funcionan en simultáneo
9	Trenes GNL 1 y 2. Descarga proa N°2	20940	10	6	Si	
10	Trenes GNL 3 y 4. Descarga popa N°1	20940	10	6	Si	
11	Trenes GNL 3 y 4. Descarga popa N°2	20940	10	6	Si	
12	Mantenimiento y Utilidades. Descarga babor	3710	10	6	Si	12 ó 13 funcionan en simultáneo
13	Mantenimiento y Utilidades. Descarga estribor	3710	10	6	Si	
14	Sala de máquinas	850	10	3	Si	
15	Sala de máquinas. Descarga de emergencia	77	10	3	No	



4. CARACTERÍSTICAS DE LA DESCARGA DE AGUA CON SALINIDAD INCREMENTADA RESPECTO A LA DEL MEDIO

El proceso de desalinización resulta en una descarga de agua de mar con una salinidad más elevada que la del medio.

Cada buque FLNG tendrá tres máquinas de generación de agua dulce por ósmosis inversa (plantas de RO), con dos plantas operando simultáneamente y la tercera como respaldo.

Se espera que cada planta de RO del buque Hilli Episeyo produzca 120 toneladas/día de agua dulce, consumiendo 12,2 m³/h de agua de mar y descargando salmuera a una tasa de 7,2 m³/h. Con dos plantas operando simultáneamente, la descarga total del buque será de 14,4 m³/h (4 l/s). Se espera que el agua descargada tenga una salinidad de alrededor de 60 ppt (partes por mil), que es prácticamente equivalente a 60 PSU. La descarga al mar se produce desde la Sala de Máquinas, a una profundidad aproximada de 5 m.

El buque MKII descarga salmuera a una tasa de 9,8 m³/h. Con dos plantas operando simultáneamente, la descarga total del buque será de 19,6 m³/h (5,5 l/s). Se espera que el agua descargada tenga una salinidad de alrededor de 60 ppt (partes por mil), que es prácticamente equivalente a 60 PSU. La descarga al mar se ubica próxima a la descarga de agua de enfriamiento de Mantenimiento y Utilidades de estribor, a una profundidad de 6 m.

5. ESCENARIOS EVALUADOS

Se realizó la modelación para condiciones de Verano e Invierno. A su vez, dichas condiciones se sometieron a distintos escenarios de viento: situaciones de calma, situaciones con viento constante y con viento variable desde distintas direcciones.

En el EIA del Buque FLNG Hilli Episeyo se obtuvieron los siguientes resultados: *"Se computaron las distancias máximas desde la descarga a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C entre la condición natural y la condición con descarga térmica. En la Tabla 3 se muestran las distancias para la superficie, en la Tabla 4 para profundidad media y en la Tabla 5 los resultados obtenidos en la capa inferior, es decir en el lecho marino."*

Tabla 3. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C en la superficie.

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)			
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C
Verano	Calma	EV-C	3	1,1	0,2	0,05
	Norte	EV-N	2,3	0,5	0,1	-
	Noreste	EV-NE	3,0	0,8	0,3	-
	Este	EV-E	3,7	1,7	0,5	-
	Sureste	EV-SE	2,3	0,7	0,3	-
	Sur	EV-S	2,4	1,2	-	-
	Suroeste	EV-SO	2,4	1,3	-	-
	Noroeste	EV-NO	2,5	0,5	-	-
Invierno	Calma	EI-C	4,5 (costa)	1,8	0,1	0,02
	Este	EI-E	4,5 (costa)	1	0,3	-
	Sureste	EI-SE	2,5	0,5	0,05	-
	Sur	EI-S	2,3	0,3	-	-
	Suroeste	EI-SO	2,5	1,1	0,05	-

Tabla 4. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C a profundidad media.

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)			
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C
Verano	Calma	EV-C	0,2	0,05	0,01	-
	Norte	EV-N	0,3	-	-	-
	Noreste	EV-NE	0,5	-	-	-
	Este	EV-E	3	0,05	-	-
	Sureste	EV-SE	1,3	-	-	-
	Sur	EV-S	1,1	-	-	-
	Suroeste	EV-SO	1	-	-	-
	Noroeste	EV-NO	0,6	-	-	-
Invierno	Calma	EI-C	4,5 (costa)	0,05	-	-
	Este	EI-E	4,5 (costa)	0,15	-	-
	Sureste	EI-SE	1,6	-	-	-
	Sur	EI-S	1,3	-	-	-
	Suroeste	EI-SO	1,3	-	-	-

Tabla 5. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C en la capa inferior

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)			
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C
Verano	Calma	EV-C	0,1	-	-	-
	Norte	EV-N	-	-	-	-
	Noreste	EV-NE	-	-	-	-
	Este	EV-E	-	-	-	-
	Sureste	EV-SE	-	-	-	-
	Sur	EV-S	-	-	-	-
	Suroeste	EV-SO	-	-	-	-
	Noroeste	EV-NO	-	-	-	-
Invierno	Calma	EI-C	0,1 y en la zona de costa	0,02	-	-
	Este	EI-E	-	-	-	-
	Sureste	EI-SE	-	-	-	-
	Sur	EI-S	-	-	-	-
	Suroeste	EI-SO	-	-	-	-

Los Escenarios resaltados con vientos del NE, Sur, SO y NO, resultaron en todos los casos menos conservativos que los correspondientes a las Calmas (para los cuales se obtuvieron los valores de diferencia de temperatura más elevados de 3ºC), y a los Escenarios con vientos del Norte, Este y SE, para los que se obtuvieron también mayores valores de diferencia de temperatura o llegada a la costa con 0,25ºC.

Para el presente análisis de impactos se eliminaron los escenarios del NE y NO poco conservativos y se agregaron dos escenarios más, para invierno y verano, correspondientes a eventos históricos con vientos persistentes hacia el Este durante más de 24 horas (dirección conservativa en los Escenarios de viento constante), y direcciones variables en el resto del tiempo, pero predominantemente orientados en dirección hacia la costa.

El resumen de los escenarios modelados se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Escenarios simulados para la pluma térmica y de salinidad de ambos buques.

Escenario			Características del Viento	
			Intensidad	Dirección
Estación del año	Dirección del viento	Nomenclatura	m/s	de donde viene
Verano	Calma	EV-C	0	Calma
	Norte	EV-N	7	N
	Este	EV-E	7	E
	Sureste	EV-SE	7	SE
	Sur	EV-S	7	S
	Suroeste	EV-SO	7	SO
	Variable	EV-Var	0,7 a 11,5	Ver Figura 10
Invierno	Calma	EI-C	0	Calma
	Este	EI-E	7	E
	Sureste	EI-SE	7	SE
	Sur	EI-S	7	S
	Suroeste	EI-SO	7	SO
	Variable	EI-Var	0,4 a 12,0	Ver Figura 11

La duración de la descarga modelada para los escenarios de calma se adoptó en 14 días, con descarga continua, con lo cual se llega asintóticamente a un incremento de temperatura del agua relativamente estable, aunque con variaciones debido a las corrientes de marea. Mientras que para los escenarios con viento se adoptó una ventana de modelación de 5 días con descarga continua.

La duración e intensidad del viento adoptada para los escenarios con viento surge de un análisis de permanencia de vientos a partir de los datos del reanálisis ERA5. Se analizaron datos horarios de los dos puntos de la grilla ERA5 más cercanos al sitio de proyecto para 30 años de datos. En estos puntos, se calcula la ocurrencia de vientos en cada dirección para una ventana de 7 días (168 horas). En ningún caso se mantuvo una dirección durante 7 días en continuo, por lo que se decide modelar un período de 5 días (120 horas) con viento constante.

En la Figura 1 se presenta la cantidad de horas con ocurrencia de viento en dirección Norte dentro de la ventana de 7 días. Se observa que sólo se superó la cantidad de horas equivalente a 5 días (120 h) en una ocasión. En esa ocasión la velocidad media fue de 6,9 m/s aproximadamente.

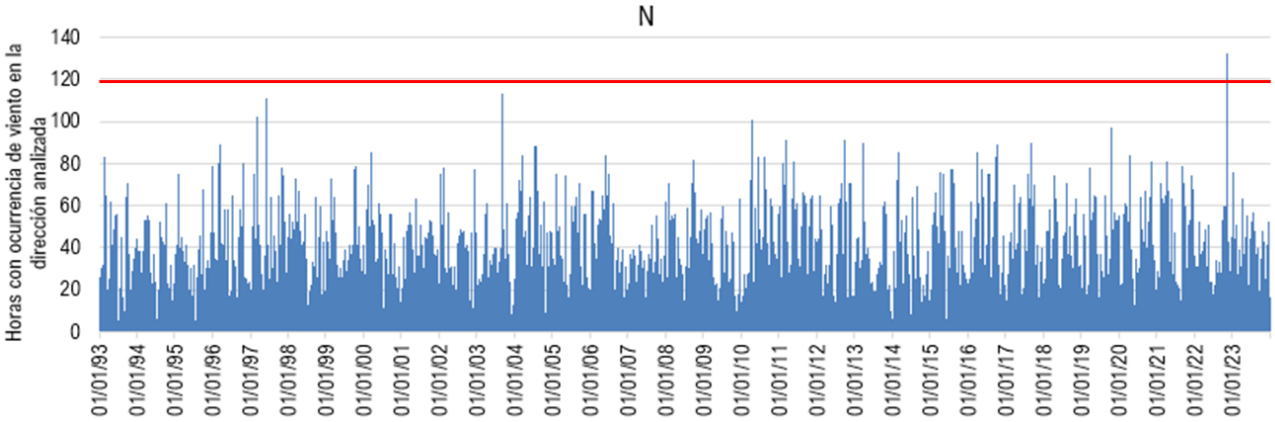


Figura 1. Horas con ocurrencia de viento en dirección Norte dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

En las Figura 2 a Figura 4 se presenta la cantidad de horas con ocurrencia de viento en las direcciones NE, E y SE dentro de la ventana de 7 días. En ningún caso se superó la cantidad de horas equivalente a 5 días (120 h).

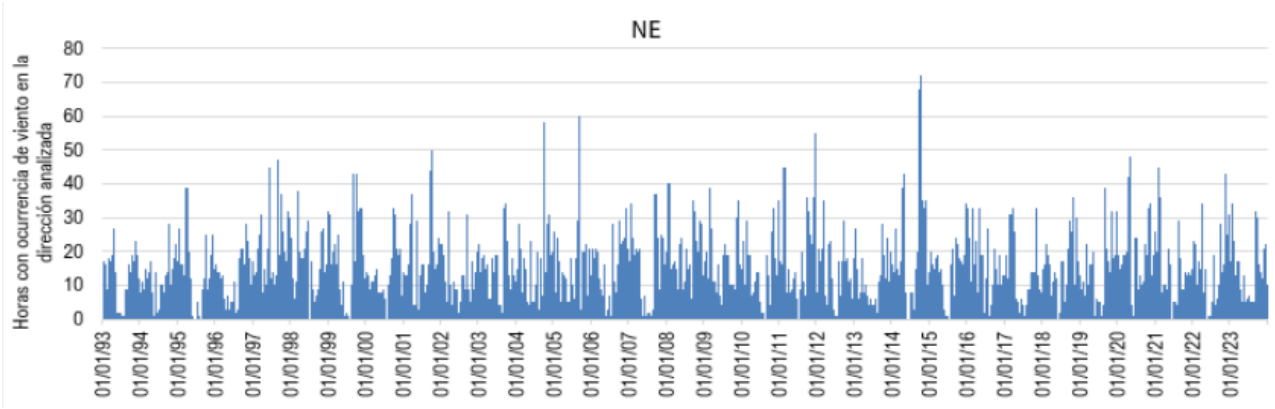


Figura 2. Horas con ocurrencia de viento en dirección NE dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

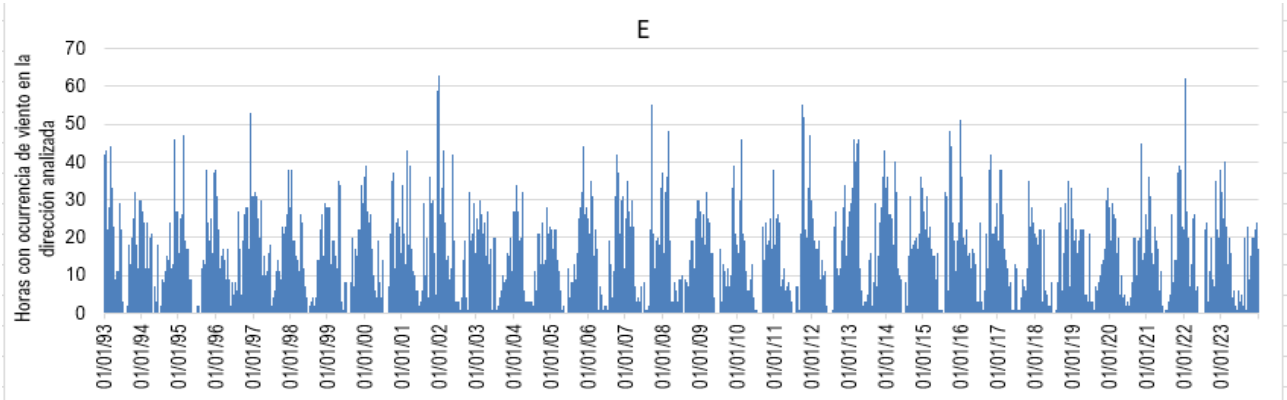


Figura 3. Horas con ocurrencia de viento en dirección E dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

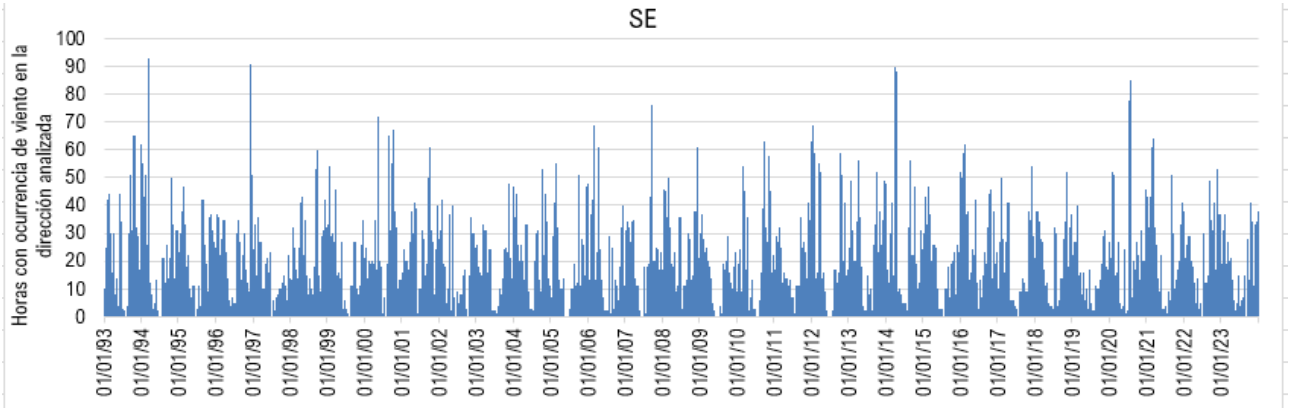


Figura 4. Horas con ocurrencia de viento en dirección SE dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

En la Figura 5 se presenta la cantidad de horas con ocurrencia de viento en dirección Sur dentro de la ventana de 7 días. En solo una ocasión se igualó la cantidad de horas equivalente a 5 días (120 h). En esa ocasión la velocidad media fue de 5,5 m/s aproximadamente.

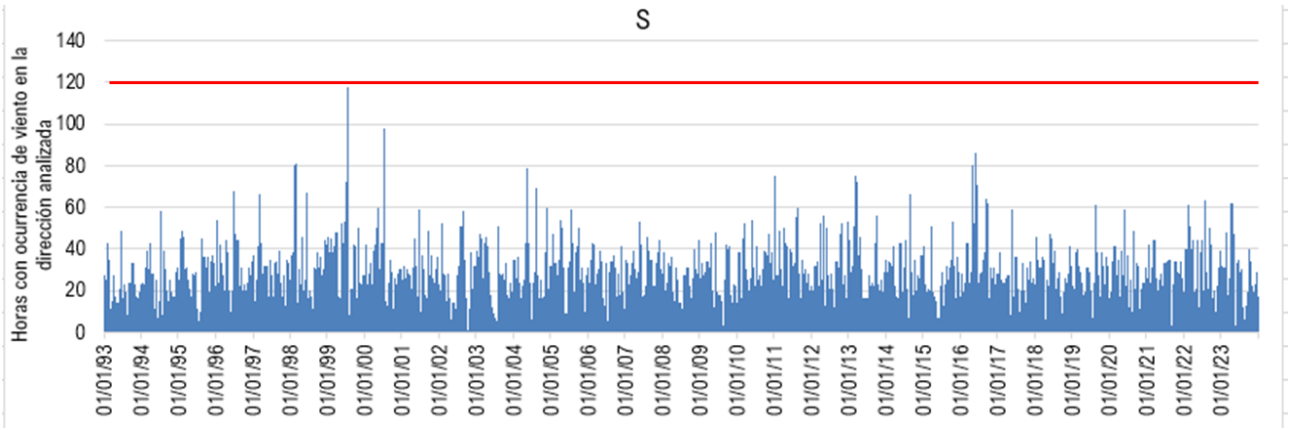


Figura 5. Horas con ocurrencia de viento en dirección S dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

Las Figura 6 y Figura 7 presentan la cantidad de horas con ocurrencia de viento en las direcciones SW y Oeste (W) dentro de la ventana de 7 días. En ninguno de los casos se superó la cantidad de horas equivalente a 5 días (120 h).

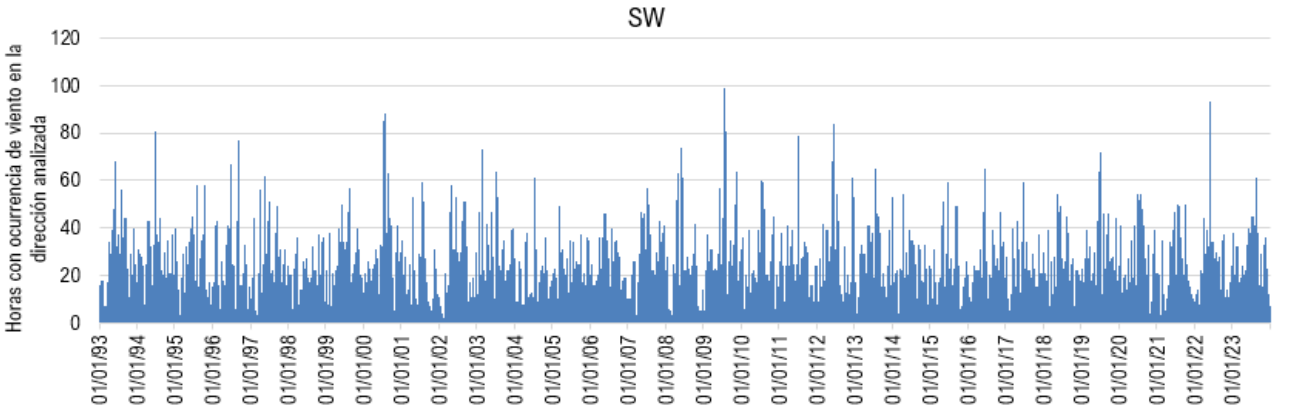


Figura 6. Horas con ocurrencia de viento en dirección SW dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

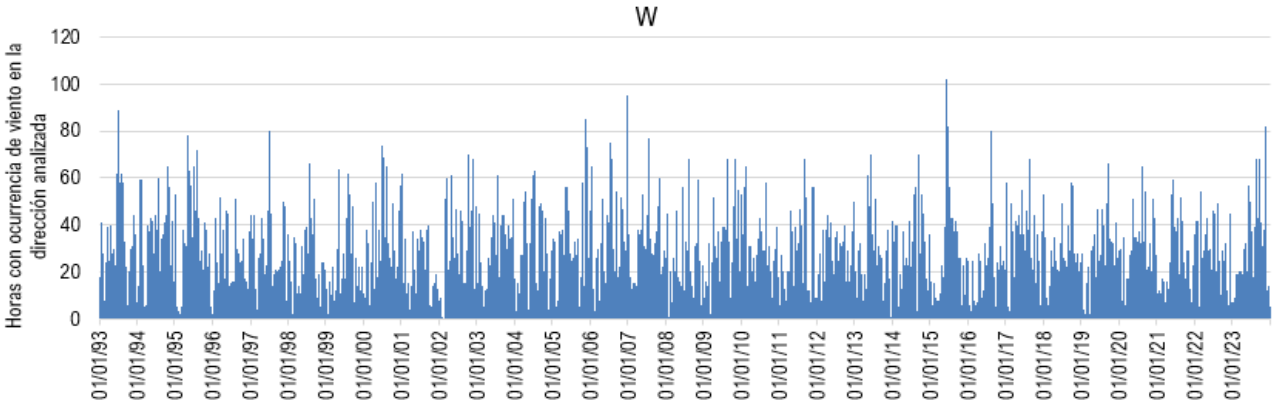


Figura 7. Horas con ocurrencia de viento en dirección W (Oeste) dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

Por último, en la Figura 8 se presenta la cantidad de horas con ocurrencia de viento en dirección NW dentro de la ventana de 7 días. Se superó o igualó la cantidad de horas equivalente a 5 días (120 h) en 16 ocasiones. De esas ocasiones, la mayor velocidad media fue de 8,2 m/s, mientras que la velocidad promedio para las 16 ocasiones rondó 6,7 m/s.

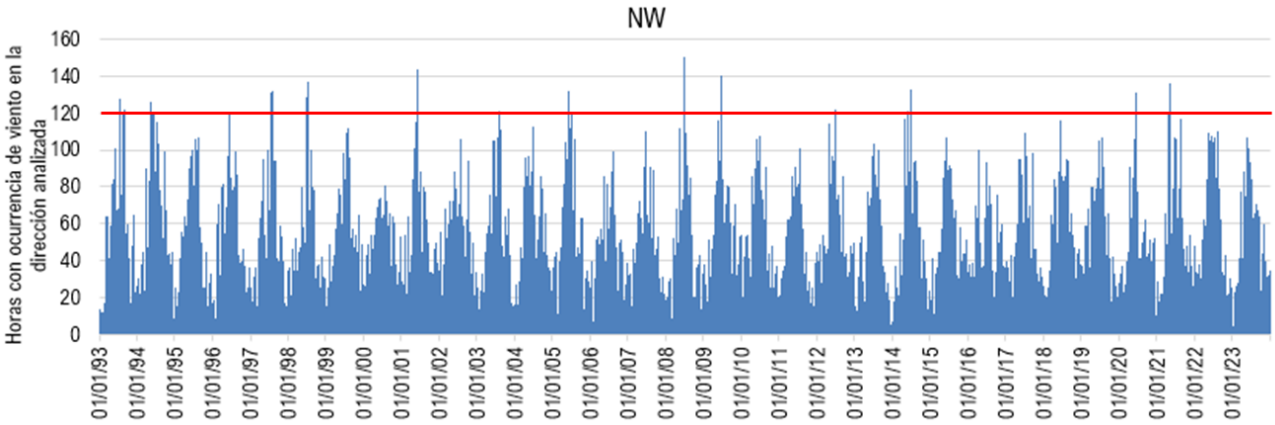


Figura 8. Horas con ocurrencia de viento en dirección NW dentro de una ventana de 7 días (168 horas)

A la vez, se consideró el análisis de la distribución direccional de las velocidades del viento de los datos correspondientes al registro del SMN en la cercana estación de San Antonio Oeste. Los datos corresponden a promedios de 10 minutos cada hora para el período 1991–2023 (34 años). La Figura 9 presenta la rosa de velocidades del viento y la Tabla 7 el análisis estadístico direccional.

Se puede apreciar que la dirección predominante del viento corresponde al sector NW (20%), seguido por los sectores Oeste, WNW (ONO), NNW (NNO), N, SE y Sur con alrededor de un 7 a 9% del tiempo cada uno. Las velocidades de hasta 12,5 m/s están presentes casi el 98% del tiempo, siendo las más frecuentes entre 5,0 y 7,5 m/s (33% del tiempo).

Tabla 7. Diagrama direccional de la velocidad del viento en la zona para el período 1991-2023 (%). Fuente: elaboración propia en base a datos del SMN en San Antonio Oeste.

V(m/s) \ Dir	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Excedencia
0,0-2,5	1,416	0,463	0,718	0,251	0,686	0,461	1,006	0,452	0,773	0,486	0,622	0,312	0,937	1,062	3,226	1,064	13,934	100,000
2,5-5,0	1,948	0,600	0,617	0,347	1,139	1,120	2,055	1,091	1,551	1,036	1,016	0,569	1,599	2,142	5,089	1,730	23,648	86,066
5,0-7,5	2,498	0,490	0,457	0,336	1,632	1,783	3,406	1,811	2,478	1,370	1,274	0,818	2,208	2,942	6,794	2,552	32,849	62,418
7,5-10,0	1,133	0,201	0,096	0,090	0,422	0,652	1,311	1,035	1,314	0,768	0,575	0,554	1,091	1,573	2,953	1,555	15,324	29,569
10,0-12,5	0,782	0,124	0,044	0,021	0,151	0,252	0,781	0,796	1,269	0,748	0,568	0,566	1,078	1,351	2,144	0,980	11,657	14,245
12,5-15,0	0,117	0,015	0,003	0,001	0,008	0,021	0,092	0,135	0,223	0,150	0,104	0,122	0,247	0,291	0,241	0,155	1,925	2,588
15,0-17,5	0,008	0,001	0,000	0,000	0,002	0,002	0,027	0,036	0,082	0,032	0,037	0,043	0,068	0,082	0,054	0,015	0,490	0,663
17,5-20,0	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,014	0,024	0,010	0,008	0,008	0,013	0,018	0,010	0,000	0,112	0,173
20,0-22,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,014	0,012	0,002	0,002	0,011	0,004	0,002	0,000	0,052	0,061
22,5-25,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,009	0,009
Total	7,903	1,895	1,936	1,046	4,042	4,291	8,681	5,373	7,730	4,617	4,207	2,995	7,253	9,467	20,512	8,053	100,000	

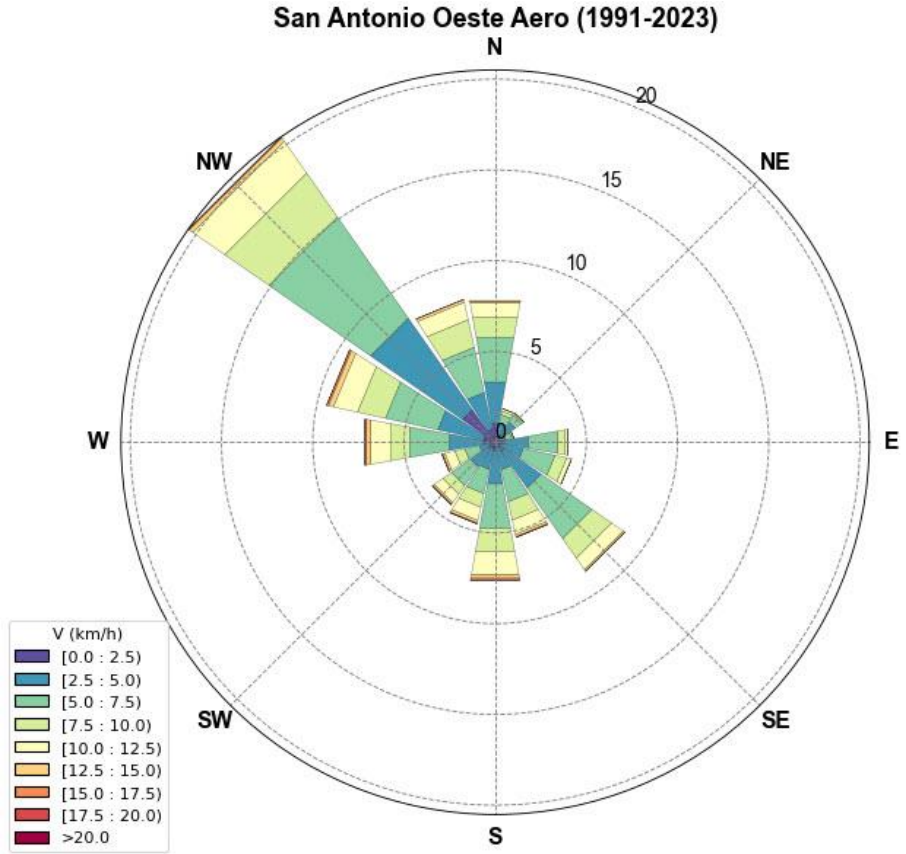


Figura 9. Rosa de velocidades del viento en la zona para el período 1991-2023. Fuente: elaboración propia en base a datos del SMN en San Antonio Oeste.

A partir de los análisis presentados anteriormente, se considera que el criterio de adoptar una intensidad de viento constante de 7 m/s durante 5 días continuos para los escenarios con vientos resulta un criterio idóneo para evaluar el impacto de las descargas térmicas y salinas.

Las descargas térmicas y salinas en los escenarios de verano e invierno en calma tienen una duración de 14 días, al igual que en los escenarios de verano e invierno con viento variable. Mientras que las descargas térmicas y salinas en los escenarios de verano e invierno con viento constante tienen una duración de 5 días. Por lo tanto, el período de descargas simulado en verano se extiende desde el 30/01/2019 00:00 hasta el 04/02/2019 00:00 para simulaciones con viento constante, y hasta el 13/02/2019 00:00 para la simulación en calma.

Mientras que el período de descargas simulado en invierno se extiende desde el 25/06/2005 00:00 al 02/07/2005 00:00 para simulaciones con viento constante, y hasta el 11/07/2005 00:00 para la simulación en calma.

Los períodos de descargas térmicas y salinas en condiciones de viento variable son los siguientes: el de verano se extiende entre el 15/01/2022 20:00 y 29/01/2022 20:00 y el de invierno entre el 04/06/1993 15:00 y 18/06/1993 15:00. La intensidad y dirección del viento para el punto de la grilla ERA5 más cercano a la posición de los buques se muestran en la Figura 10 y Figura 11.

En ambos períodos con viento variable, se da una ventana con viento predominante desde el Este, los que a priori generarían un menor tiempo de arribo a la costa comparado con vientos desde otras direcciones. En el escenario de verano, la ventana con viento desde el Este es de 56 horas con una intensidad promedio de 5,8 m/s y máxima de 8,25 m/s. En el escenario de invierno, la ventana con viento desde el Este es de 31 h con una intensidad promedio de 6,7 m/s y máxima de 7,85 m/s.

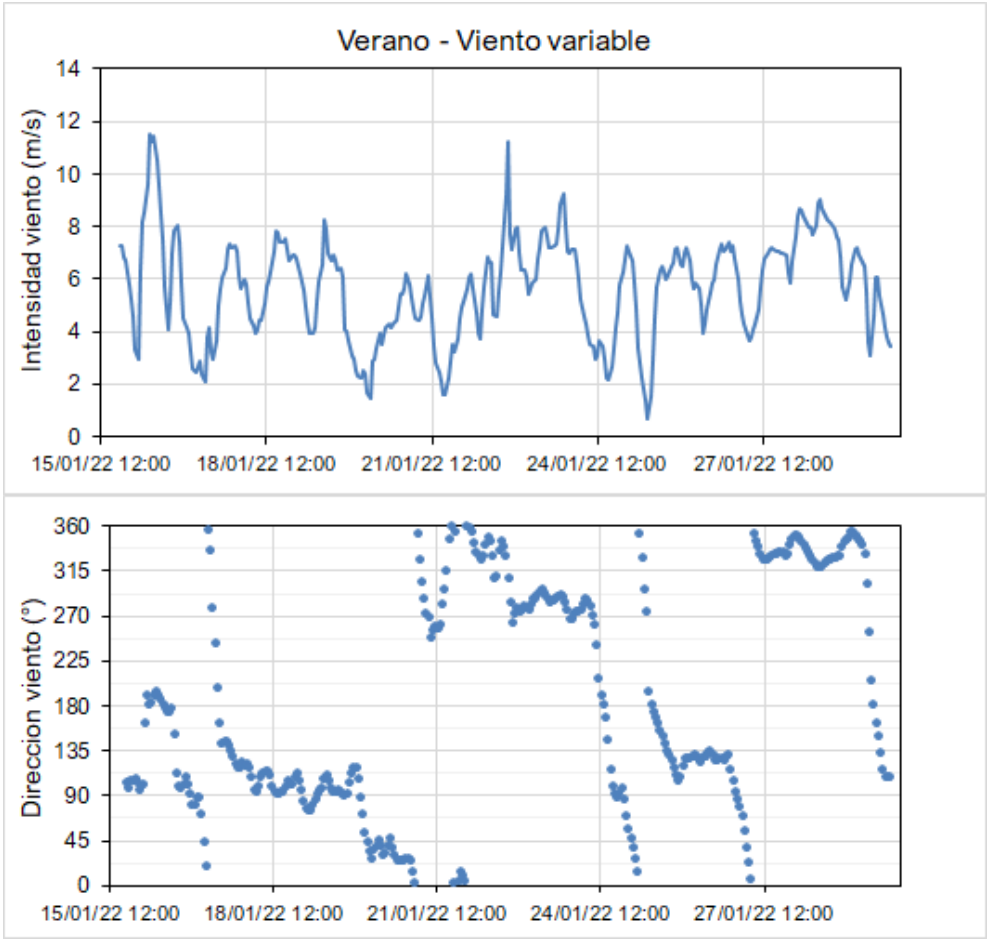


Figura 10. Intensidad y dirección de vientos ingresados al modelo para el escenario de Verano con viento variable.

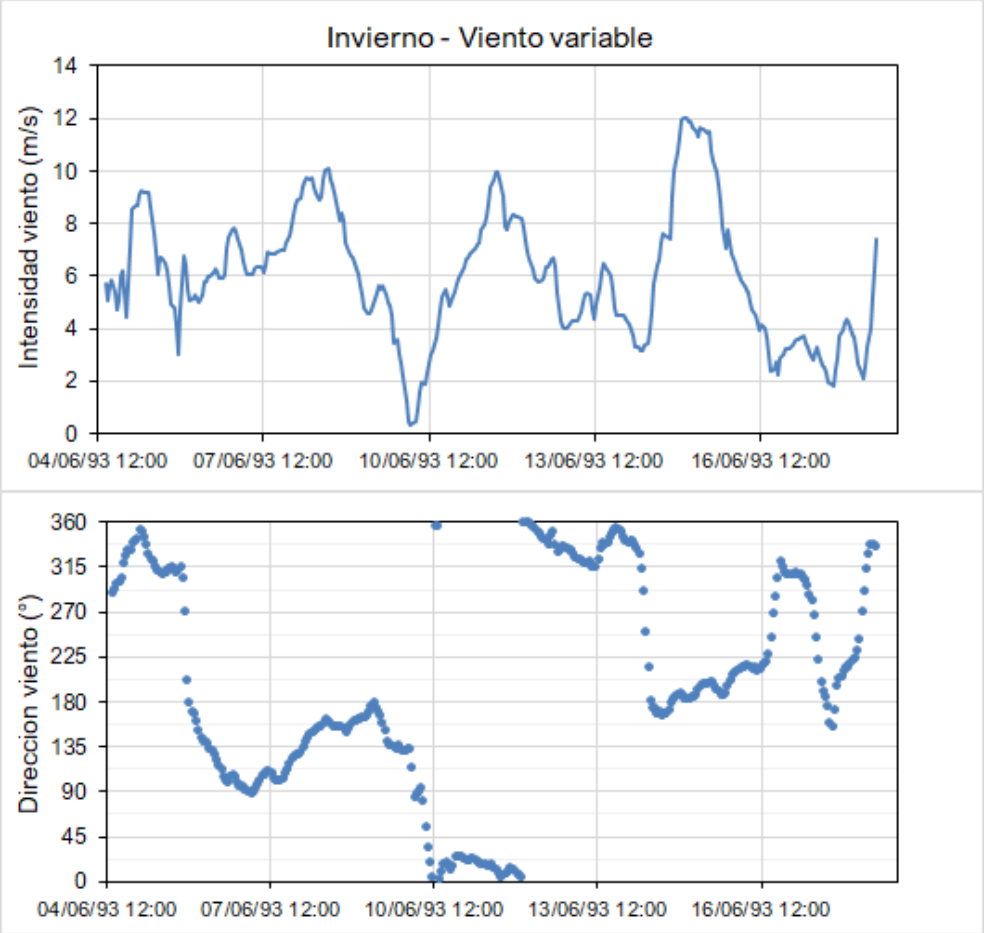


Figura 11.Intensidad y dirección de vientos ingresados al modelo para el escenario de Invierno con

6. GRILLAS DE MODELACIÓN IMPLEMENTADAS

La extensión de la pluma térmica y salina para los escenarios de modelación se evaluó a través del modelo hidrodinámico calibrado, presentado en el Anexo 6-3 del presente EIA.

En la zona cercana a los buques, se implementó además un modelo refinado de 2,5 km de extensión alrededor de cada buque, por lo que la malla refinada tiene una extensión de 5,5km x 8,9km. En la zona más cercana a la posición de los buques la grilla refinada está conformada por cuadrículas de 8 m de lado, y llega a adoptar un tamaño máximo de 65 m en los bordes del dominio (Figura 12).

Este submodelo se implementó para los escenarios de Calma de Verano y Calma de Invierno, con el objetivo de obtener las condiciones más conservativas de incremento de temperatura en el entorno cercano a la ubicación de los buques FLNG, considerando que en los escenarios con viento las corrientes inducidas por éste contribuyen al alejamiento y la dilución de la pluma. El modelo refinado también se implementó para los escenarios de Viento Variable en Verano e Invierno, con el objeto de evaluar el incremento de temperatura en el entorno cercano de los buques bajo condiciones realistas de viento. En cada caso, las condiciones contorno en los cuatro de bordes del modelo refinado fueron extraídas de los resultados del dominio extendido.

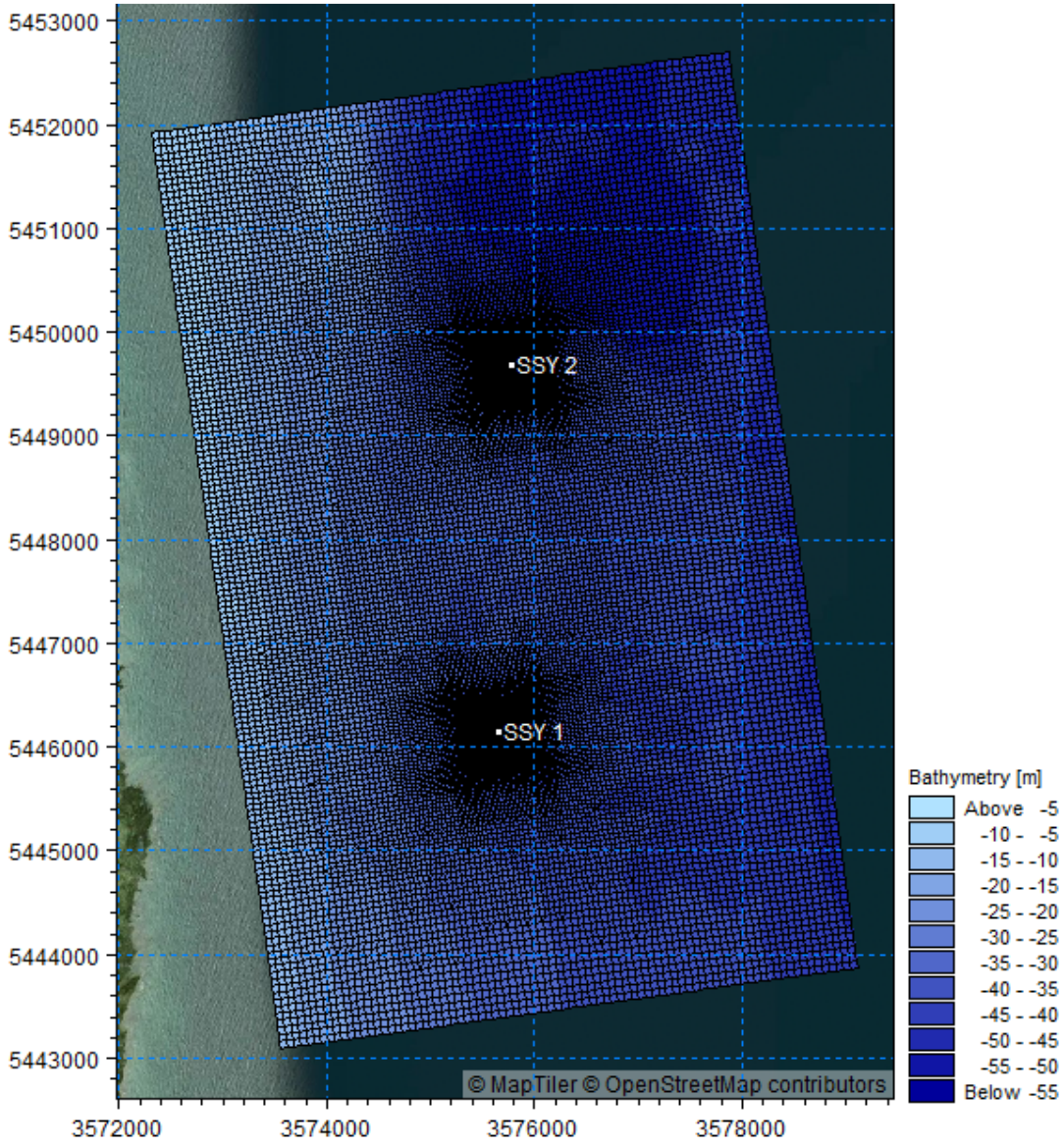


Figura 12. Grilla de cálculo del modelo refinado y ubicación de los Buques FLNG Hilli Episeyo (SSY 1) y MKII (SSY 2).

En el dominio vertical del modelo tridimensional está conformado por una malla en capas cuyo espesor varía en función de la profundidad (capas *sigma*).

En la zona de proyecto, la malla vertical del modelo general del Golfo San Matias y la malla vertical del modelo refinado difieren levemente para profundidades mayores a la profundidad media. Como se observa en la Tabla 8 y Tabla 9, el modelo general tiene 7 capas *sigma* y el refinado está conformado por 8 capas *sigma.*

En ambas mallas, las capas más superficiales poseen el mismo espesor.

Para graficar ambos dominios, se presentan en la Figura 14 y Figura 15 los perfiles transversales a la costa que pasan por la posición de los buques para ambos dominios, cuya ubicación se muestra en la Figura 13.

Tabla 8. Configuración de la malla vertical del modelo general del Golfo San Matías y su espesor estimado para la ubicación de cada buque.

Capa sigma del modelo general	*sigma* (% de la profundidad)	Espesor para profundidad media en SSY 1 (46 m) [m]	Profundidad acumulada para profundidad media en SSY 1 (46 m) [m]	Espesor para profundidad media en SSY 2 (43,5 m) [m]	Profundidad acumulada para profundidad media en SSY 2 (43,5 m) [m]
7	0,085	3,9	3,9	3,7	3,7
6	0,085	3,9	7,8	3,7	7,4
5	0,085	3,9	11,7	3,7	11,1
4	0,1	4,6	16,3	4,4	15,4
3	0,15	6,9	23,2	6,5	22,0
2	0,225	10,4	33,6	9,8	31,8
1	0,27	12,4	46,0	11,7	43,5

Tabla 9. Configuración de la malla vertical del modelo refinado y su espesor estimado para la ubicación de cada buque.

Capa sigma del modelo refinado	*sigma* (% de la profundidad)	Espesor para profundidad media en SSY 1 (46 m) [m]	Profundidad acumulada para profundidad media en SSY 1 (46 m) [m]	Espesor para profundidad media en SSY 2 (43,5 m) [m]	Profundidad acumulada para profundidad media en SSY 2 (43,5 m) [m]
8	0,085	3,9	3,9	3,7	3,7
7	0,085	3,9	7,8	3,7	7,4
6	0,085	3,9	11,7	3,7	11,1
5	0,1	4,6	16,3	4,4	15,4
4	0,12	5,5	21,9	5,2	20,7
3	0,16	7,4	29,2	7,0	27,6
2	0,18	8,3	37,5	7,8	35,5
1	0,185	8,5	46,0	8,0	43,5

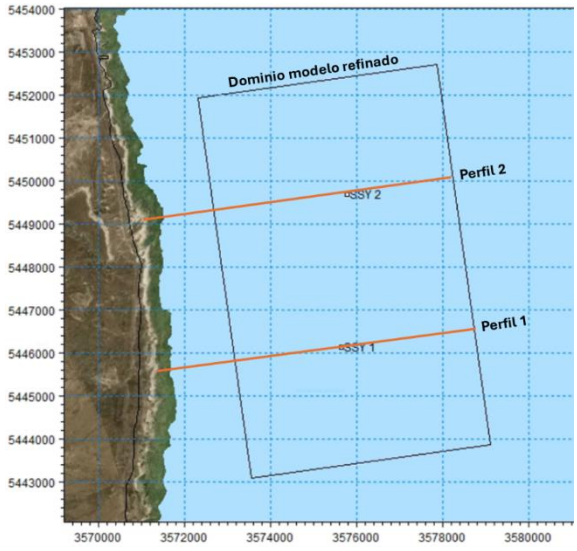


Figura 13. Perfiles transversales para ubicación de los Buques Hilli Episeyo (SSY 1) y MKII (SSY 2).

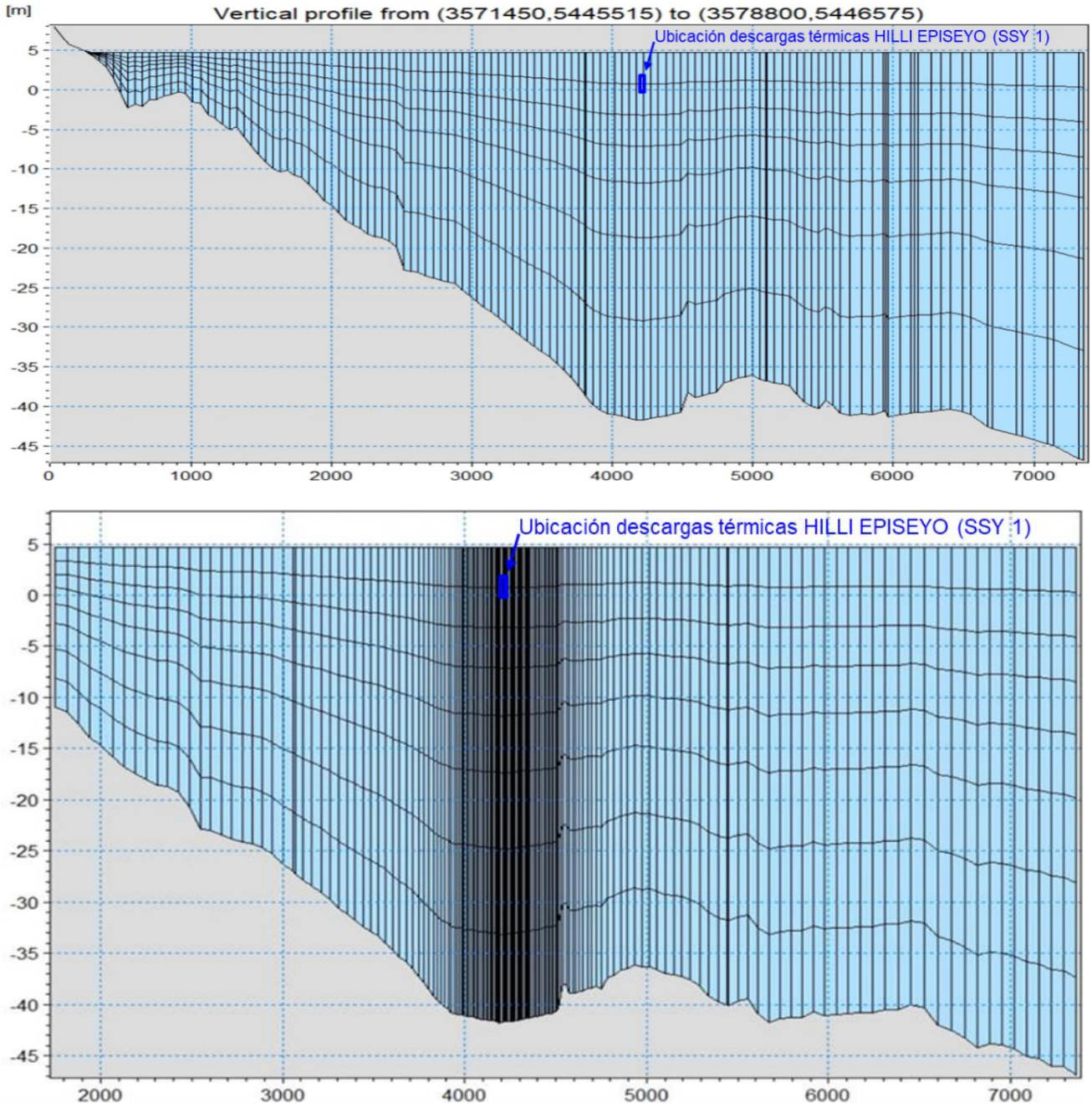


Figura 14. Malla vertical para Perfil 1 extraída del Modelo general del Golfo San Matías (arriba) y del modelo refinado (abajo) y ubicación de descargas térmicas del Buque Hilli Episeyo (SSY 1).

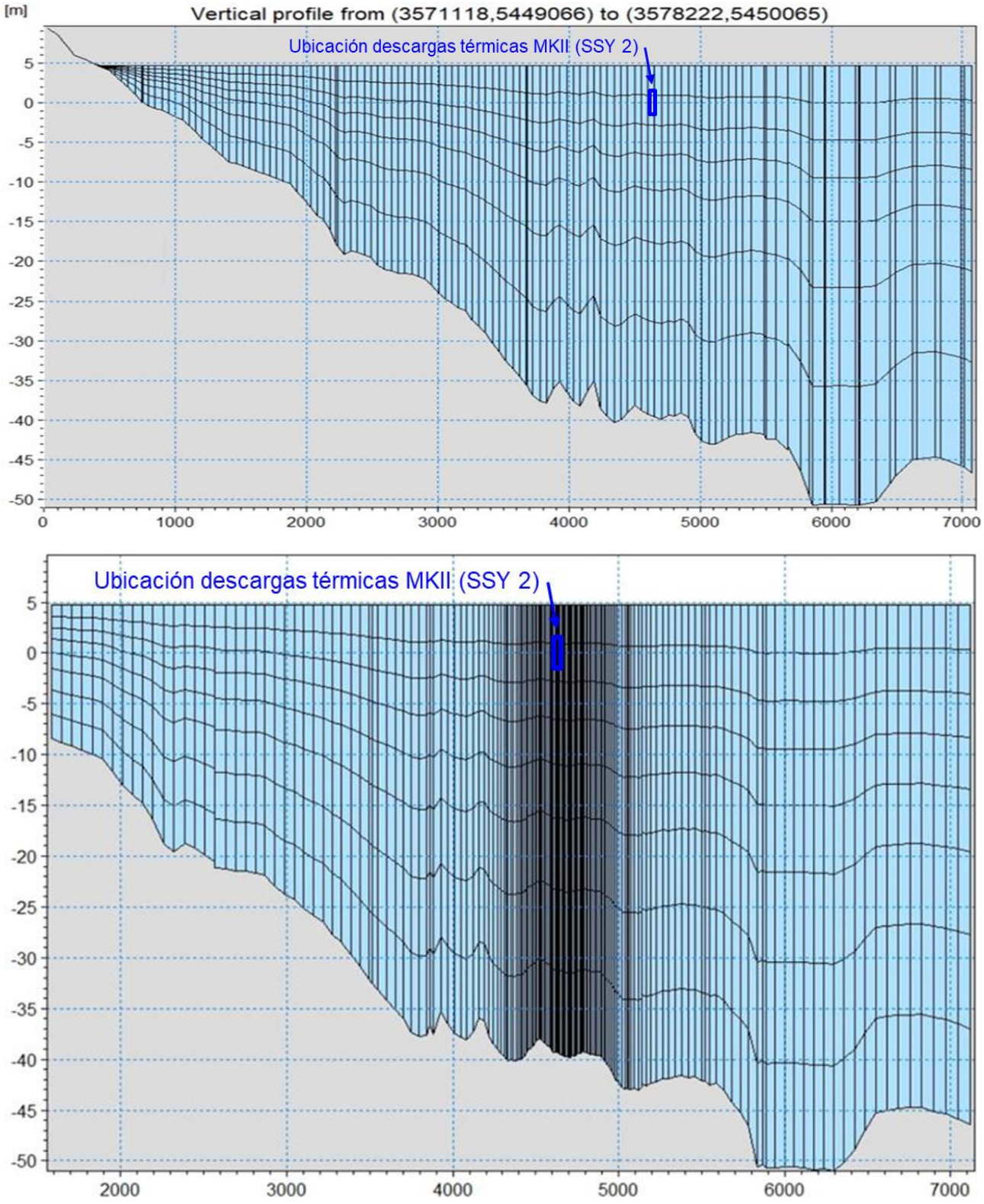


Figura 15. Malla vertical para Perfil 2 extraída del Modelo general del Golfo San Matías (arriba) y del modelo refinado (abajo) y ubicación de descargas térmicas del Buque MKII (SSY 2).

7. MODELACIÓN DE LA PLUMA DE TEMPERATURA

7.1 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se presentan los resultados de la modelación. De la Figura 16 a la Figura 107 se muestra la envolvente de la diferencia máxima de temperatura entre la condición natural y la condición con descarga térmica. Significa que las máximas diferencias graficadas no se dan en el mismo instante, sino al menos en un instante de la ventana de modelación.

Se adoptó una diferencia de 0,25°C como umbral mínimo para representar las diferencias de temperatura. Por debajo de ese valor, se considera que el efecto del gradiente térmico generado sobre el ambiente es despreciable. Una variación de 2-3°C es potencialmente perjudicial para la fauna local, particularmente cerca del lecho (fauna bentónica).

Como se mencionó anteriormente, algunas descargas térmicas se ubican en la capa más superficial del modelo y otras en la capa subsuperficial. Para el buque Hilli Episeyo la descarga térmica de los trenes de licuefacción, que constituye el mayor caudal de descarga, se da principalmente en la capa superficial. Mientras que para el buque MKII (GOLAR) la descarga térmica de los trenes de licuefacción, que también constituye el mayor caudal de descarga, se da principalmente en la capa subsuperficial. Por lo tanto, se presentarán los resultados de ambas capas indicando a cuál corresponde en cada caso.

También se presentan los resultados de la capa que se puede considerar representativa de la profundidad media para la zona de descargas, y para la capa inferior, es decir la capa adyacente al lecho marino.

Cabe mencionar que en el caso del buque Hilli Episeyo las modelaciones realizadas en la etapa del EIA emplearon una batimetría aproximada obtenida parcialmente de cartas náuticas en la zona de ubicación del buque, cuya posición además fue algo diferente de la definitiva. En la presente modelación se empleó una batimetría detallada realizada recientemente y se ubicó el buque en una profundidad del orden de 40 metros respecto al cero, que es mayor que la modelada anteriormente, la cual era inferior a 30 metros.

Por lo tanto, desde el punto de vista de la dilución del agua descargada con incremento de temperatura y en especial del impacto sobre la capa inferior adyacente al lecho, la modelación previa puede considerarse conservativa al desarrollarse ese proceso en una profundidad inferior a la que se adoptó finalmente. Ello implica que los niveles de incremento de temperatura debidos a la descarga de este buque en la modelación actual deben ser en general inferiores a los anteriores.

Por otro lado, la presencia de la descarga del buque MKII genera un campo de incremento de temperatura que se superpone con el del buque Hilli Episeyo, por lo cual la acción de cada buque induce un incremento de temperatura también en el entorno del otro.

Finalmente, al evaluar los resultados es necesario tener en cuenta la influencia de la diferente discretización de la malla de cálculo en los modelos general y refinado en la recirculación del agua descargada. El modelo global tiene un tamaño de malla en el entorno de los buques de unos 50 metros, mientras que en el modelo refinado el tamaño es de 8 metros. Ello implica que el modelo detallado la separación entre las tomas y las descargas representa mejor el proceso de recirculación que el modelo general, donde varias descargas se encuentran en celdas adyacentes a las tomas, generando así un mayor “cortocircuito”. Por lo tanto, los resultados del modelo refinado resultan más precisos en el entorno de los buques, mientras que los resultados del modelo general son más conservativos. En las tablas de distancias de superación de diferentes umbrales de incremento de temperatura se consignan los valores obtenidos del modelo general, los cuales especialmente en condiciones de calma son superiores a los que se obtienen con el modelo detallado.

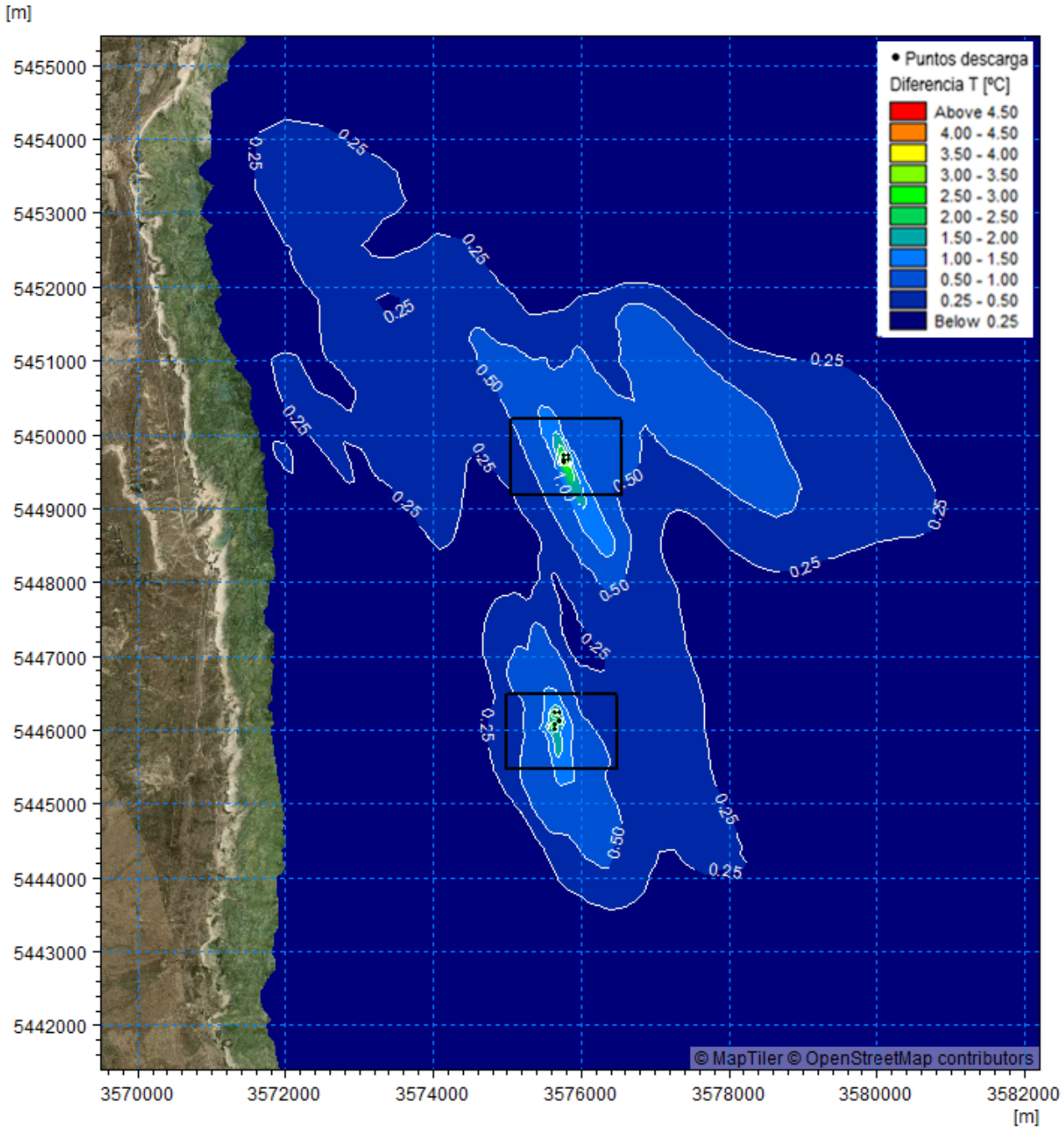


Figura 16. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Escenario Verano EV-C (Calma).

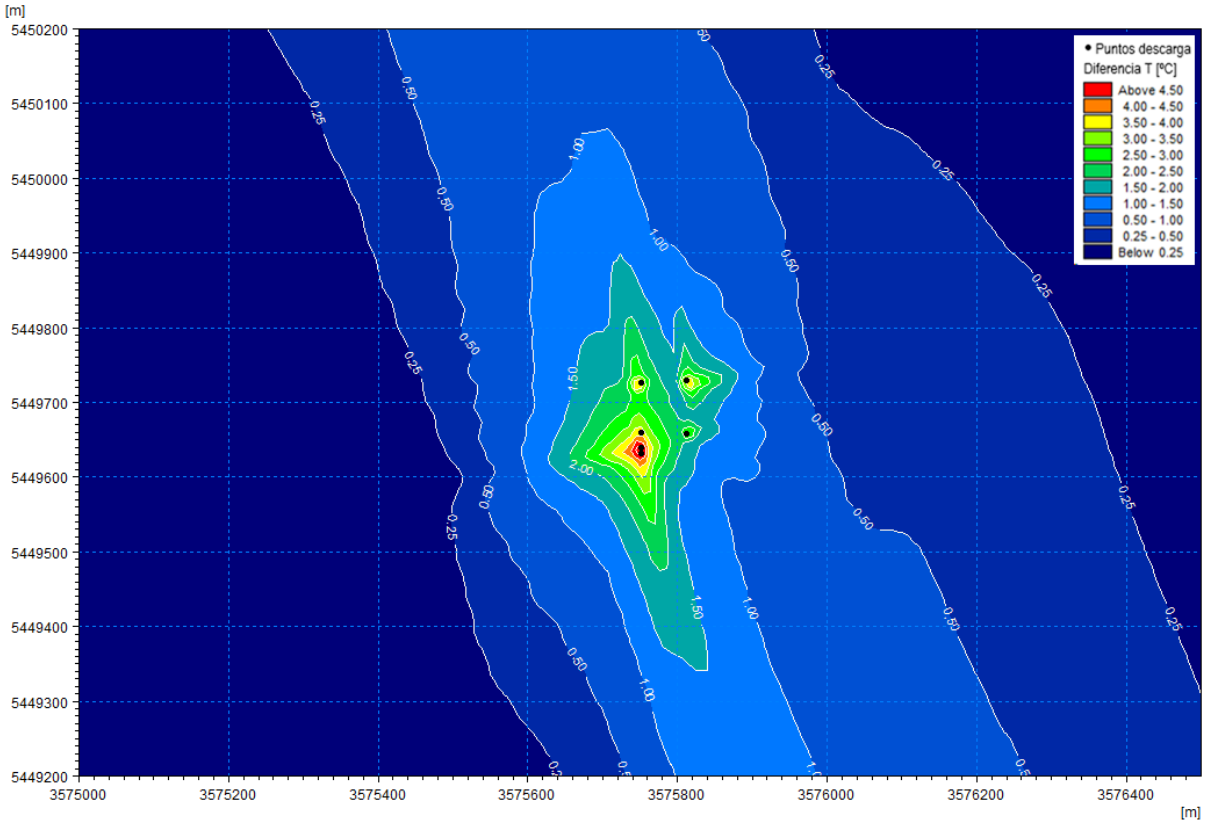


Figura 17. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

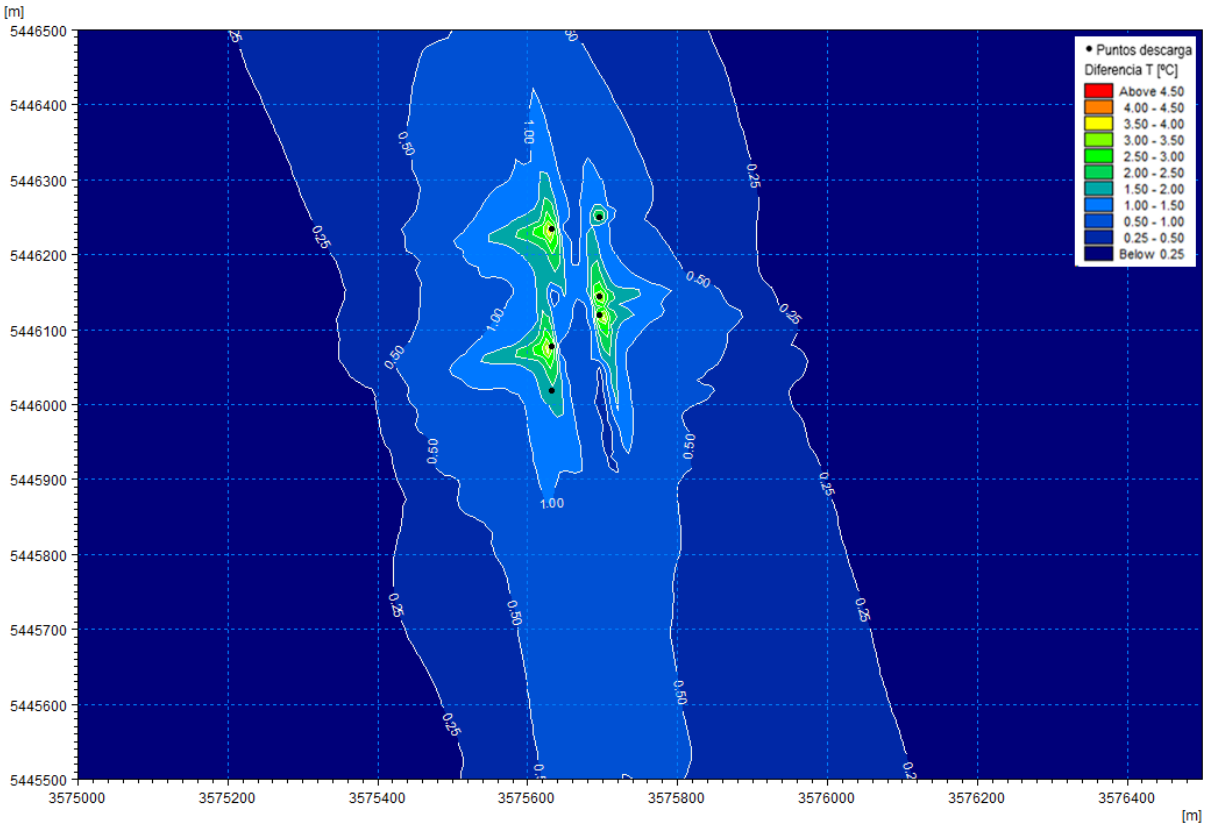


Figura 18. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

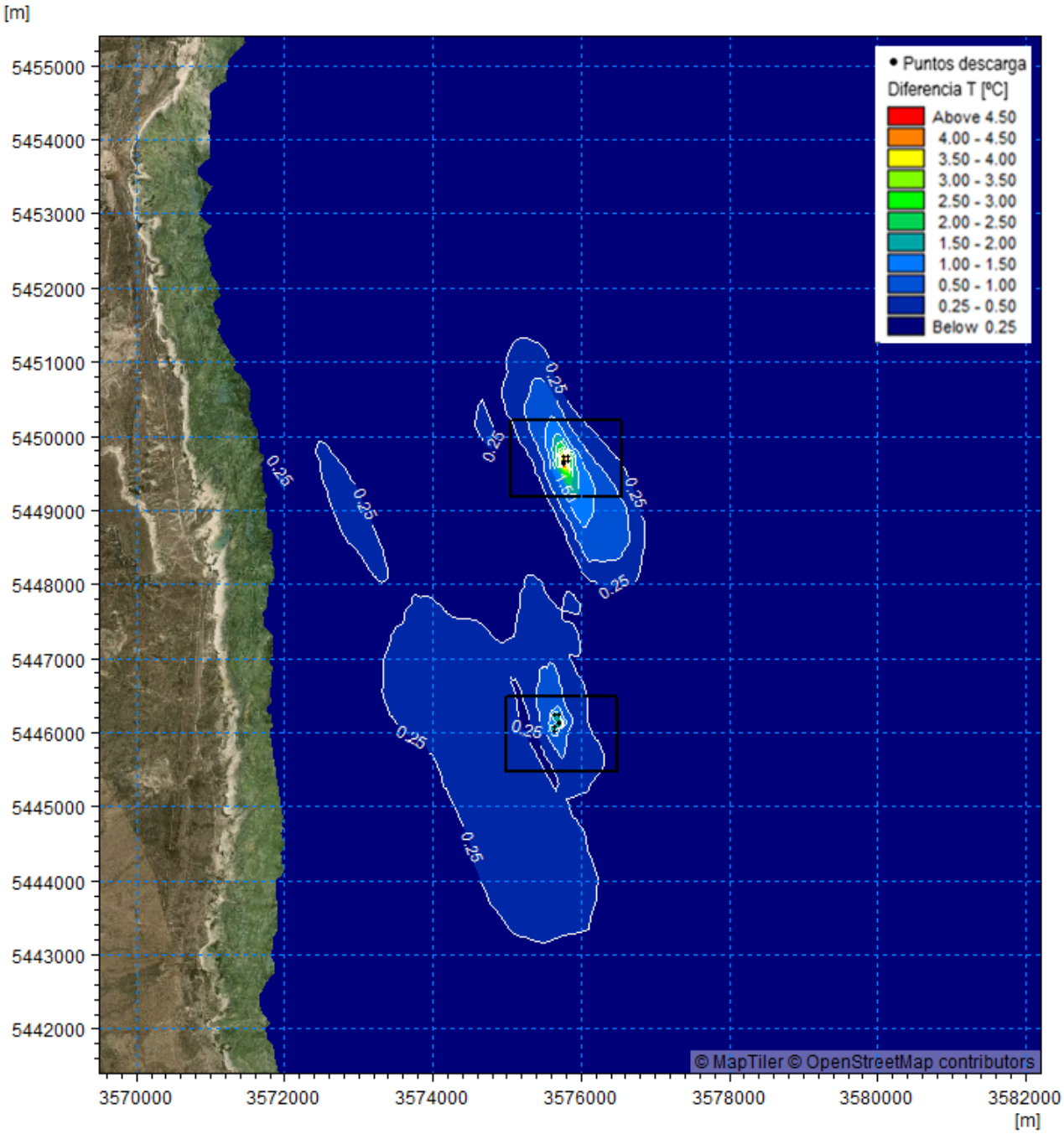


Figura 19. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Escenario Verano EV-C (Calma).

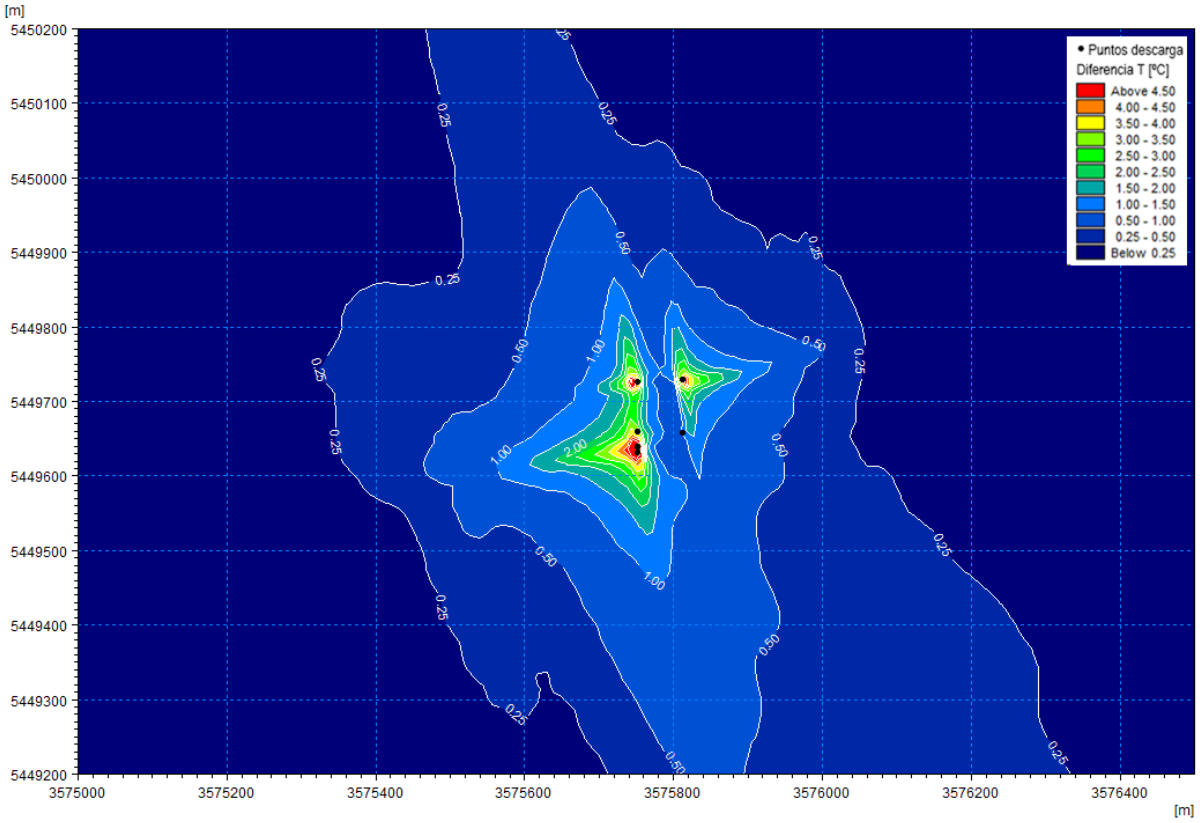


Figura 20. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

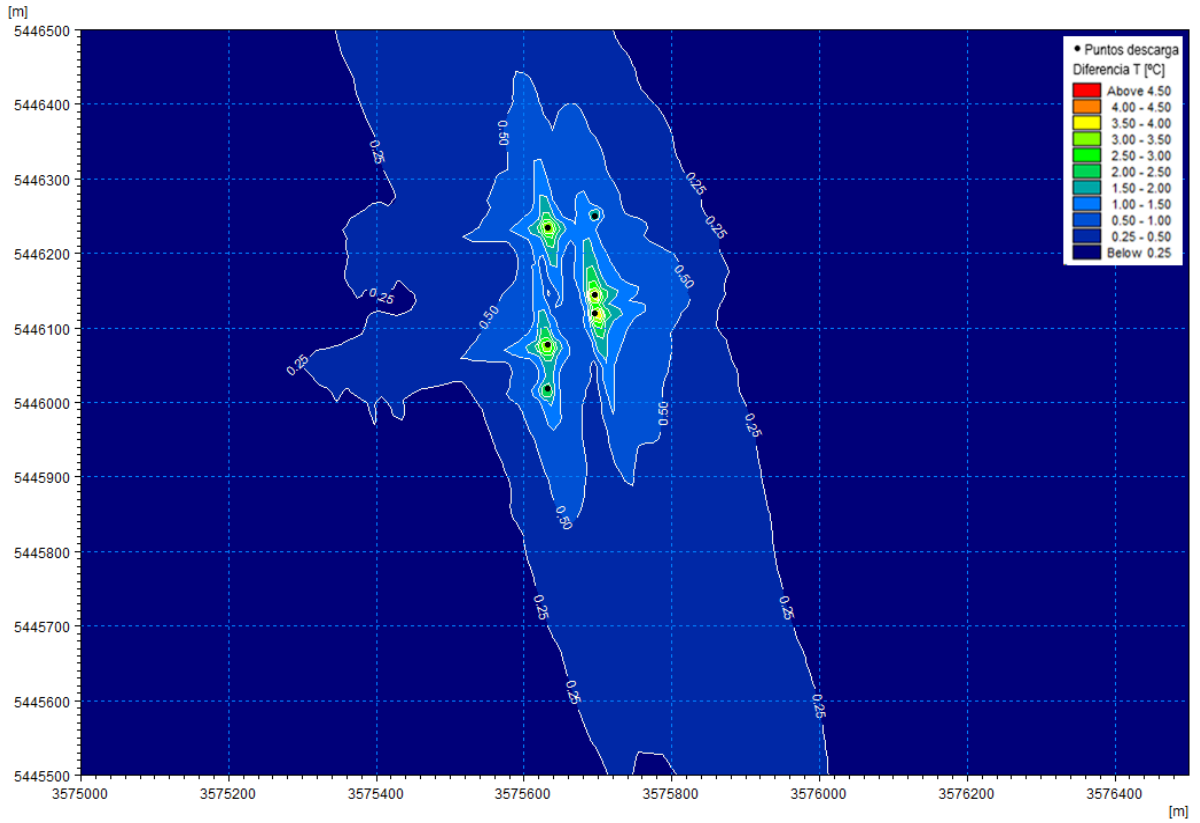


Figura 21. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

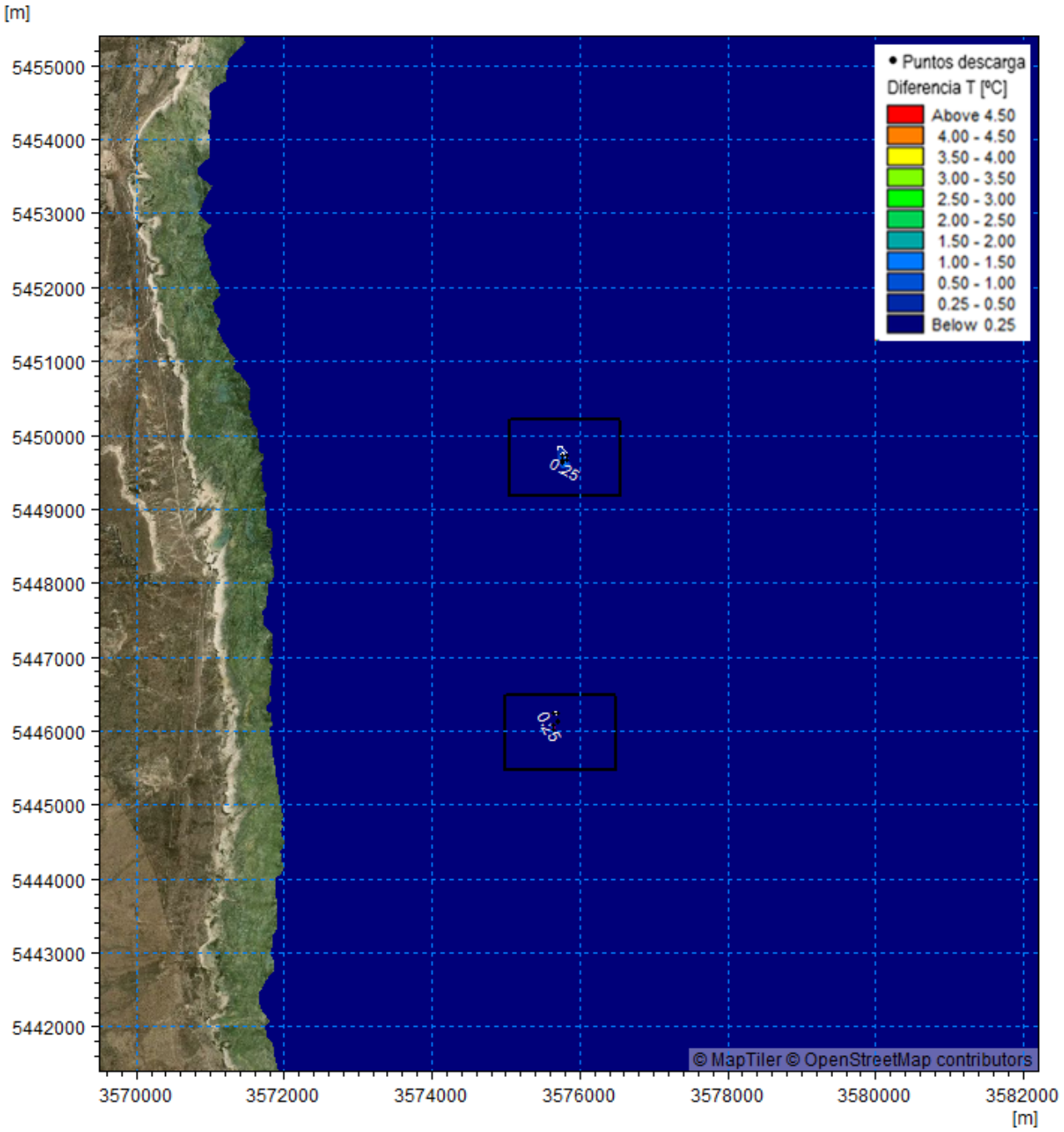


Figura 22. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Escenario Verano EV-C (Calma).

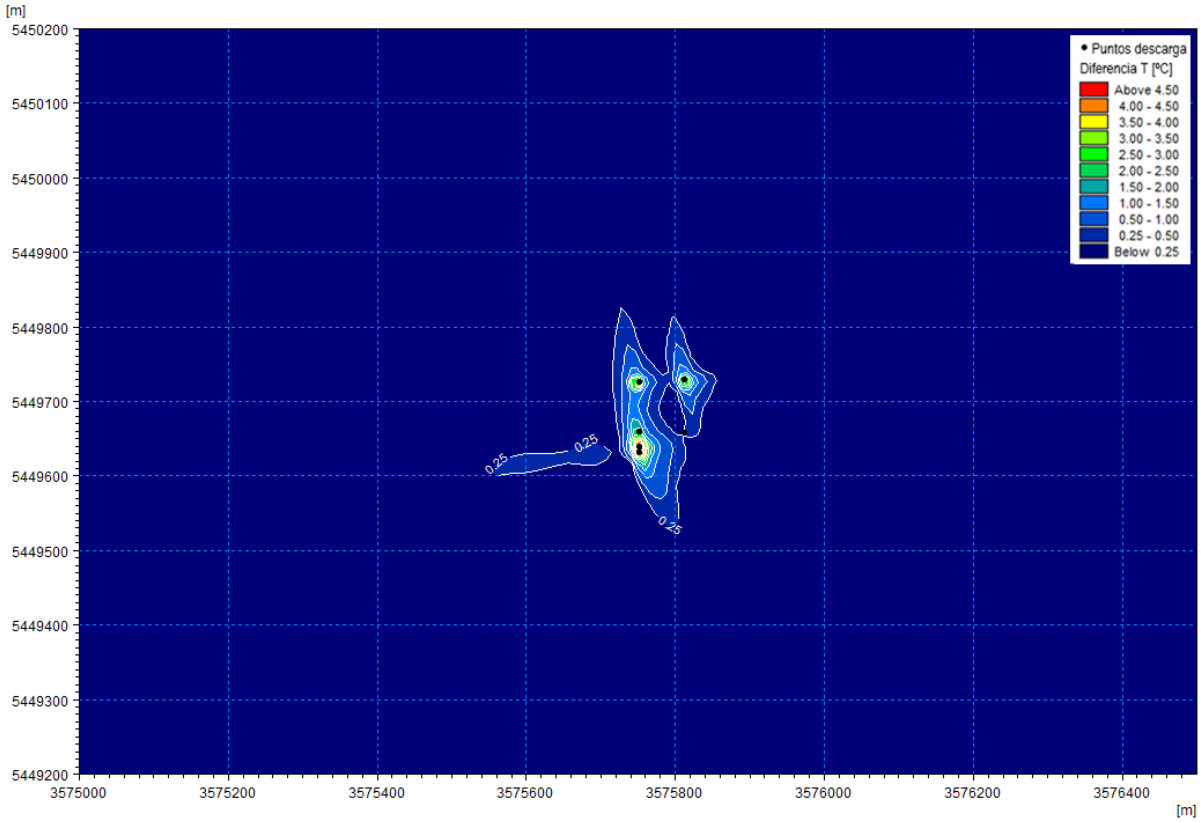


Figura 23. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

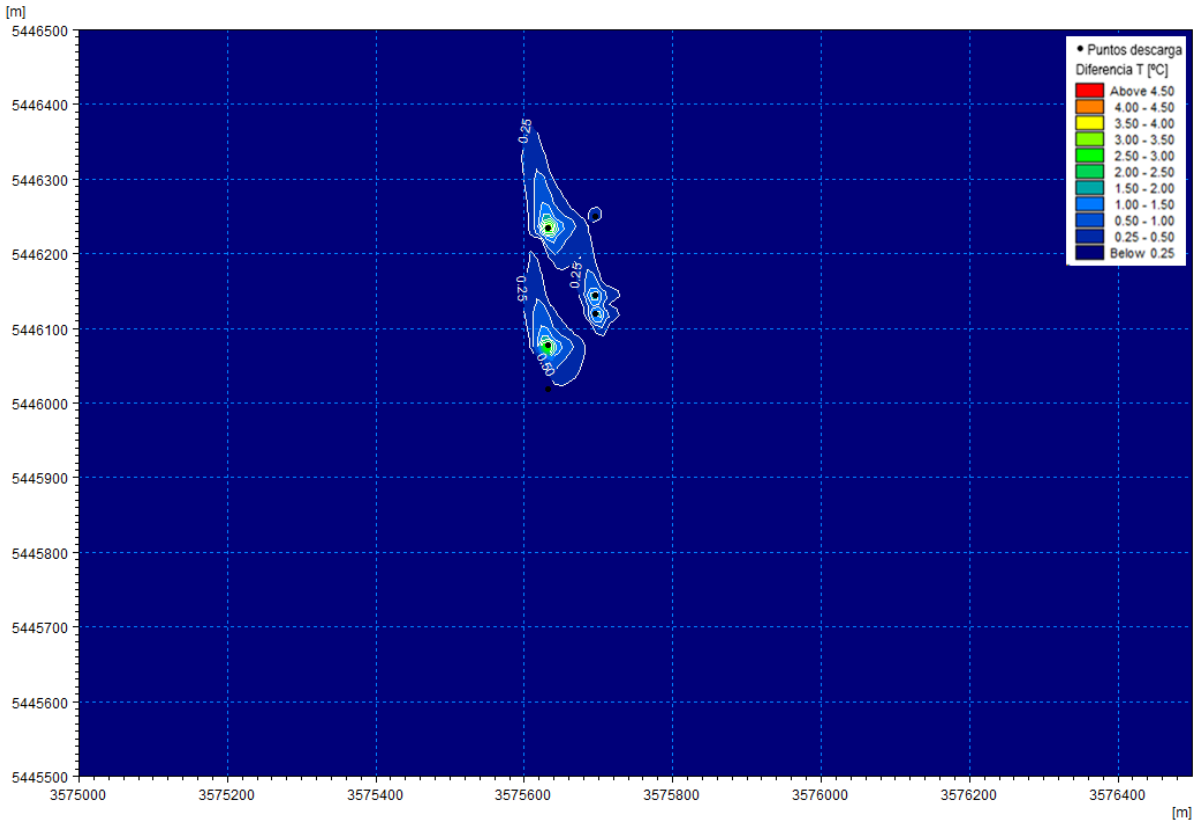


Figura 24. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

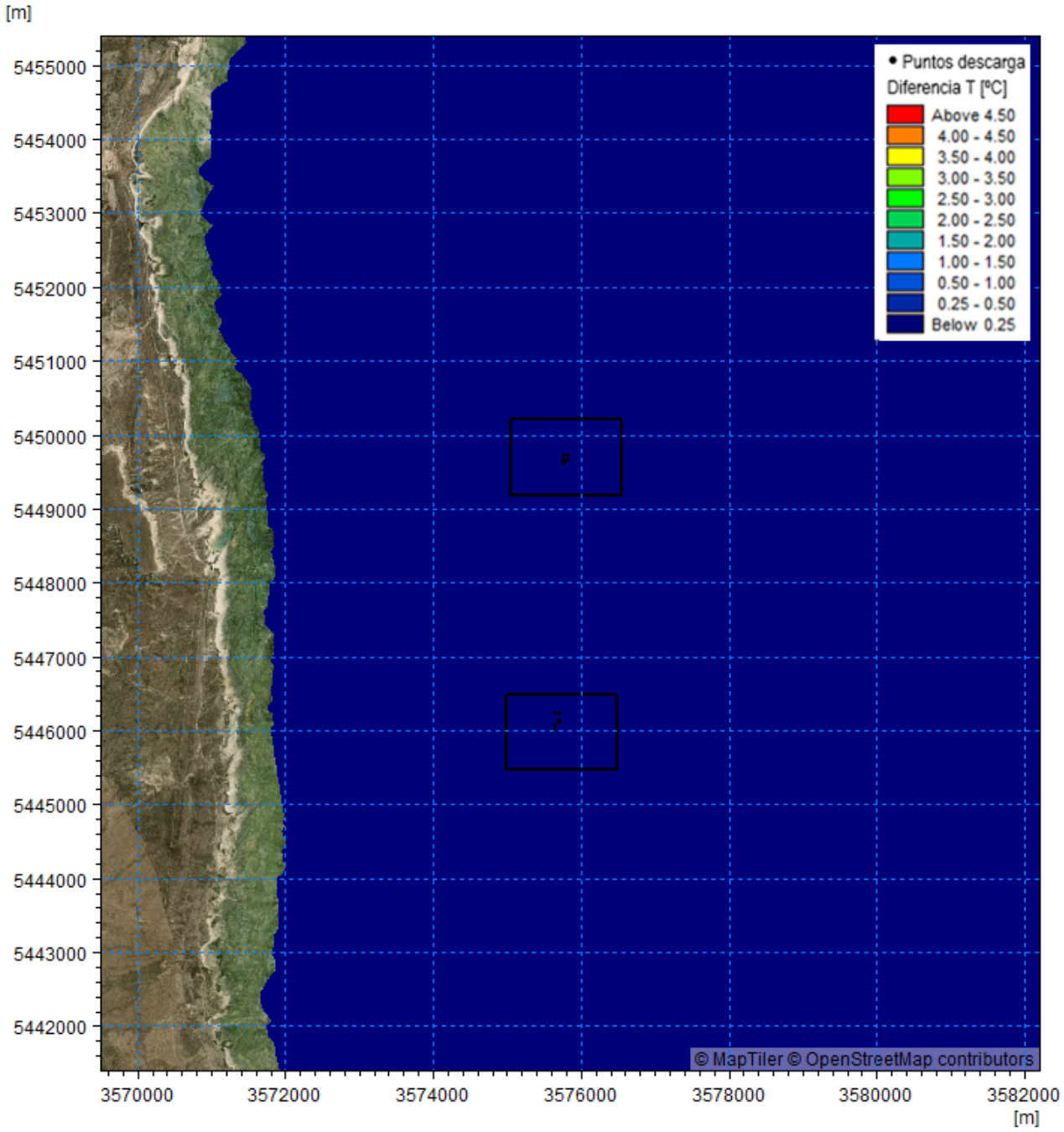


Figura 25. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Escenario Verano EV-C (Calma).

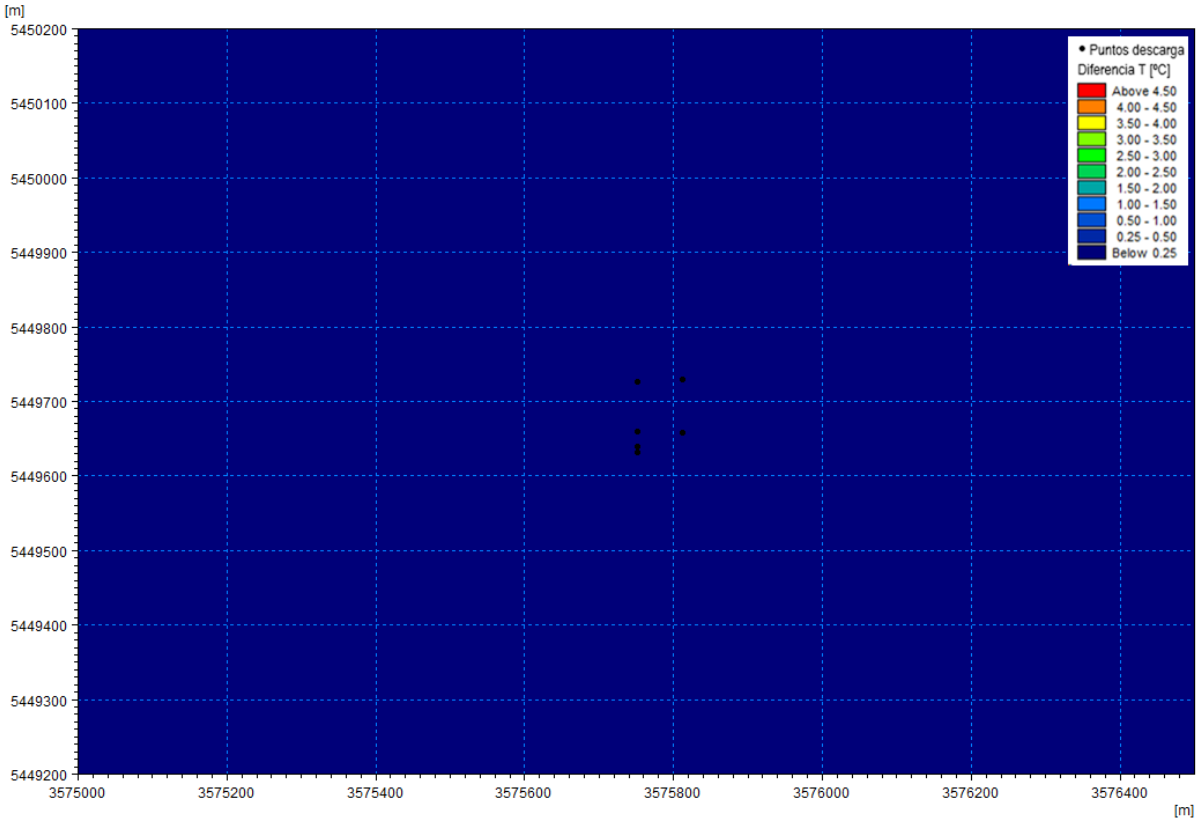


Figura 26. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

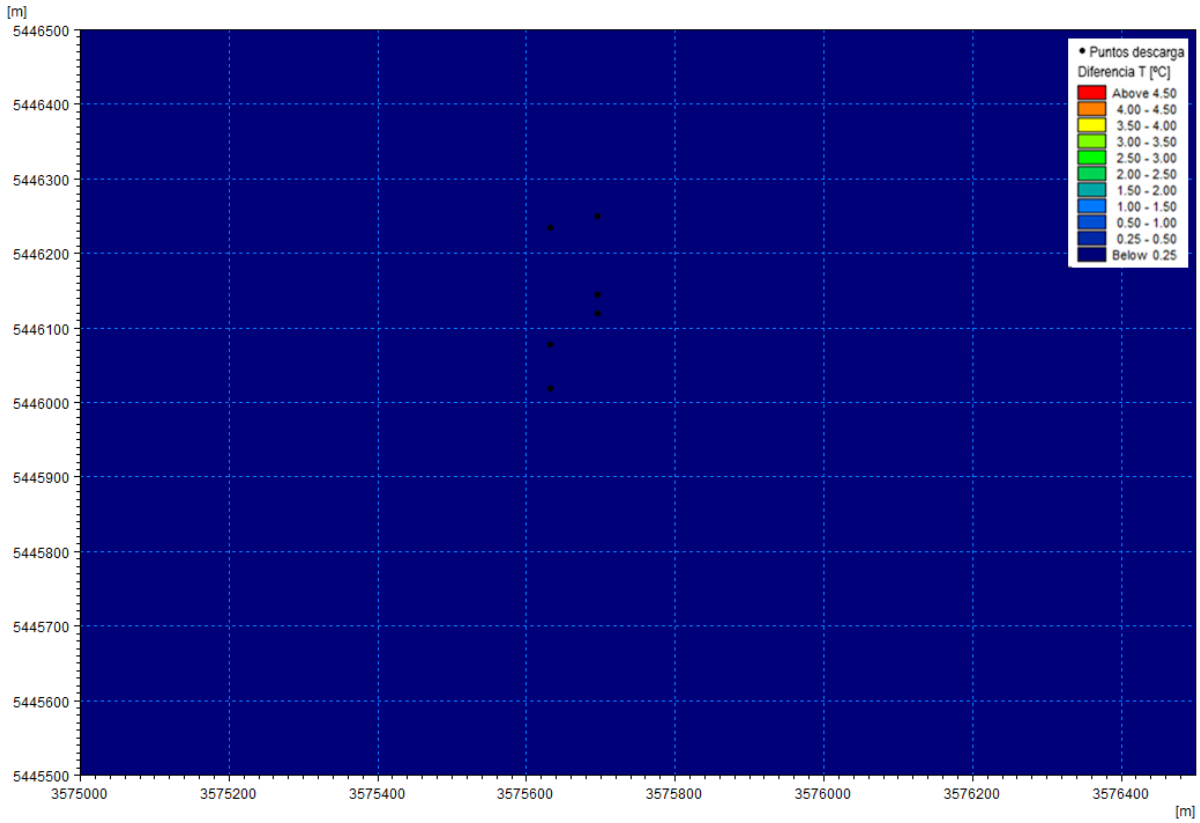


Figura 27. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

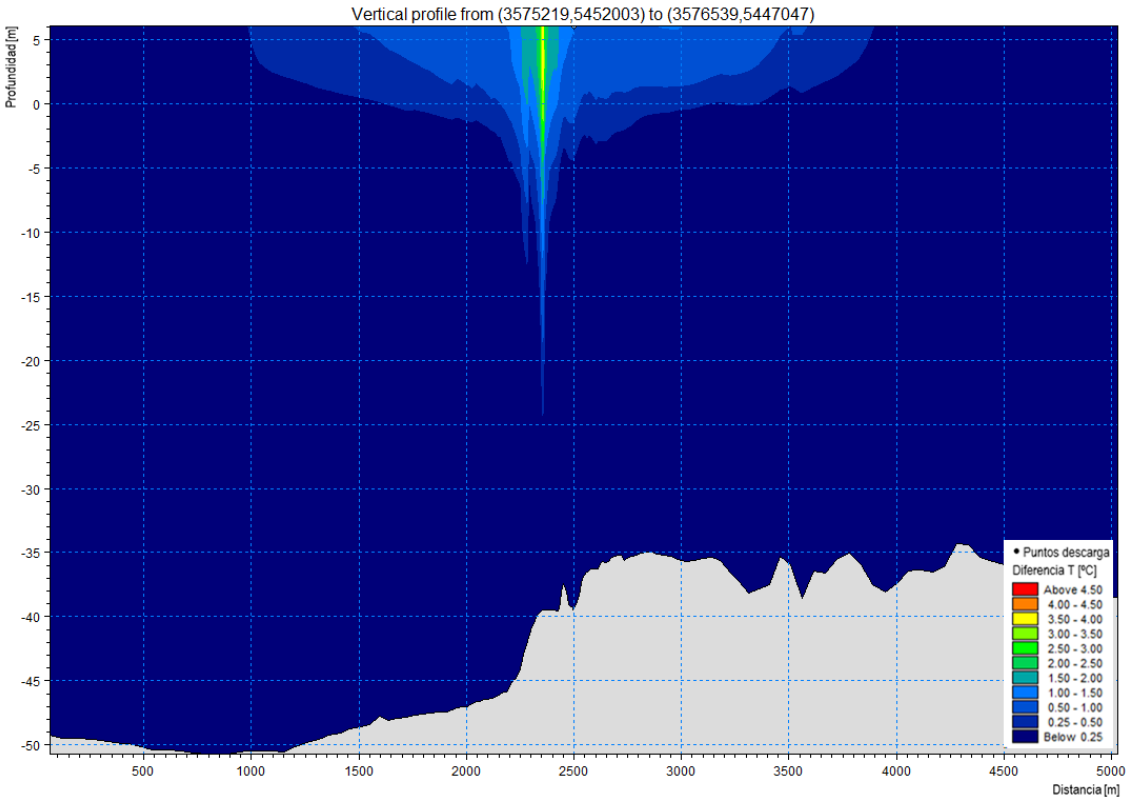


Figura 28. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

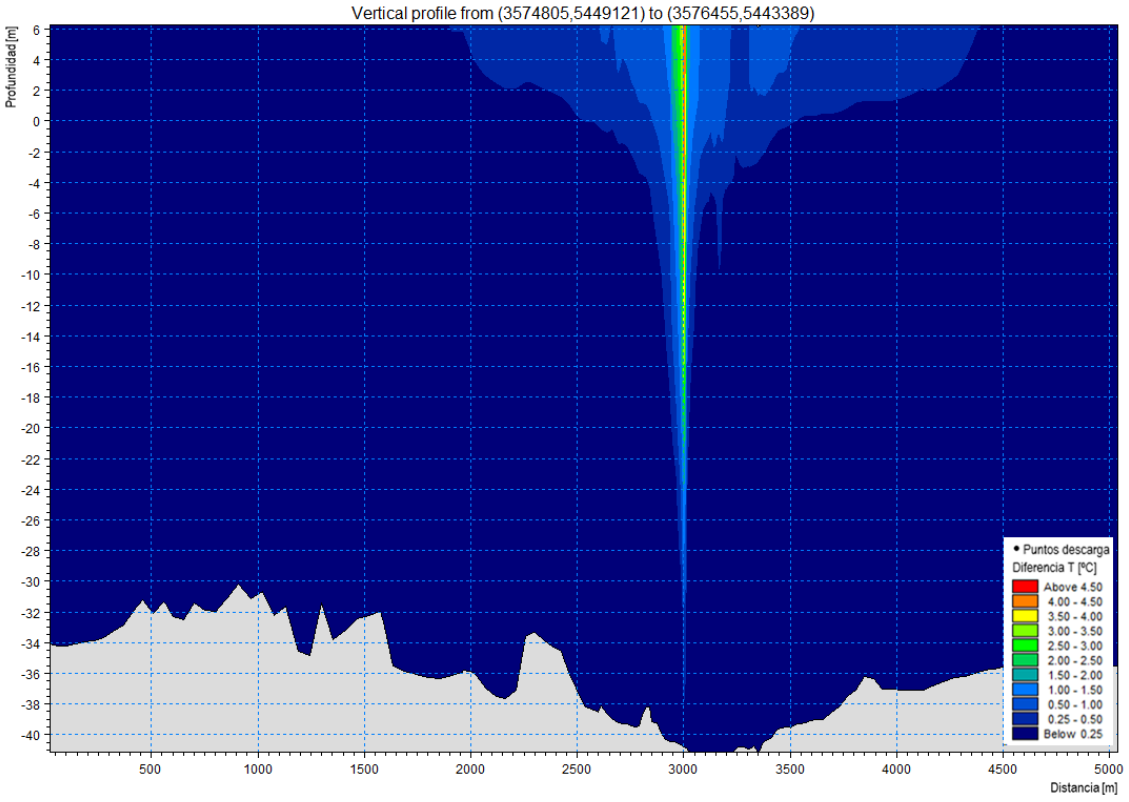


Figura 29. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

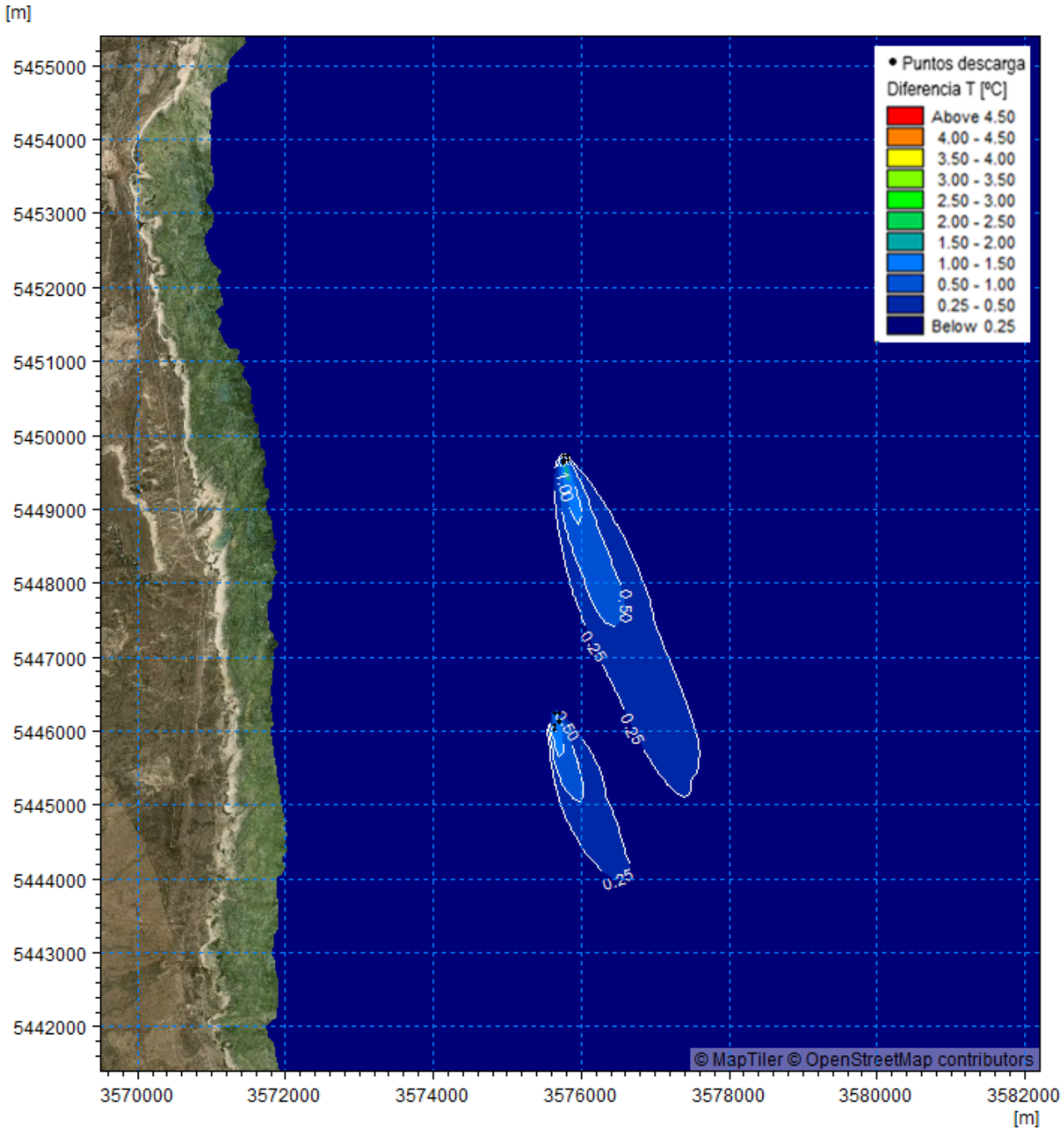


Figura 30. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Verano EV-N.

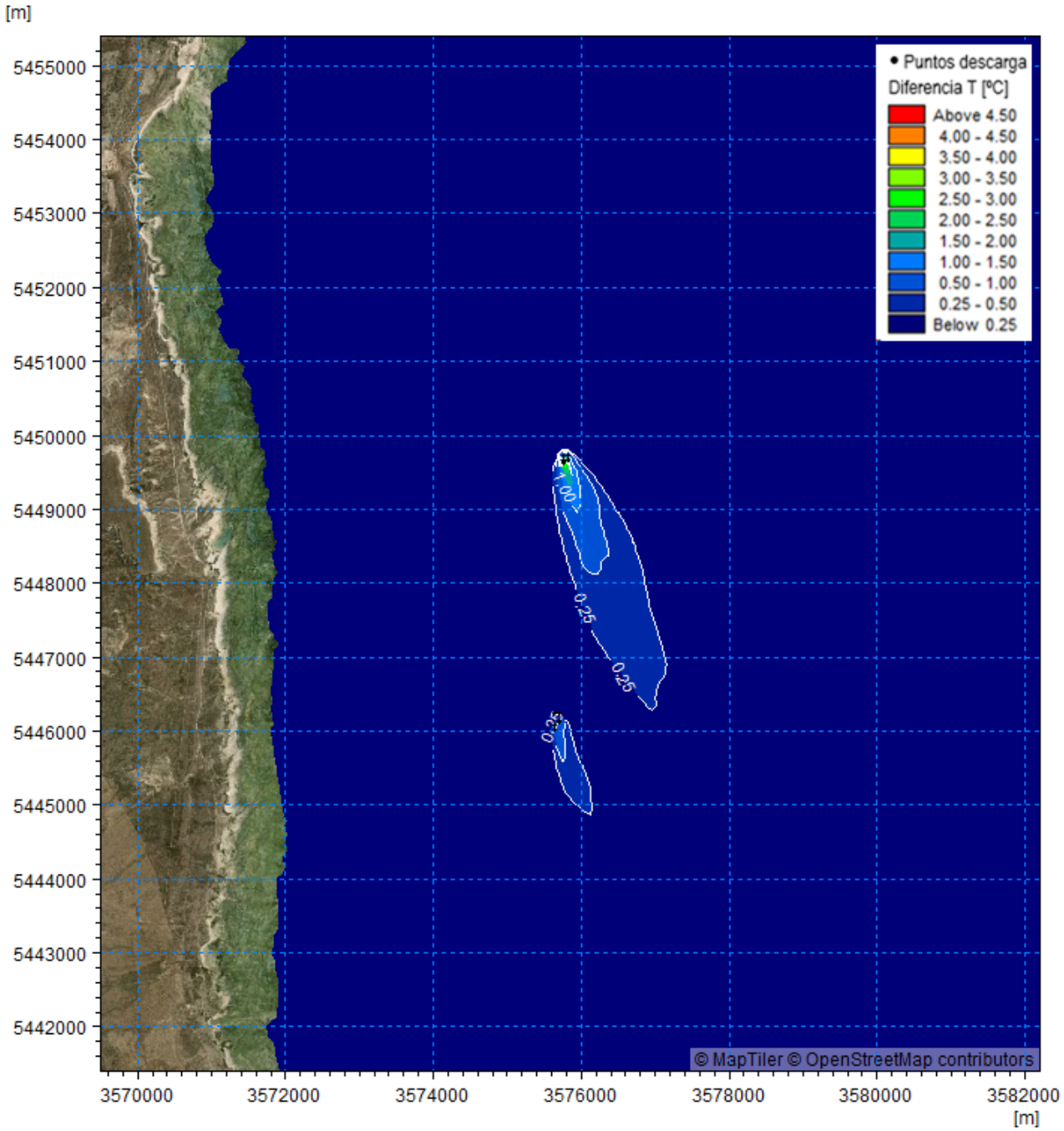


Figura 31. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-N.

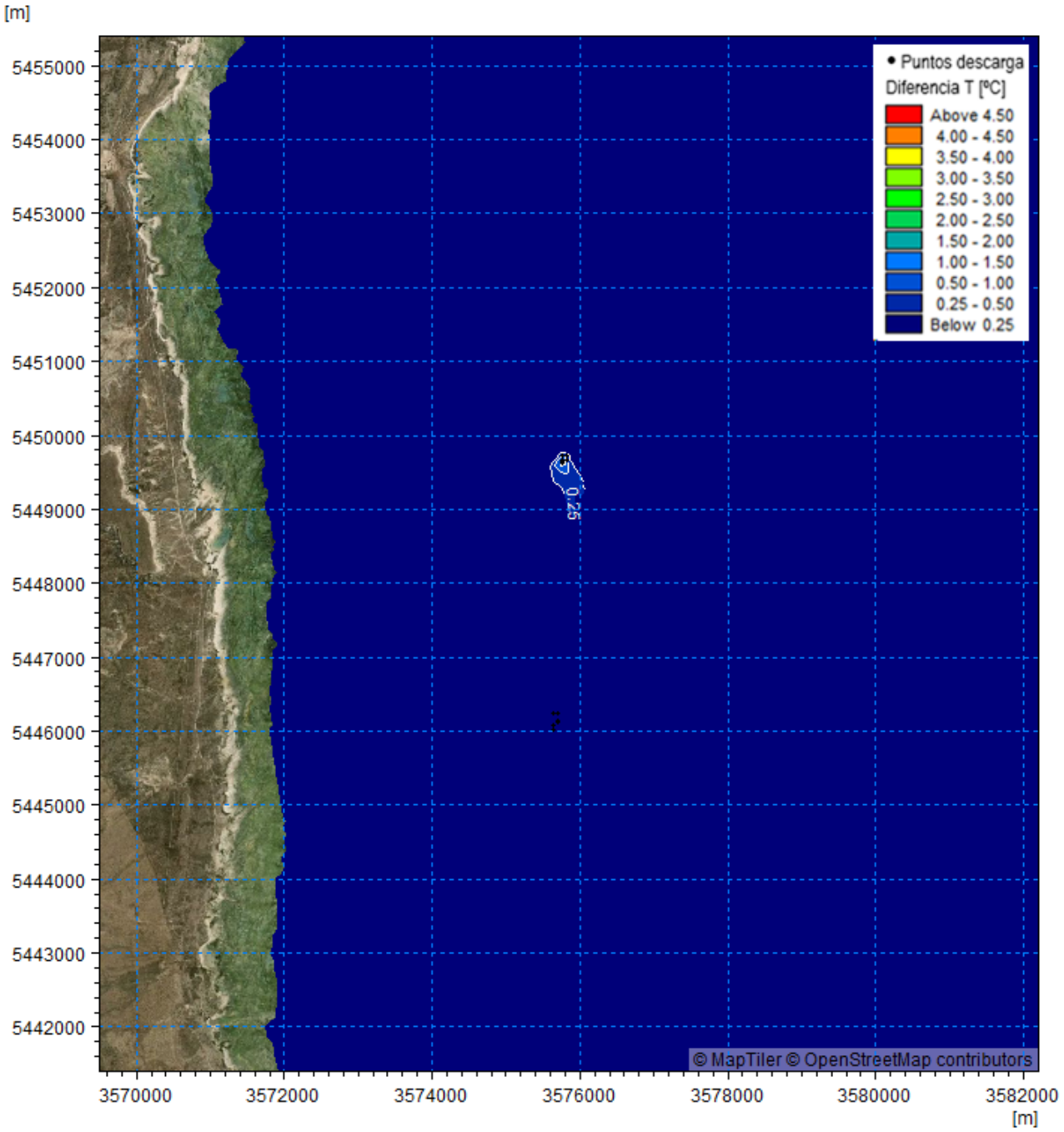


Figura 32. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Verano EV-N.

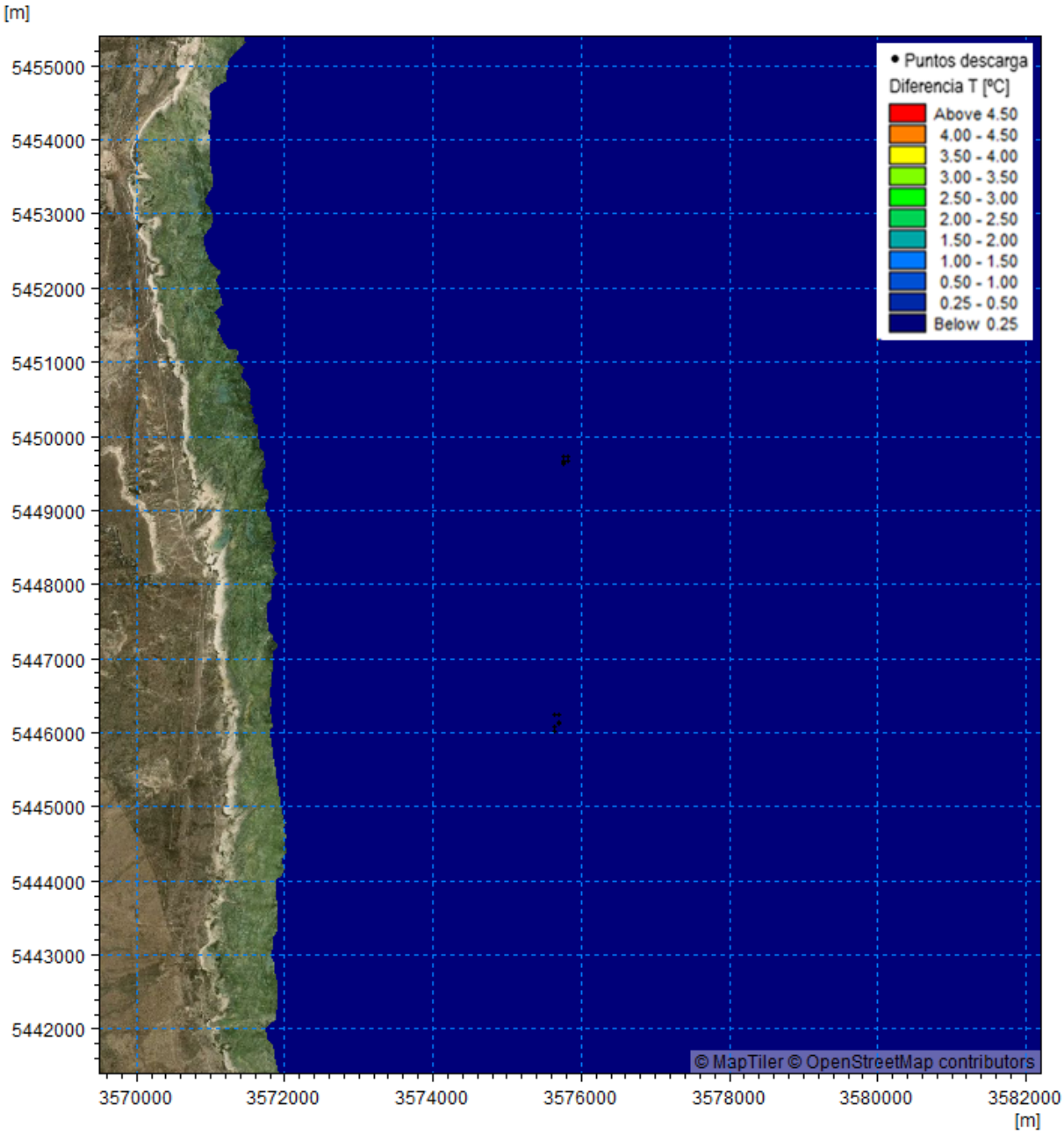


Figura 33. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Verano EV-N.

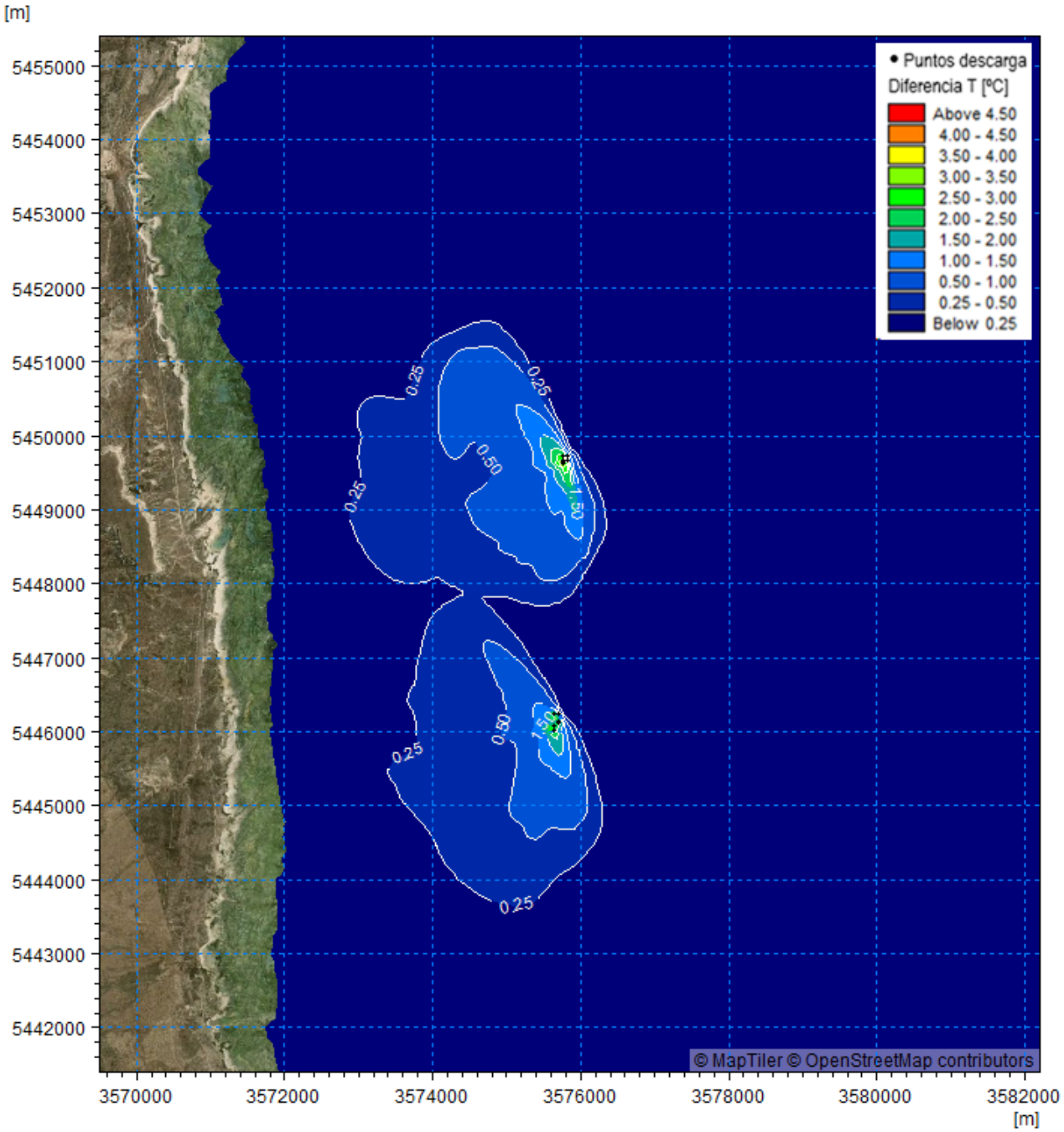


Figura 34. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Verano EV-E.

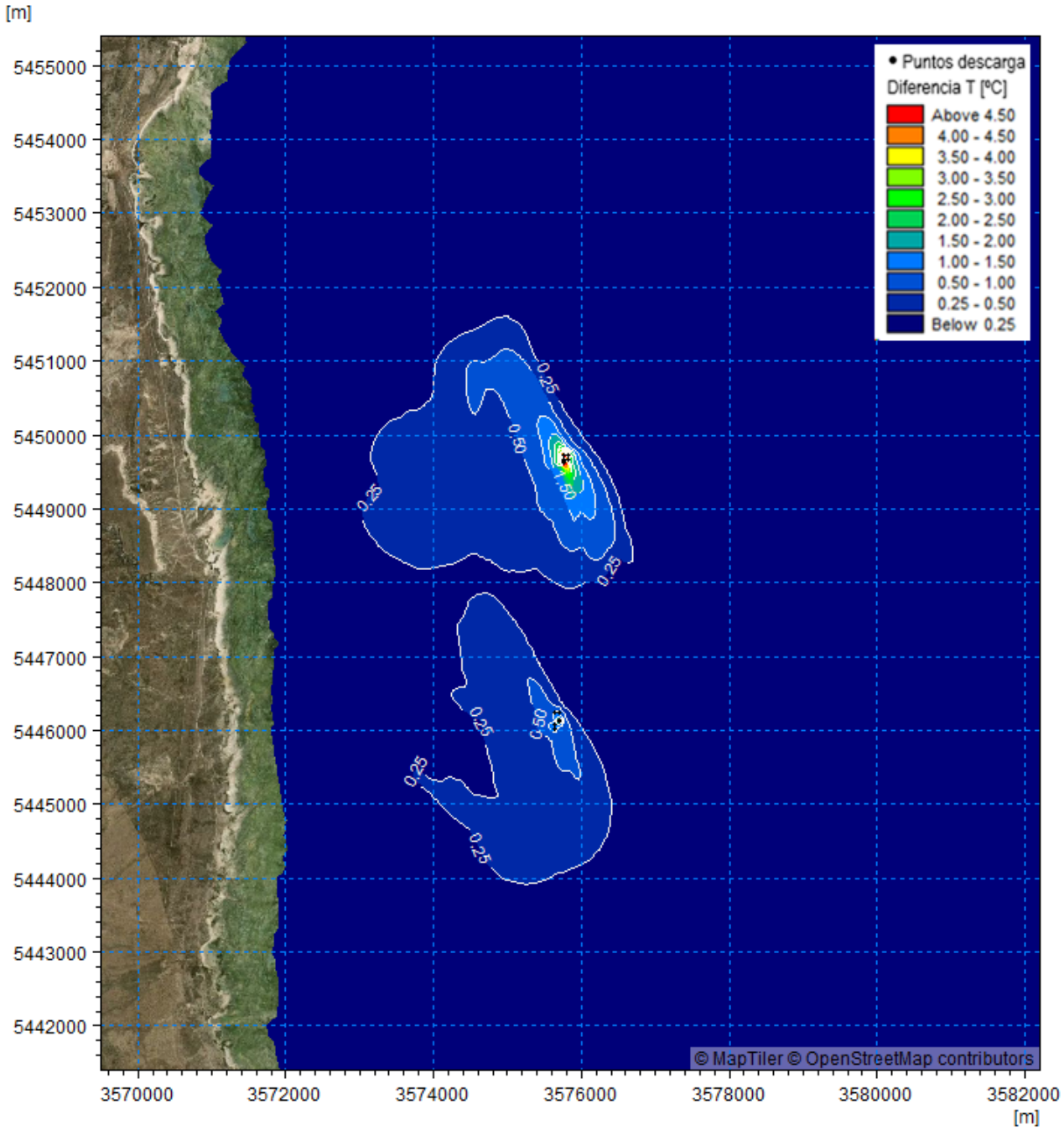


Figura 35. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-E.

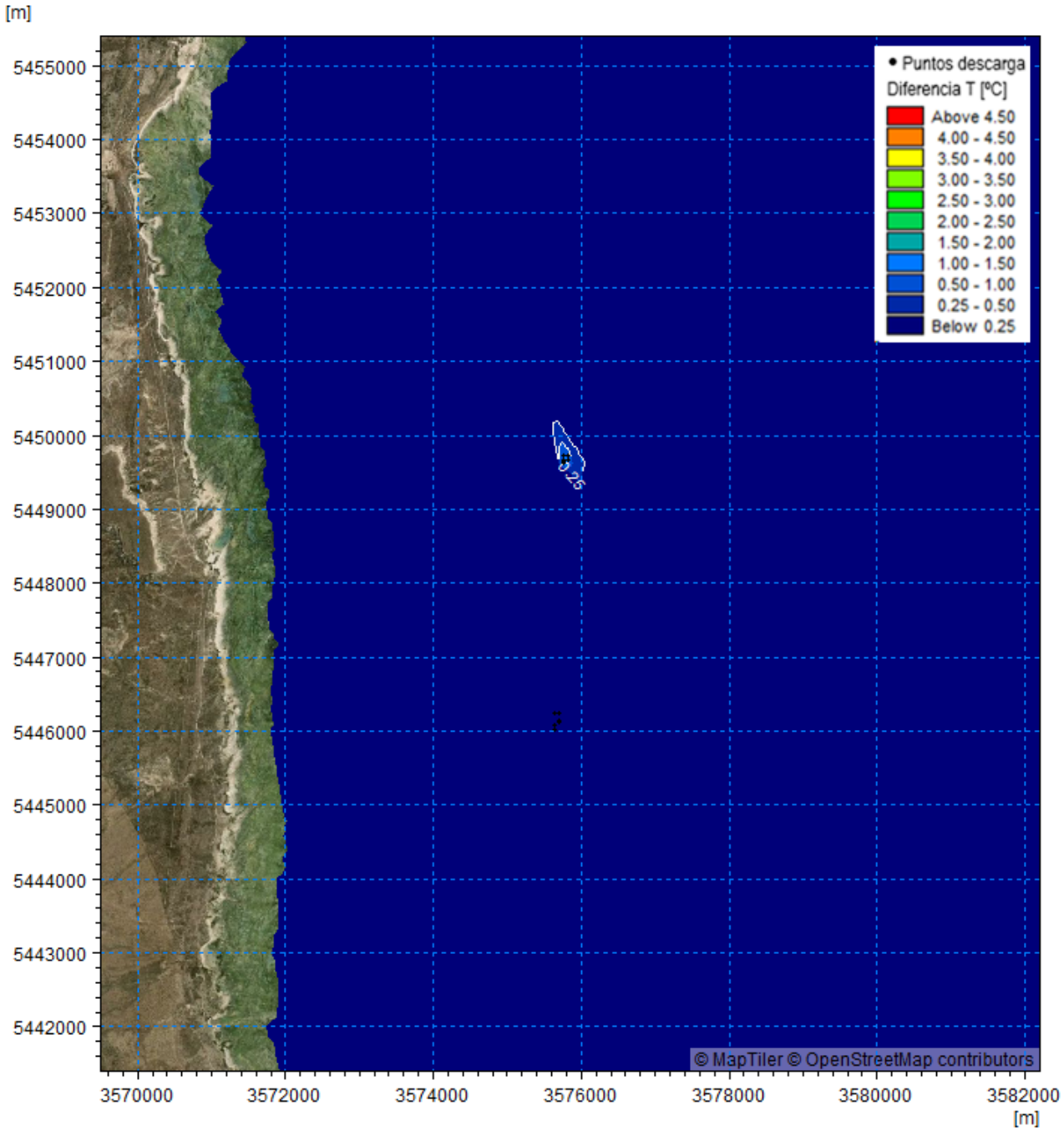


Figura 36. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Verano EV-E.

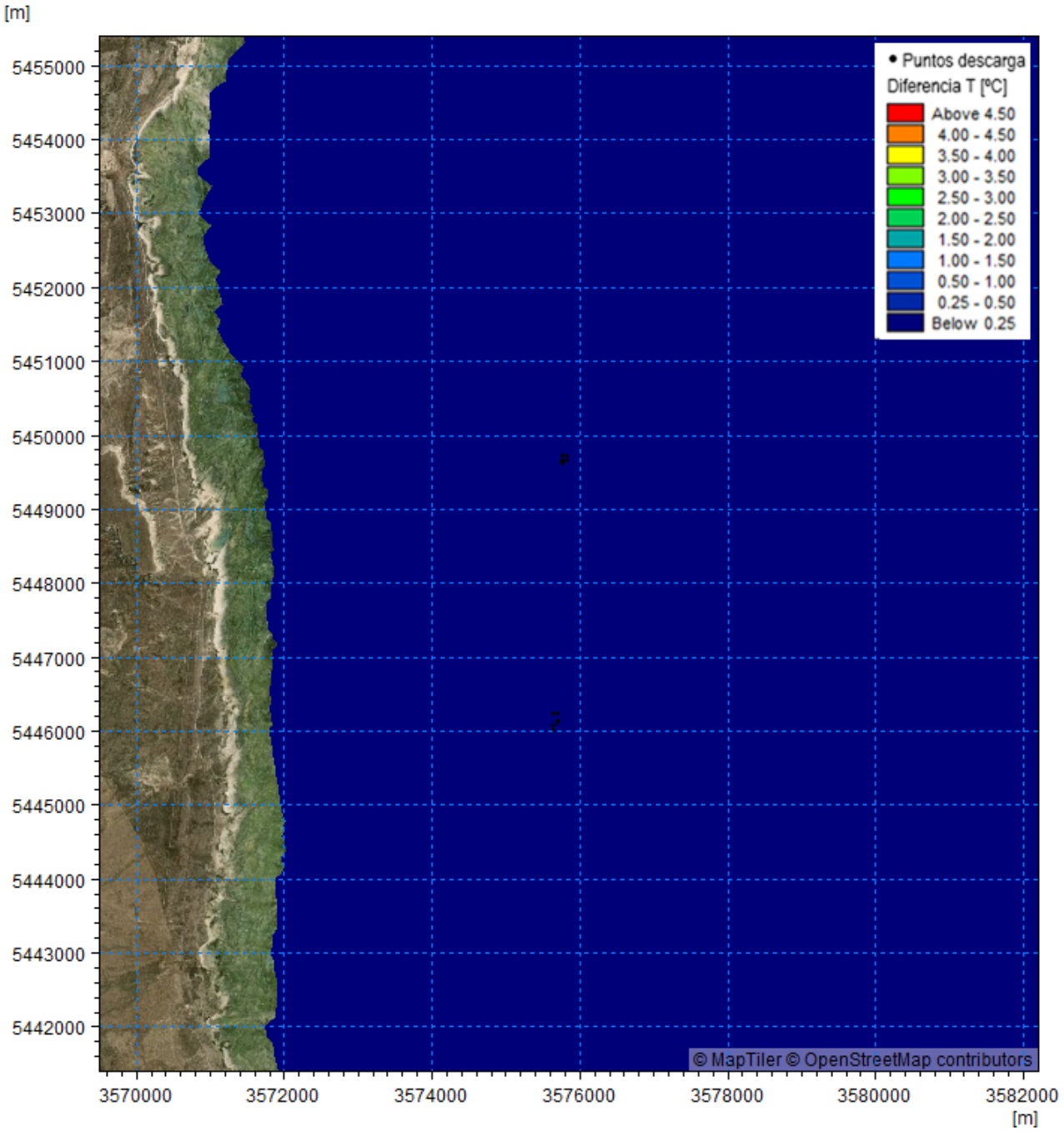


Figura 37. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Verano EV-E.

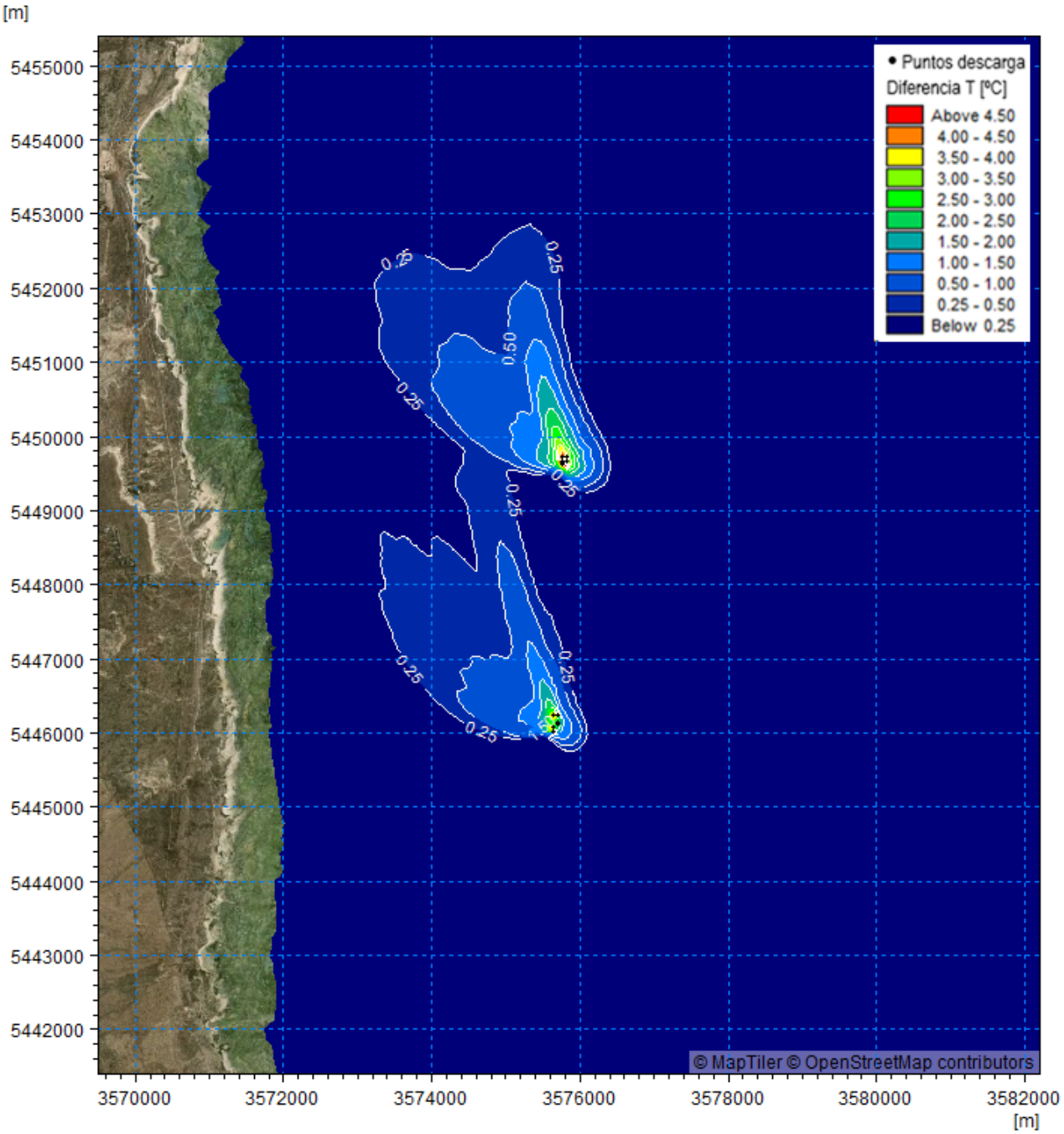


Figura 38. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Verano EV-SE.

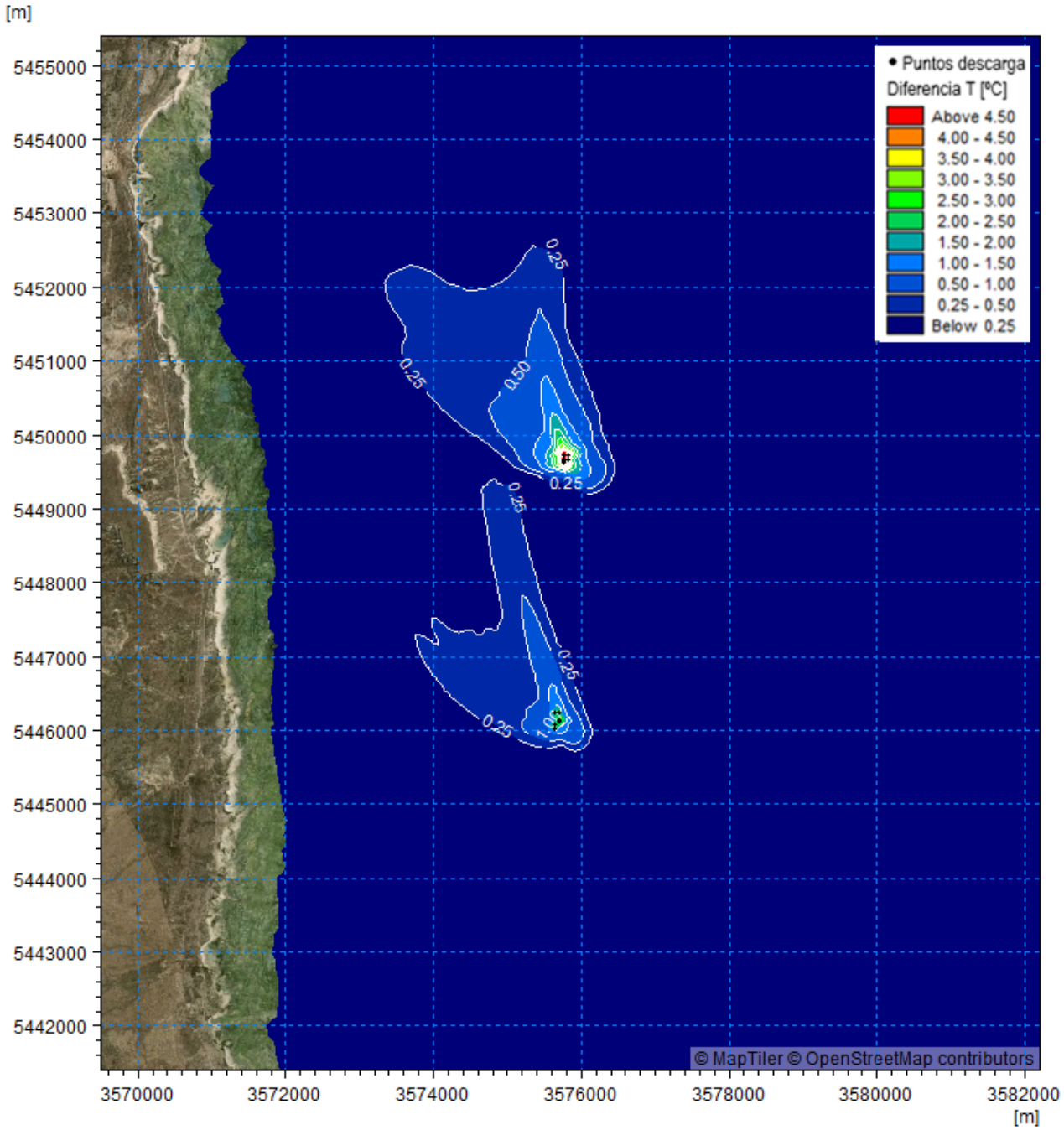


Figura 39. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-SE.

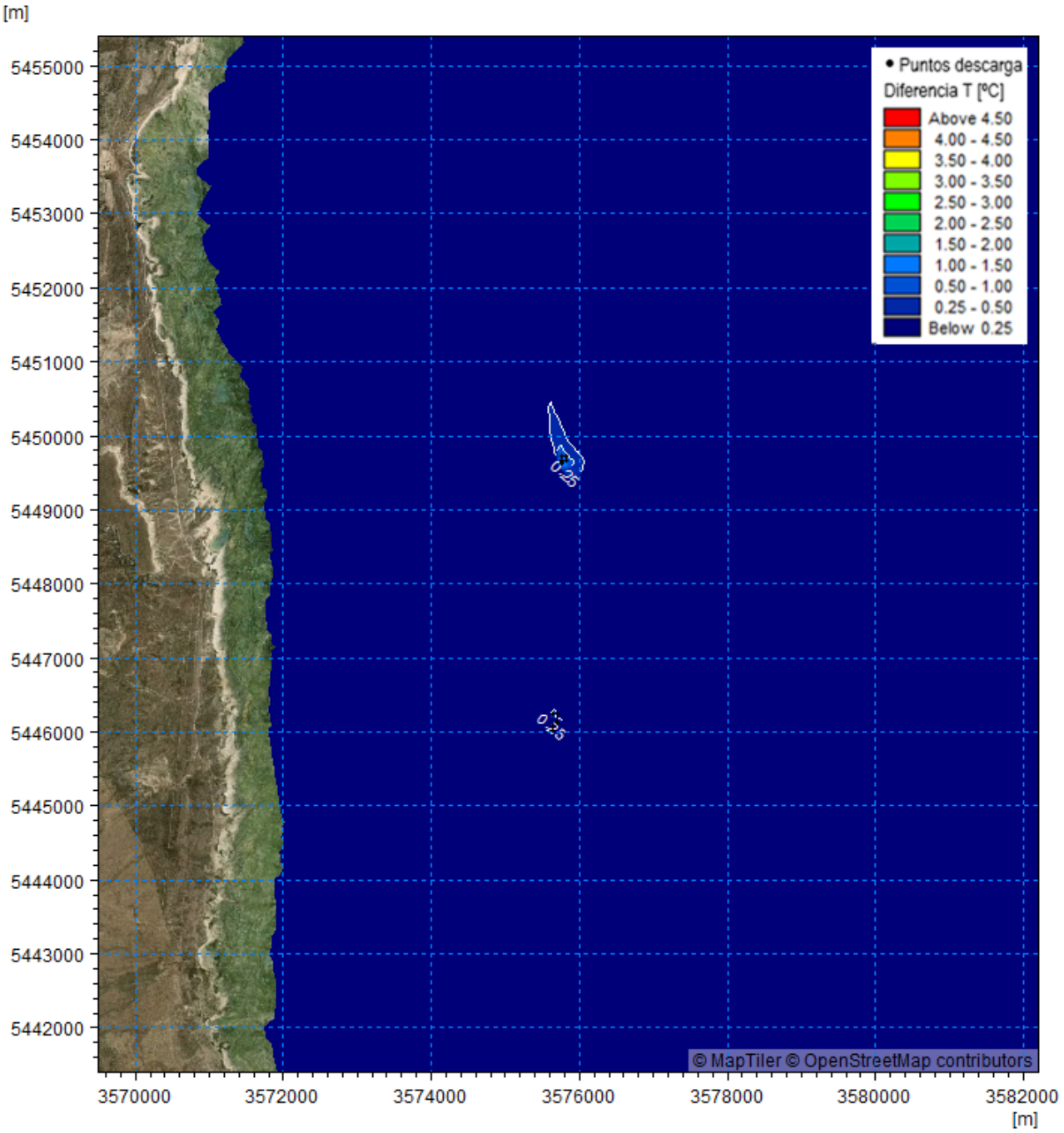


Figura 40. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Verano EV-SE.

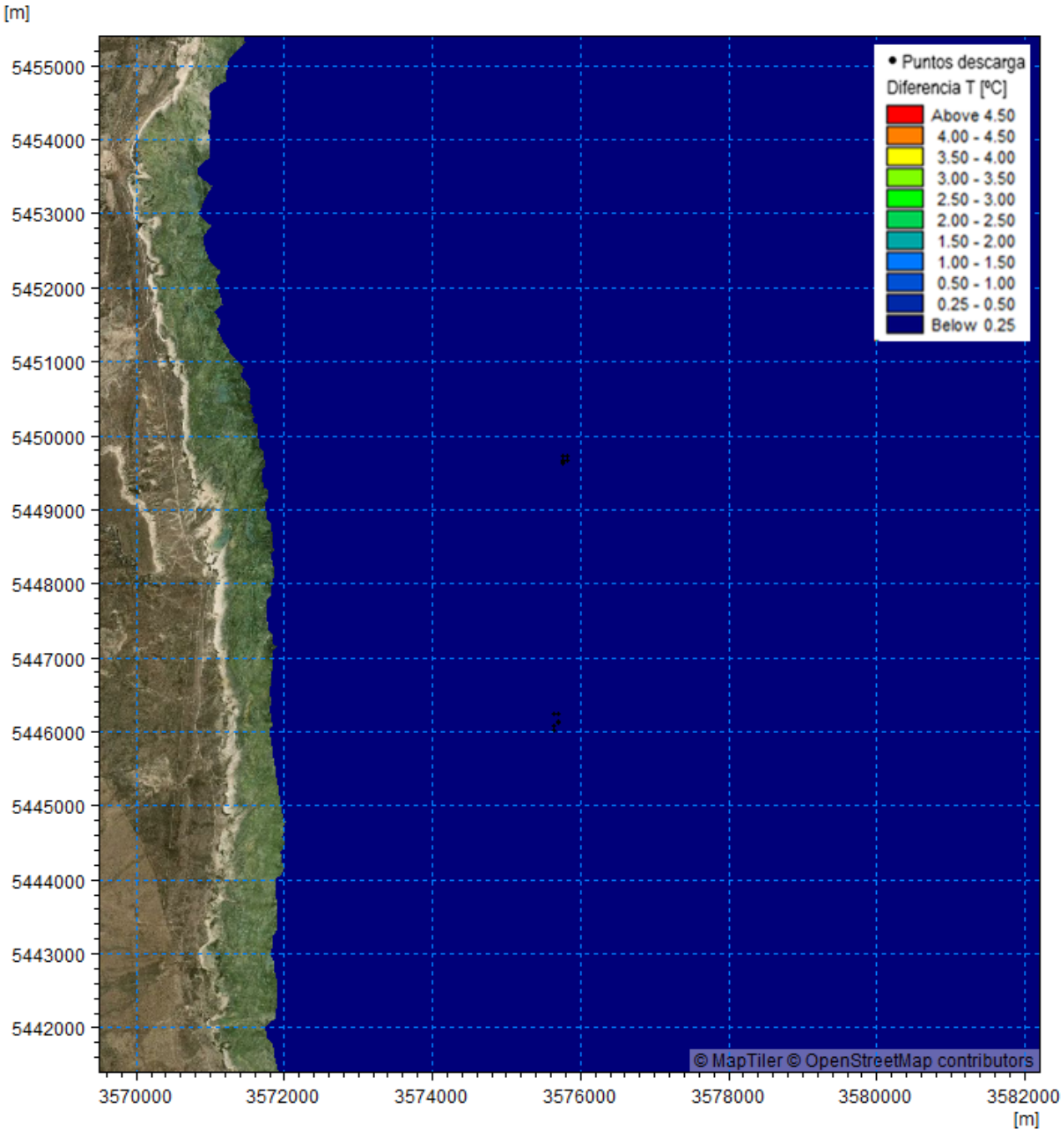


Figura 41. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Verano EV-SE.

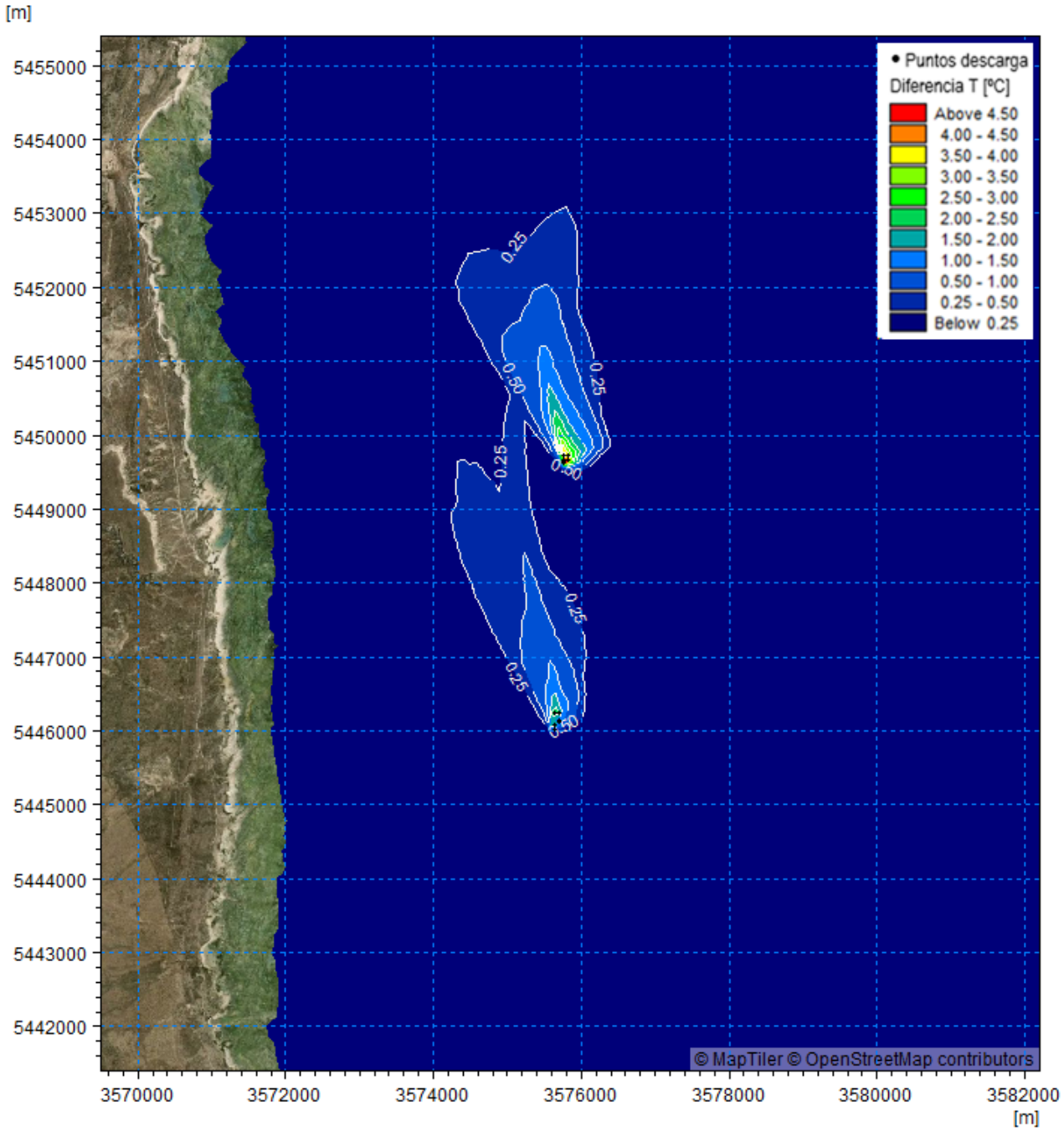


Figura 42. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Verano EV-S.

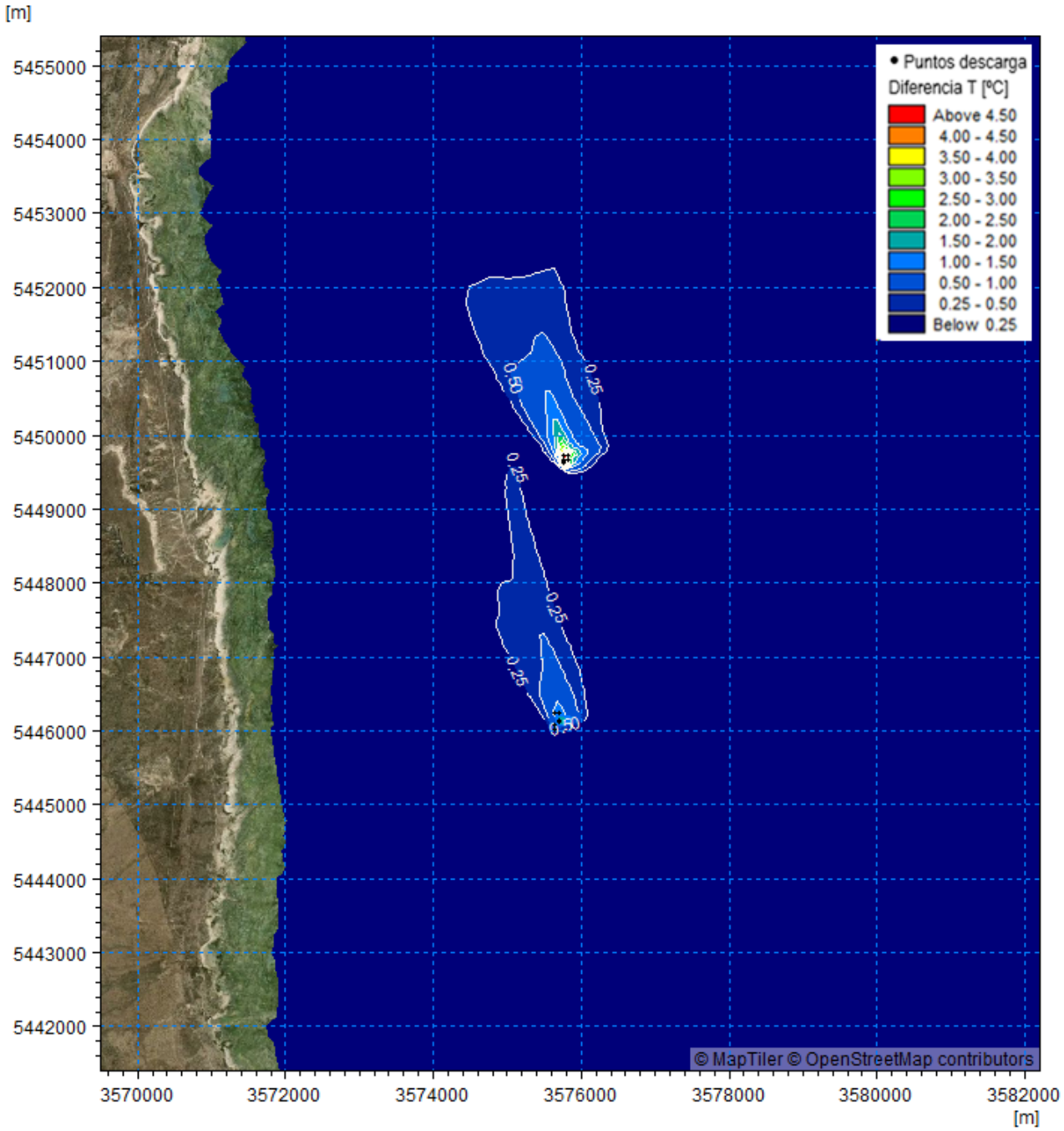


Figura 43. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-S.

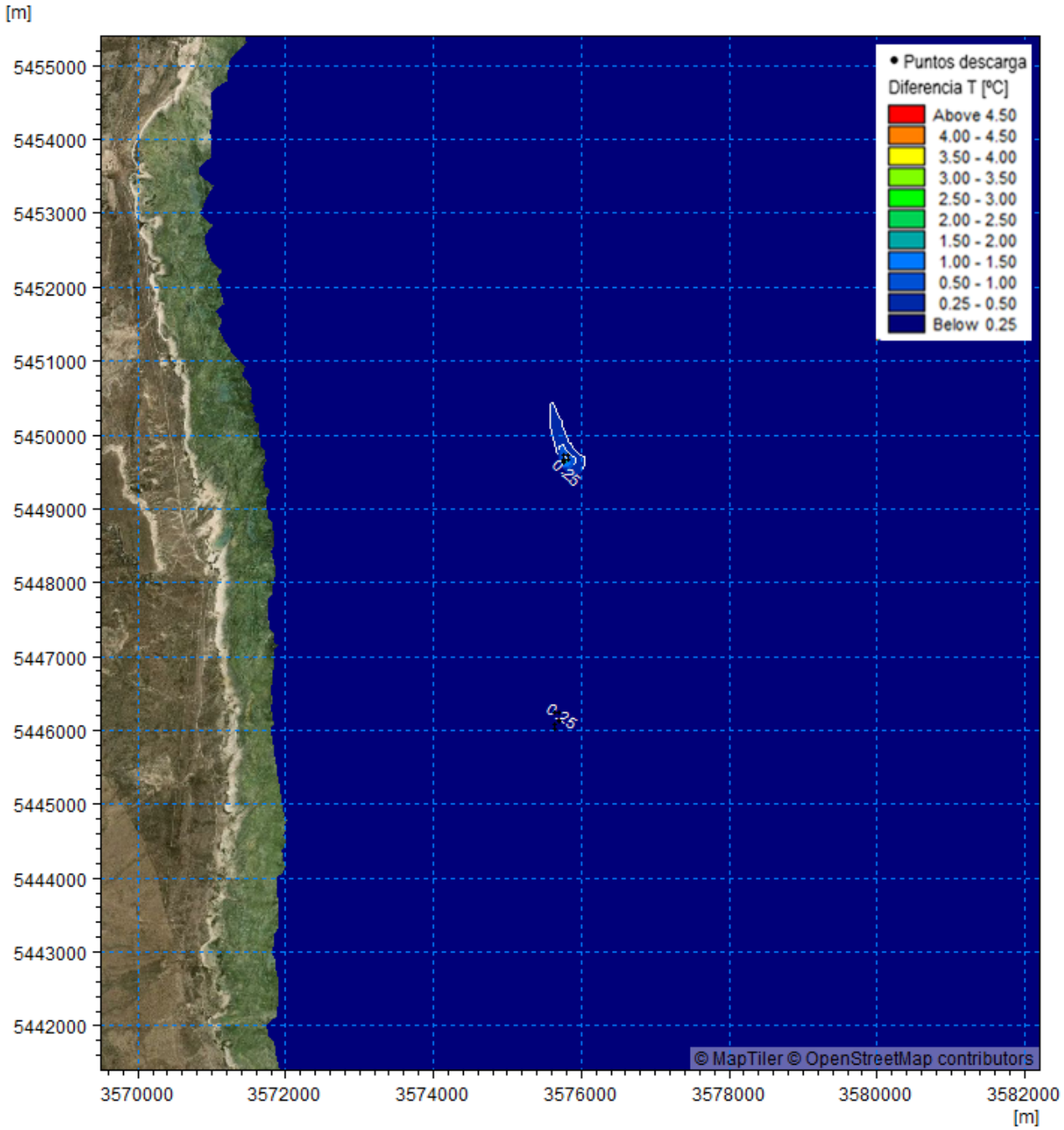


Figura 44. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Verano EV-S.

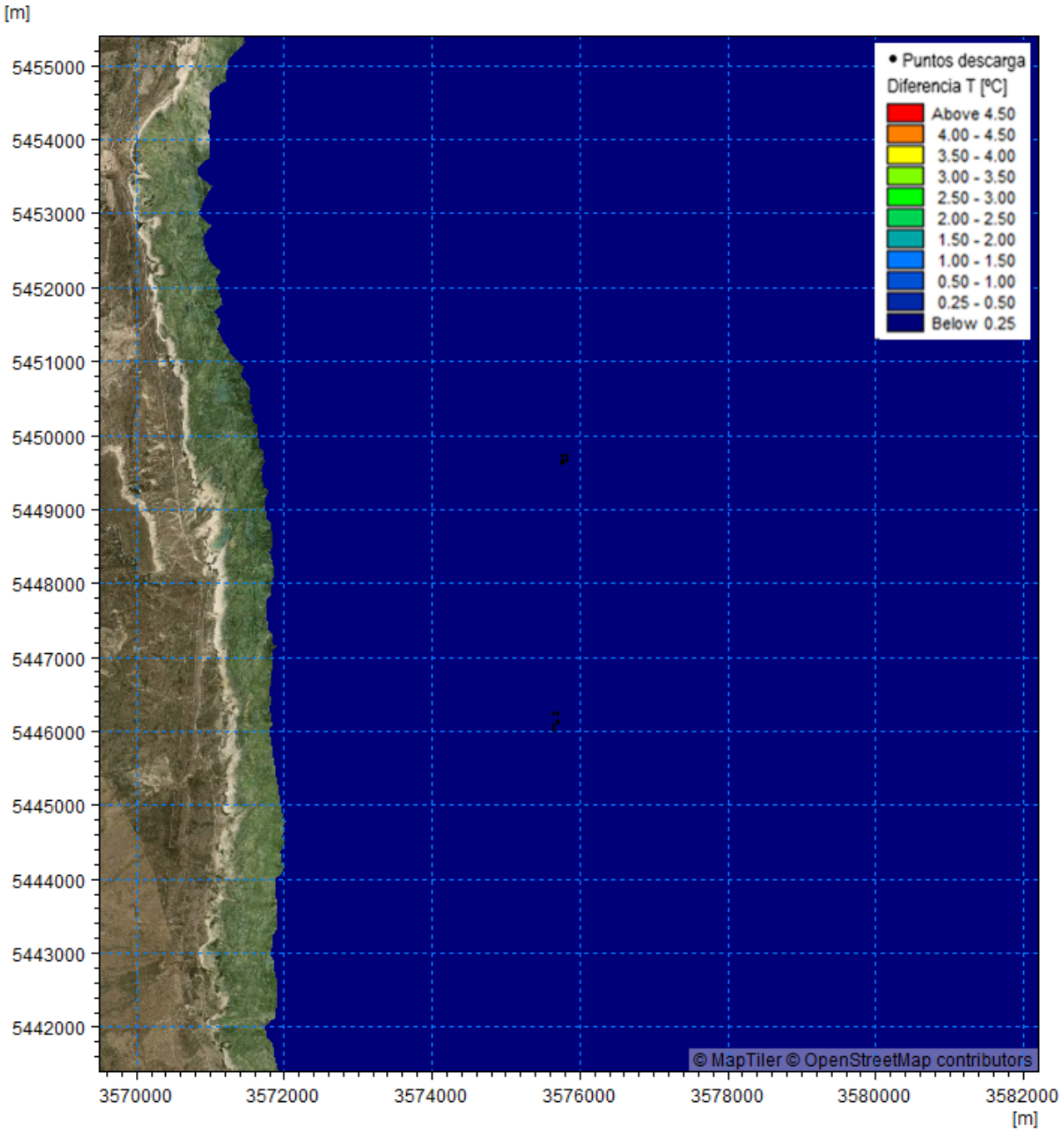


Figura 45. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Verano EV-S.

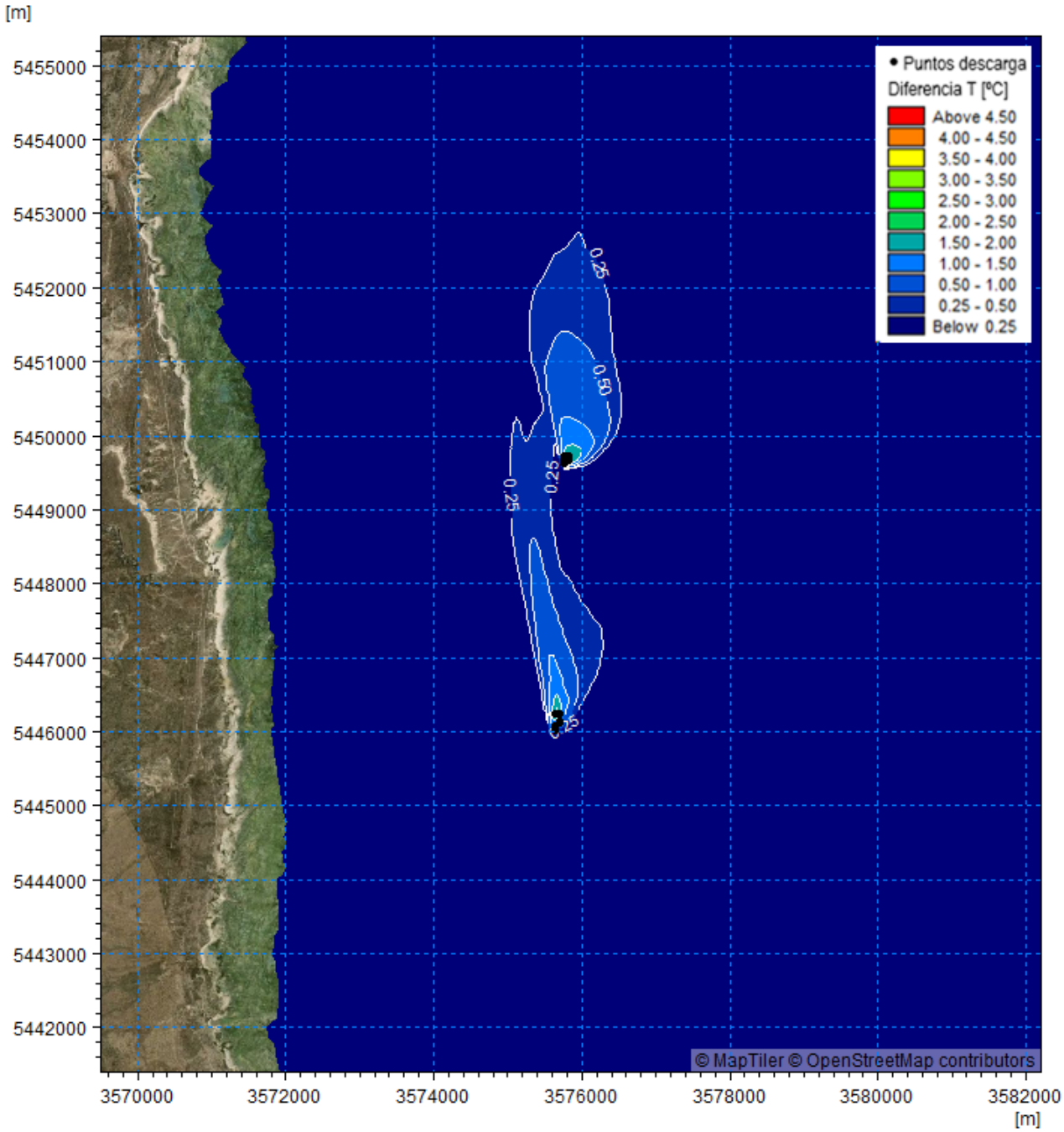


Figura 46. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Verano EV-SO.

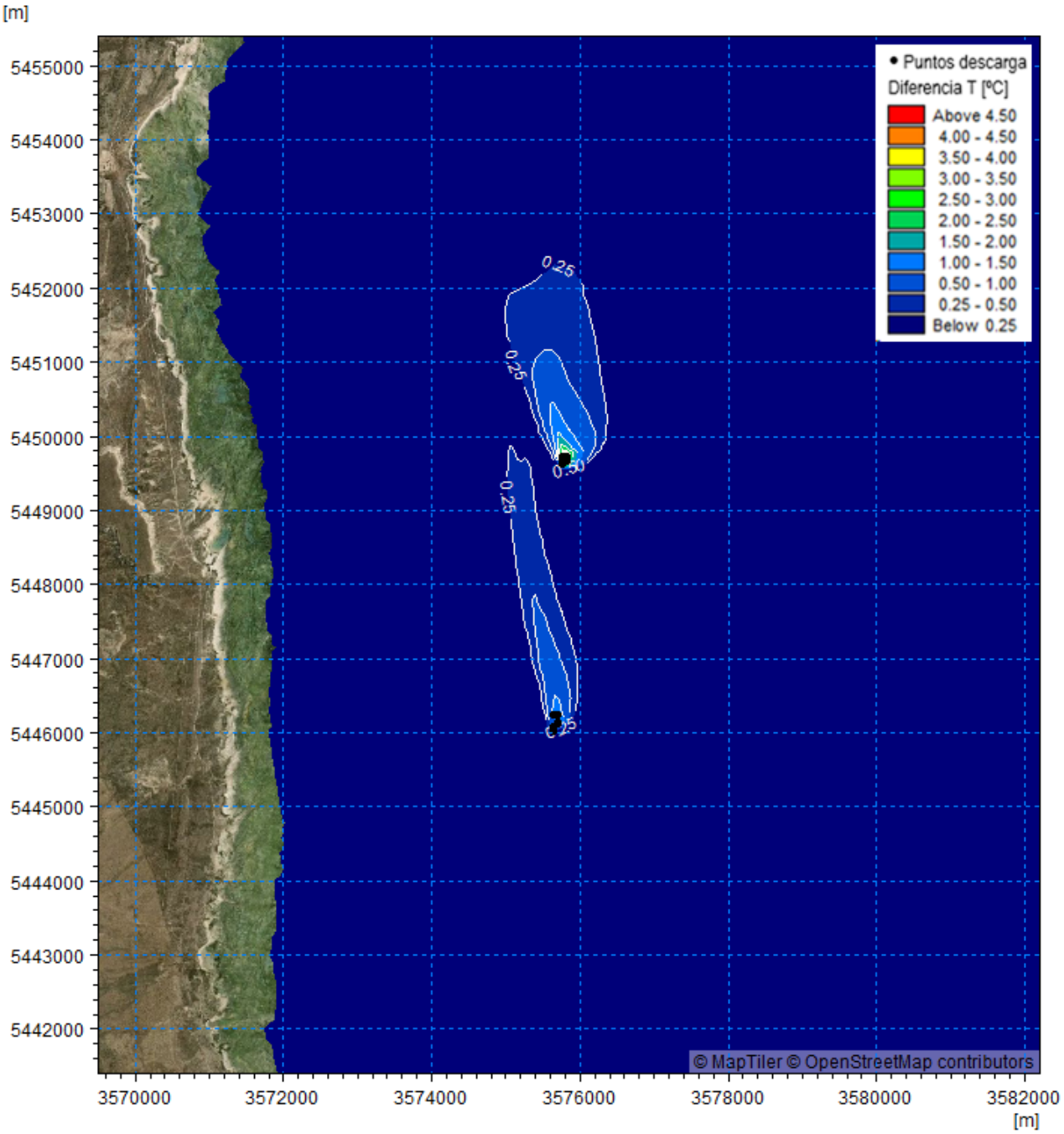


Figura 47. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-SO.

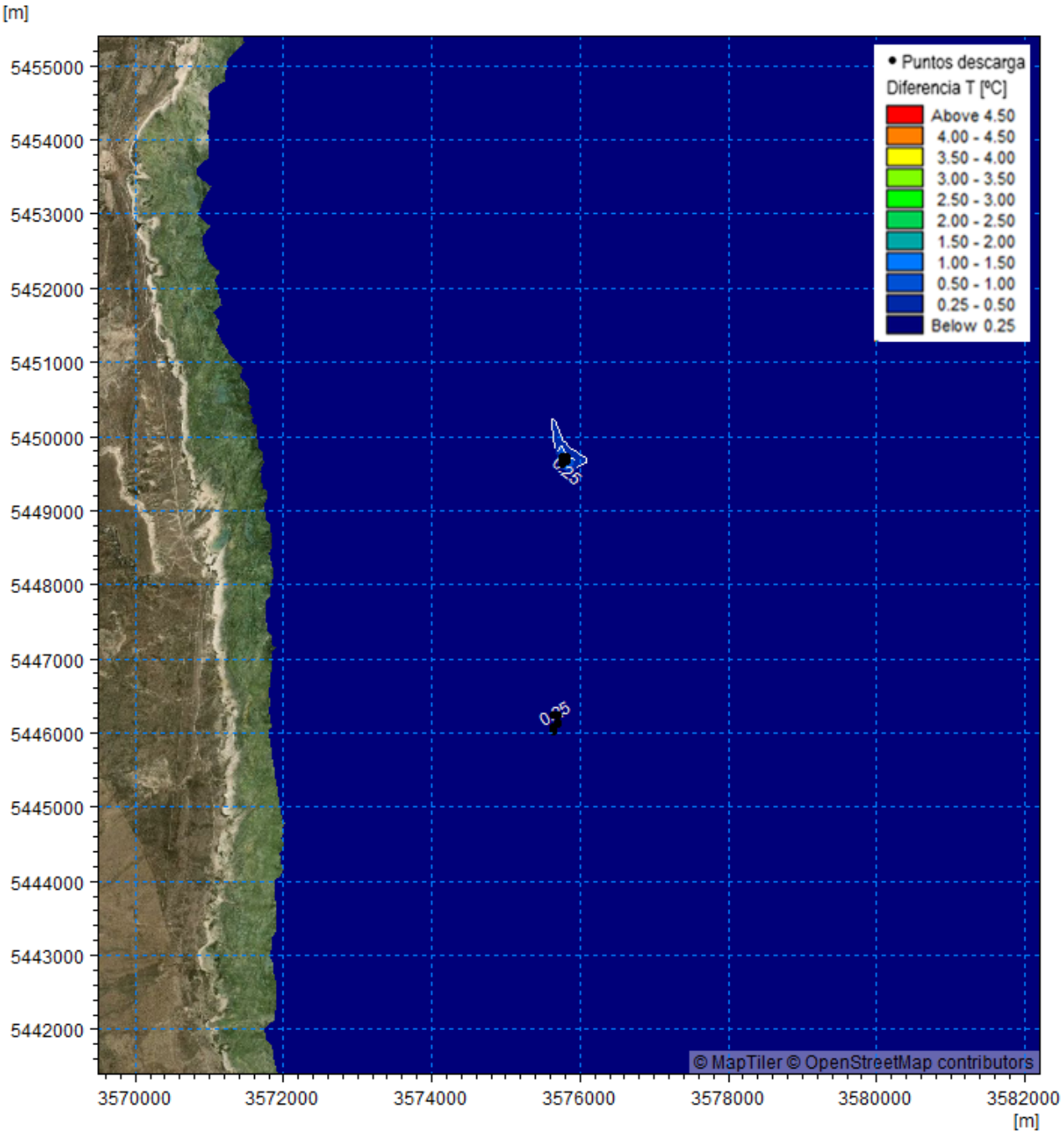


Figura 48. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Verano EV-SO.

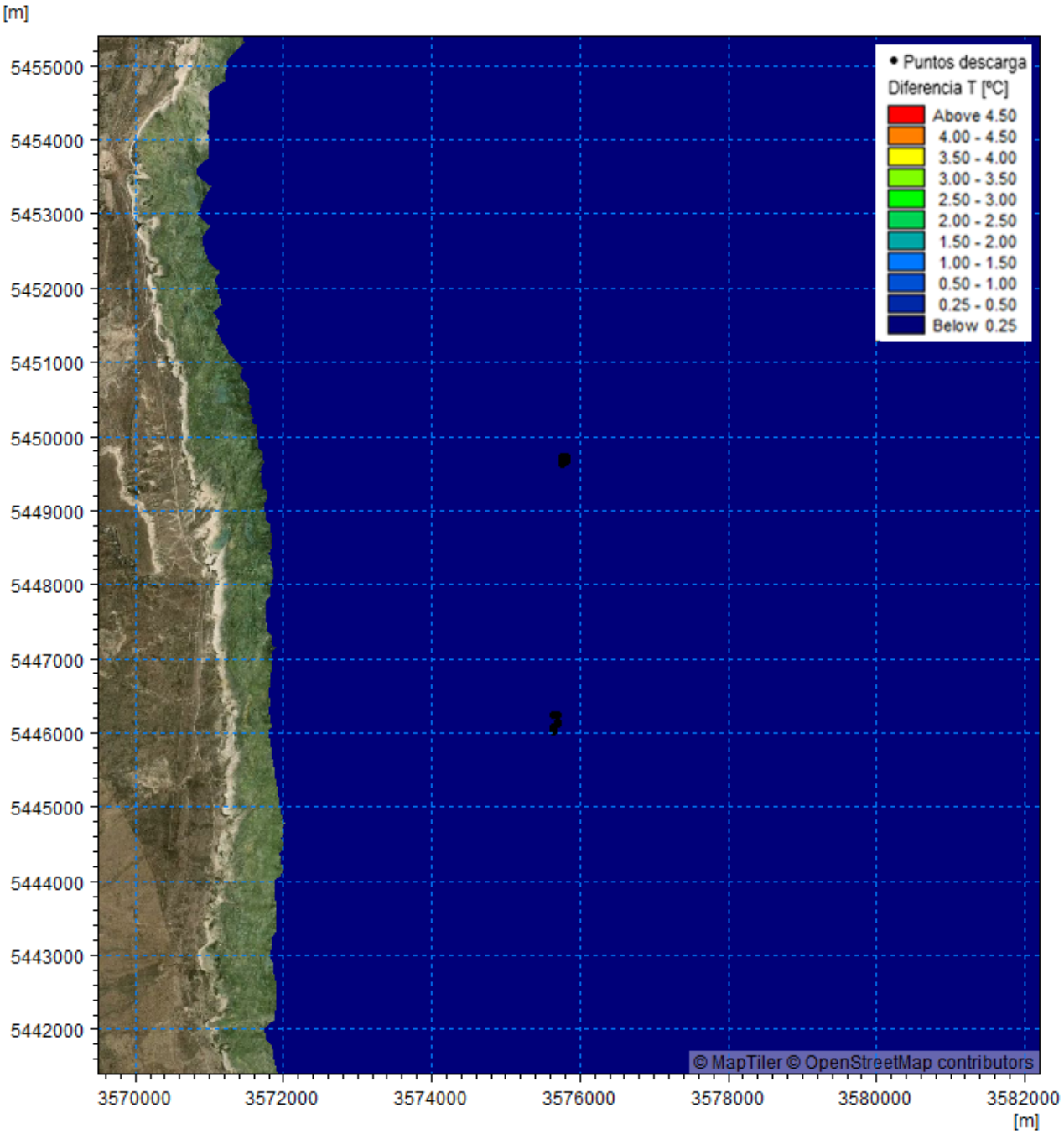


Figura 49. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Verano EV-SO.

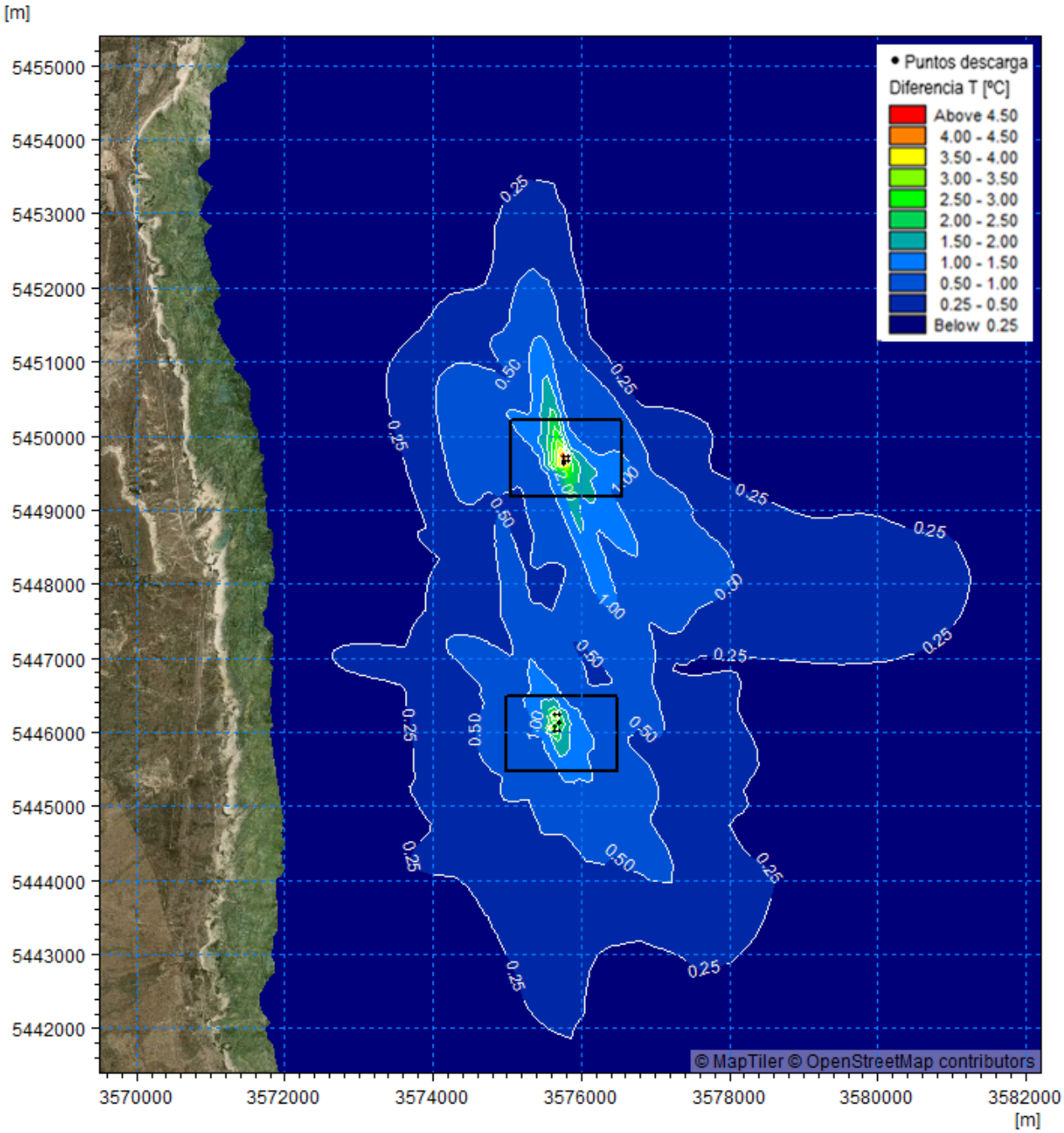


Figura 50. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Escenario Verano EV-Var.

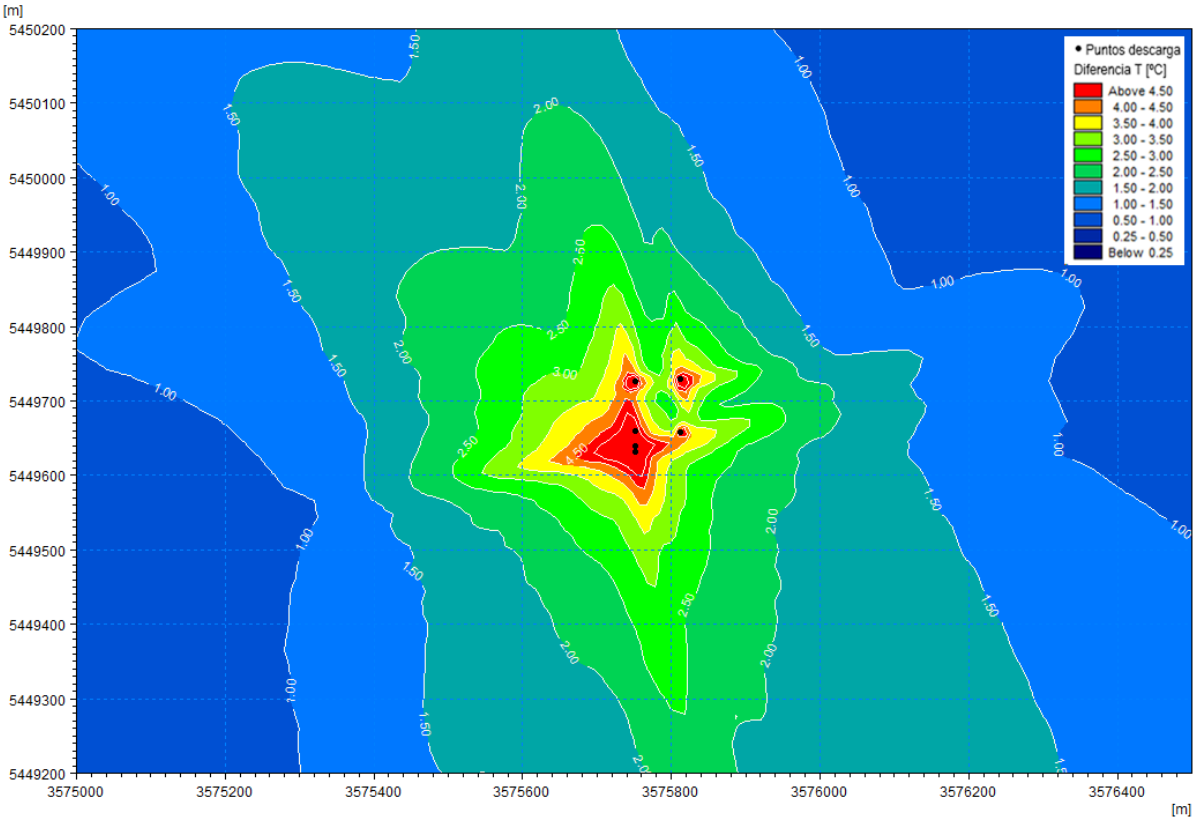


Figura 51. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

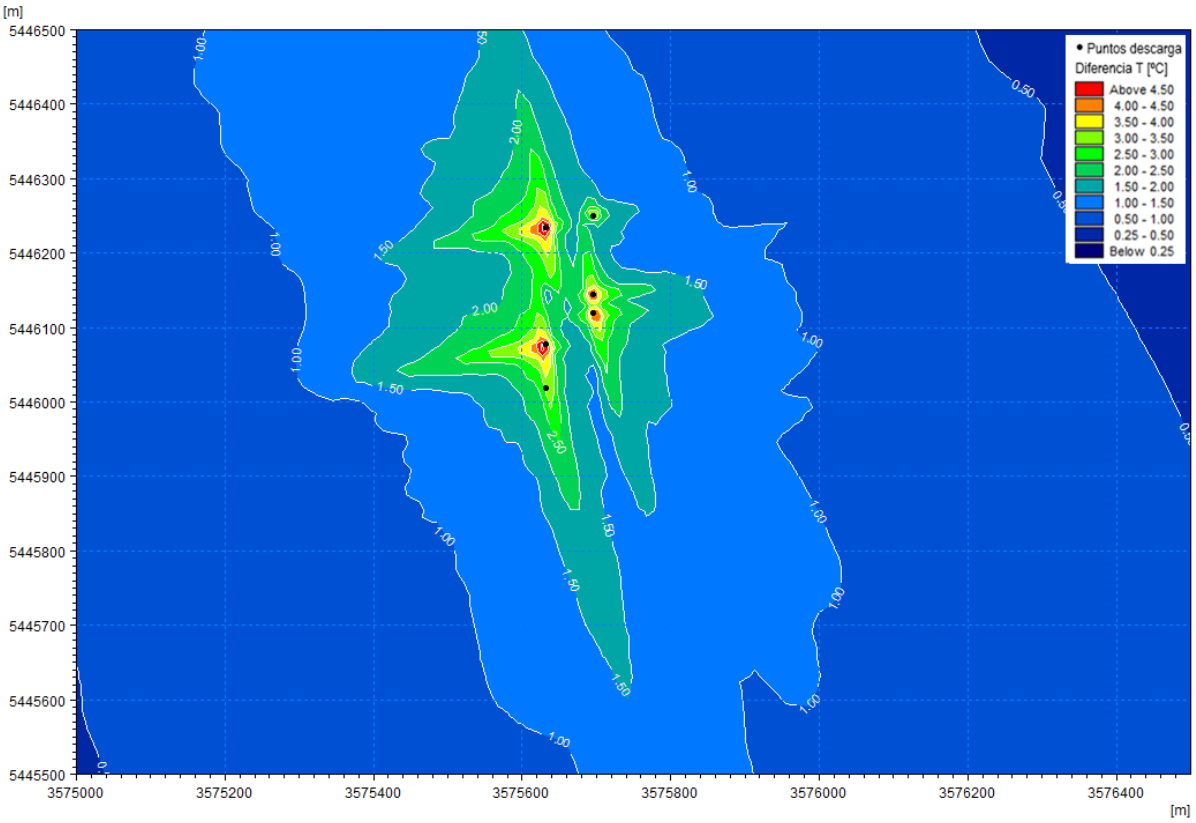


Figura 52. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

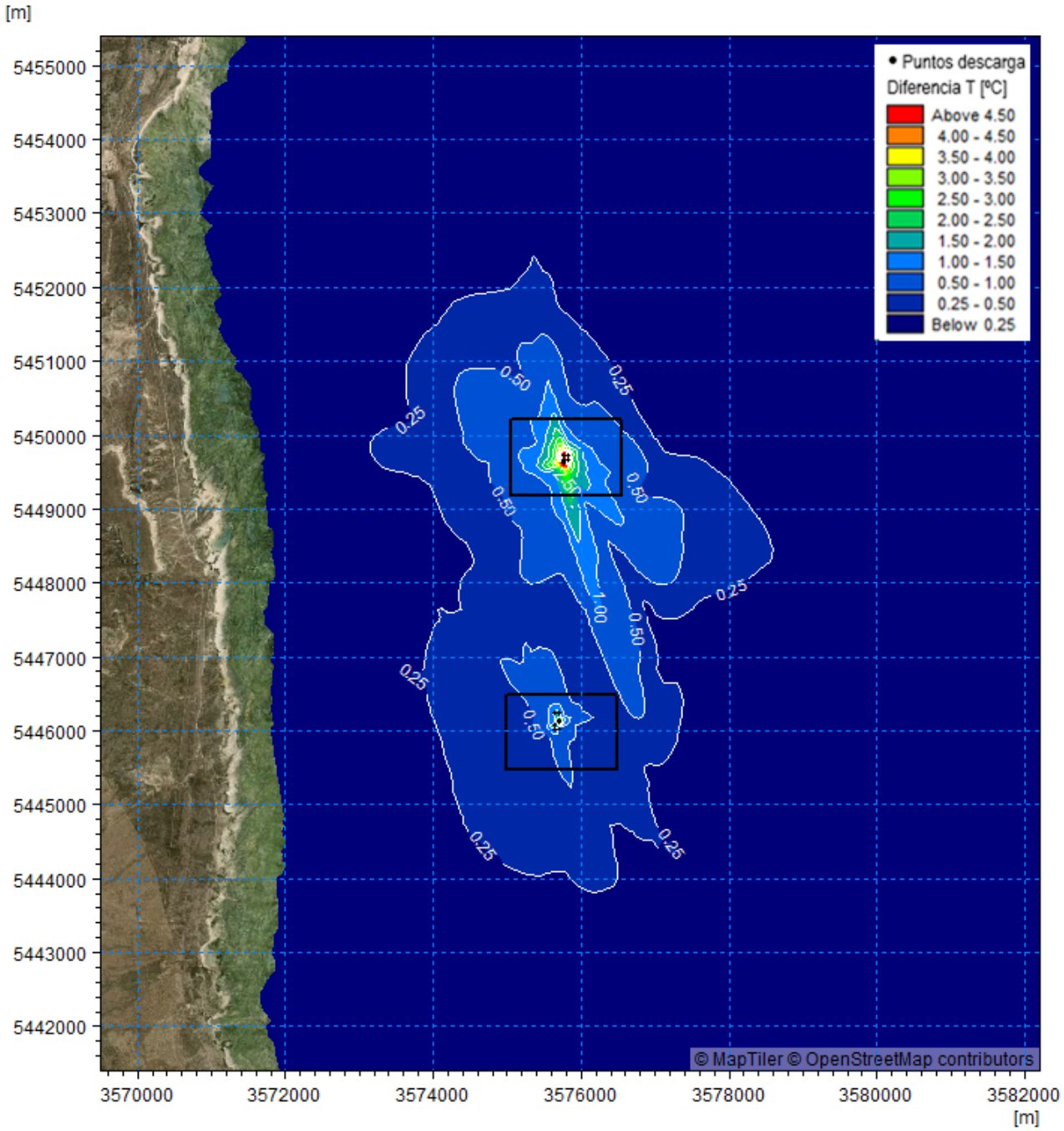


Figura 53. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Escenario Verano EV-Var.

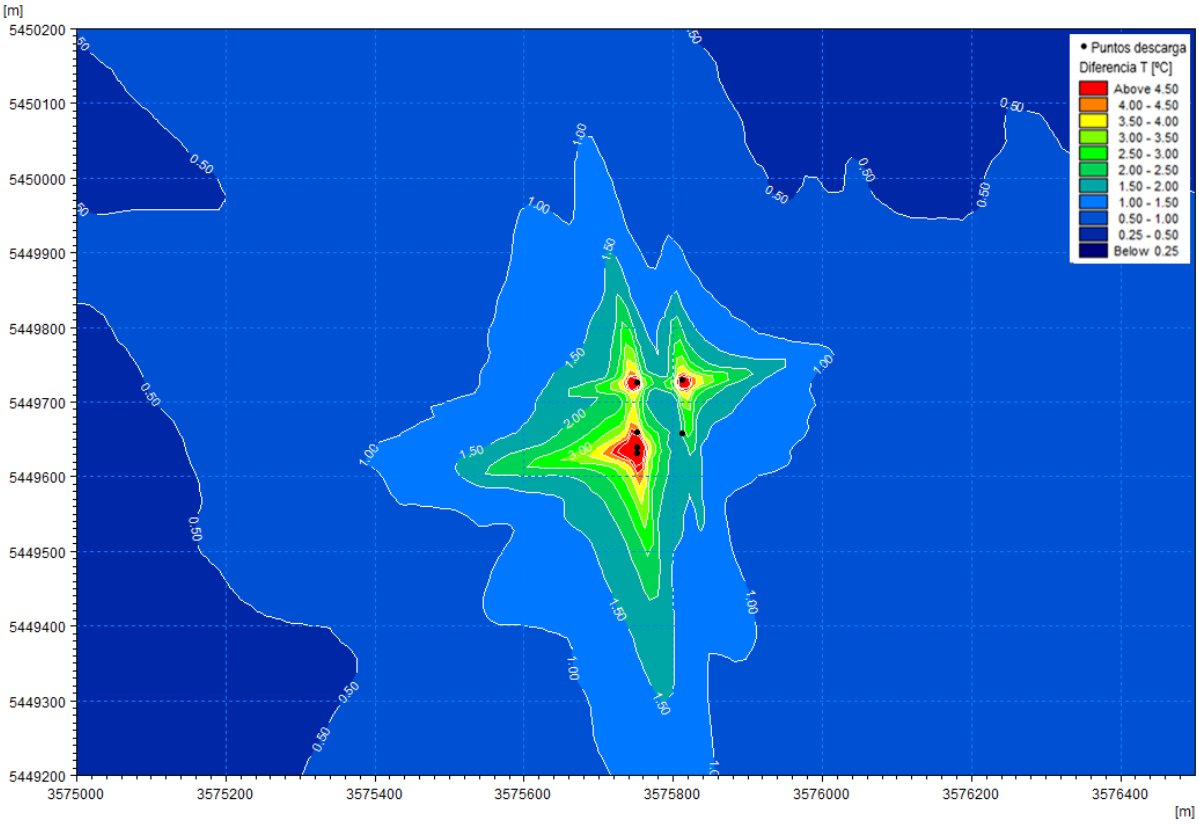


Figura 54. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

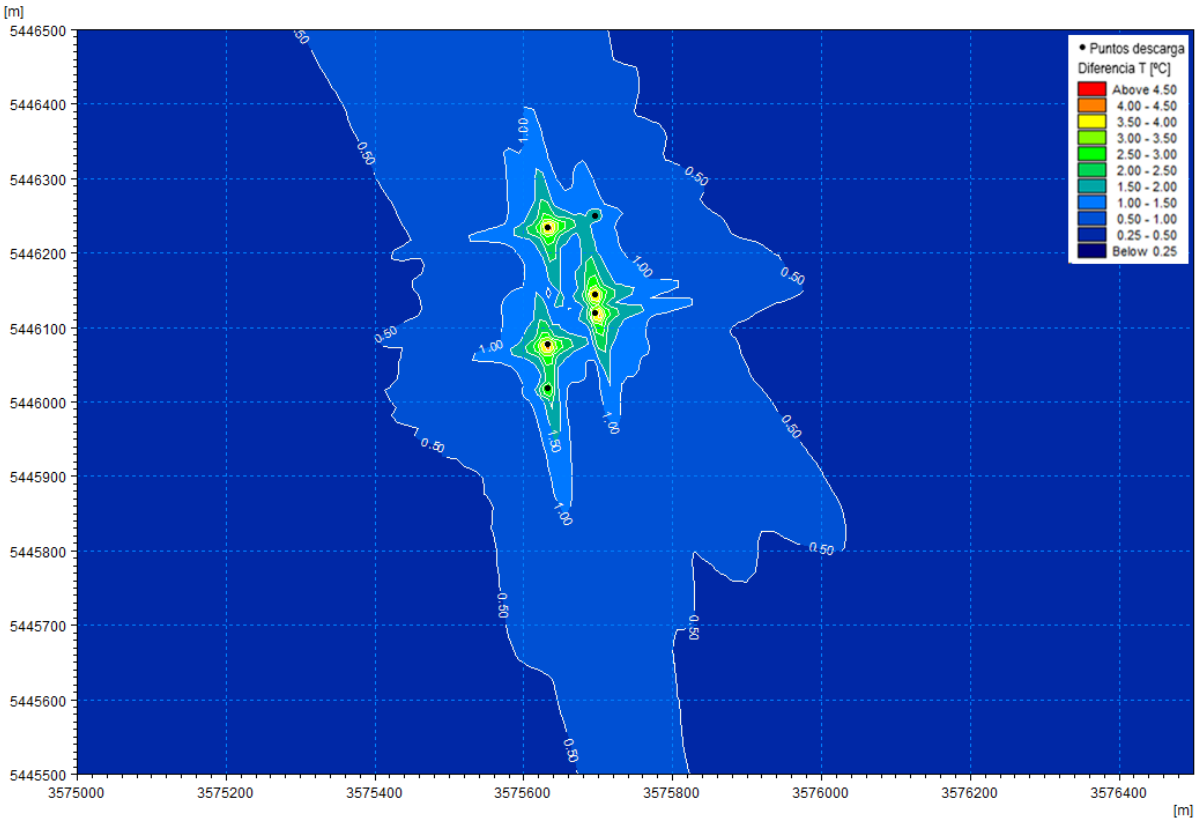


Figura 55. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

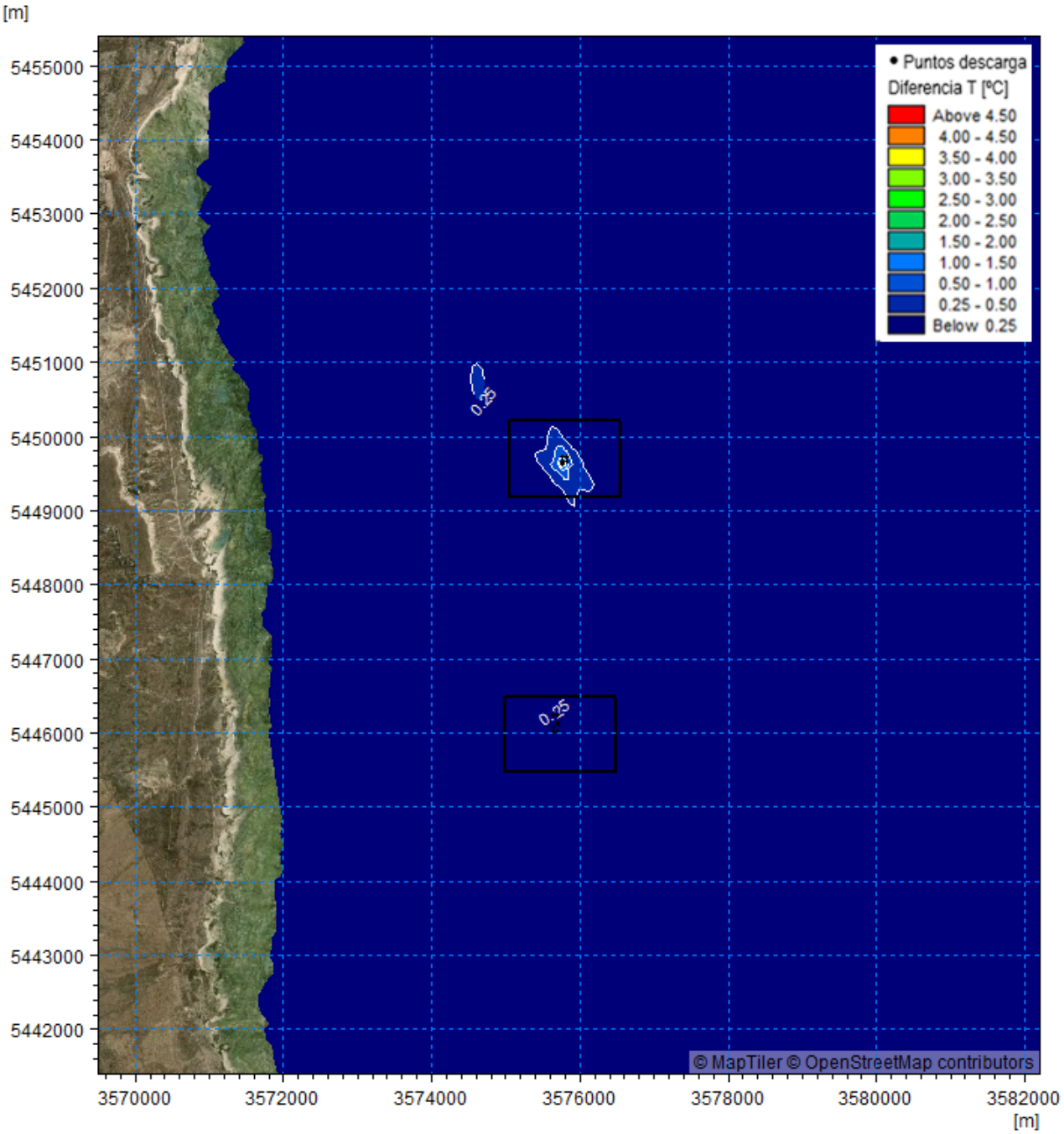


Figura 56. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Escenario Verano EV-Var.

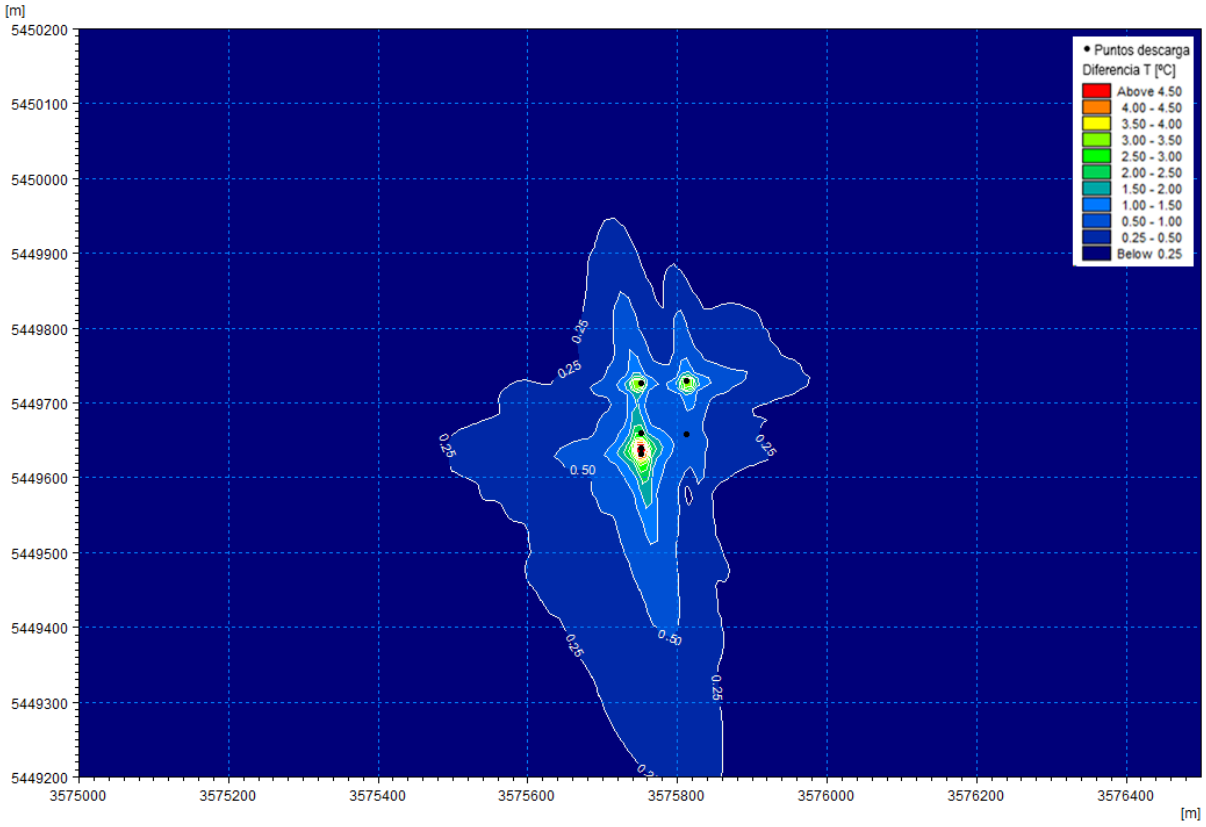


Figura 57. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

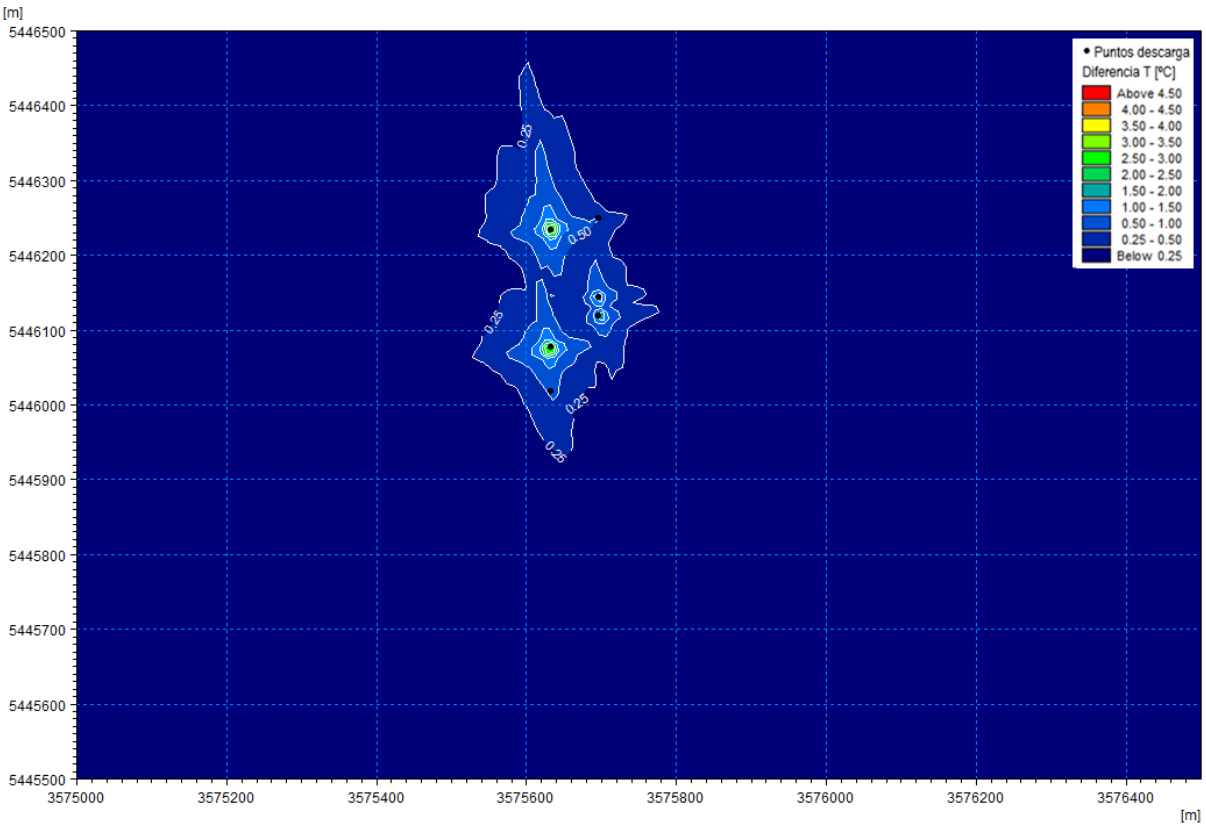


Figura 58. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

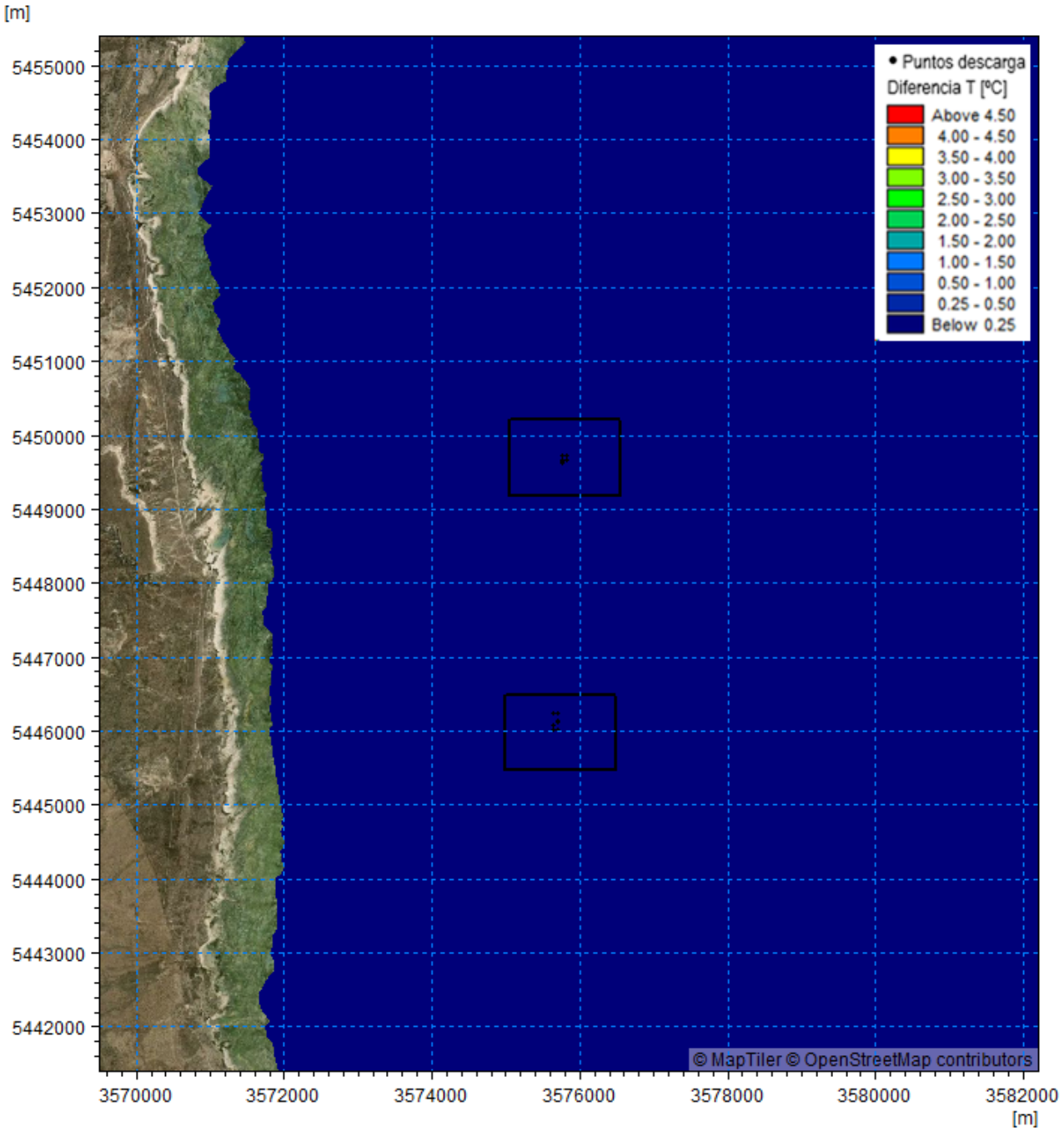


Figura 59. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Escenario Verano EV-Var.

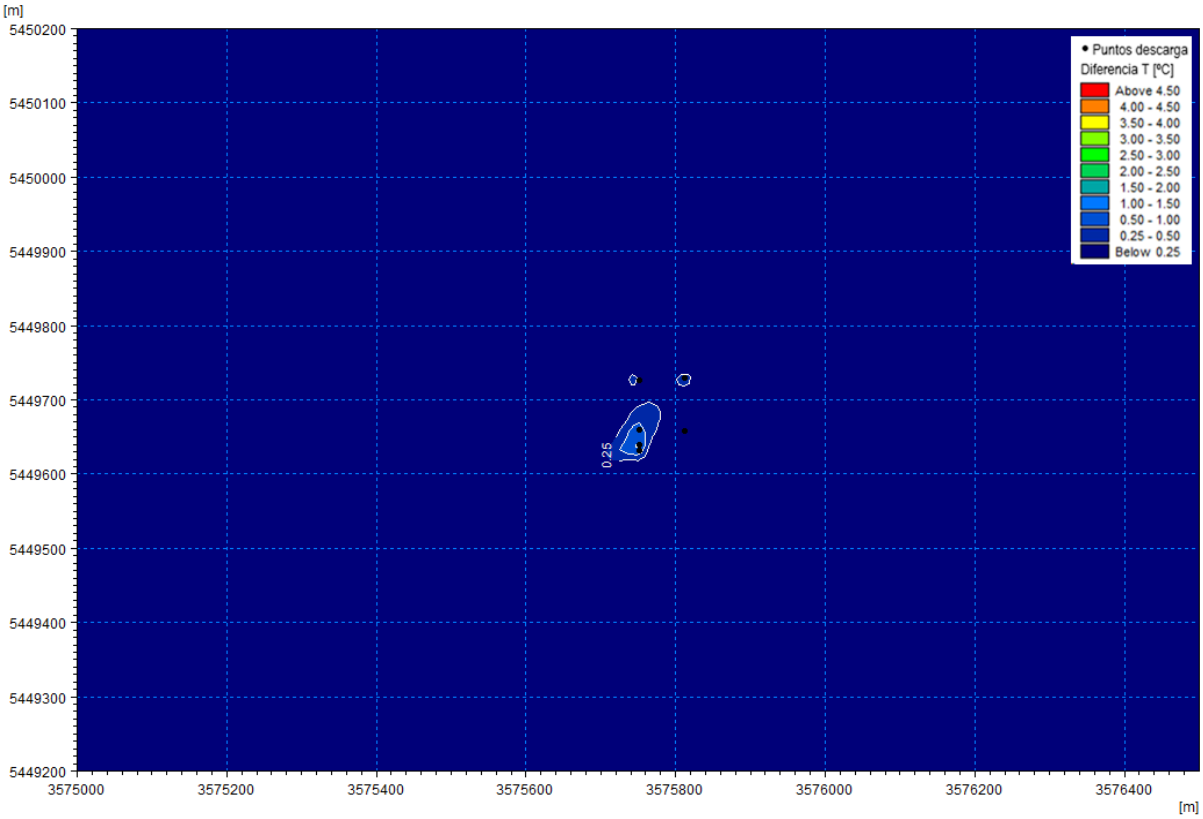


Figura 60. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

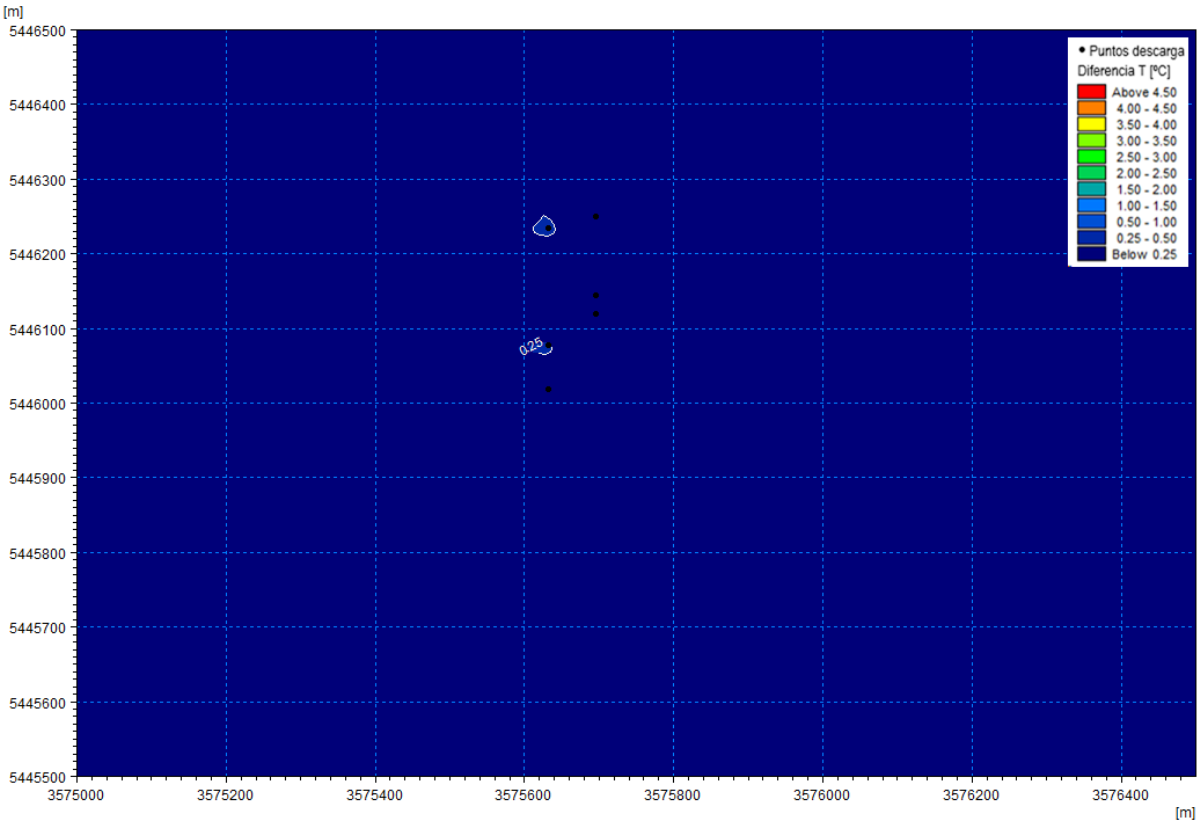


Figura 61. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

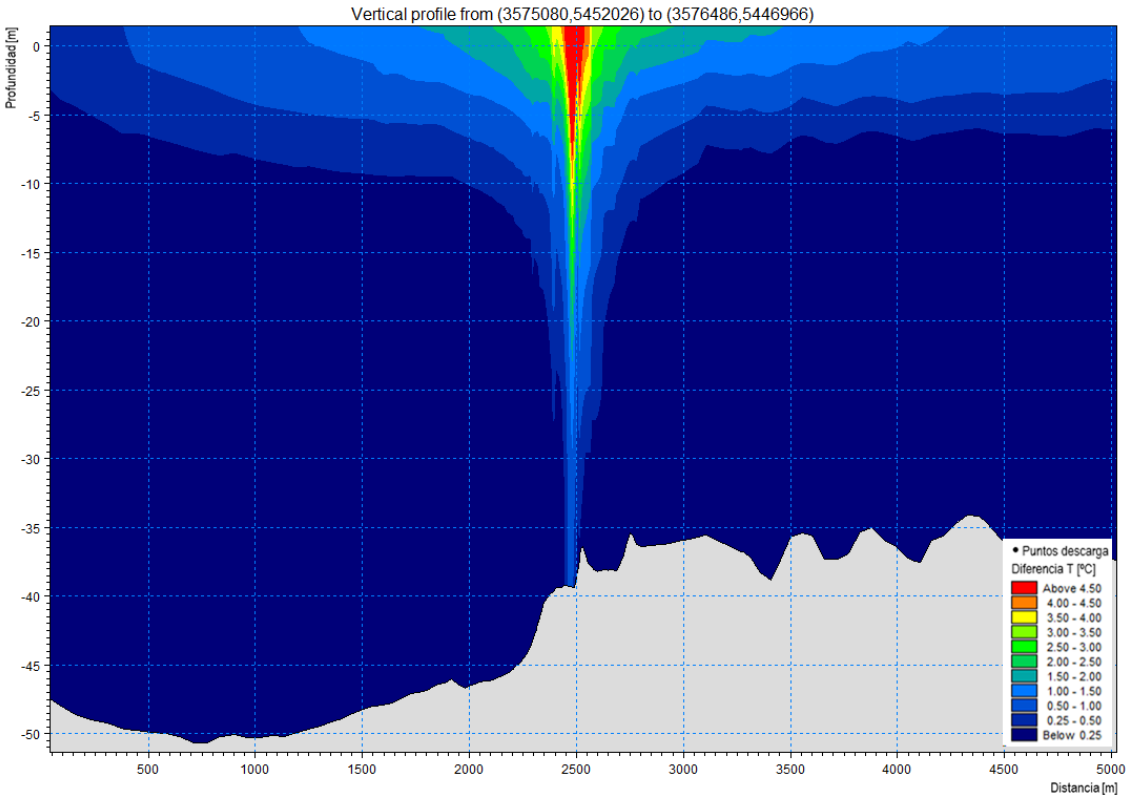


Figura 62. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EV-Var.

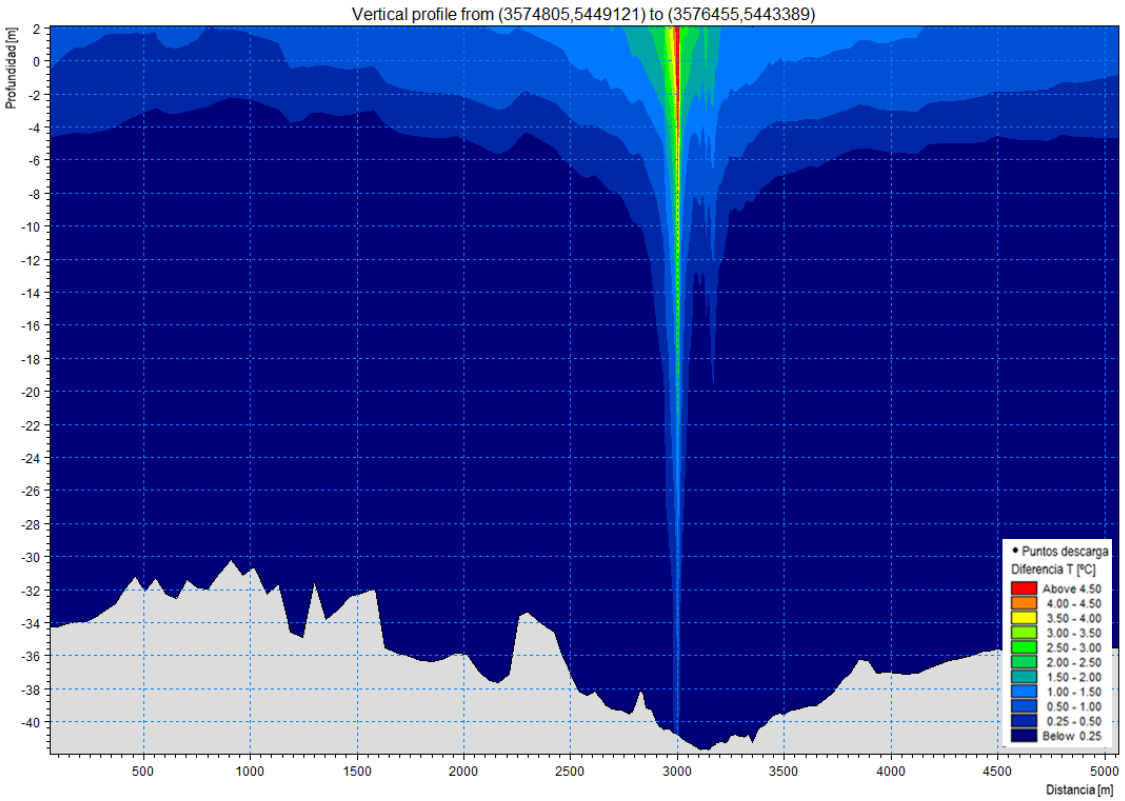


Figura 63. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Invierno EV-Var.

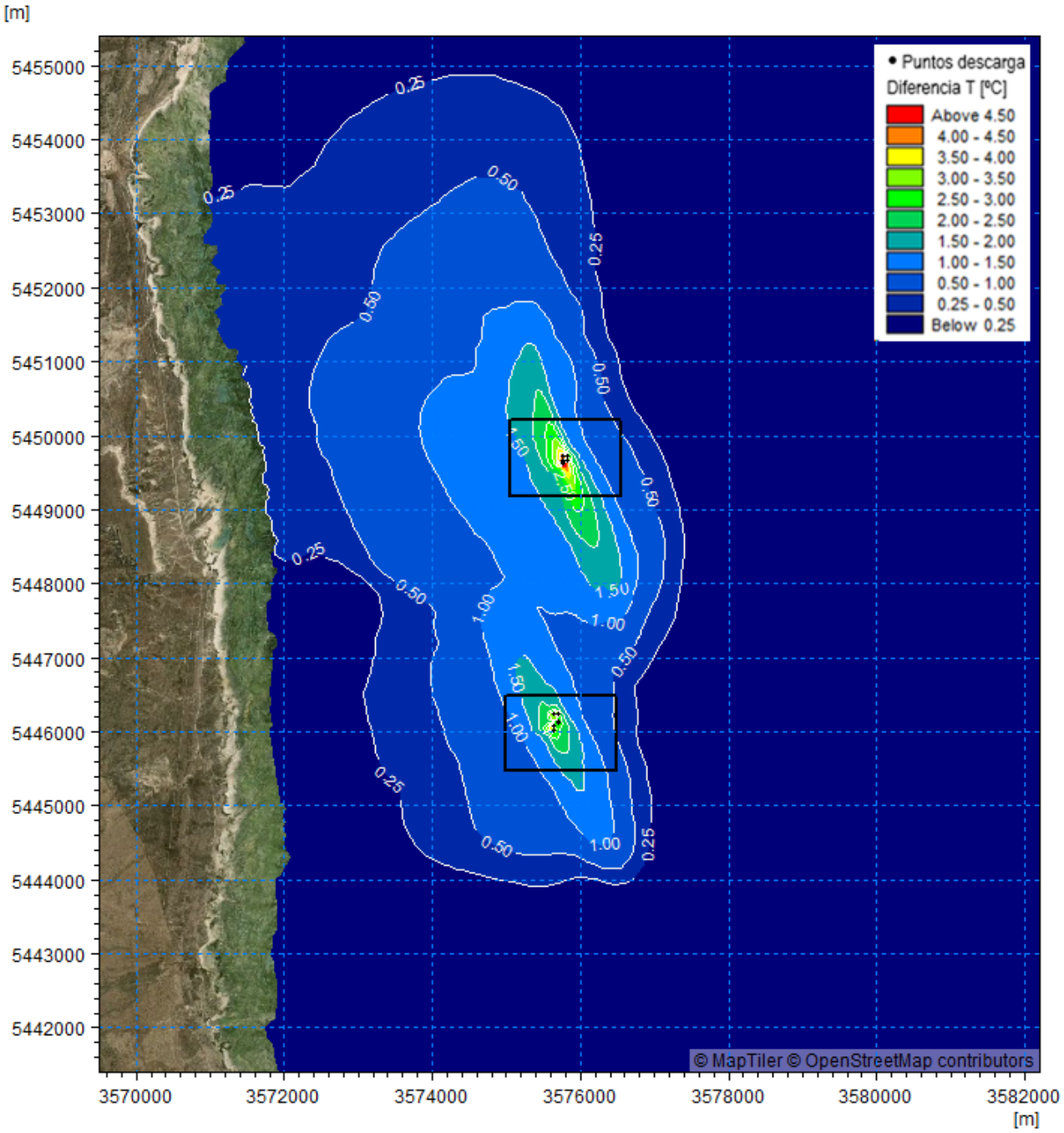


Figura 64. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Escenario Invierno EI-C (Calma).

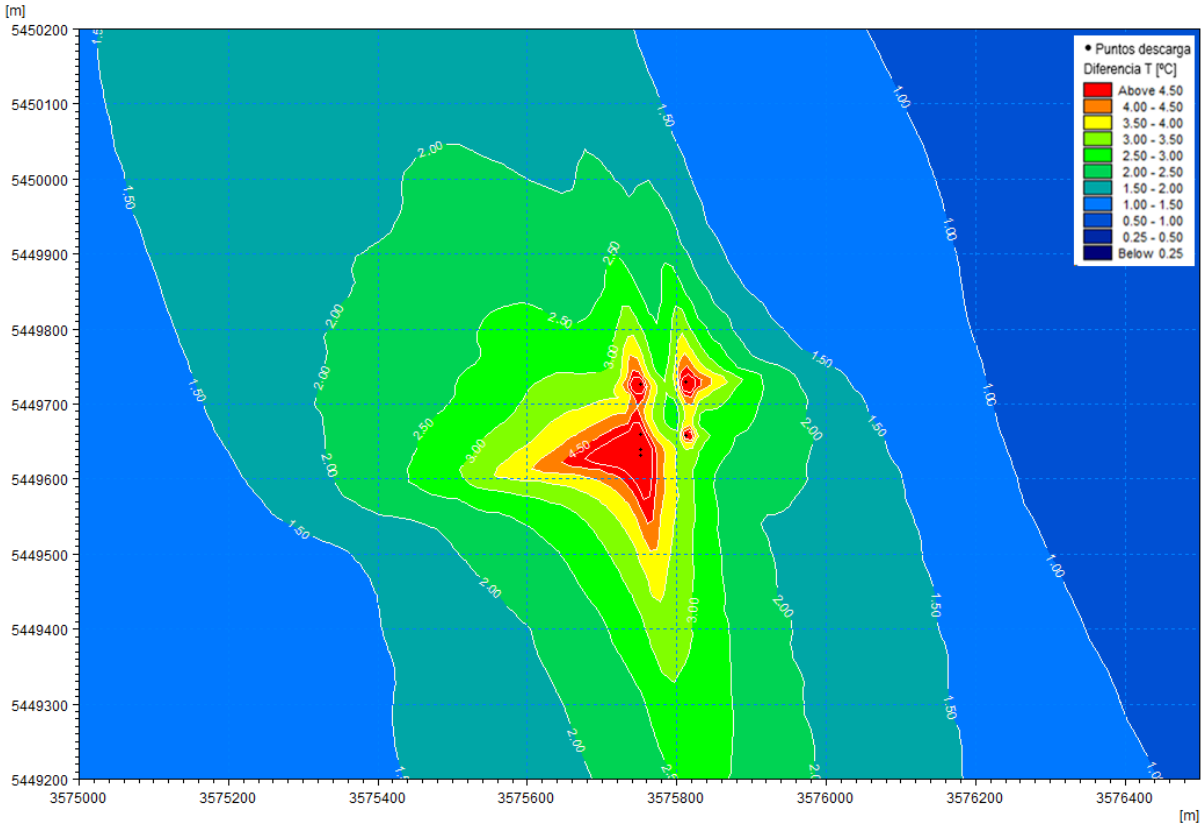


Figura 65. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

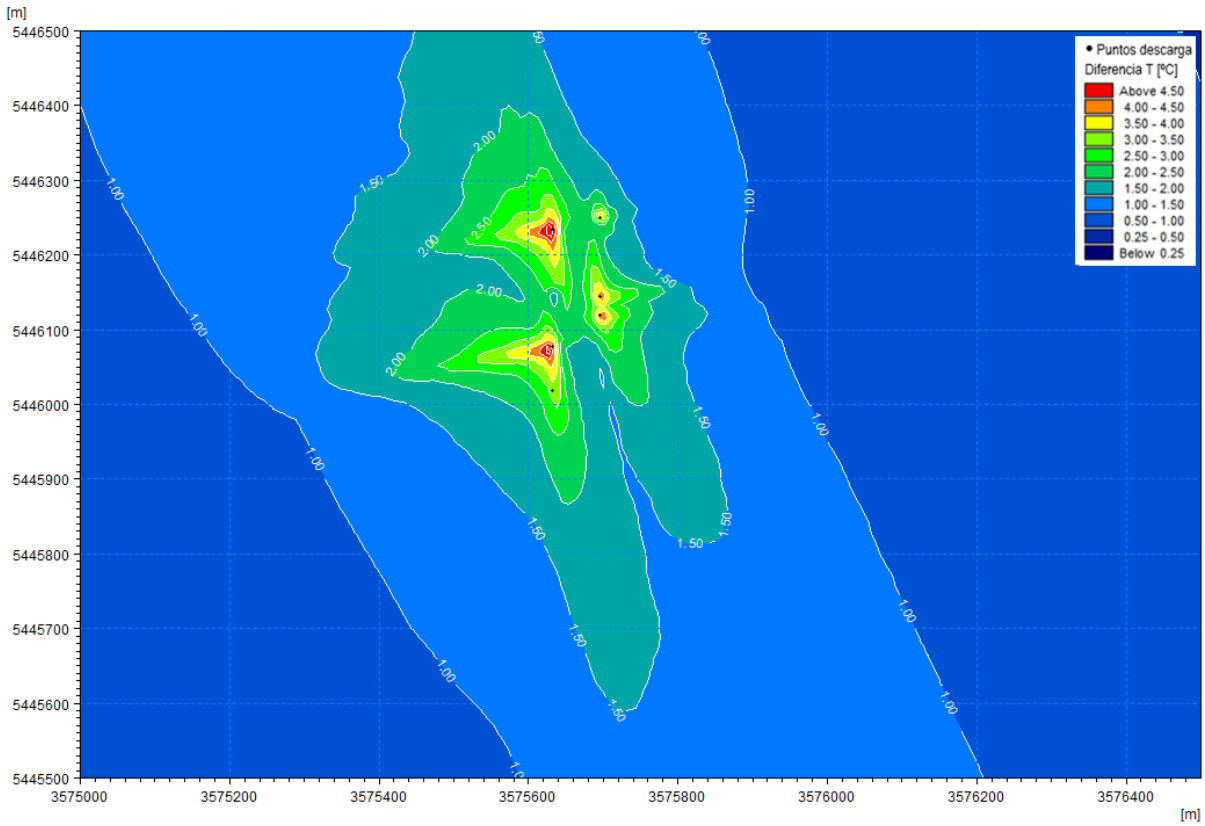


Figura 66. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

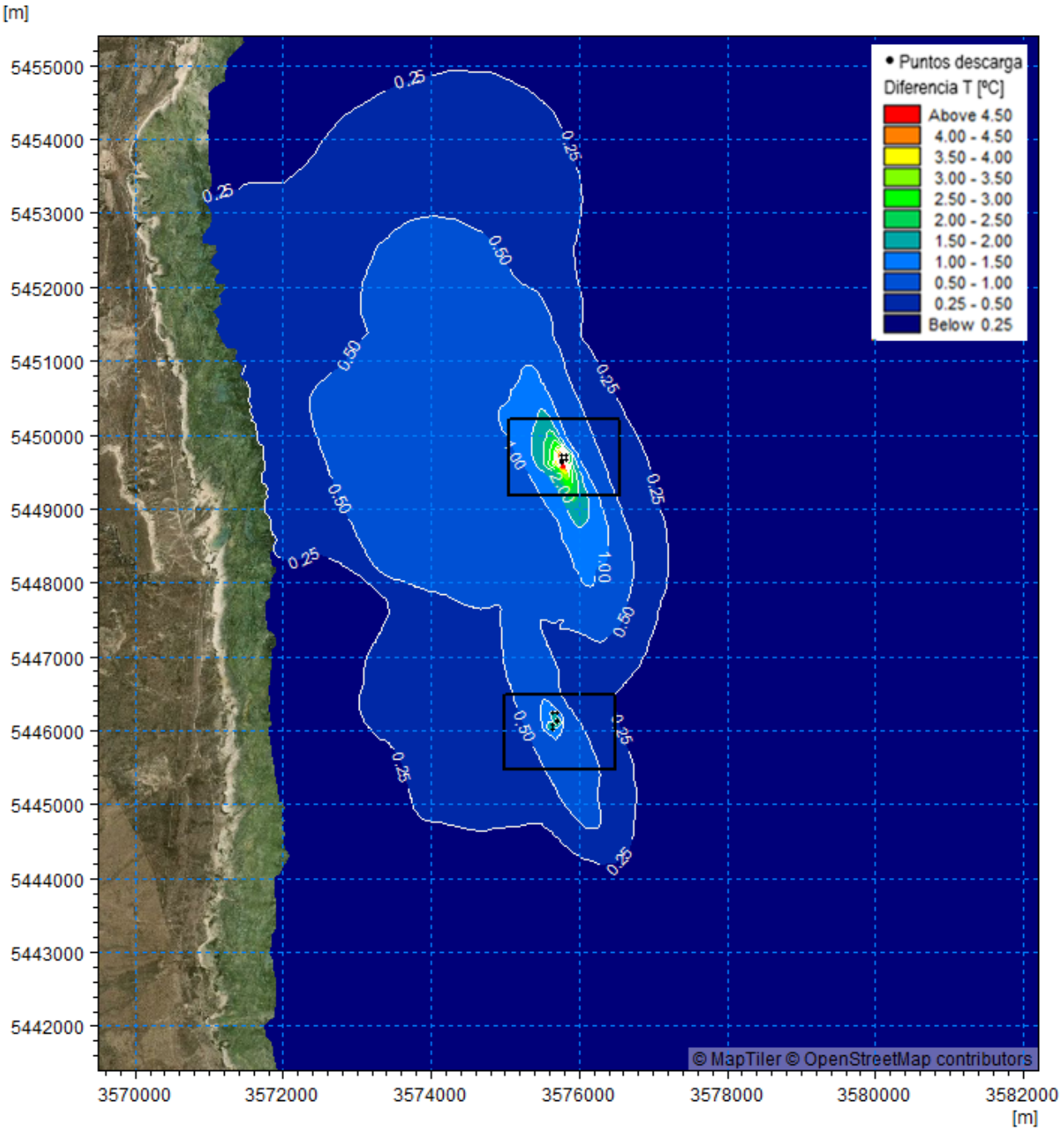


Figura 67. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-C (Calma).

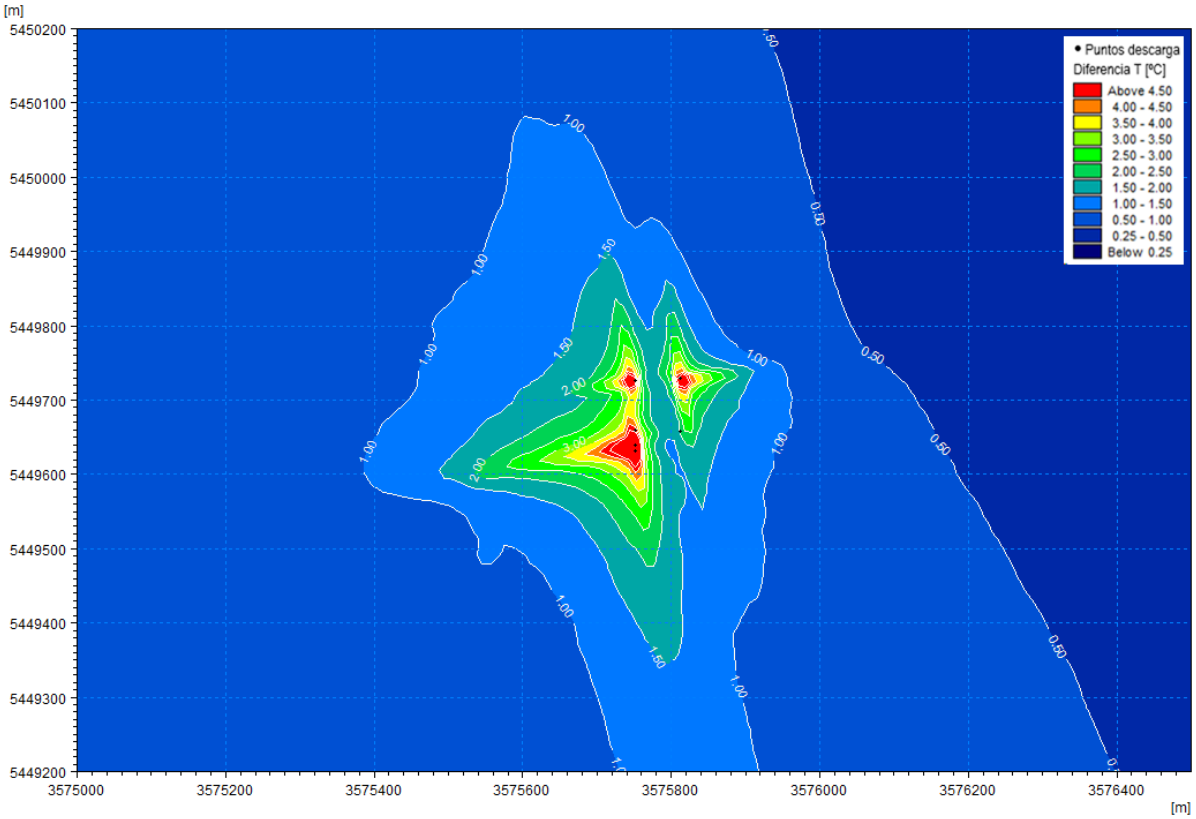


Figura 68. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

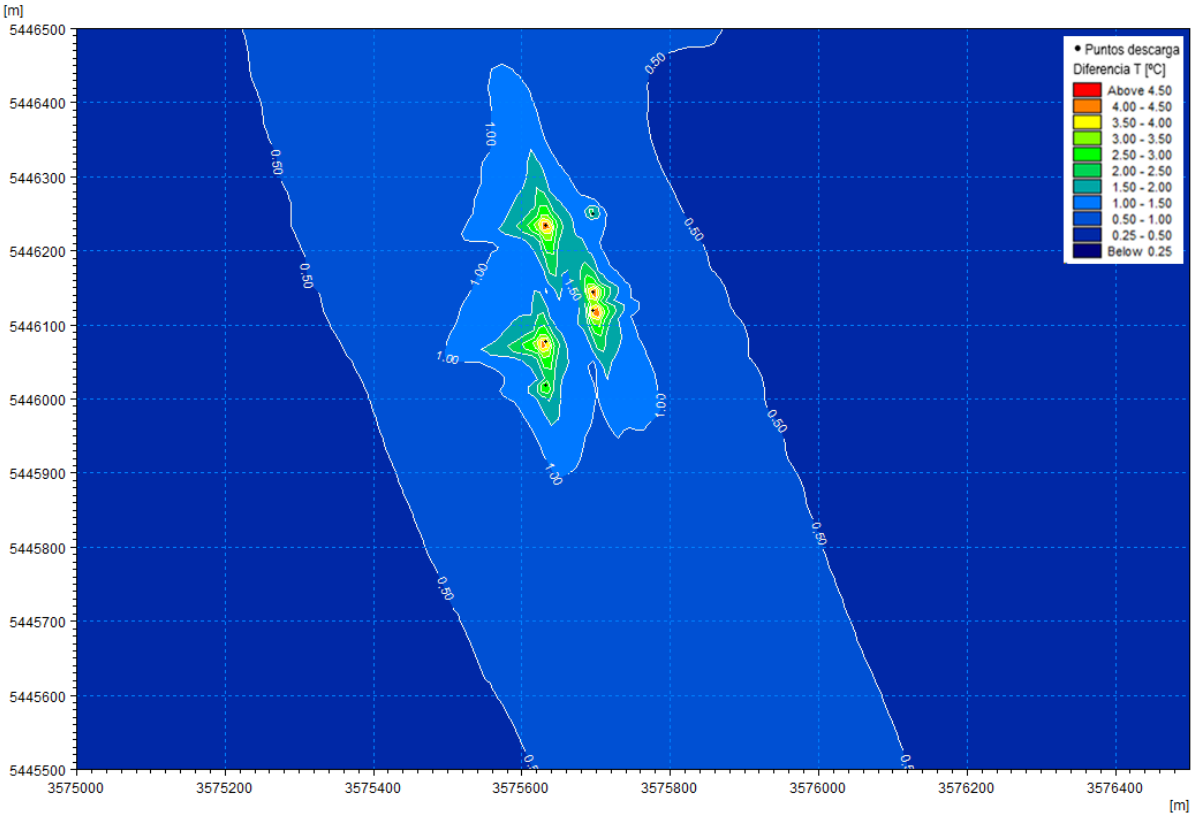


Figura 69. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

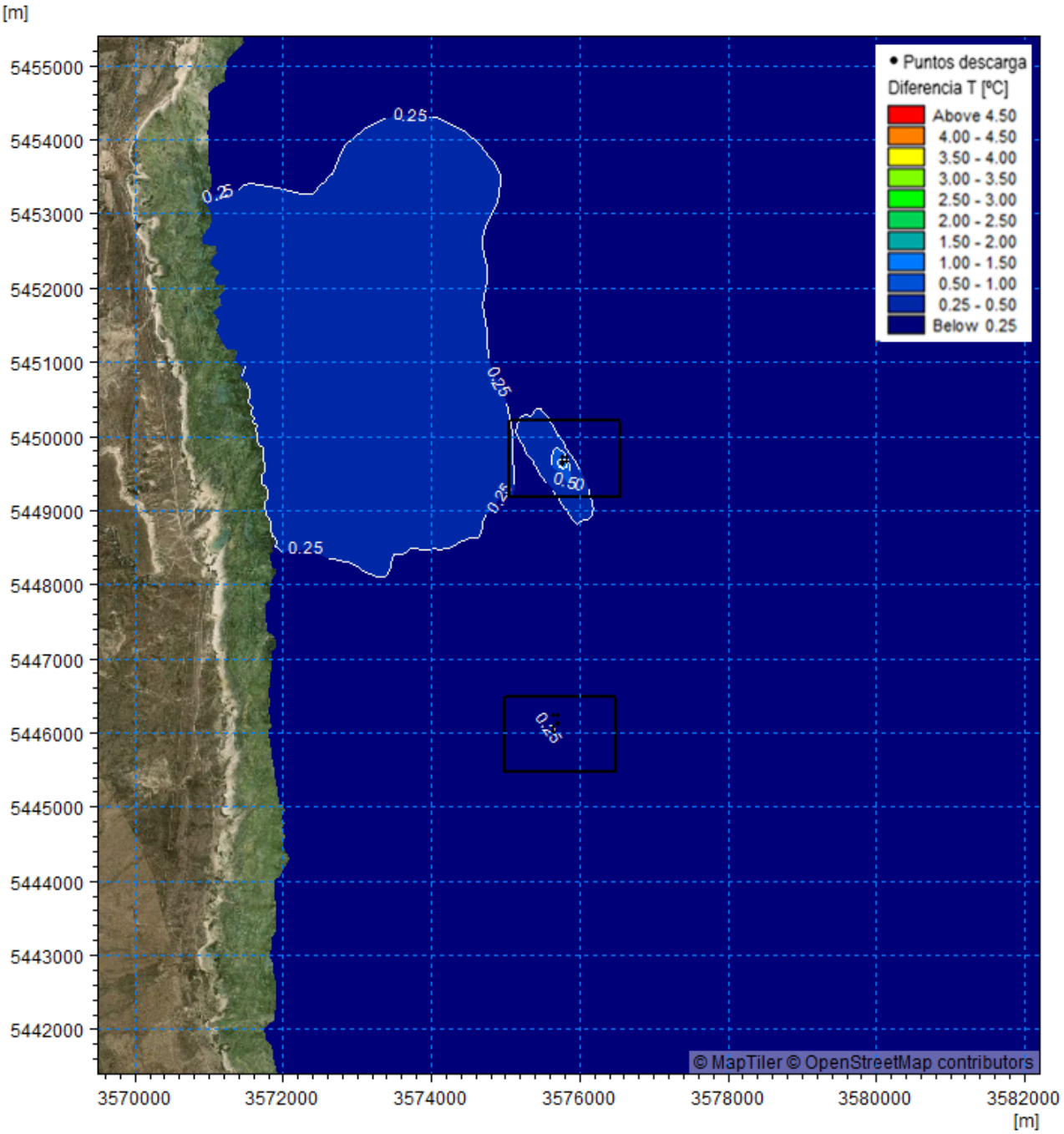


Figura 70. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Escenario Invierno EI-C (Calma).

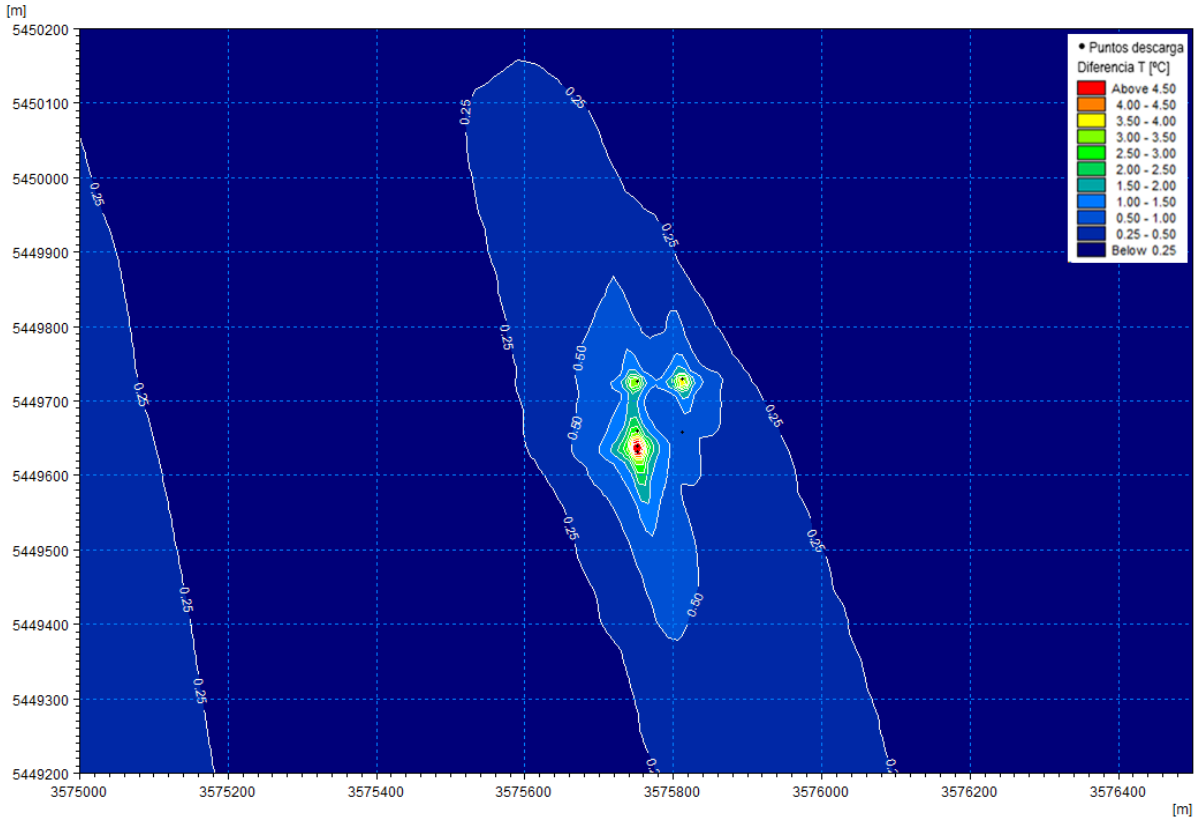


Figura 71. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

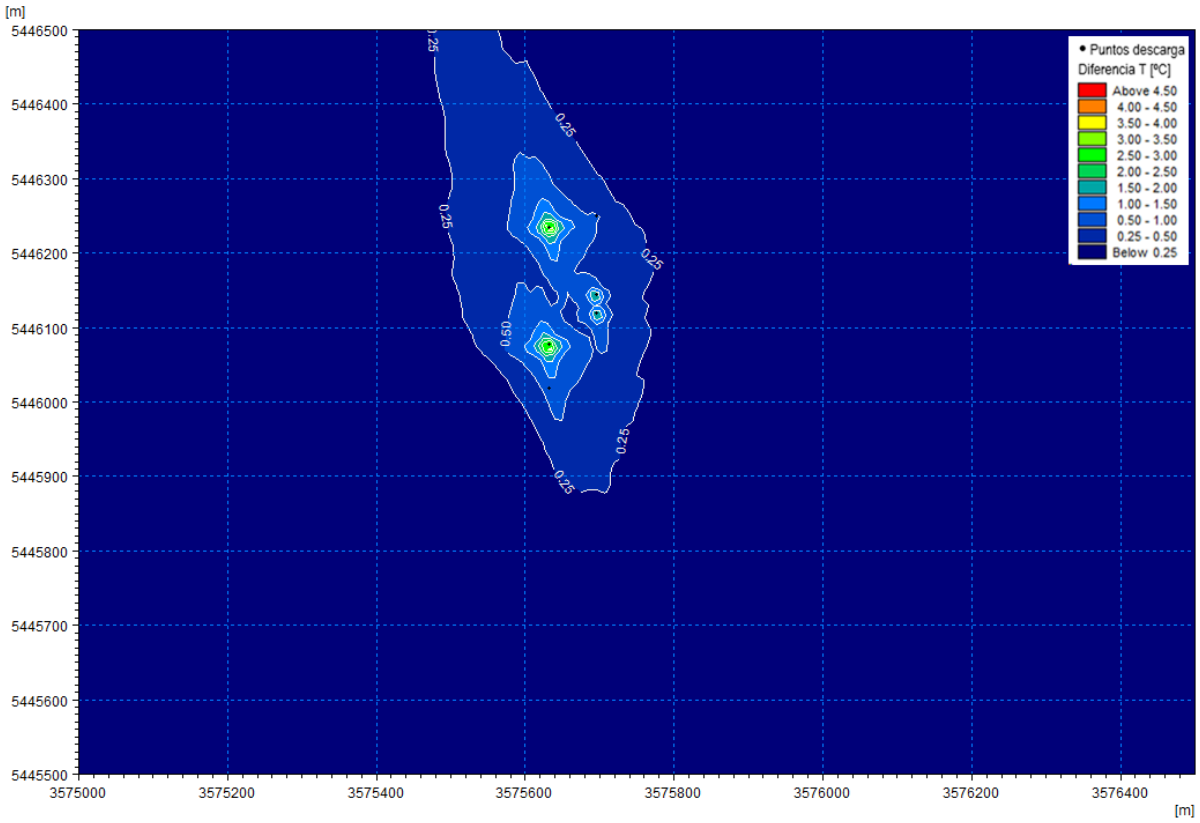


Figura 72. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

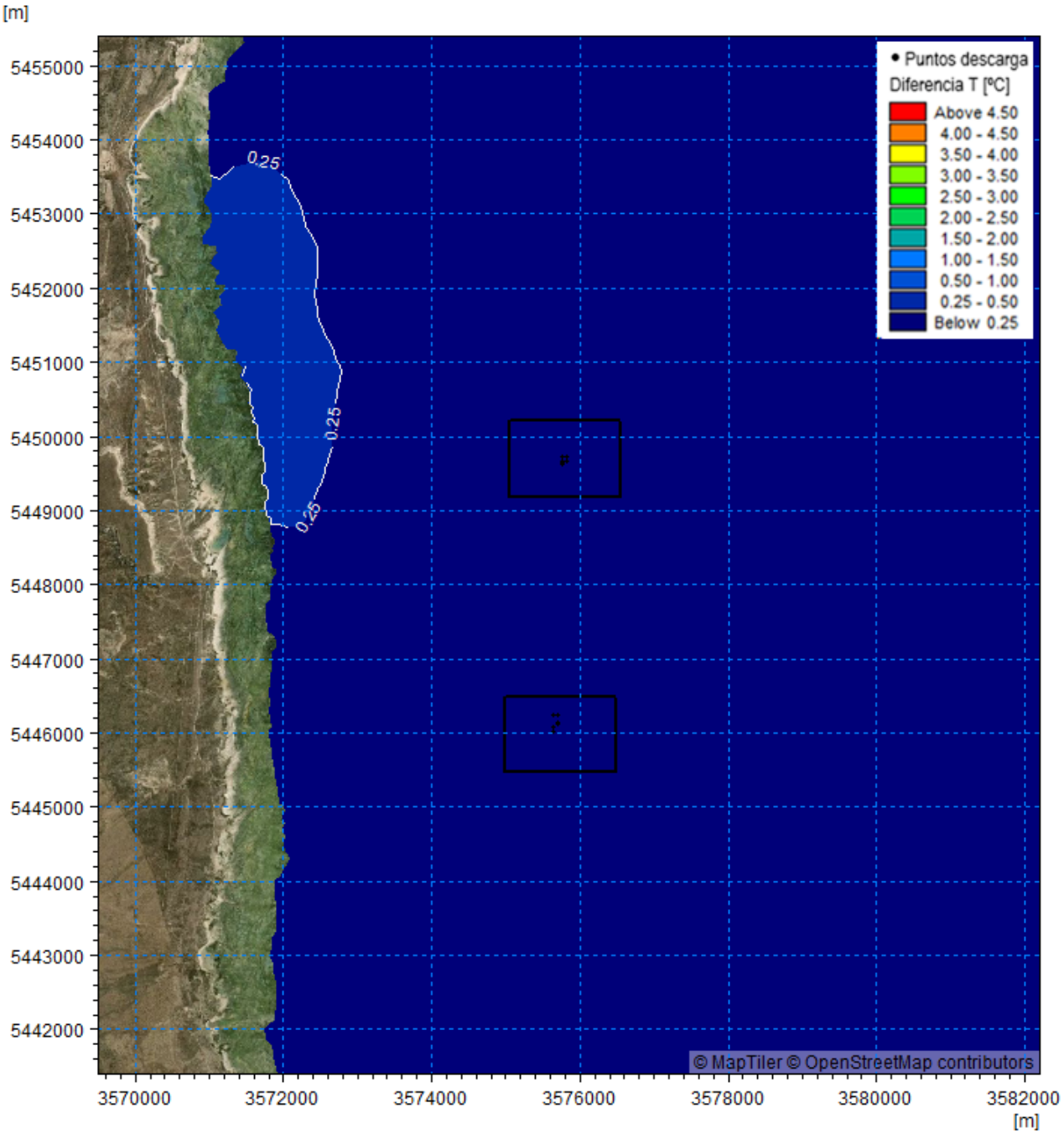


Figura 73. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-C (Calma).

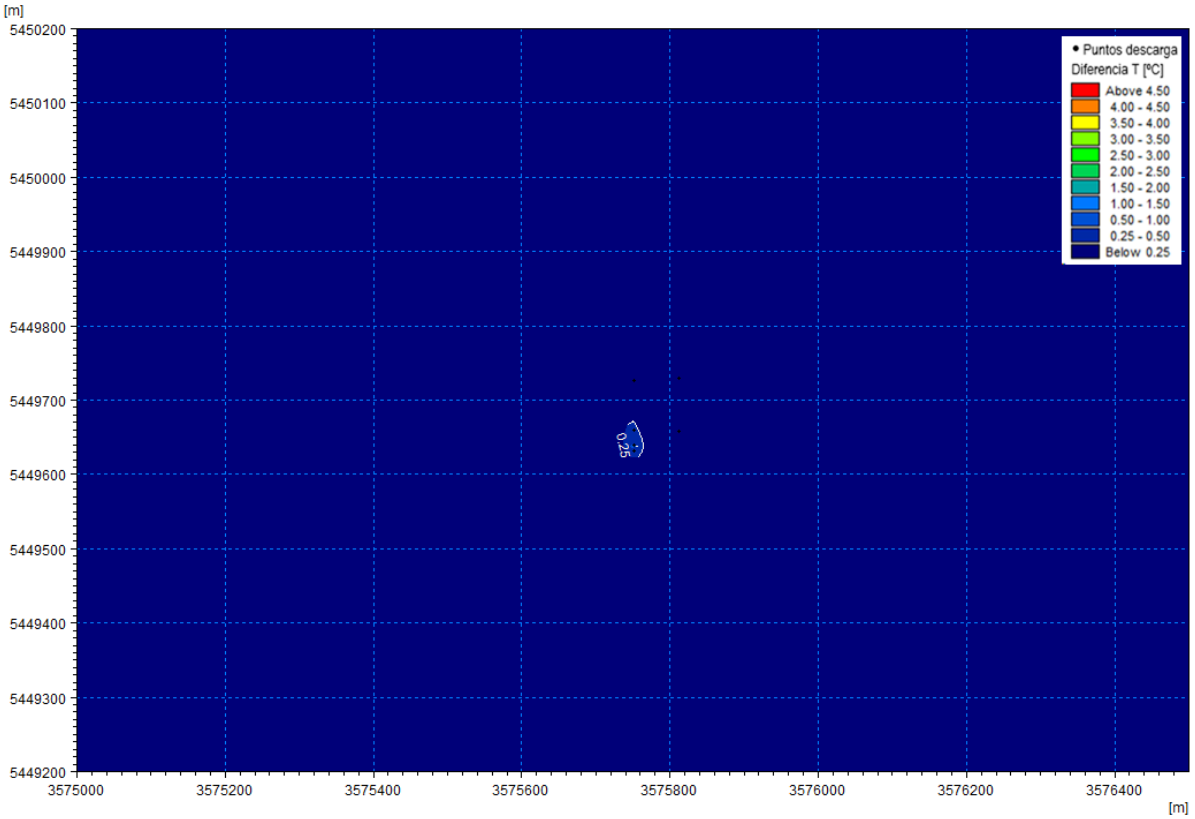


Figura 74. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

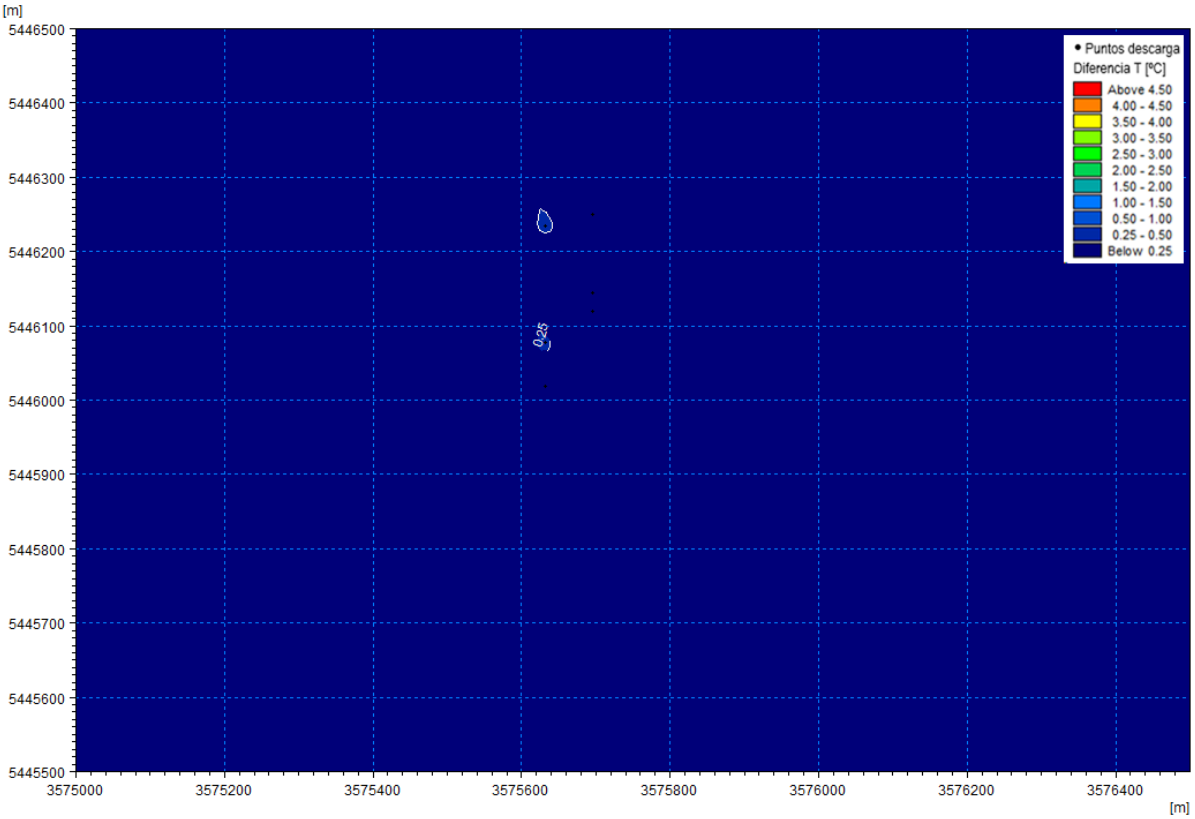


Figura 75. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

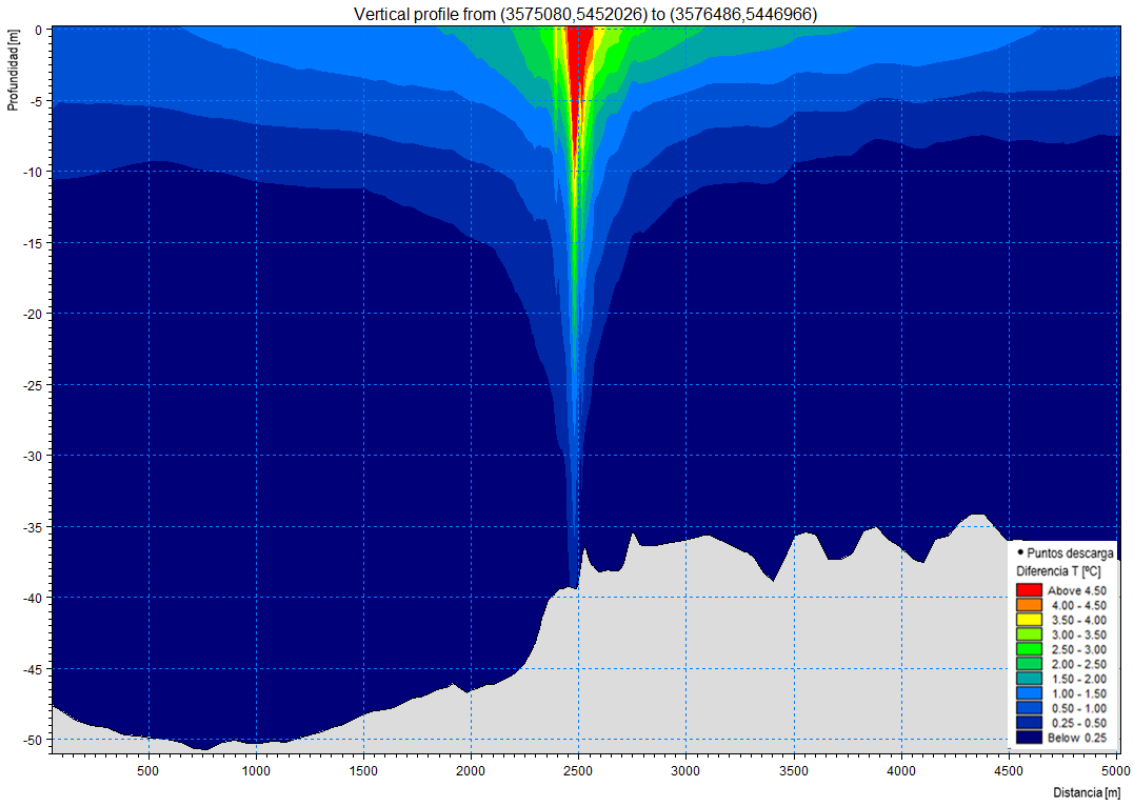


Figura 76. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

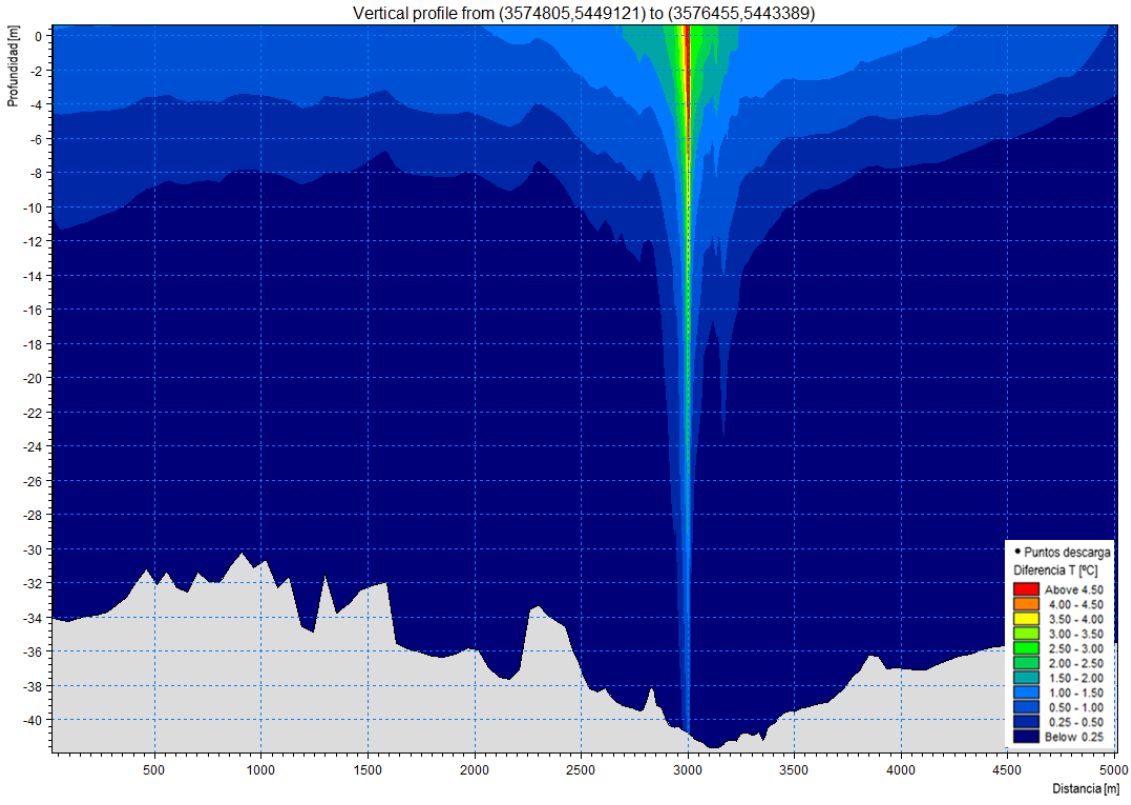


Figura 77. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

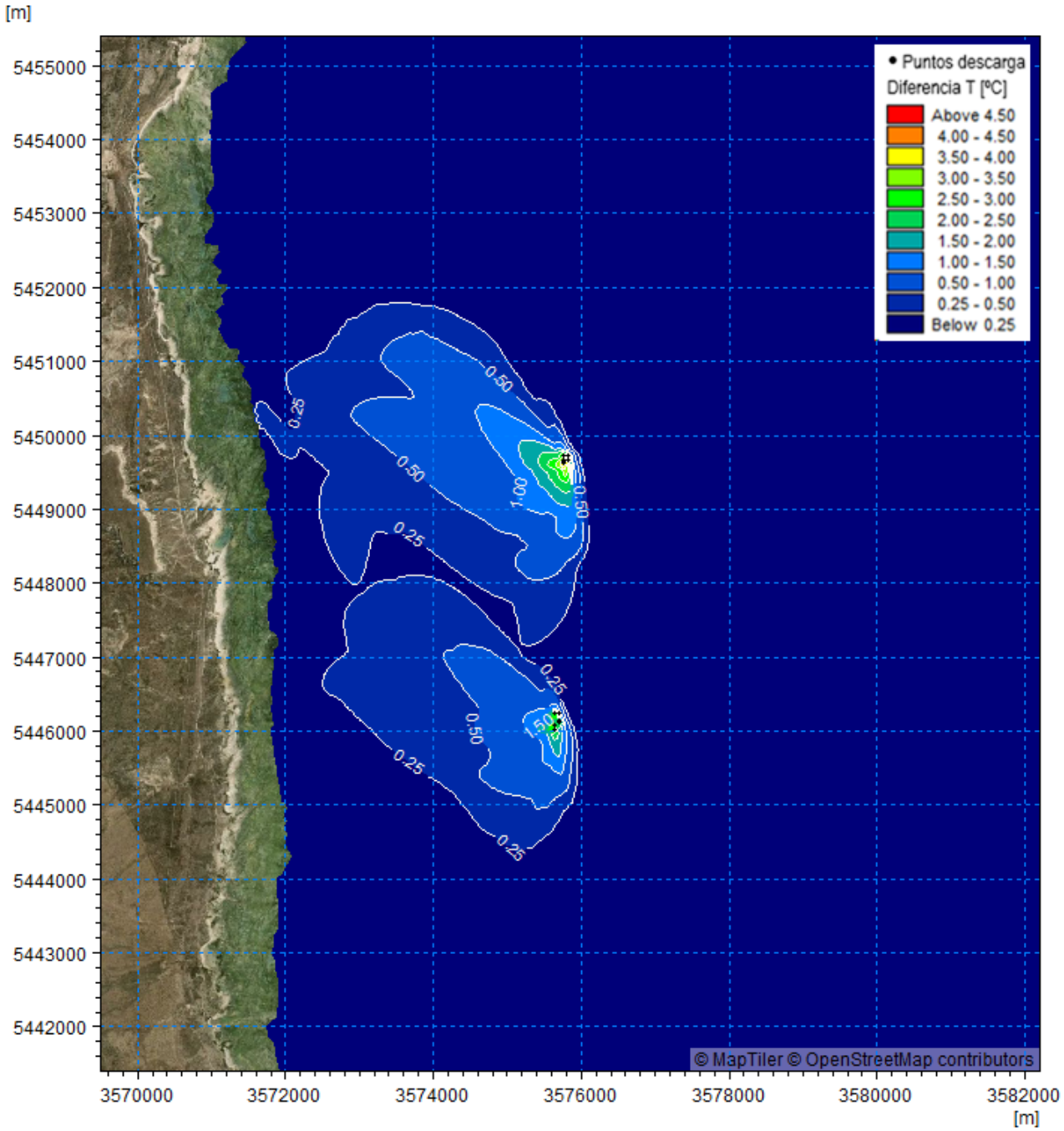


Figura 78. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Invierno EI-E.

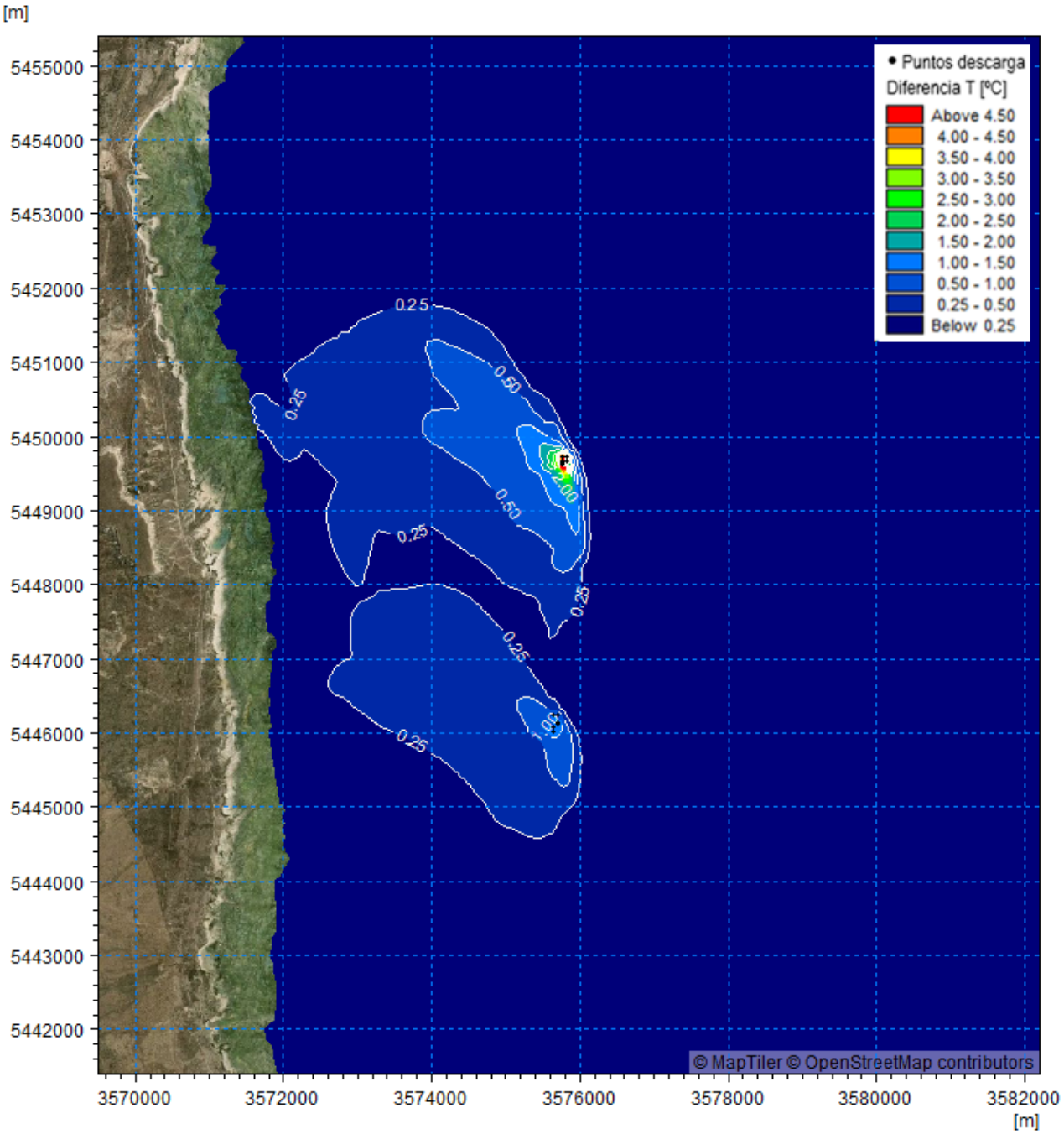


Figura 79. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-E.

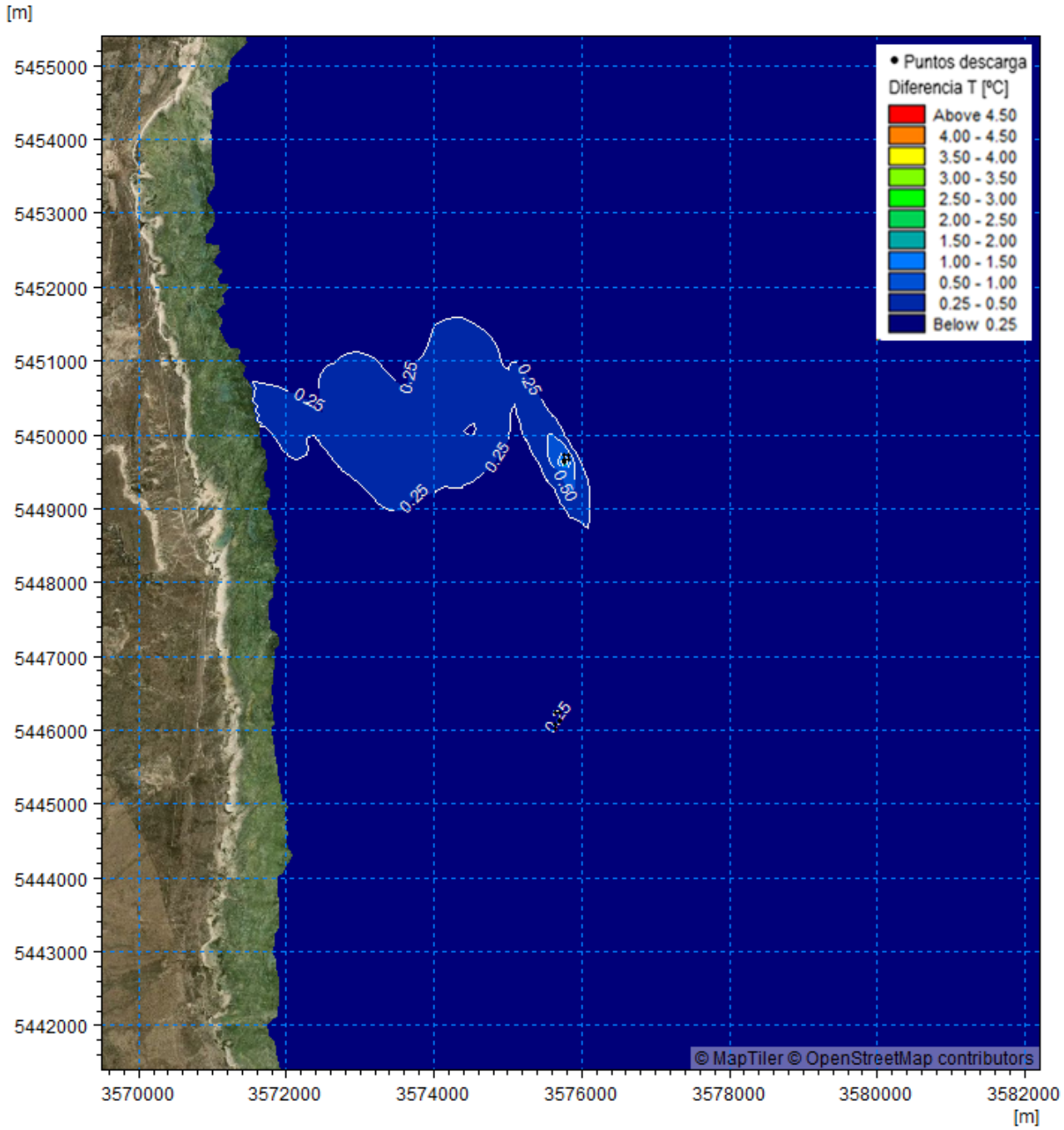


Figura 80. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Invierno EI-E.

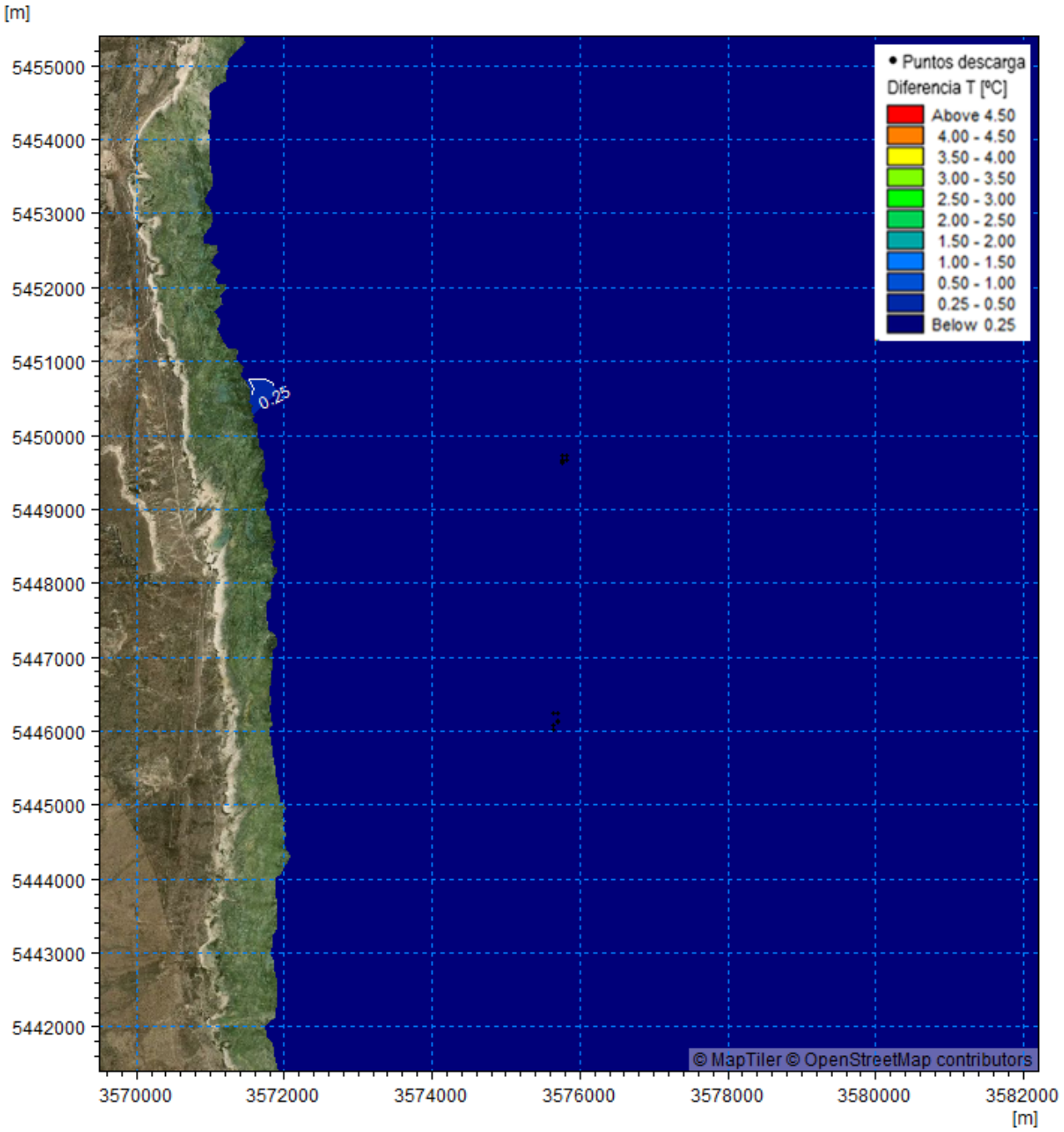


Figura 81. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-E.

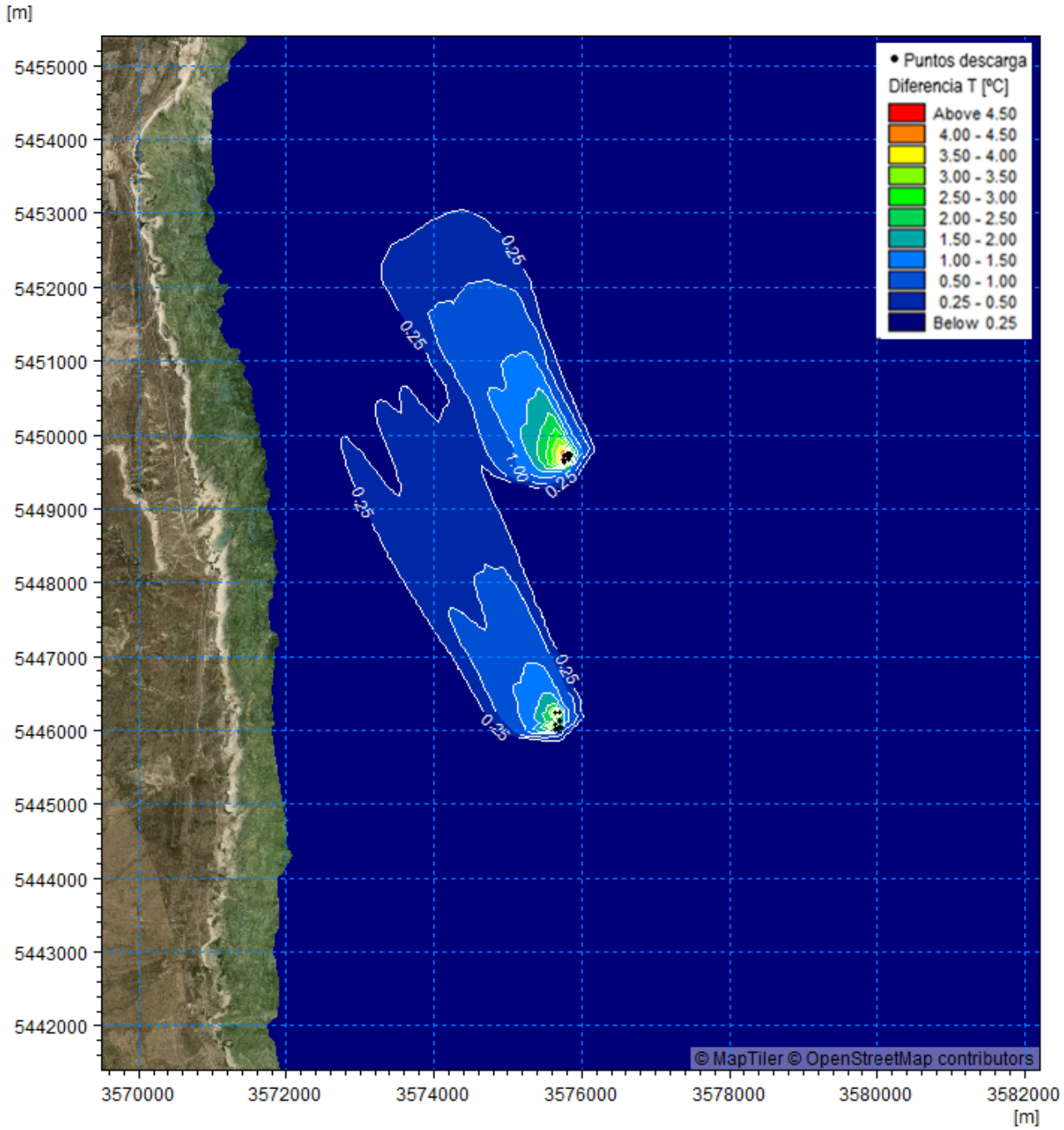


Figura 82. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Invierno EI-SE.

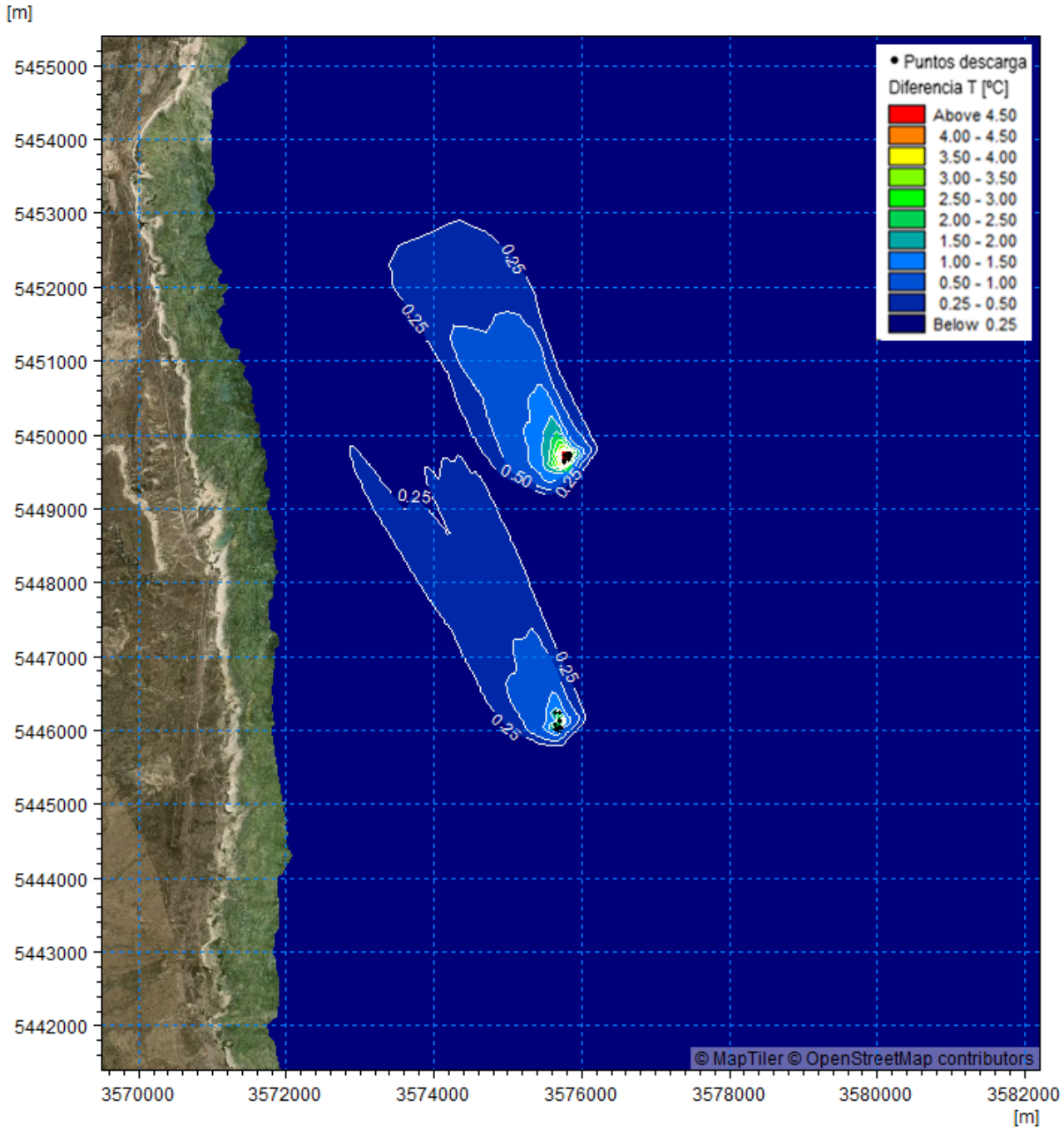


Figura 83. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-SE.

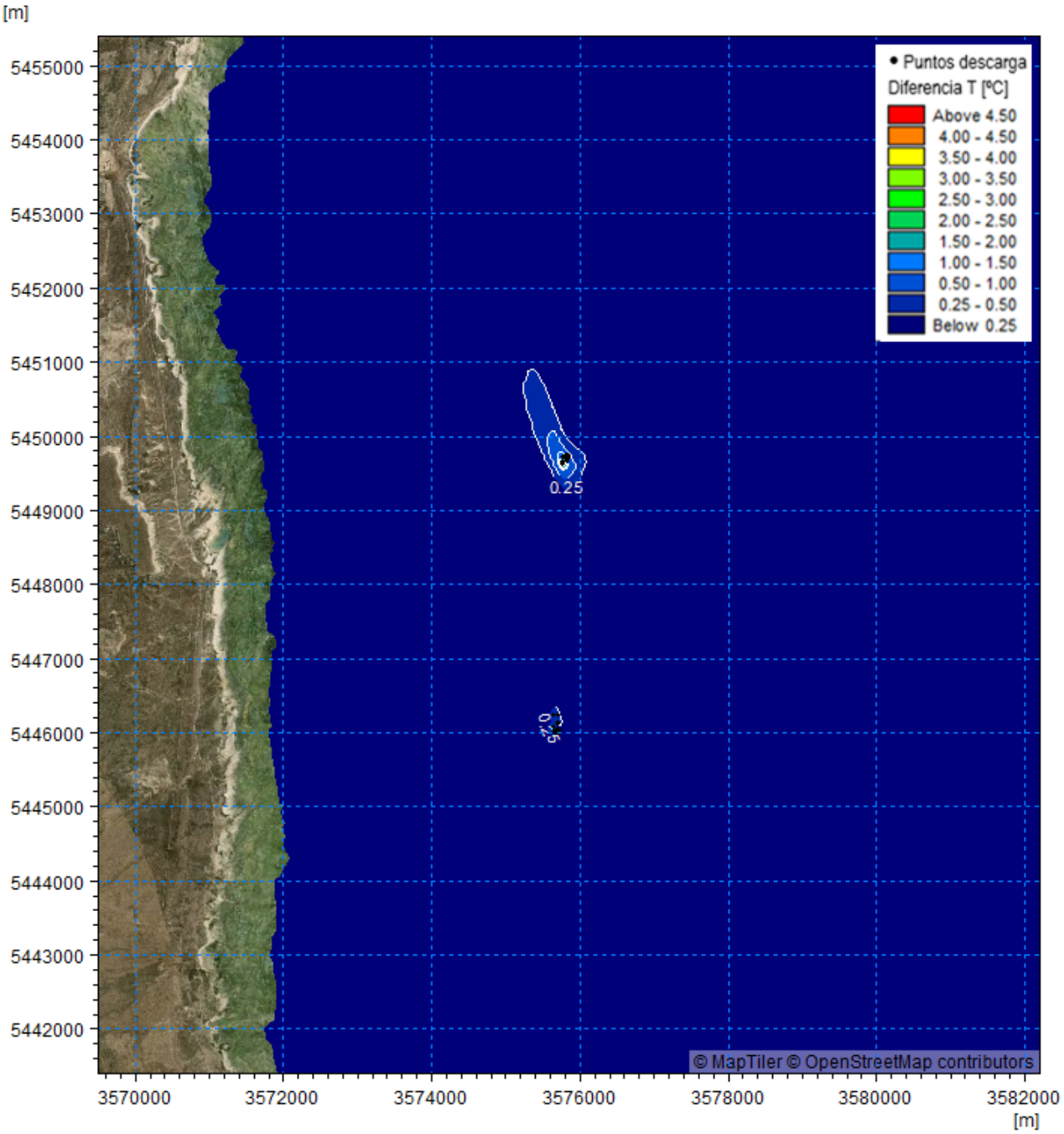


Figura 84. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Invierno EI-SE.

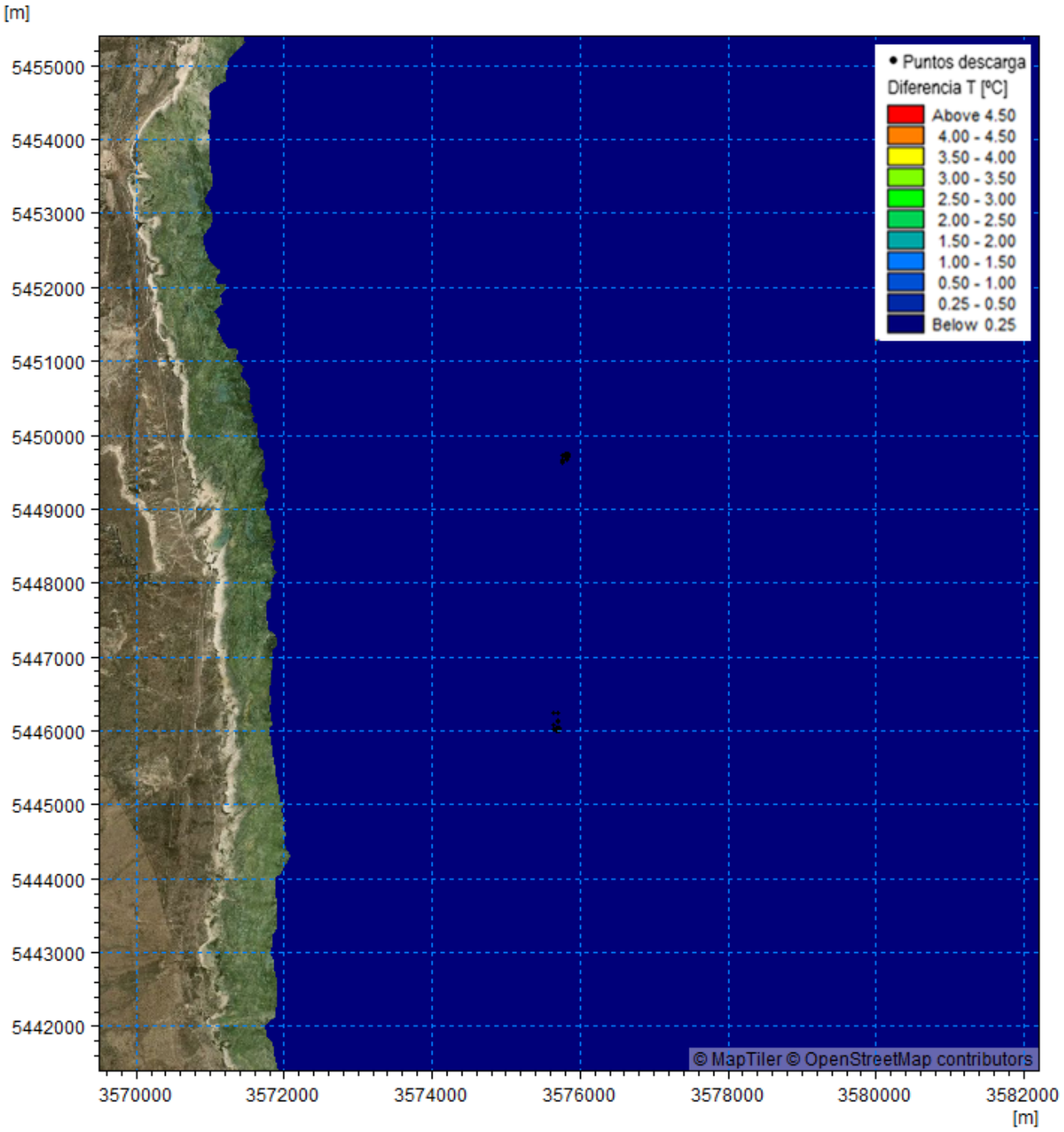


Figura 85. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-SE.

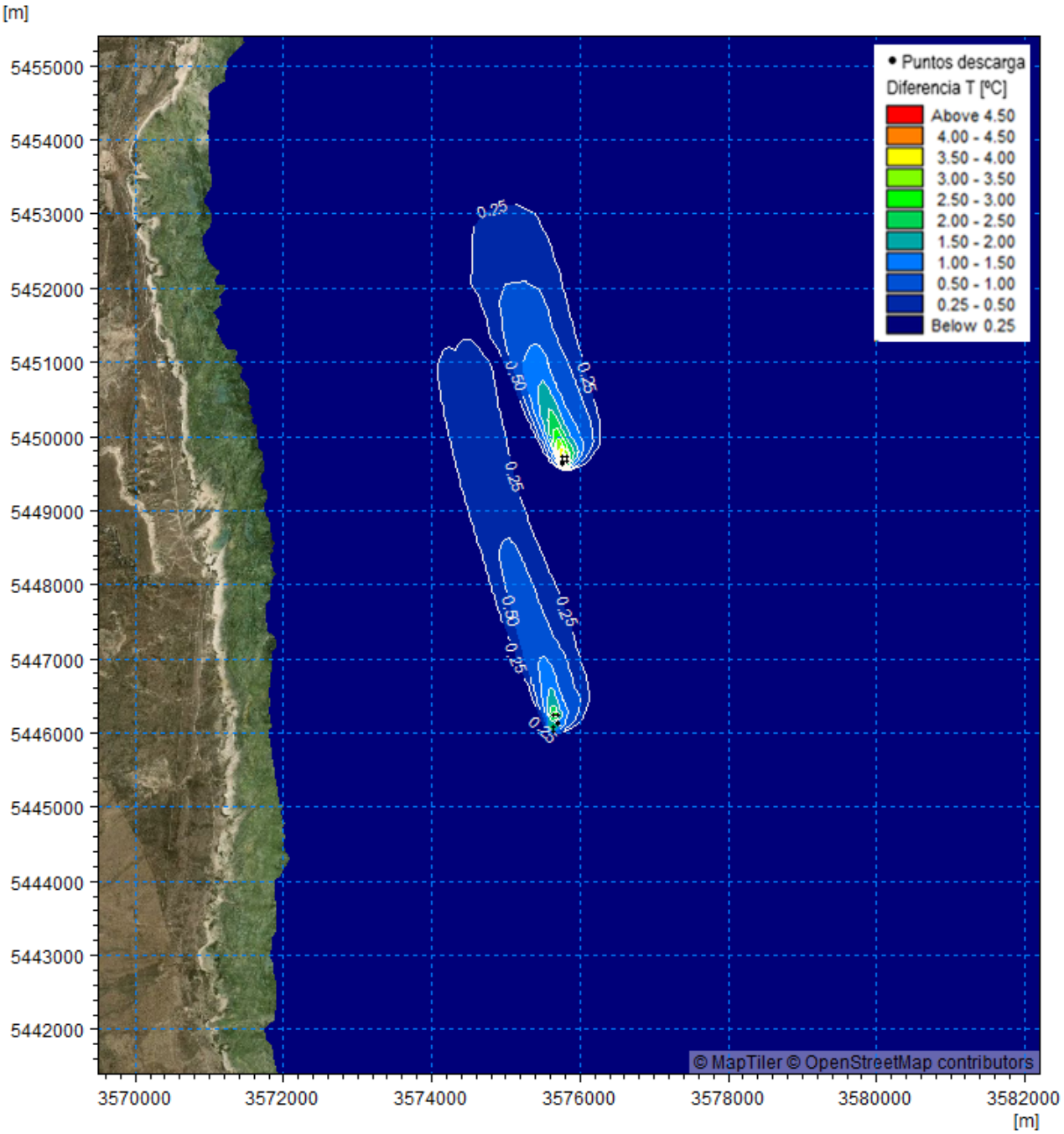


Figura 86. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Invierno EI-S.

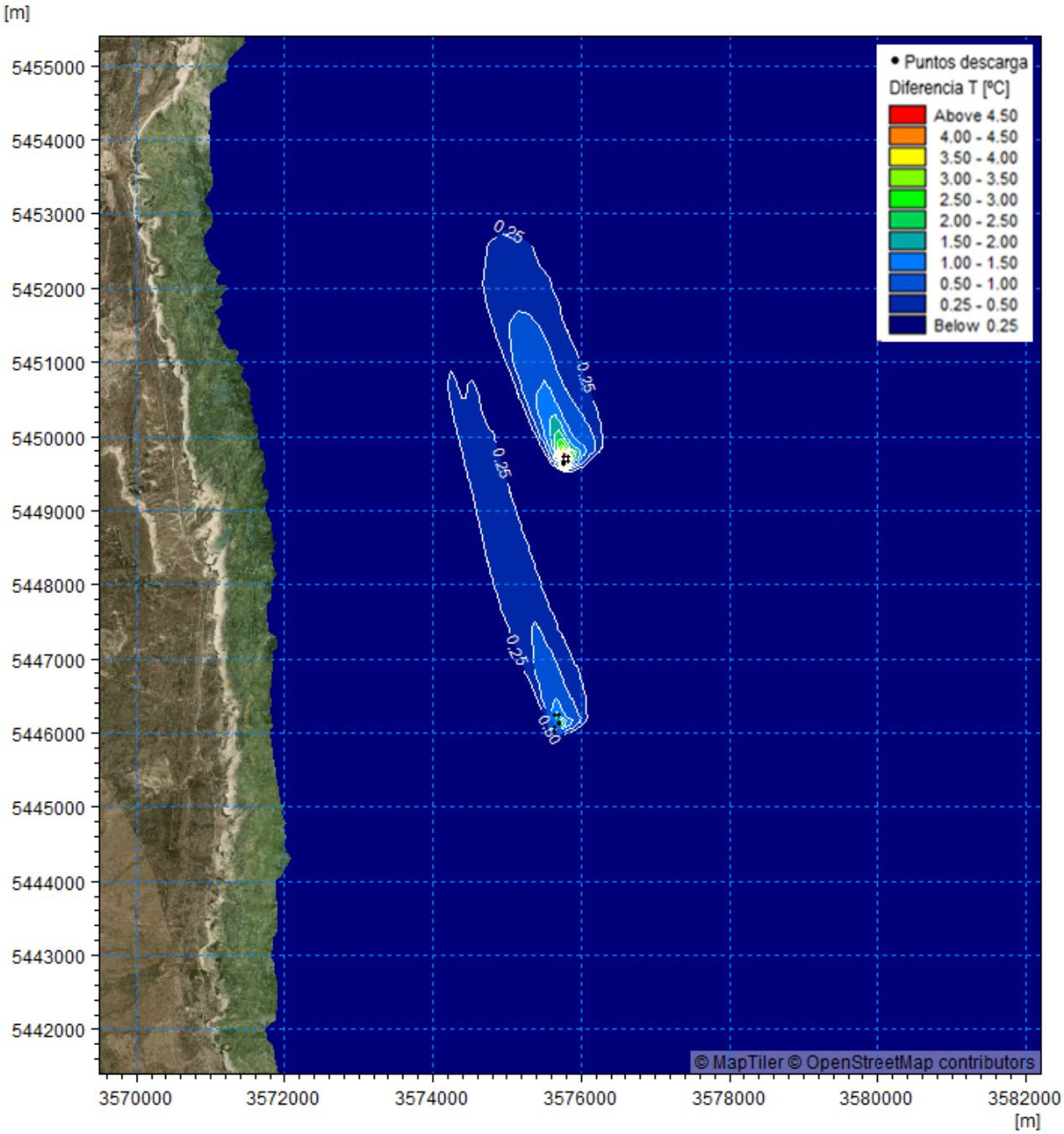


Figura 87. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-S.

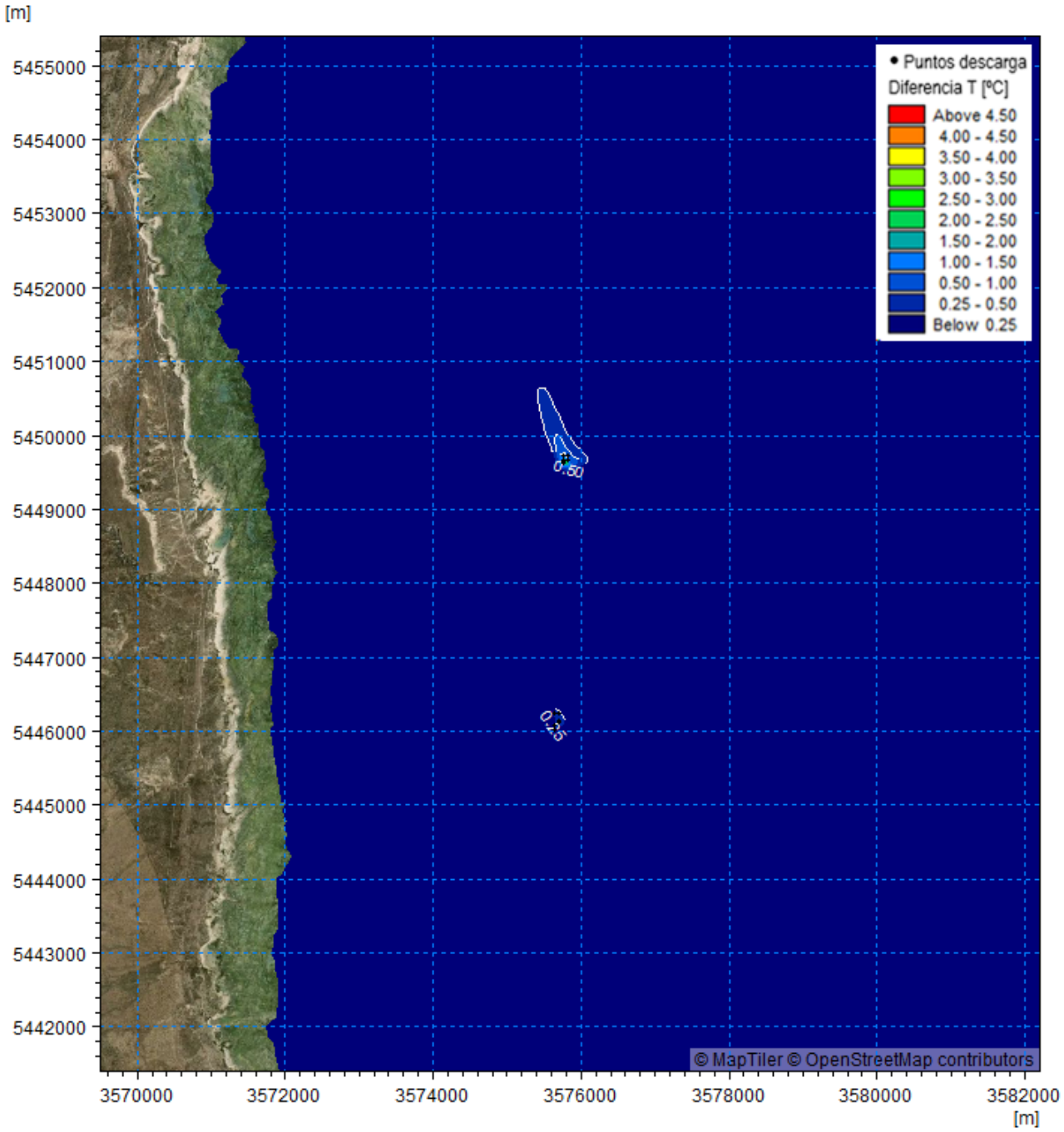


Figura 88. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Invierno EI-S.

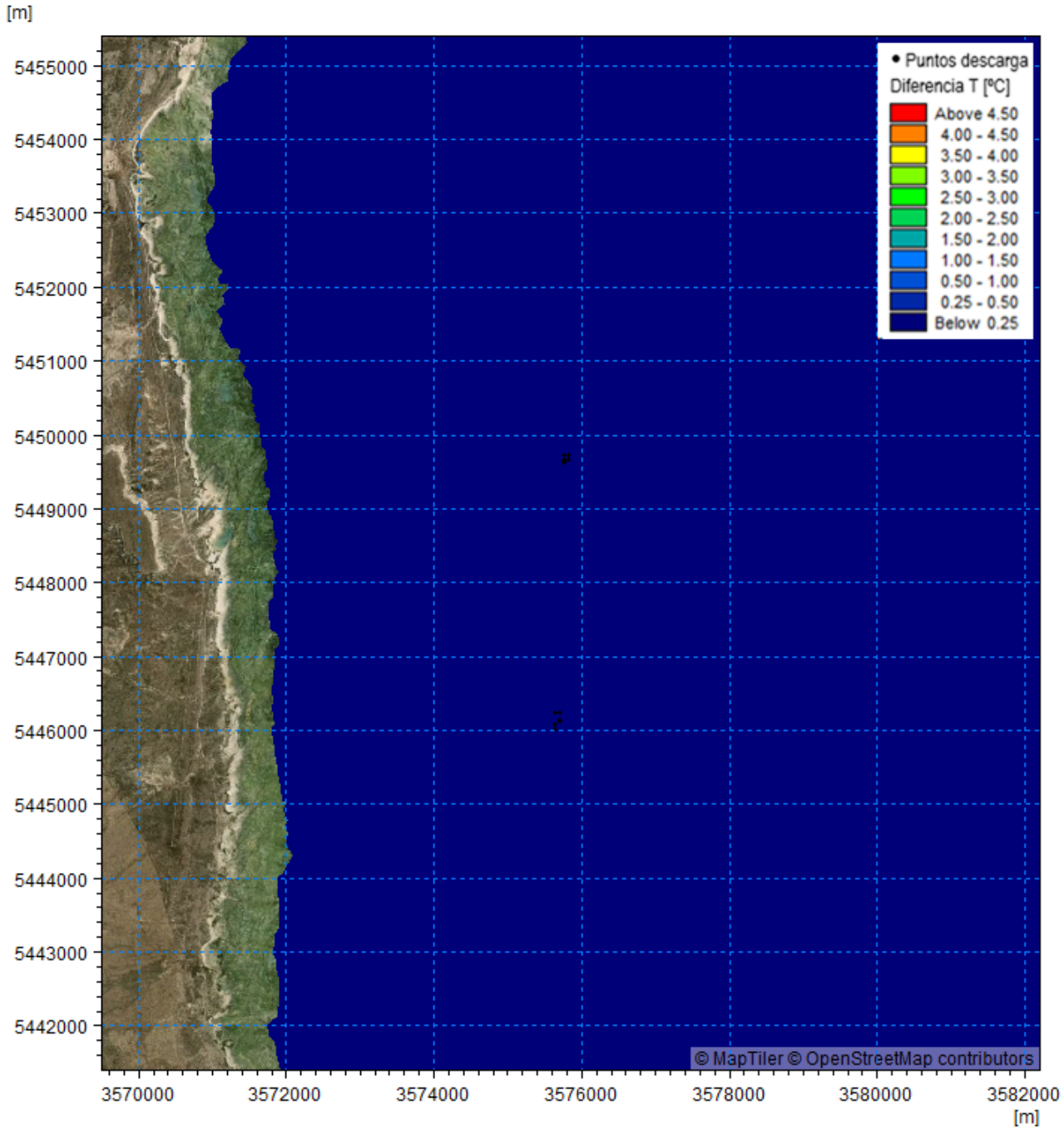


Figura 89. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-S.

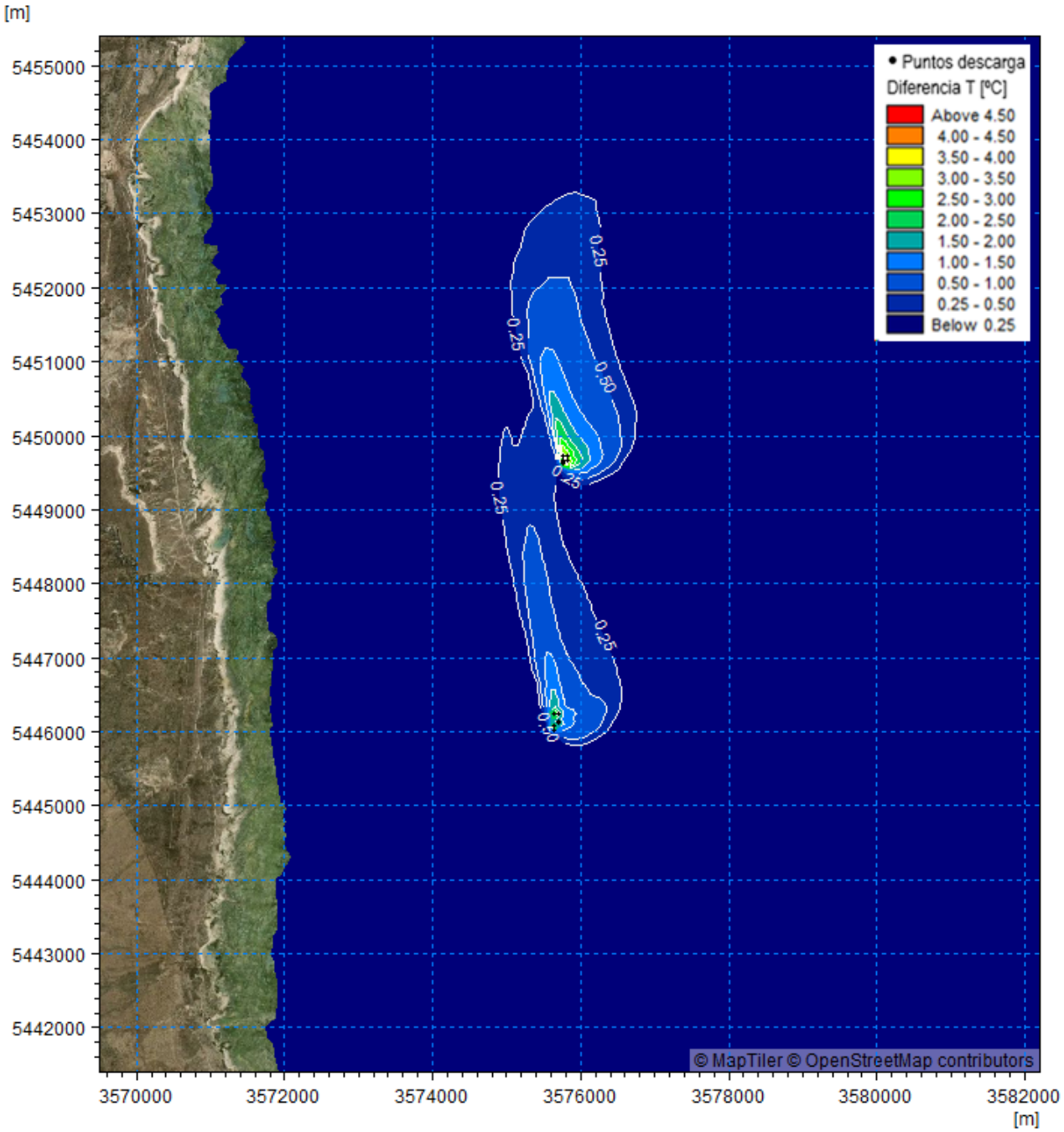


Figura 90. Diferencia de temperatura (°C) en la capa superficial. Escenario Invierno El-SO.

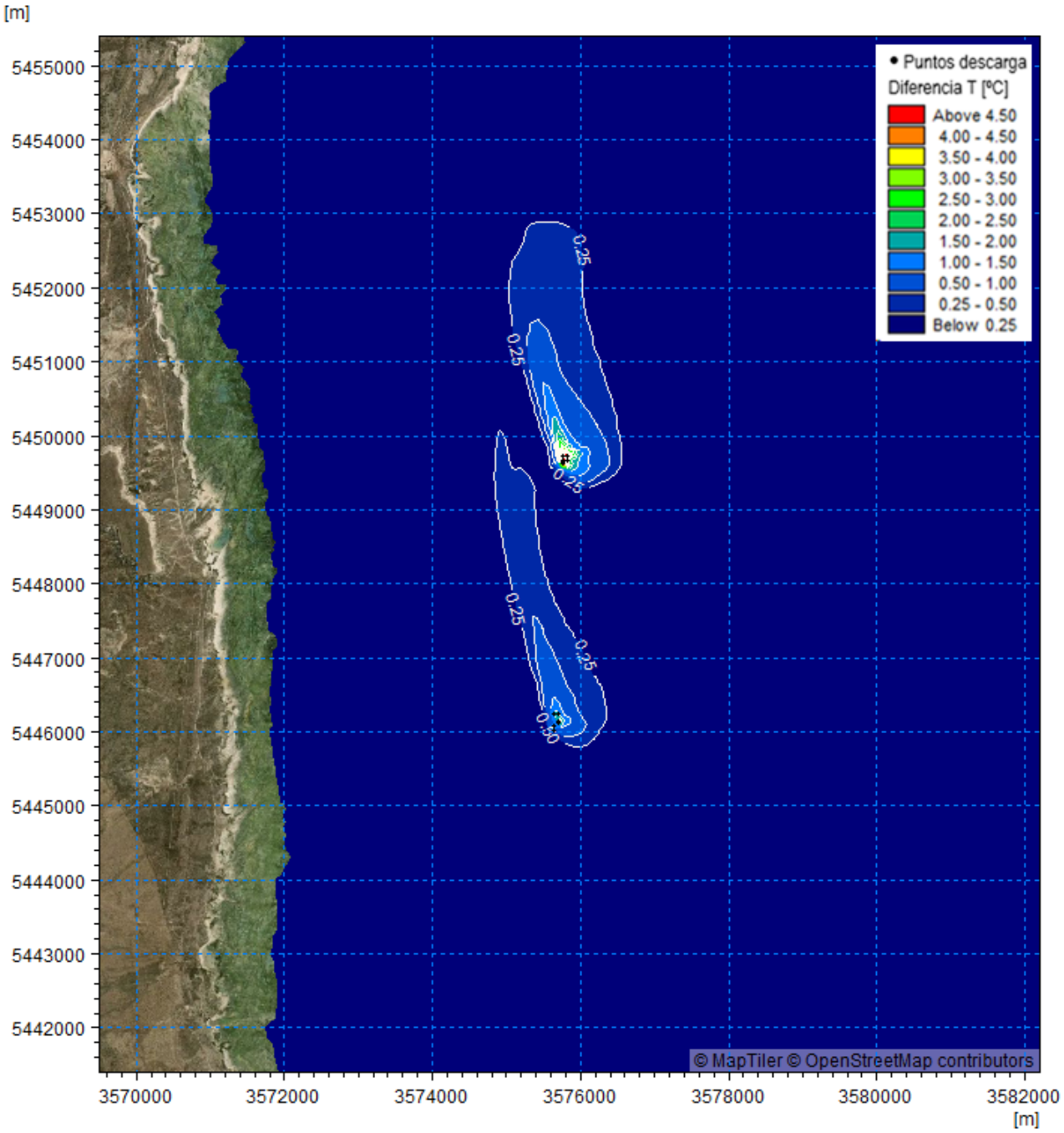


Figura 91. Diferencia de temperatura (°C) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-SO.

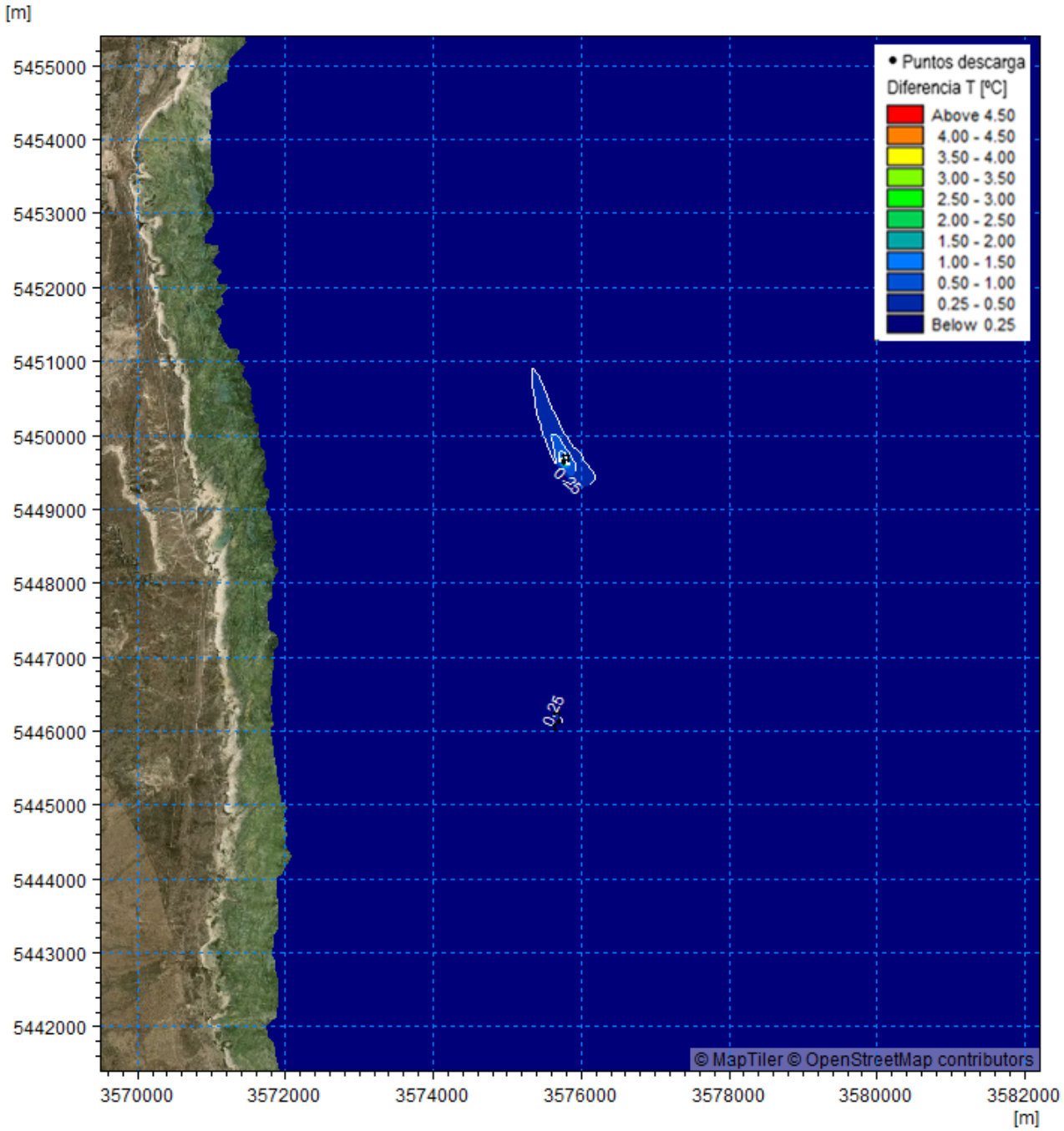


Figura 92. Diferencia de temperatura (°C) a profundidad media. Escenario Invierno EI-SO.

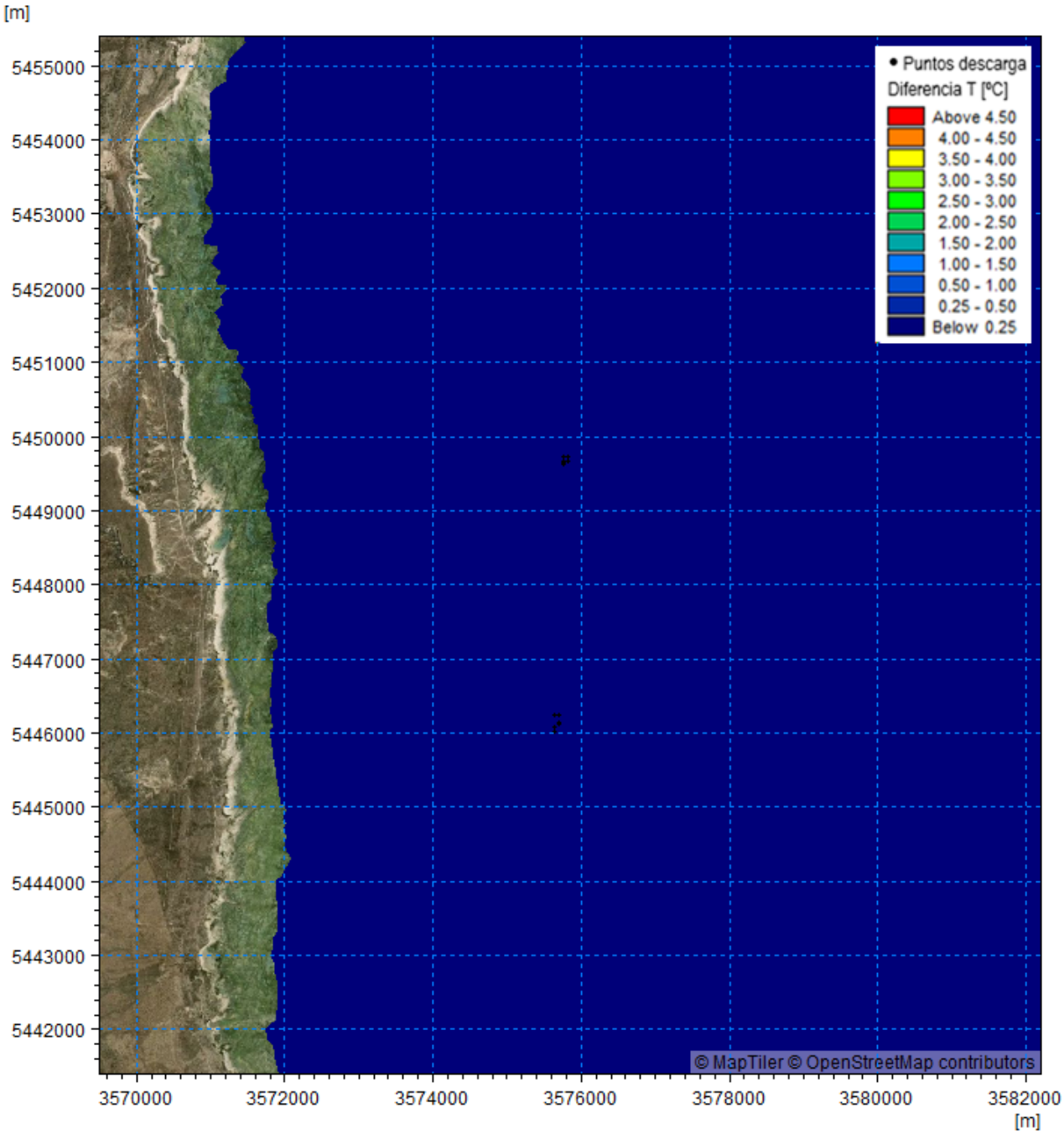


Figura 93. Diferencia de temperatura (°C) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-SO.

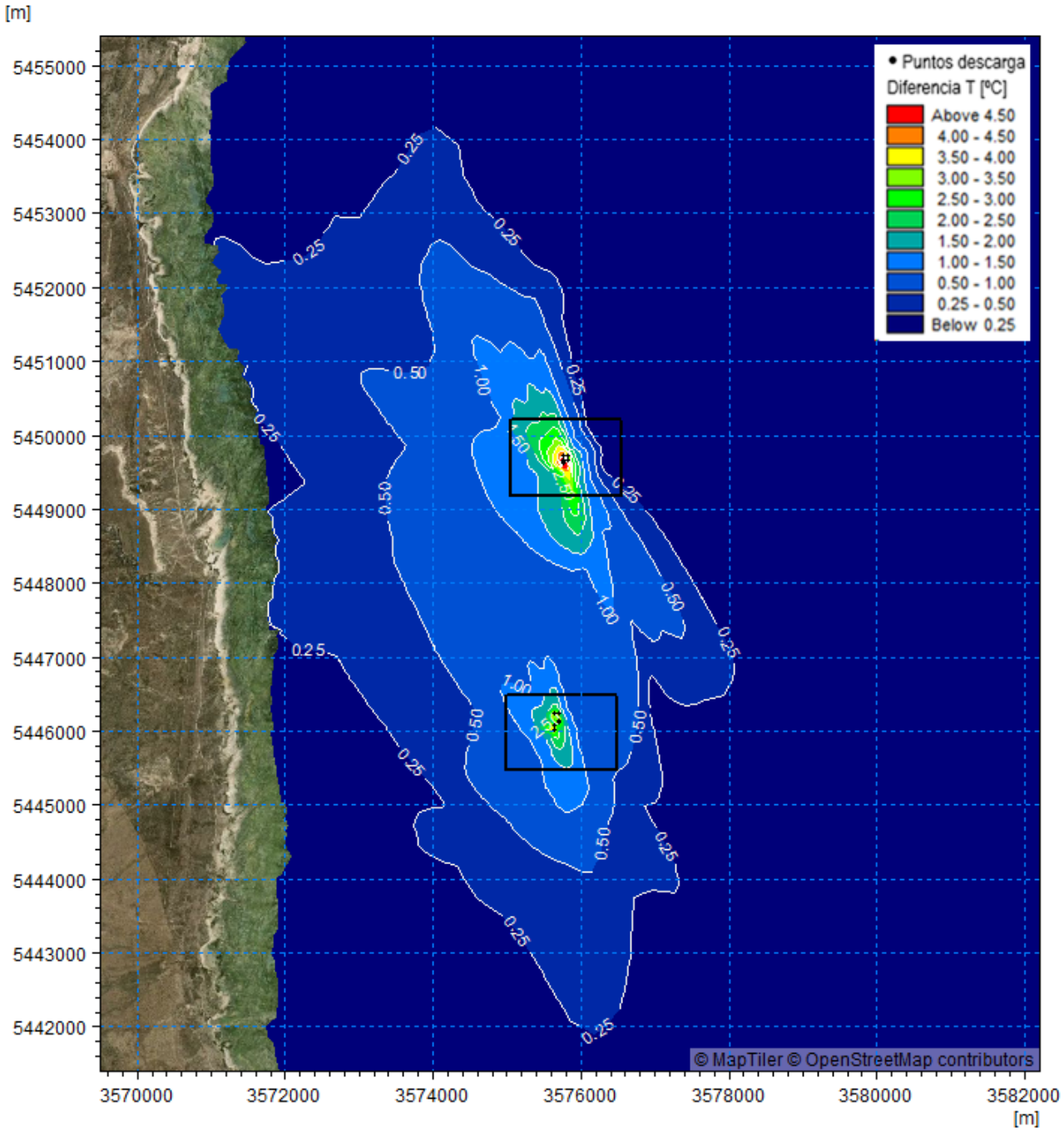


Figura 94. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Escenario Invierno EI-Var.

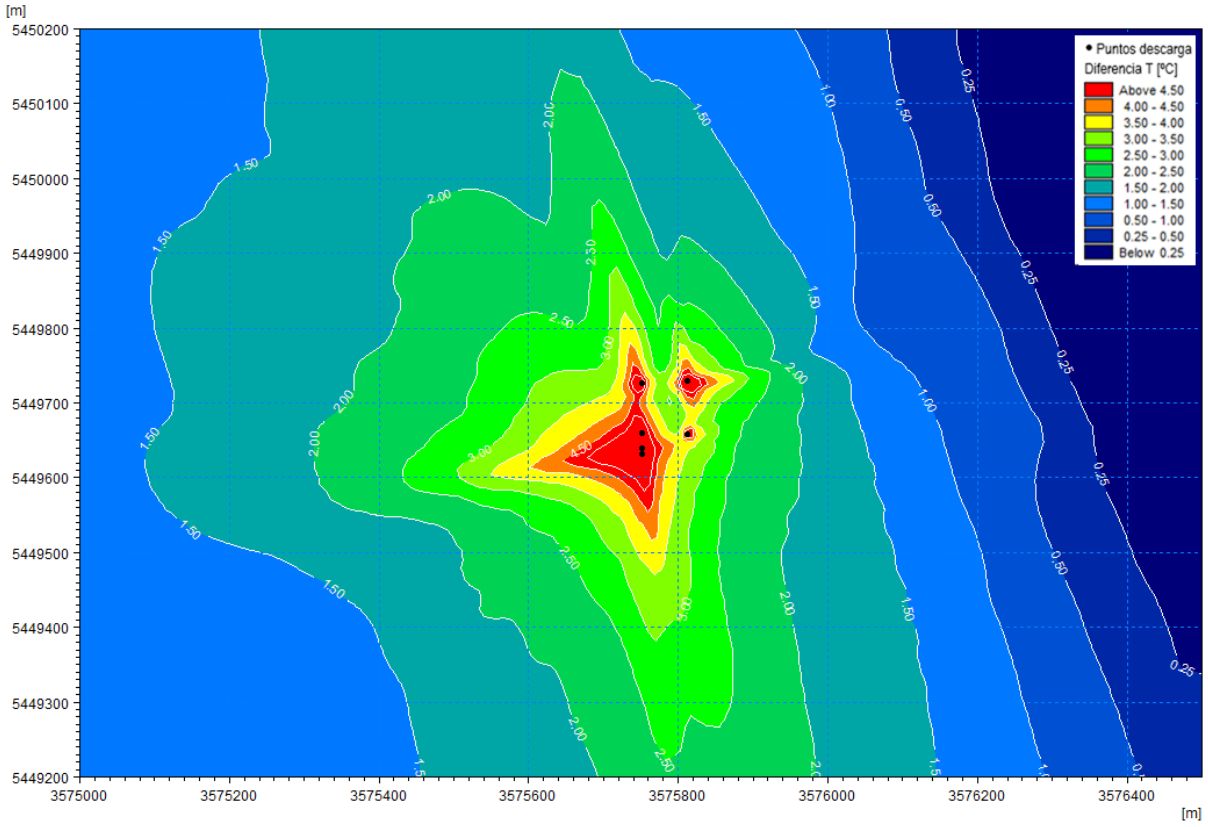


Figura 95. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

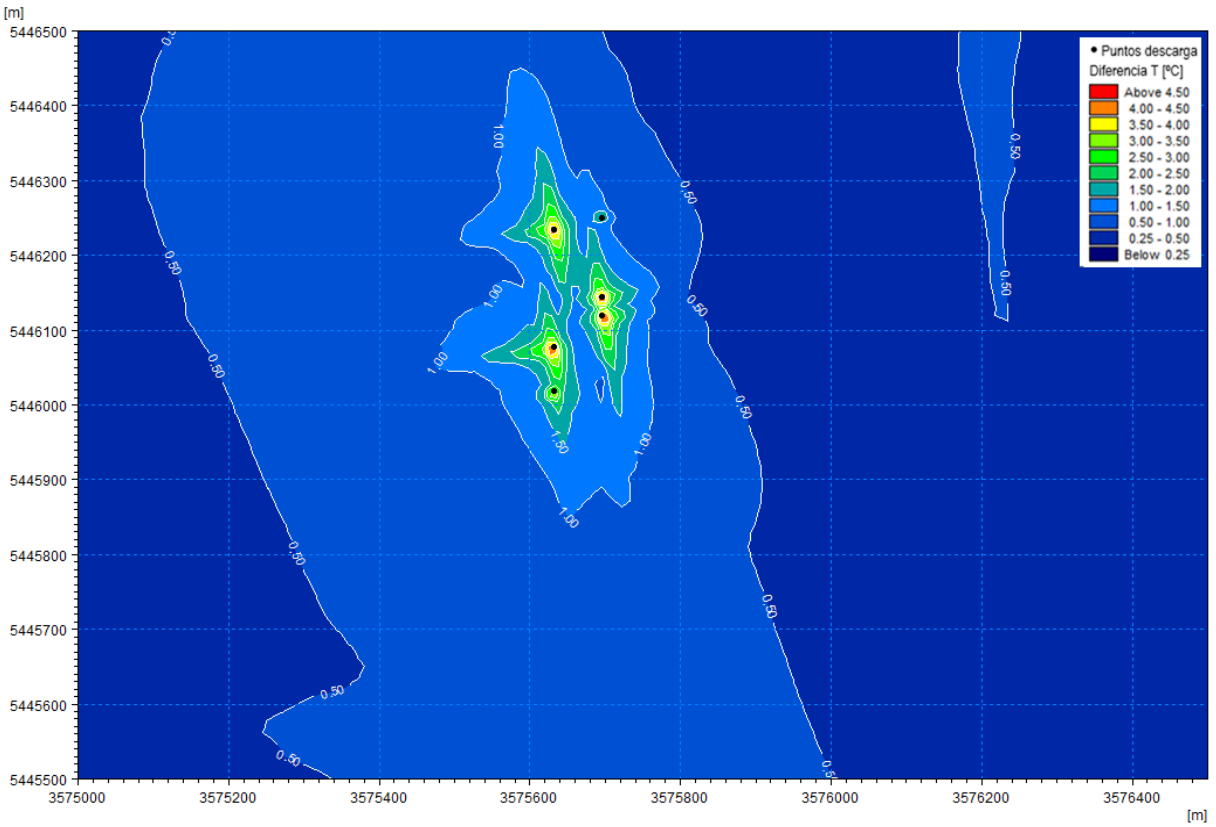


Figura 96. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

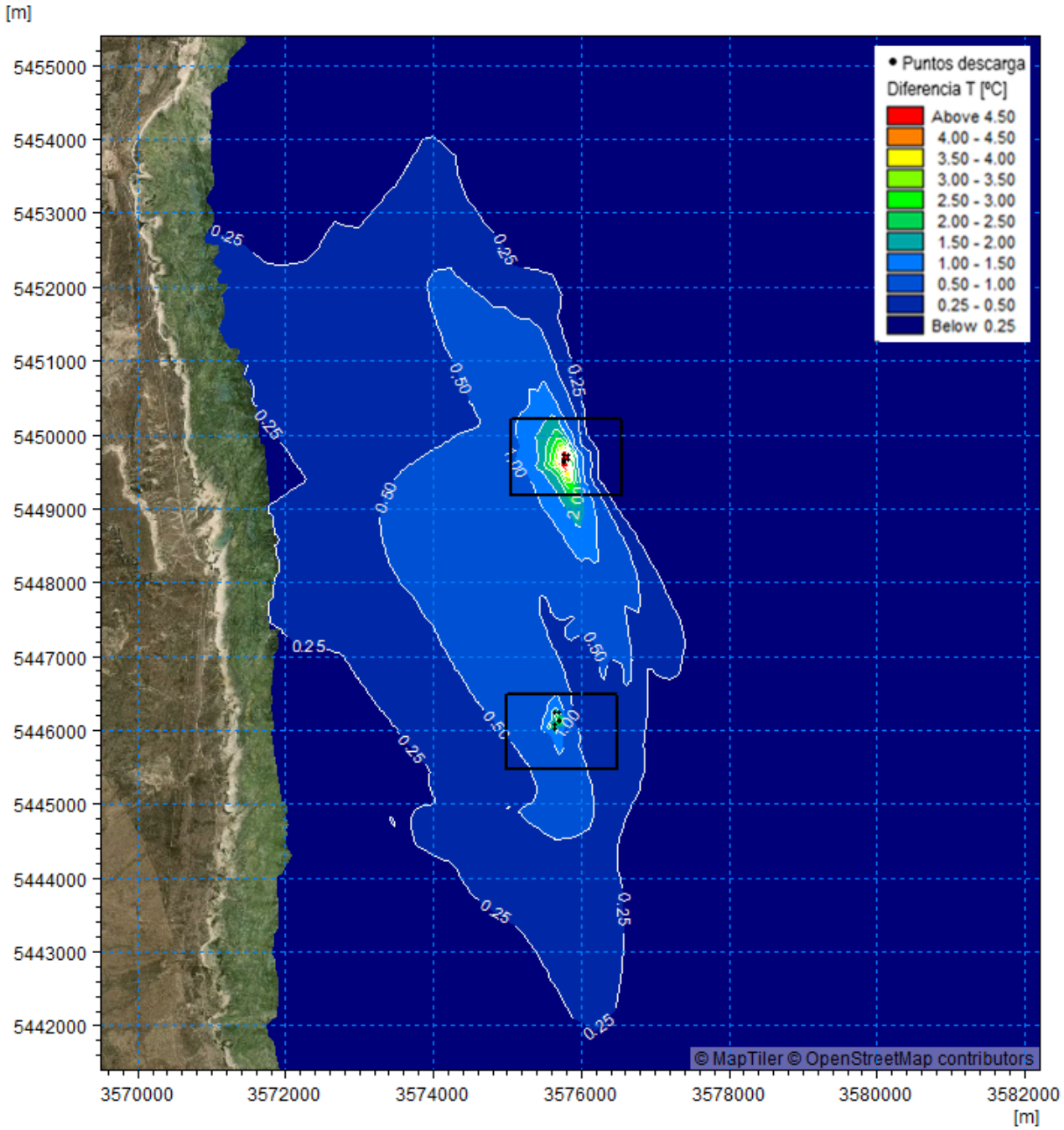


Figura 97. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-Var.

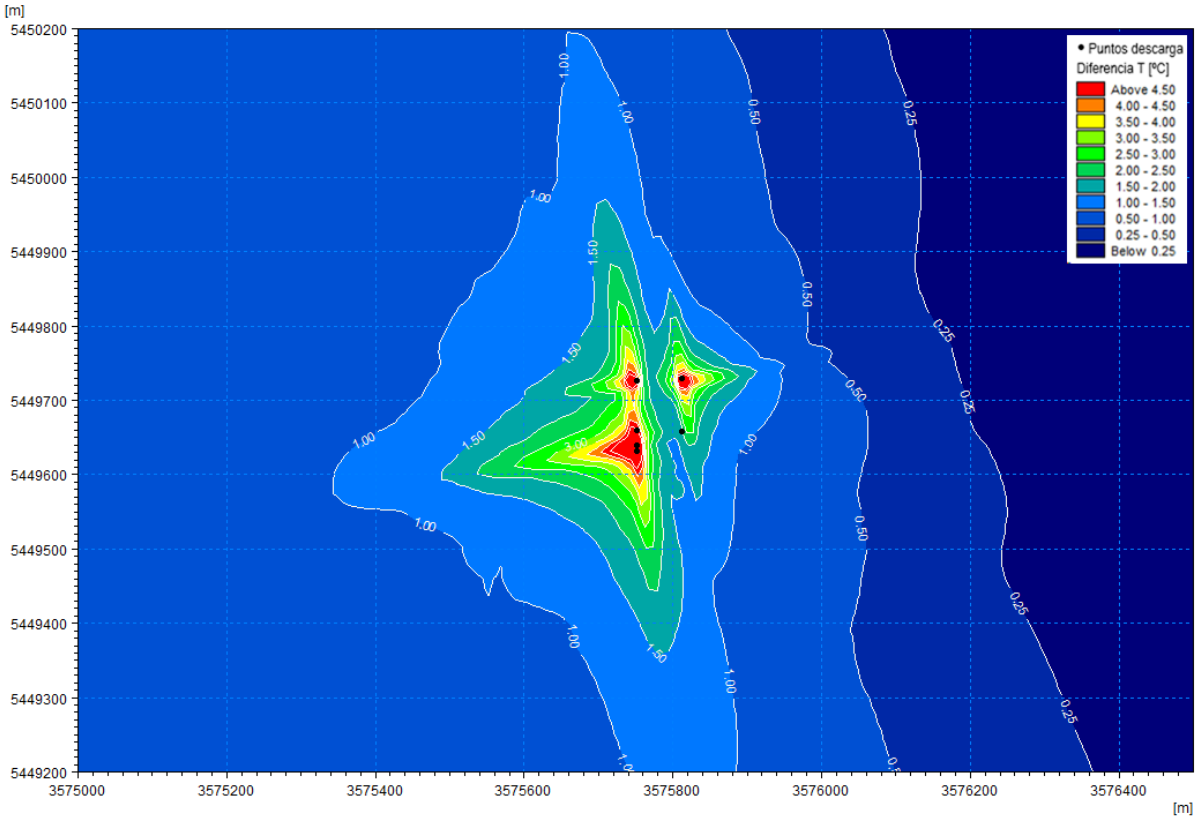


Figura 98. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

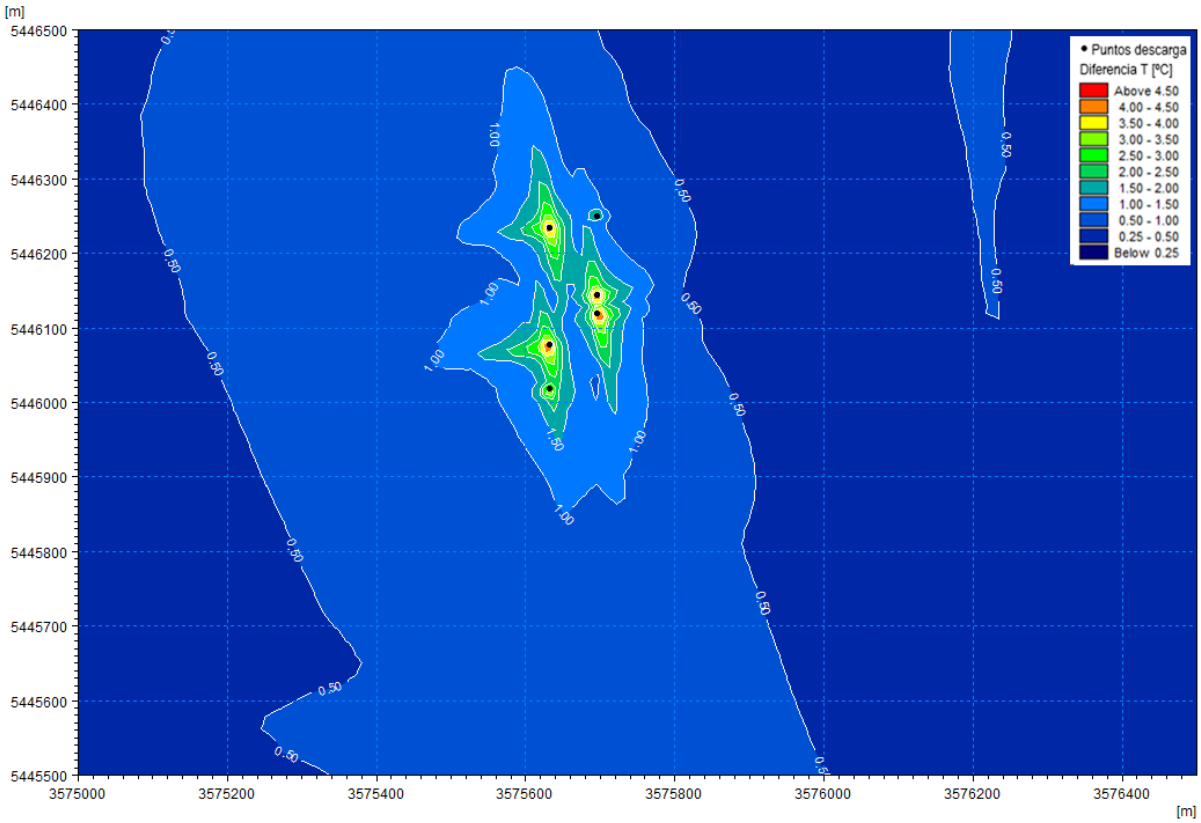


Figura 99. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

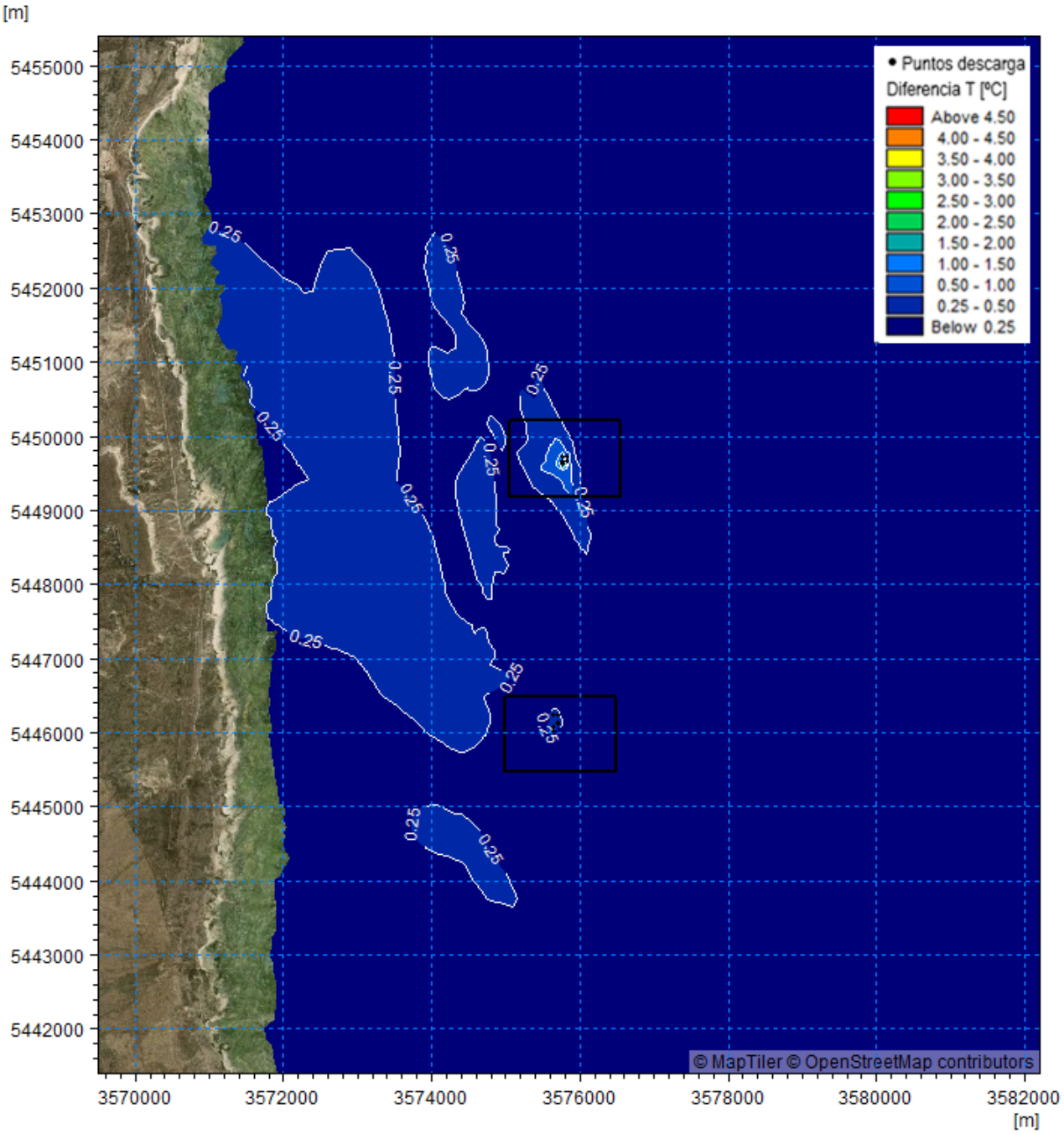


Figura 100. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Escenario Invierno El-Var.

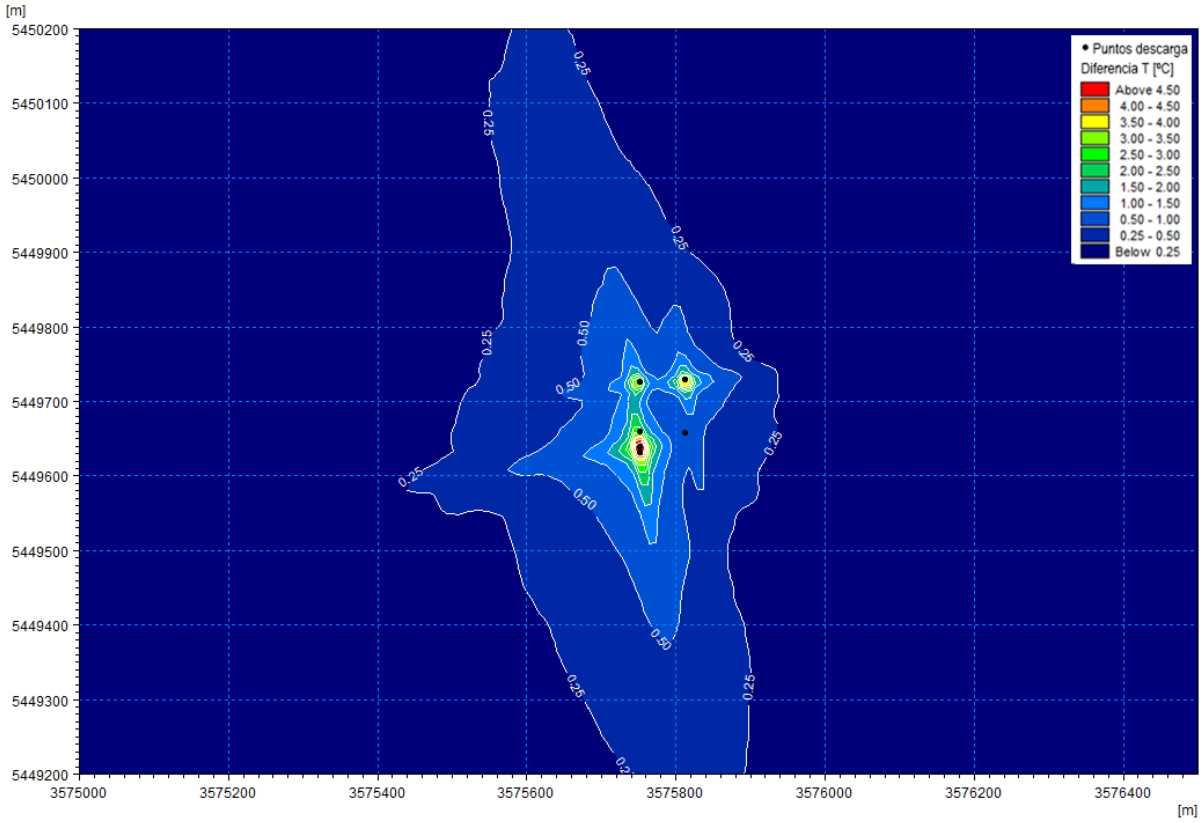


Figura 101. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

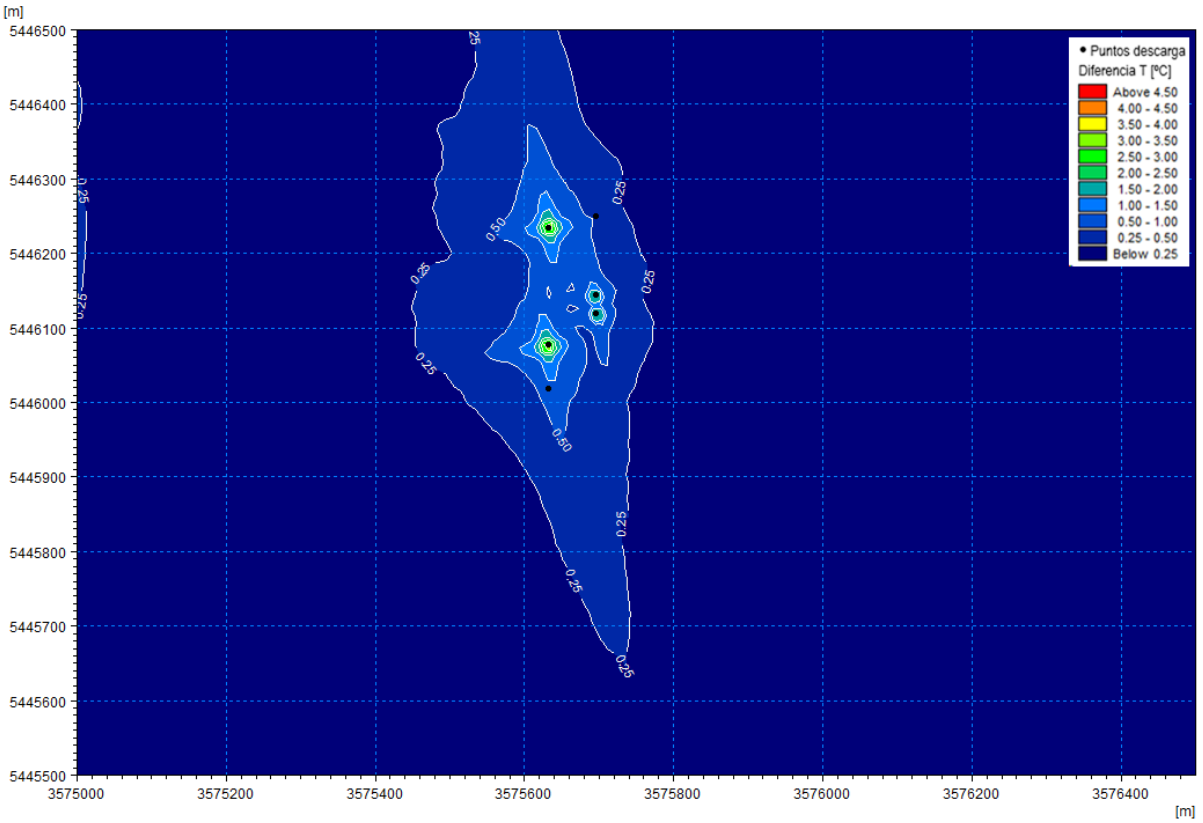


Figura 102. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

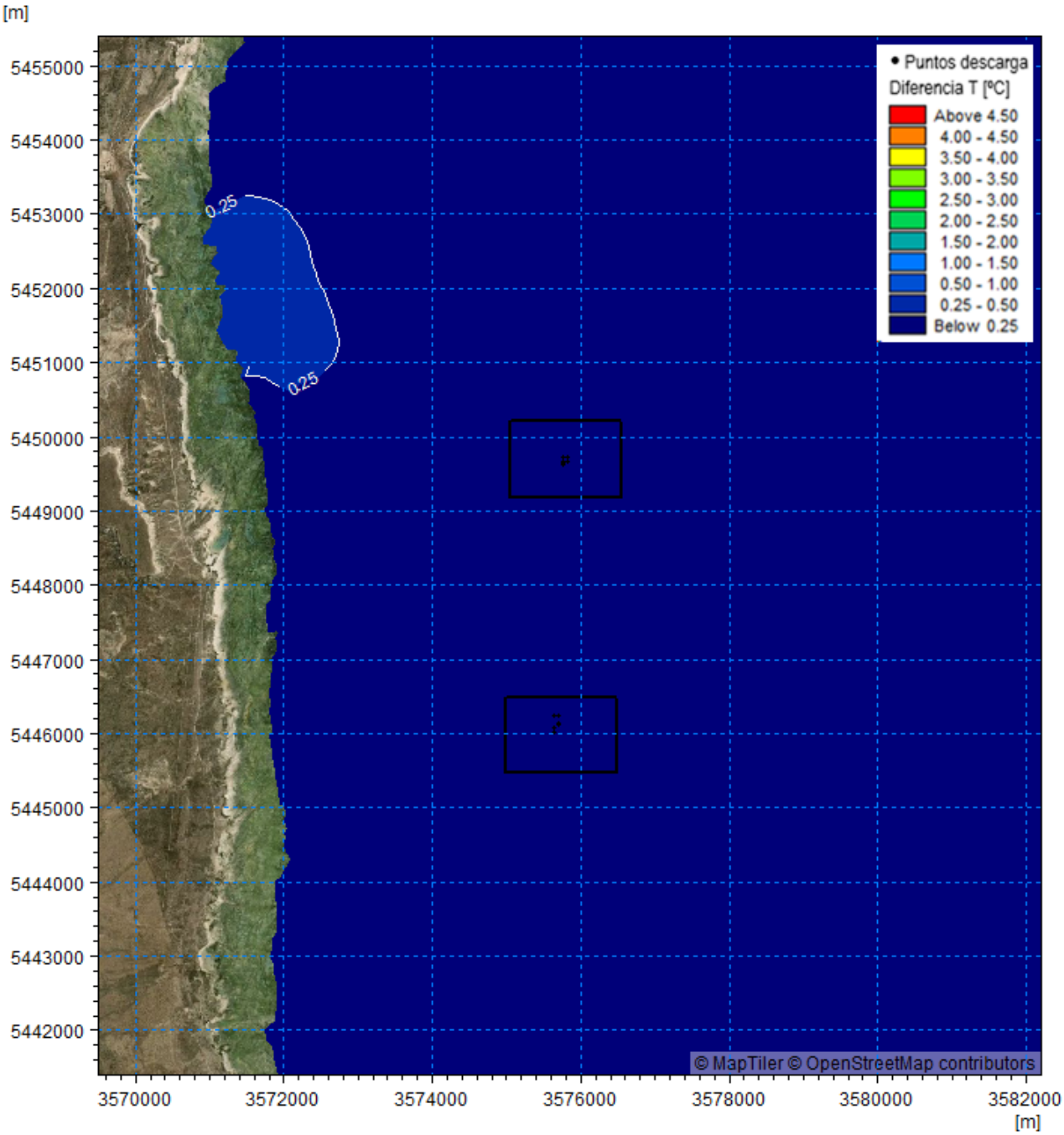


Figura 103. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Escenario Invierno El-Var.

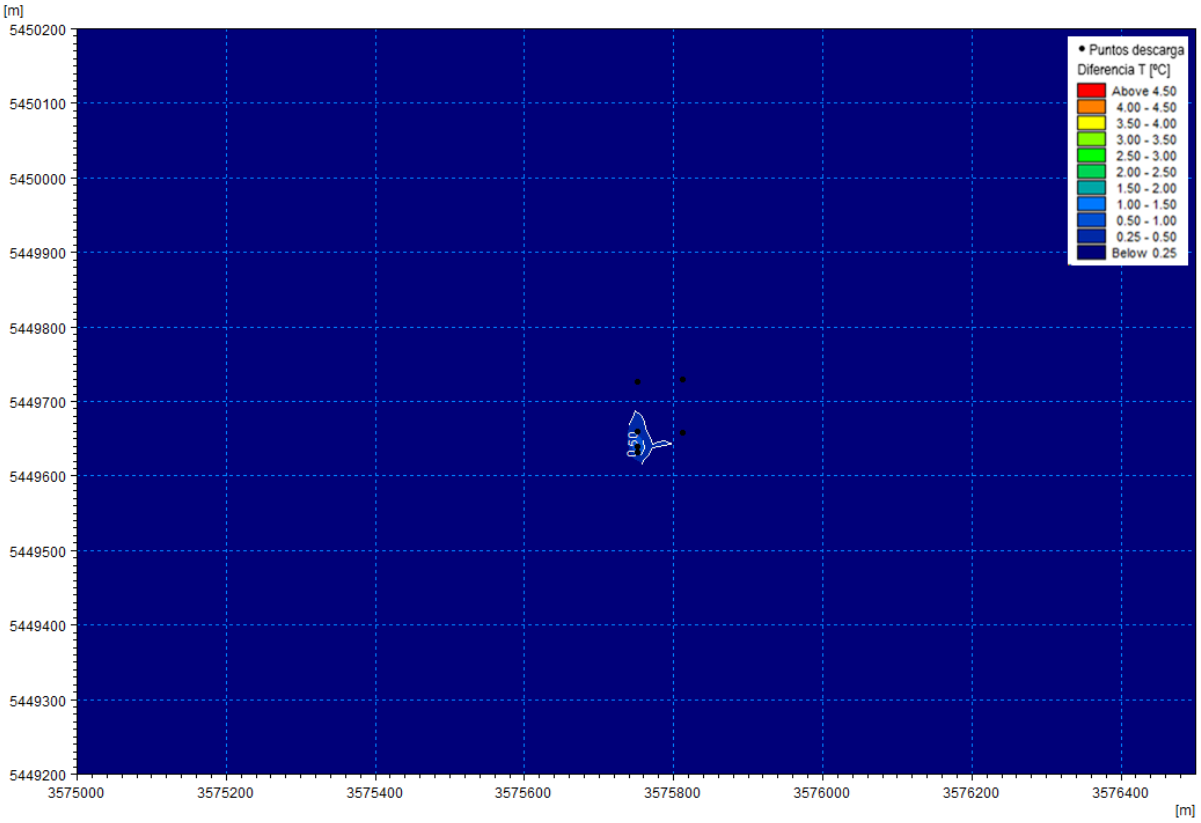


Figura 104. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

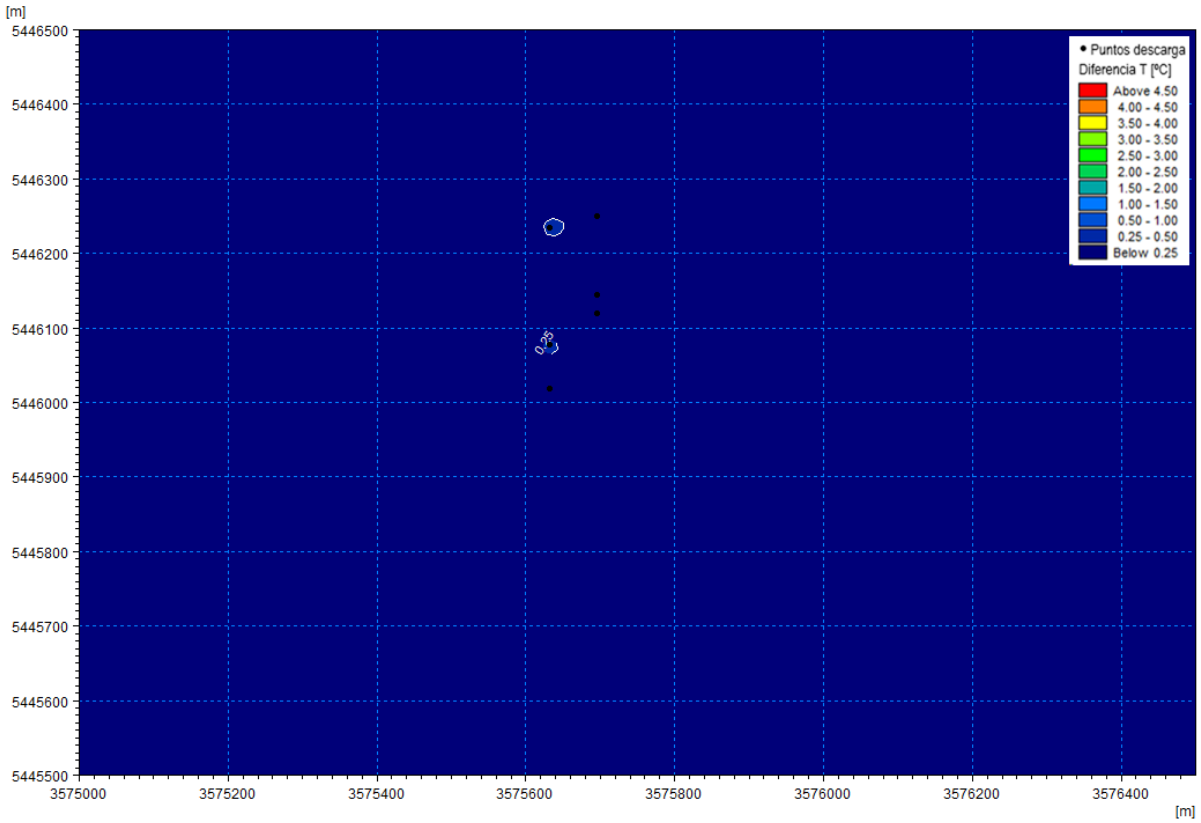


Figura 105. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

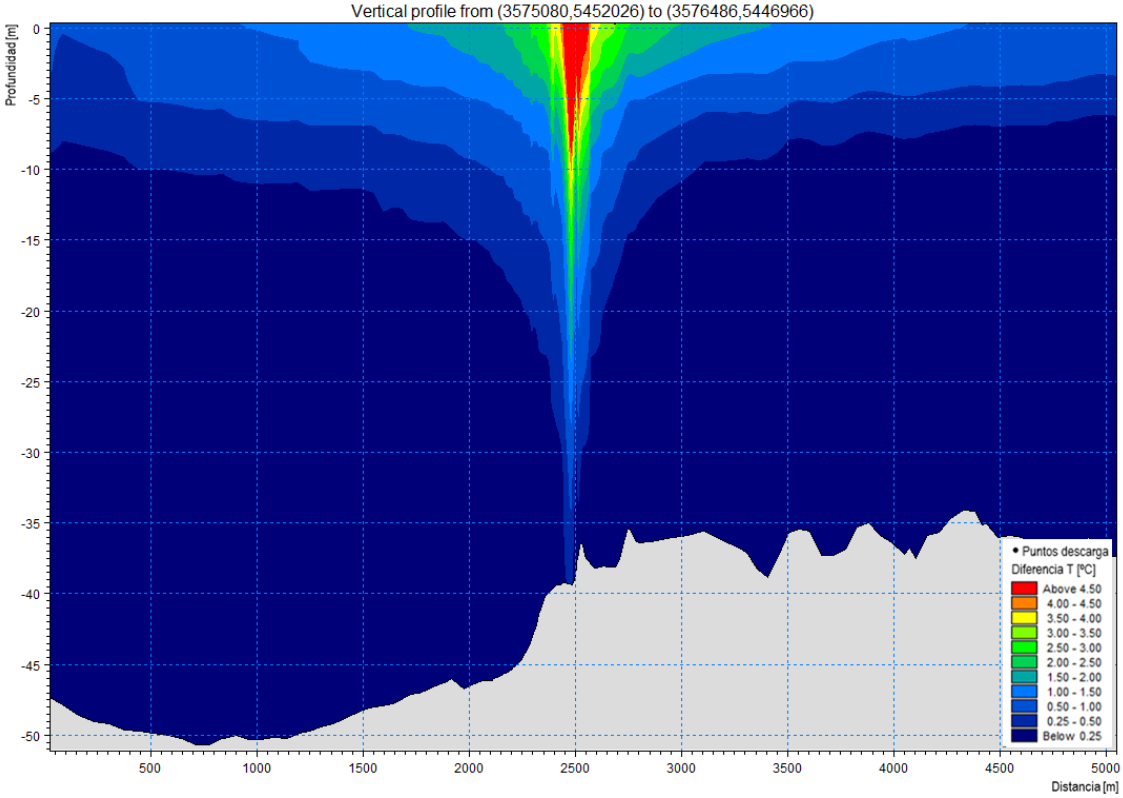


Figura 106. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

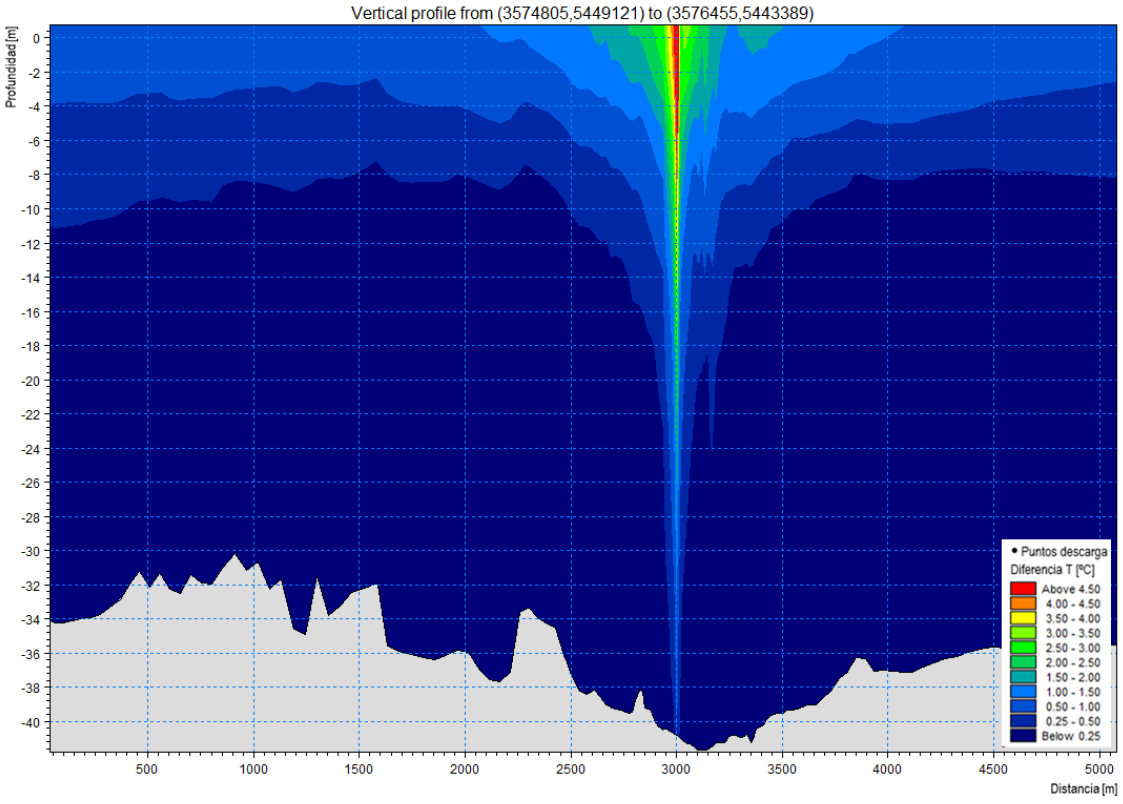


Figura 107. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

7.2 RESUMEN DE DISTANCIAS DE AFECTACIÓN Y CONCLUSIONES

Se computaron las distancias máximas desde la descarga a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C entre la condición natural y la condición con descarga térmica.

En la Tabla 10 se muestran las distancias máximas más conservativas calculadas en las dos capas superficiales, en la Tabla 11 a profundidad media y en la Tabla 12 en la capa inferior, es decir en el lecho marino, para el buque Hilli Episeyo. Luego, en la Tabla 13 a la Tabla 15 se muestran las distancias máximas correspondientes al buque MKII (GOLAR).

Se puede apreciar que para las condiciones de calma durante un período prolongado de 14 días y de vientos variables principalmente del Este en Invierno, el incremento de temperatura correspondiente al buque Hilli Episeyo llega a la costa para la capa superficial e intermedia con valores del orden de 0,25ºC. Para el buque MKII ello ocurre también con vientos del Este persistentes 5 días en Invierno.

En cambio, en la capa de fondo se produce una leve afectación del orden de 0,25ºC de incremento de temperatura en un entorno de 25 metros alrededor del buque Hilli Episeyo y de 50 metros para el buque MKII en condiciones de calma. La pluma térmica alcanza las cercanías de la costa en la capa de fondo con un incremento de temperatura del orden de 0,25ºC solamente para las condiciones de invierno.

Tabla 10. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C en la superficie, para el buque Hilli Episeyo.

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)				
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C	
Verano	Calma	EV-C	3,2	0,9	0,15	0,01	*(2)*
	Norte	EV-N	2,3	0,5	-	-	
	Este	EV-E	2,6	0,7	0,2	-	*(1)*
	Sureste	EV-SE	3,5	1,2	0,3	0,07	*(1)*
	Sur	EV-S	3,7	0,8	0,1	-	*(1)*
	Suroeste	EV-SO	4,1	0,9	0,08	-	*(1)*
	Variable	EV-Var	4,3	1	0,2	0,08	*(2)*
Invierno	Calma	EI-C	4,5 (costa)	1,9	0,35	0,1	*(2)(3)*
	Este	EI-E	3,1	0,7	0,25	-	
	Sureste	EI-SE	4,9	0,8	0,2	0,08	*(1)*
	Sur	EI-S	5,3	0,9	0,15	-	
	Suroeste	EI-SO	4	0,9	0,1	-	*(1)*
	Variable	EI-Var	4,5 (costa)	1,2	0,3	0,1	*(2)*

(1) Isolíneas 0,25°C de ambos buques se superponen ligeramente
(2) Isolíneas 0,25°C de ambos buques se superponen considerablemente
(3) Isolíneas 1°C de ambos buques se superponen ligeramente

Tabla 11. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C a profundidad media, para el buque Hilli Episeyo.

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)			
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C
Verano	Calma	EV-C	0,1	0,025	0,01	-
	Norte	EV-N	-	-	-	-
	Este	EV-E	-	-	-	-
	Sureste	EV-SE	0,07	-	-	-
	Sur	EV-S	0,07	-	-	-
	Suroeste	EV-SO	-	-	-	-
	Variable	EV-Var	0,1	0,02	0,01	-
Invierno	Calma	EI-C	0,2 y en la zona de costa	0,02	0,01	-
	Este	EI-E	0,08	-	-	-
	Sureste	EI-SE	0,15	-	-	-
	Sur	EI-S	0,1	-	-	-
	Suroeste	EI-SO	0,1	-	-	-
	Variable	EI-Var	4,5 (costa)	0,02	0,01	-

Tabla 12. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C en la capa inferior, para el buque Hilli Episeyo.

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)			
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C
Verano	Calma	EV-C	-	-	-	-
	Norte	EV-N	-	-	-	-
	Este	EV-E	-	-	-	-
	Sureste	EV-SE	-	-	-	-
	Sur	EV-S	-	-	-	-
	Suroeste	EV-SO	-	-	-	-
	Variable	EV-Var	0,025	-	-	-
Invierno	Calma	EI-C	0,025 y en la zona de costa	-	-	-
	Este	EI-E	-	-	-	-
	Sureste	EI-SE	-	-	-	-
	Sur	EI-S	-	-	-	-
	Suroeste	EI-SO	-	-	-	-
	Variable	EI-Var	0,015 y en la zona de costa	-	-	-

Tabla 13. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C en la superficie, para el buque MKII (GOLAR).

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)				
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C	
Verano	Calma	EV-C	6	1,5	0,5	0,2	*(2)*
	Norte	EV-N	4,8	0,9	0,2	-	
	Este	EV-E	3	1,1	0,4	0,2	*(1)*
	Sureste	EV-SE	3,5	1,7	0,7	0,3	*(1)*
	Sur	EV-S	3,5	1,6	0,7	0,3	*(1)*
	Suroeste	EV-SO	3,1	0,8	0,2	0,1	*(1)*
	Variable	EV-Var	5,7	2,1	0,7	0,25	*(2)*
Invierno	Calma	EI-C	5,8 (costa)	2,4	1,1	0,35	*(2)(3)*
	Este	EI-E	4,2 (costa)	1,4	0,4	0,2	
	Sureste	EI-SE	3,6	1,6	0,6	0,3	*(1)*
	Sur	EI-S	3,5	1,6	0,7	0,3	
	Suroeste	EI-SO	3,6	1,5	0,6	0,2	*(1)*
	Variable	EI-Var	5,8 (costa)	2,2	0,9	0,4	*(2)*

(1) Isolíneas 0,25°C de ambos buques se superponen ligeramente
(2) Isolíneas 0,25°C de ambos buques se superponen considerablemente
(3) Isolíneas 1°C de ambos buques se superponen ligeramente

Tabla 14. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C a profundidad media, para el buque MKII (GOLAR).

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)			
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C
Verano	Calma	EV-C	0,1	0,035	0,02	0,01
	Norte	EV-N	0,8	0,06	-	-
	Este	EV-E	0,6	0,1	-	-
	Sureste	EV-SE	0,8	0,08	-	-
	Sur	EV-S	0,8	0,1	-	-
	Suroeste	EV-SO	0,6	0,07	-	-
	Variable	EV-Var	0,4	0,08	0,02	0,01
Invierno	Calma	EI-C	0,3 y en la zona de costa	0,07	0,025	0,015
	Este	EI-E	4,2 (costa)	0,1	-	-
	Sureste	EI-SE	1,3	0,1	0,05	-
	Sur	EI-S	1	0,1	-	-
	Suroeste	EI-SO	1,3	0,1	0,05	-
	Variable	EI-Var	5,8 (costa)	0,08	0,025	0,015

Tabla 15. Distancia máxima horizontal al buque a la que se obtuvieron diferencias de 0,25, 1, 2 y 3°C en la capa inferior, para el buque MKII (GOLAR).

Escenario			Distancia Máxima Horizontal al Buque (km)			
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	0,25 °C	1°C	2°C	3°C
Verano	Calma	EV-C	-	-	-	-
	Norte	EV-N	-	-	-	-
	Este	EV-E	-	-	-	-
	Sureste	EV-SE	-	-	-	-
	Sur	EV-S	-	-	-	-
	Suroeste	EV-SO	-	-	-	-
	Variable	EV-Var	0,05	-	-	-
Invierno	Calma	EI-C	0,025 y en la zona de costa	-	-	-
	Este	EI-E	0,01 y en la zona de costa	-	-	-
	Sureste	EI-SE	-	-	-	-
	Sur	EI-S	-	-	-	-
	Suroeste	EI-SO	-	-	-	-
	Variable	EI-Var	0,03 y en la zona de costa	-	-	-

8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDAS DE LA MODELACIÓN DE LA PLUMA DE SALINIDAD

A continuación, se presentan los resultados de la modelación. De la Figura 108 a la Figura 199 se muestra la envolvente de la diferencia máxima de salinidad entre la condición natural y la condición con descarga de ambos buques. Significa que las máximas diferencias graficadas no se dan en el mismo instante, sino al menos en un instante de la ventana de modelación.

La descarga salina de ambos buques se ubica principalmente en la capa subsuperficial del modelo. Sin embargo, a los efectos ilustrativos se presentan los resultados de la capa superficial y subsuperficial, indicando a cuál corresponde en cada caso, y además se presentan los resultados de la capa que se puede considerar representativa de la profundidad media y para la capa inferior, es decir, la capa adyacente al lecho marino.

Los resultados obtenidos muestran que solamente en el entorno cercano a los buques y en las capas más superficiales se superan valores de incrementos de salinidad de 0,025 PSU, lo cual es inferior a un 0,1% de los valores normales en el agua marina. Los escenarios de calma presentan en general mayores incrementos de salinidad cerca del buque, así como los escenarios de viento variable, que son aquellos en los que la pluma de incremento de salinidad se acerca más a la costa.

Las fluctuaciones de salinidad no presentan una tendencia creciente en el tiempo una vez que transcurre un breve período de estabilización de sus magnitudes. Esto puede observarse en los resultados extraídos en cercanía de ambos buques, que se muestran en la Figura 200 a Figura 207. Allí se observa la evolución temporal de la diferencia de salinidad en puntos ubicados aproximadamente 100 m al NNO de la descarga de salinidad de cada buque, para los escenarios de 14 días de duración (verano e invierno en calma y con viento variable).

En la capa inferior y en cercanías de la costa el incremento de salinidad para algunos escenarios alcanza un orden de magnitud entre 0,001 y 0,002 PSU, lo cual es inferior a un 0,01% de los valores normales de salinidad en el agua del golfo.

Esto implica que el impacto de las descargas de los buques resulta despreciable en relación con las fluctuaciones normales de la salinidad.

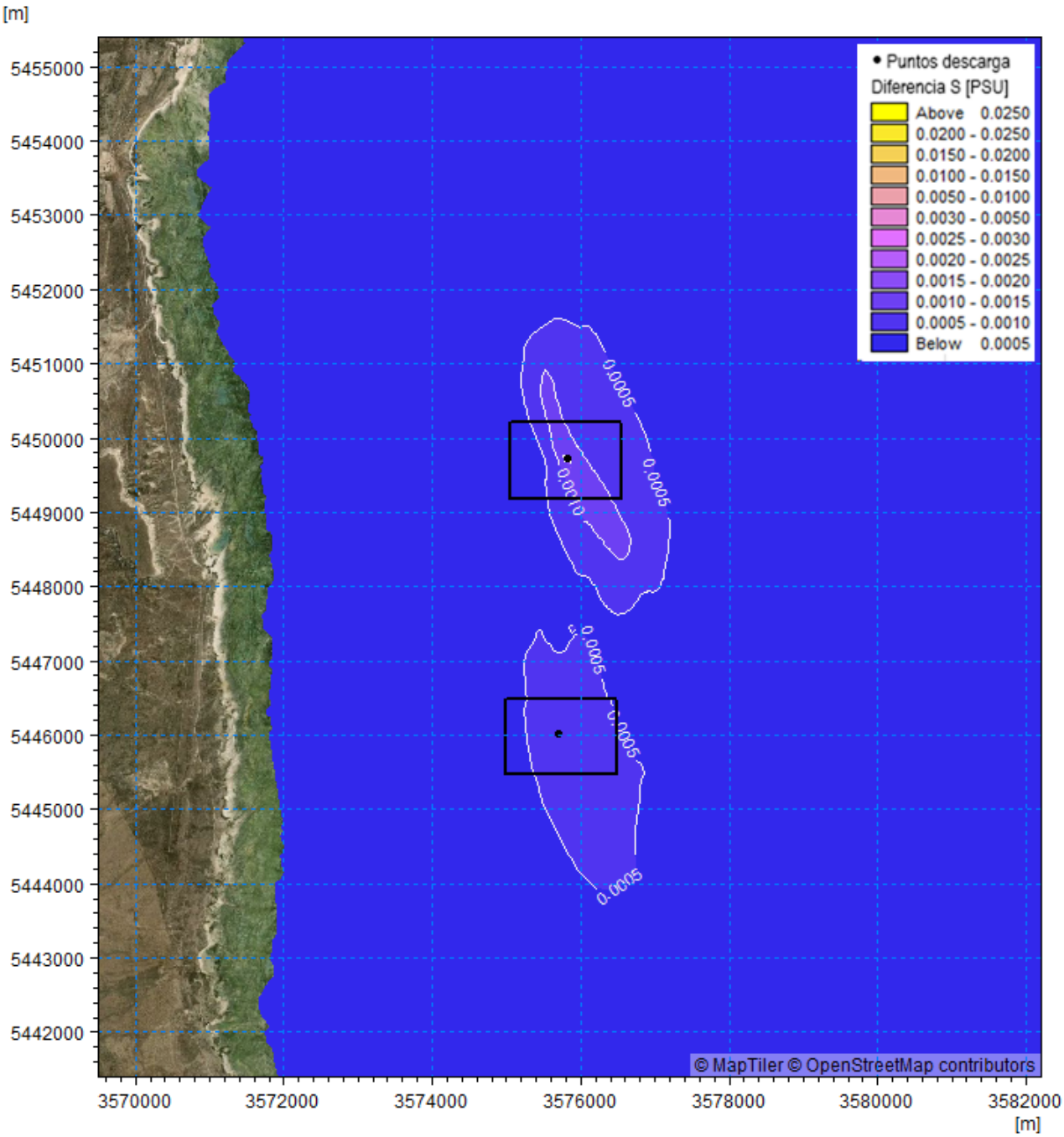


Figura 108. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Escenario Verano EV-C (Calma).

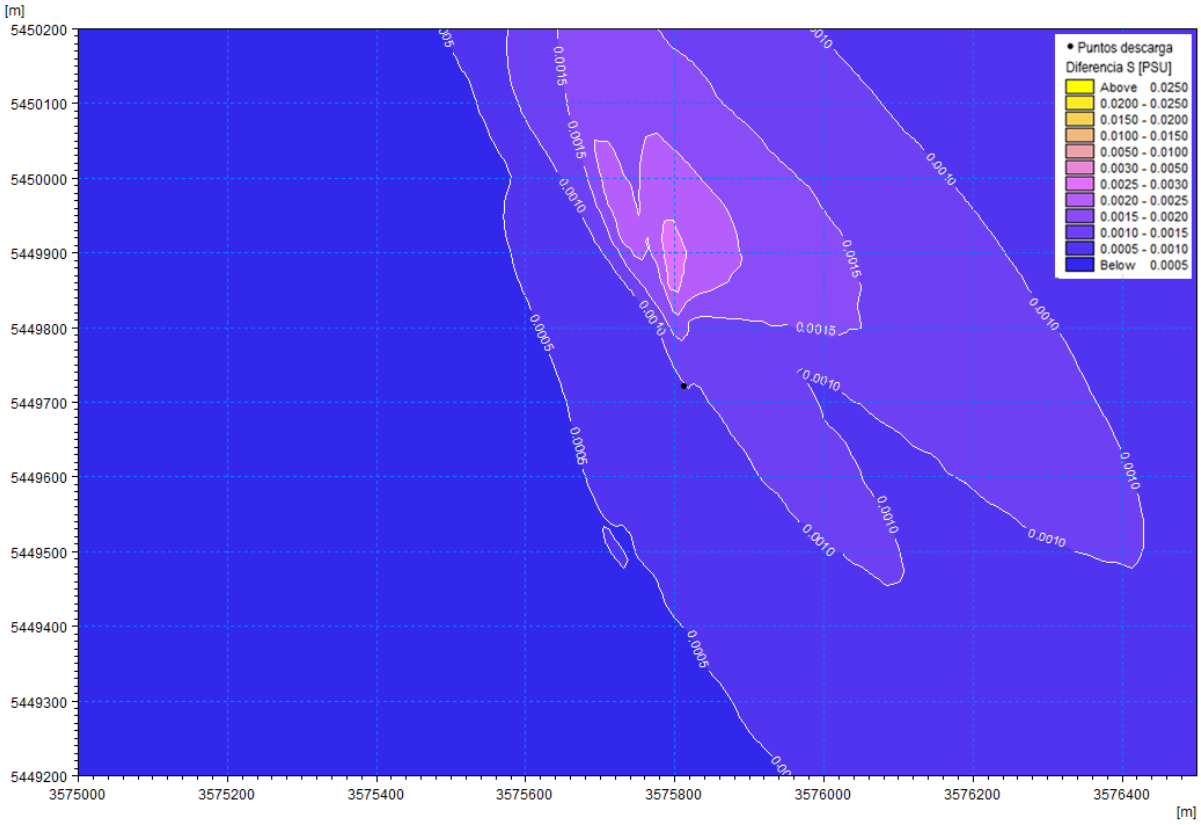


Figura 109. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

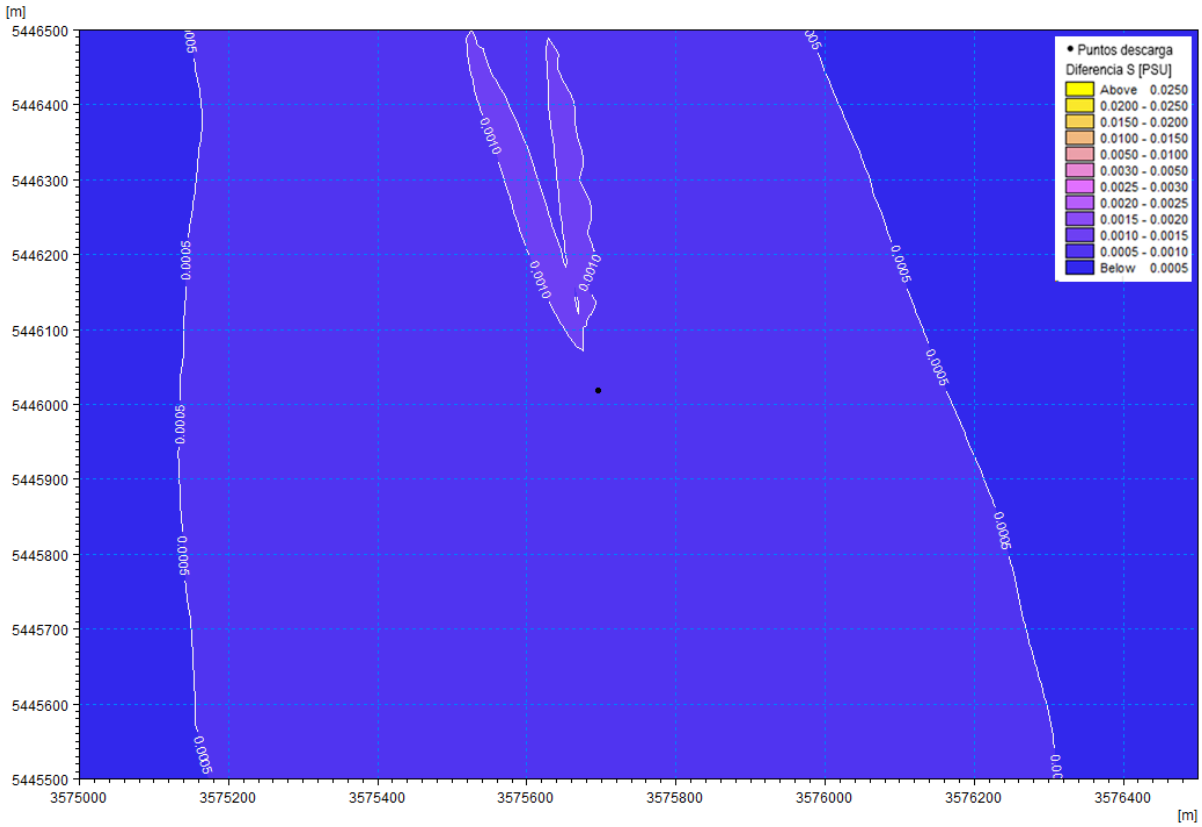


Figura 110. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

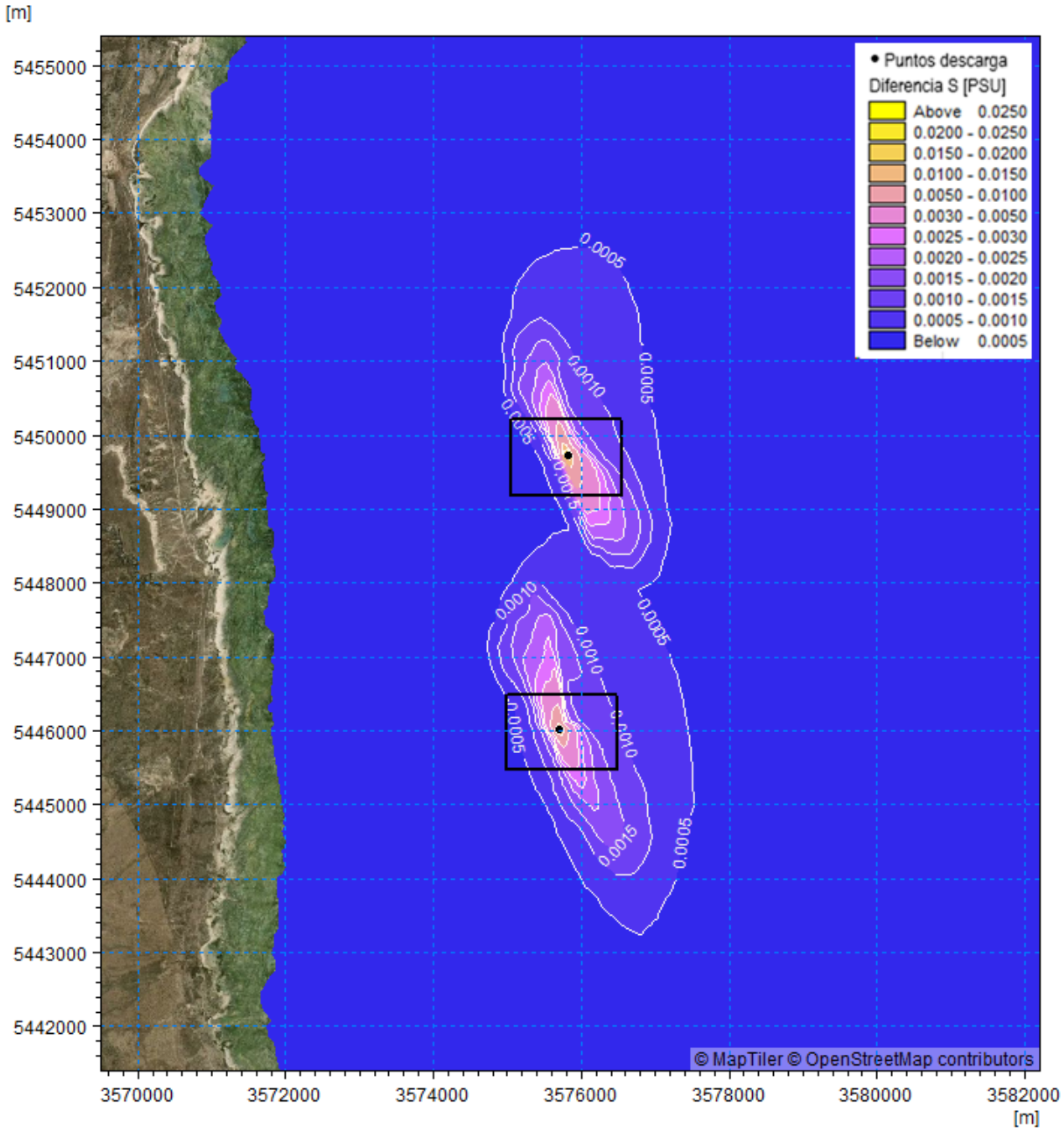


Figura 111. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Escenario Verano EV-C (Calma).

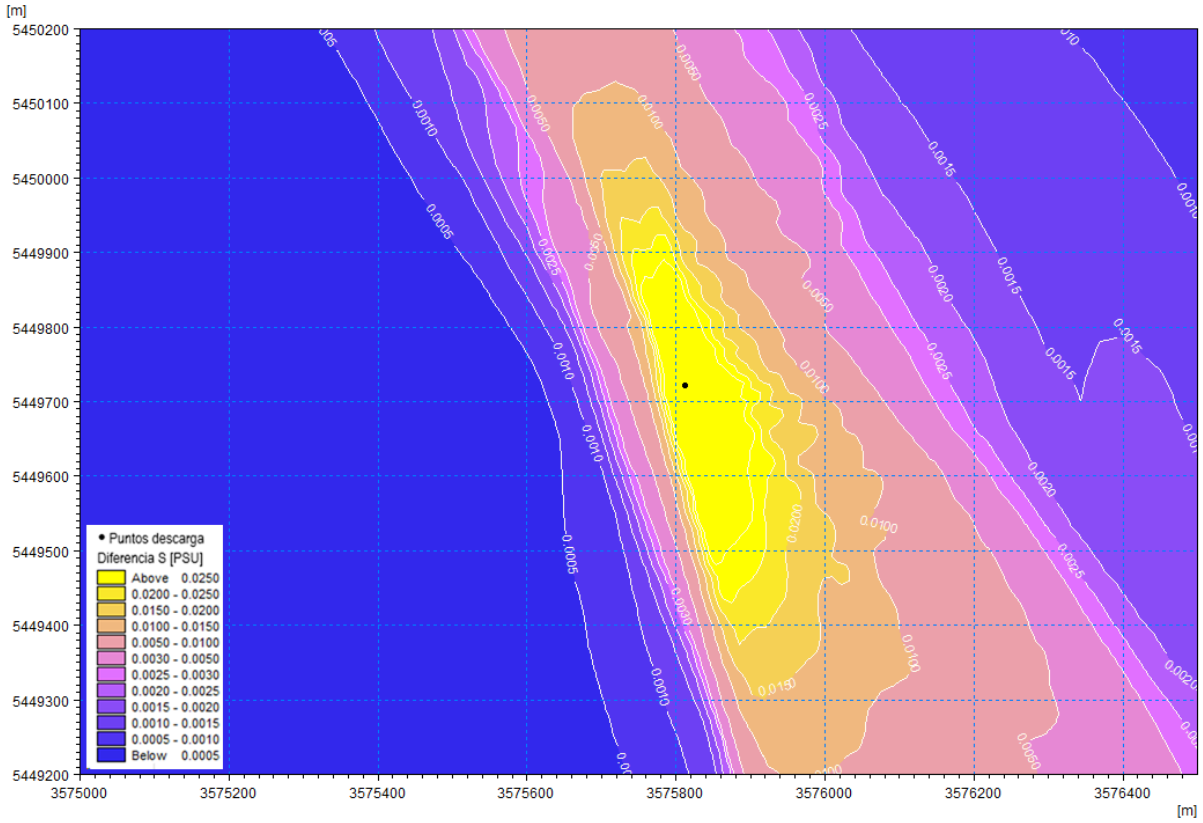


Figura 112. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

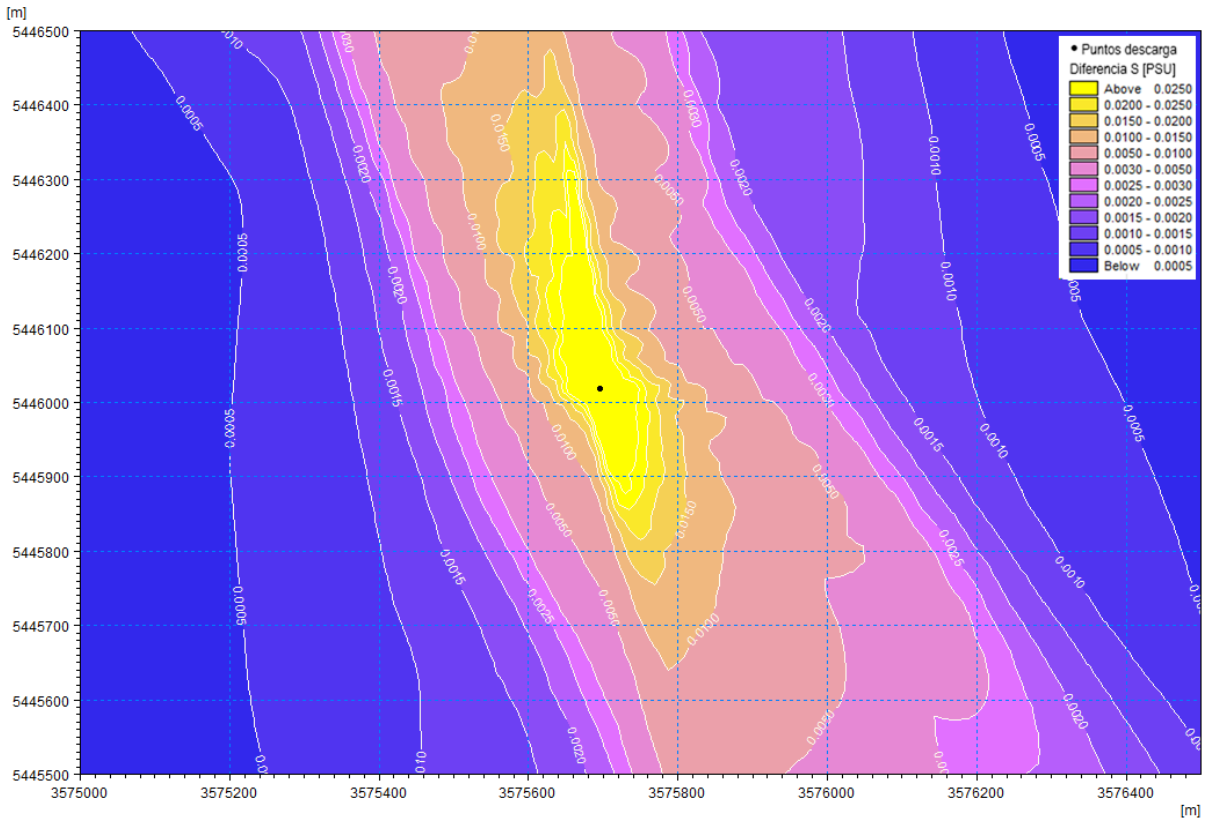


Figura 113. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

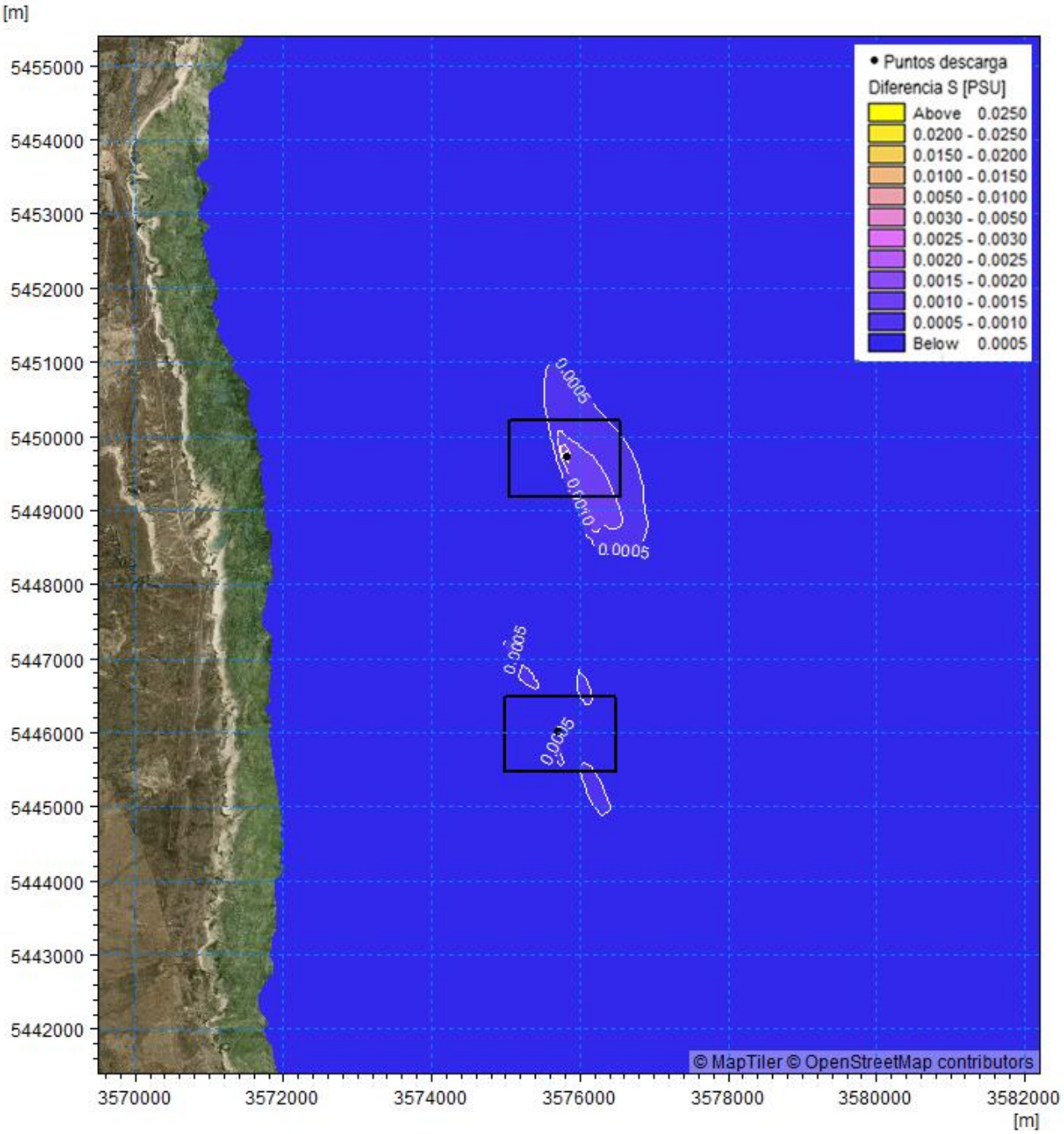


Figura 114. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-C (Calma).

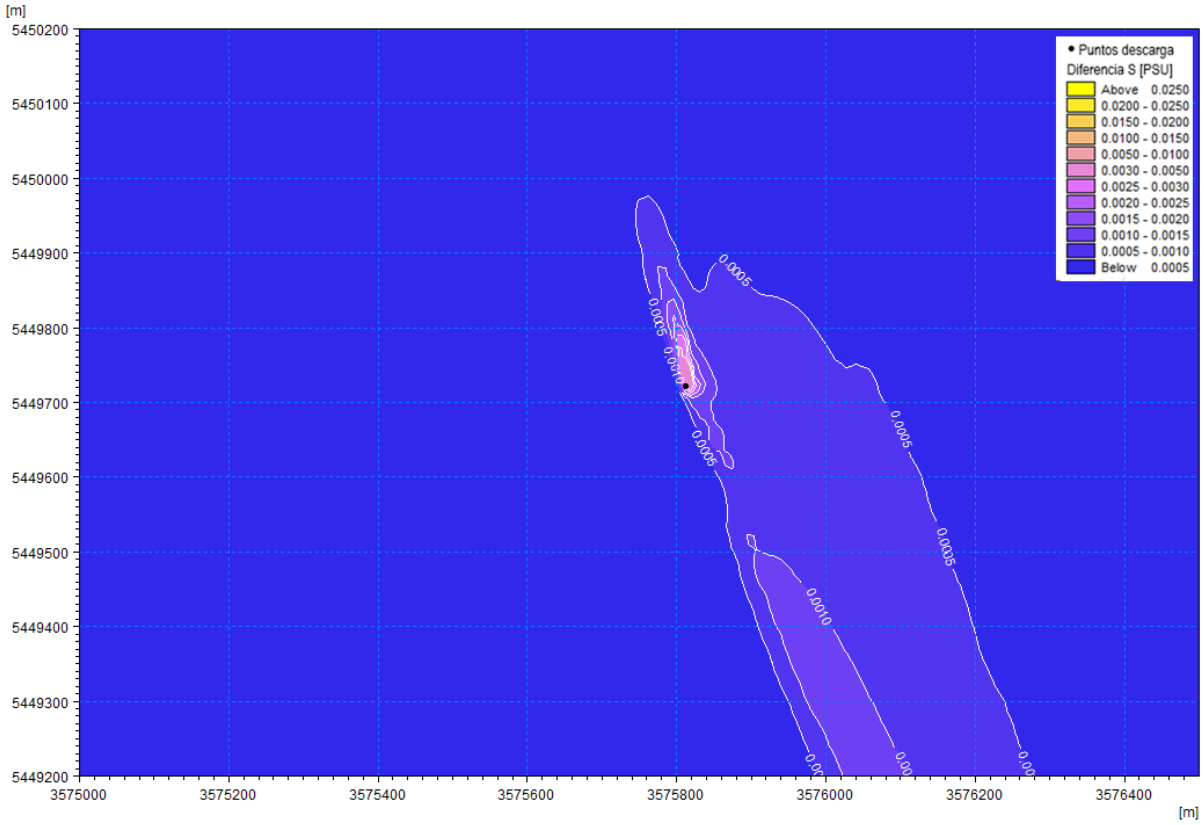


Figura 115. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

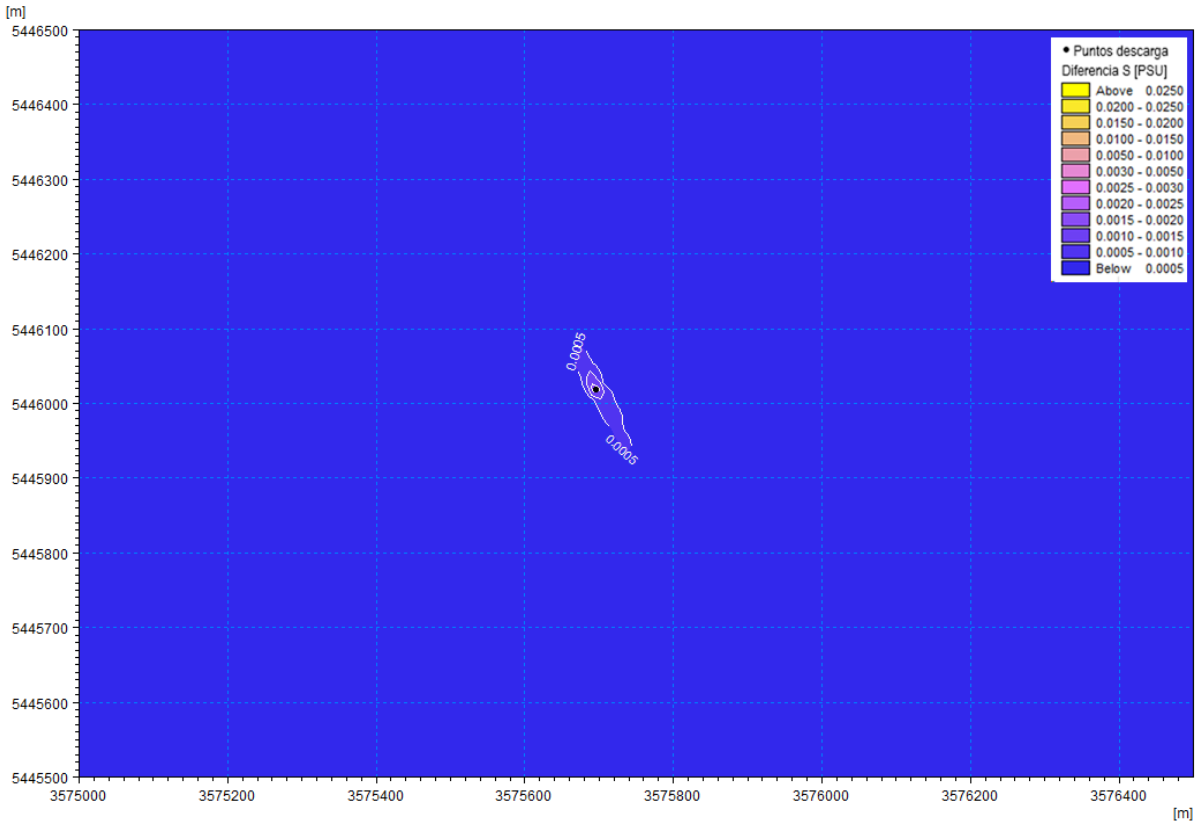


Figura 116. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

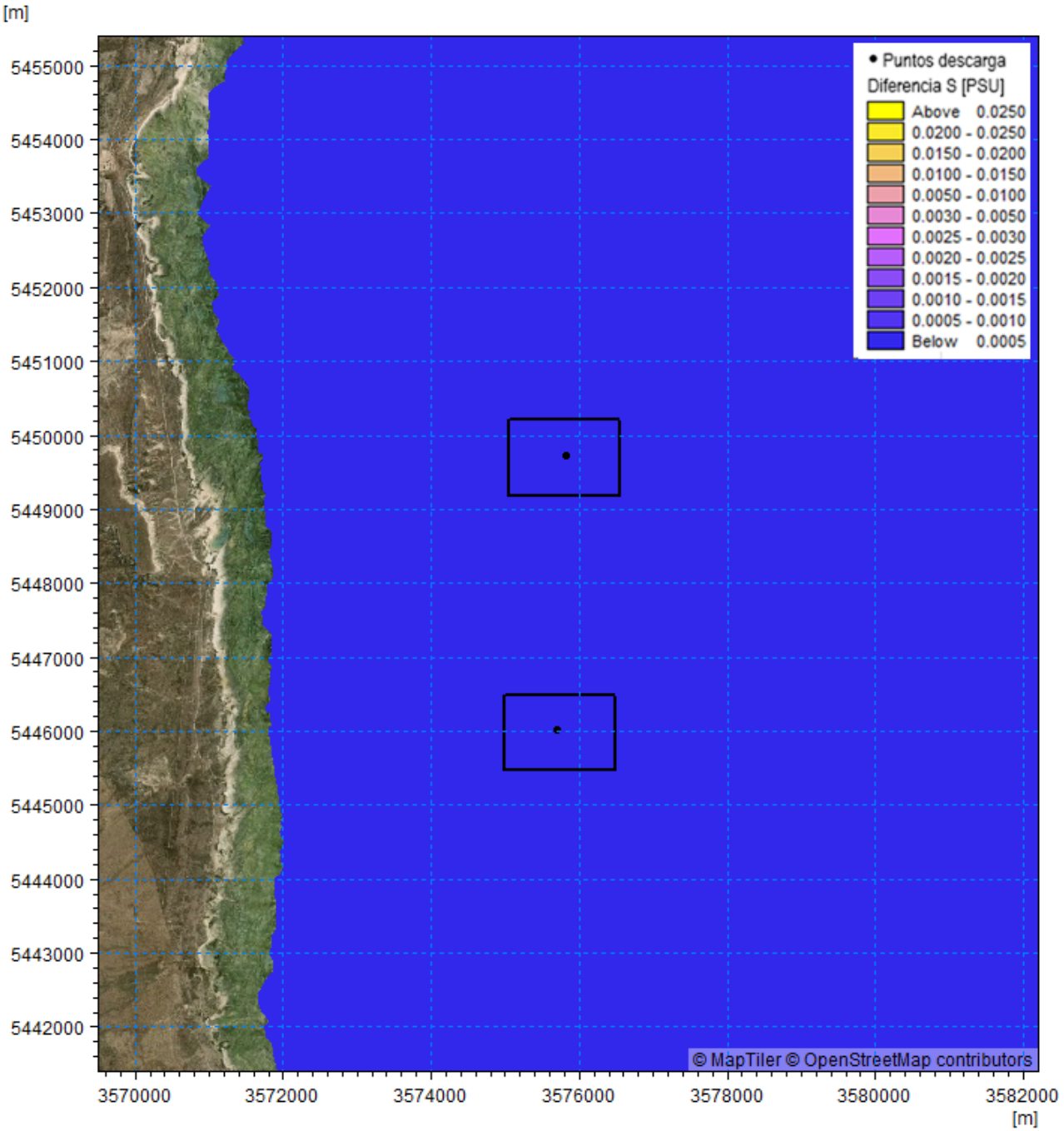


Figura 117. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-C (Calma).

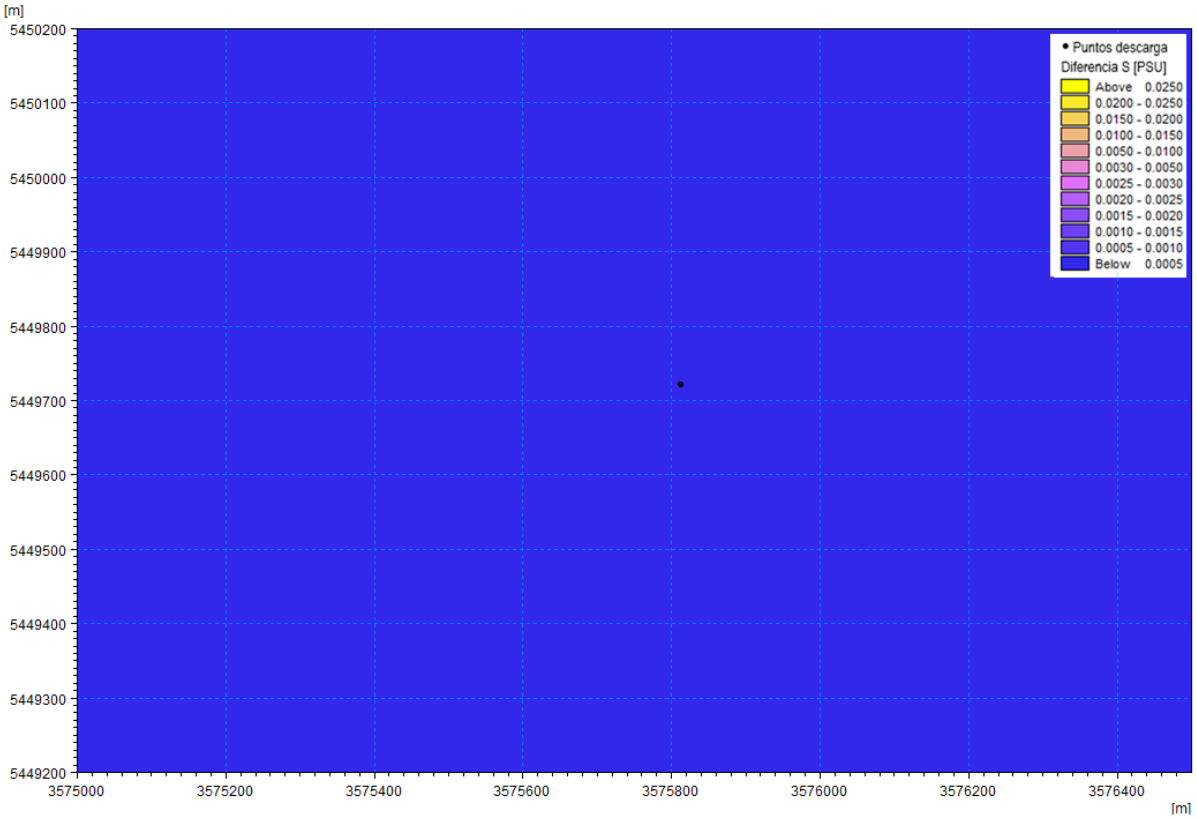


Figura 118. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

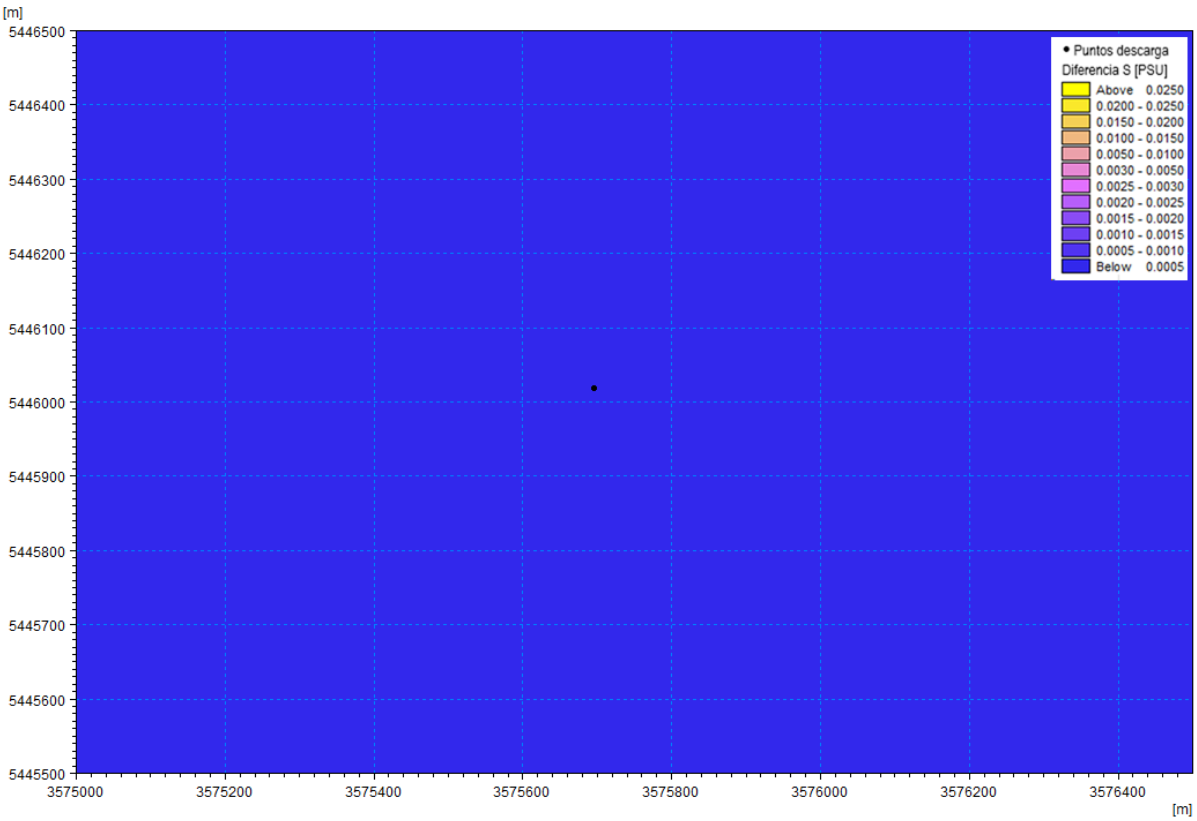


Figura 119. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

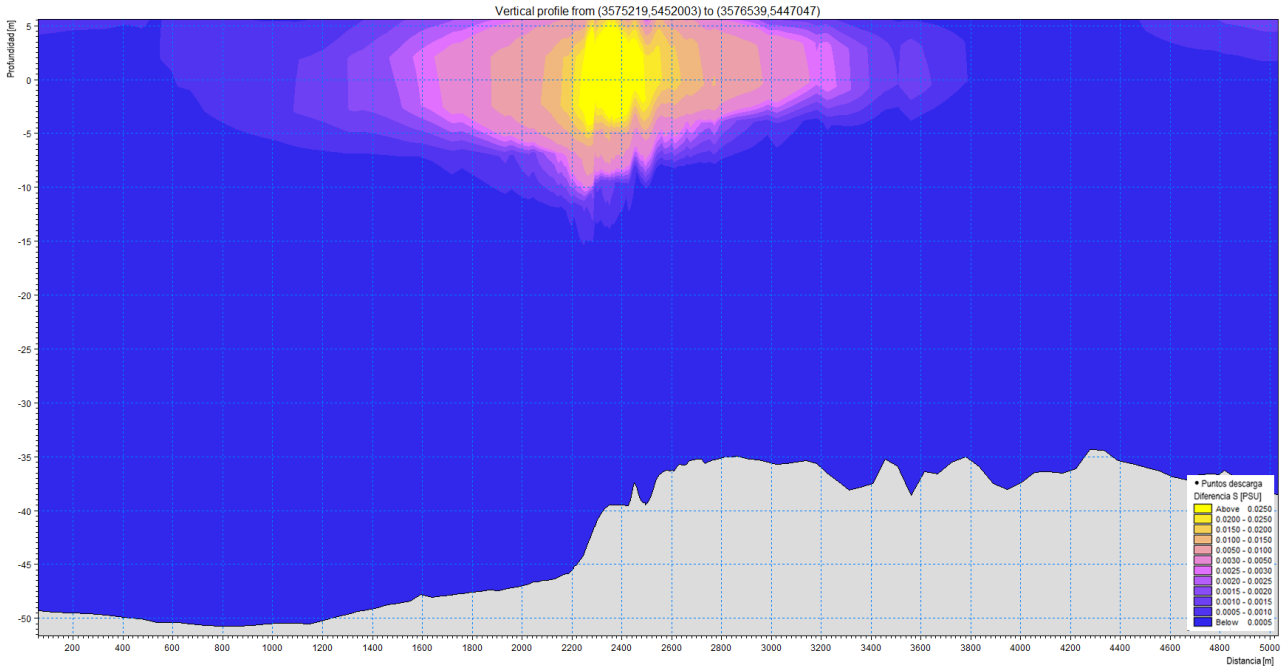


Figura 120. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

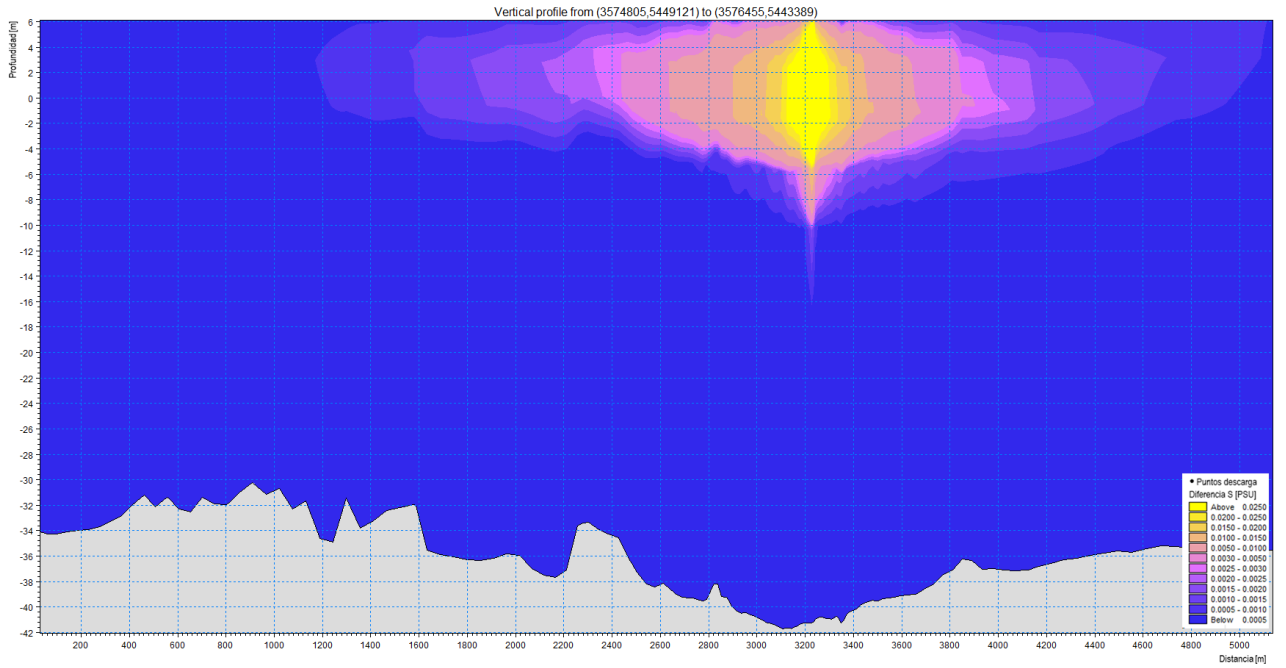


Figura 121. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

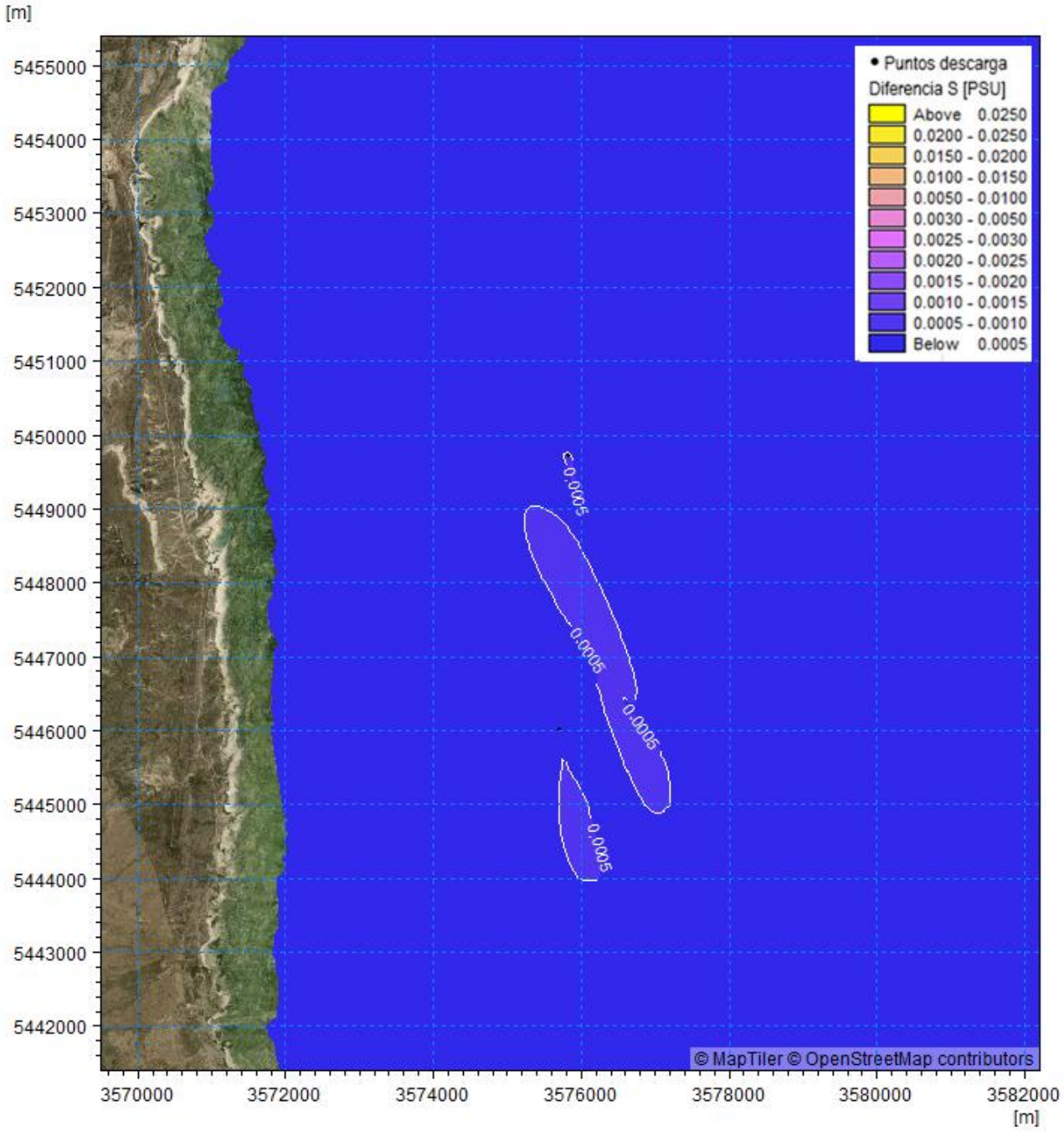


Figura 122. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Verano EV-N.

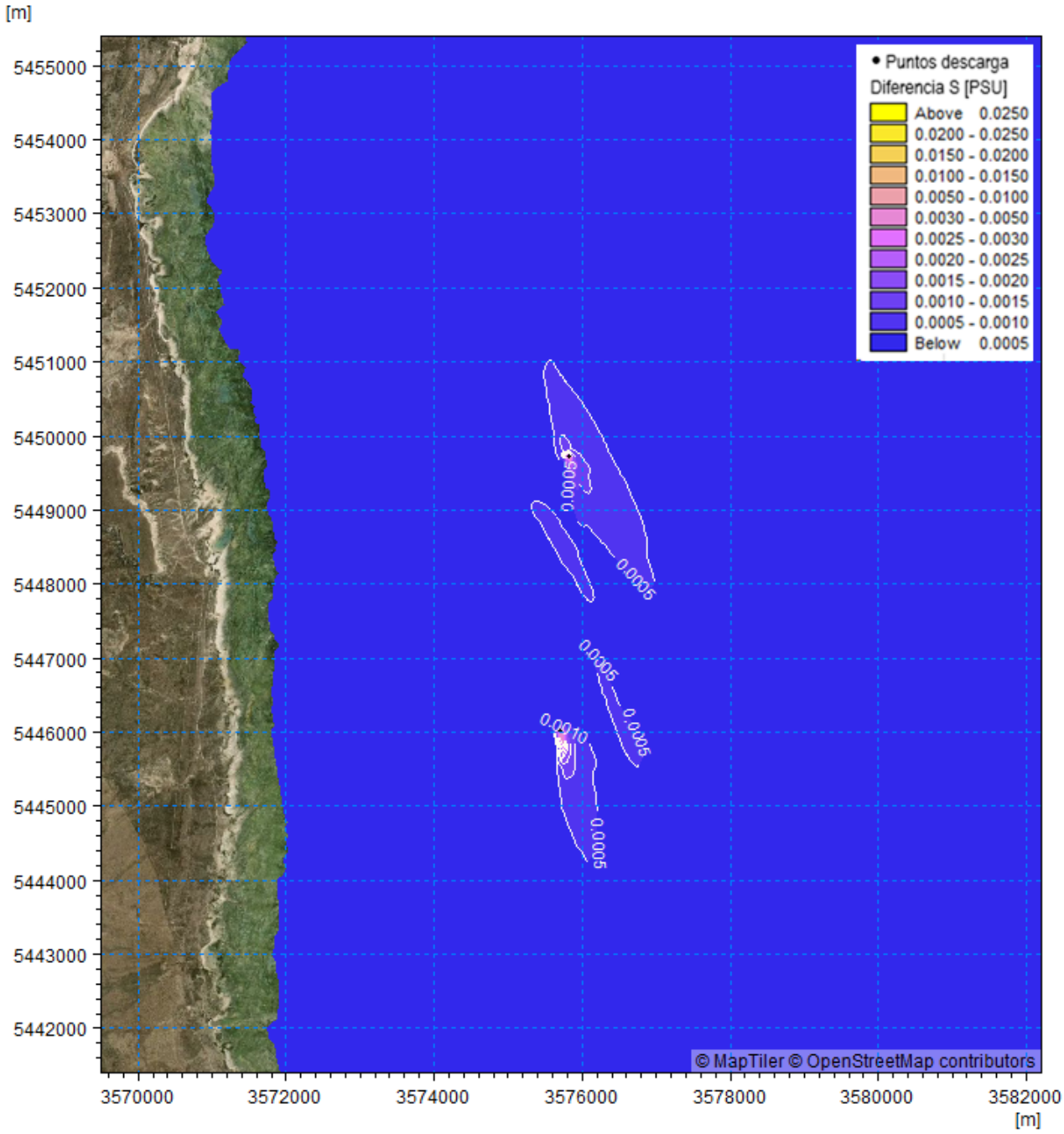


Figura 123. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-N.

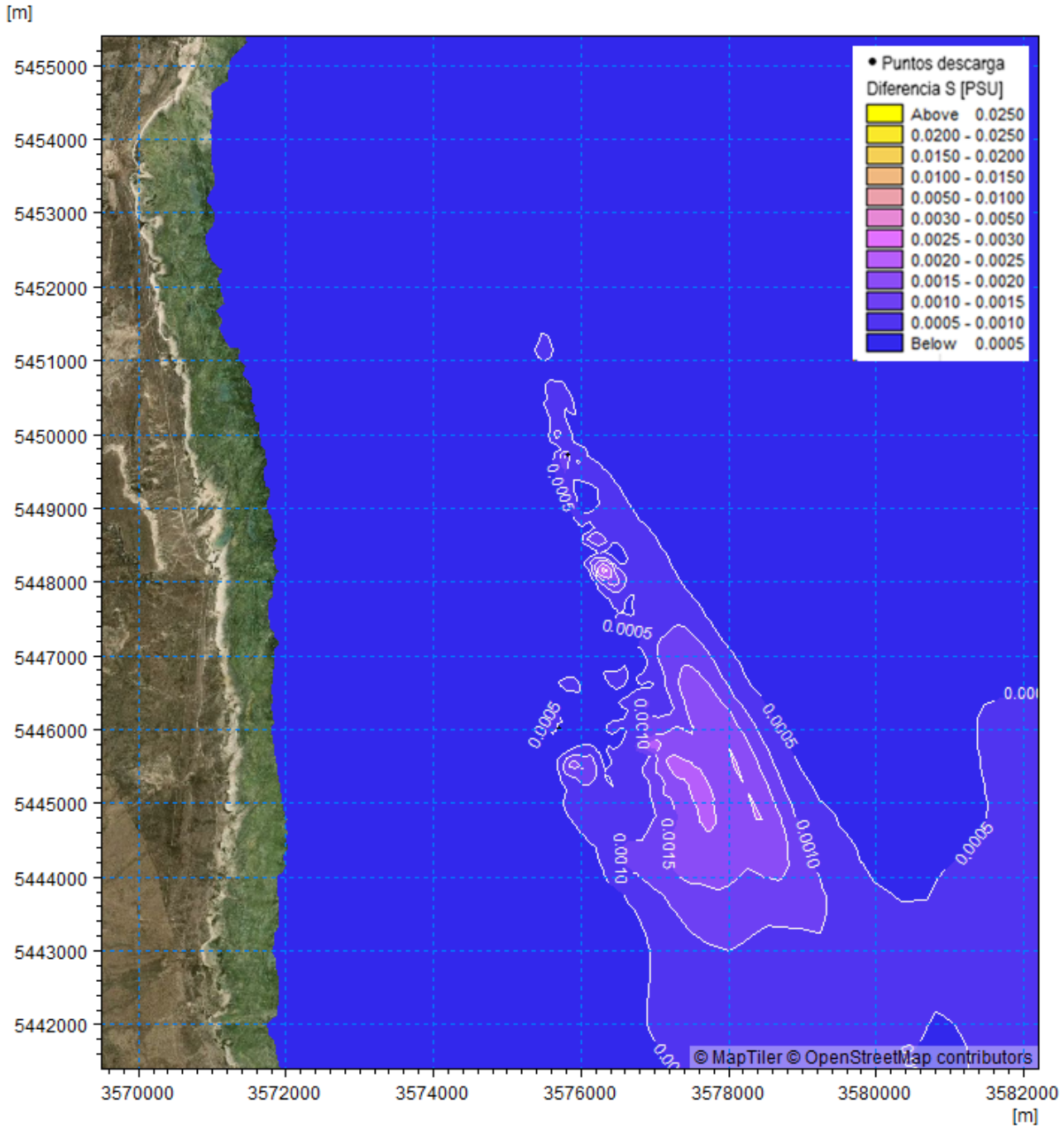


Figura 124. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-N.

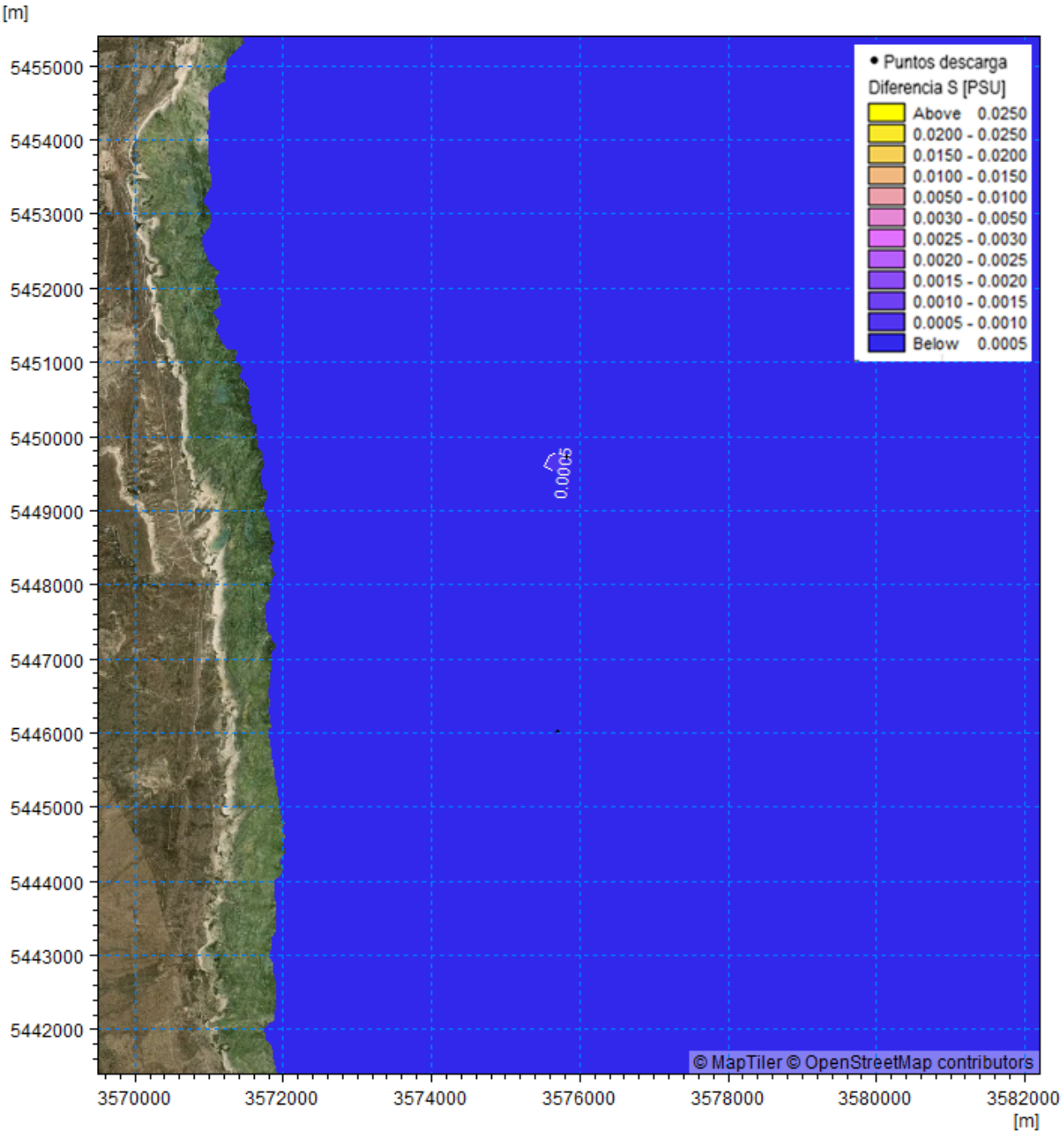


Figura 125. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-N.

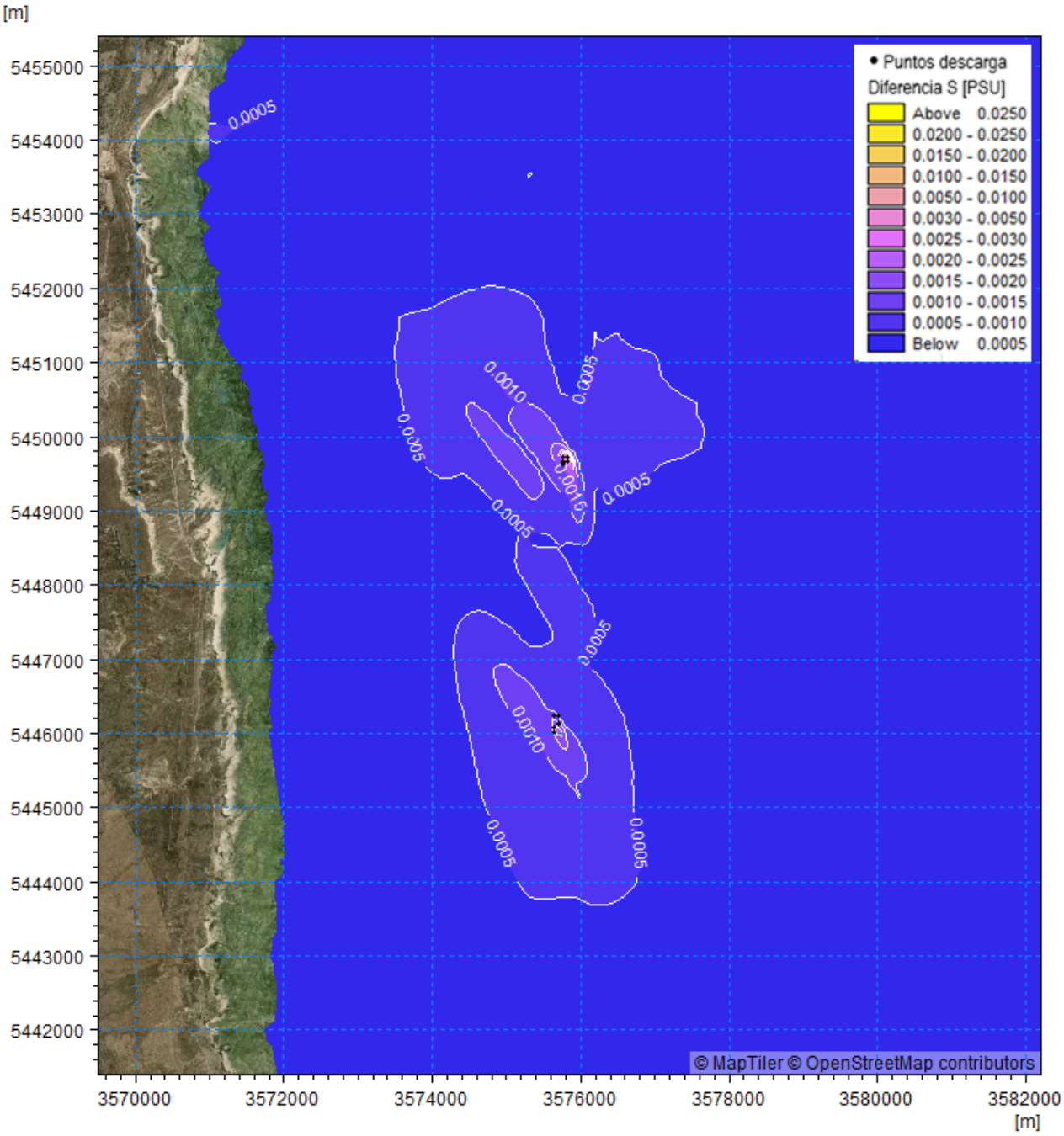


Figura 126. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Verano EV-E.

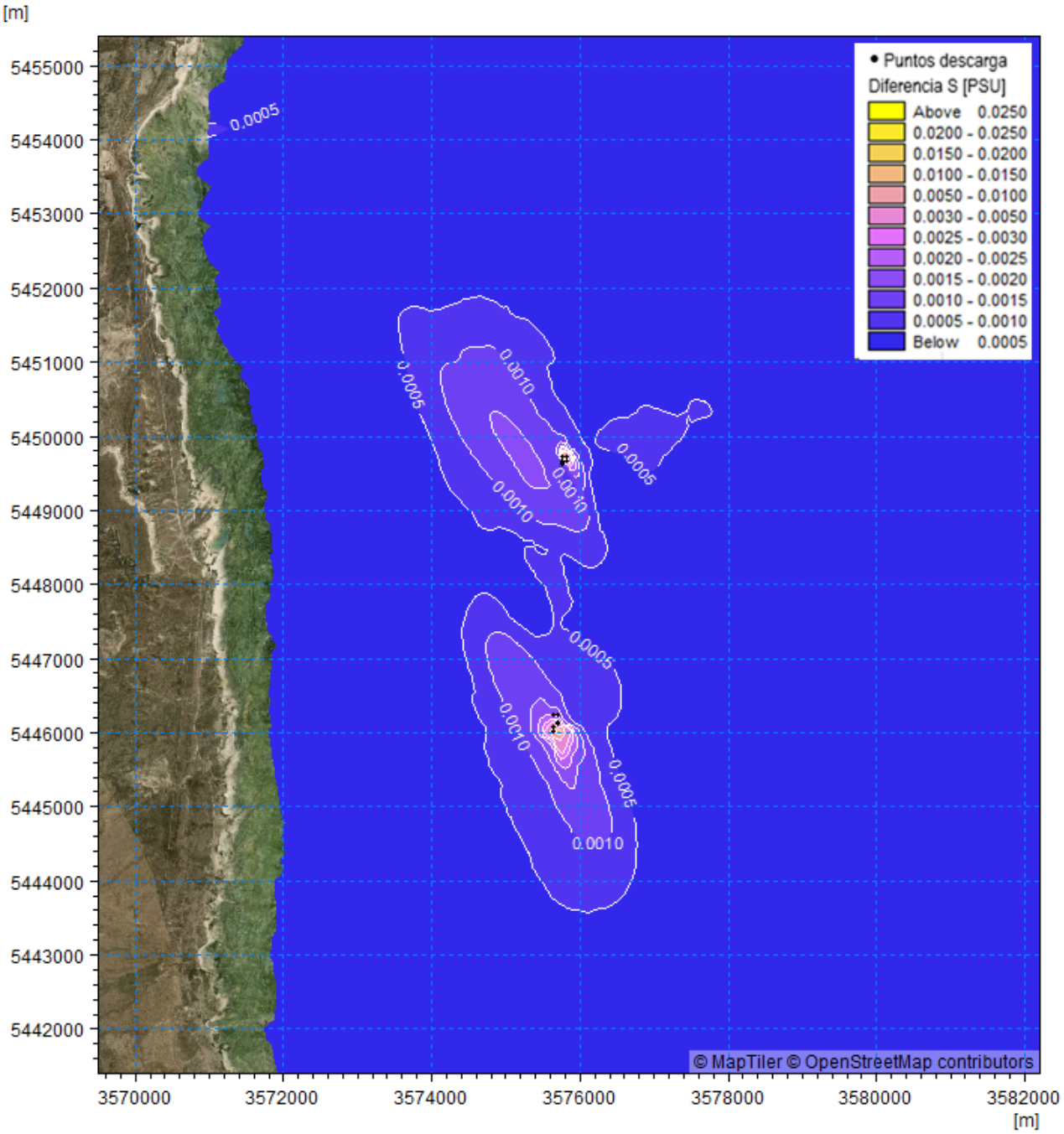


Figura 127. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-E.

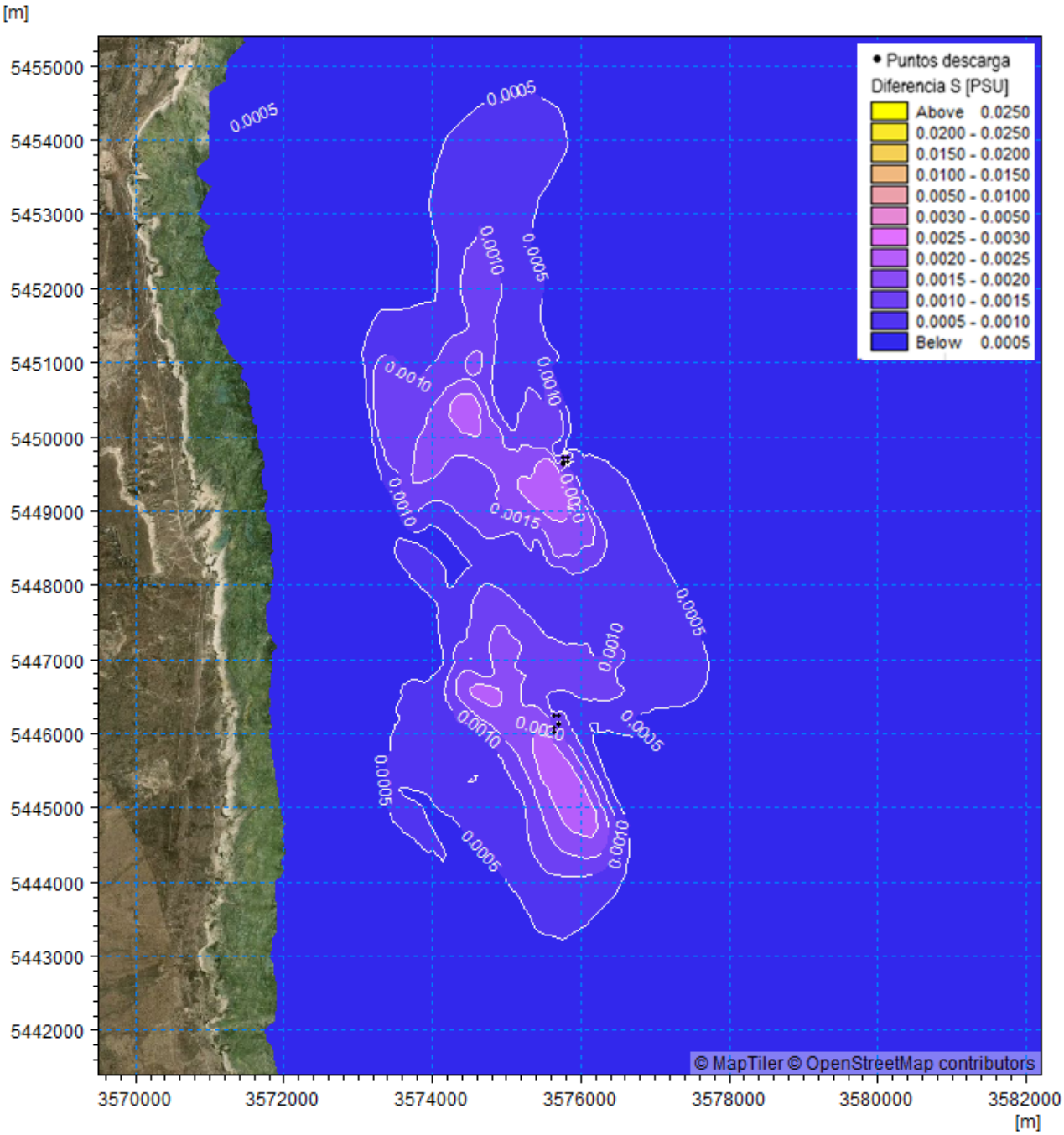


Figura 128. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-E.

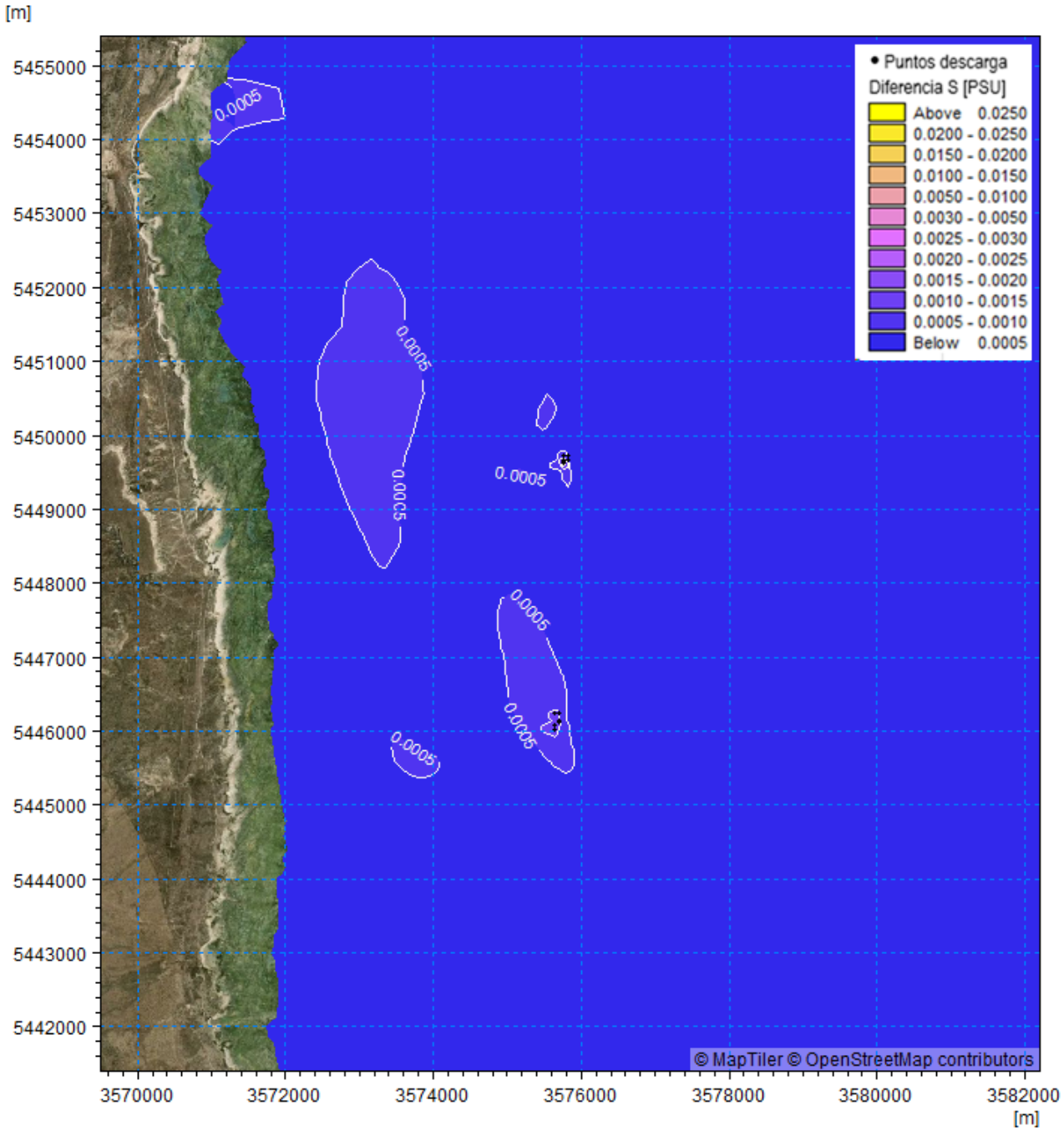


Figura 129. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-E.

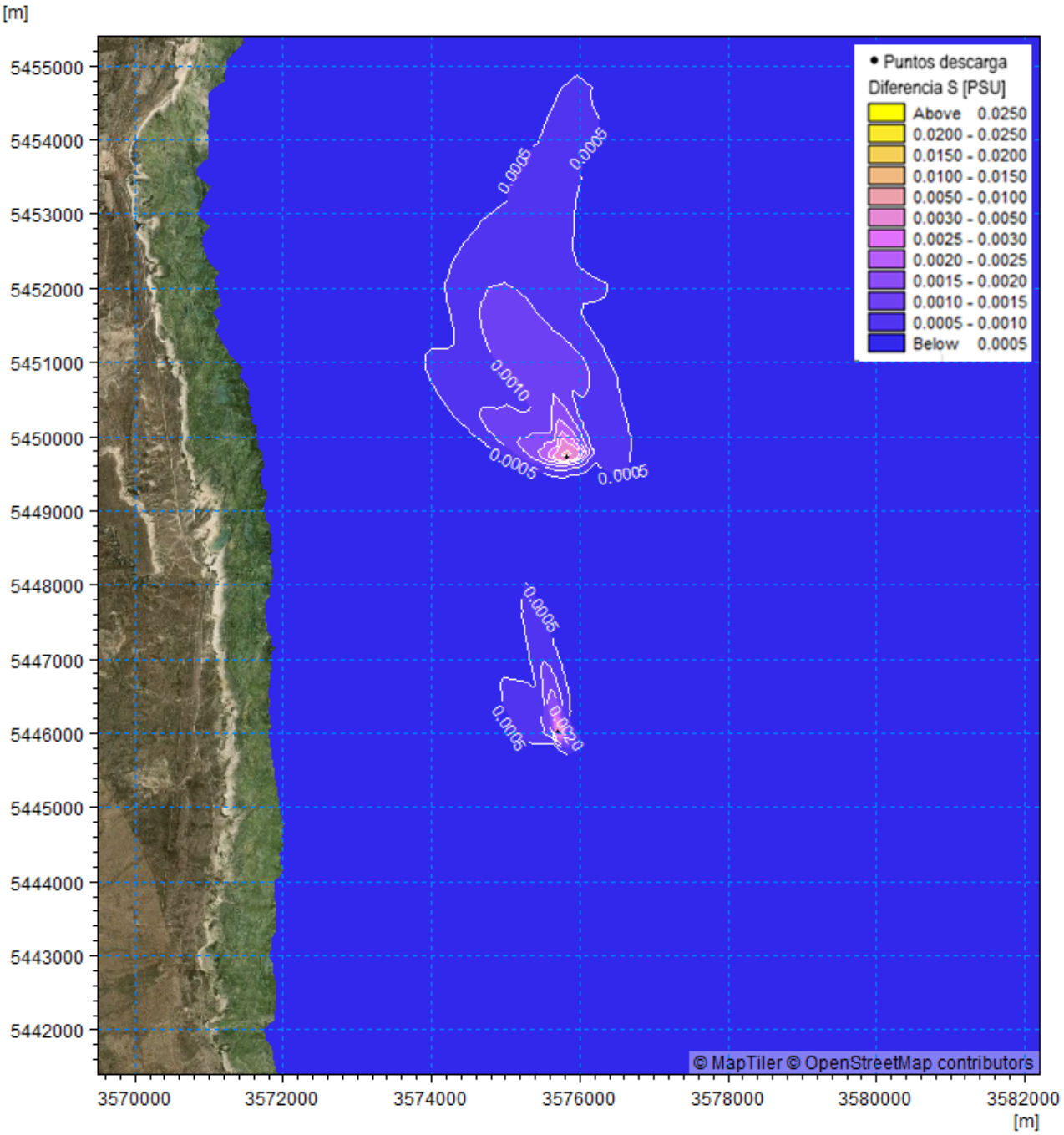


Figura 130. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Verano EV-SE.

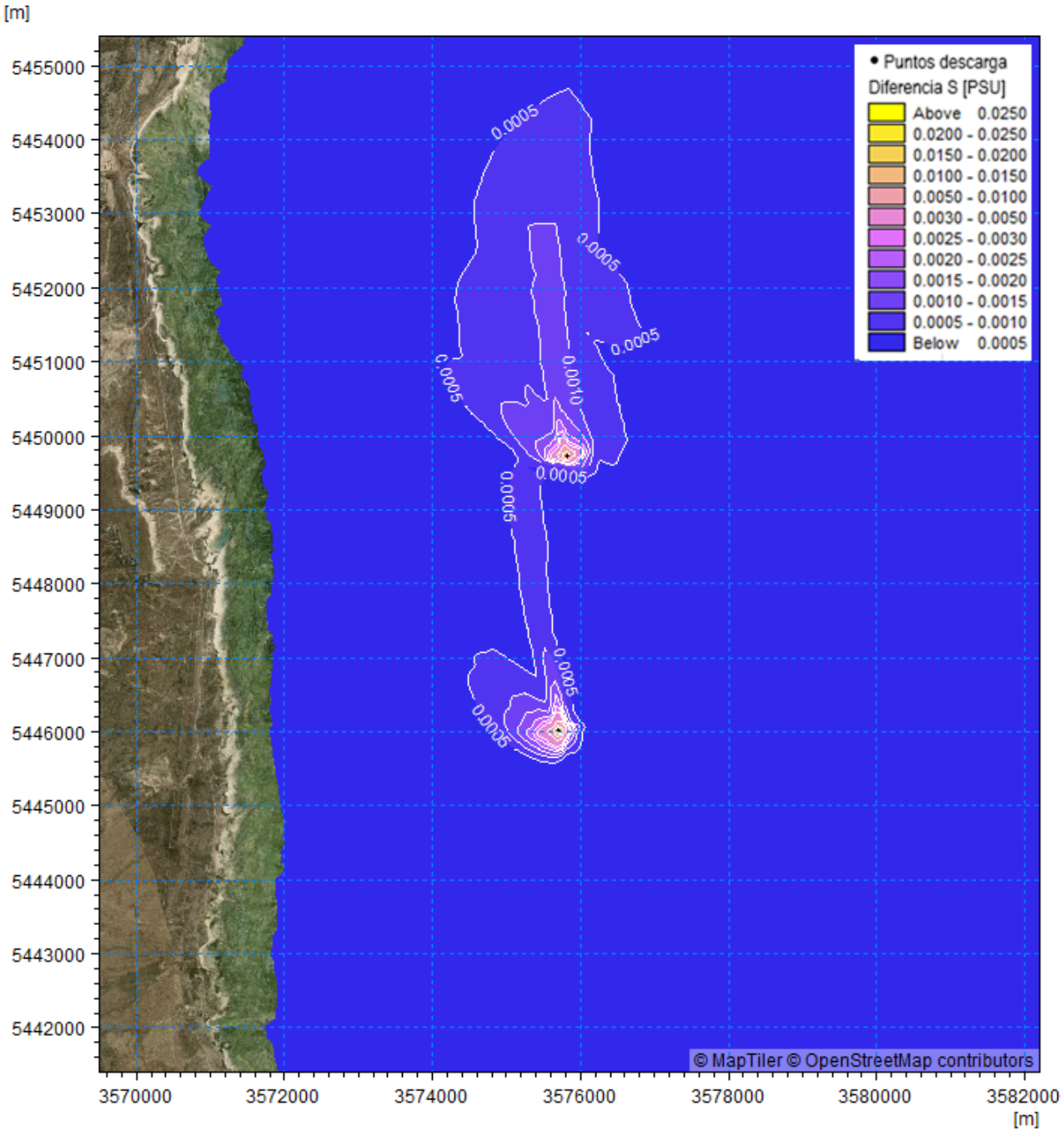


Figura 131. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-SE.

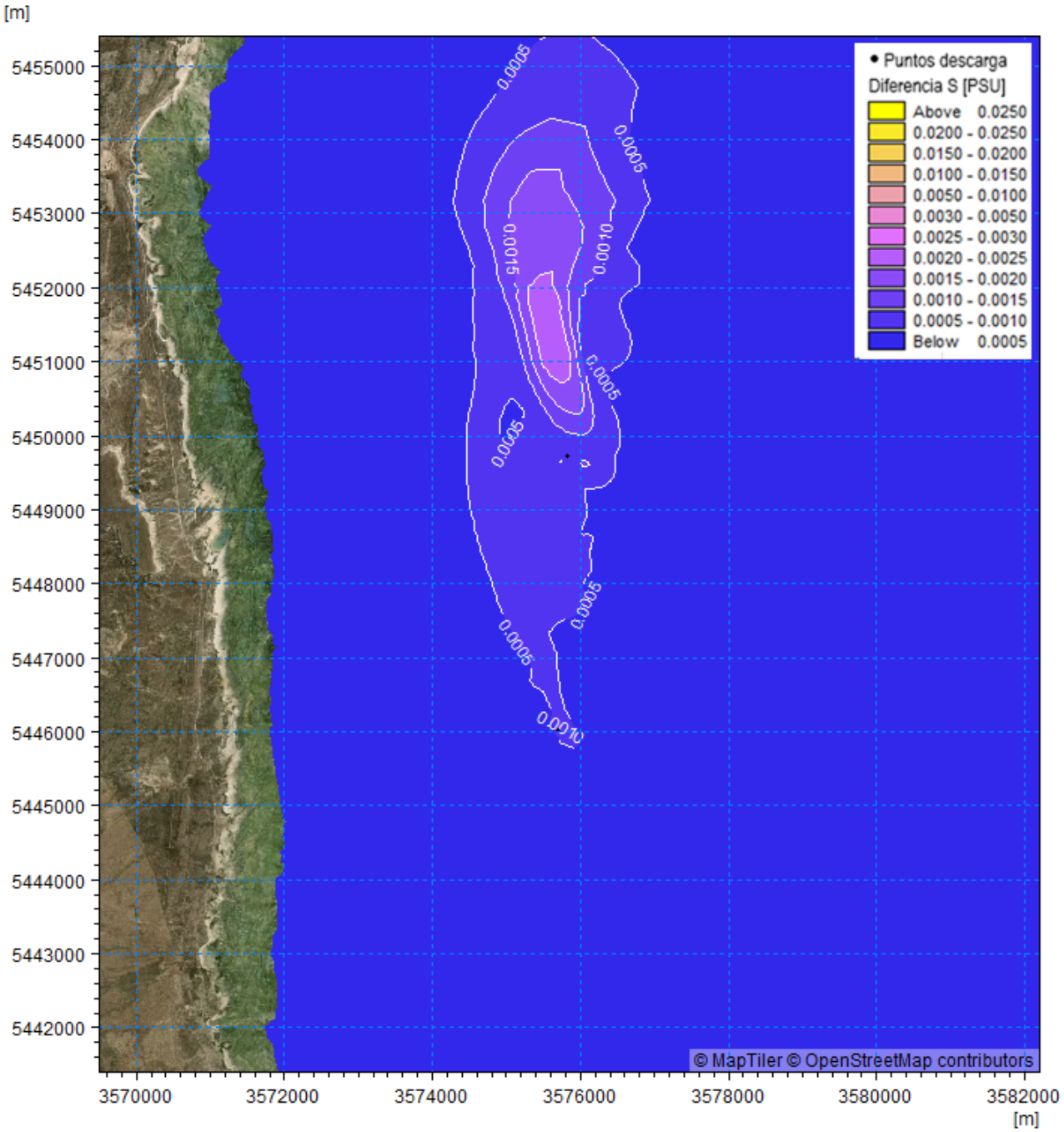


Figura 132. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-SE.

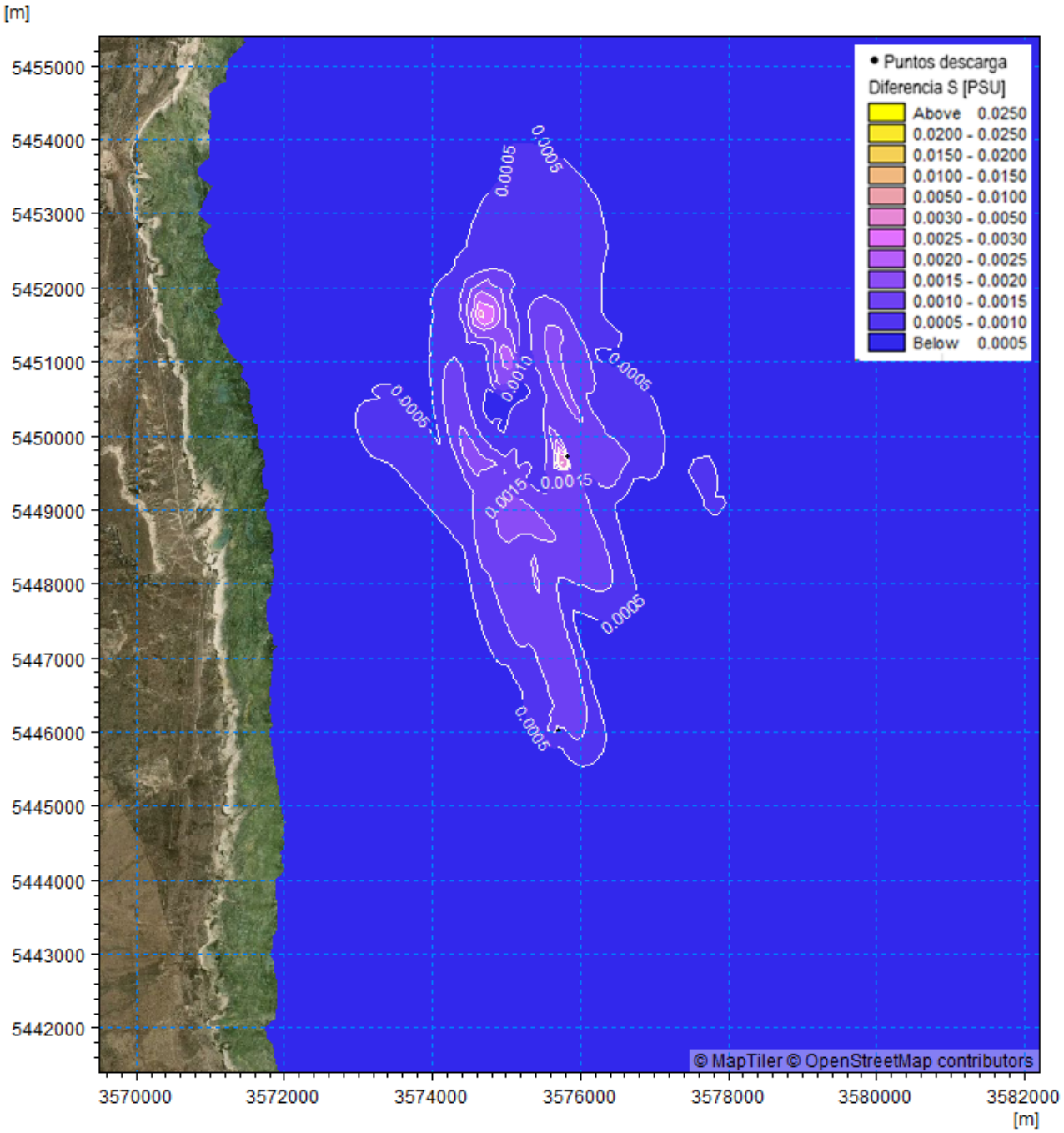


Figura 133. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-SE.

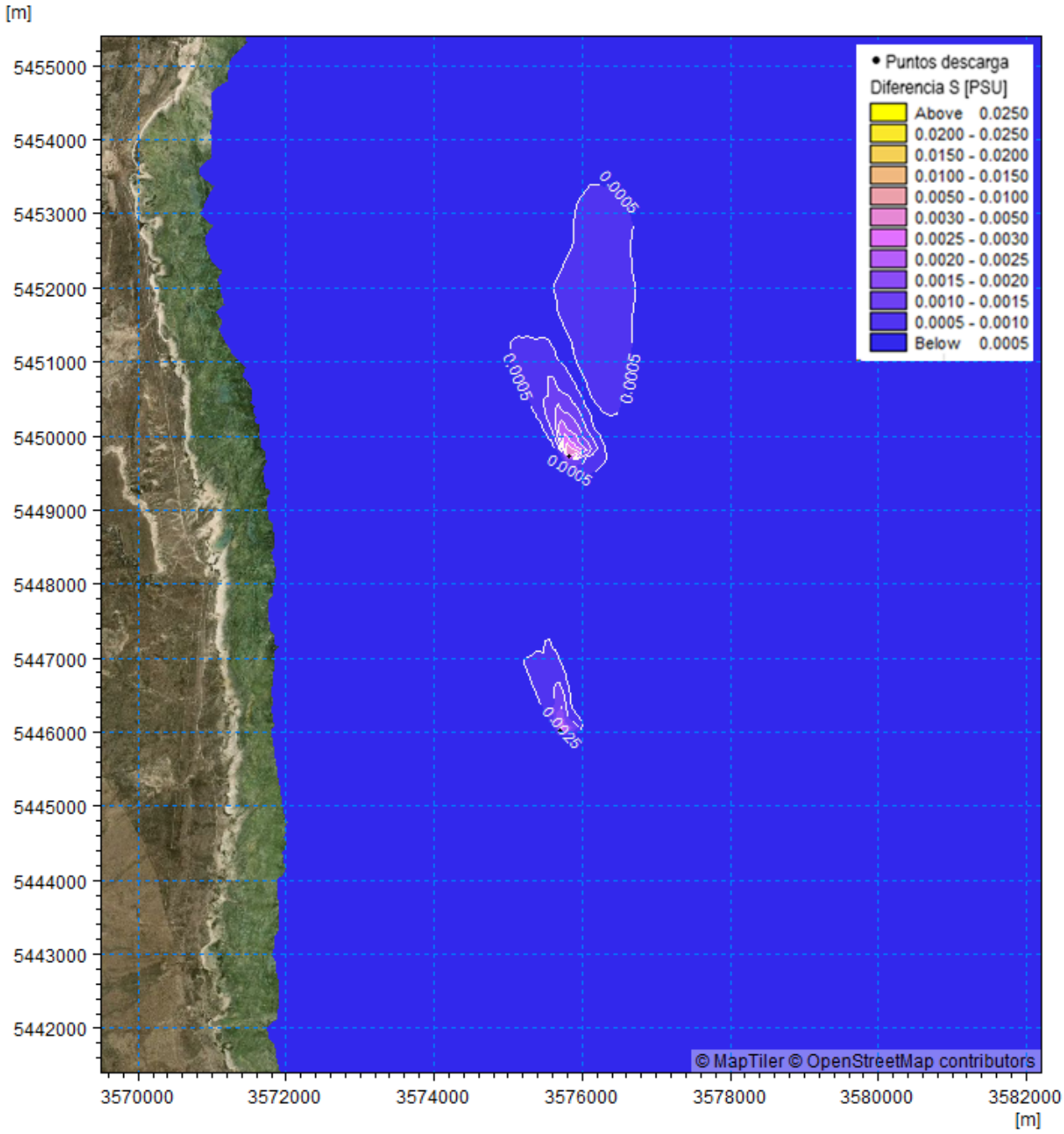


Figura 134. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Verano EV-S.

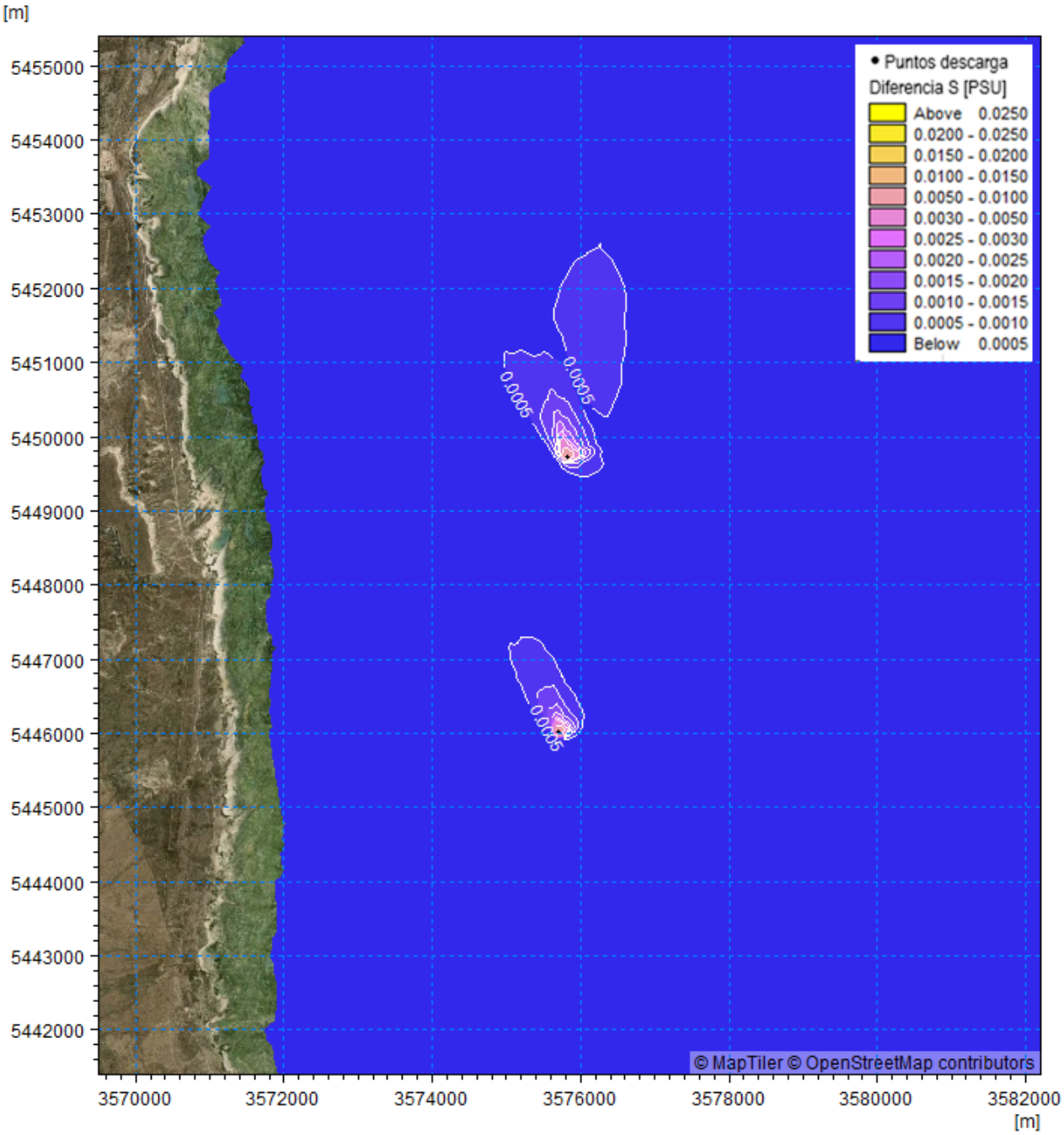


Figura 135. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-S.

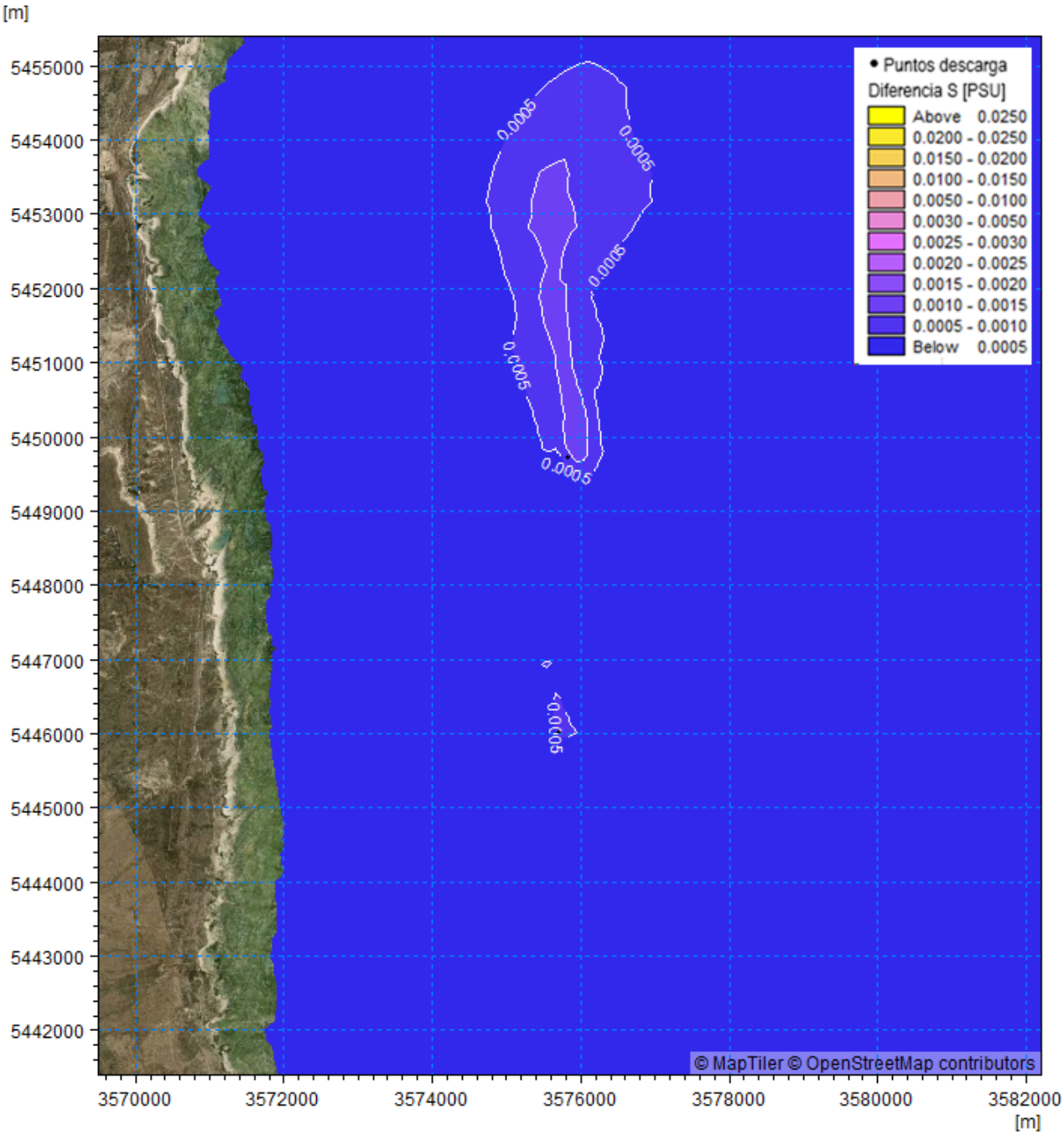


Figura 136. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-S.

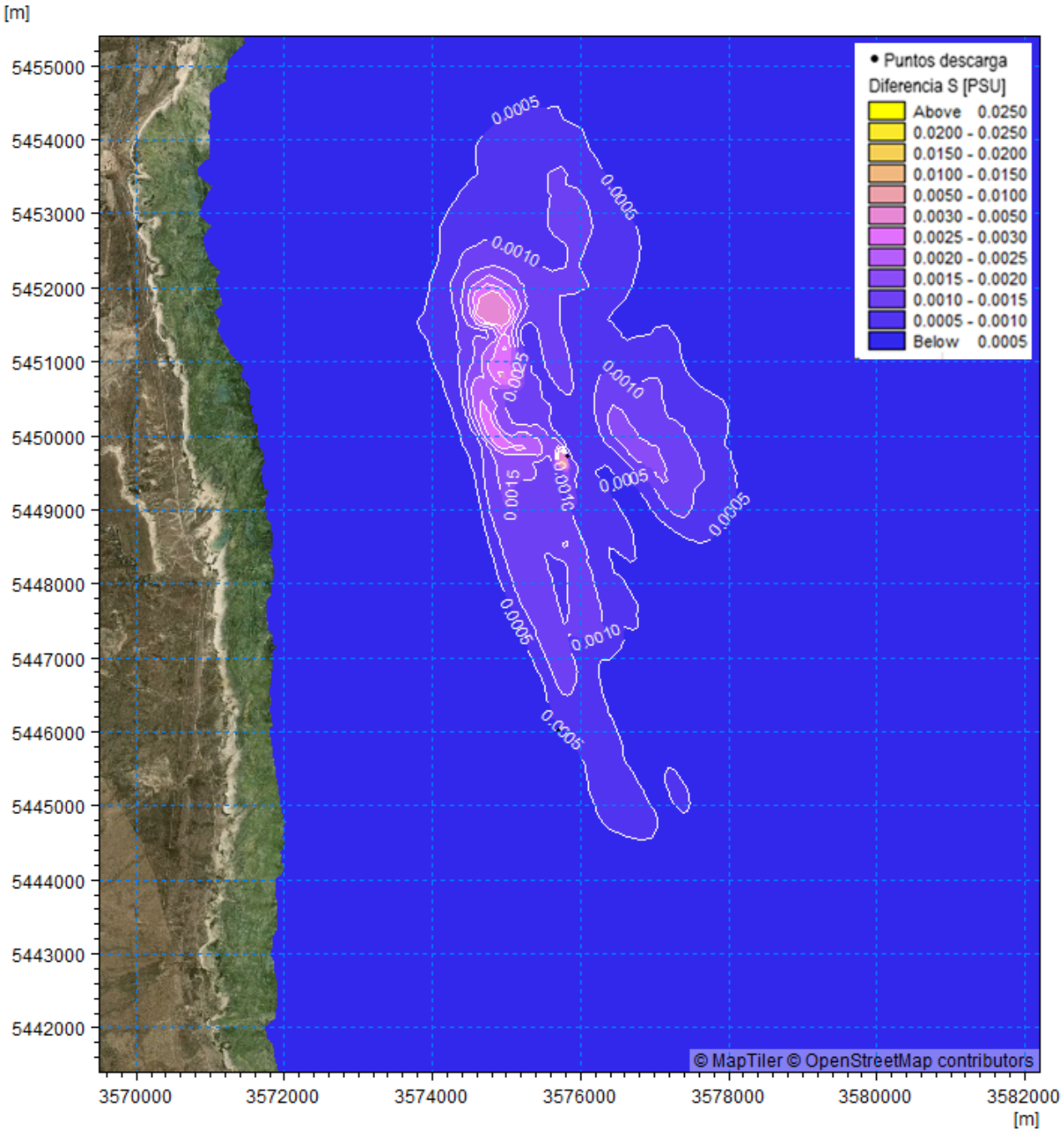


Figura 137. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-S.

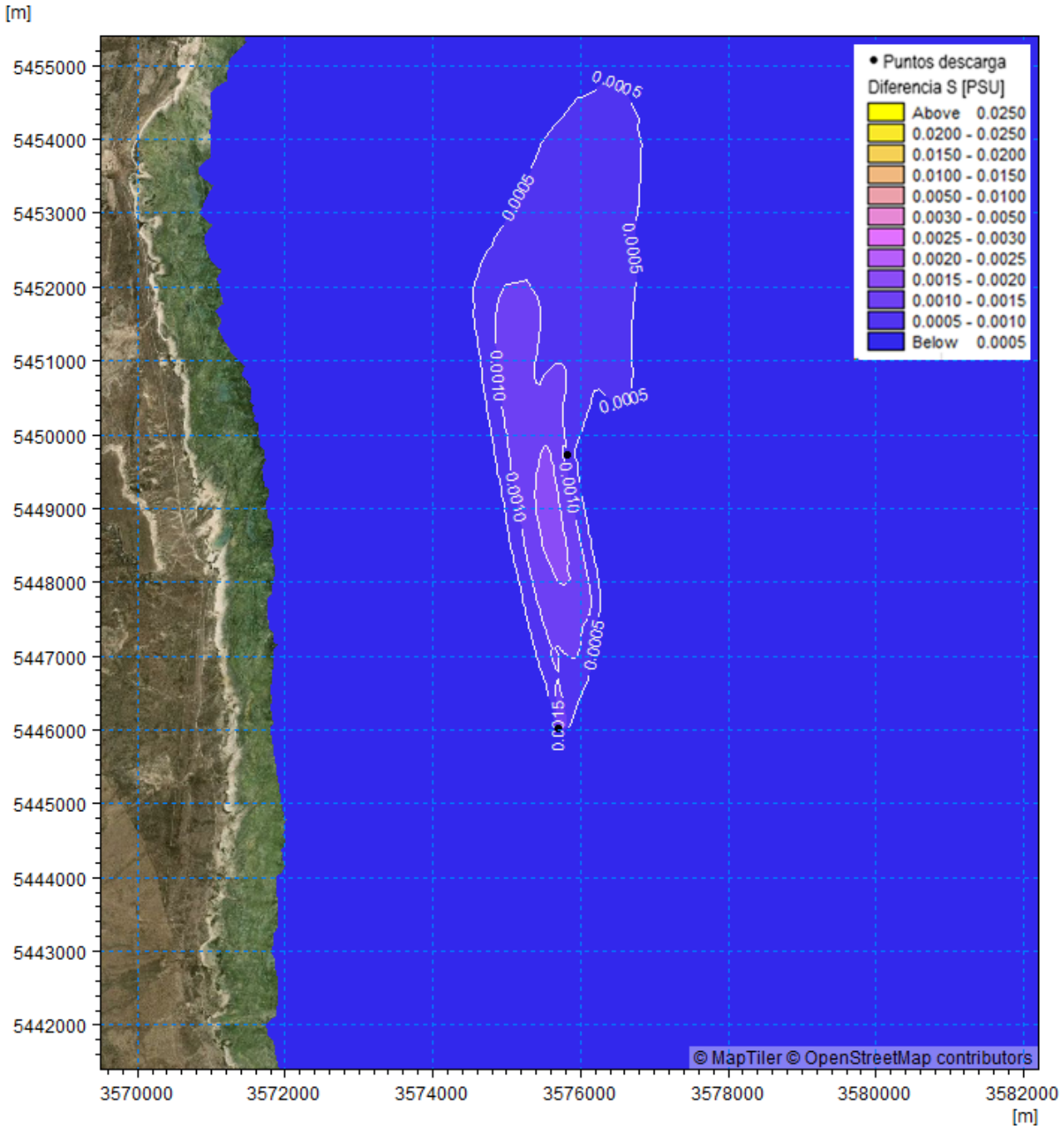


Figura 138. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Verano EV-SO.

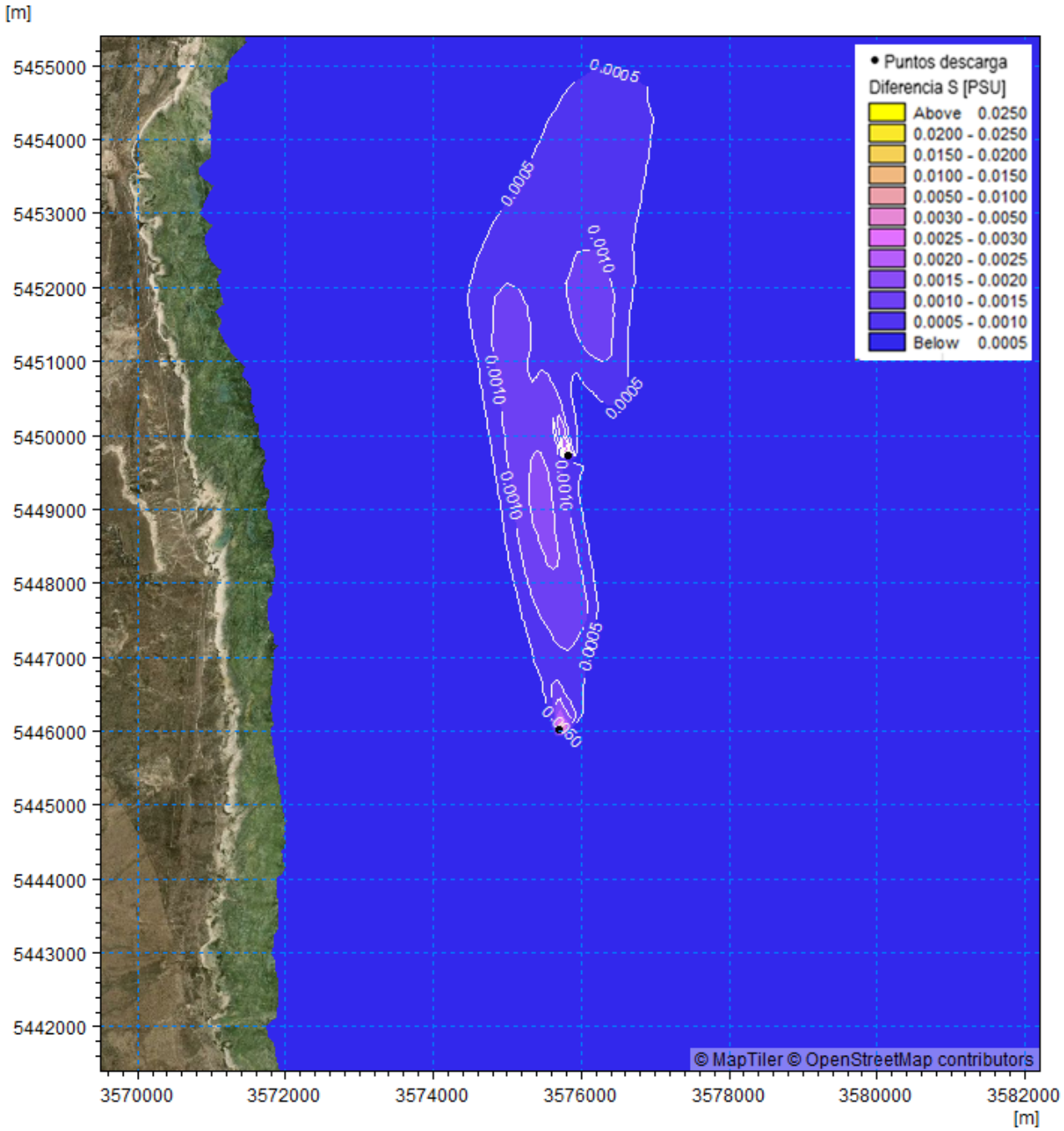


Figura 139. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Verano EV-SO.

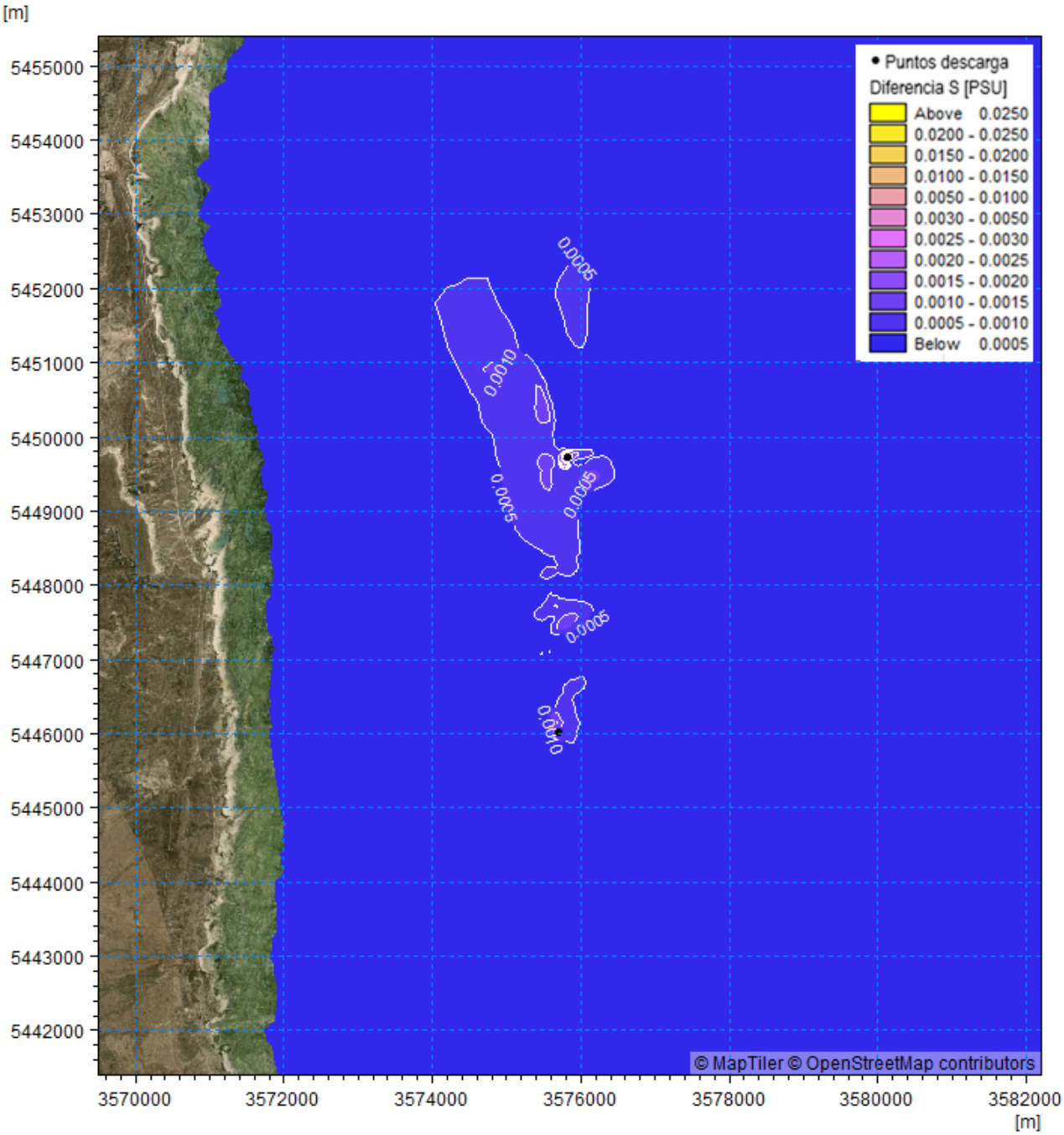


Figura 140. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-SO.

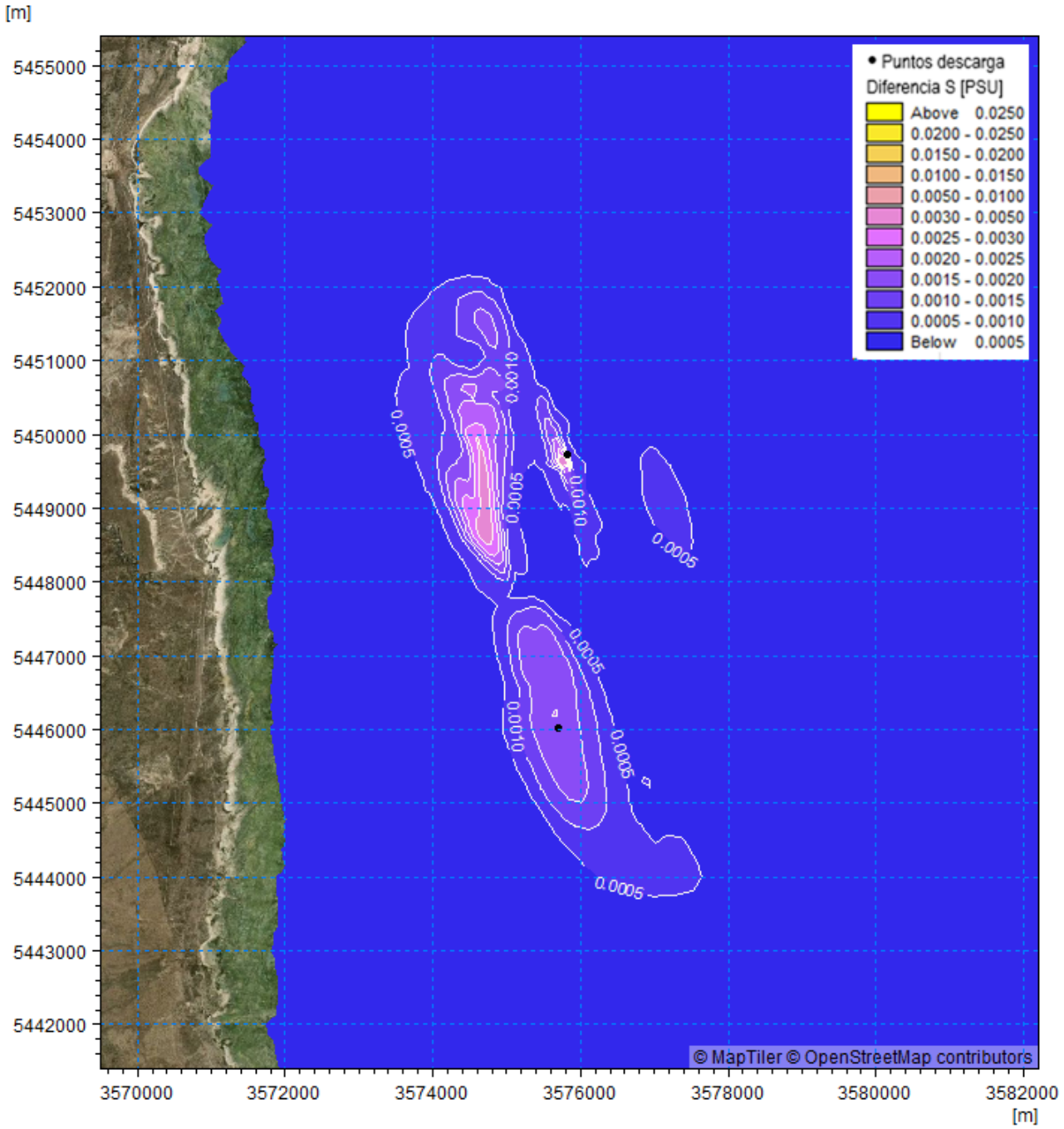


Figura 141. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-SO.

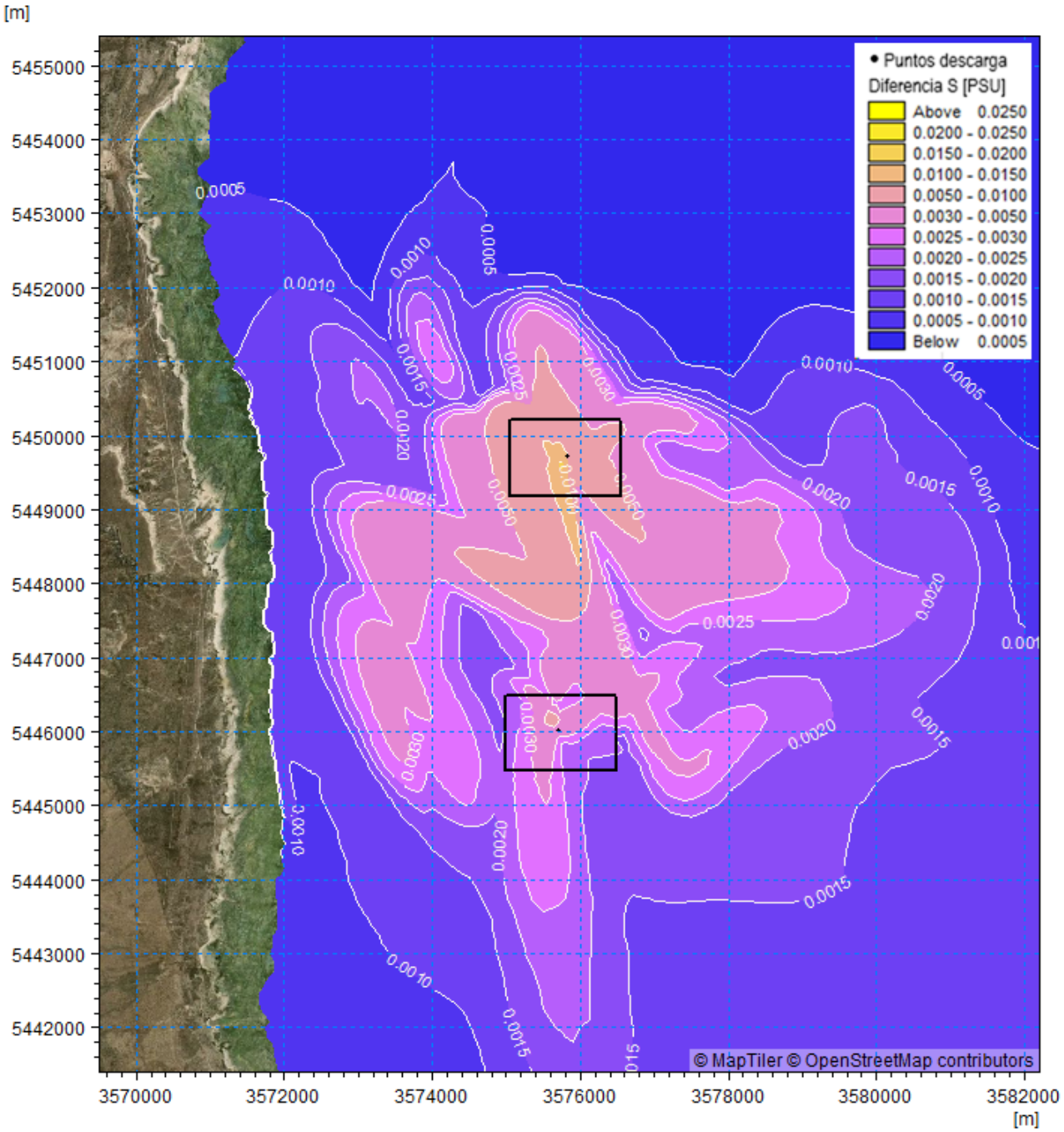


Figura 142. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Escenario Verano EV-Var.

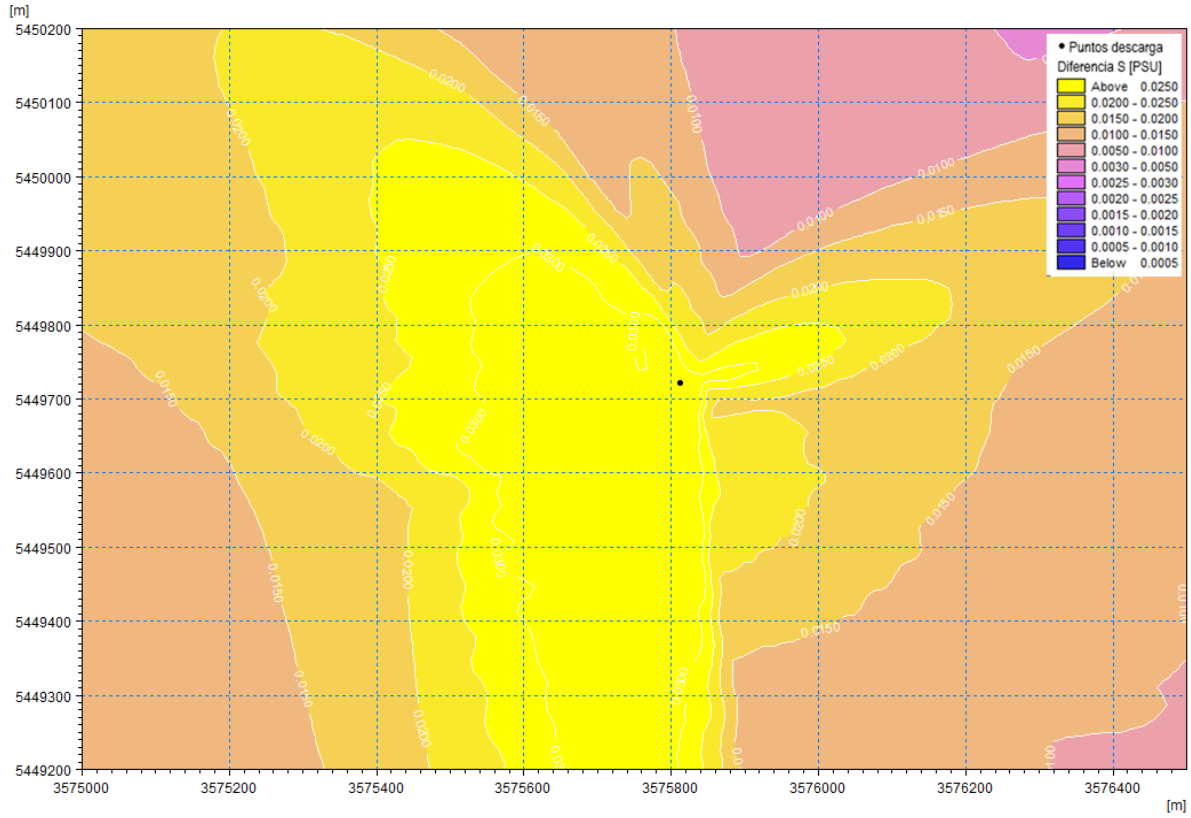


Figura 143. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

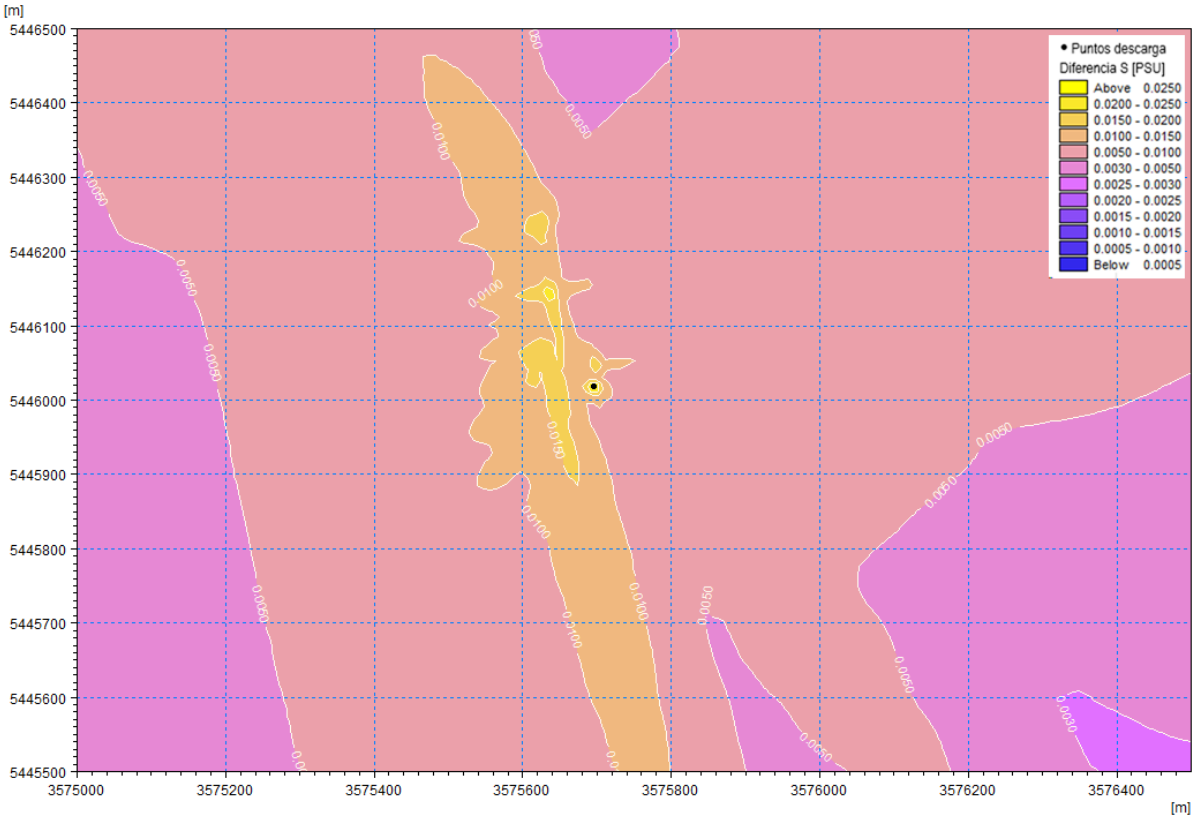


Figura 144. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

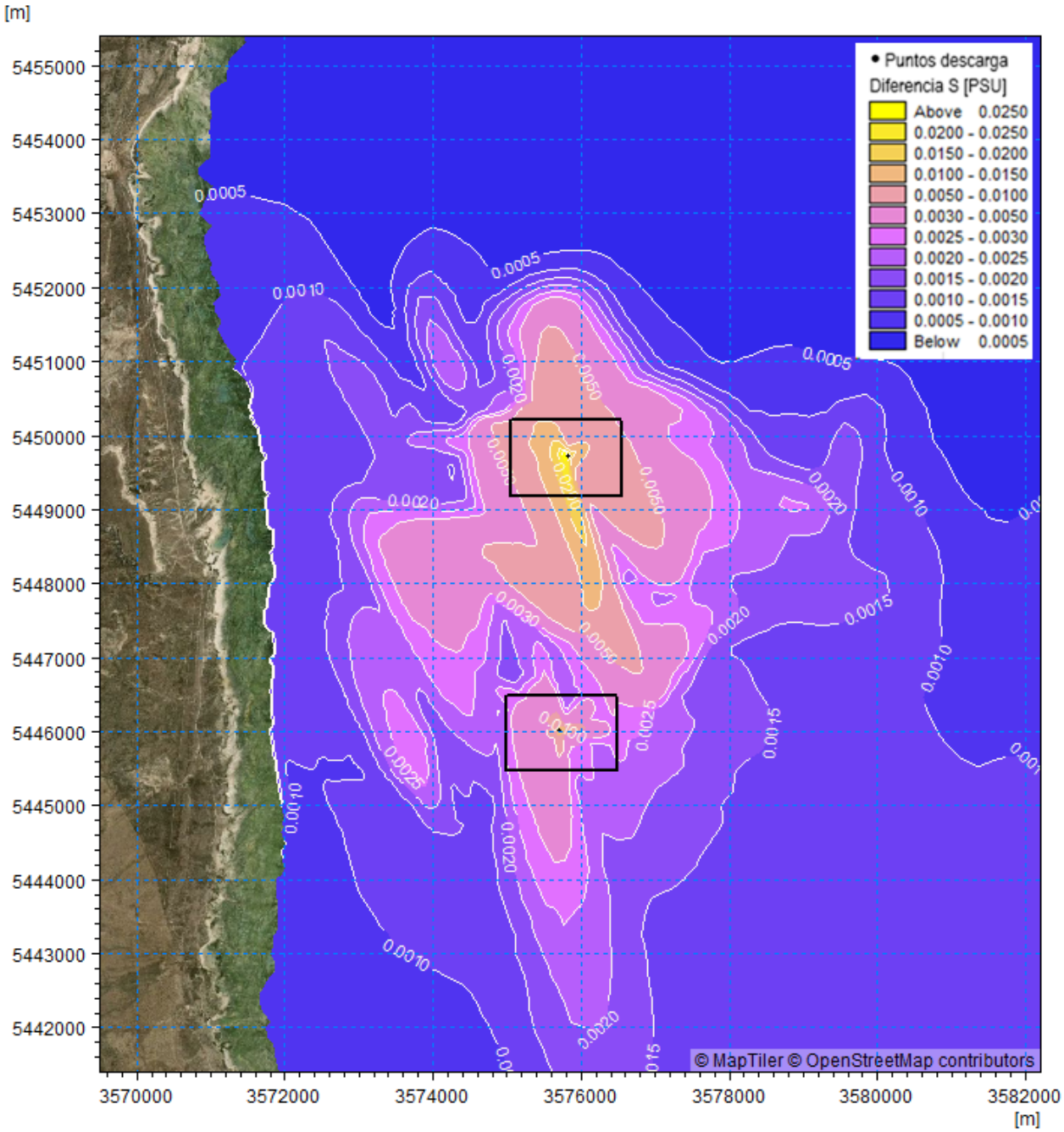


Figura 145. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Escenario Verano EV-Var.

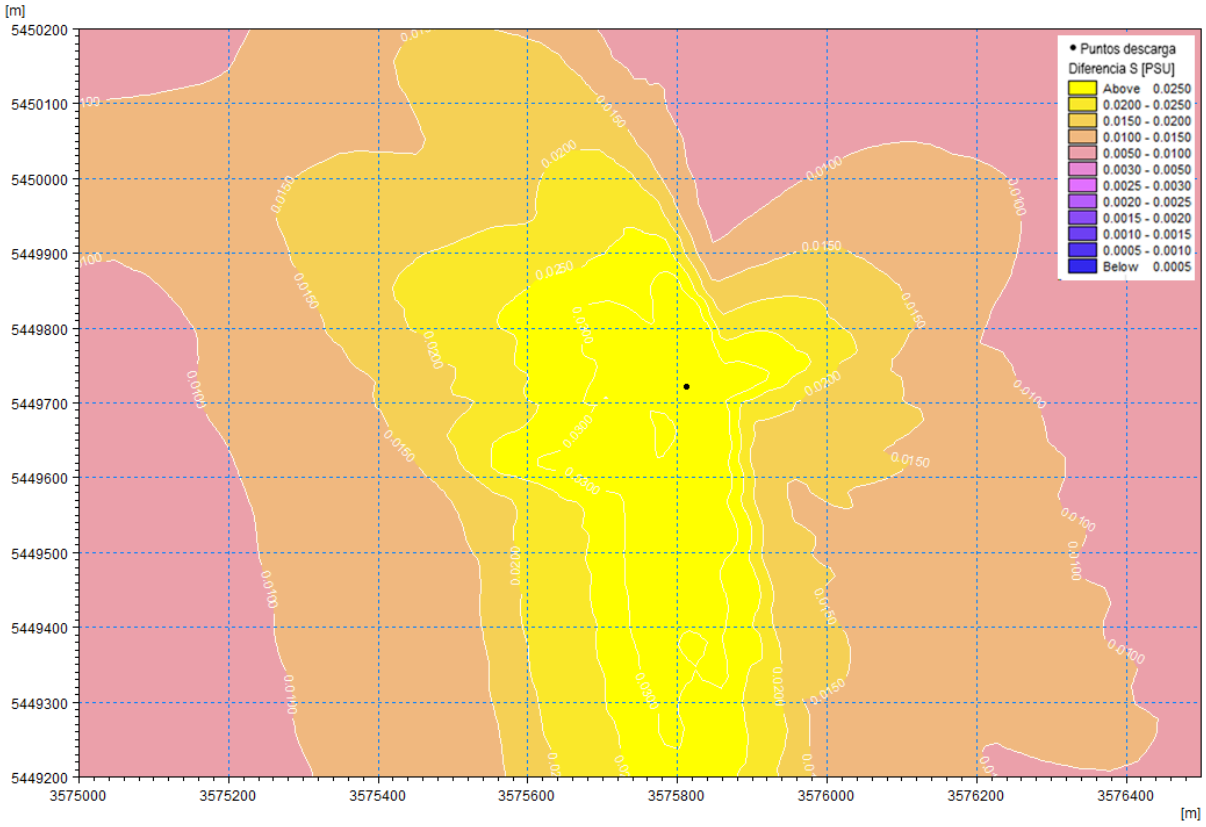


Figura 146. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

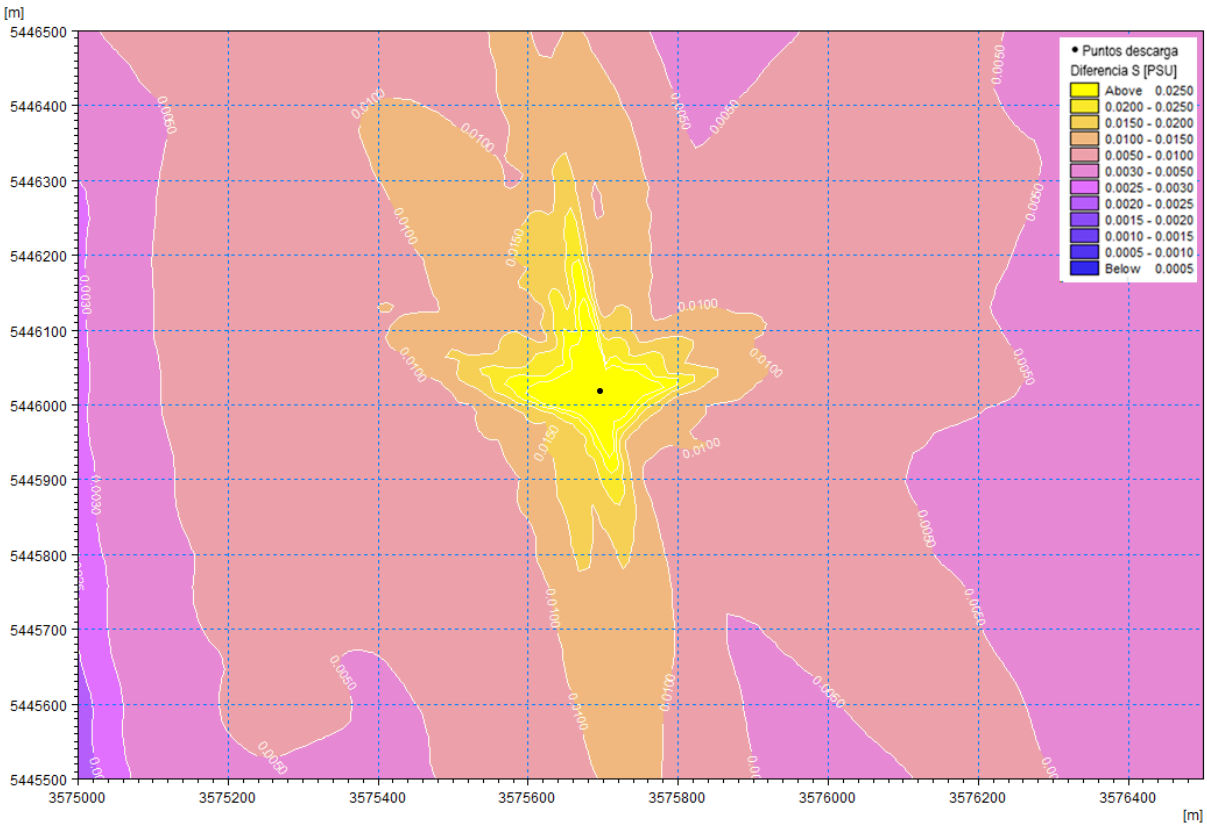


Figura 147. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

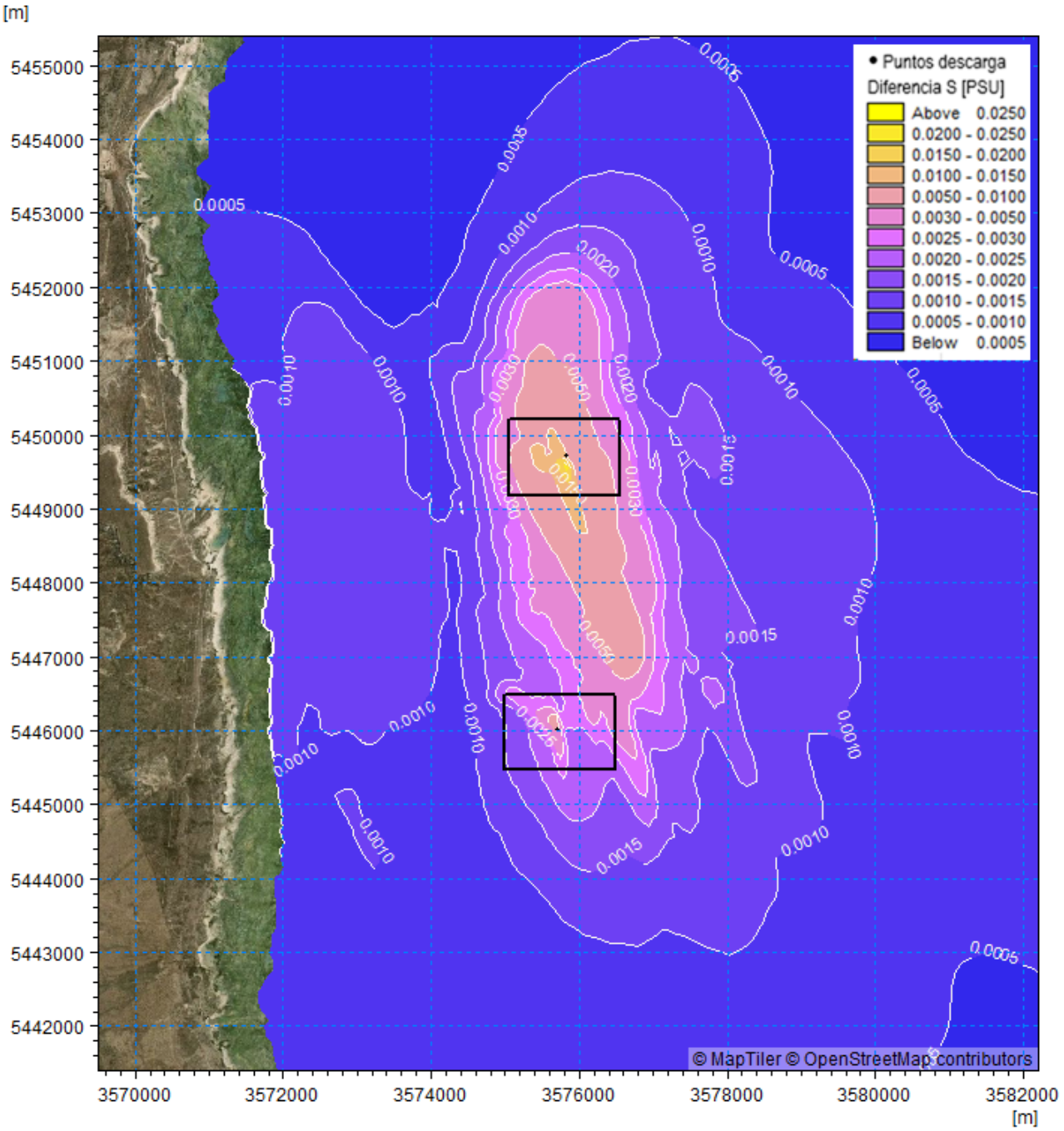


Figura 148. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-Var.

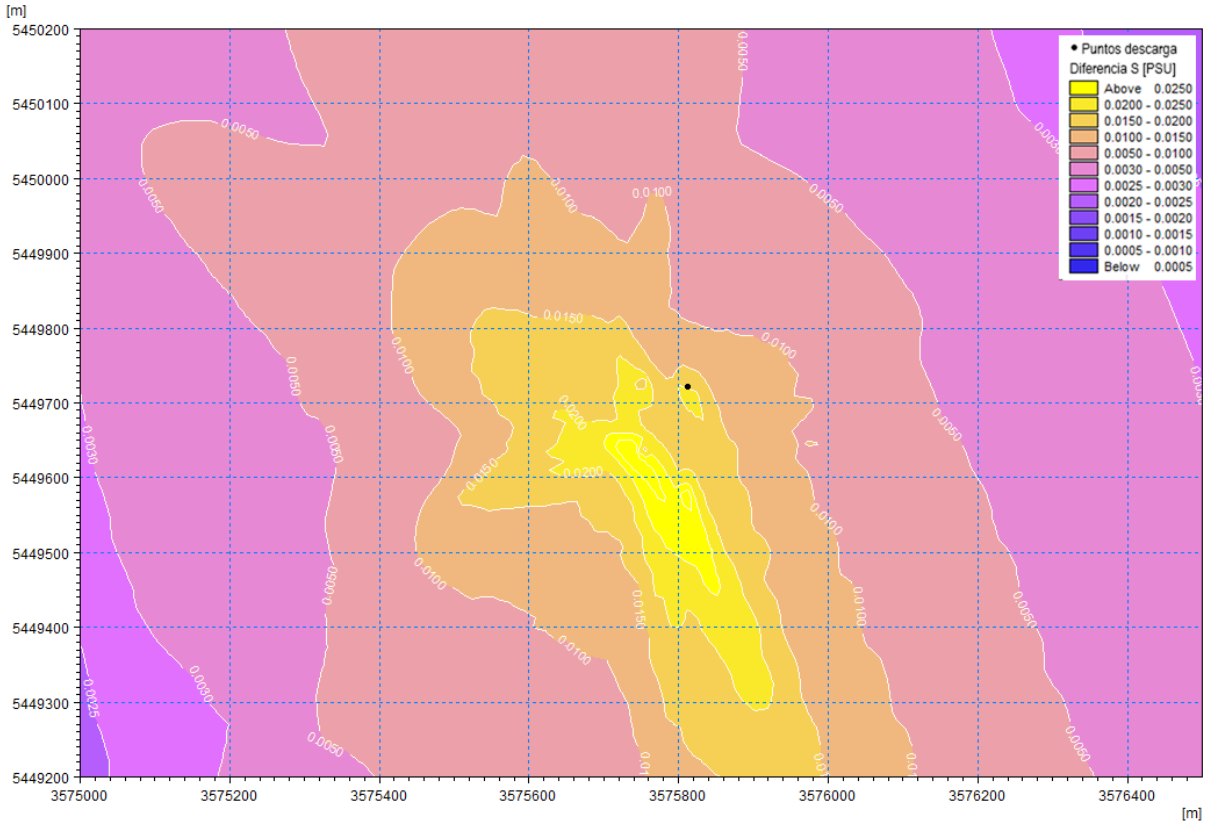


Figura 149. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

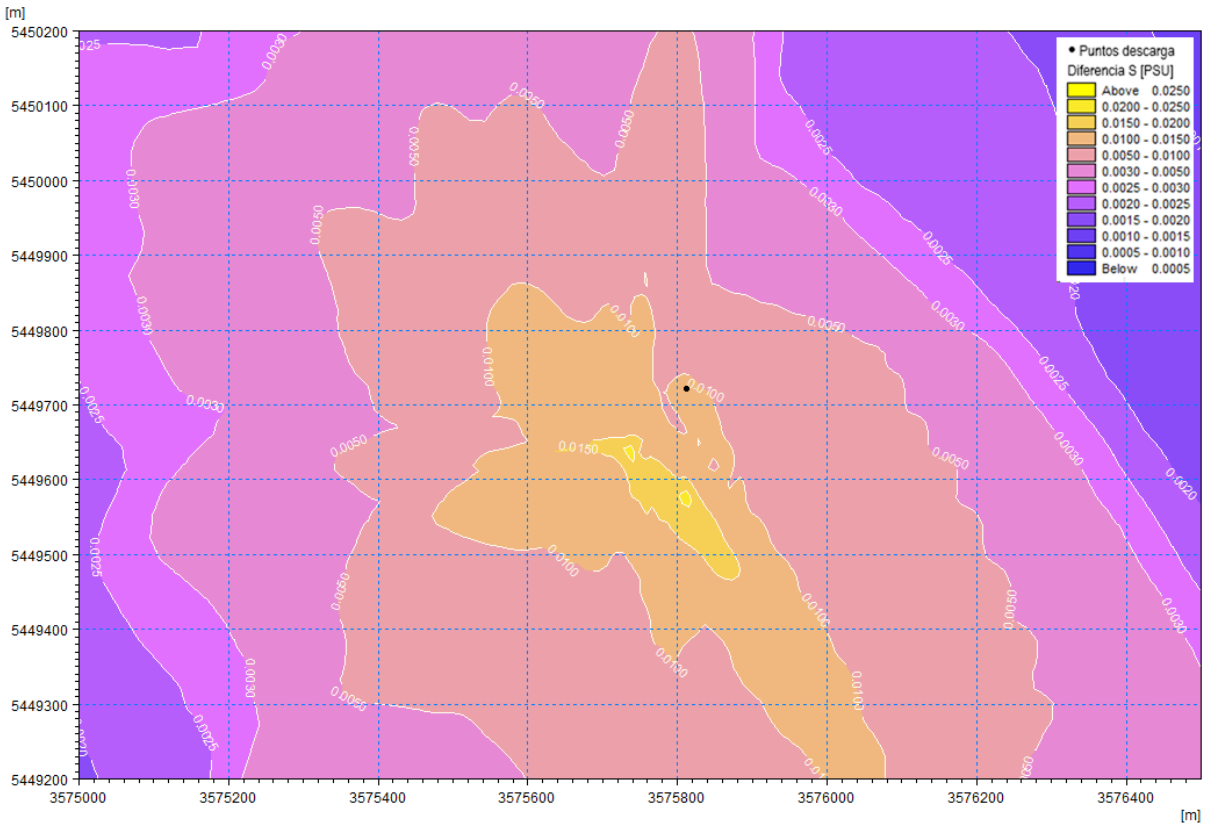


Figura 150. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

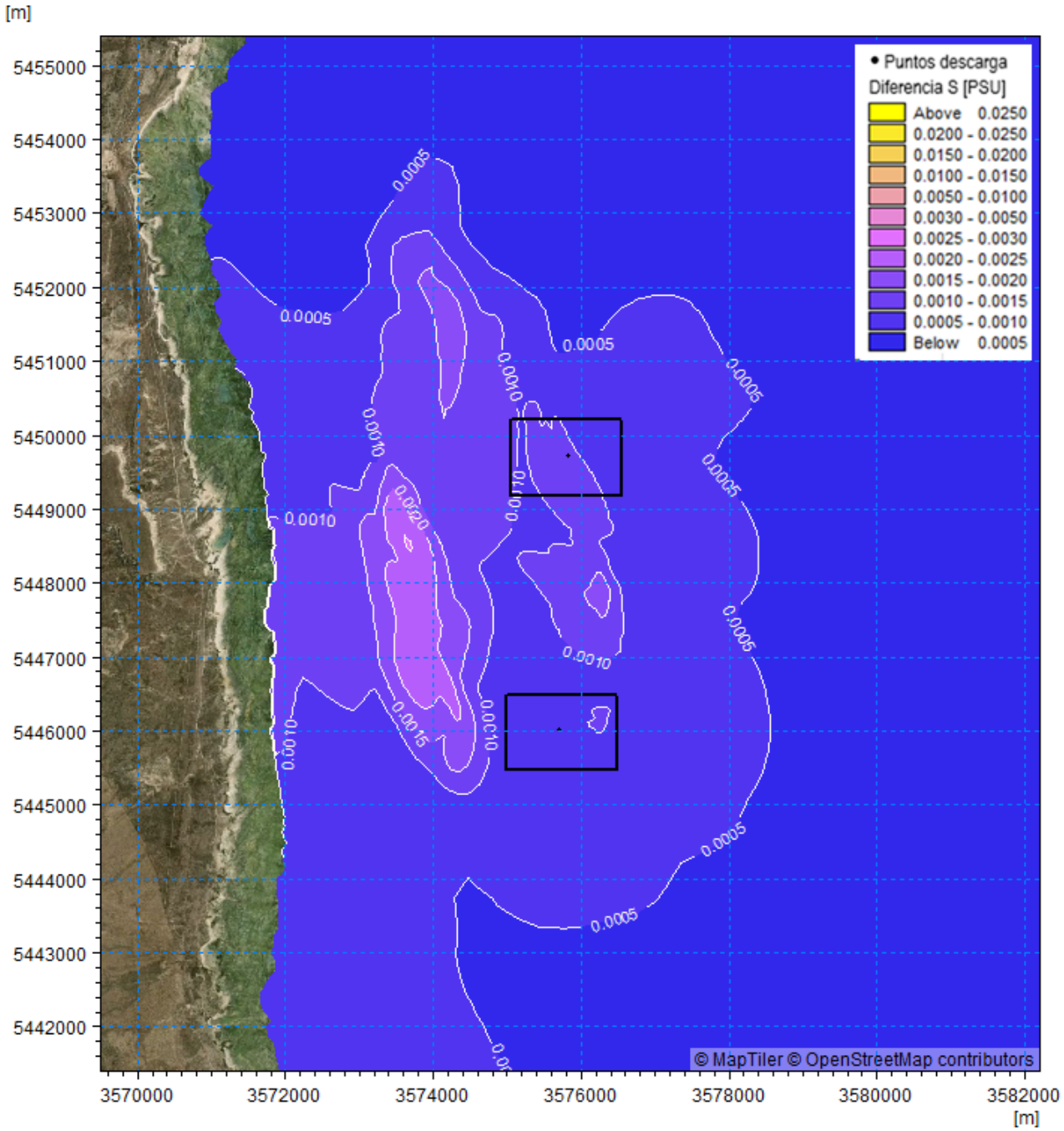


Figura 151. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-Var.

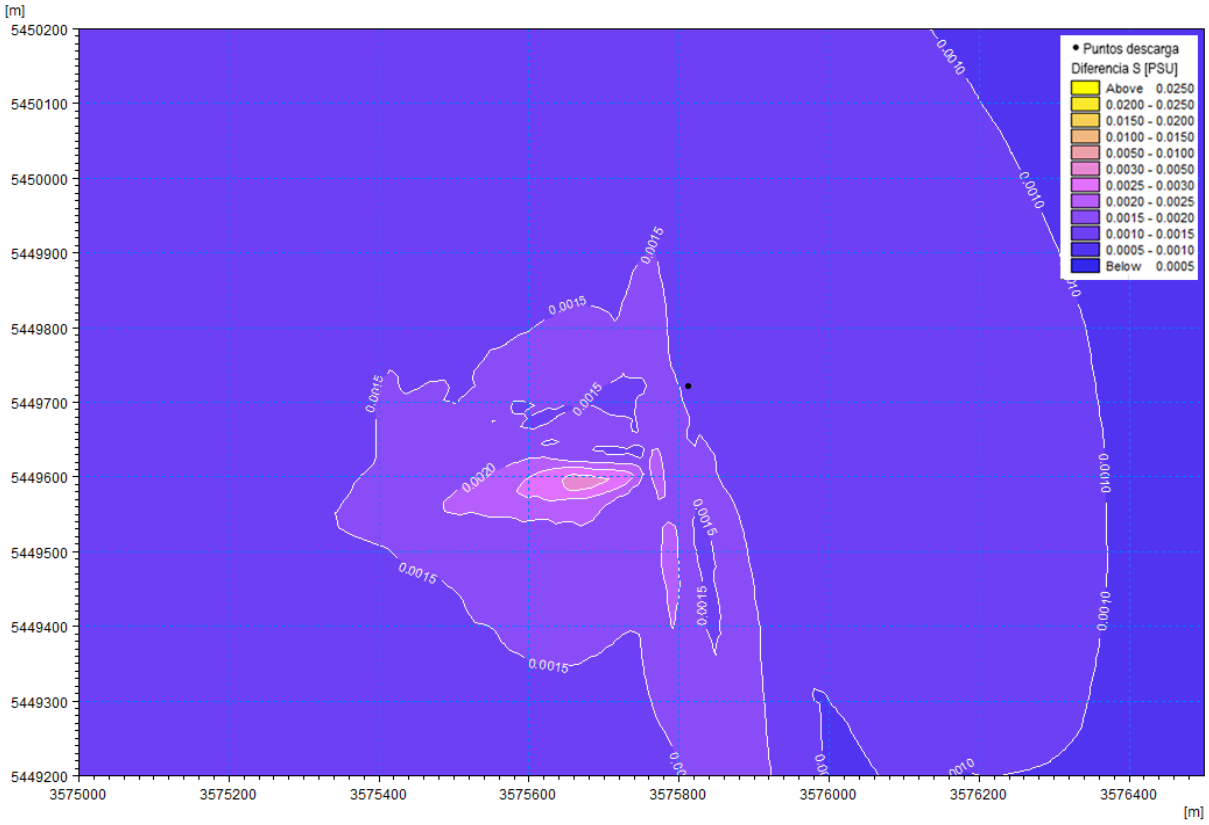


Figura 152. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

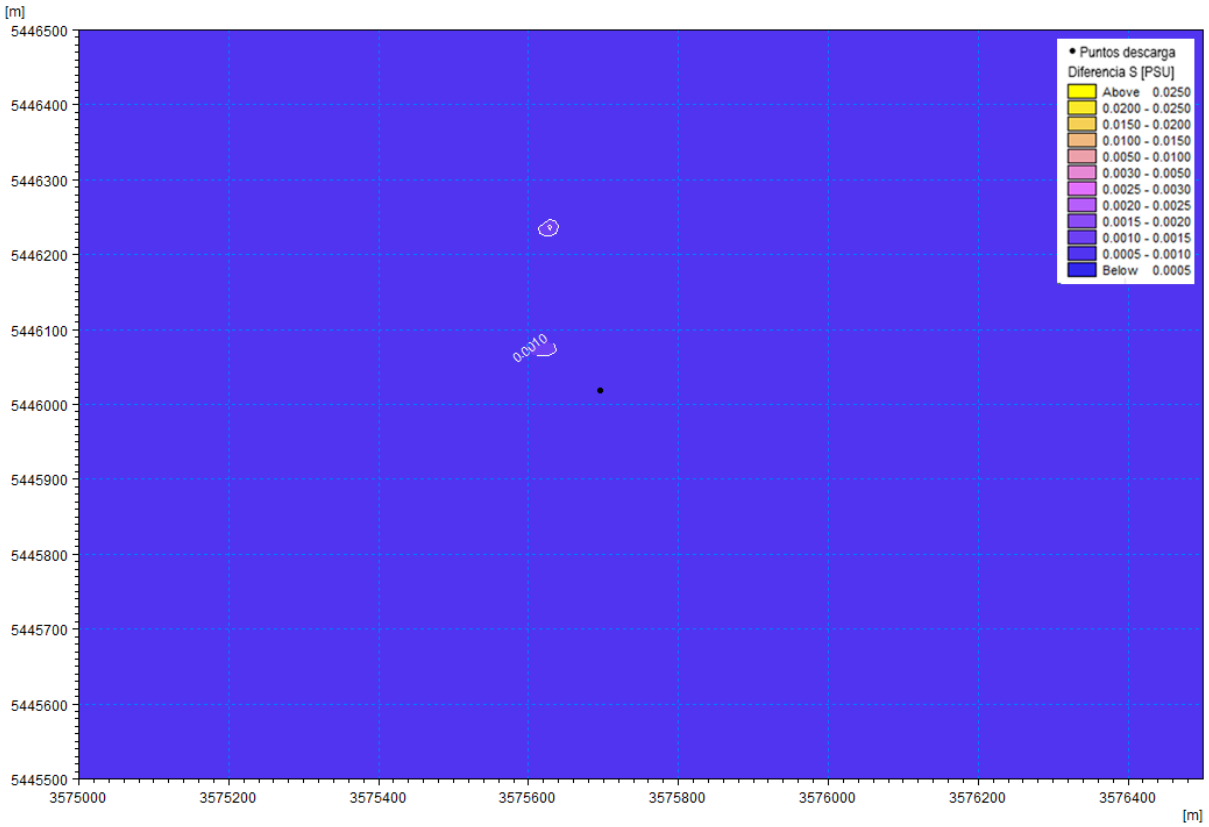


Figura 153. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

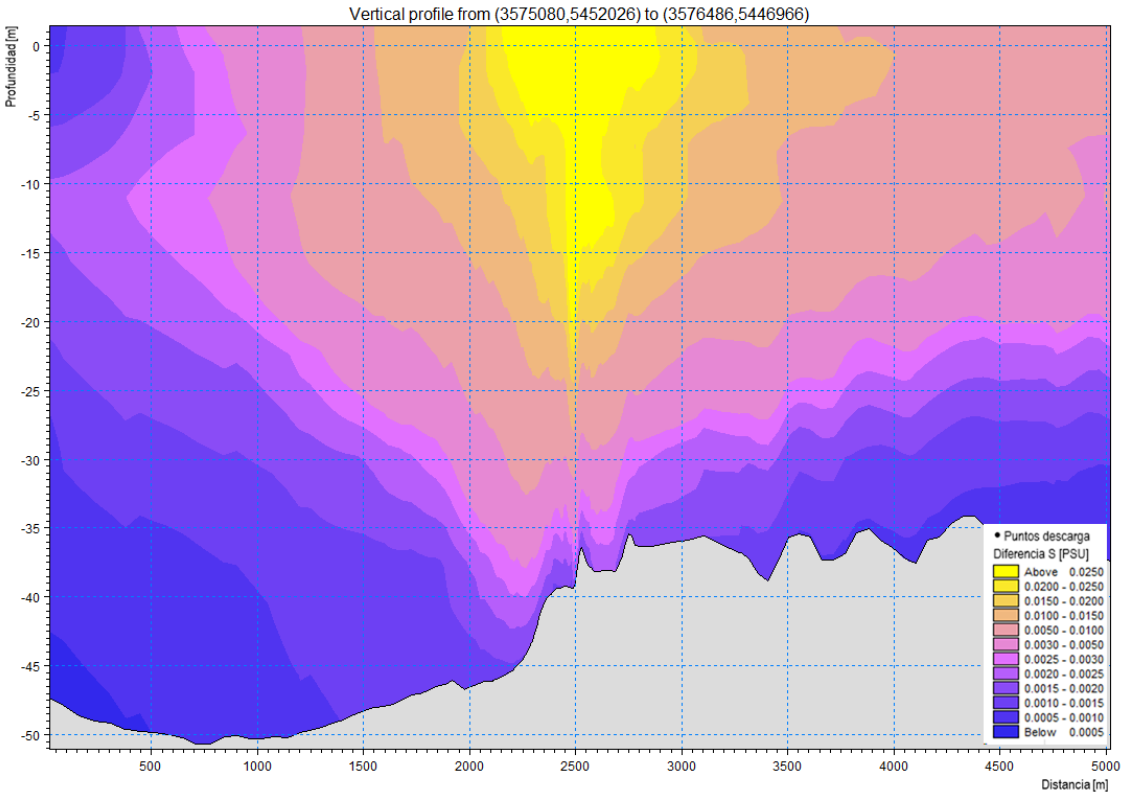


Figura 154. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

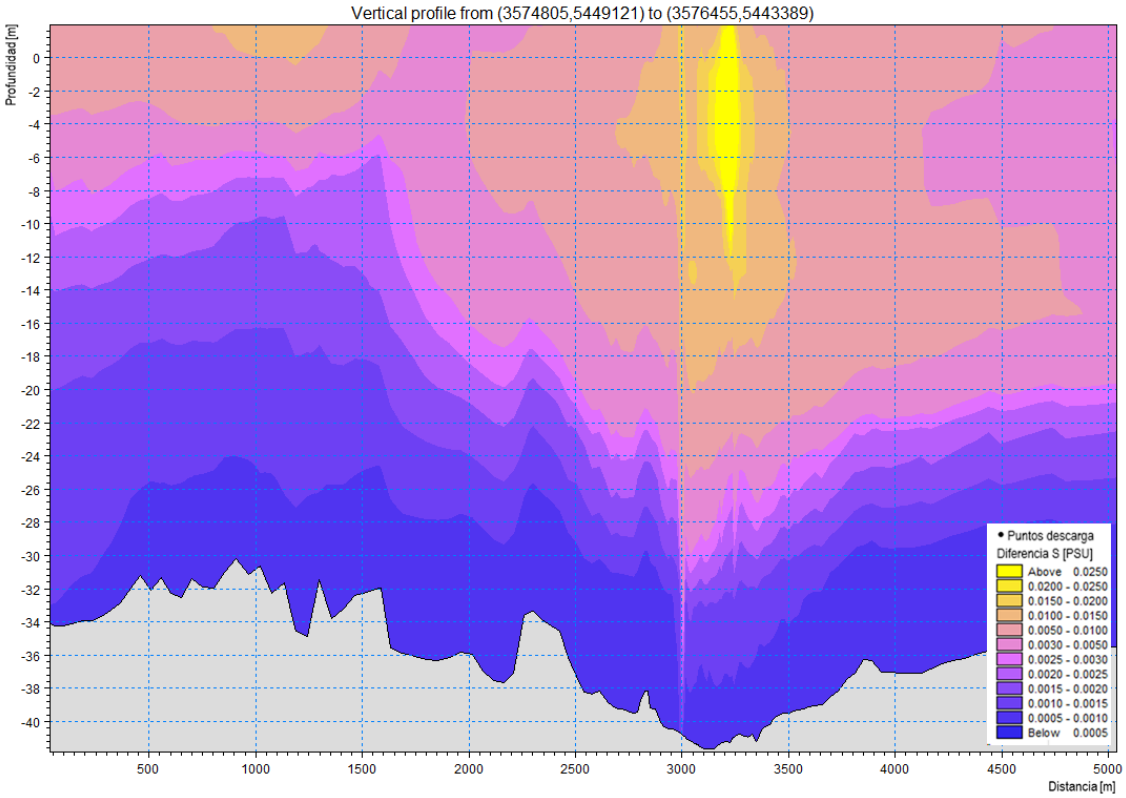


Figura 155. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

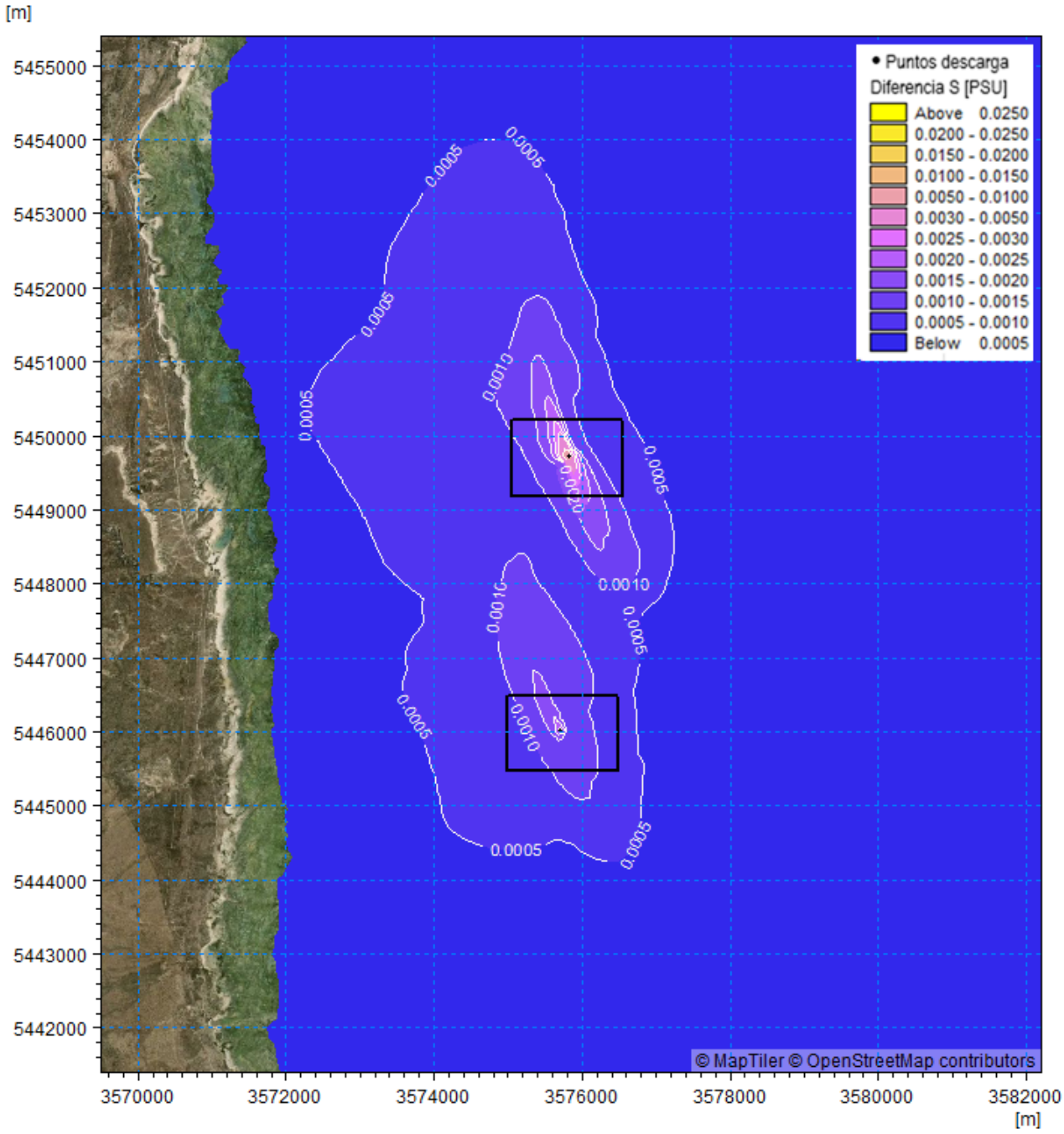


Figura 156. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Escenario Invierno EI-C (Calma).

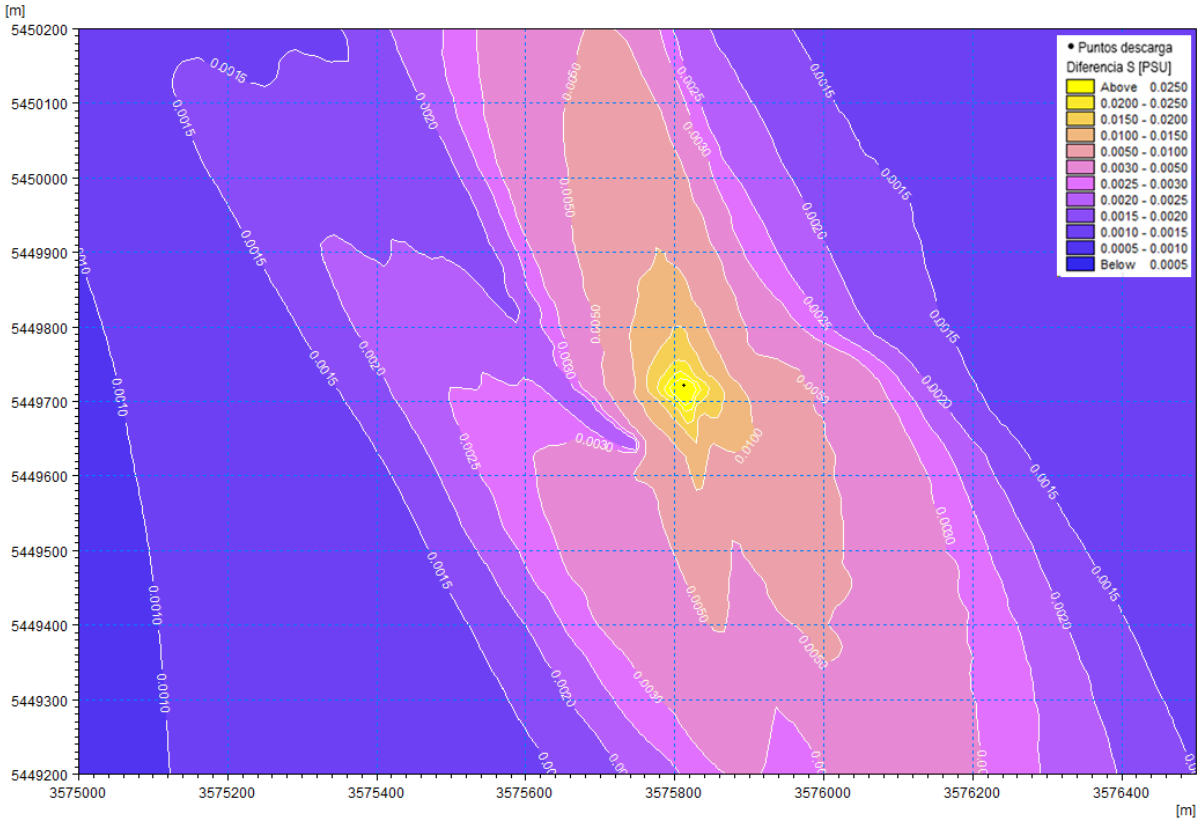


Figura 157. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

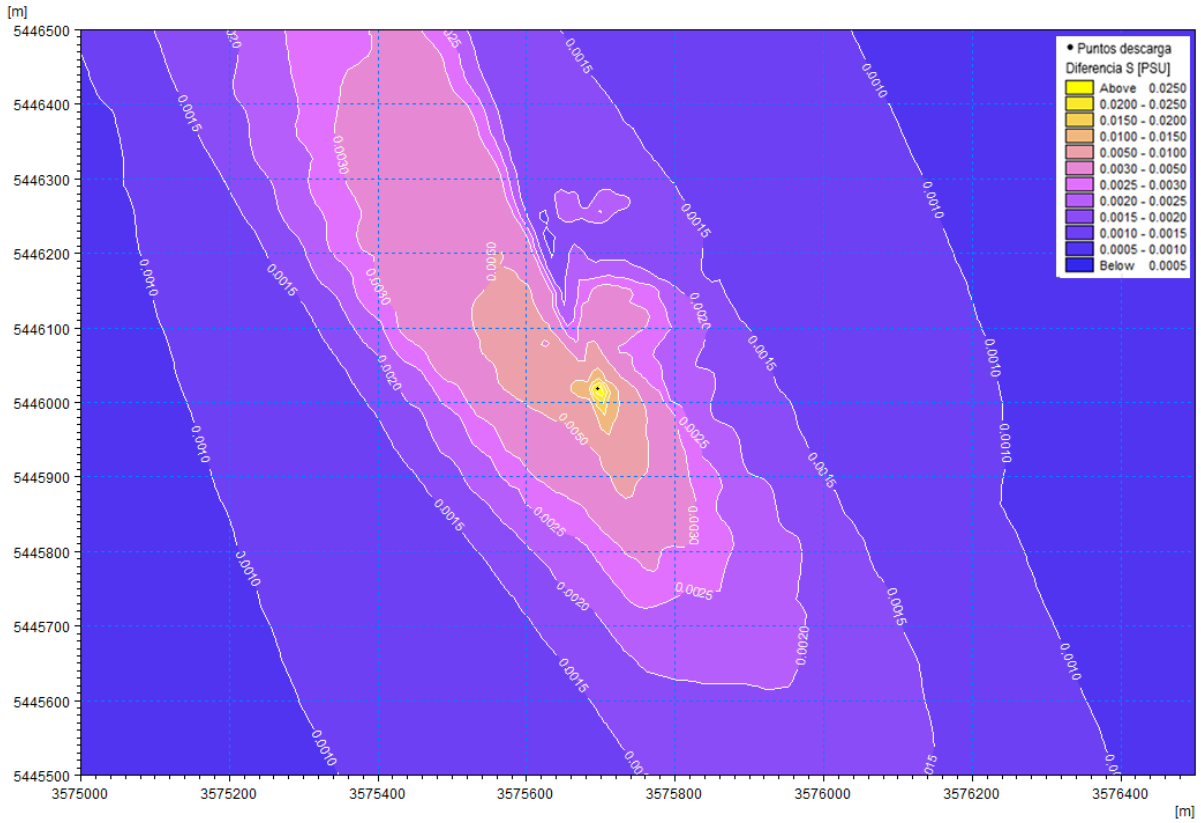


Figura 158. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

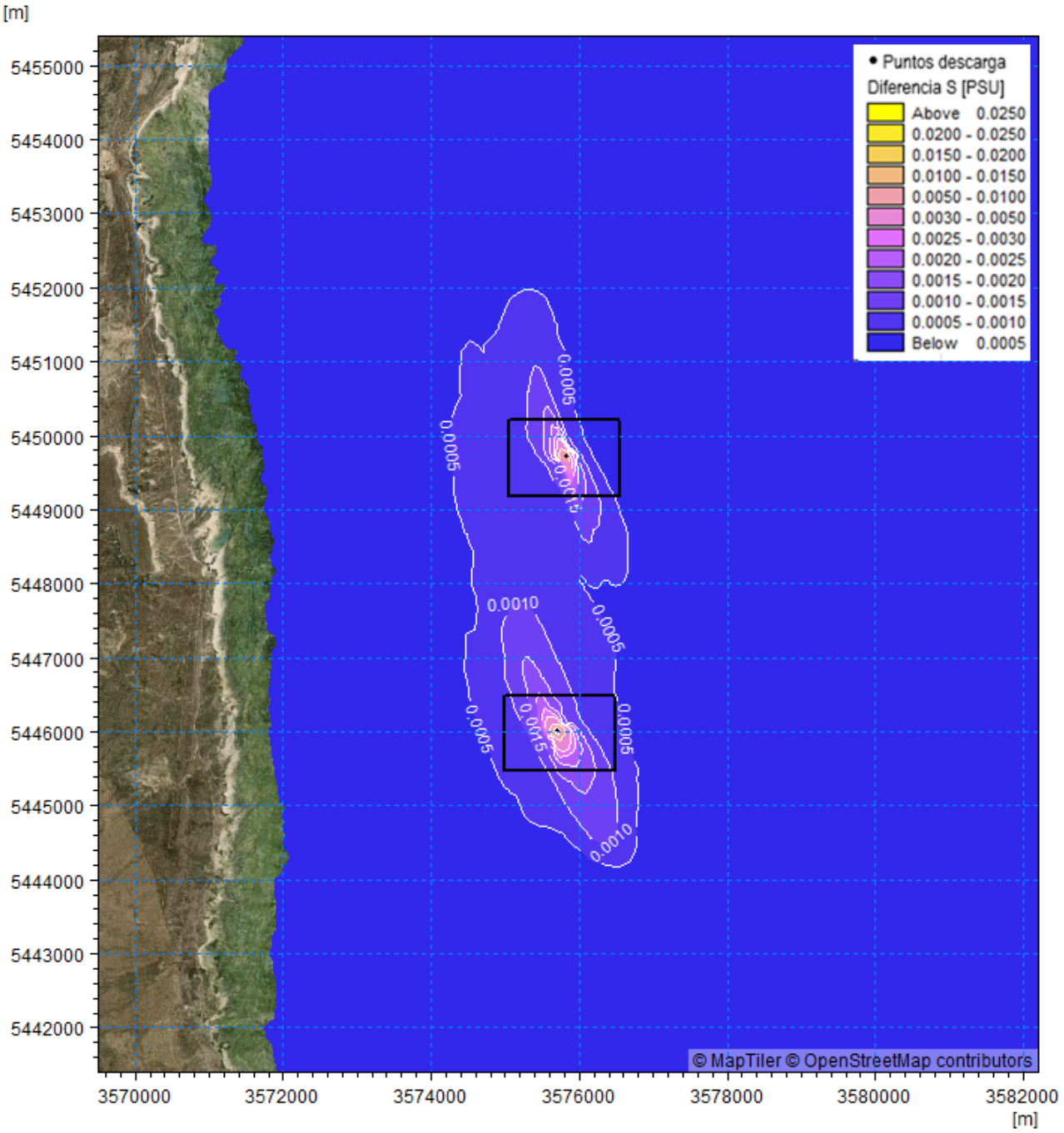


Figura 159. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-C (Calma).

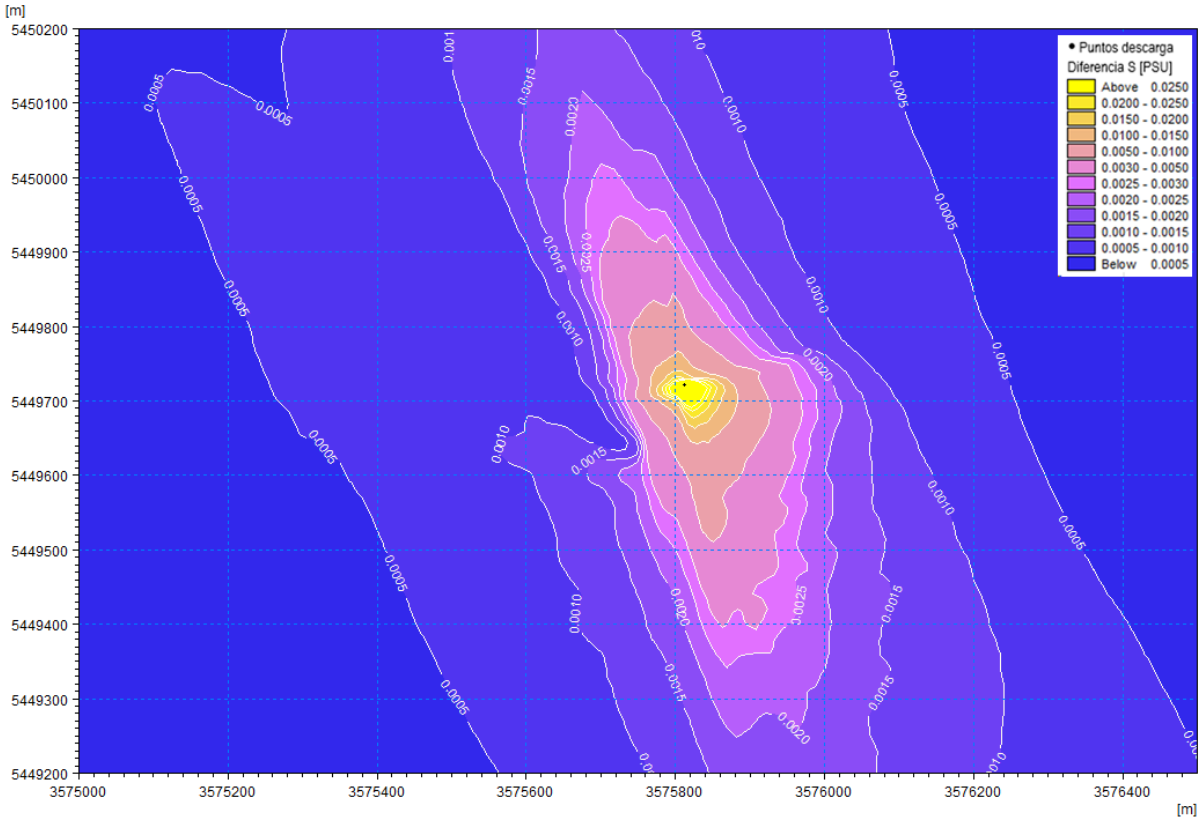


Figura 160. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

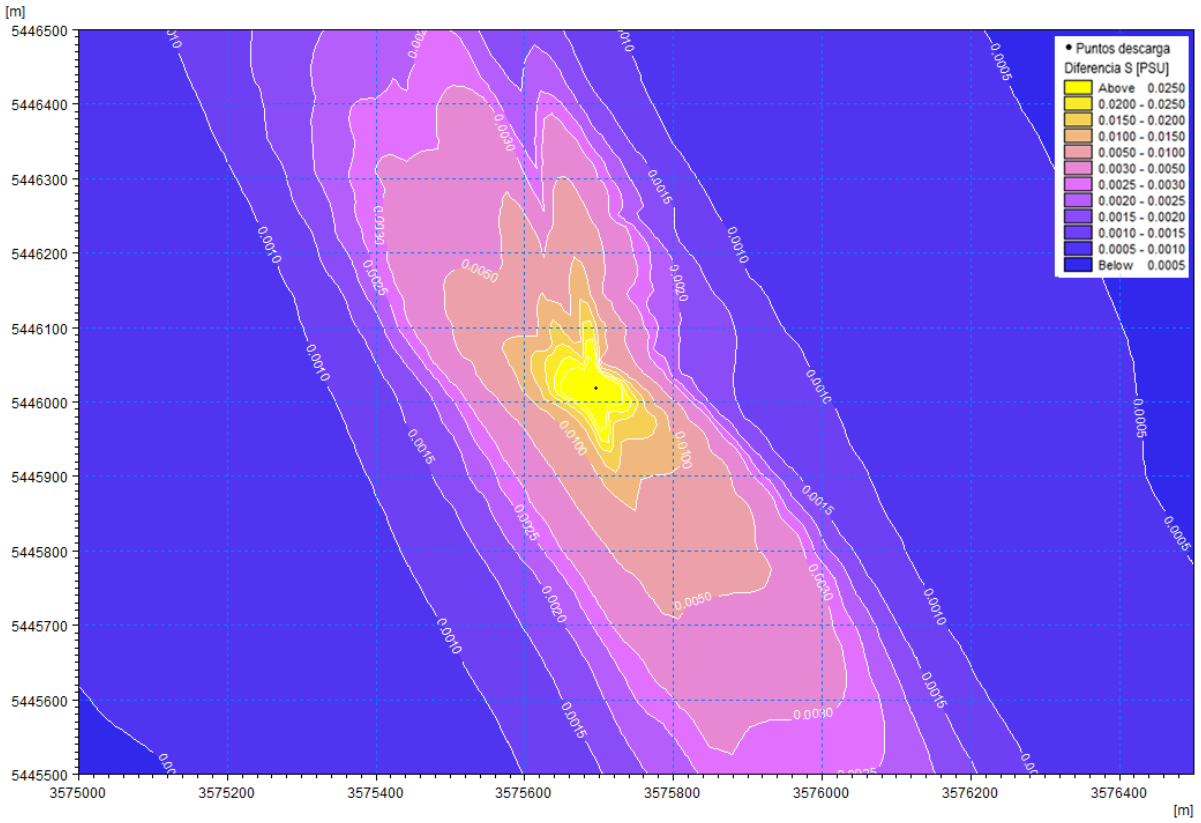


Figura 161. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

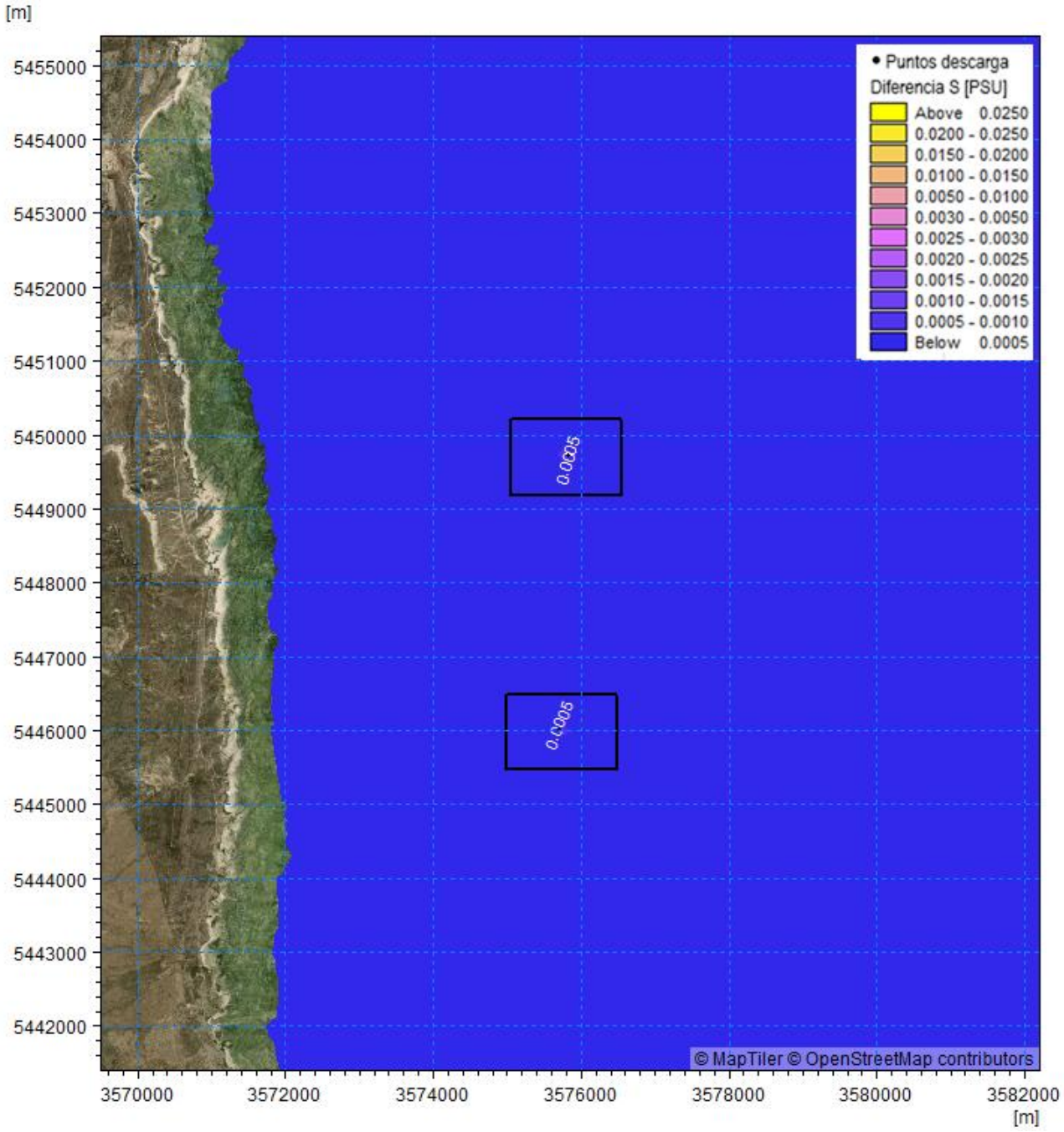


Figura 162. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Invierno EI-C (Calma).

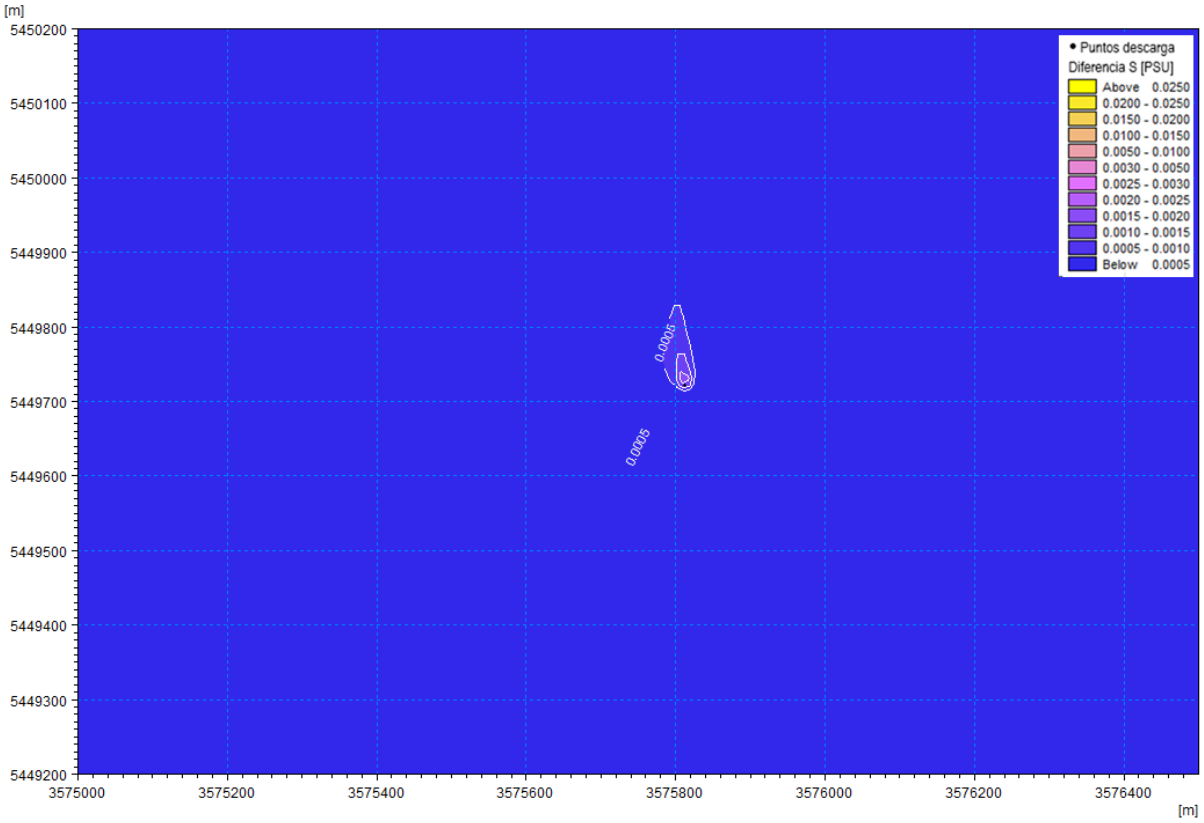


Figura 163. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

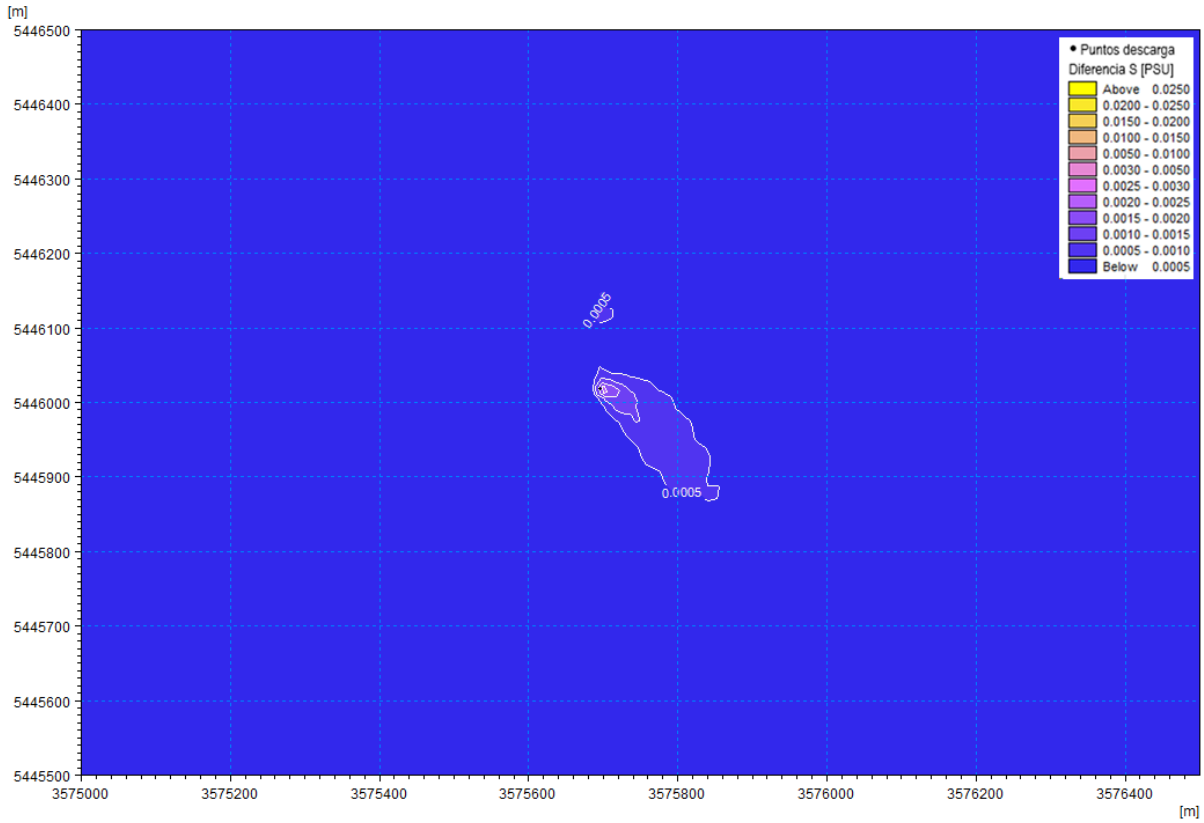


Figura 164. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

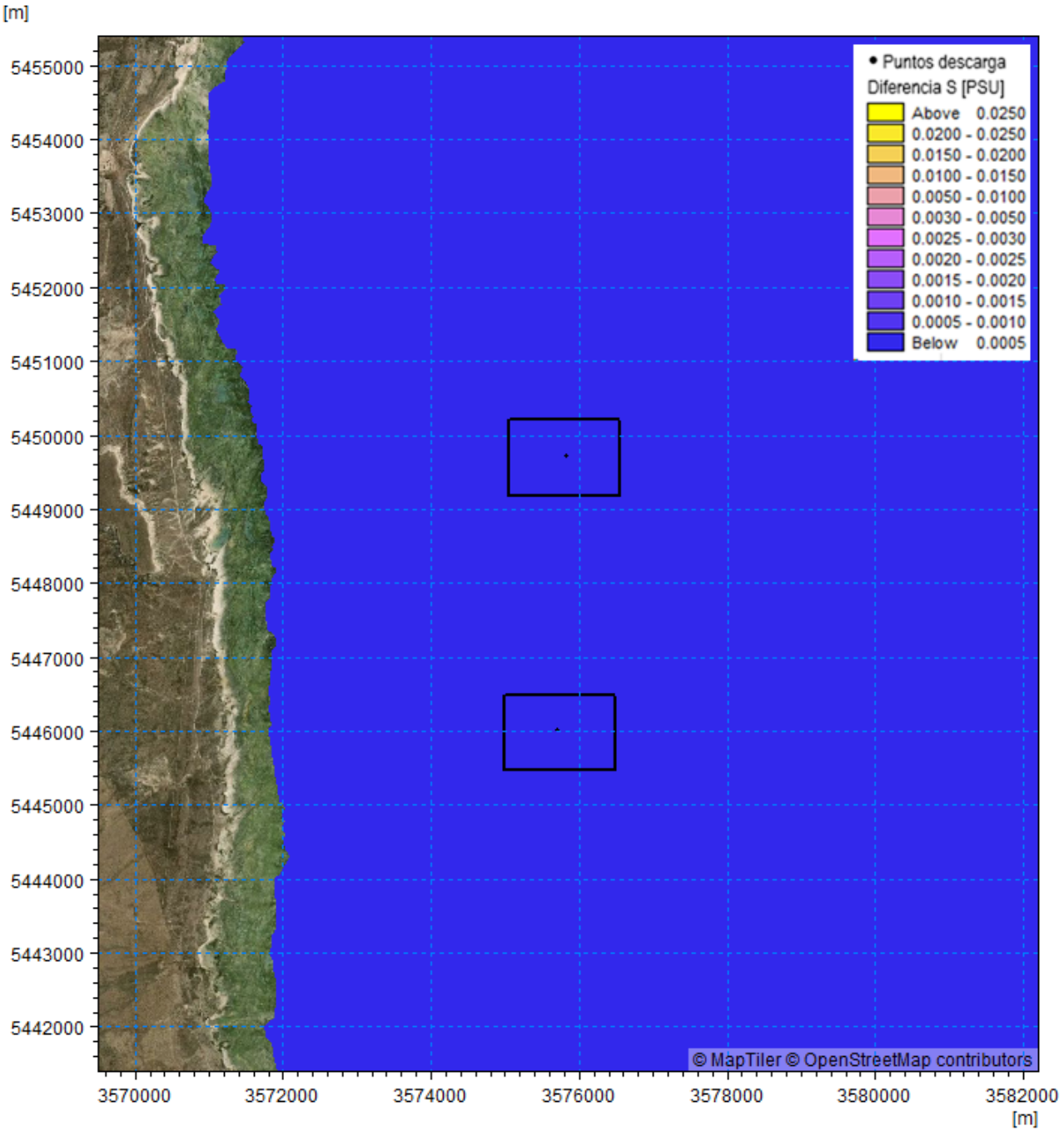


Figura 165. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-C (Calma).

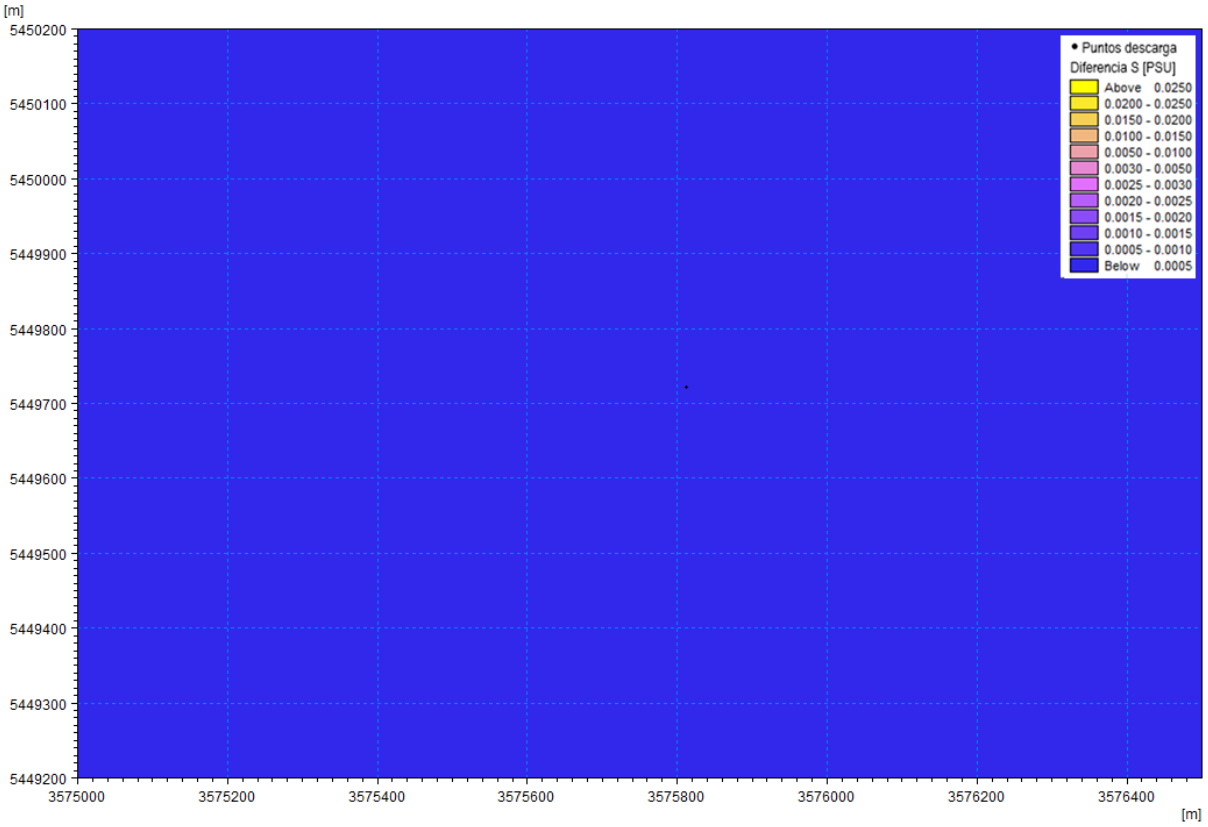


Figura 166. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

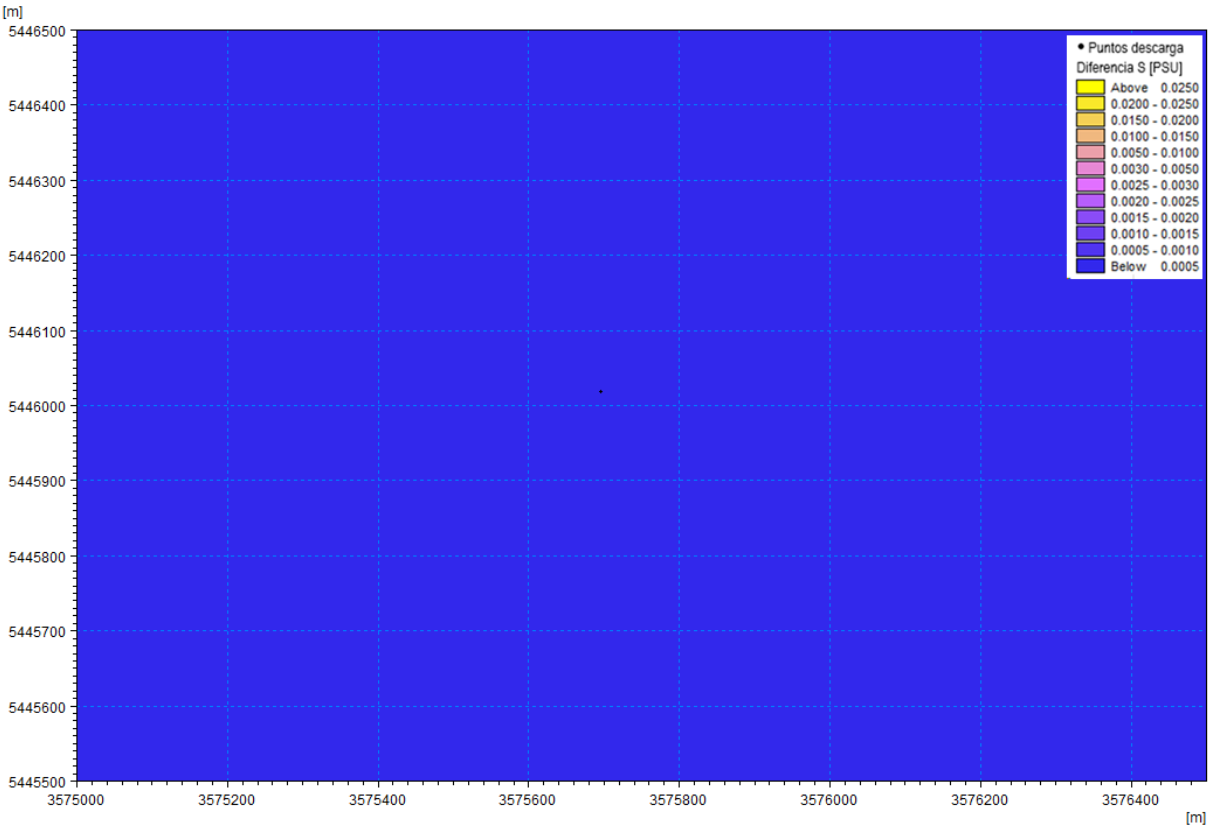


Figura 167. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

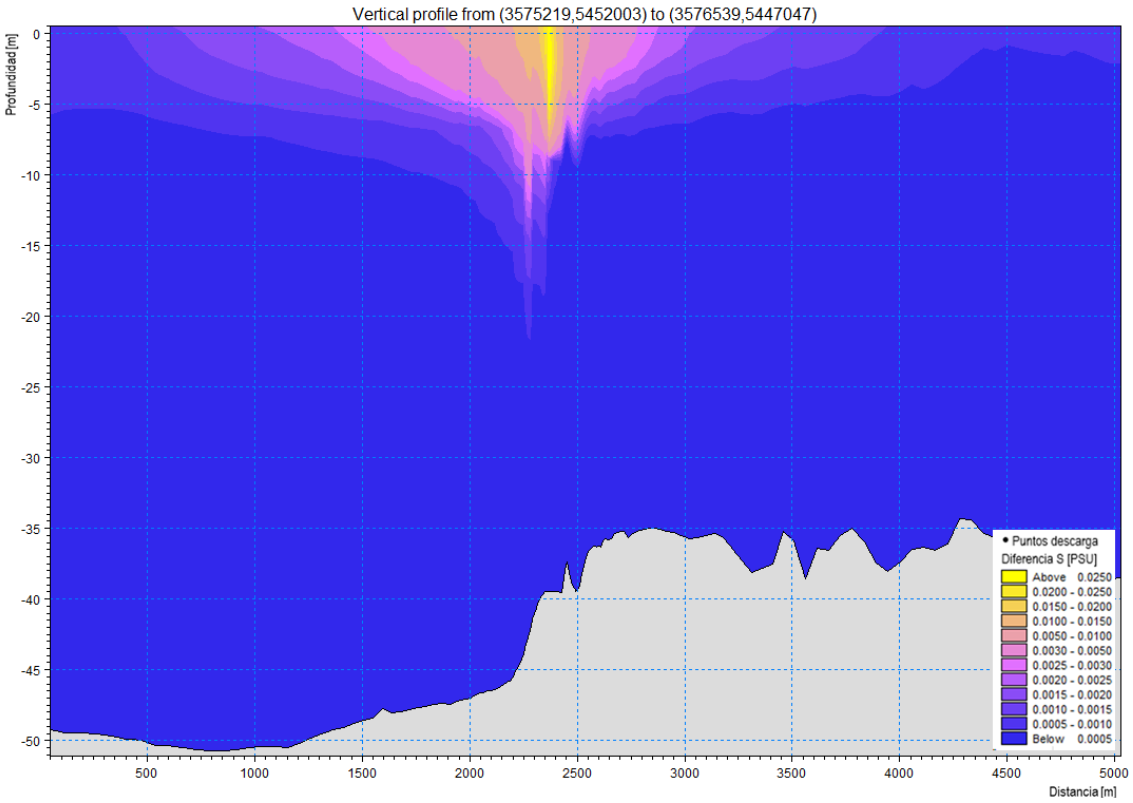


Figura 168. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

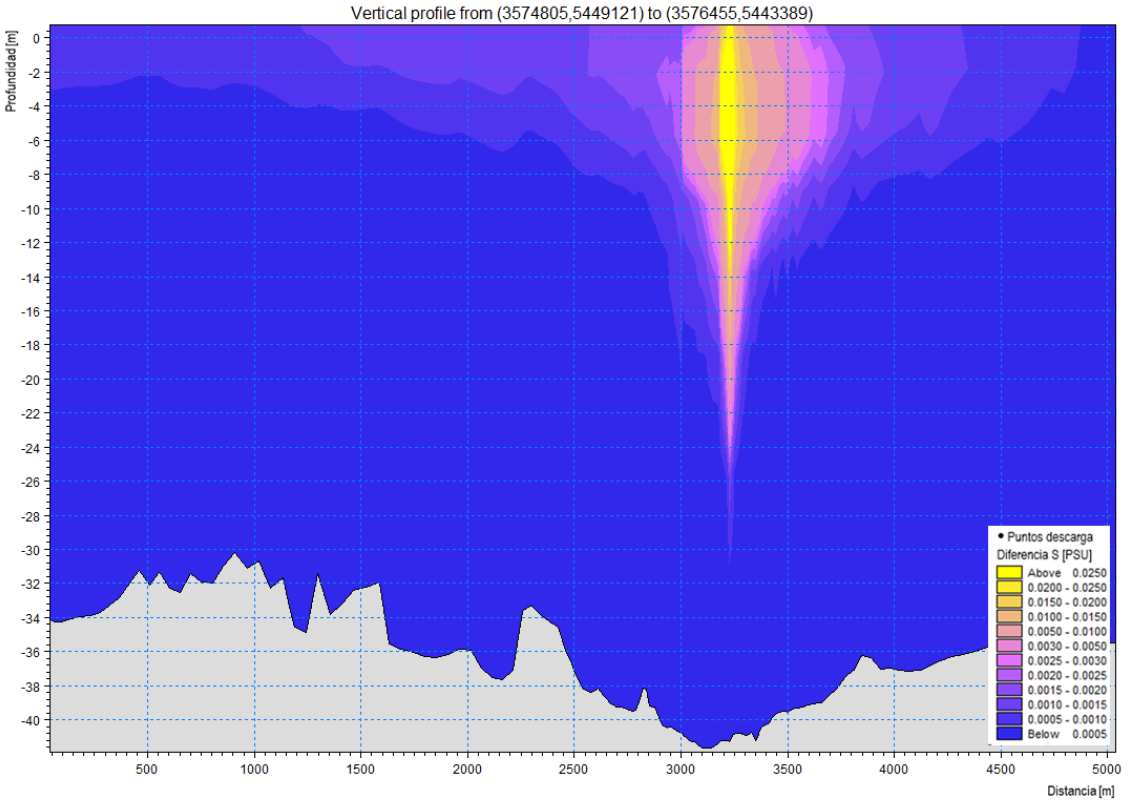


Figura 169. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

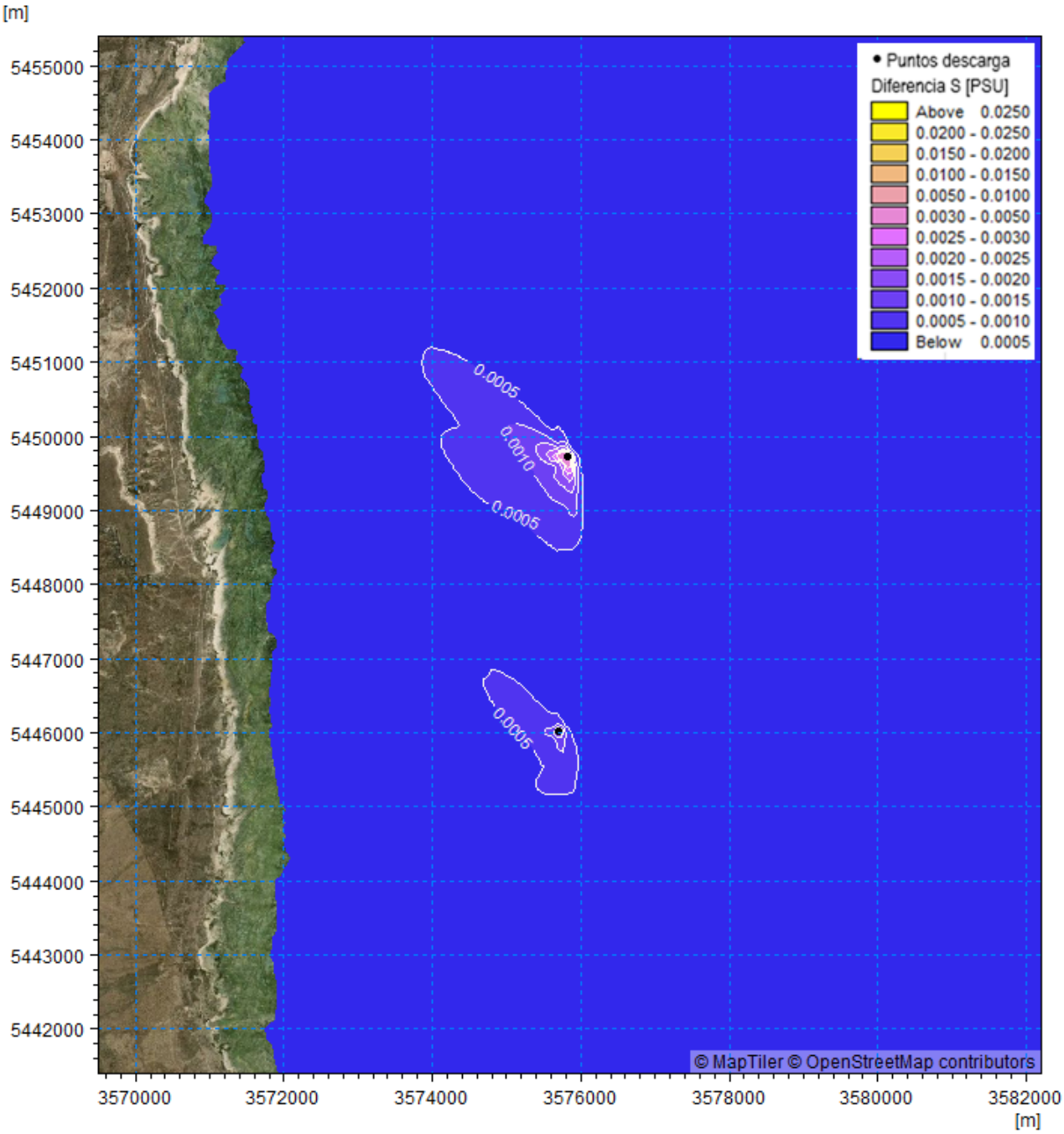


Figura 170. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Invierno El-E.

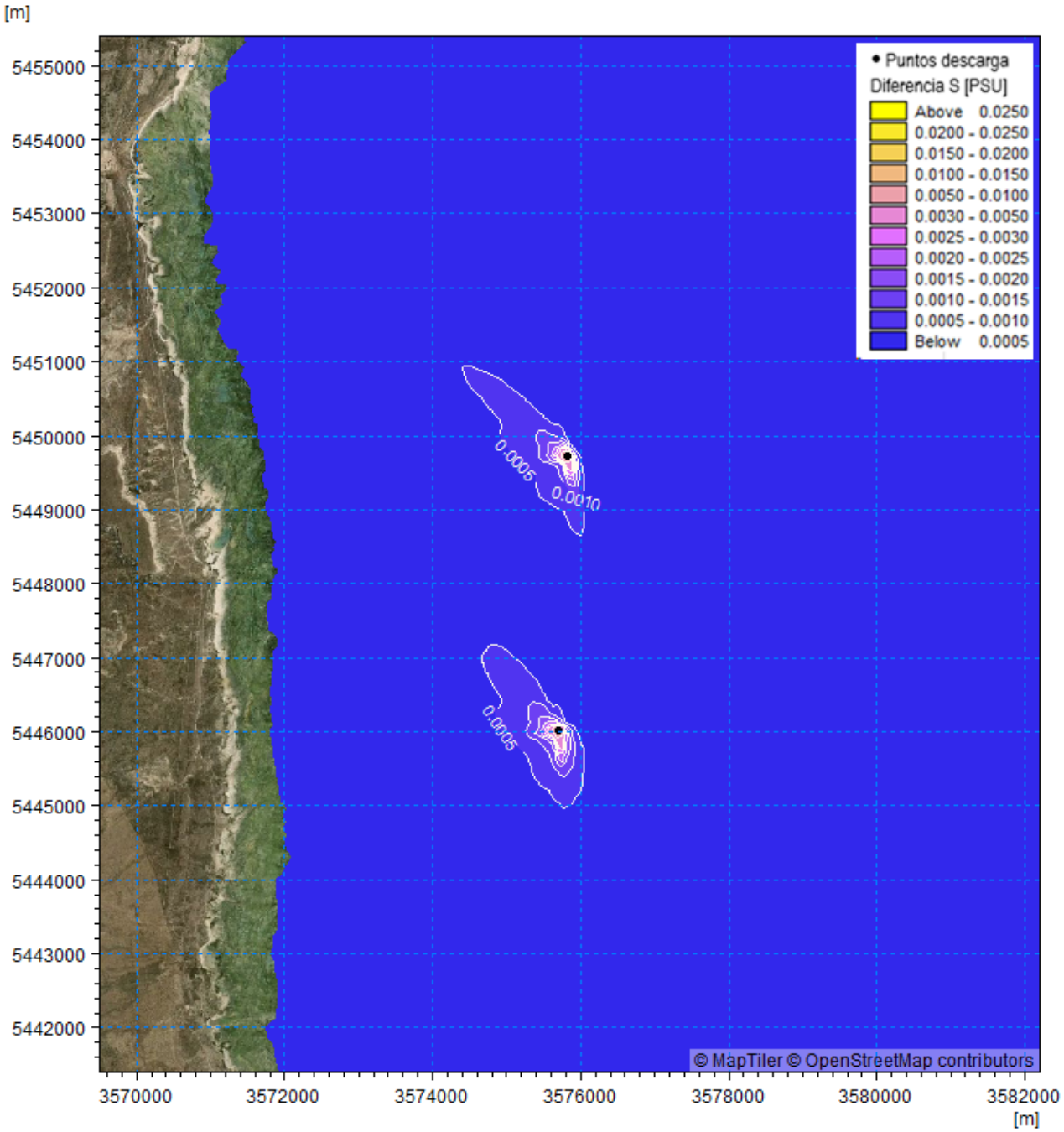


Figura 171. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-E.

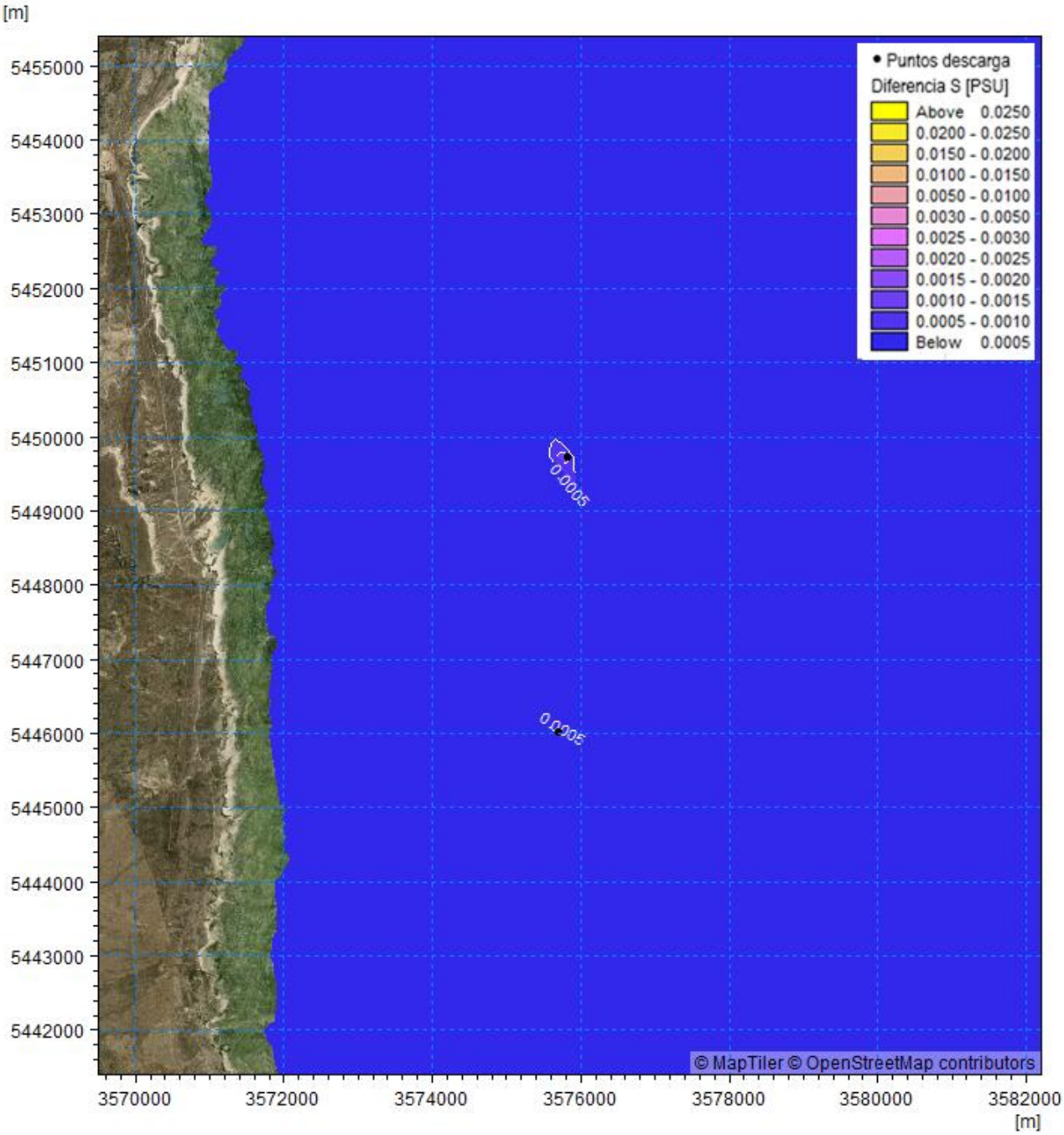


Figura 172. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Invierno EI-E.

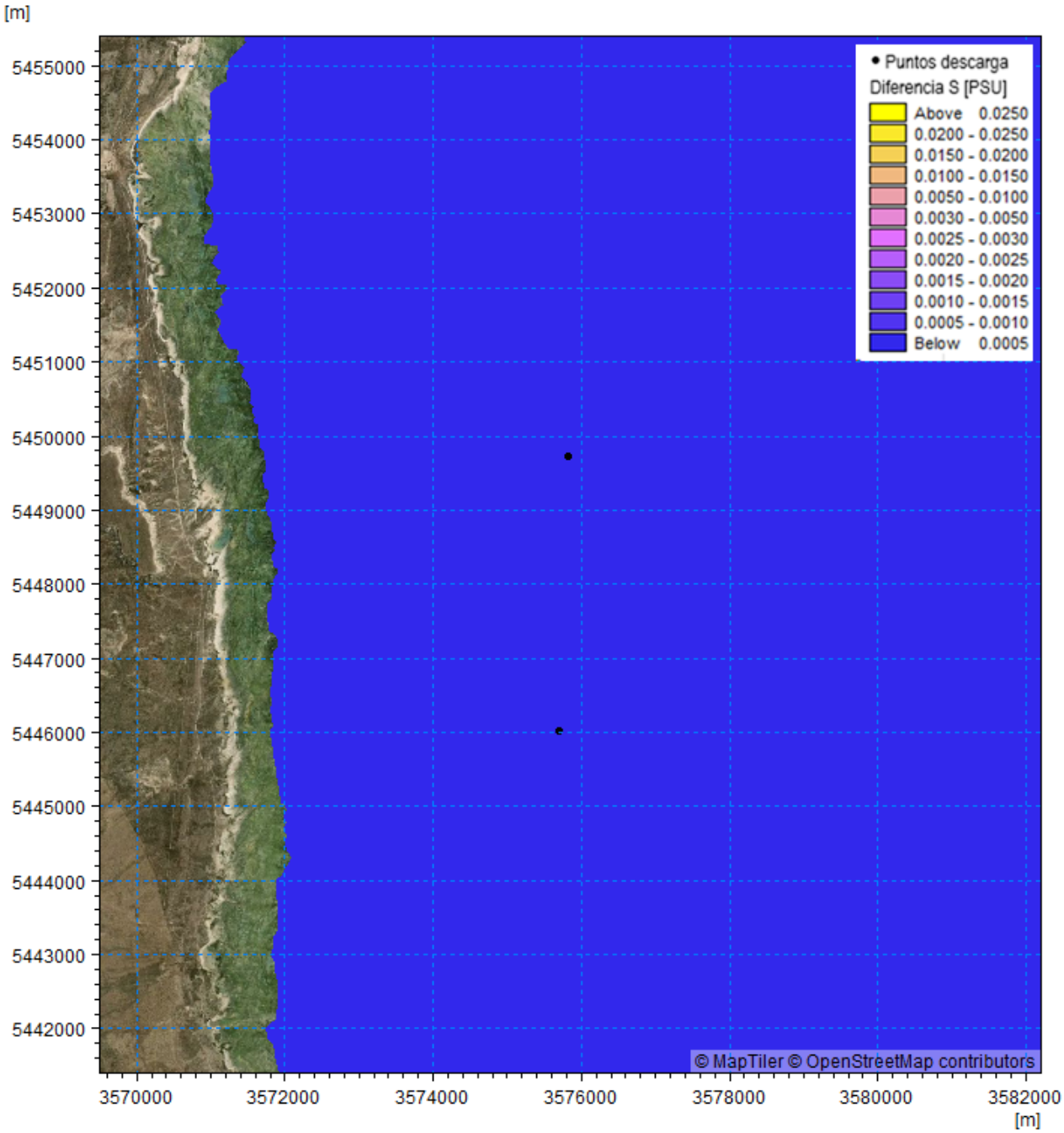


Figura 173. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-E.

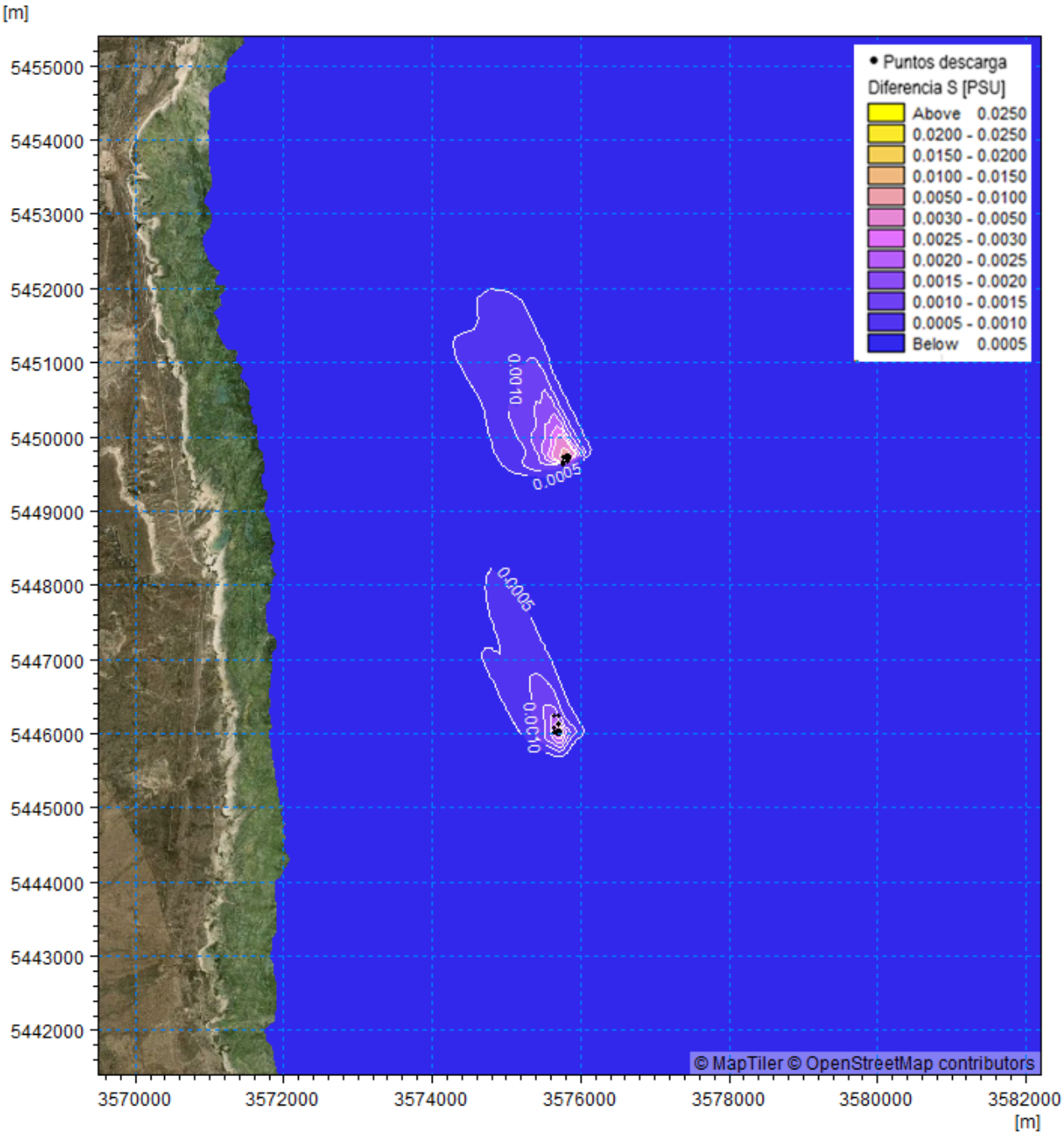


Figura 174. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Invierno EI-SE.

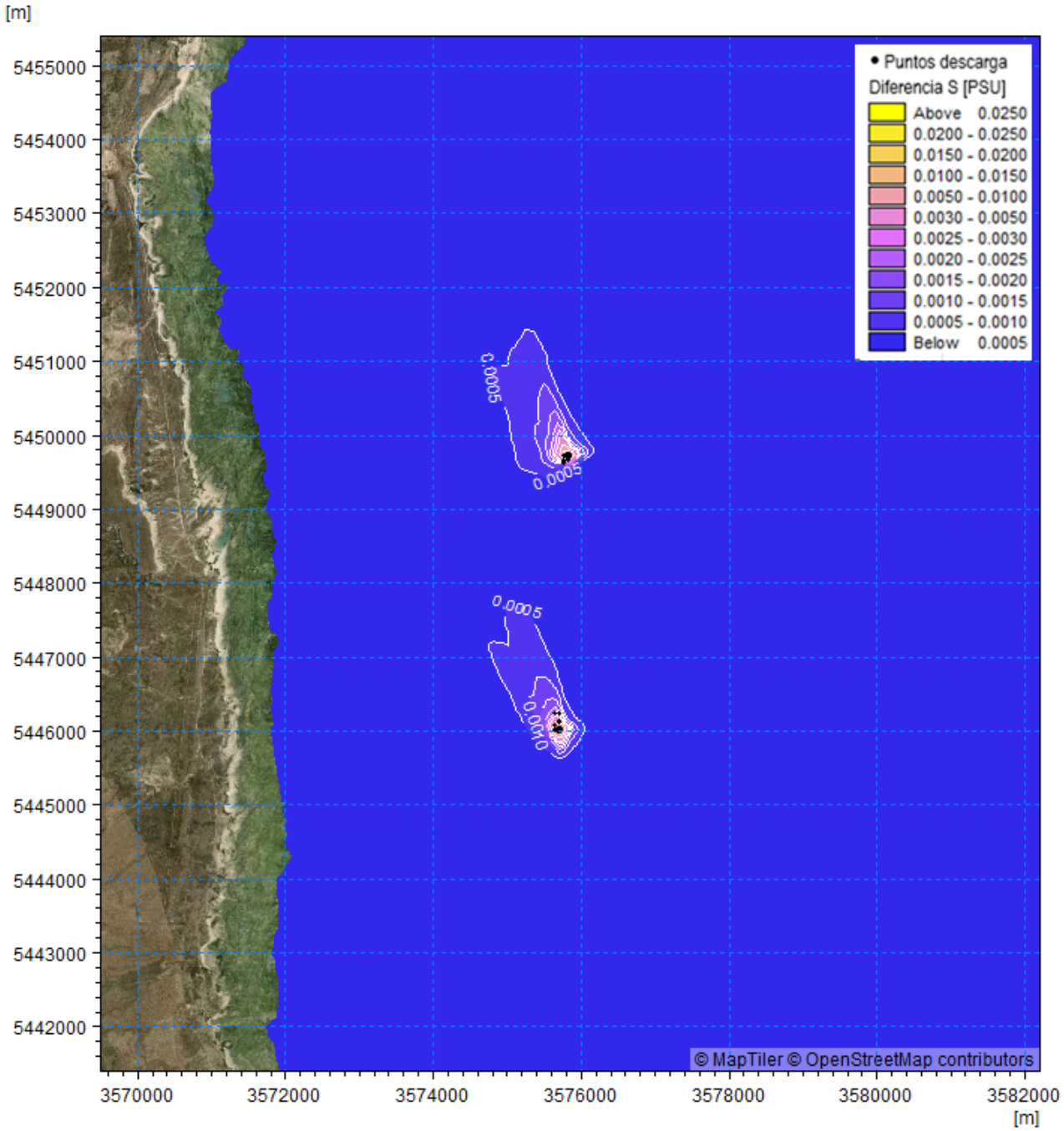


Figura 175. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-SE.

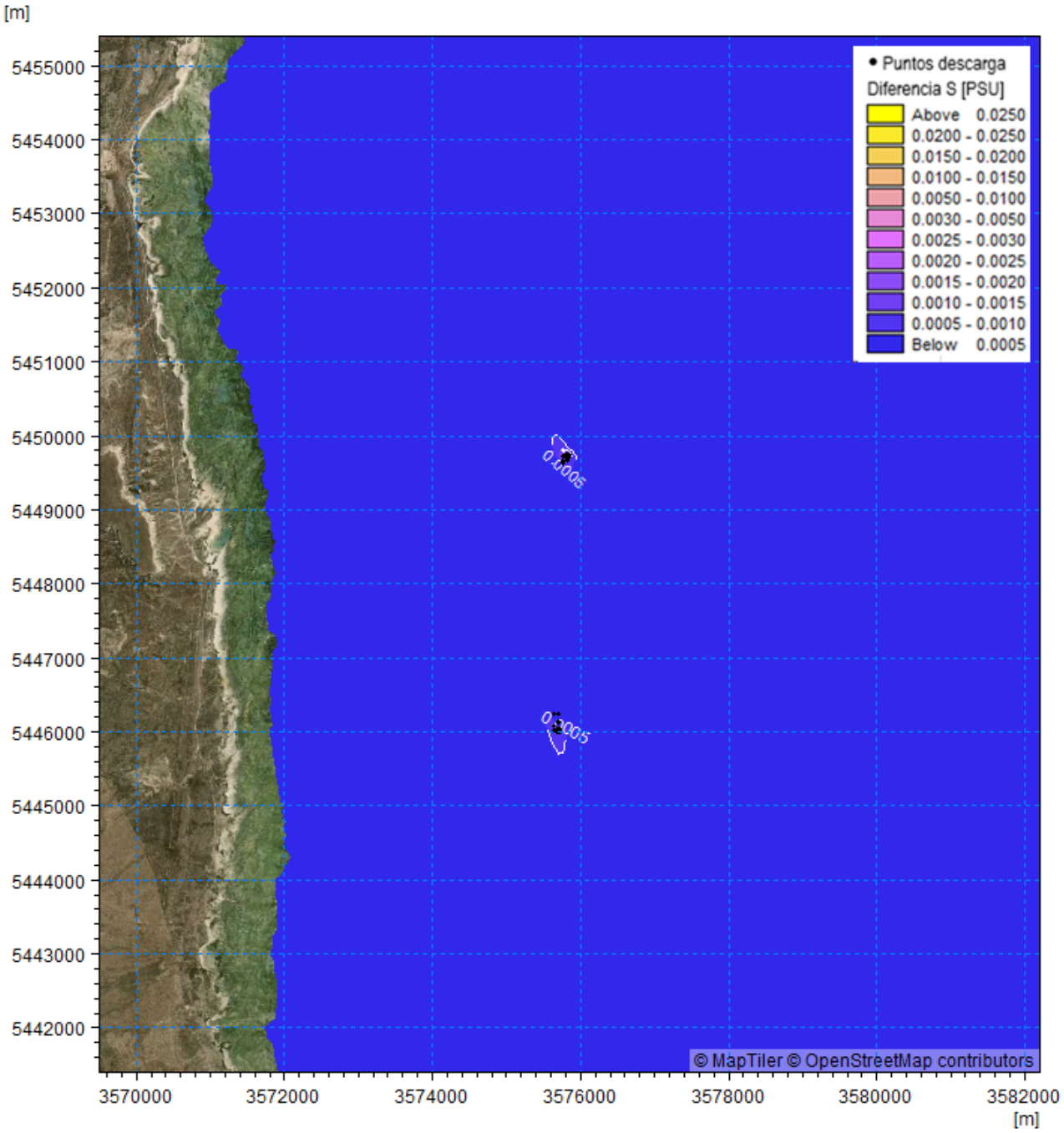


Figura 176. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Invierno EI-SE.

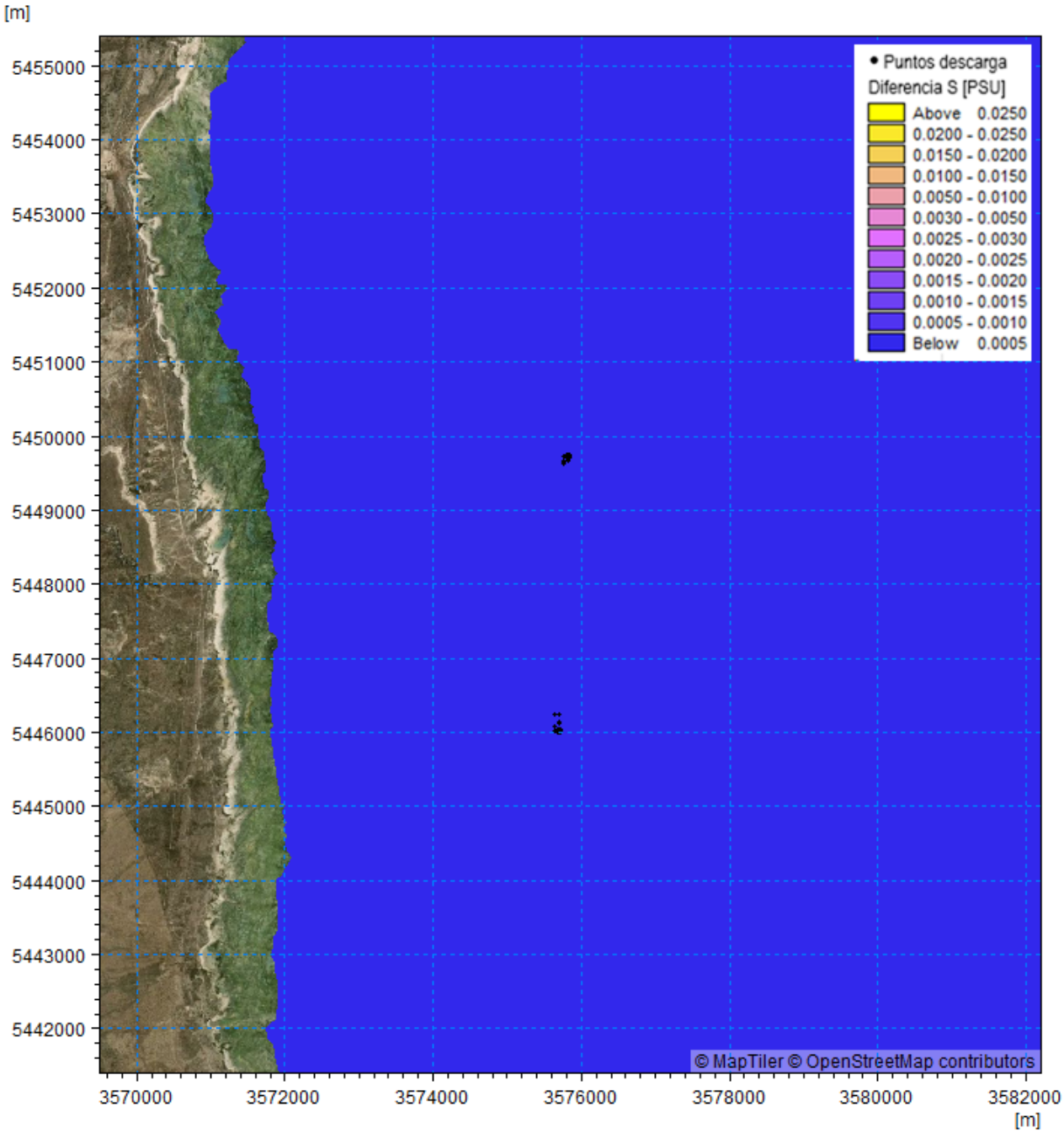


Figura 177. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-SE.

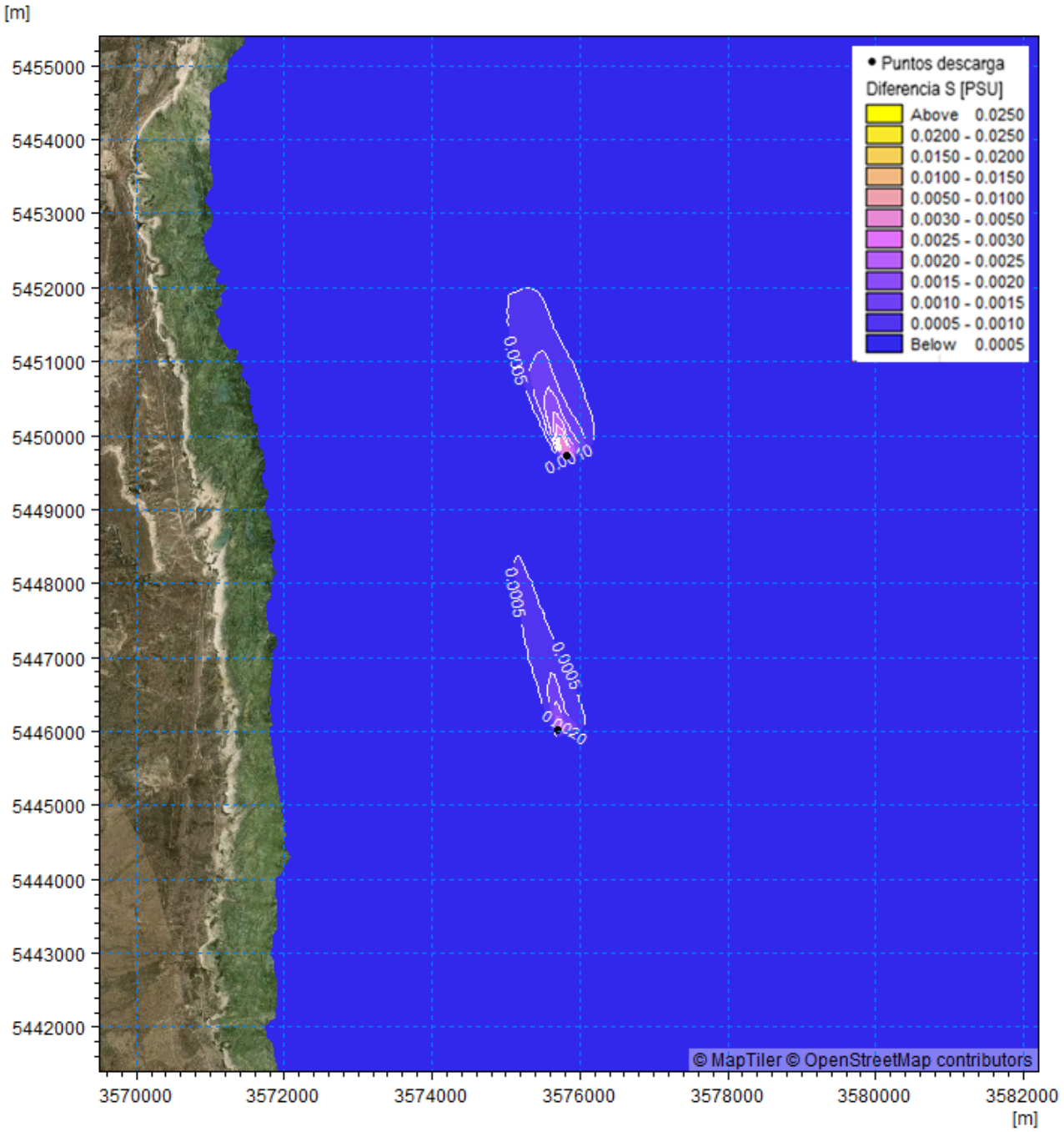


Figura 178. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Invierno EI-S.

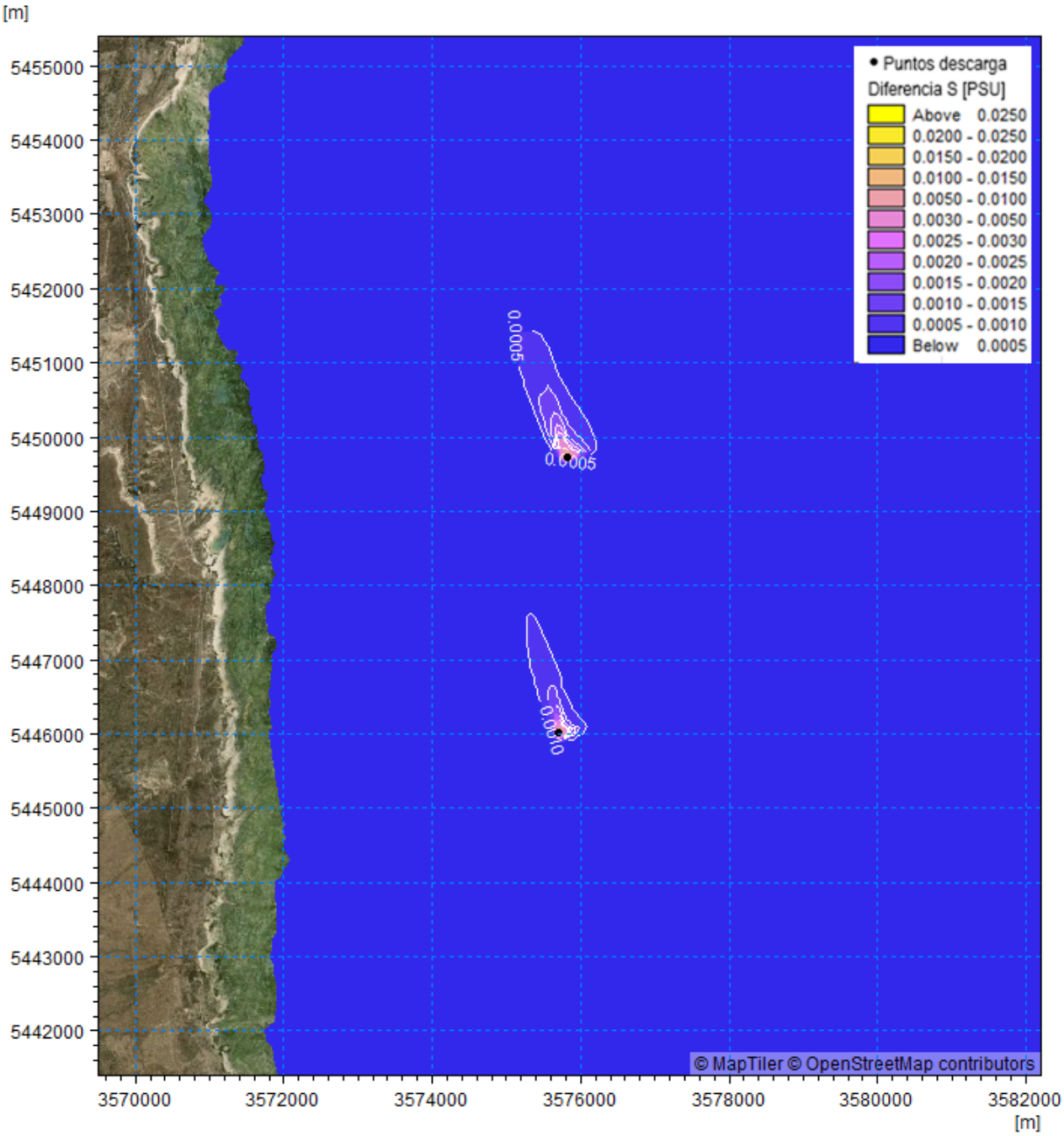


Figura 179. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-S.

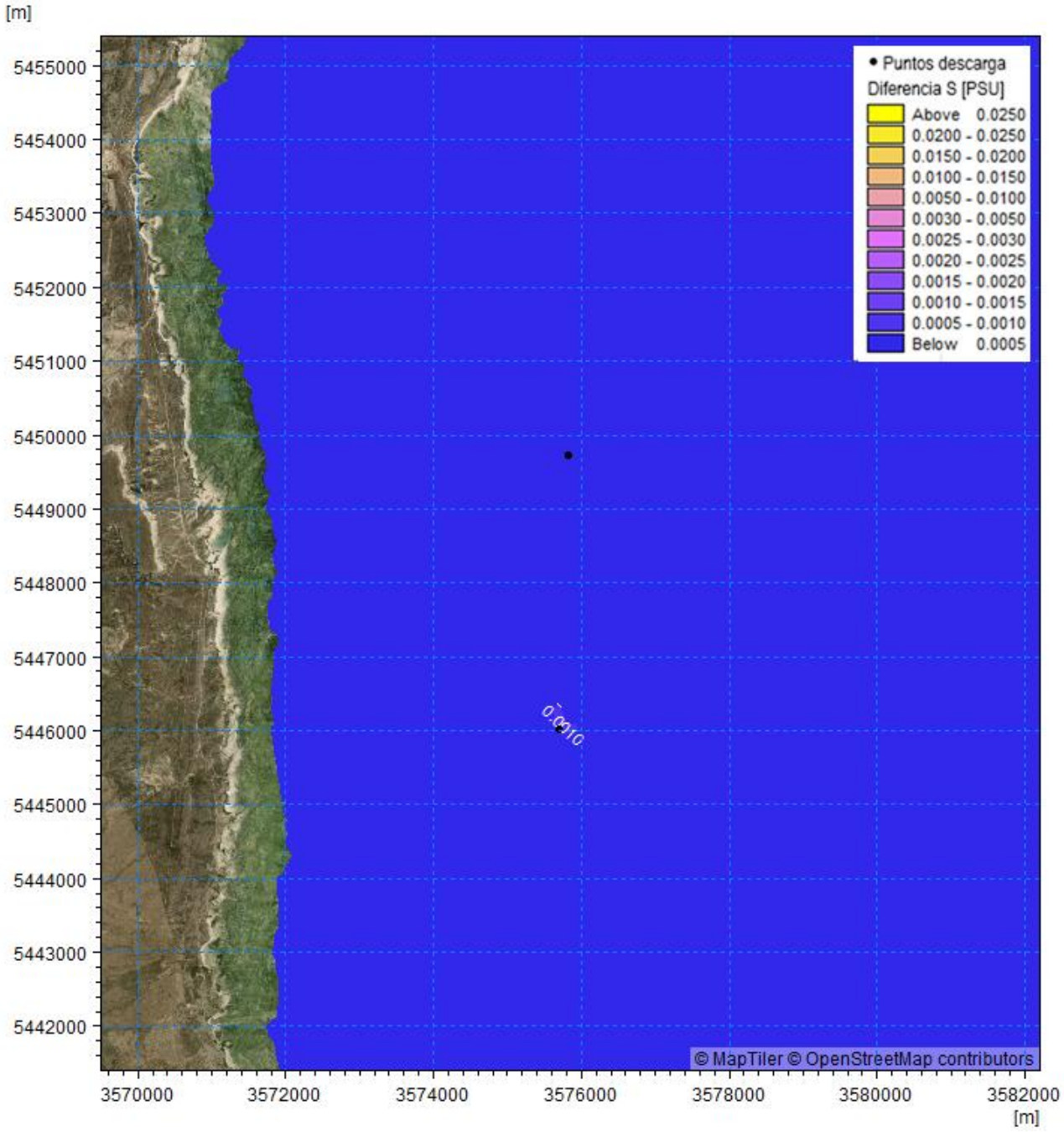


Figura 180. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Invierno EI-S.

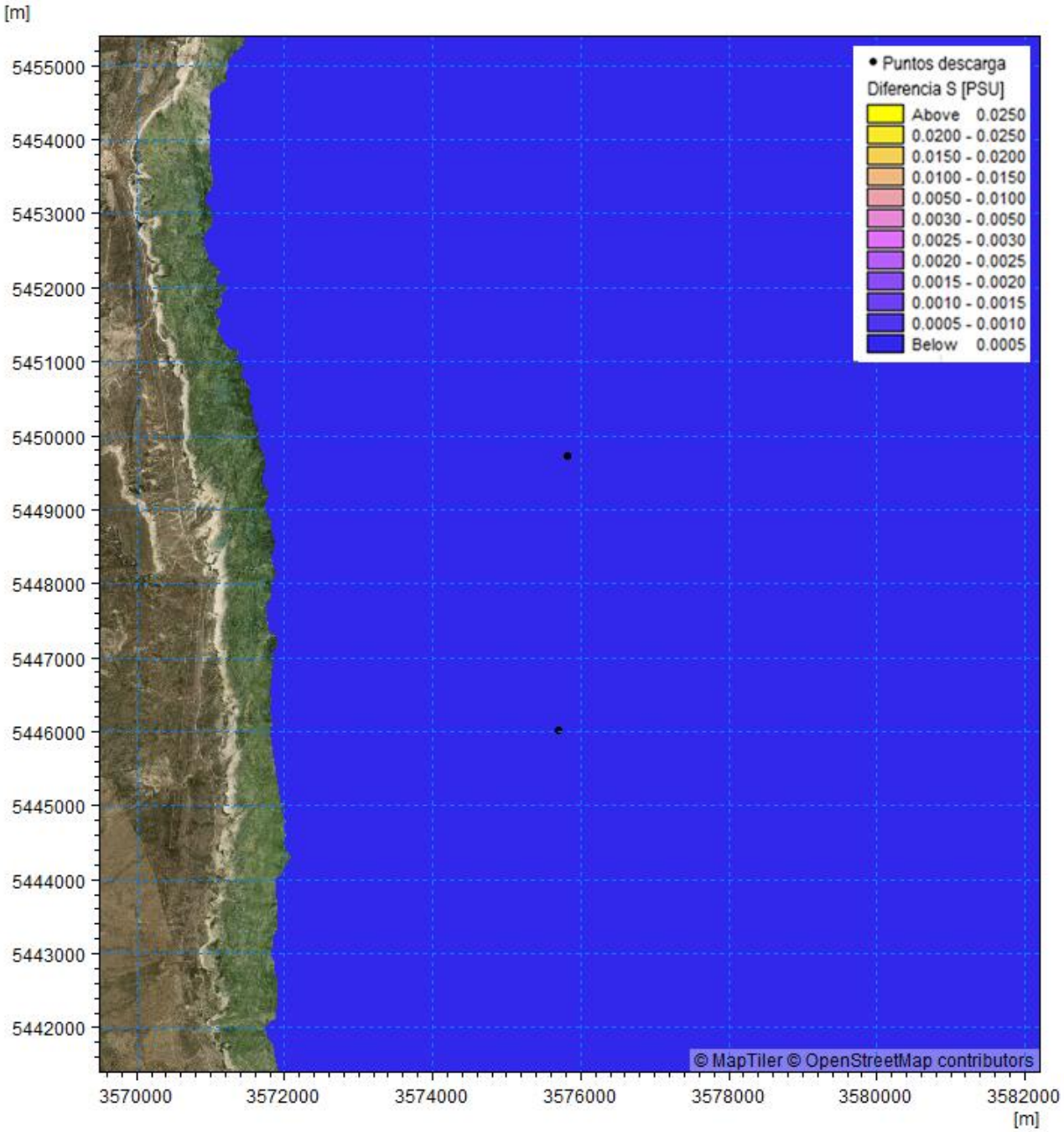


Figura 181. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-S.

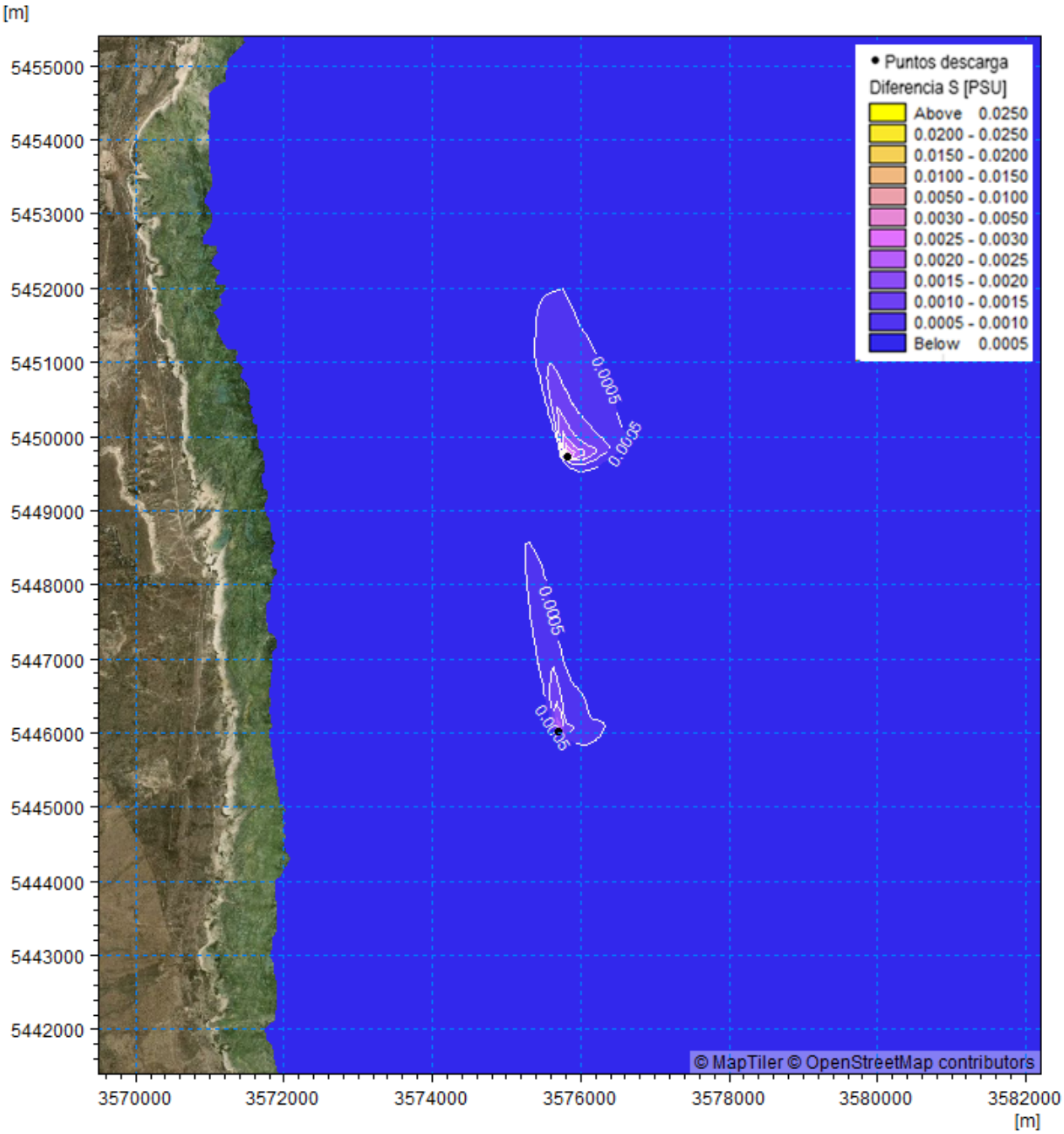


Figura 182. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa superficial. Escenario Invierno EI-SO.

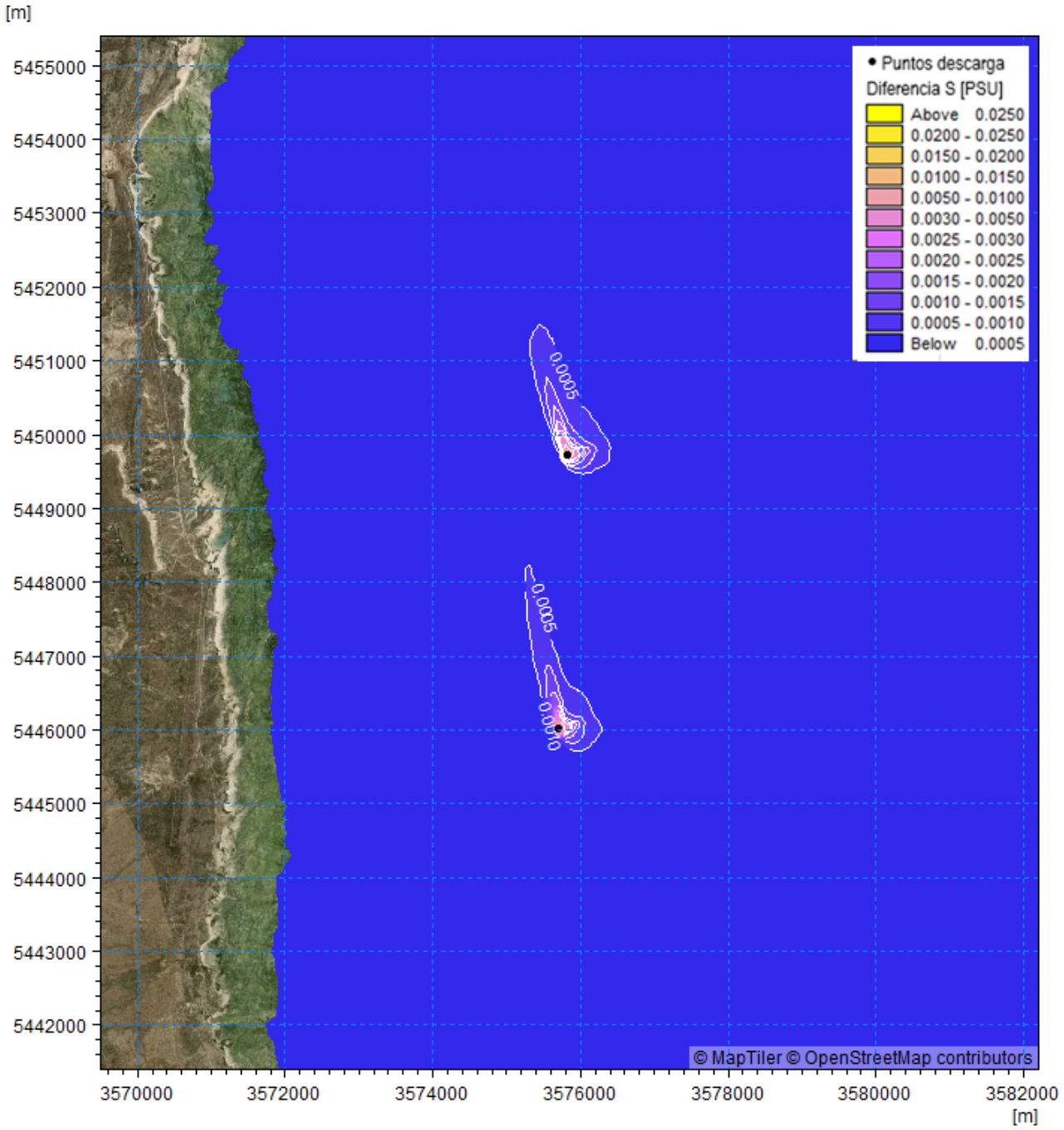


Figura 183. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-SO.

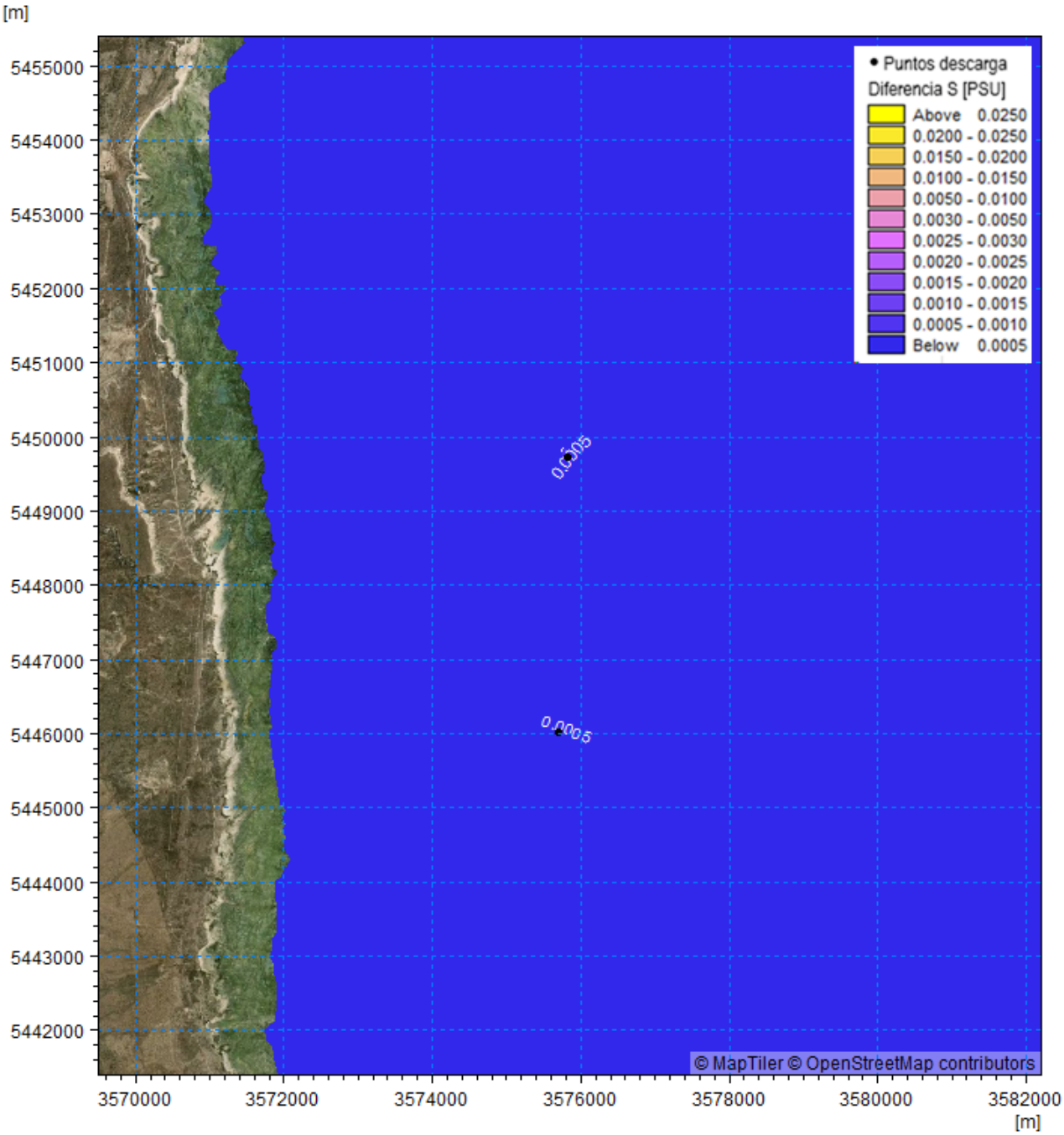


Figura 184. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Invierno EI-SO.

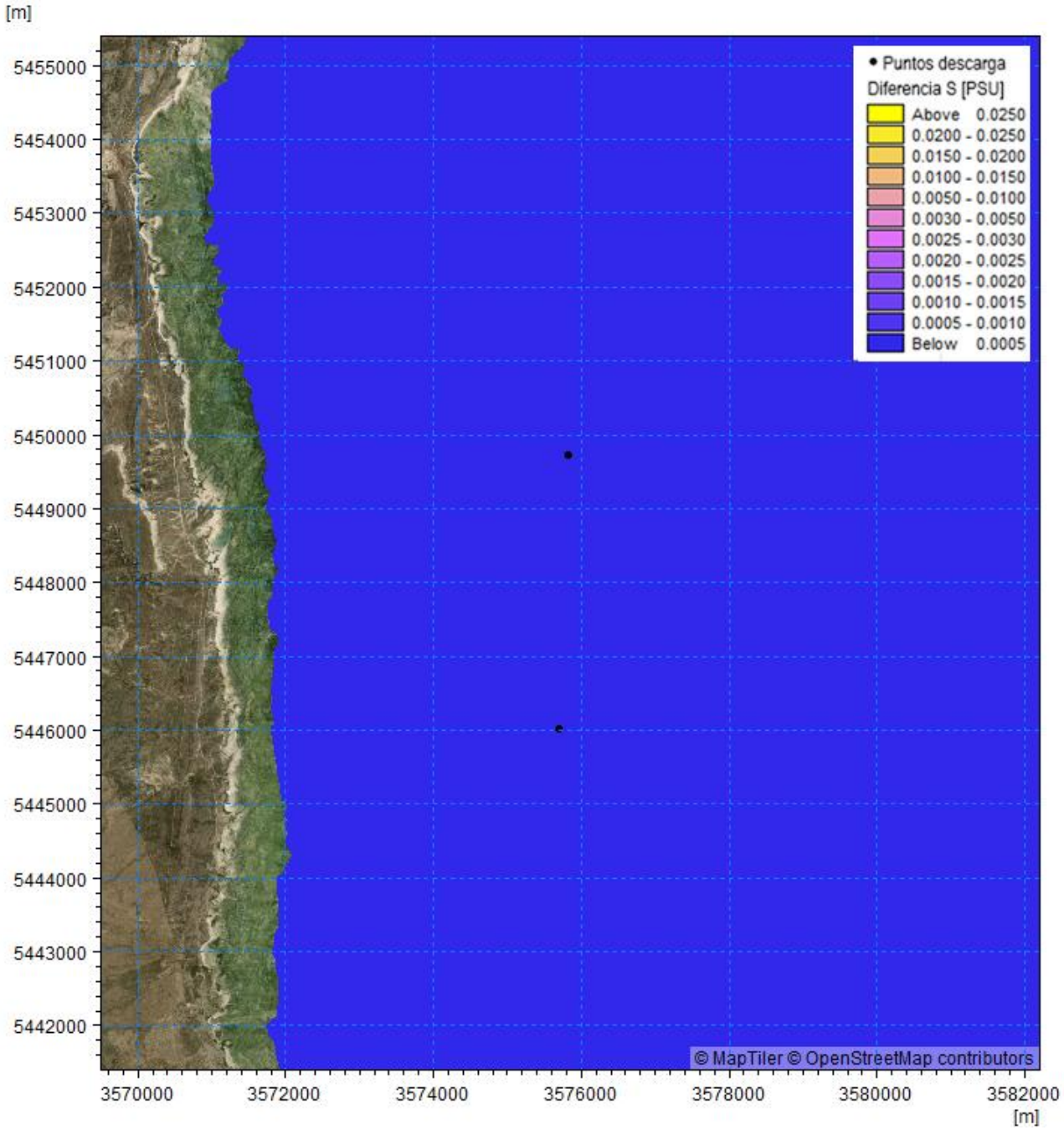


Figura 185. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-SO.

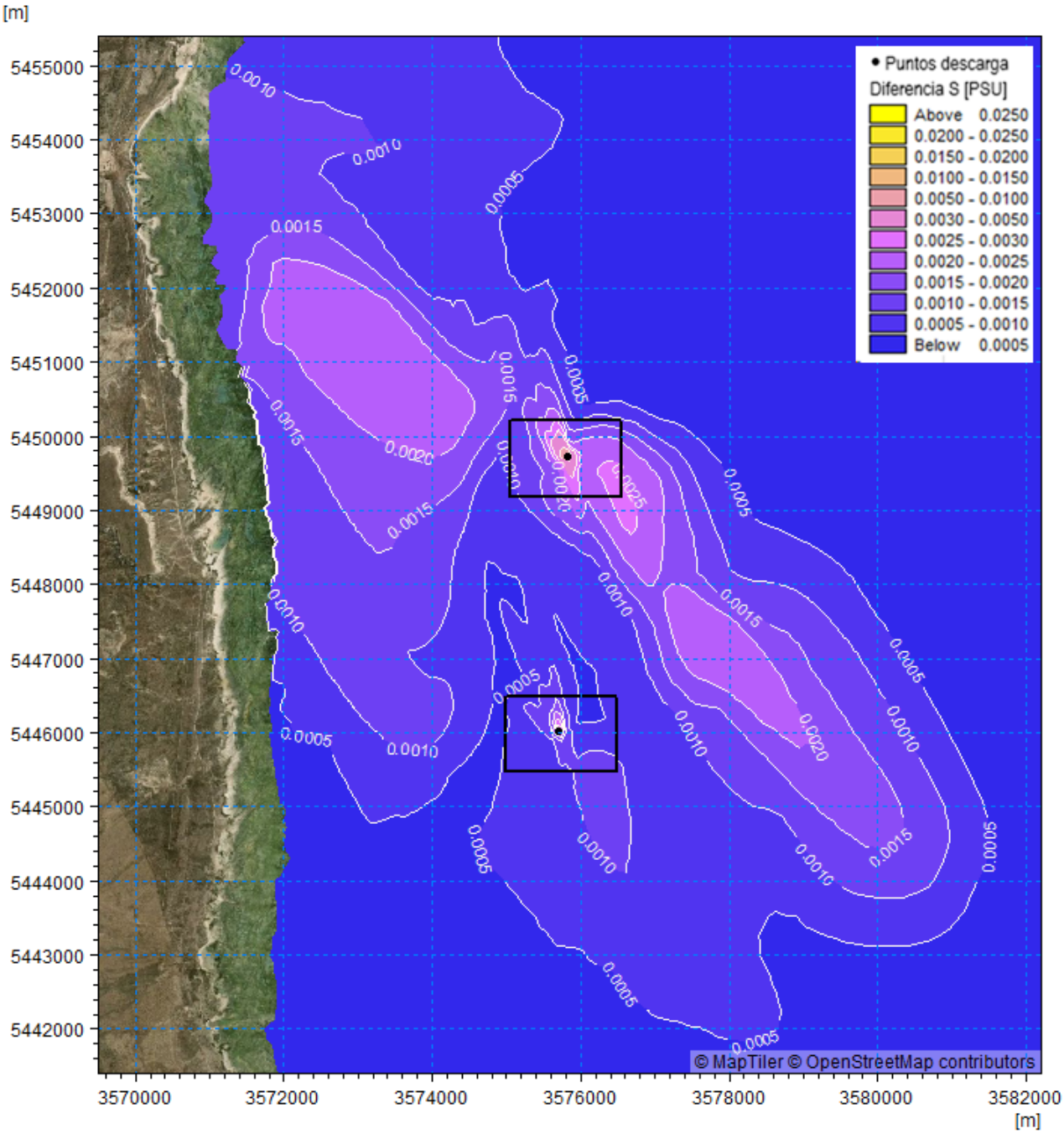


Figura 186. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Escenario Invierno El-Var.

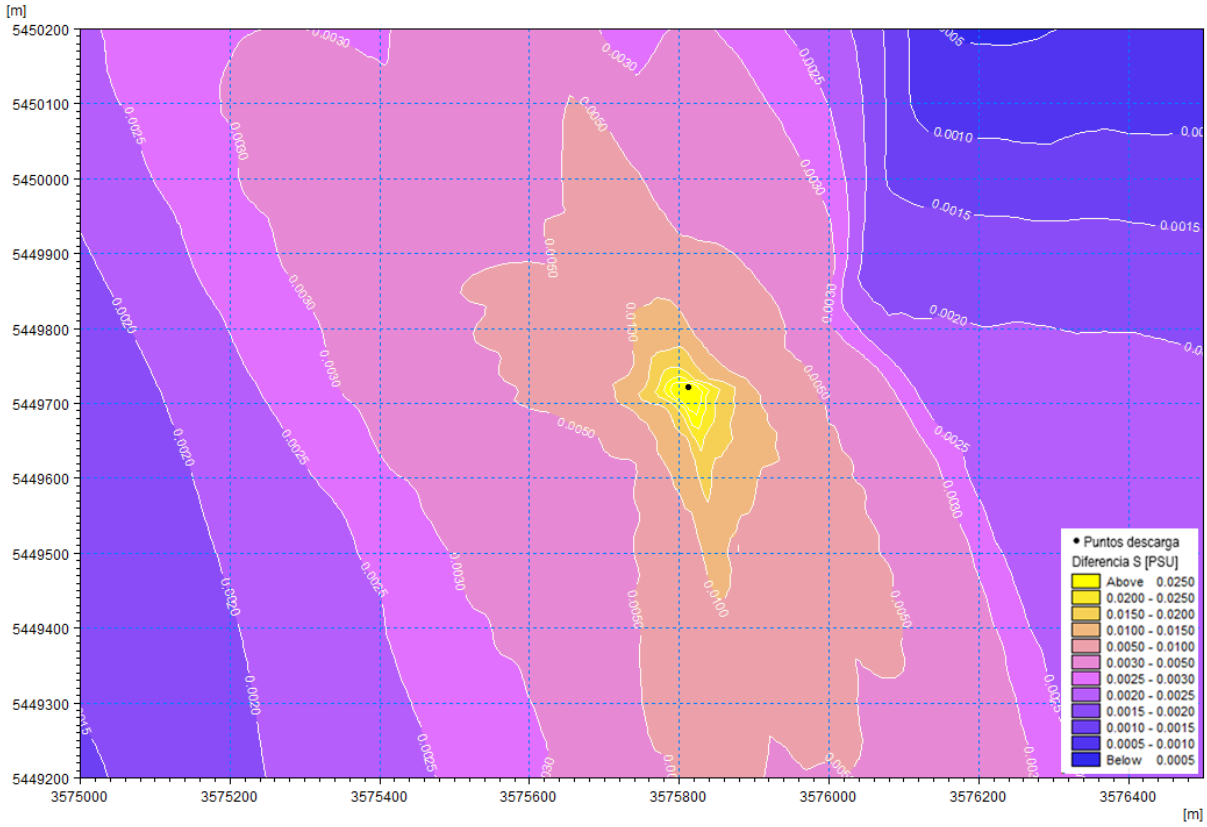


Figura 187. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-Var.

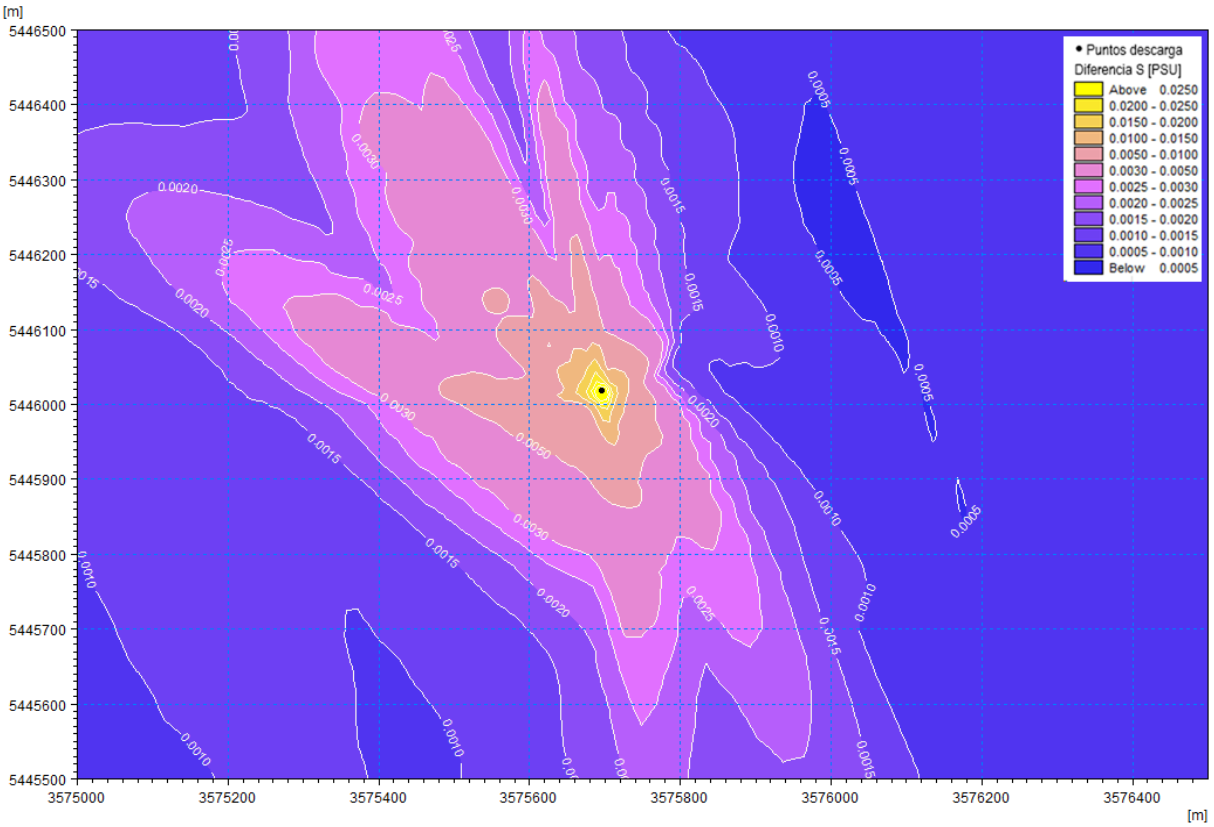


Figura 188. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-Var

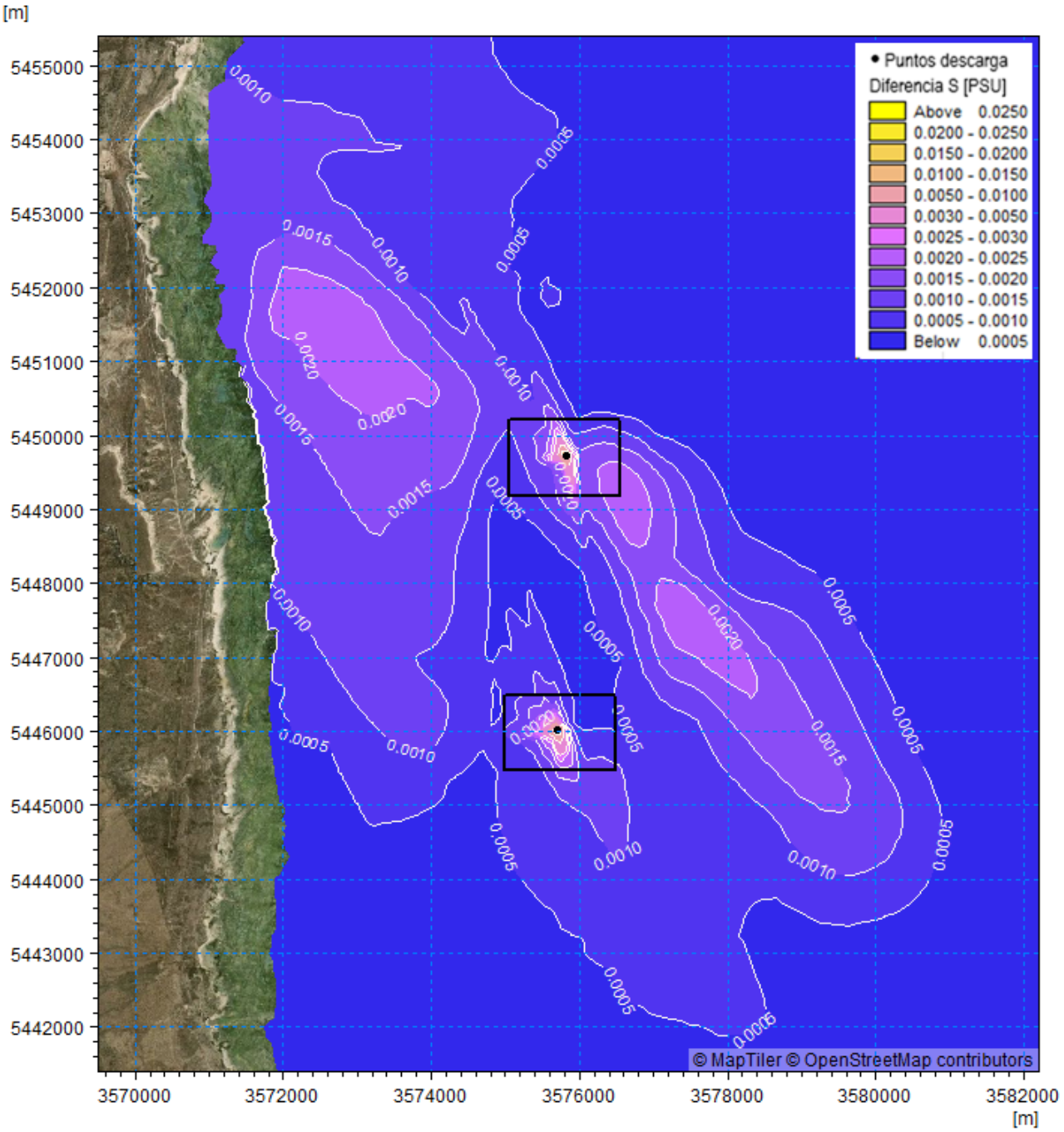


Figura 189. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-Var.

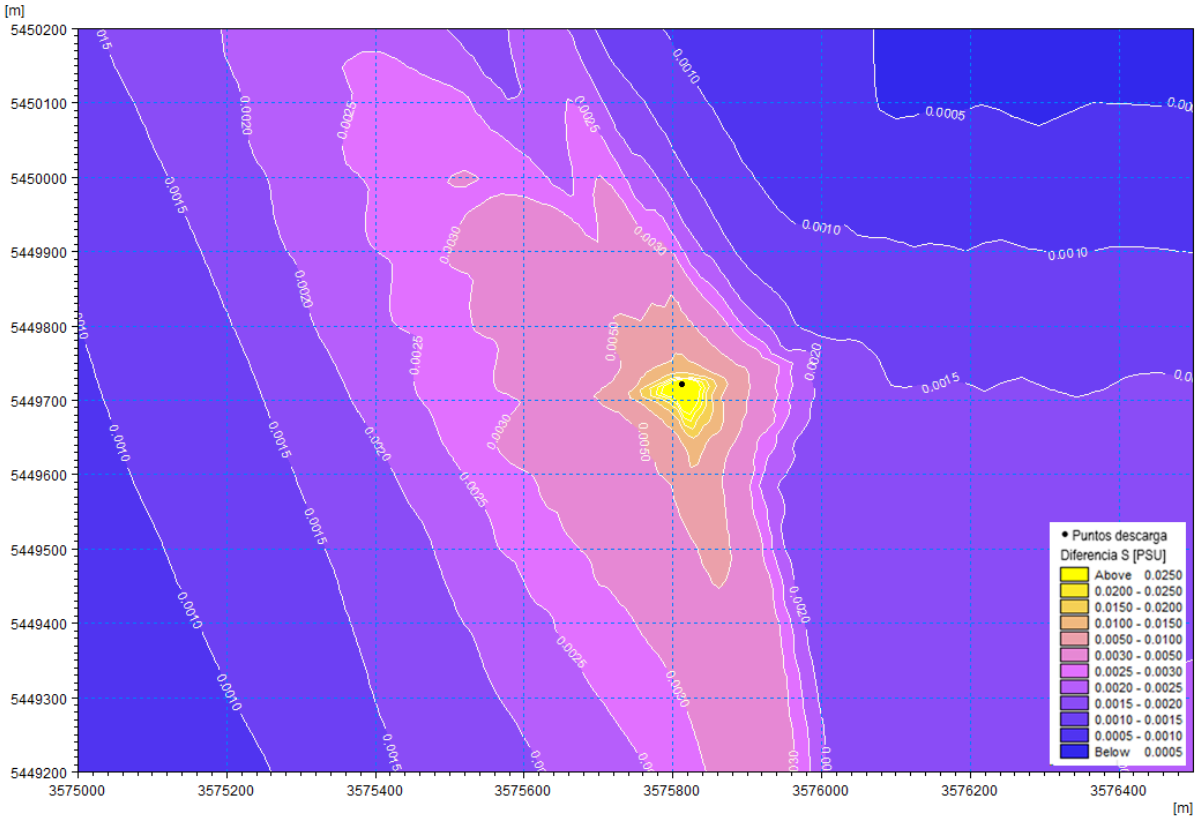


Figura 190. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

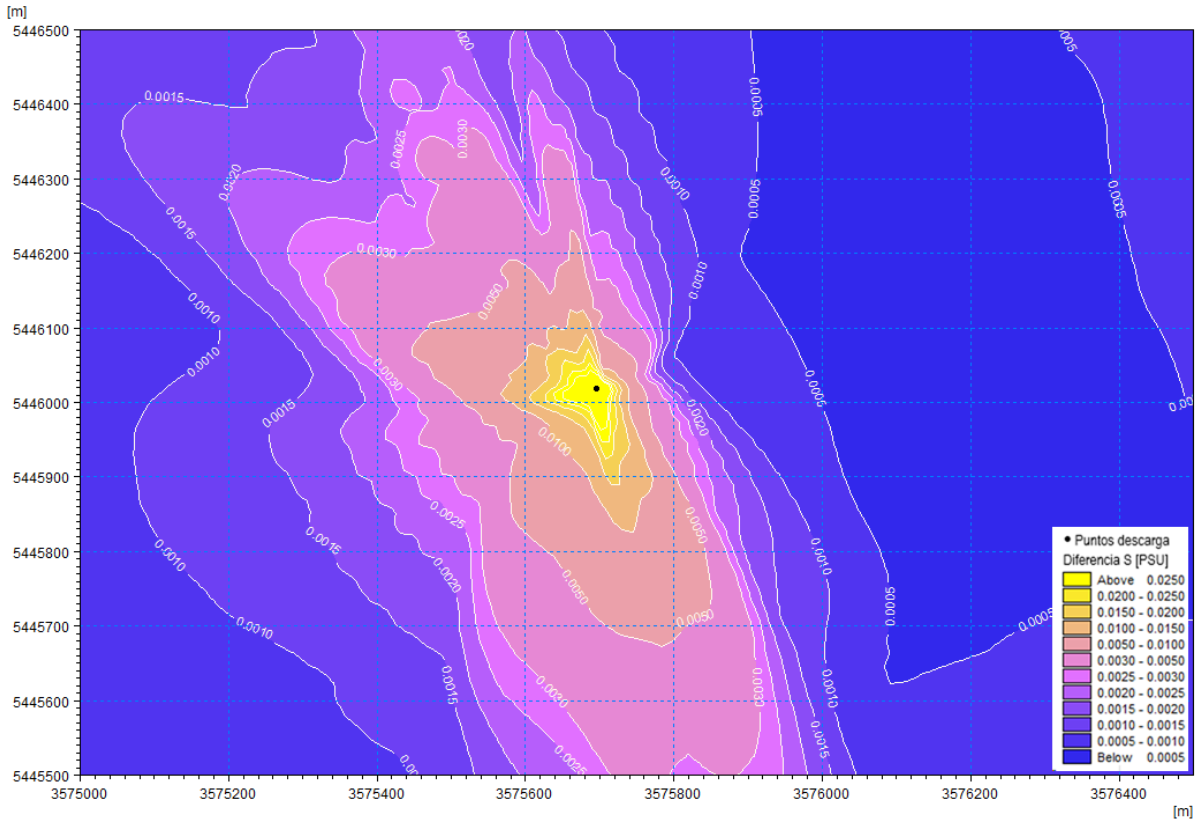


Figura 191. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

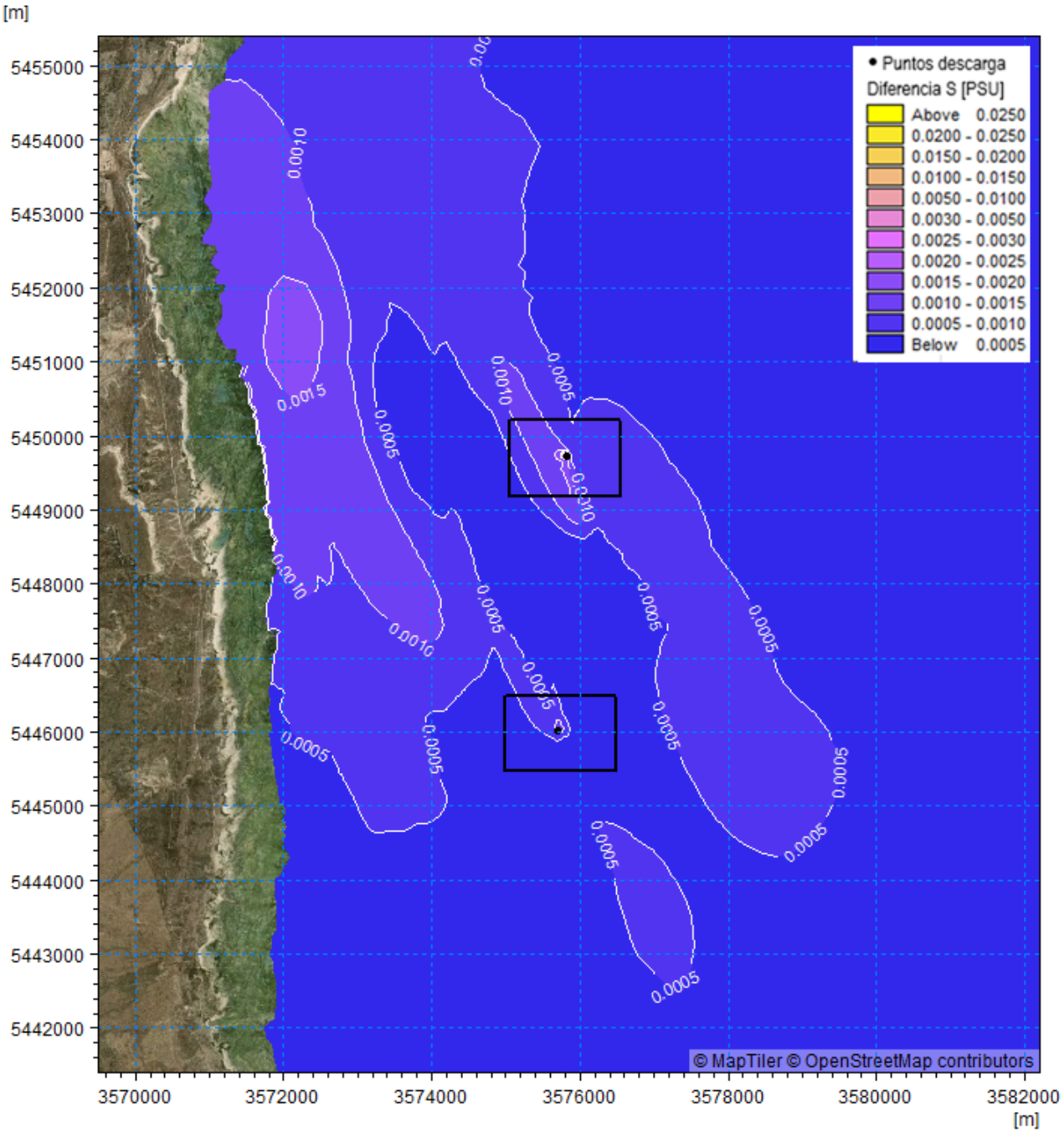


Figura 192. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Invierno EI-Var.

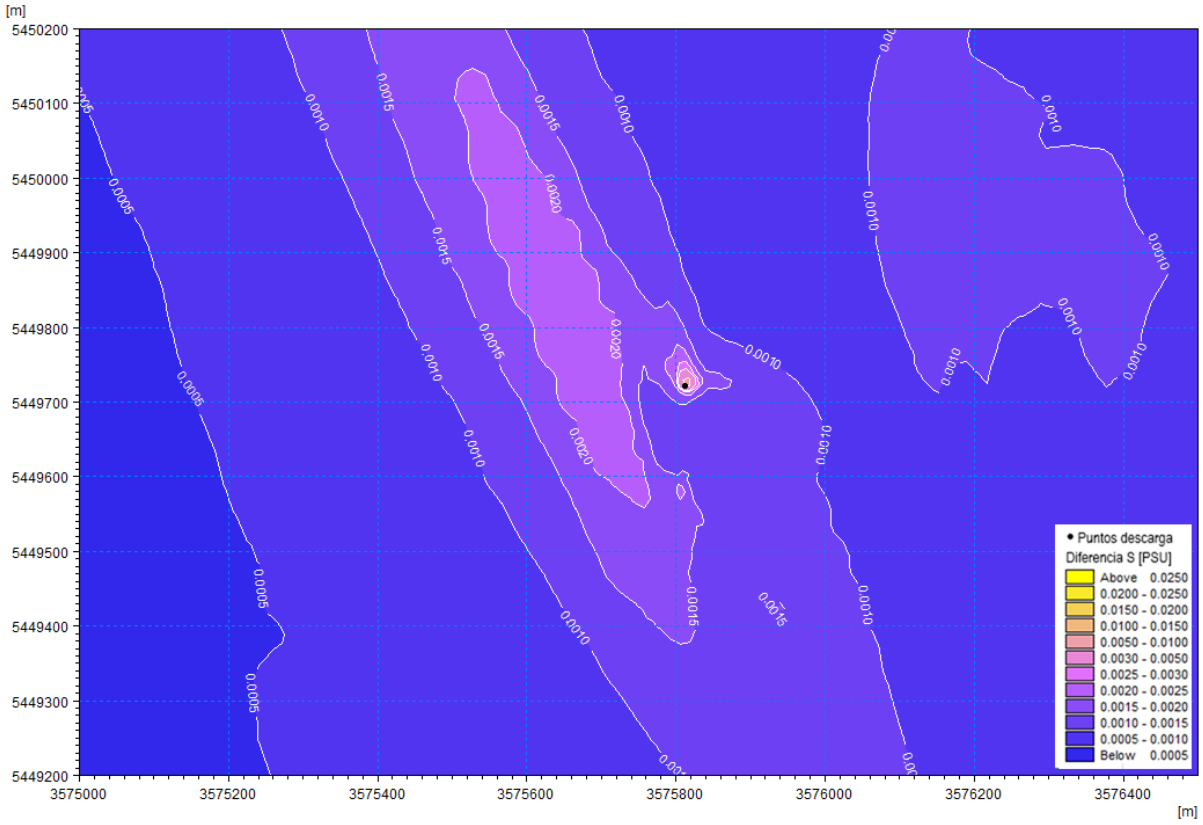


Figura 193. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

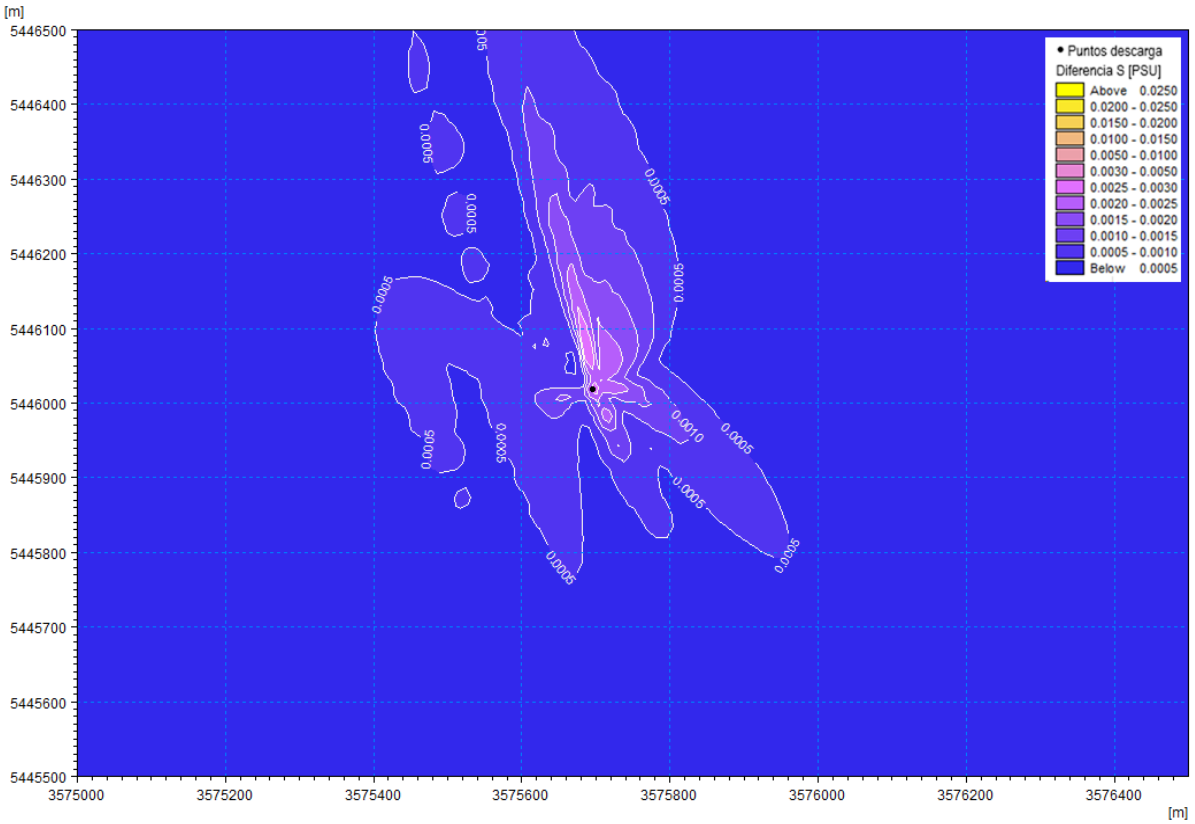


Figura 194. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

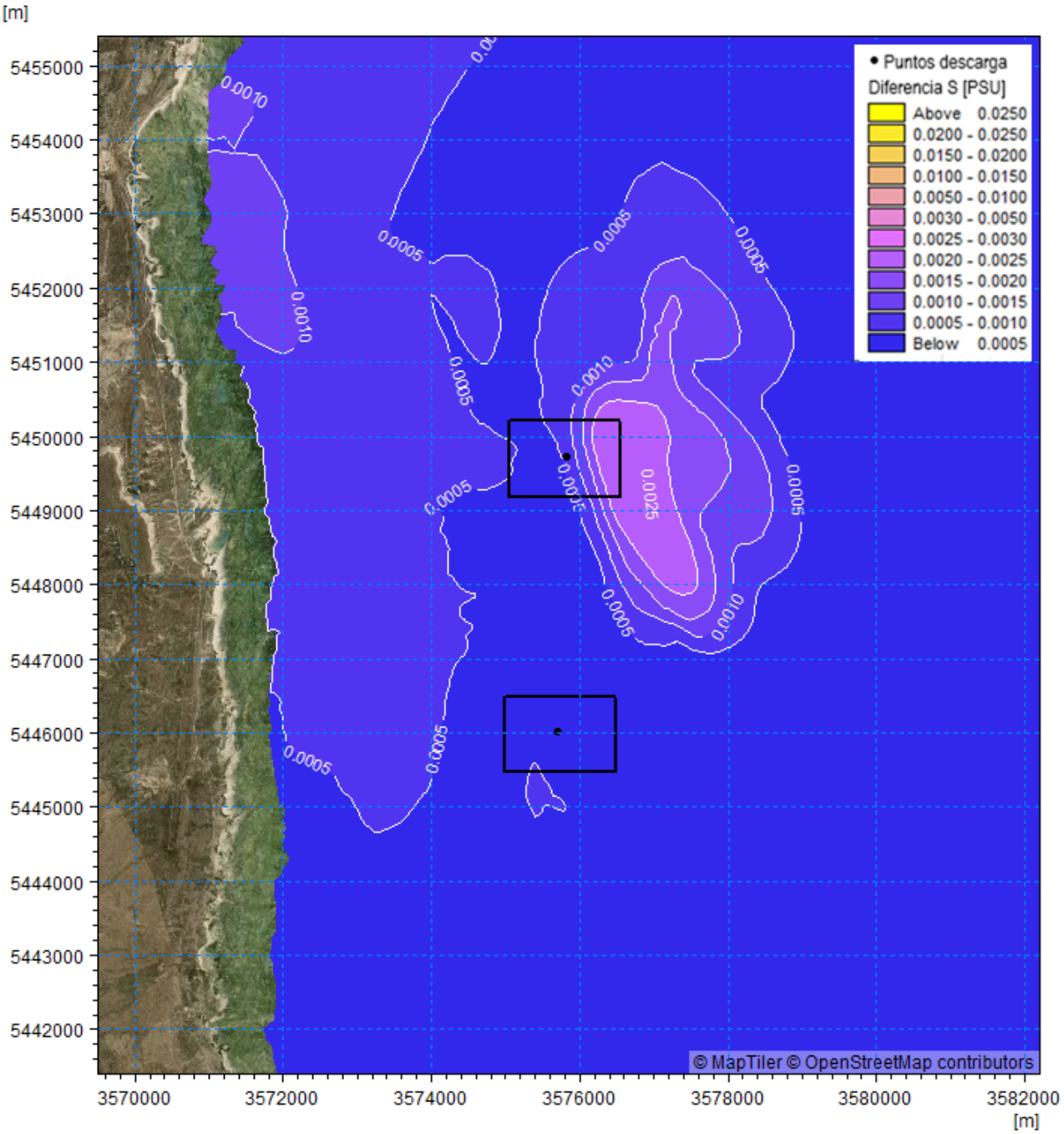


Figura 195. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-Var.

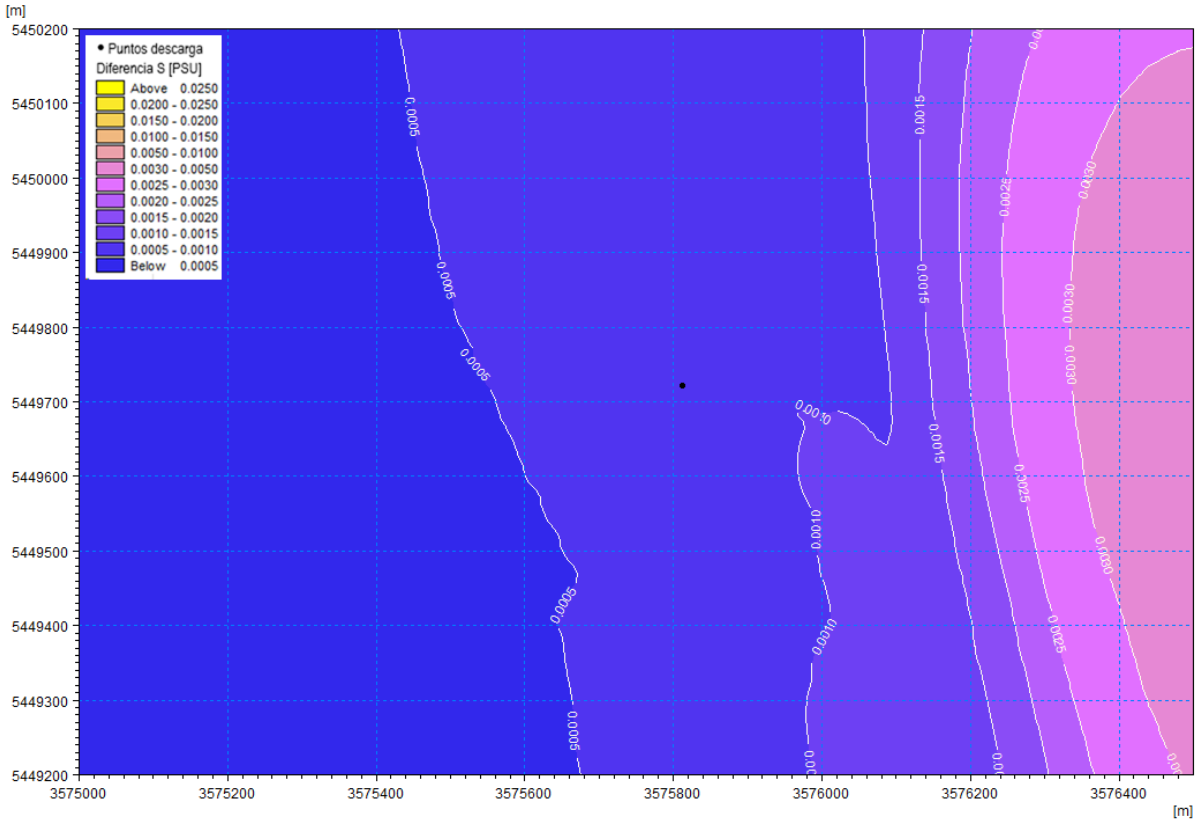


Figura 196. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

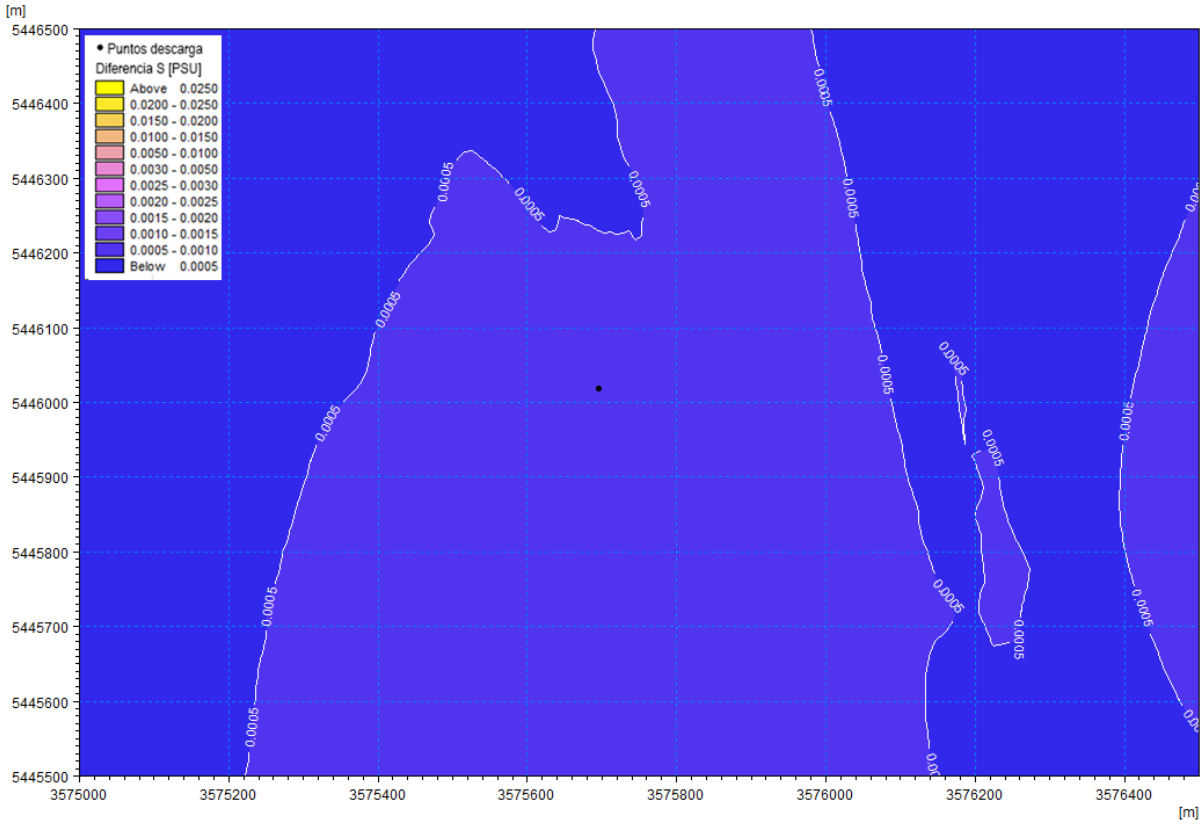


Figura 197. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

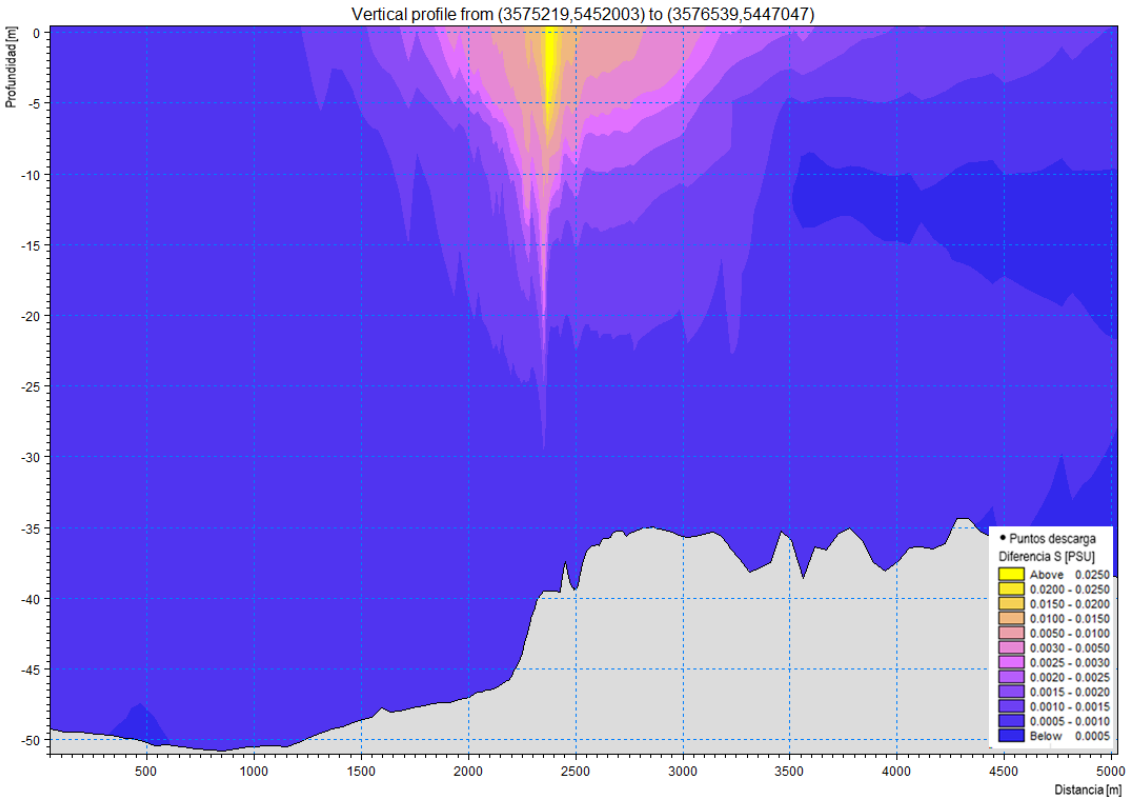


Figura 198. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

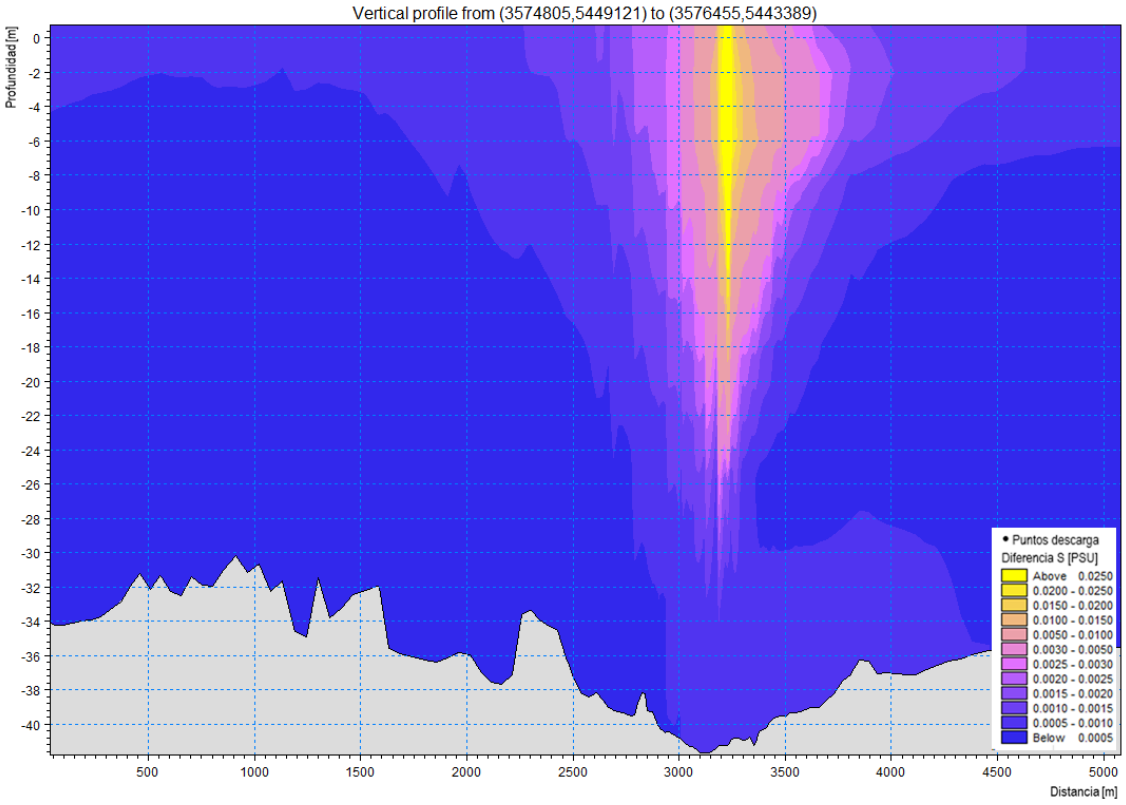


Figura 199. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

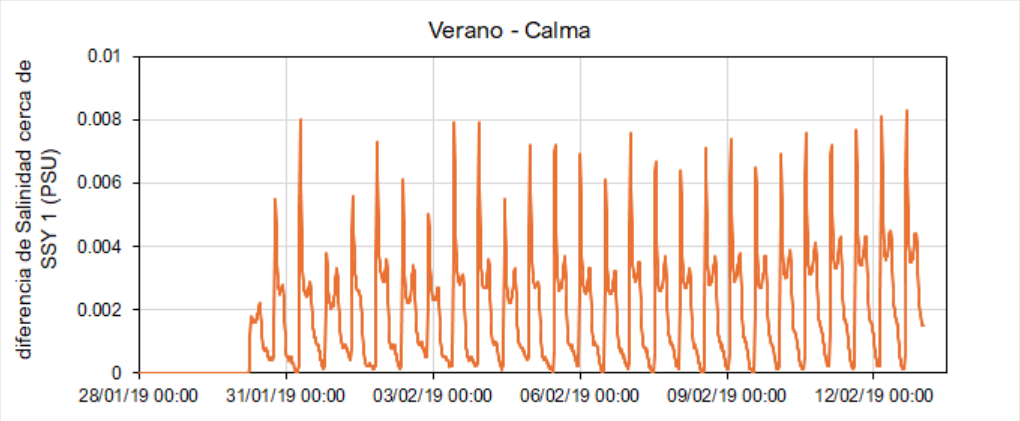


Figura 200. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-C (Calma).

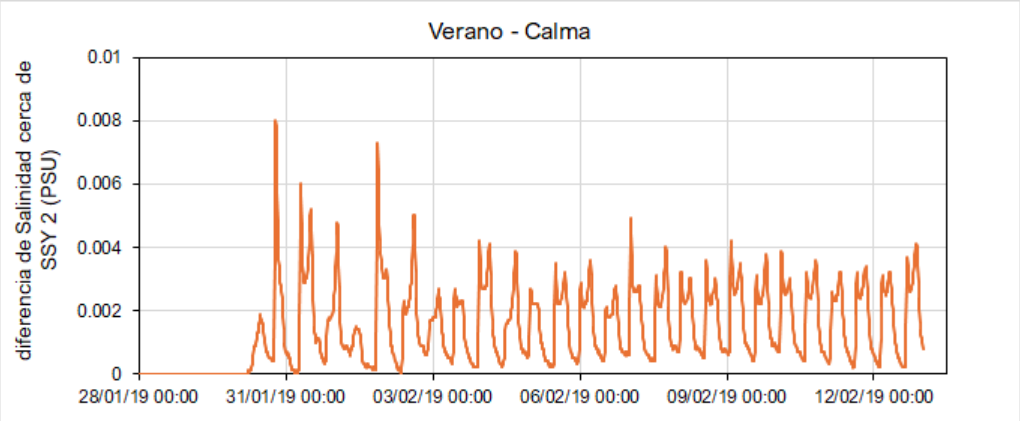


Figura 201. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

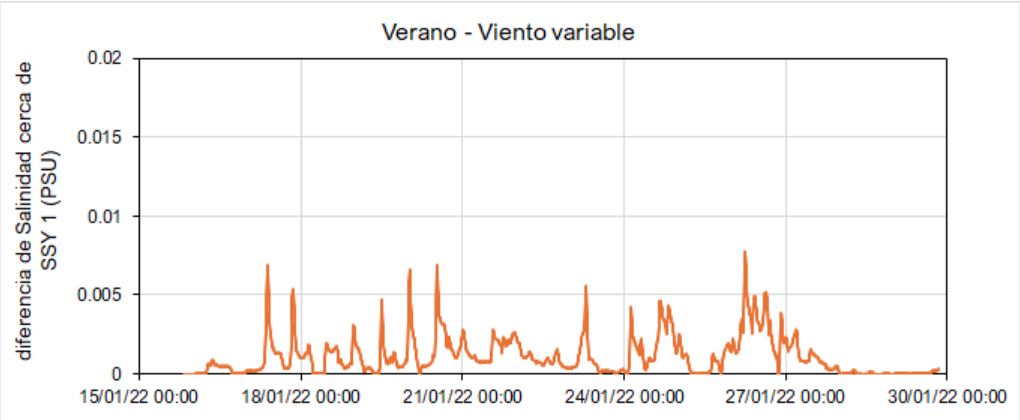


Figura 202. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque Hilli Episeyo. Escenario Verano EV-Var.

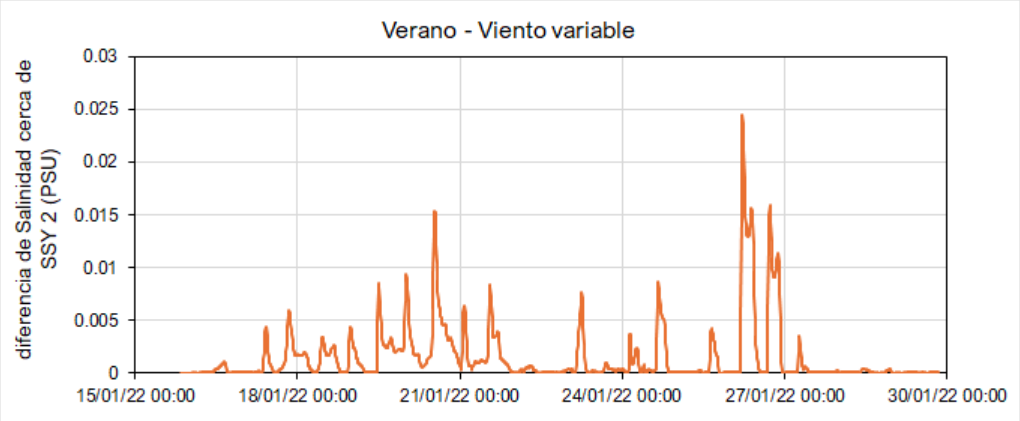


Figura 203. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque MKII. Escenario Verano EV-Var.

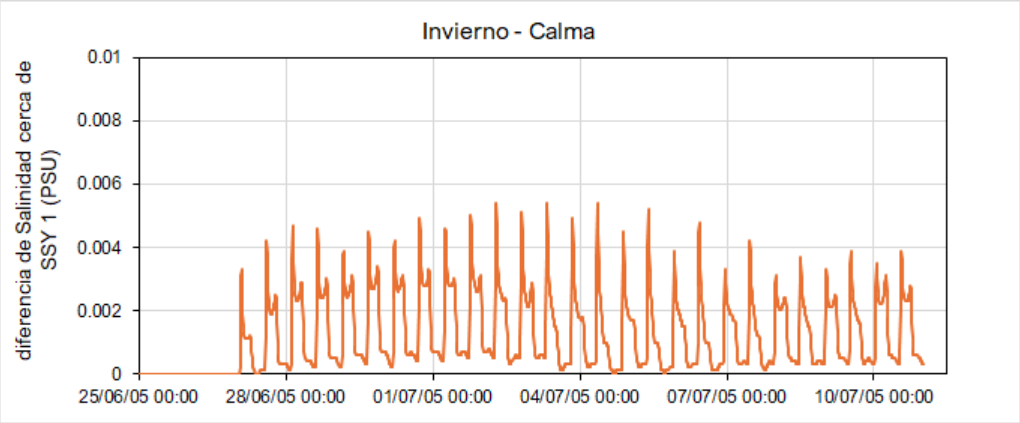


Figura 204. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno EI-C (Calma).

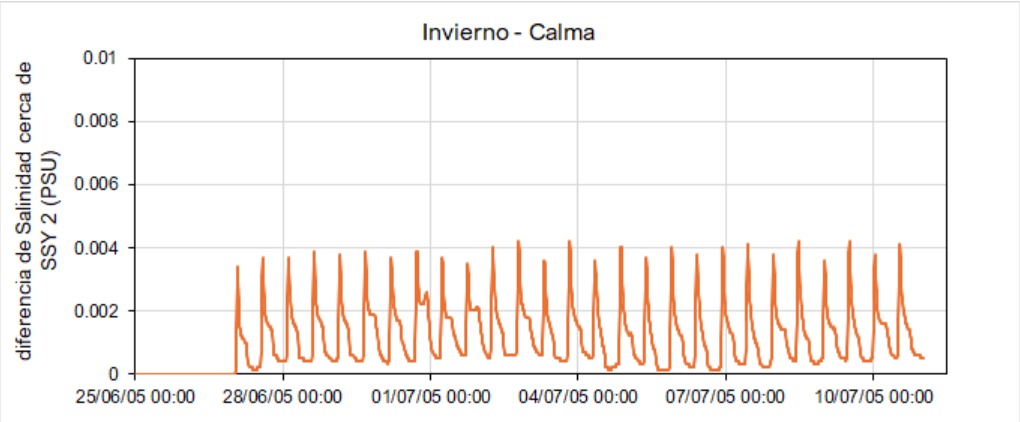


Figura 205. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

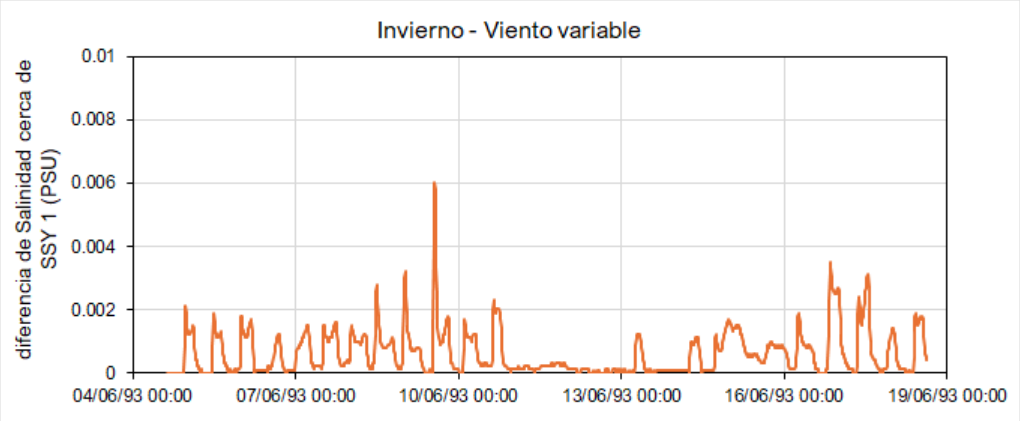


Figura 206. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque Hilli Episeyo. Escenario Invierno El-Var.

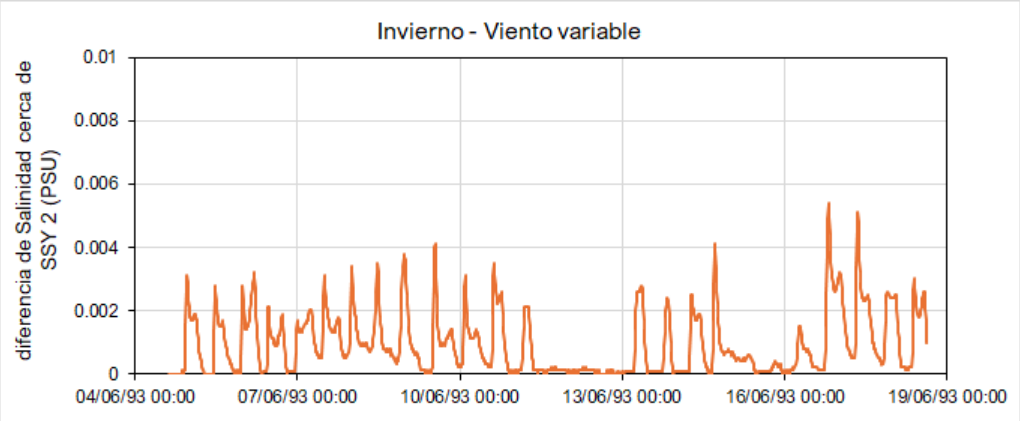
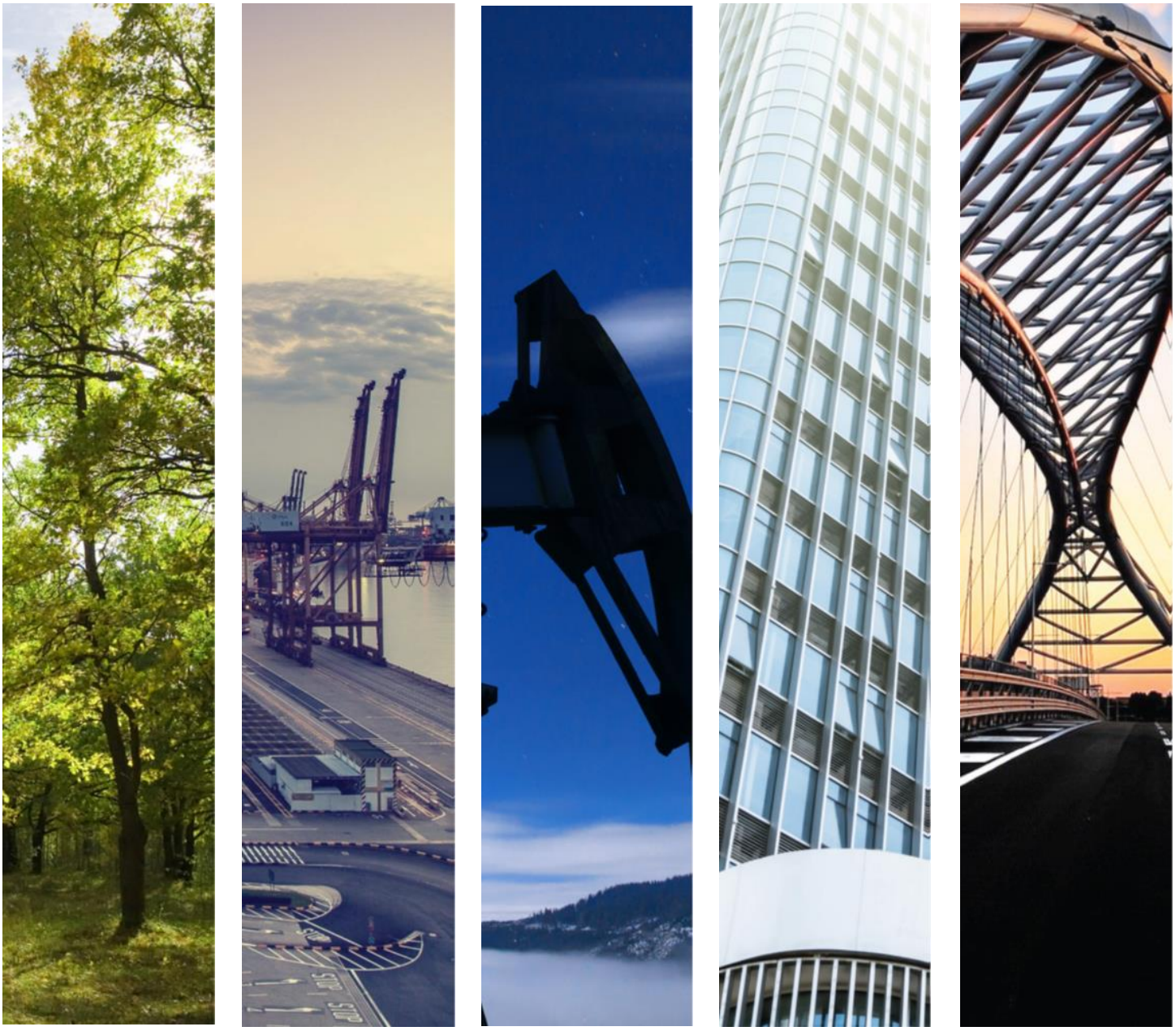


Figura 207. Evolución temporal de la diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial en cercanías del buque MKII. Escenario Invierno El-Var.

9. BIBLIOGRAFÍA

DHI, 2024. DHI MIKE 3 Flow Molde FM. Hydrodynamic and Transport Module. Scientific Documentation.



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-5: Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos

Junio 2025

ANEXO 6-5: MODELACIÓN DE UN DERRAME DE HIDROCARBUROS LÍQUIDOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO 3
3. MODELACIÓN DE ESCENARIOS DE DERRAME 7
4. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN 10
5. CONCLUSIONES 25
6. BIBLIOGRAFÍA 25

1. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se desarrolla la evaluación de la trayectoria de un derrame accidental de un tanque de Gas Oil que pudiera ocurrir en el entorno del buque FNLG MKII (Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM de SOUTHERN ENERGY) ubicado en una posición desplazada 3,5 km hacia el norte del buque FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM de SOUTHERN ENERGY), asumiendo la hipótesis de que no se aplican medidas de mitigación por lo que el derrame se desplaza libremente debido a las corrientes marinas y el arrastre causado por los vientos.

Las hipótesis adoptadas son las mismas que se aplicaron en el Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM de SOUTHERN ENERGY, considerando un volumen de derrame de 70 m^3, con una composición 70% oil pesado y 30% volátil.

Se aplicó para la simulación el módulo OilSpill del sistema MIKE 3 a fin de evaluar las trayectorias de la mancha de hidrocarburos ante diferentes condiciones climáticas (verano e invierno y distintos escenarios de dirección de un viento intenso persistente y variable), y la evolución de los parámetros de concentración de la masa suspendida y espesor de la película superficial.

Se estima de esa manera un rango de posibles posiciones y tiempos de arribo a la costa de acuerdo con los forzantes climáticos, información que resulta de utilidad para planificar las necesarias medidas de contención y mitigación del Plan de Gestión Ambiental.

2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO

La trayectoria de una mancha de hidrocarburos depende entre otros factores de las corrientes generadas por las mareas y el viento, por lo que debe apoyarse en una modelación hidrodinámica previa.

El modelo hidrodinámico tridimensional MIKE 3 HD que genera las corrientes en el Golfo San Matías es el mismo que ha sido desarrollado en el marco del EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1) y presentado en este EIA (Proyecto FLNG GSM – Etapa 2) como Anexo 6-3, con el software de cálculo actual (DHI, 2025).

Dado que actualmente se dispone de información de la velocidad y la dirección de las corrientes medidas mediante equipos ADCP fondeados en períodos sucesivos en inmediaciones del área de trabajo, se realizó una verificación de la calibración del modelo matemático, incluyendo en su configuración también la batimetría actualizada según los relevamientos efectuados para el proyecto. Esta verificación se presenta también en el Anexo 6-3 del presente EIA.

El petróleo derramado en el mar se extiende inmediatamente en una capa de unos pocos milímetros de espesor, fundamentalmente debido a las fuerzas de gravedad y tensión superficial, y experimenta con el paso del tiempo procesos de meteorización (cambios en la composición química a lo largo del tiempo debido a procesos físicos y biológicos).

Con el fin de disponer de una herramienta que permita evaluar los posibles impactos en el mar, que provocaría un derrame durante una operación de carga del buque FLNG, se implementó un modelo de derrame con el módulo OilSpill (OS) desarrollado por el Danish Hydraulic Institute (DHI).

El módulo OS, es una herramienta para predecir el recorrido de los derrames de petróleo en el mar, que abarca tanto el transporte como los cambios en la composición química del producto derramado. La simulación del derrame se ejecuta utilizando la herramienta MIKE ECO Lab y una plantilla de derrame de petróleo MIKE ECO Lab. La ejecución comprende tanto el seguimiento de partículas lagrangianas (incluidos los procesos de meteorización) como los cálculos eulerianos de advección-dispersión del petróleo disuelto. La simulación se puede ejecutar como un modelo acoplado junto con el modelo de flujo MIKE 21 o MIKE 3 FM o en el modo desacoplado. El movimiento del petróleo disuelto se calcula independientemente del petróleo no disuelto.

La propagación de un derrame de hidrocarburos se calcula dividiendo el derrame en parcelas discretas, denominadas partículas. Los movimientos de las partículas se dan como una suma de un desplazamiento determinado por el campo de flujo hidrodinámico (y opcionalmente el viento) y un componente dispersivo como resultado de procesos aleatorios (por ejemplo, turbulencia en el agua).

En el presente caso se consideraron tanto las velocidades calculadas por el modelo hidrodinámico MIKE 21 HD, como el arrastre adicional generado por el viento actuando sobre la capa de hidrocarburos presente en la superficie del agua.

El hidrocarburo derramado en agua inmediatamente se dispersa en una capa de pocos milímetros de espesor. La dispersión es especialmente promovida por la gravedad y la tensión superficial, sin embargo, muchos derrames de diverso tamaño alcanzan en un tiempo relativamente breve un espesor similar del orden de 0,1 mm antes de que la meteorización produzca su desaparición de la superficie del mar.

El módulo OS, incluye los siguientes procesos de meteorización:

- propagación (viscosa, basada en la gravedad)
- evaporación
- emulsificación
- dispersión vertical (por ondas)
- disolución
- biodegradación
- fotooxidación
- sedimentación

Estos procesos de meteorización se pueden agrupar en procesos de corto plazo (propagación, evaporación, dispersión y disolución) y de largo plazo (emulsificación, biodegradación y oxidación fotoquímica). Dichos procesos cambian las propiedades físicas y químicas del petróleo y pueden hacerlo desaparecer de la superficie del mar. En la Figura 1 y la Figura 2 se ilustran, respectivamente los procesos de meteorización y sus escalas de tiempo.

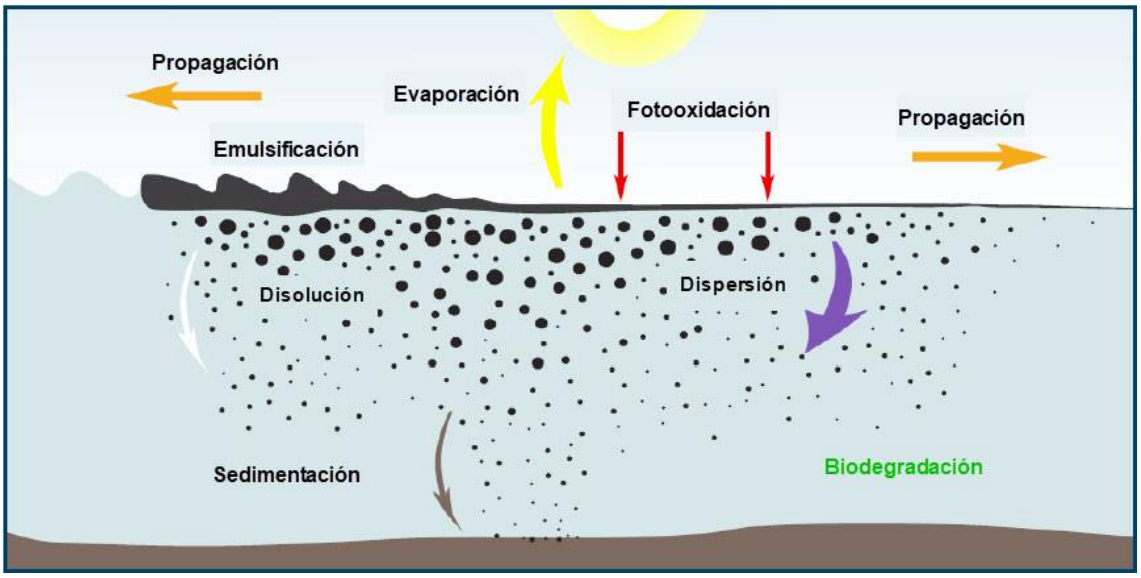


Figura 1. Procesos de meteorización que afectan al petróleo en el mar. Fuente: DHI, 2024

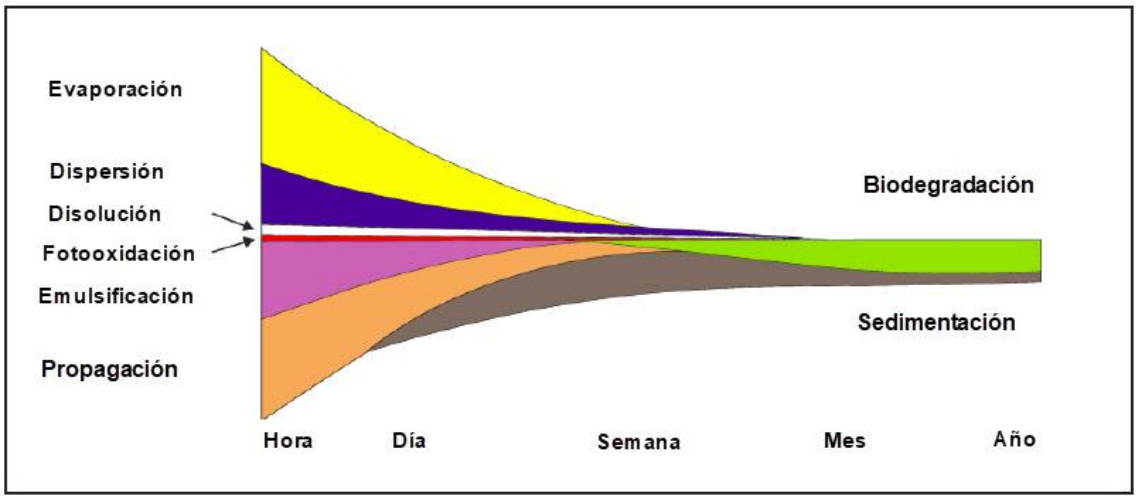


Figura 2. Representación esquemática del destino de un derrame de petróleo que muestra los cambios en la importancia relativa de los procesos de meteorización con el tiempo. El ancho de cada banda indica la importancia del proceso. Fuente: Fate of Marine OilSpills (2002) en DHI, 2024.

En el módulo OS, se considera que el petróleo está compuesto por las siguientes fracciones:

- Fracción volátil liviana de aromáticos y otros componentes del petróleo con un peso molecular inferior a aproximadamente 160 g/mol y un punto de ebullición muy por debajo de 300 °C
- Fracción pesada (> 160 g/mol) con un punto de ebullición por encima de 250 °C-300 °C, que incluye cera y asfaltenos. Los componentes de cera y asfaltenos se consideran fracciones especiales del petróleo, y se supone que no se degradan, evaporan ni se disuelven en el agua.

Se describe a cada fracción a través de una serie de parámetros clave (por ejemplo, densidad, viscosidad, punto de fluidez y contenido máximo de agua) y constantes de meteorización.

En la Figura 3 se presenta esquemáticamente la dependencia de los procesos entre sí y de los componentes del petróleo. El peso molecular, por ejemplo, es una indicación de cuán volátil es el componente y cómo será afectado por el proceso de meteorización.

Los resultados principales son la concentración de hidrocarburos en suspensión y el espesor de la mancha, parámetros que no son directamente proporcionales, sino que van modificándose a medida que la composición de la mancha se modifica.

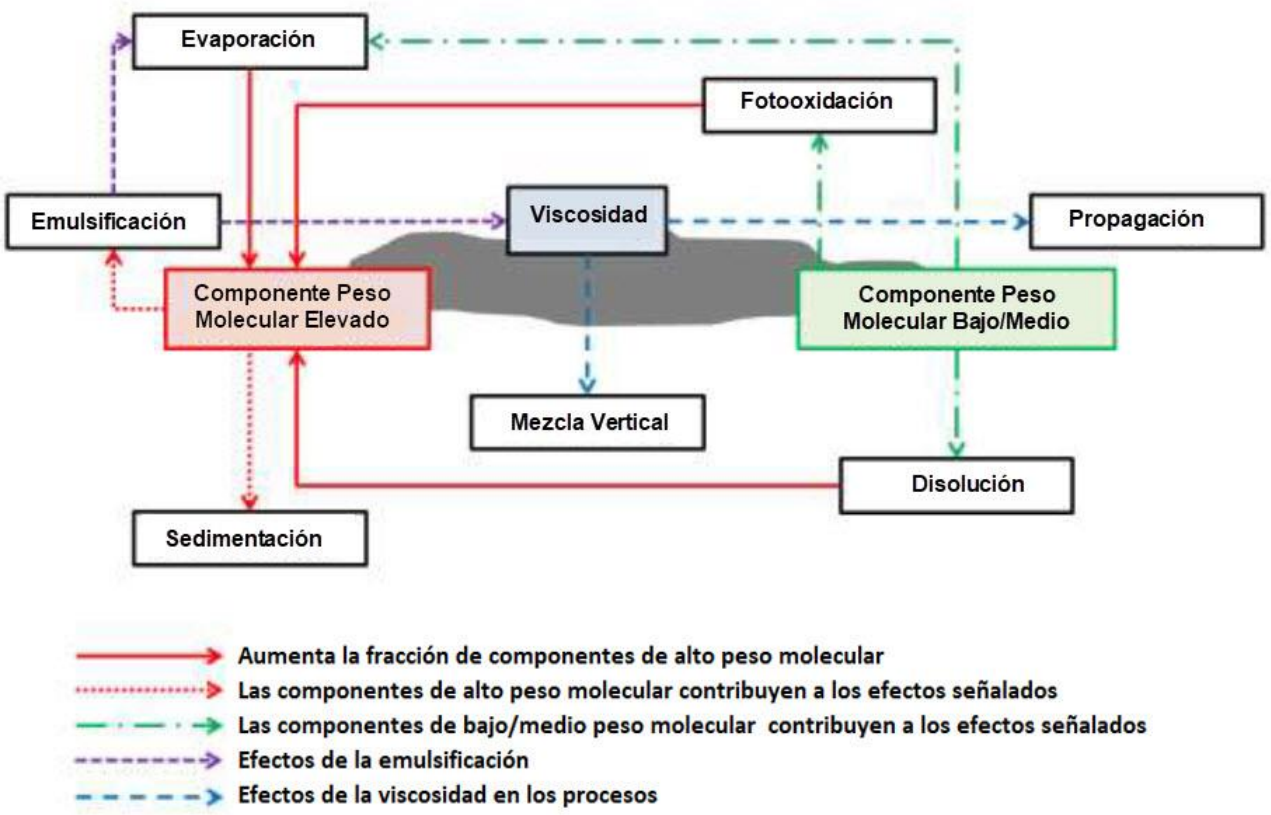


Figura 3. Efecto de los componentes del petróleo en los procesos de Meteorización. Fuente: Xie et. al (2007) en DHI, 2024.

El ingreso de datos al módulo OS está compartimentado en los siguientes grupos:

- Datos ambientales (como las corrientes obtenidas del modelo hidrodinámico y el viento)
- Características del petróleo para las diferentes fracciones, incluidas las constantes de meteorización
- Ubicación, profundidad, duración y cantidad del derrame
- Posibilidad de que el petróleo vuelva a entrar en el agua después de quedar varado (según el tipo de costa, p. ej. playa de arena o rocas verticales)
- Condiciones iniciales
- Condiciones de contorno

3. MODELACIÓN DE ESCENARIOS DE DERRAME

Las características del evento de derrame simulado son idénticas a las aplicadas en el Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM de SOUTHERN ENERGY, su duración es de 15 min y consiste en un derrame superficial de 70 m^3 de Gas Oil en la posición del buque FNLG MKII. La composición del Gas Oil simulado se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición del Gas Oil simulado.

Componente	Distribución	Volumen
	%	m^3
Volátil	30,0	21,00
Oil Pesado	68,99	48,29
Cera	1,0	0,70
Asfalteno	0,01	0,01

Componente	Distribución	Densidad
	%	kg/m^3
Volátil	30	796
Oil Pesado	70	886

Para considerar y analizar la influencia del viento en la trayectoria, el escenario de derrame de Gas Oil, se simuló para diferentes condiciones hidrodinámicas (configuradas en base a las simulaciones hidrodinámicas calibradas, de verano e invierno, considerando diferentes condiciones de viento constante y variable).

En base a los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM de SOUTHERN ENERGY para la ubicación del buque FNLG Hilli Episeyo, y considerando la relativamente corta distancia hacia el Norte en la que se encuentra el nuevo buque FLNG MKII, se seleccionaron para la presente evaluación los escenarios de viento constante conservativo más desfavorables obtenidos previamente, a los cuales se les agregaron dos escenarios que consideran vientos variables temporalmente, conformándose de esta manera la matriz de eventos que se presenta en la Tabla 2.

En particular, no se consideraron las condiciones modeladas previamente de calma, que presenta un tiempo de arribo a la costa del orden o superior a 6 días, ni la condición de viento del Noroeste para la cual la mancha de hidrocarburos no toca la costa y finaliza la simulación con una masa total en suspensión extremadamente reducida en comparación con las demás condiciones.

Se debe tener en cuenta, tal como se explicó en la evaluación anterior, que la modelación puede brindar orientaciones sobre los tiempos de arribo a la costa, pero no representa las evoluciones reales de la mancha de hidrocarburos que pueden ocurrir en el caso de ocurrir un derrame, las que dependerán de las condiciones hidrometeorológicas imperantes en ese momento, por lo que los resultados deben ser considerados como ejemplos que permiten estimar las características del fluido derramado cuando llega a las zonas costeras o al final del período de simulación.

En todas las direcciones de viento constante simuladas, se consideró una intensidad igual a 7 m/s (25,2 km/h), representativa del límite superior del intervalo de viento (5-7,5 m/s) más frecuente de la zona (ver Anexo 5-1: Medio Físico). La permanencia de esta intensidad de viento durante varios días es una hipótesis fuertemente conservativa.

Tanto los escenarios de verano como los de invierno tienen una duración de 17 días y el derrame ocurre al inicio del cuarto día de la simulación cuando la solución hidrodinámica se ha estabilizado. El período simulado de verano se extiende desde el 28/01/2019 00:00 hasta el 13/02/2019 00:00 y el de invierno desde el 25/06/2005 00:00 al 11/07/2005 00:00.

Los períodos de simulación de condiciones de viento variable en verano e invierno son los siguientes: el de verano se extiende entre el 15/01/2022 20:00 y 29/01/2022 20:00 y el de invierno entre el 04/06/1993 15:00 y 18/06/1993 15:00. La intensidad y dirección del viento para el punto de la grilla ERA5 más cercano a la posición de los buques se muestran en la Figura 4 y la Figura 5.

En ambos períodos con viento variable, se da una ventana con viento predominante desde el Este, los que a priori generarían un menor tiempo de arribo a la costa comparado con vientos desde otras direcciones. En el escenario de verano, la ventana con viento desde el Este es de 56 horas con una intensidad promedio de 5,8 m/s y máxima de 8,25 m/s. En el escenario de invierno, la ventana con viento desde el Este es de 31 h con una intensidad promedio de 6,7 m/s y máxima de 7,85 m/s

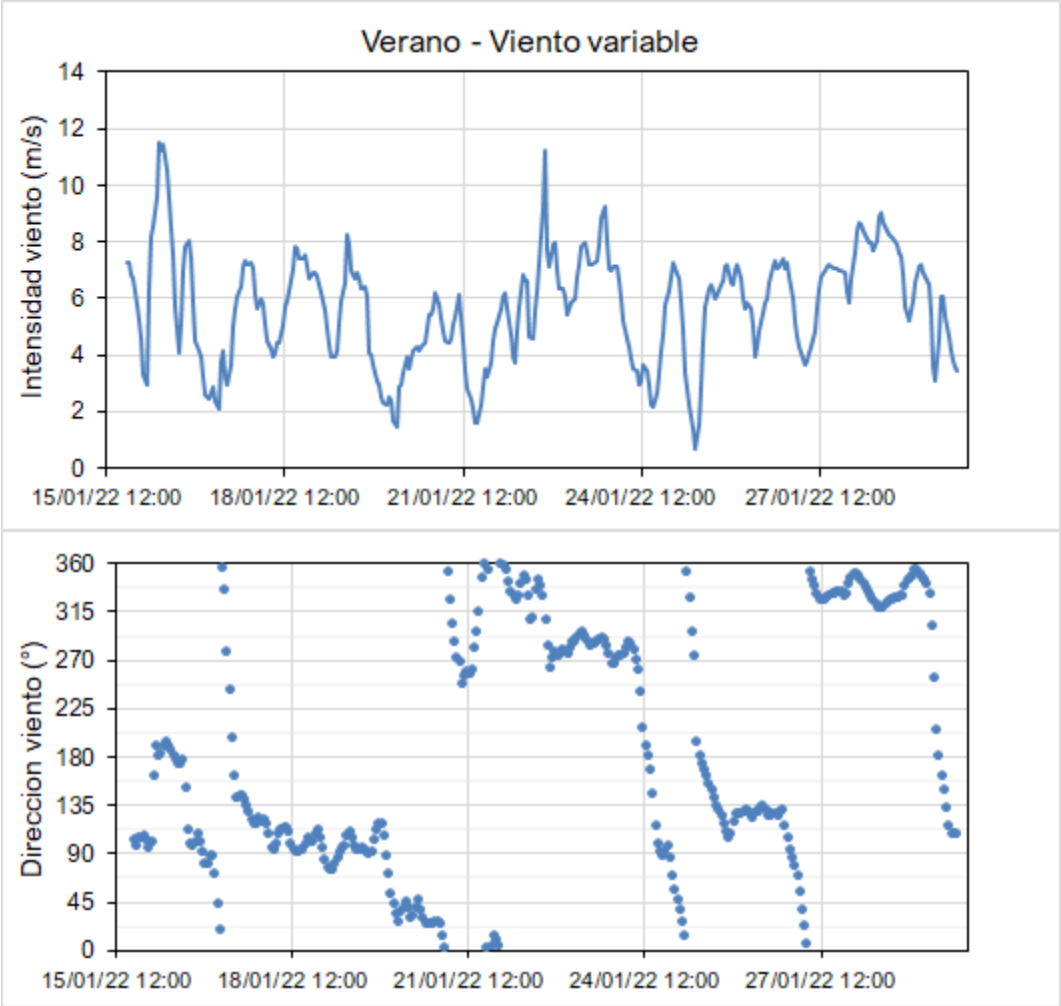


Figura 4. Intensidad y dirección de vientos ingresados al modelo para el escenario de Verano con viento variable.

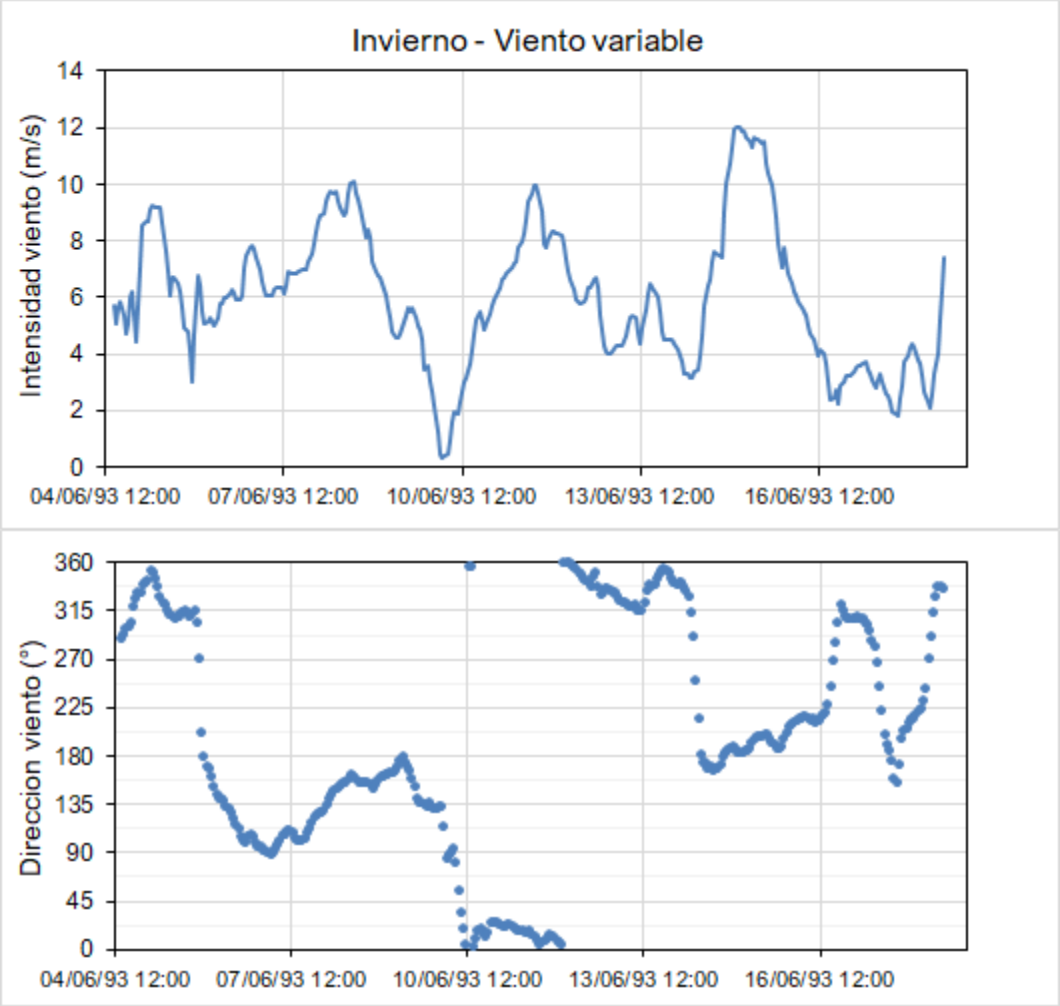


Figura 5.Intensidad y dirección de vientos ingresados al modelo para el escenario de Invierno con viento variable.

Tabla 2. Escenarios simulados para el derrame superficial de Gas Oil desde el entorno del buque FNLG MKII.

Escenario			Características del Viento	
			Intensidad	Dirección
Estación del Año	Dirección del Viento	Nomenclatura	m/s	de donde viene
Verano	Norte	EV-N	7	N
	Este	EV-E	7	E
	Sureste	EV-SE	7	SE
	Sur	EV-S	7	S
	Suroeste	EV-SO	7	SO
	Variable	EV-Var	0,7 a 11,5	ver Figura 4
Invierno	Este	EI-E	7	E
	Sureste	EI-SE	7	SE
	Sur	EI-S	7	S
	Suroeste	EI-SO	7	SO
	Variable	EI-Var	0,4 a 12,0	ver Figura 5

4. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

Los resultados obtenidos en la simulación del derrame se presentan a continuación.

En la Tabla 3 se indica, para cada escenario, si la mancha alcanza o no la costa durante el tiempo simulado. Se indican además los parámetros que caracterizan la mancha, que son el tiempo que tarda la mancha del derrame hasta el primer contacto con la zona costera, la máxima concentración de masa total en suspensión en el centro de la pluma ese momento (con dos cifras significativas) y el máximo espesor de Gas Oil en suspensión.

Tabla 3. Resultados de la modelación de derrame superficial de Gas Oil desde el entorno del buque FNLG MKII.

Escenario	Tiempo mínimo de arribo a la costa (hs)	Máxima concentración total en suspensión sin agua cuando arriba a la costa (kg/m^3)	Máxima espesor de Gas Oil suspendido cuando arriba a la costa (mm)
EV-N	No toca	0,00027 *	0,10 *
EV-E	32	6,7	0,16
EV-SE	33	0,052	0,15
EV-S	64	0,011	0,11
EV-SO	97	0,0040	0,10
EV-Var	44	0,94	0,13
EI-E	28	3,9	0,17
EI-SE	31	0,27	0,16
EI-S	90	0,017	0,10
EI-SO	118	0,0060	0,10
EI-Var	22	2,5	0,19
Nota: (*) a los 14 días de iniciado el derrame.			

Se puede apreciar que, tanto en invierno como en verano, el menor tiempo de arribo (y la mayor cantidad de masa en suspensión) se da con viento del Este y en el caso del invierno con viento variable (con predominio del Este al producirse el derrame), dado que estos vientos desplazan la mancha directamente hacia la costa cercana. También en estos casos por el bajo tiempo de evolución del derrame, las concentraciones de las partículas en la zona del modelo que representa el centro de la mancha son las que presentan mayores concentraciones, correspondientes a una menor dispersión espacial. El espesor máximo de la mancha al llegar a la costa se mantiene por debajo de 0,2 mm en todos los casos.

En el caso del viento permanente del Norte, que aleja la mancha de la costa, el espesor se reduce a unos 0,10 mm a los 14 días de iniciado el derrame.

En la Figura 6 a la Figura 23 se presenta, para cada escenario, la trayectoria total de la mancha, su forma, masa y espesor. En general, se observa a mayor tiempo de recorrido mayor superficie de la mancha y menor espesor de esta.

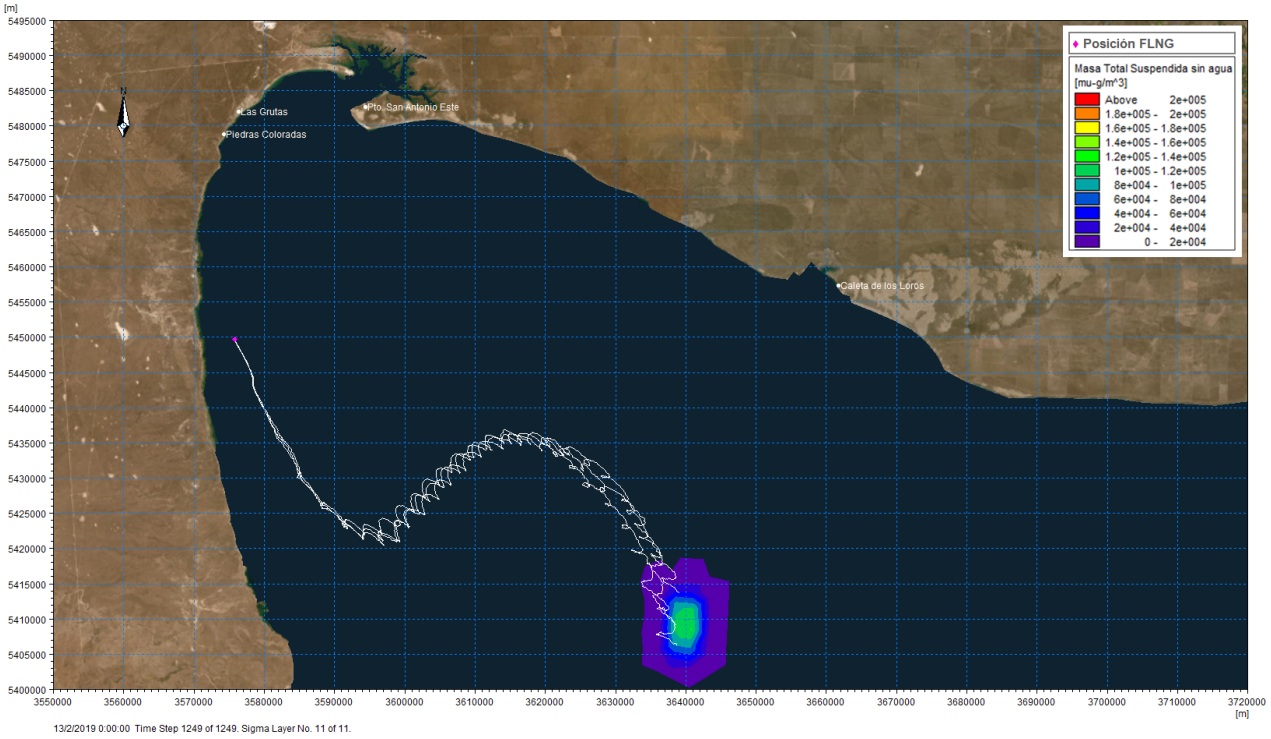


Figura 6. Masa Total Suspendida Sin Agua, a los 14 días de iniciado el derrame. Trayectoria total del derrame. Escenario Verano EV-N.

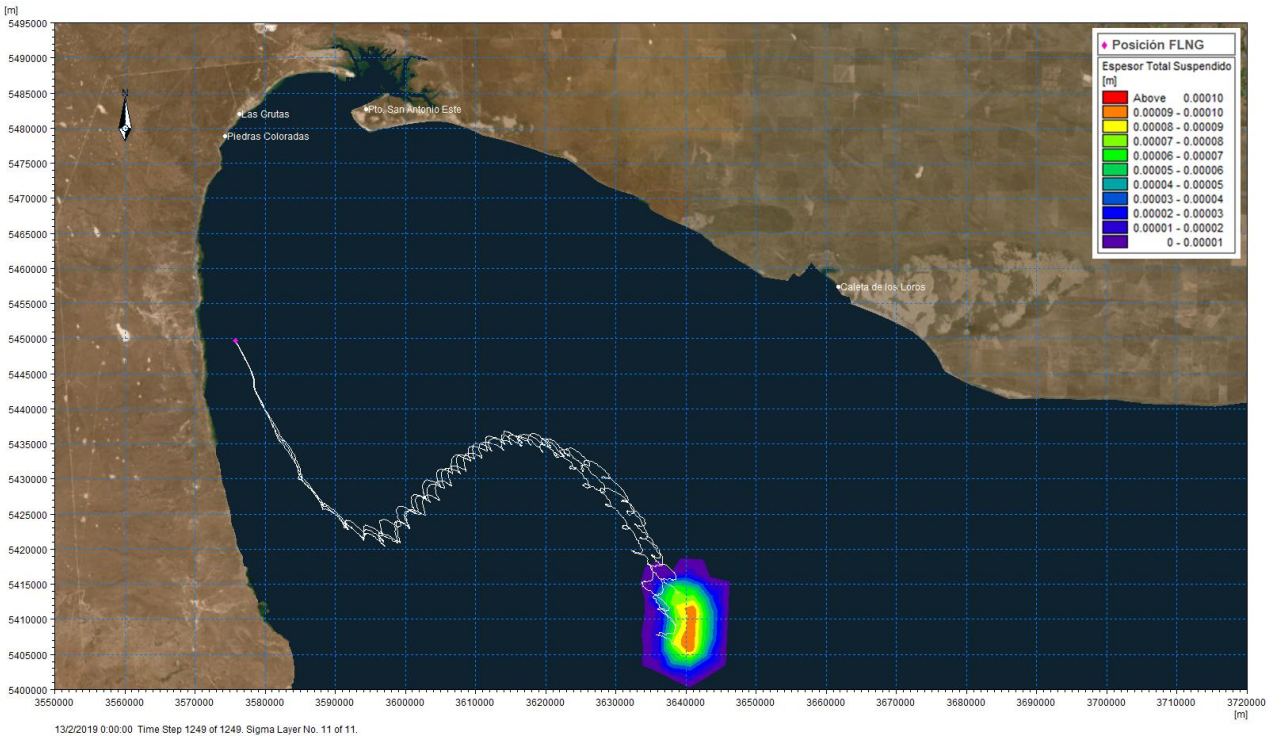


Figura 7. Espesor de la mancha en suspensión, a los 14 días de iniciado el derrame. Escenario Verano EV-N.

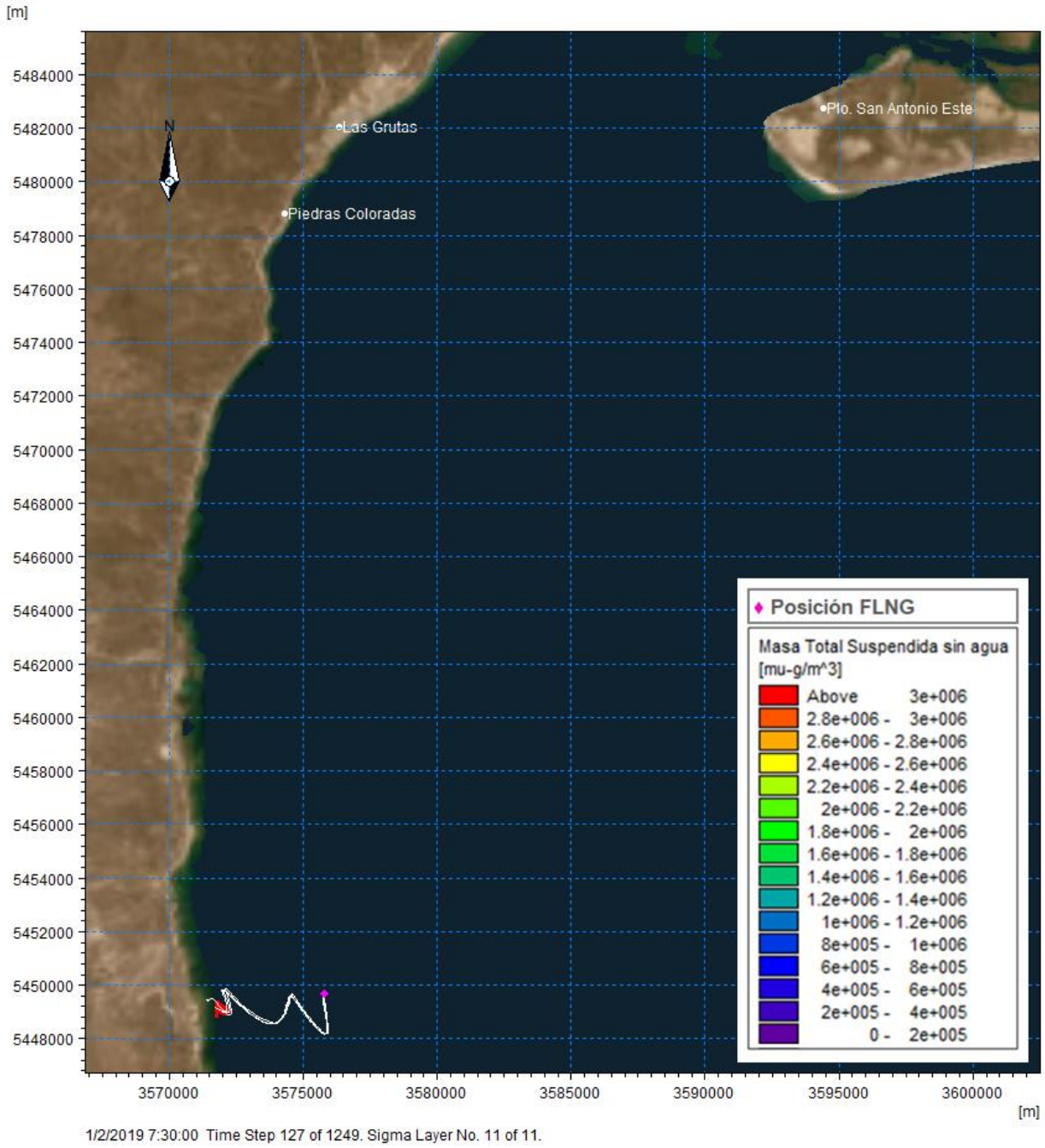


Figura 8. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Verano EV-E.

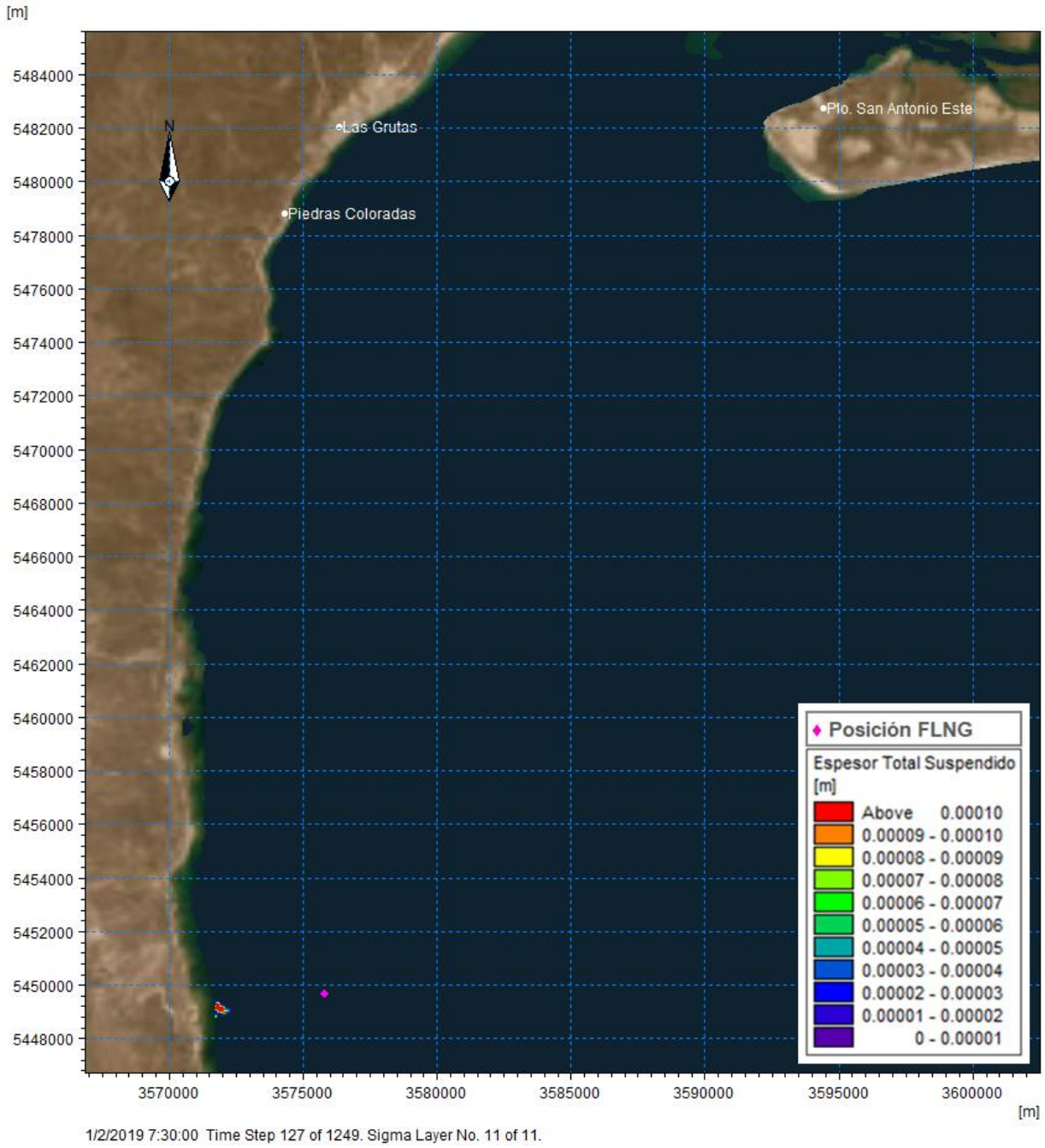


Figura 9. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Verano EV-E.

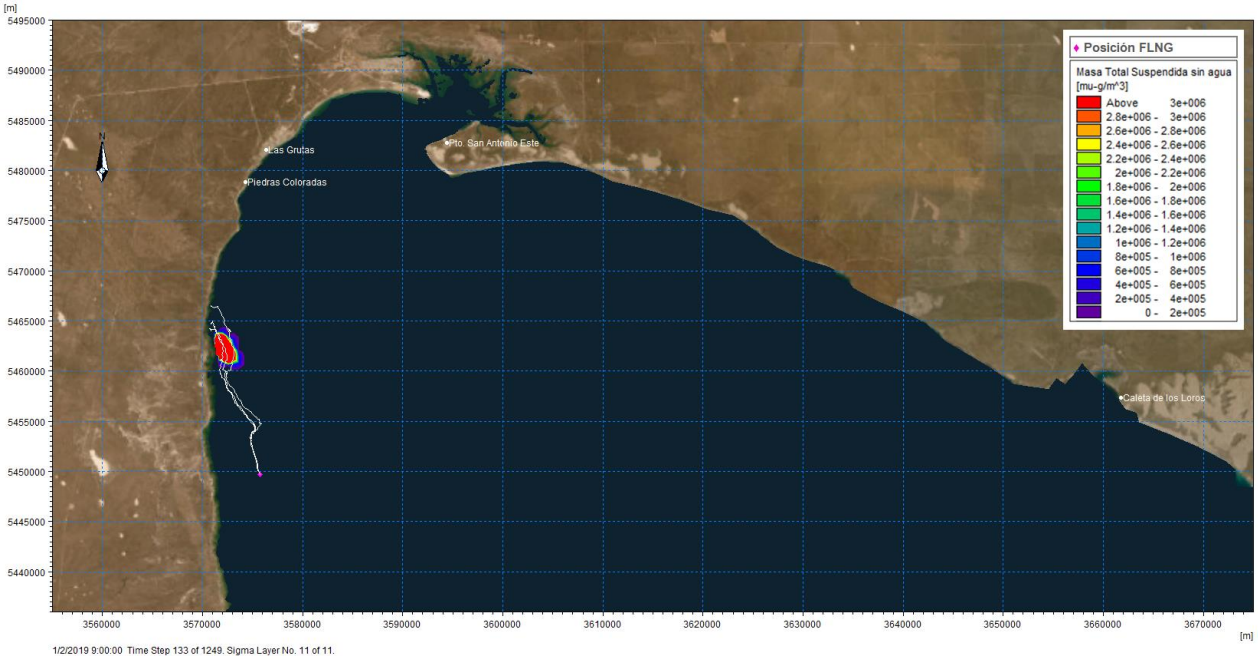


Figura 10. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Verano EV-SE.

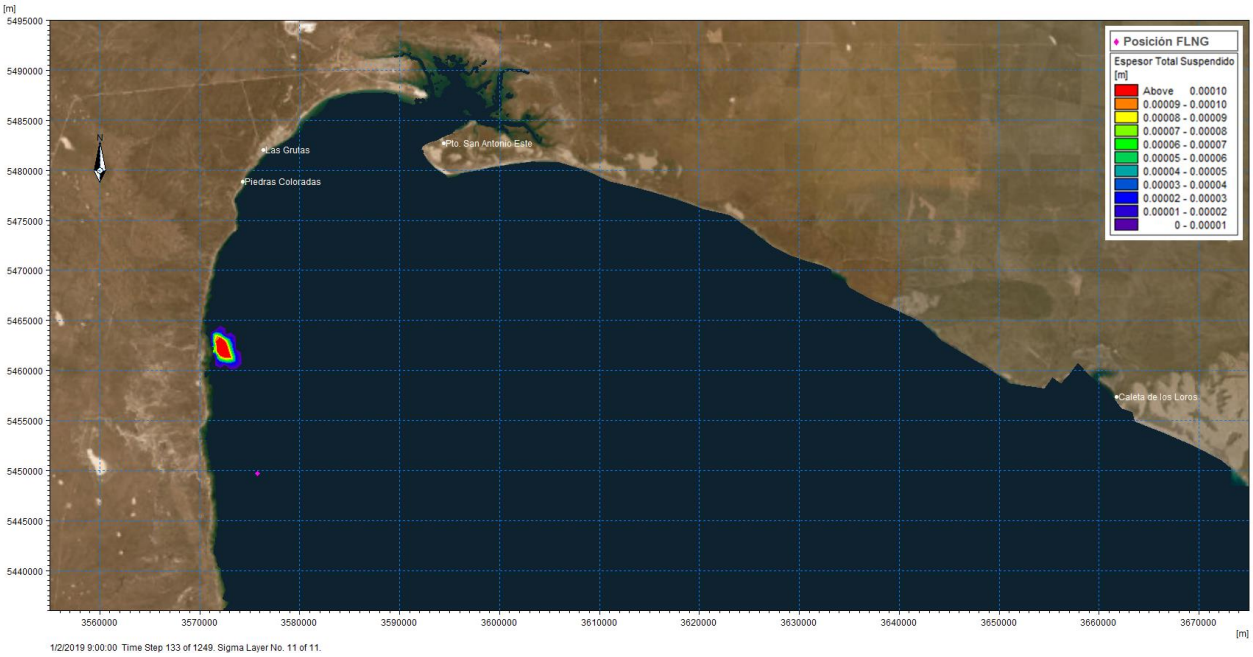


Figura 11. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Verano EV-SE.

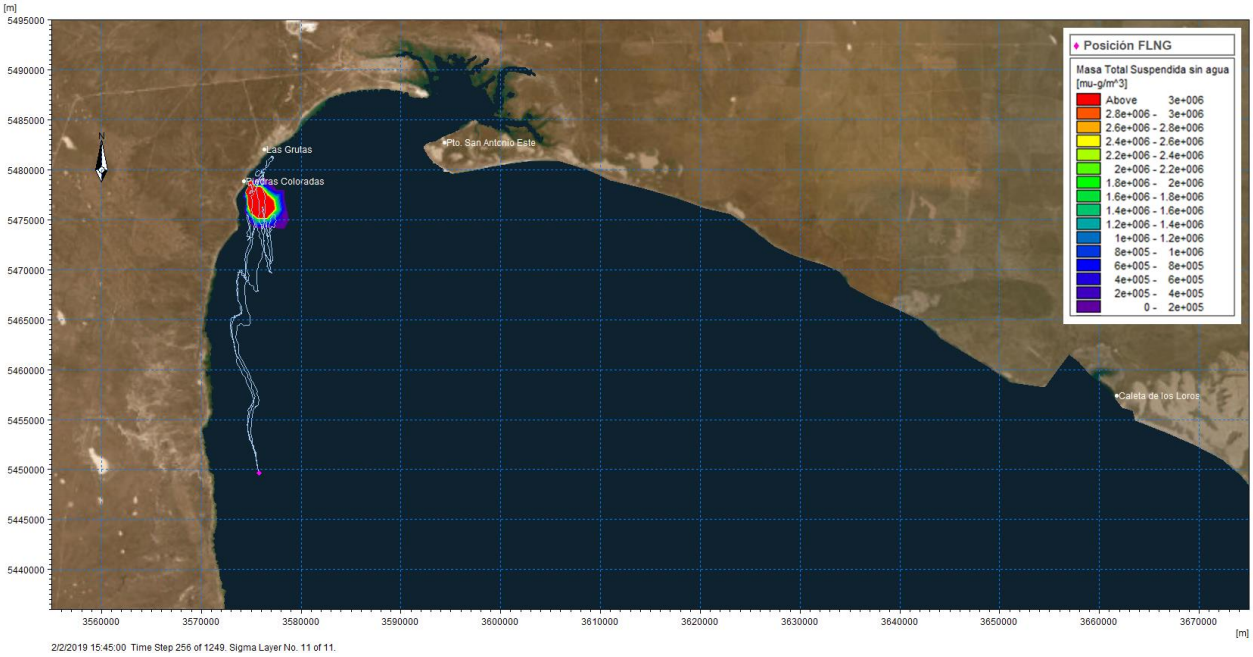


Figura 12. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Verano EV-S.

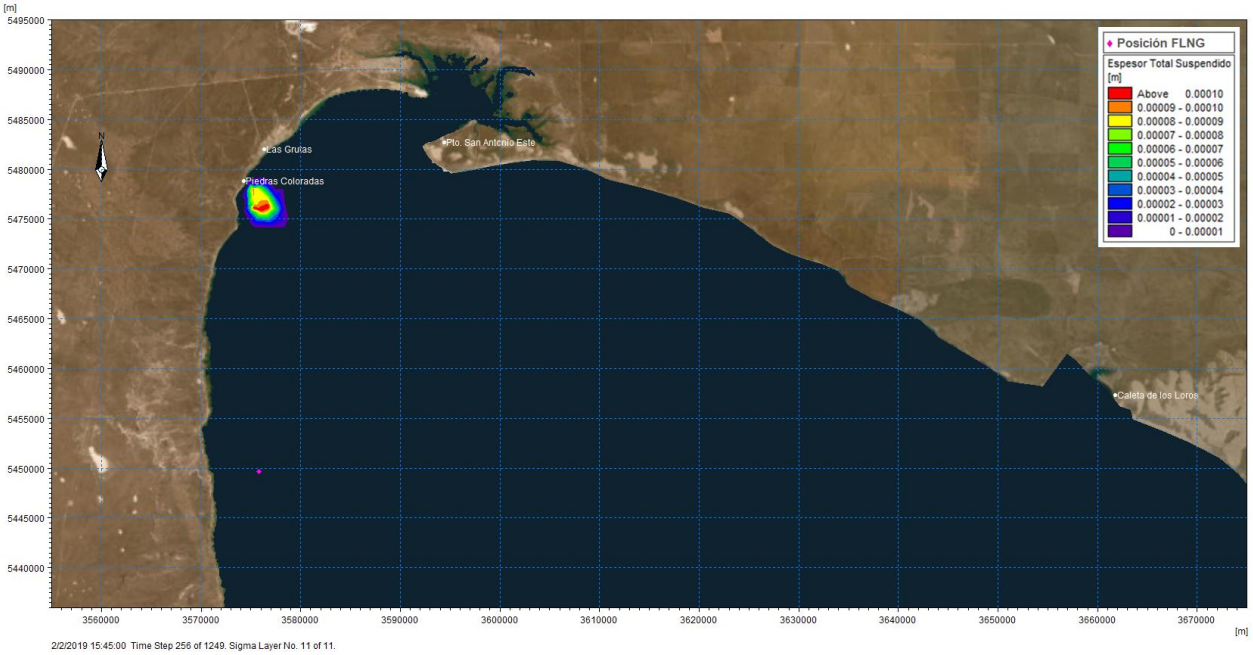


Figura 13. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Verano EV-S.

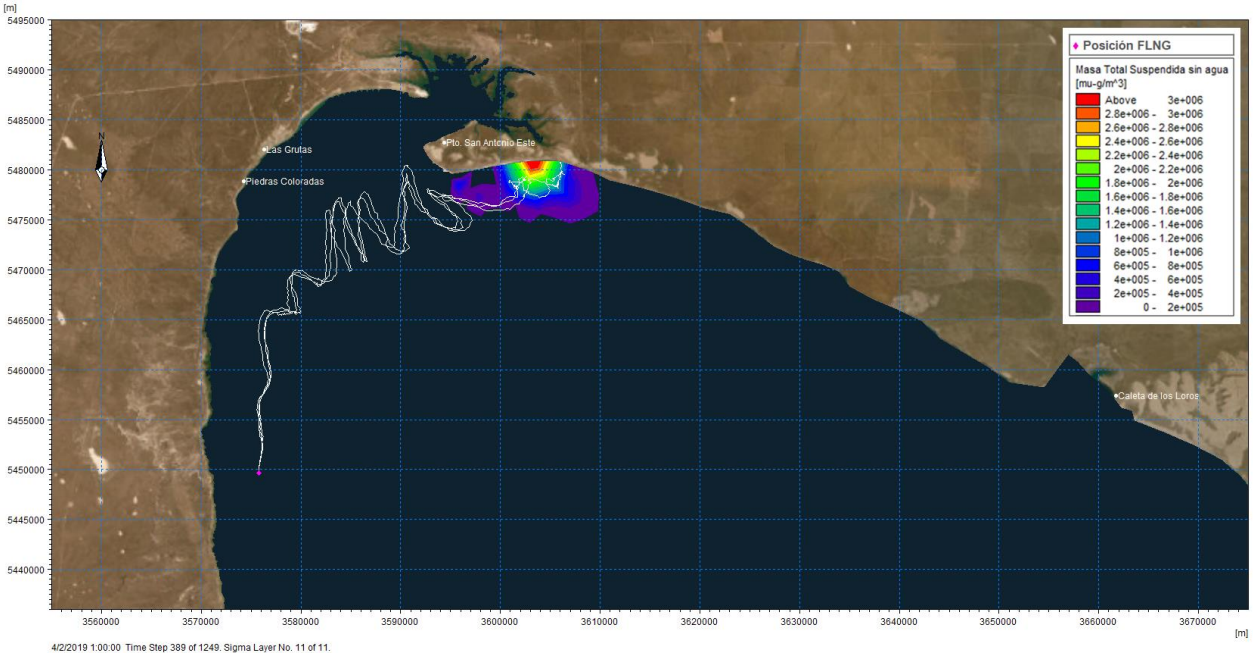


Figura 14. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Verano EV-SO.

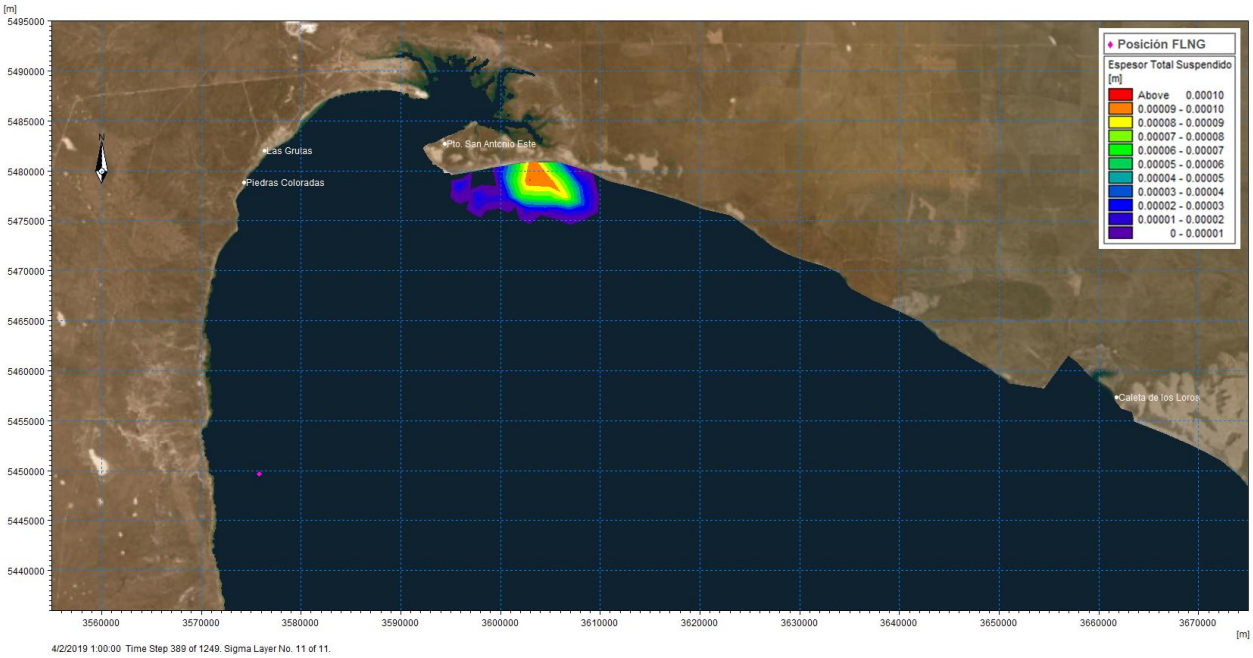


Figura 15. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Verano EV-SO.

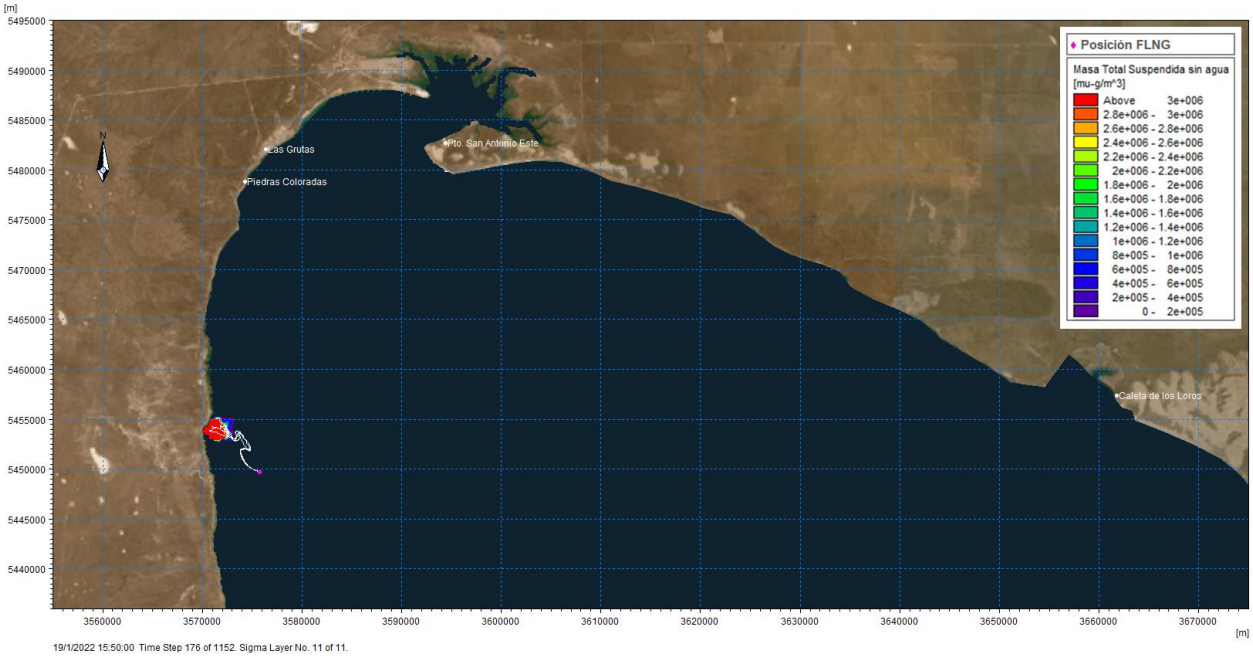


Figura 16. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Verano EV-Var.

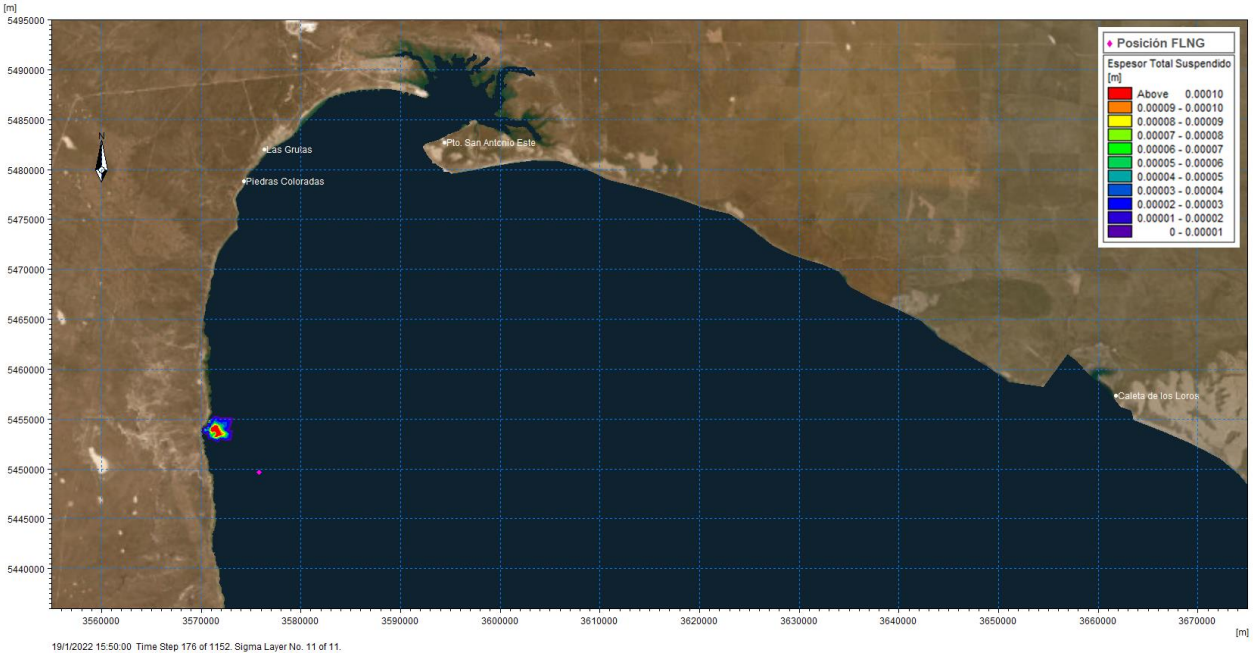


Figura 17. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Verano EV-Var.

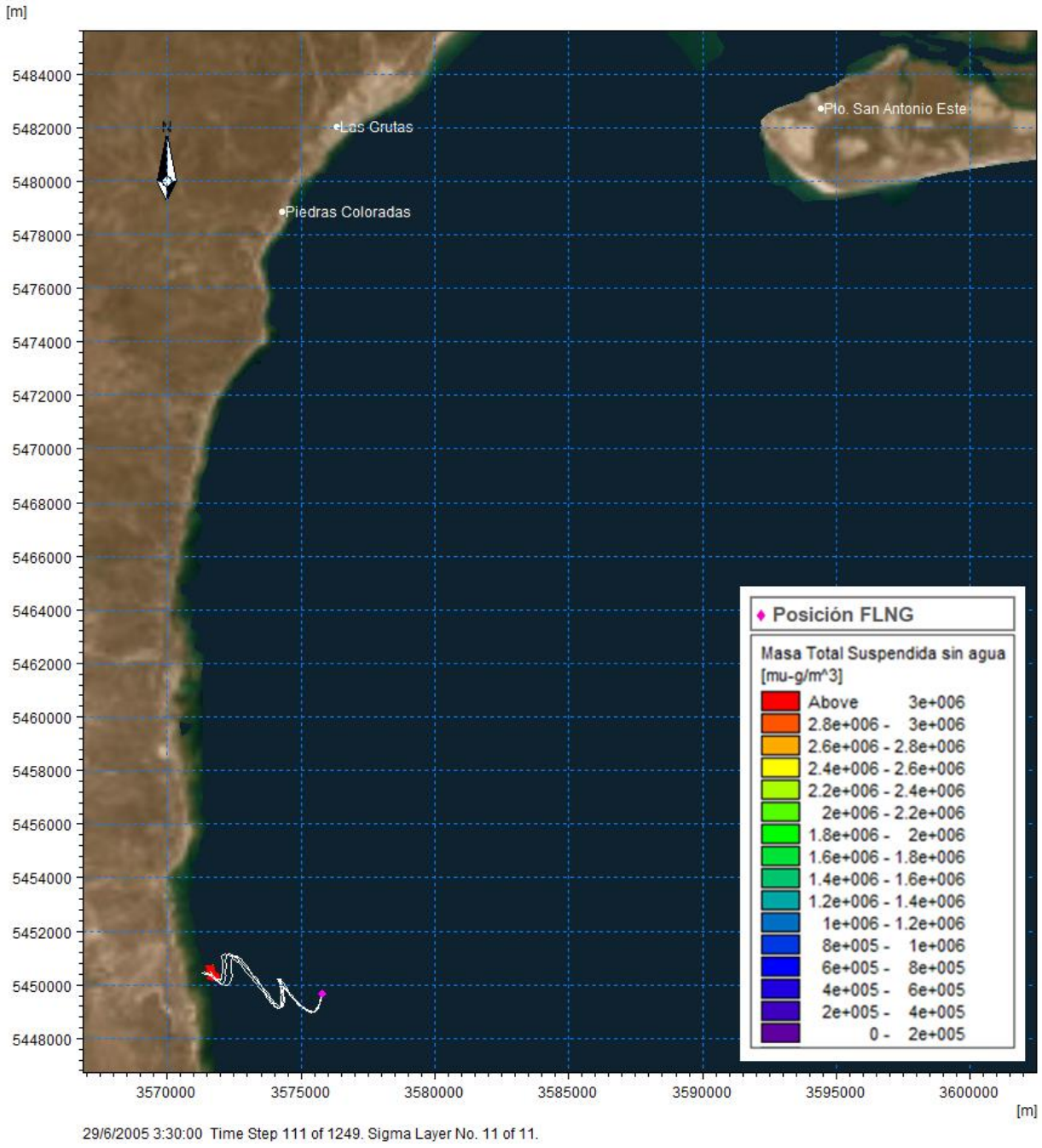


Figura 18. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Invierno EI-E.

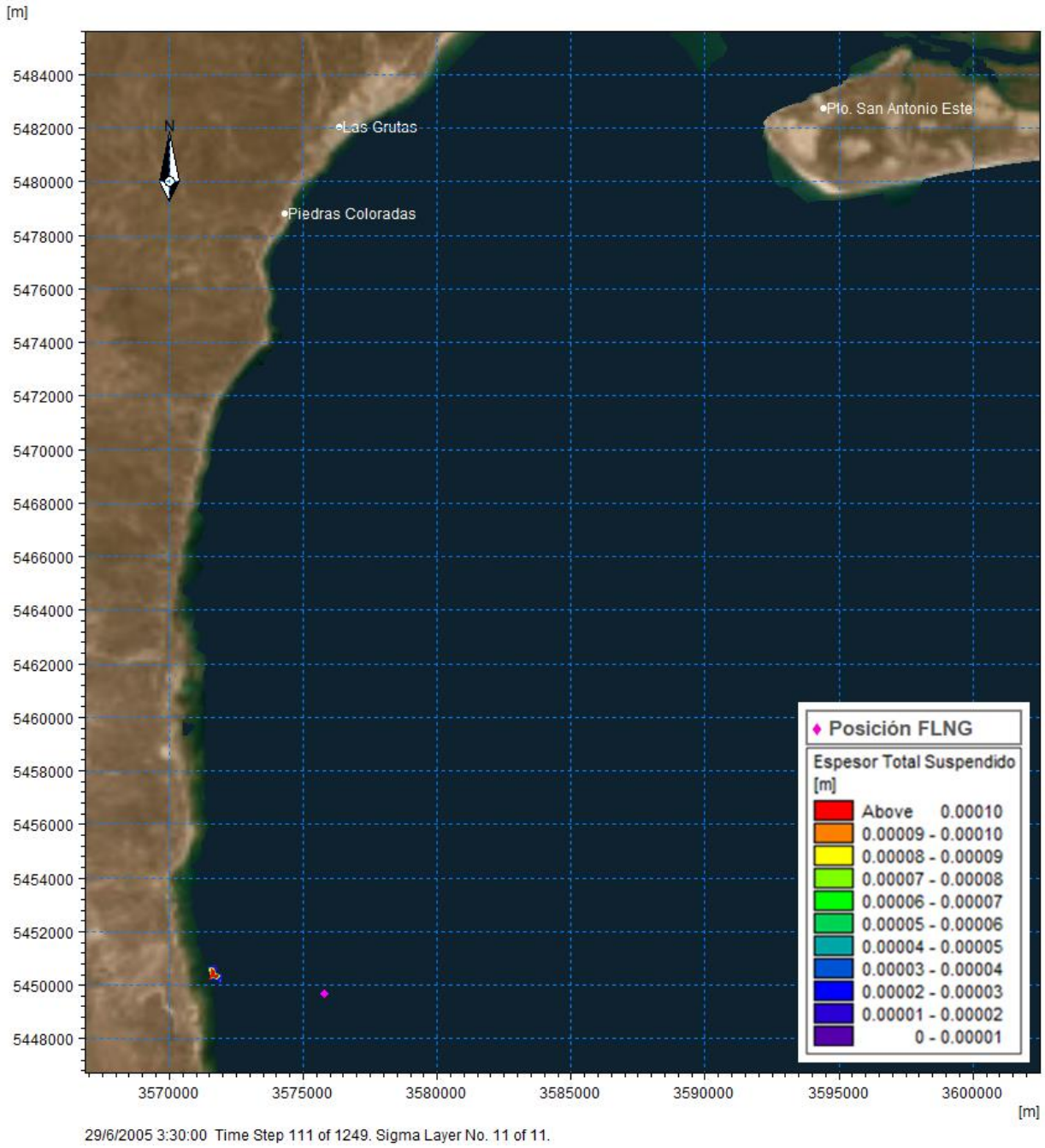


Figura 19. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Invierno EI-E.

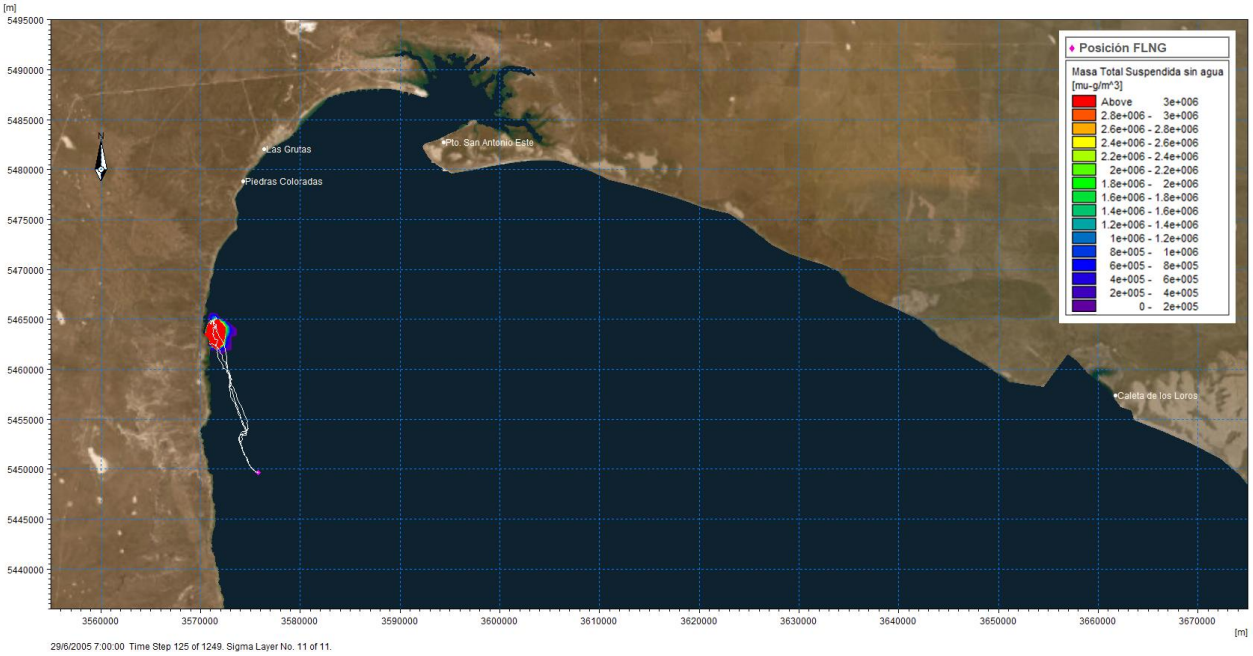


Figura 20. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Invierno EI-SE.

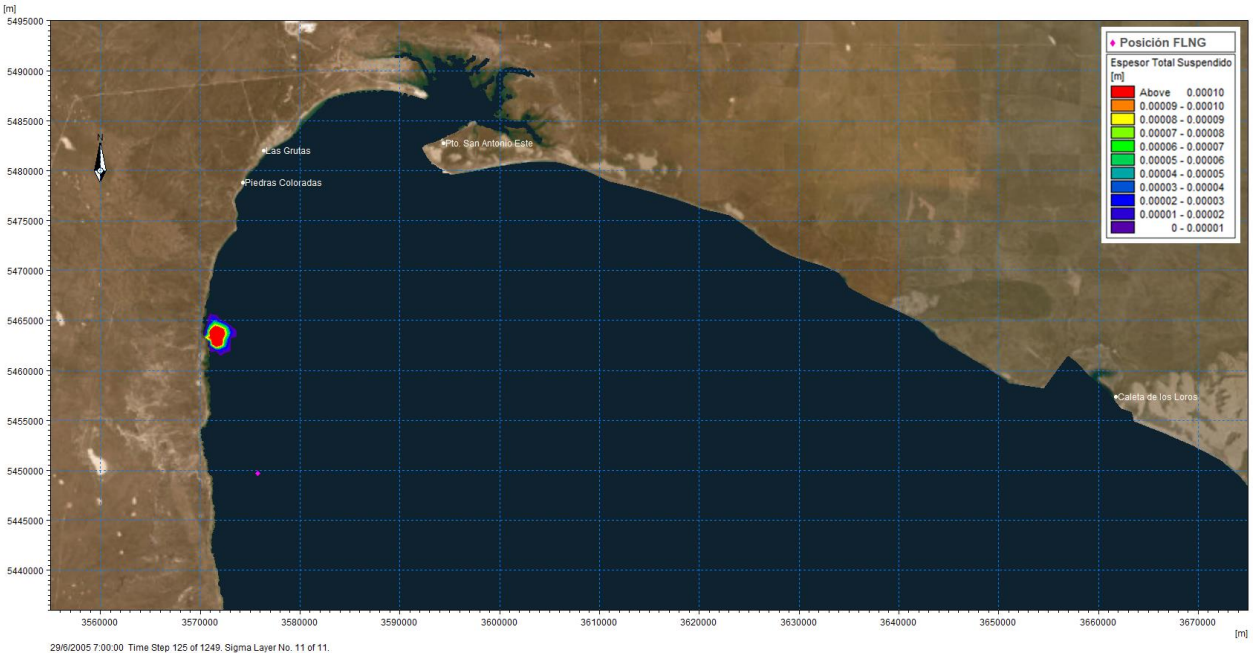


Figura 21. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Invierno EI-SE.

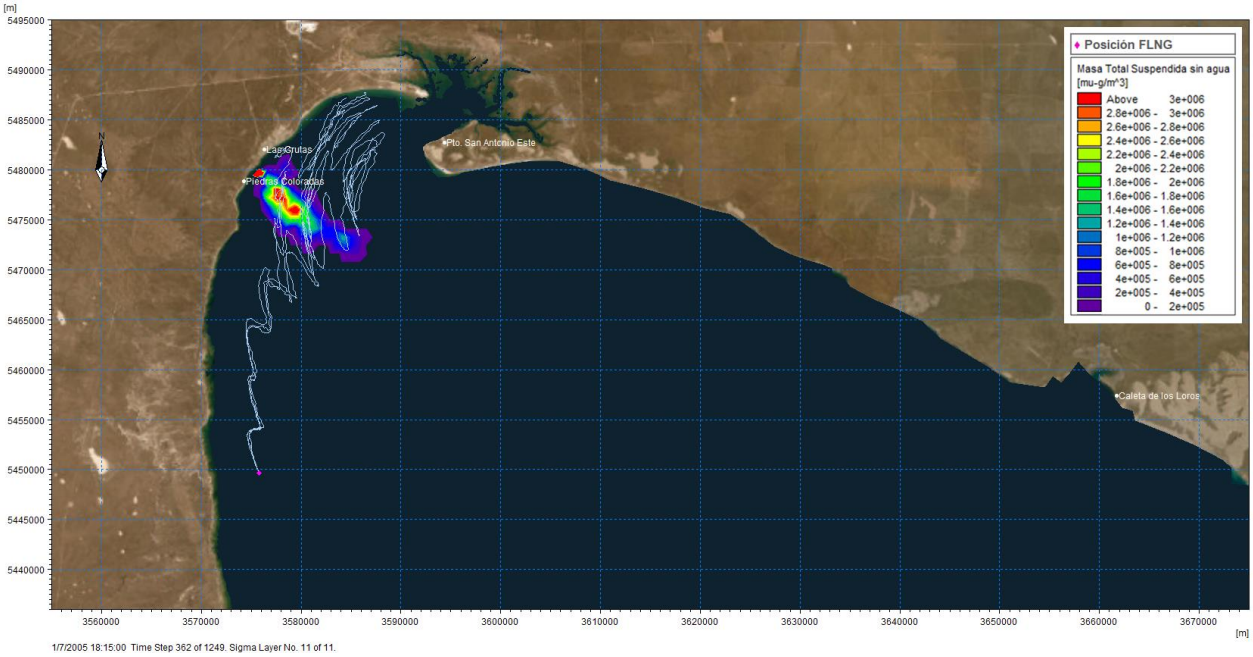


Figura 22. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Invierno EI-S.

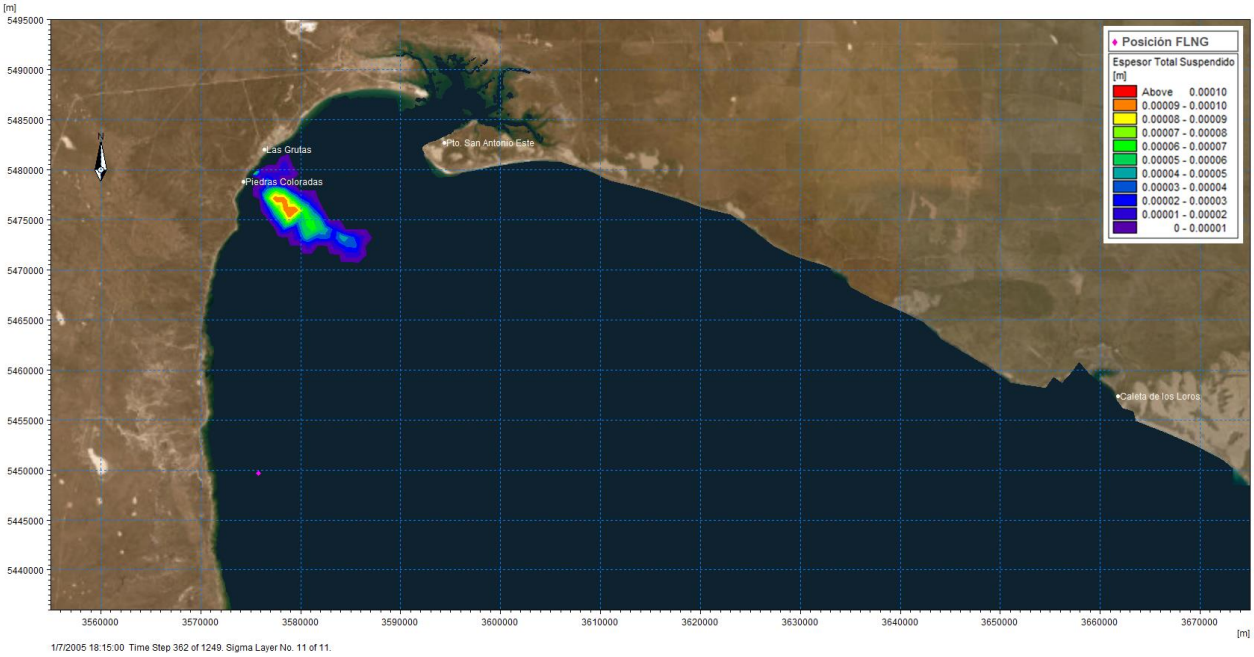


Figura 23. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Invierno EI-S.

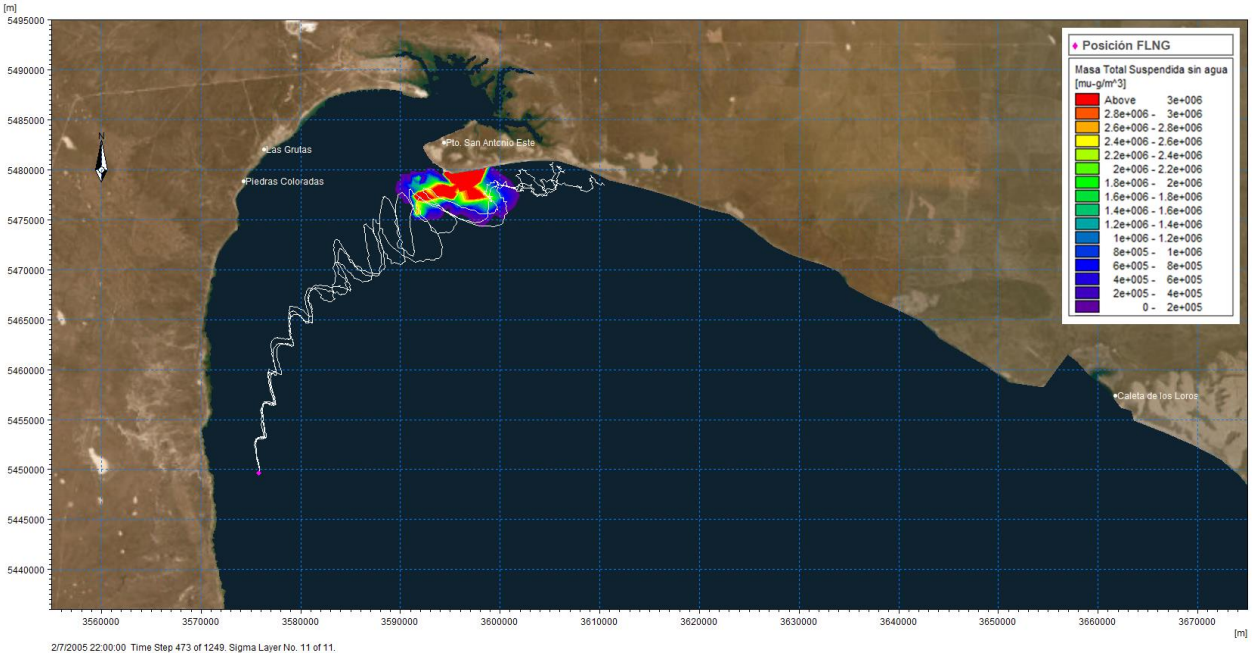


Figura 24. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Invierno EI-SO.

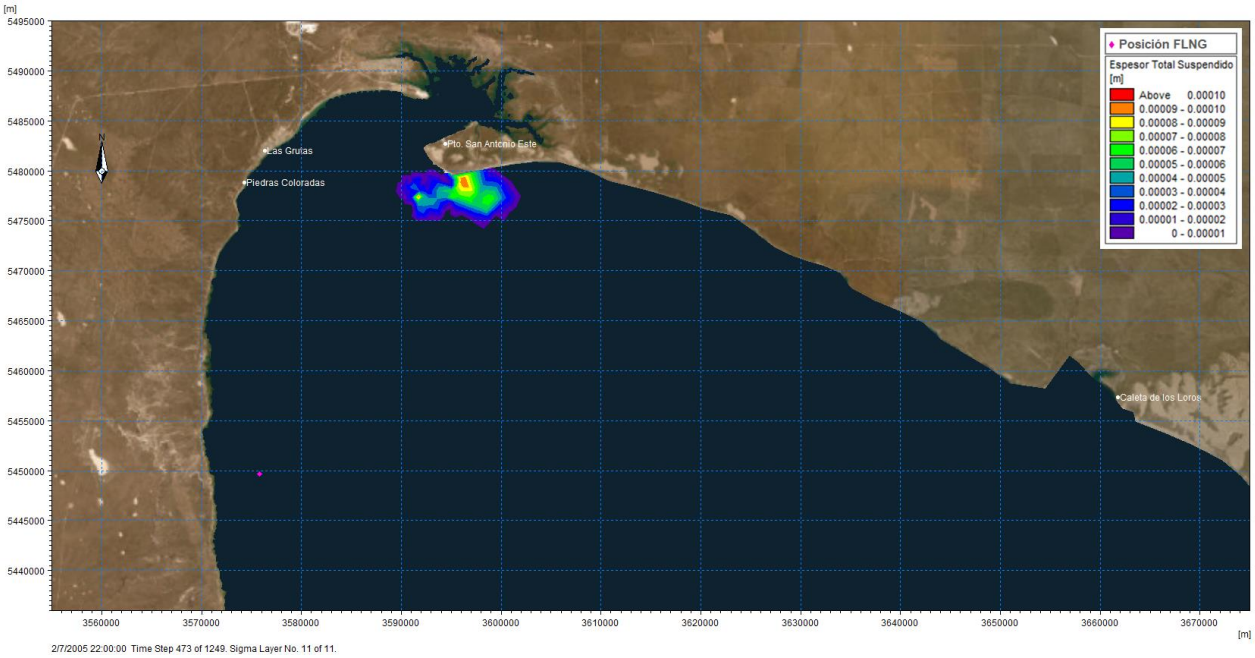


Figura 25. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Invierno EI-SO.

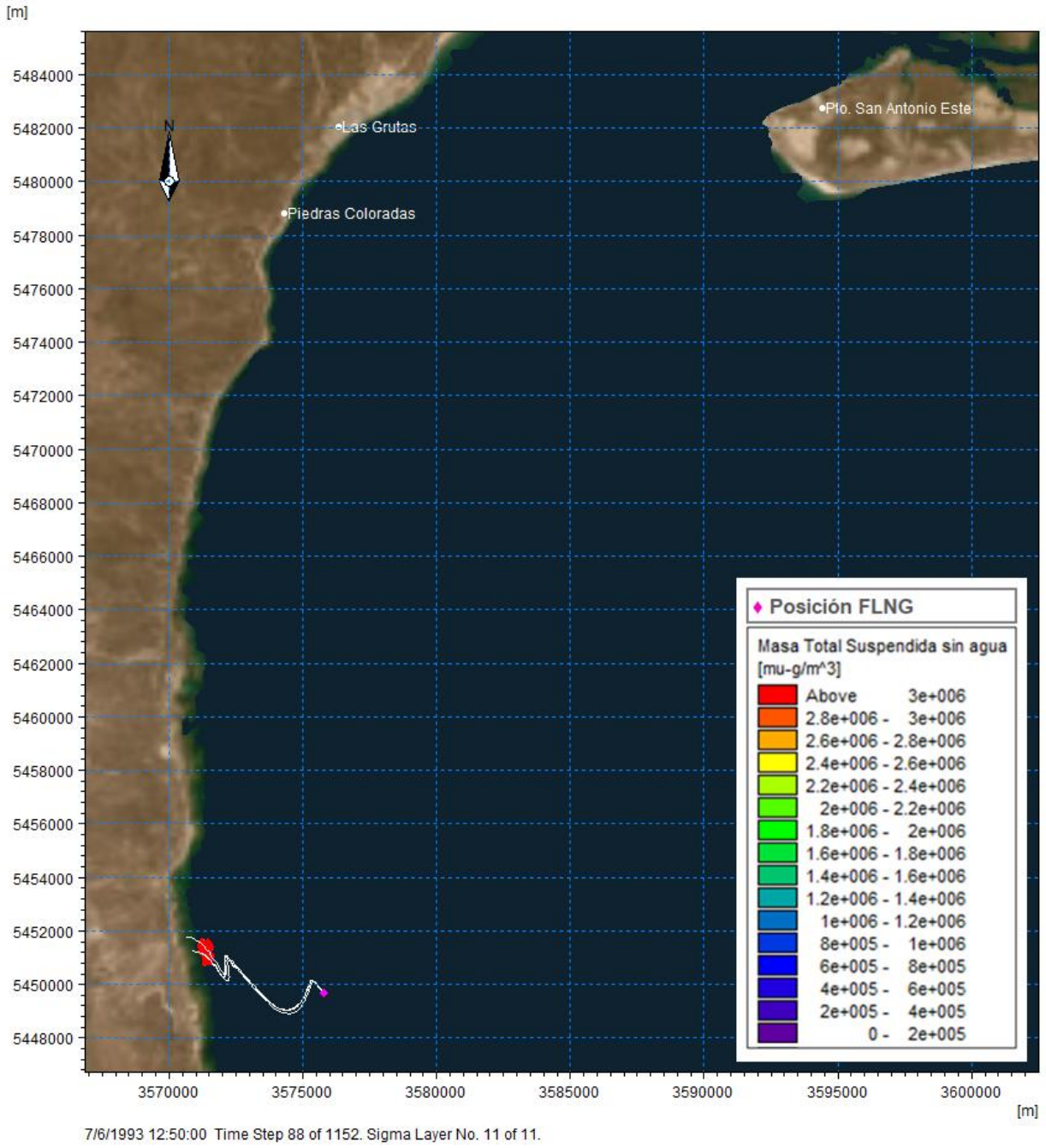


Figura 26. Masa Total Suspendida Sin Agua, en el momento que el derrame alcanza la costa. Trayectoria total del derrame. Escenario Invierno El-Var.

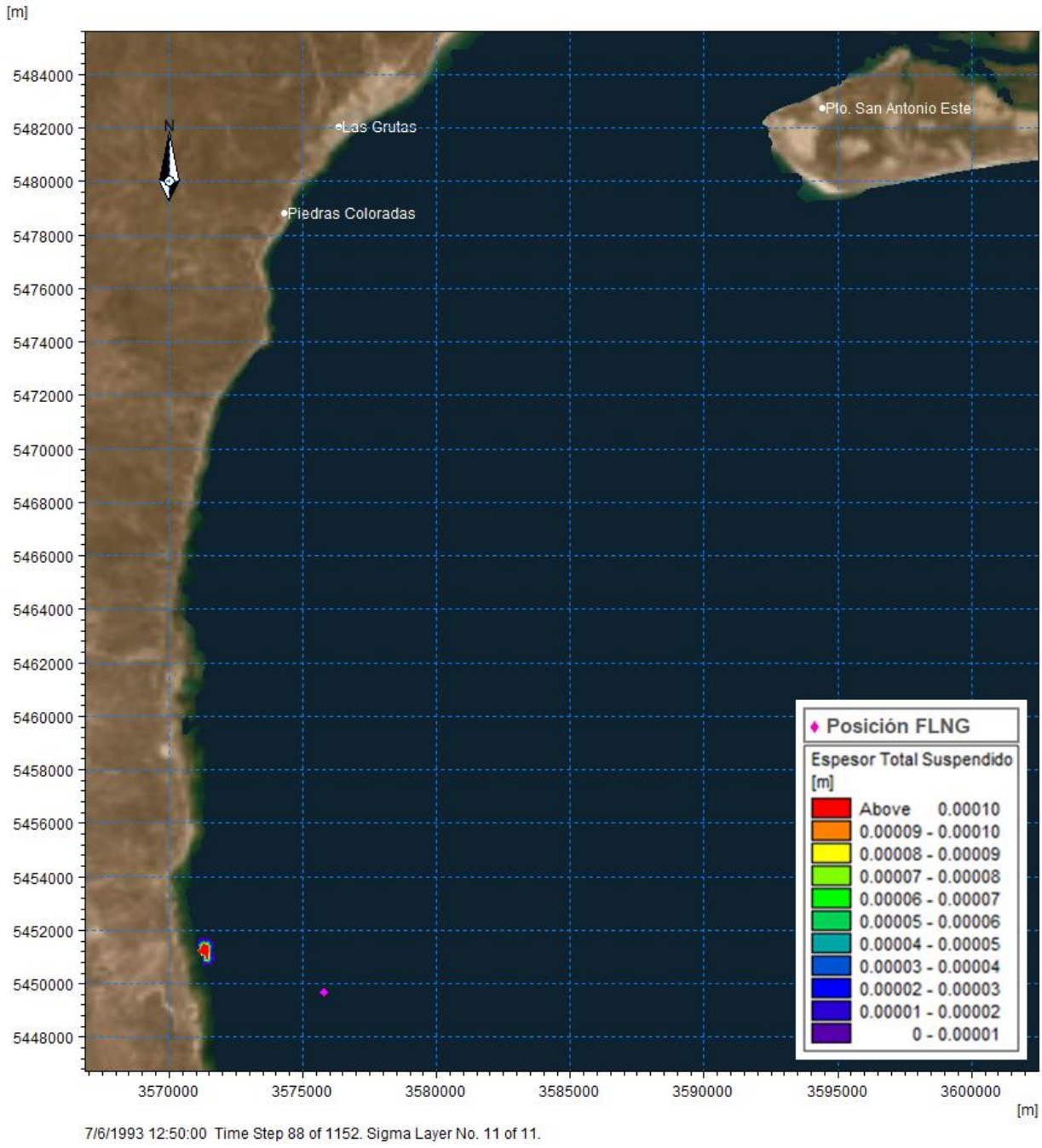


Figura 27. Espesor de la mancha en suspensión, en el momento que el derrame alcanza la costa. Escenario Invierno EI-Var.

5. CONCLUSIONES

Se ha evaluado el desplazamiento y las condiciones de la mancha de hidrocarburos correspondiente a un derrame de 70 m^3 de Gas Oil desde el buque FNLG MKII, ante diferentes forzantes hidrodinámicos y distintas condiciones de viento constante conservativo y de viento variable, en escenarios de verano e invierno.

El tiempo mínimo de arribo a la costa para el derrame desde es del orden de poco más de un día para escenarios con vientos del cuadrante Este – Sudeste, e incluso algo menor al día para el escenario con viento variable en invierno, por lo cual se evidencia la necesidad de que las medidas de mitigación para evitar la dispersión de la pluma se implementen inmediatamente después de ocurrido el accidente simulado, coincidentemente con la conclusión obtenida en el Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM de SOUTHERN ENERGY para el buque FLNG Hilli Episeyo.

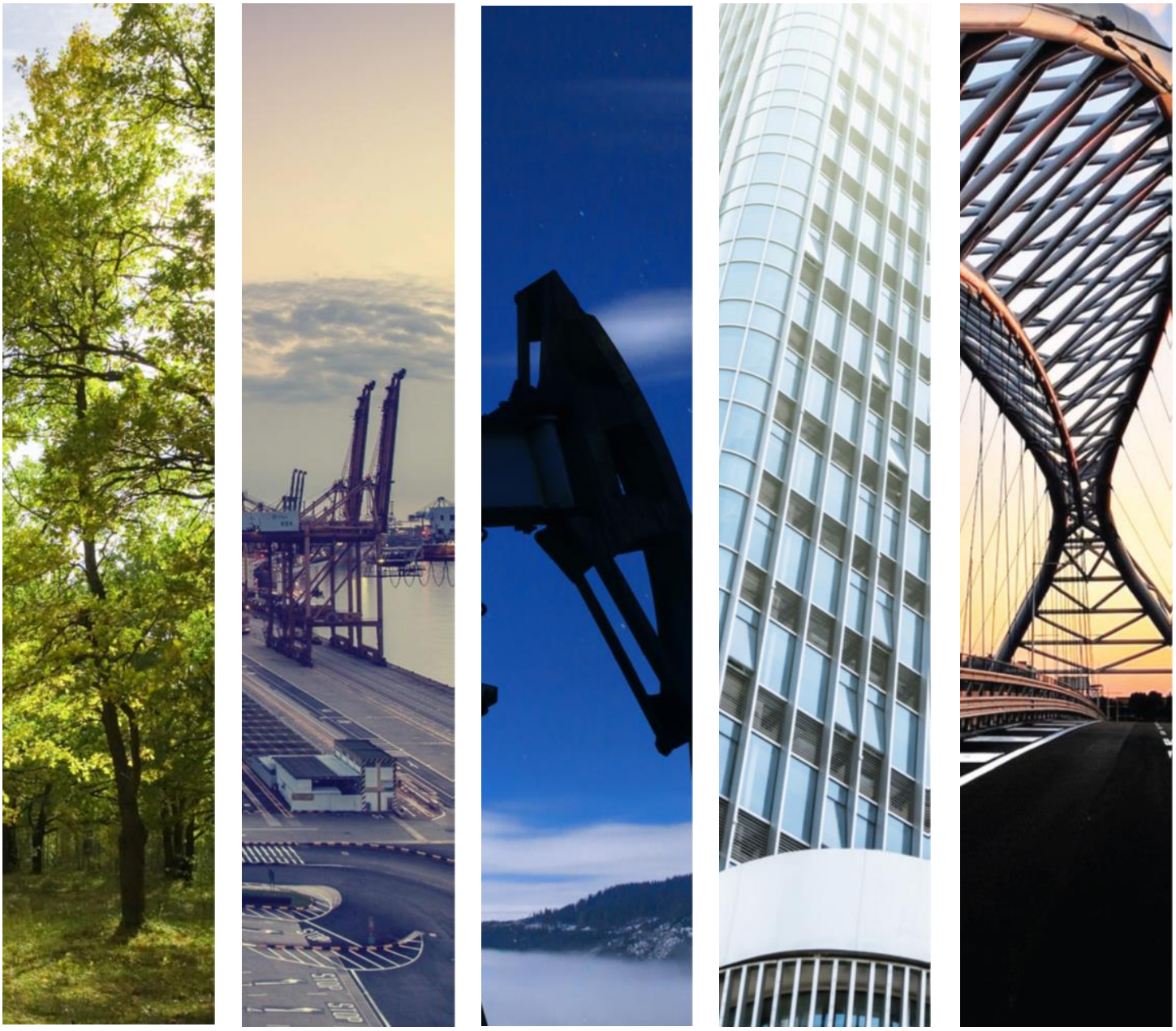
Las condiciones de viento predominantes que favorecerían el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas, y las concentraciones máximas de Gas Oil no superan los 0,02 kg/m^3. Aunque las concentraciones previstas son bajas y el tiempo de arribo permite margen de reacción, y además las condiciones en que se obtiene ese resultado con vientos persistentes son muy conservativas, para minimizar los riesgos es fundamental contar con un plan de contingencia como se mencionó anteriormente.

6. BIBLIOGRAFÍA

DHI, 2025. DHI Oil Spill Model. Oil Spill Template. Scientific Description. Mike 2025. https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/General/DHI_OilSpill_Model.pdf

Hersbach, H., & co-authors. (2020). The ERA5 global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146(730), 1999-2049. doi: https://doi.org/10.1002/qj.3803

Saha, Suranjana and Coauthors, 2014: The NCEP Climate Forecast System Version 2 Journal of Climate J. Climate, 27, 2185–2208. doi: http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00823.1



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-6: Modelación de la Dispersión de las Emisiones Gaseosas

Junio 2025

ANEXO 6-6: MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LAS EMISIONES GASEOSAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL MODELO 3
3. CARACTERÍSTICAS DE FUENTES EMISORAS 3
3.1 UBICACIÓN DE LAS FUENTES 3
3.2 ESTIMACIÓN DE EMISIONES 4
3.3 ENTRADAS AL MODELO 5
4. SELECCIÓN DE RECEPTORES 7
5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO 8
5.1 TOPOGRAFÍA 8
5.2 PROPIEDADES DE LA SUPERFICIE 8
5.3 CONDICIÓN URBANA O RURAL 8
5.4 INTERACCIÓN CON EDIFICIOS CERCANOS 9
6. METEOROLOGÍA 9
7. CONCENTRACIONES DE FONDO 10
8. RESULTADOS 12
8.1 ESCENARIO DE FUNCIONAMIENTO AISLADO DEL BUQUE FNLG MKII 12
8.2 ESCENARIO DE FUNCIONAMIENTO SIMULTÁNEO DE LOS BUQUES FNLG MKII Y HILLI EPISEYO 17
9. BIBLIOGRAFÍA 22

1. INTRODUCCIÓN

A efectos de evaluar las emisiones gaseosas provenientes del Proyecto FLNG GSM y su impacto asociado, se realiza mediante modelación matemática la simulación del comportamiento de ciertos contaminantes en la atmósfera, conforme la legislación provincial de evaluación de impacto ambiental, Ley 3.266 (modificada por Ley 3.335) y Decretos Reglamentarios 1.224/02 y 656/04, donde en adherencia a la Ley Nacional, se vela el cumplimiento de la Ley 20.284: Normas de Calidad del Aire (Anexo II). Adicionalmente se realiza la comparación con la normativa de la Provincia de Buenos Aires y sus estándares de calidad de aire fijados por el Decreto 1.074/18, siendo éstos todavía más exigentes que los estándares nacionales y equivalentes a los estándares de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USA-EPA).

Así, se modelan mediante AERMODv23132[1] las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NOx), Material Particulado (PM10), Monóxido de Carbono (CO) y Dióxido de Azufre (SO_2) a ser emitidas por los Buques FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1) y MKII (Etapa 2), conforme los métodos planteados en el Decreto 1.074/18 y la Resolución 559/19 del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires como norma de referencia en el territorio nacional.

Teniendo en cuenta que las emisiones del Buque FLNG Hilli Episeyo fueron evaluadas en funcionamiento pleno sin otras fuentes de emisión en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), en el presente apartado se evalúan dos nuevos escenarios: i) el Buque FLNG MKII en funcionamiento pleno sin otras fuentes de emisión; y ii) los Buques FLNG Hilli Episeyo y MKII en funcionamiento pleno en simultáneo.

2. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL MODELO

Para el presente estudio se selecciona el modelo AERMOD de la US-EPA. Este es un modelo de pluma gaussiano de estado estacionario que incorpora parametrizaciones para la representación de los fenómenos de capa límite en la dispersión de especies químicas en la atmósfera, incluyendo el tratamiento de la topografía, las propiedades de la superficie circundante y el efecto “downwash” producido por edificios aledaños a las fuentes emisoras. Se seleccionó el preprocesador meteorológico AERCOARE, el cual permite caracterizar los flujos de energía dentro de la capa límite marina y determinar su estabilidad. El AERMOD modela una función de dispersión bi-gaussiana vertical en la capa convectiva representando explícitamente movimientos verticales en esta atmósfera. Para considerar los efectos de la topografía en la física del fenómeno de dispersión se utilizó el software AERMAP. Este preprocesador requiere además de la ubicación de los receptores y las fuentes, un modelo digital de elevación para determinar la altura y ubicación que tiene mayor influencia en la dispersión para cada receptor.

3. CARACTERÍSTICAS DE FUENTES EMISORAS

3.1 UBICACIÓN DE LAS FUENTES

El Proyecto FLNG GSM de la empresa SOUTHERN ENERGY se emplaza en el departamento de San Antonio de la provincia de Río Negro, 35 km al sur de la localidad de Las Grutas.

El nuevo buque FLNG MKII (Proyecto FLNG GSM – Etapa 2) se ubica en las aguas del Golfo San Matías a aproximadamente 4,5 km de la costa y a una distancia de 3,5 km el norte del buque FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1).

[1] Versión vigente en fecha de consulta 01/06/2025 en: https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models

En la Figura 1 se presenta la ubicación de los Buques FLNG frente a las costas rionegrinas del Golfo San Matías y la ubicación de los sectores de ambos buques donde se encuentran las fuentes de emisiones gaseosas.

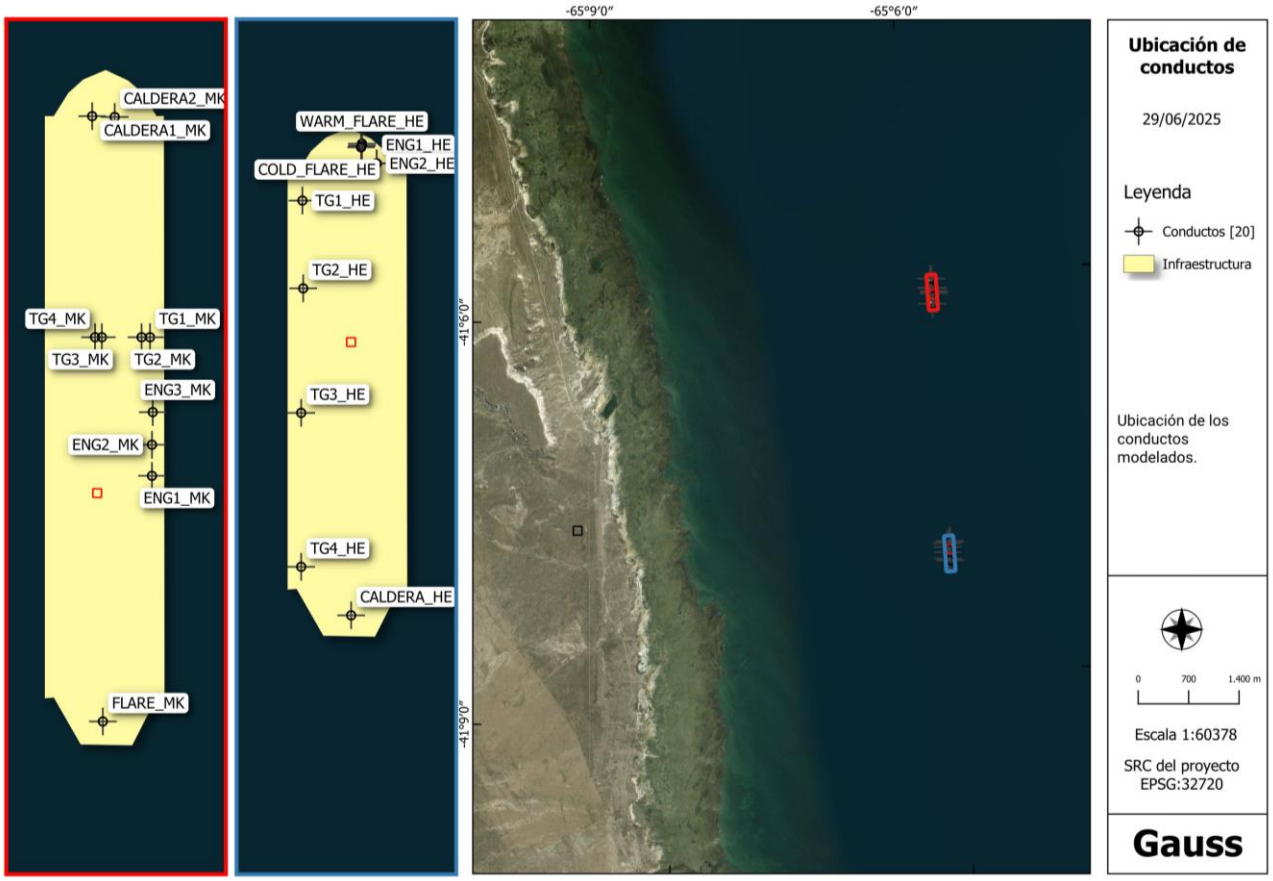


Figura 1. Ubicación de los Buques FLNG Hilli Episeyo (en azul) y MKII (en rojo) y de los sectores de ambos buques donde se encuentran las fuentes de emisiones gaseosas. Nota: El buque de mayor eslora corresponde a la FLNG MKII.

3.2 ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Para la estimación de las emisiones, se toma como referencia un Estudio de Impacto Ambiental antecedente del Buque FLNG Hilli Episeyo del año 2017[2].

De acuerdo a este estudio antecedente, a continuación se listan las fuentes de emisiones gaseosas del Buque FLNG Hilli Episeyo durante las condiciones operativas normales:

- Cuatro (4) turbinas de gas asociadas a los trenes de licuefacción.
- Dos (2) generadores de gas para el abastecimiento de energía durante la operación de descarga.
- Una (1) caldera a gas para satisfacer la demanda de vapor de los procesos.
- Una (1) antorcha con tres (3) salidas: cumplen un rol en el control de emisiones y permiten gestionar las fluctuaciones de presión y quemar gases residuales.

[2] Evaluación de Impacto Ambiental y Social para el Proyecto "Hilli Episeyo FLNG", Cameroon; elaborado por CIME Services and CSIR en 2017.

Tabla 1. Tasas de emisión (tn/año) de contaminantes para el escenario etapa operativa. Fuente: *Evaluación de Impacto Ambiental y Social para el Proyecto "Hilli Episeyo FLNG", Cameroon*; elaborado por CIME Services and CSIR en 2017.

Fuente	SO_2	NOx	PM	CO	Duración
Turbina de gas 33,7 MW	0	1489,20	0	61,32	24 hs
Motor a gas 9 MW	0	78,84	3,50	96,36	24 hs
Caldera de vapor	0	210,24	0	43,80	24 hs
Antorcha de baja presión	0	0,29	0	1,64	24 hs
Antorcha fría	0	0,29	0	1,64	24 hs
Antorcha caliente	0	0,29	0	1,64	24 hs

En este estudio antecedente se consideraron las emisiones correspondientes al proceso de licuefacción de la Hilli Episeyo con dos trenes de licuefacción operativos (capacidad operativa parcial). Pero para este proyecto se consideraron los cuatro trenes de licuefacción operativos (capacidad operativa máxima), razón por la cual se evaluaron las emisiones de 4 turbinas de gas y se duplicaron las tasas de emisión de la caldera de vapor y la antorcha.

Para el proceso de licuefacción del MKII se utilizaron las mismas emisiones para los equipos del MKII análogos, siendo estas turbinas de compresión, MMGG a gas, calderas y antorcha.

3.3 ENTRADAS AL MODELO

A partir de las ubicaciones de conductos en la embarcación y la posición relativa de amarre, se definen las fuentes consideradas y sus coordenadas.

Tabla 2. Sectores o equipos asociados a fuentes de emisión.

ID	Equipo/Proceso	Coordenadas (X Y, EPSG:32720)
TG1HE	Turbina a Gas 33.7 MW – tren de licuefacción - Hilli Episeyo	323799 5444347
TG2HE	Turbina a Gas 33.7 MW – tren de licuefacción - Hilli Episeyo	323800 5444297
TG3HE	Turbina a Gas 33.7 MW – tren de licuefacción - Hilli Episeyo	323799 5444225
TG4HE	Turbina a Gas 33.7 MW – tren de licuefacción - Hilli Episeyo	323799 5444136
ENG1HE	Motor de combustión interna - Hilli Episeyo	323842 5444369
ENG2HE	Motor de combustión interna - Hilli Episeyo	323842 5444369
CLDHE	Caldera a gas - Hilli Episeyo	323828 5444108
LOWPFLR	Antorcha de baja presión - Hilli Episeyo	323834 5444379
CLDFLR	Antorcha Fría - Hilli Episeyo	323833 5444378
WRMFLR	Antorcha Caliente - Hilli Episeyo	323834 5444380
TG1MK	Turbina a Gas 33.7 MW - MKII	323852 5447900
TG2MK	Turbina a Gas 33.7 MW – MKII	323847 5447900
TG3MK	Turbina a Gas 33.7 MW – MKII	323824 5447900
TG4MK	Turbina a Gas 33.7 MW – MKII	323820 5447900
ENG1MK	Motor de combustión interna – MKII	323853 5447819
ENG2MK	Motor de combustión interna - MKII	323853 5447837
ENG3MK	Motor de combustión interna - MKII	323853 5447856
CLD1MK	Caldera a gas - MKII	323818 5448027
CLD2MK	Caldera a gas - MKII	323831 5448027
FLRMK	Antorcha - MKII	323824 5447678

A continuación, se listan las fuentes consideradas en este estudio y sus dimensiones:

Tabla 3. Fuentes de emisión y sus características.

ID	Contaminantes	Altura	Diámetro
TG1HE	CO, NO2	43,8	2,41
TG2HE	CO, NO2	43,8	2,41
TG3HE	CO, NO2	43,8	2,41
TG4HE	CO, NO2	43,8	2,41
ENG1HE	CO, NO2, PM10	40,04	1,2
ENG2HE	CO, NO2, PM10	40,04	1,2
CLDHE	CO, NO2	43	1,1
LOWPFLR	CO, NO2	112,05	0,66
CLDFLR	CO, NO2	112,05	0,61
WRMFLR	CO, NO2	112,05	0,66
TG1MK	CO, NO2	67,1	3,2
TG2MK	CO, NO2	67,1	3,2
TG3MK	CO, NO2	67,1	3,2
TG4MK	CO, NO2	67,1	3,2
ENG1MK	CO, NO2, PM10	57,5	1,2
ENG2MK	CO, NO2, PM10	57,5	1,2
ENG3MK	CO, NO2, PM10	57,5	1,2
CLD1MK	CO, NO2	55,1	2
CLD2MK	CO, NO2	55,2	2
FLRMK	CO, NO2	140,6	0,6

La siguiente Tabla 4 muestra las emisiones consideradas para cada fuente y las condiciones de operación contempladas para el modelado:

Tabla 4. Valores de emisión y condiciones de operación para cada fuente.

ID	Contaminante	Flujo Másico (g/s)	Temperatura (ºK)	Velocidad de Salida (m/s)	Condición de Operación
TG1HE	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG1HE	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
TG2HE	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG2HE	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
TG3HE	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG3HE	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
TG4HE	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG4HE	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
ENG1HE	NO2	2,5	648	23,3	24 hs continua
ENG1HE	PM10	0,111	648	23,3	24 hs continua
ENG1HE	CO	3,056	648	23,3	24 hs continua
ENG2HE	NO2	2,5	648	23,3	24 hs continua
ENG2HE	PM10	0,111	648	23,3	24 hs continua
ENG2HE	CO	3,056	648	23,3	24 hs continua
CLDHE	NO2	13,33	490	17,3	24 hs continua
CLDHE	CO	2,788	490	17,3	24 hs continua
LOWPFLR	NO2	0,018	1273	20,0	24 hs continua
LOWPFLR	CO	0,104	1273	20,0	24 hs continua
CLDFLR	NO2	0,018	1273	20,0	24 hs continua
CLDFLR	CO	0,104	1273	20,0	24 hs continua

ID	Contaminante	Flujo Másico (g/s)	Temperatura (ºK)	Velocidad de Salida (m/s)	Condición de Operación
WRMFLR	NO2	0,018	1273	20,0	24 hs continua
WRMFLR	CO	0,104	1273	20,0	24 hs continua
TG1MK	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG1MK	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
TG2MK	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG2MK	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
TG3MK	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG3MK	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
TG4MK	NO2	47,22	470	22,4	24 hs continua
TG4MK	CO	1,944	470	22,4	24 hs continua
ENG1MK	NO2	2,5	648	23,3	24 hs continua
ENG1MK	PM10	0,111	648	23,3	24 hs continua
ENG1MK	CO	3,056	648	23,3	24 hs continua
ENG2MK	NO2	2,5	648	23,3	24 hs continua
ENG2MK	PM10	0,111	648	23,3	24 hs continua
ENG2MK	CO	3,056	648	23,3	24 hs continua
ENG3MK	NO2	2,5	648	23,3	24 hs continua
ENG3MK	PM10	0,111	648	23,3	24 hs continua
ENG3MK	CO	3,056	648	23,3	24 hs continua
CLD1MK	NO2	13,33	490	17,3	24 hs continua
CLD1MK	CO	2,788	490	17,3	24 hs continua
CLD2MK	NO2	13,33	490	17,3	24 hs continua
CLD2MK	CO	2,788	490	17,3	24 hs continua
FLRMK	NO2	0,018	1273	20,0	24 hs continua
FLRMK	CO	0,104	1273	20,0	24 hs continua

4. SELECCIÓN DE RECEPTORES

Los potenciales receptores fueron ubicados sobre la costa. Siguiendo la metodología de la Resolución 559/2019 de la legislación de la Provincia de Buenos Aires, que indica un grillado de 50 m en los límites del predio y en las zonas donde se esperan mayores concentraciones.

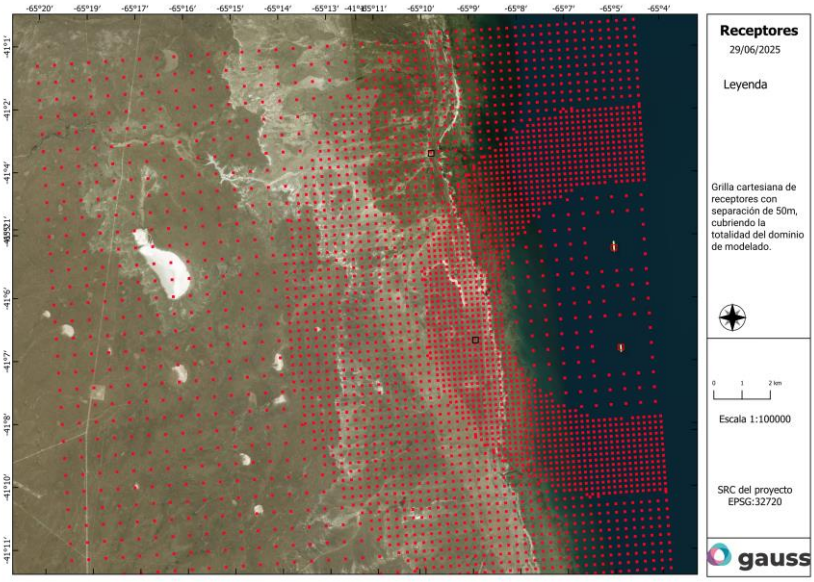


Figura 2. Ubicación de puntos receptores utilizados en el estudio.

5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

5.1 TOPOGRAFÍA

Para la determinación de la topografía del dominio de modelado se utiliza el modelo digital de elevación MDE-Ar v2.0 de resolución espacial de 30 m, provisto por la dirección de geodesia del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Este modelo tiene en cuenta información proveniente de dos misiones con cobertura global, la misión Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) y la misión "Advanced Land Observing Satellite" (ALOS) de la "Agencia de exploración Aeroespacial Japonesa" (JAXA), generando un producto de elevación con resolución de 1" de arco. La topografía procesada por el software AERMAPv18081 se representa en Figura 3.

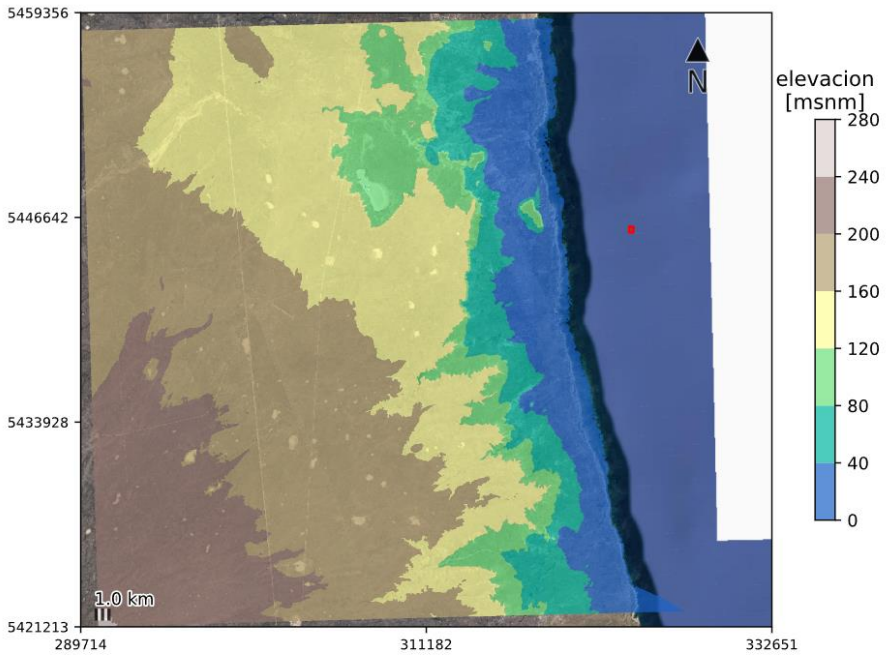


Figura 3. Topografía (modelo digital de elevación) de la zona de estudio.

5.2 PROPIEDADES DE LA SUPERFICIE

La parametrización de las propiedades de superficie es realizada por el preprocesador meteorológico AERCOARE. La rugosidad de la superficie marina se encuentra determinada por la velocidad del viento, estructura de olas, temperatura y humedad relativa. Se seleccionó el algoritmo por defecto del programa para el cálculo de la rugosidad de superficie marina, siendo esta la opción dentro del programa *Jwave=0.*

5.3 CONDICIÓN URBANA O RURAL

Para la definición de opción urbana o rural considerando efecto de isla de calor, se evaluó la proporción de cobertura urbana en la zona de influencia determinada por un radio de 3 km del foco emisor, considerando urbano como zonas alta o medianamente industriales, comerciales o de residencias multifamiliares. Dado a que los buques se encuentran completamente rodeado por mar se consideró como un entorno no urbano.

5.4 INTERACCIÓN CON EDIFICIOS CERCANOS

A partir del análisis de las dimensiones de los edificios cercanos se observan alturas de conductos menores al “buen diseño técnico", en consecuencia, se considera su efecto en la dispersión de las emisiones gaseosas. Se evaluó la influencia de la estructura de los buques en el desarrollo de la pluma, mediante el preprocesador BPIPPRM (v04274, versión regulatoria). A partir de la caracterización de los buques se tomaron las dimensiones para informar al programa. En base a esta información el BPIP determinó para 36 direcciones de viento los parámetros necesarios para que AERMOD estimará el efecto de “downwash”.

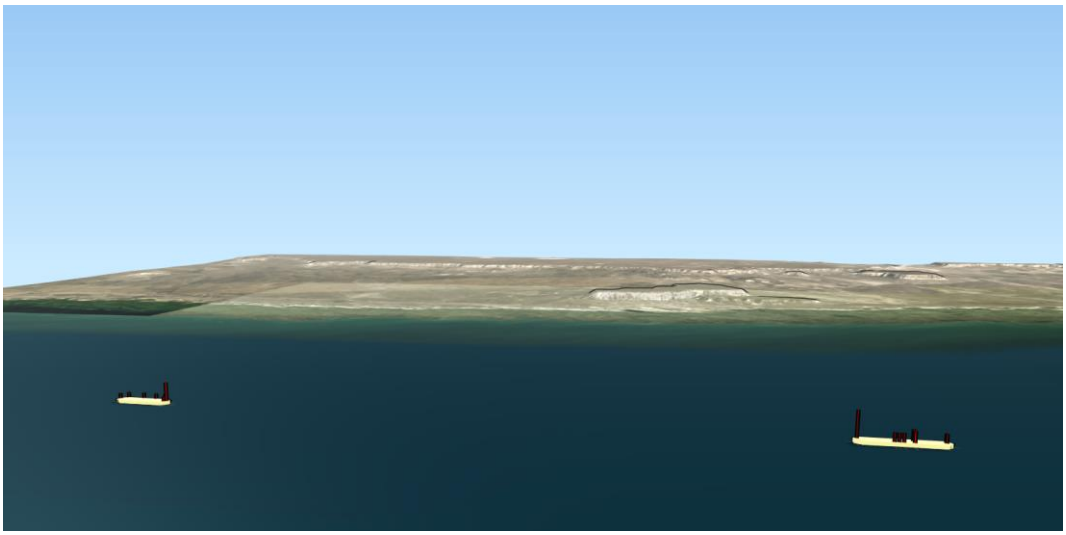


Figura 4. Proporciones aproximadas de las embarcaciones utilizadas para representar el efecto de *downwash* y la distancia a los puntos de emisión representados como conductos.

6. METEOROLOGÍA

La ubicación de fuentes fuera de la línea de costa requiere un procesamiento diferencial de los datos meteorológicos, por la consideración en el análisis de dispersión de la capa límite marina.

Para este fin se utilizó el preprocesador meteorológico AERCOARE que emplea el algoritmo COARE (Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment) para estimar flujos de calor en la atmósfera sobre el mar.

Para la obtención de datos de entrada al programa no se encontraron puntos de medición por boyas marítimas u oceanográficas, por lo que se utilizó información de reanálisis meteorológico:

La fuente de información proviene del repositorio GIOVANNI de la NASA, mantenido por el “Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC)”[3]. Se obtuvieron del modelo de análisis retrospectivo o reanálisis MERRA-2 las siguientes variables:

- Surface specific humidity
- Surface wind speed
- Surface air temperature over land
- Total surface precipitation
- Surface absorbed longwave radiation
- Incident shortwave radiation land

[3] https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/

- Sea level pressure
- Surface skin temperature
- 10-meter Eastward wind
- 10-meter Northward wind

El modelo MERRA2 combina herramientas de modelado numérico con información observacional de superficie, para reproducir de forma continua variables de difícil determinación, con resolución temporal horaria y resolución espacial de 50 km.

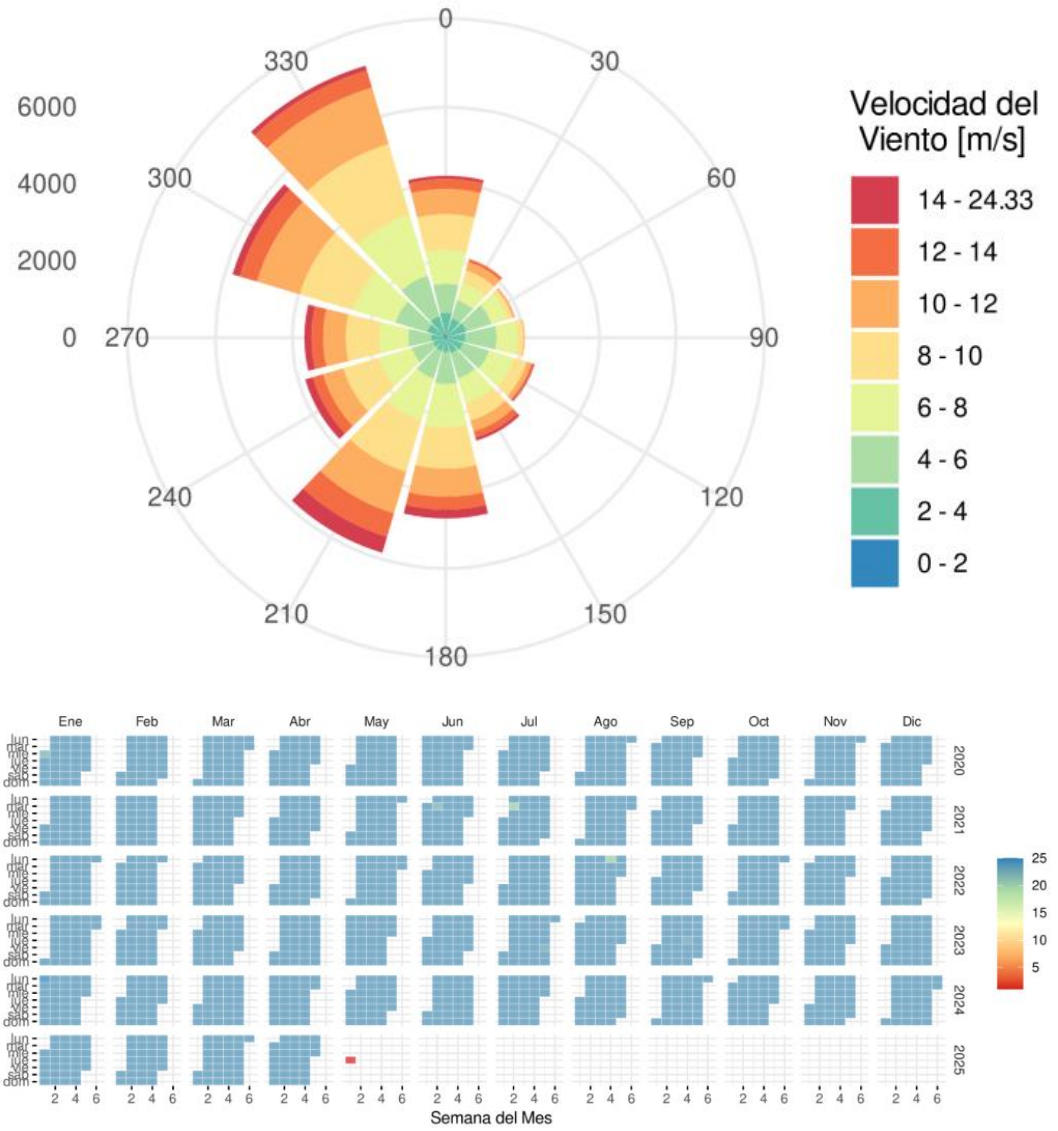


Figura 5. Rosa de vientos (arriba) y calendario con disponibilidad de datos meteorológicos (abajo).

7. CONCENTRACIONES DE FONDO

Las concentraciones de fondo para los contaminantes considerados se obtienen a partir del muestreo de calidad de aire realizado en julio de 2024 sobre la costa frente a la ubicación de los buques por el laboratorio LABAC (ver Anexo 5-1: Medio Físico del Capítulo 5: Línea de Base Ambiental).

Tabla 5. Resultados del muestreo de calidad de aire. Nota: (1) Límite de cuantificación del método. (2) Decreto N°1.074/18, reglamentario de la Ley N°5.965 de la Provincia de Buenos Aires: Anexo III, Tabla A y B, valores norma para estándares en calidad de aire. (3) Tiempo promedio: 1 hora. (4) Tiempo promedio: 24 horas.

Sitio de Muestreo	Parámetros	Métodos	Unidades	LQM(1)	Valores de Referencia(2)	Resultados
CA 1	Material Particulado Total	EPA 40 CFR PARTS 50 APP B	µg/m³	1	-	13
	Material Particulado en Suspensión PM10	EPA 40 CFR PARTS 50 APP J	µg/m³	1	150(4)	13
	Óxido de Azufre	EPA 40 CFR PARTS 50 APP A	µg/m³	10	196(3)	<10
	Material Particulado PM2,5	AS/NZS 3580.9.9 2006	µg/m³	1	35(4)	<1
	Óxidos de Nitrógeno	ASTM D 3608	µg/m³	10	188(3)	<10
	Monóxido de Carbono	NIOSH 6604	µg/m³	1150	40000(3)	<1150
CA 2	Material Particulado Total	EPA 40 CFR PARTS 50 APP B	µg/m³	1	-	13
	Material Particulado en Suspensión PM10	EPA 40 CFR PARTS 50 APP J	µg/m³	1	150(4)	12
	Óxido de Azufre	EPA 40 CFR PARTS 50 APP A	µg/m³	10	196(3)	<10
	Material Particulado PM 2,5	AS/NZS 3580.9.9 2006	µg/m³	1	35(4)	<1
	Óxidos de Nitrógeno	ASTM D 3608	µg/m³	10	188(3)	<10
	Monóxido de Carbono	NIOSH 6604	µg/m³	1150	40000(3)	<1150
CA3	Material Particulado Total	EPA 40 CFR PARTS 50 APP B	µg/m³	1	-	14
	Material Particulado en Suspensión PM10	EPA 40 CFR PARTS 50 APP J	µg/m³	1	150(4)	12
	Óxido de Azufre	EPA 40 CFR PARTS 50 APP A	µg/m³	10	196(3)	<10
	Material Particulado PM 2,5	AS/NZS 3580.9.9 2006	µg/m³	1	35(4)	<1
	Óxidos de Nitrógeno	ASTM D 3608	µg/m³	10	188(3)	<10
	Monóxido de Carbono	NIOSH 6604	µg/m³	1150	40000(3)	<1150

Los parámetros analizados en todos los sitios de muestreo cumplen con los valores de referencia considerados en el presente estudio. Ante la ausencia de valores guía en el ámbito de la Provincia de Río Negro, se tomaron de referencia los valores guía establecidos en el Decreto 1.074/18 de la Provincia de Buenos Aires.

A continuación, se presentan los valores resultantes de concentraciones de fondo a consignar:

Tabla 6. Concentraciones de fondo consideradas en este estudio.

Parámetro	Tiempo Promedio	Concentración de Fondo [µg/m³]
NO_2	1 hora	10,00
	1 año	1,63
CO	1 hora	1150,00
	8 horas	758,72
SO_2	1 hora	10
	24 horas	7
PM10	24 horas	8
	1 año	2

8. RESULTADOS

A continuación se representan los resultados de los dos escenarios analizados: i) el Buque FLNG MKII en funcionamiento pleno sin otras fuentes de emisión; y ii) los Buques FLNG Hilli Episeyo y MKII en funcionamiento pleno en simultáneo.

8.1 ESCENARIO DE FUNCIONAMIENTO AISLADO DEL BUQUE FNLG MKII

Fuentes correspondientes al escenario de funcionamiento aislado del Buque FLNG MKII:

ID
TG1MK
TG2MK
TG3MK
TG4MK
ENG1MK
ENG2MK
ENG3MK
CLD1MK
CLD2MK
FLRMK

Los resultados del modelo se representan en valores de concentración del contaminante para cada una de las celdas receptoras.

Tabla 7. Concentraciones máximas encontradas.

Contaminante	Tiempo Promedio	Concentración	Fecha	Latitud	Longitud	Altura
		(ug/m^3)				(m)
NO2	1	220,2	---	5449035	323386	1,5
NO2	ANNUAL	8,8	---	5449035	324436	1,5
CO	1	92,35	03/01/2023 - 00:00 hs	5449035	323386	1,5
CO	8	44,05	31/01/2020 – 08:00 hs	5449035	323386	1,5
PM10	24	0,79	07/07/2020	5446935	323911	1,5
PM10	MONTH	0,143	30/06/2021	5446935	324436	1,5
PM10	ANNUAL	0,073	---	5446935	324436	1,5

A continuación, se exponen los resultados de los puntos de concentración máxima obtenidos.

Tabla 8. Resultados del modelo, comparado con la normativa vigente utilizando concentraciones de fondo.

Parámetro	Tiempo Promedio	Concentración de Fondo [µg/m^3]	Concentración Máxima Modelada [µg/m^3]	Calidad de Aire Ley 20.284 [µg/m^3]
NO2	1 hora	10,0	220,2	847
	1 año	1,63	8,8	N/A
CO	1 hora	1150,00	92,35	57280
	8 horas	758,2	44,05	11456
SO2	1 hora	0,01	0	N/A
	24 horas	0,01	0	N/A
	1 mes	-	0	70
MP10	24 horas	8,50	0,79	N/A
	1 mes	-	0,143	150
	1 año	2,61	0,073	N/A

Los resultados cumplen con los valores de referencia establecidos en la Ley 20.284 (Normas de Calidad del Aire: Anexo II). En consecuencia, se verifica que, **para todos los contaminantes analizados, para el escenario analizado, en ninguno de los puntos receptores, los valores máximos superan a las concentraciones límites regulados.**

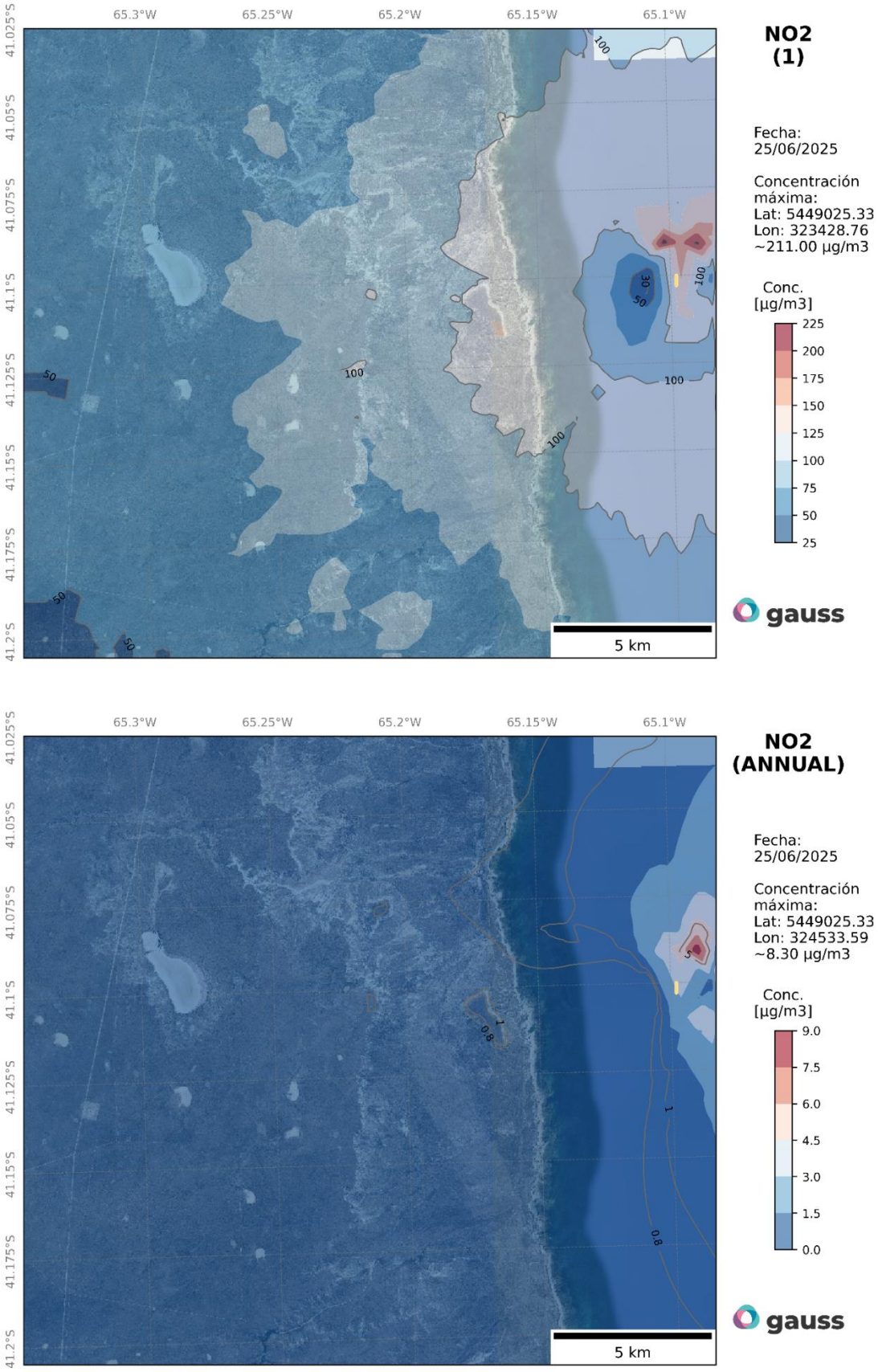


Figura 6. Isopletas de concentración para Dióxido de Nitrógeno (NO_2). Escenario FLNG MKII funcionando de manera aislada.

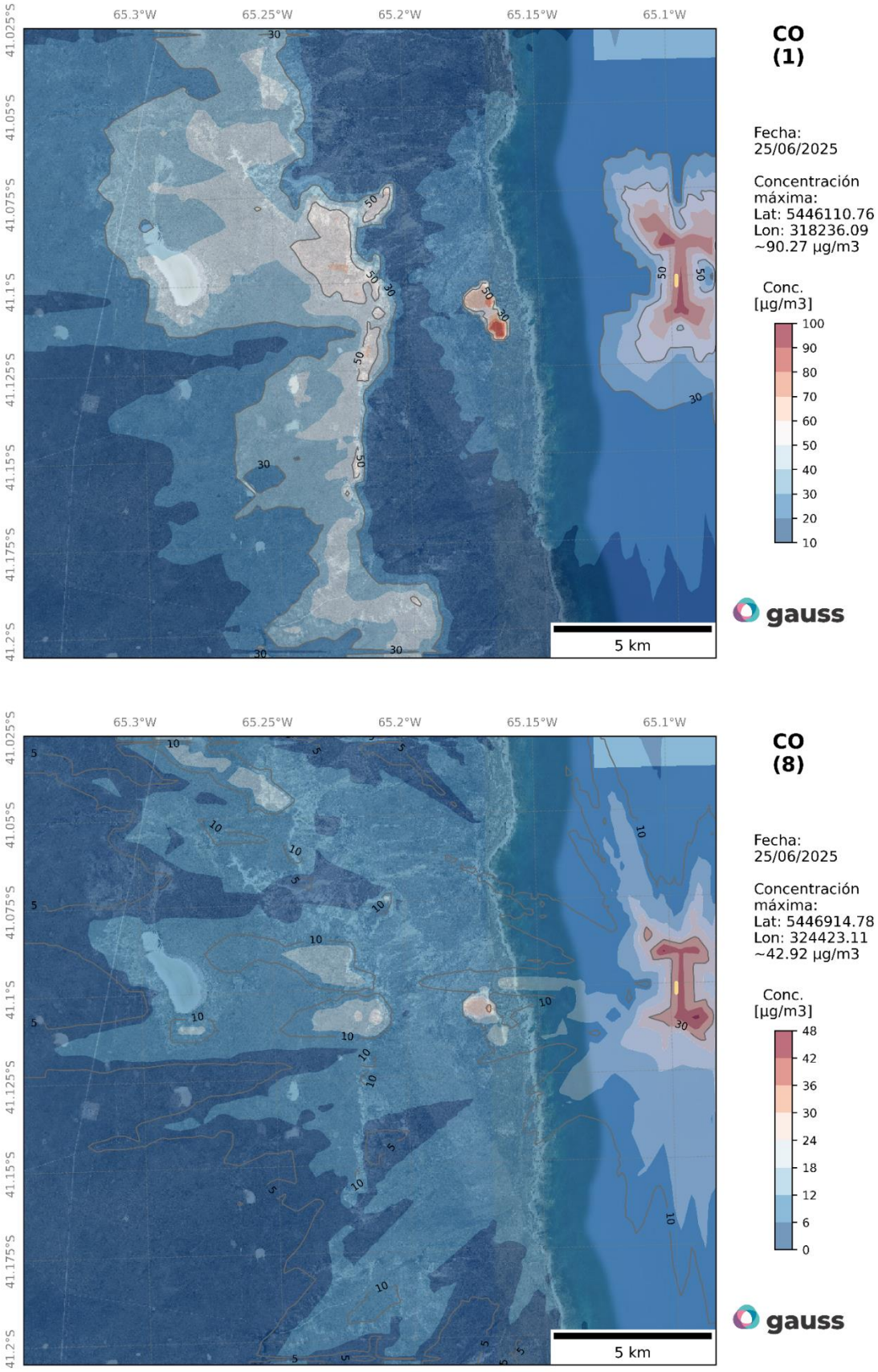


Figura 7. Isopletas de concentración para Monóxido de Carbono (CO). Escenario FLNG MKII funcionando de manera aislada.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

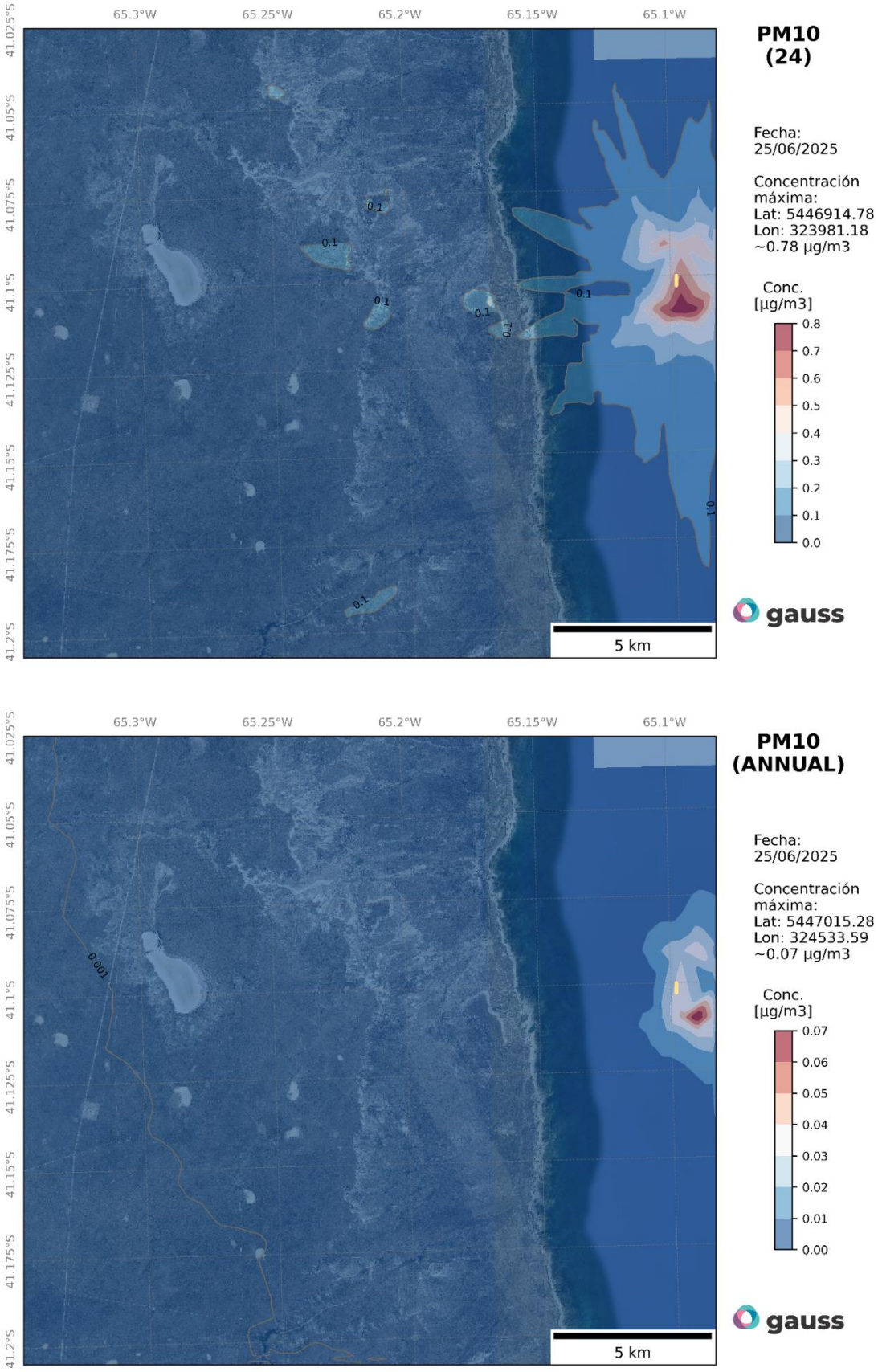


Figura 8. Isopletas de concentración para Material Particulado (PM10). Escenario FLNG MKII funcionando de manera aislada.

8.2 ESCENARIO DE FUNCIONAMIENTO SIMULTÁNEO DE LOS BUQUES FNLG MKII Y HILLI EPISEYO

Fuentes correspondientes al escenario de funcionamiento simultáneo de los Buques FLNG MKII y Hilli Episeyo:

ID
TG1HE
TG2HE
TG3HE
TG4HE
ENG1HE
ENG2HE
CLDHE
LOWPFLR
CLDFLR
WRMFLR
TG1MK
TG2MK
TG3MK
TG4MK
ENG1MK
ENG2MK
ENG3MK
CLD1MK
CLD2MK
FLRMK

Los resultados del modelo se representan en valores de concentración del contaminante para cada una de las celdas receptoras.

Tabla 9. Concentraciones máximas encontradas.

Contaminante	Tiempo Promedio	Concentración	Fecha	Latitud	Longitud	Altura
		(ug/m^3)				(m)
NO2	1	419	---	5443260	323911	1,5
NO2	ANNUAL	18,35	---	5443260	324436	1,5
CO	1	98,73	15/10/2024 - 21:00 hs	5443260	323911	1,5
CO	8	57,9	23/10/2020 – 00:00 hs	5443260	323911	1,5
PM10	24	0,79	07/07/2020	5446935	323911	1,5
PM10	MONTH	0,15	30/06/2021	5446935	324436	1,5
PM10	ANNUAL	0,08	---	5446935	324436	1,5

A continuación, se exponen los resultados de los puntos de concentración máxima obtenidos.

Tabla 10. Resultados del modelo, comparado con la normativa vigente utilizando concentraciones de fondo.

Parámetro	Tiempo Promedio	Concentración de Fondo [µg/m³]	Concentración Máxima Modelada [µg/m³]	Calidad de Aire Ley 20.284 [µg/m³]
NO2	1 hora	10,0	419	847
	1 año	1,63	18,35	N/A
CO	1 hora	1150,00	98,73	57280
	8 horas	758,2	57,9	11456
SO2	1 hora	0,01	0	N/A
	24 horas	0,01	0	N/A
	1 mes	-	0	70
MP10	24 horas	8,50	0,79	N/A
	1 mes	-	0,15	150
	1 año	2,61	0,08	N/A

Los resultados cumplen con los valores de referencia establecidos en la Ley 20.284 (Normas de Calidad del Aire: Anexo II). En consecuencia, se verifica que, **para todos los contaminantes analizados, para el escenario analizado, en ninguno de los puntos receptores, los valores máximos superan a las concentraciones límites regulados.**

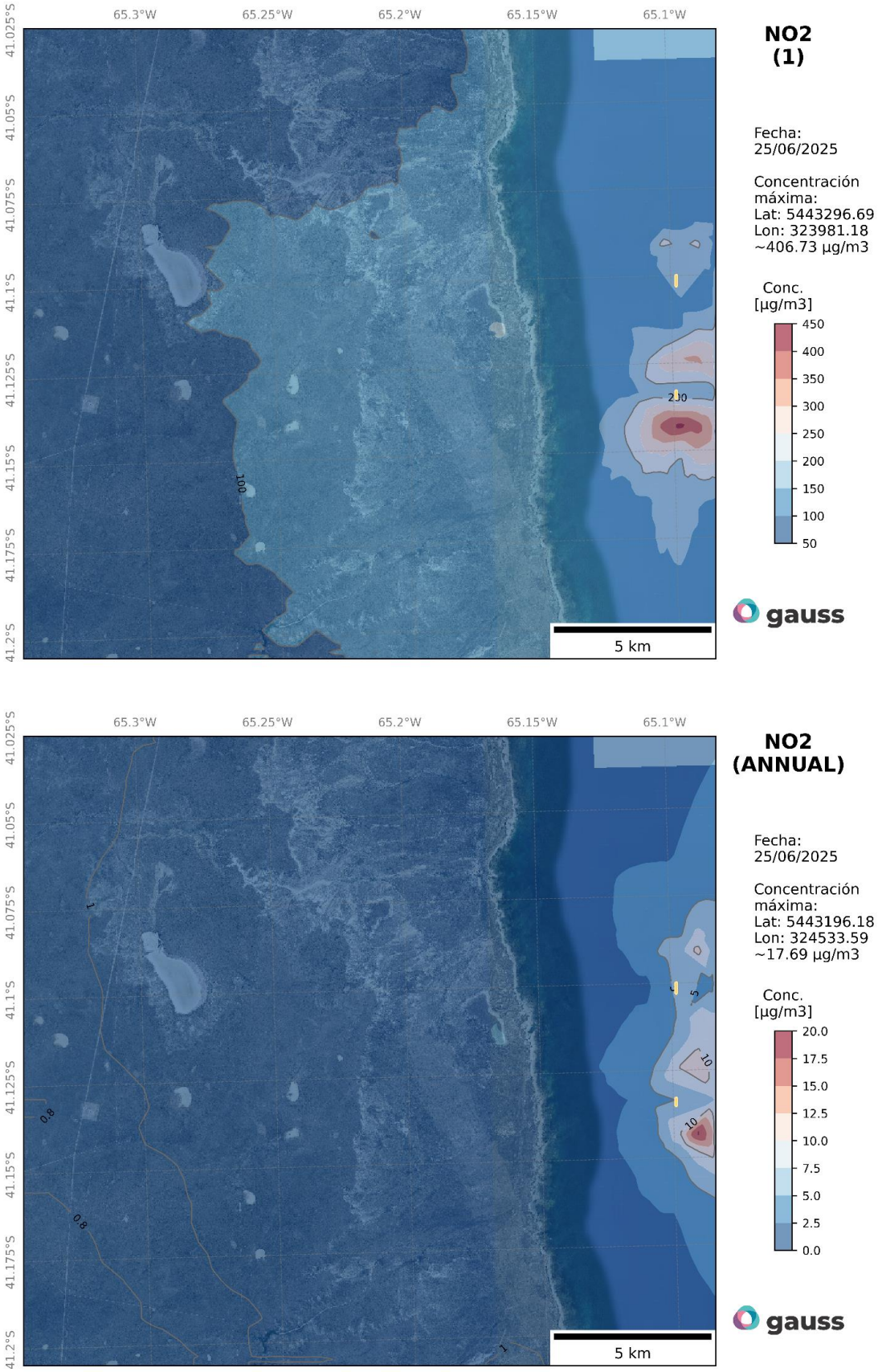


Figura 9. Isopletas de concentración para Dióxido de Nitrógeno (NO_2). Escenario FLNG MKII y FLNG Hilli Episeyo funcionando en simultáneo.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

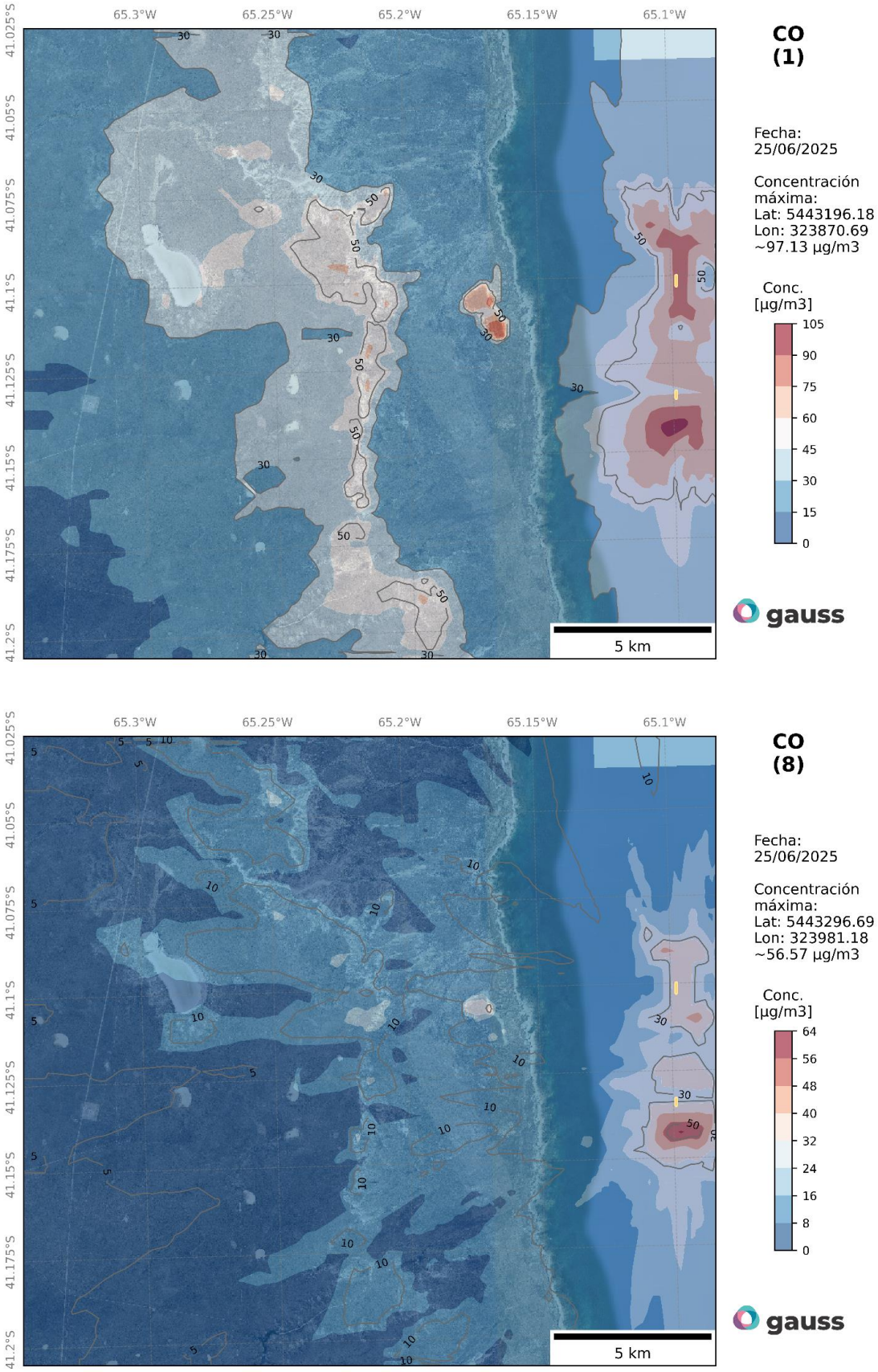


Figura 10. Isopletas de concentración para Monóxido de Carbono (CO). Escenario FLNG MKII y FLNG Hilli Episeyo funcionando en simultáneo.

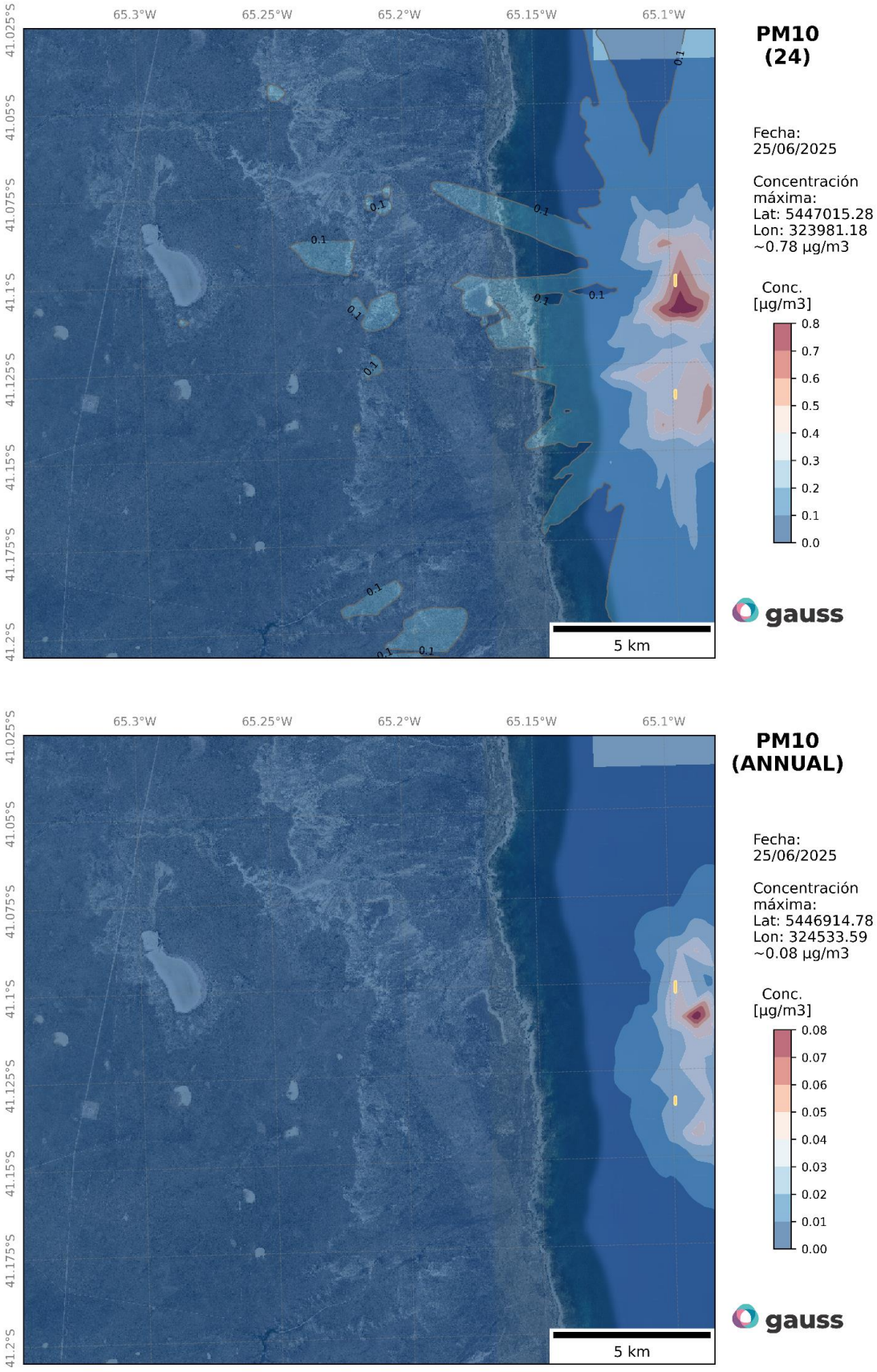


Figura 11. Isopletas de concentración para Material Particulado (PM10). Escenario FLNG MKII y FLNG Hilli Episeyo funcionando en simultáneo.

9. BIBLIOGRAFÍA

"INF 11767- CALIDAD DE AIRE AMBIENTE.pdf" - Informe de calidad de aire ambiente producido por LABAC para el cliente Serman & Asociados.

"EIA Cameroon Emisiones.pdf" - Fragmento sobre emisiones gaseosas de la Evaluación de Impacto Ambiental y Social para el Proyecto "Hilli Episeyo FLNG", Cameroon. Preparado por CIME Services and CSIR.

"EIA Cameroon Modelación.pdf" - Apendice sobre modelado de la calidad del aire de la Evaluación de Impacto Ambiental y Social para el Proyecto "Hilli Episeyo FLNG", Cameroon. Preparado por CIME Services and CSIR.

"Hilli FLNG Introduction shrt.pdf" - Descripción preparada por GOLAR de la embarcación con imágenes y modelos 3D resolviendo dimensiones y aspectos principales de la embarcación.

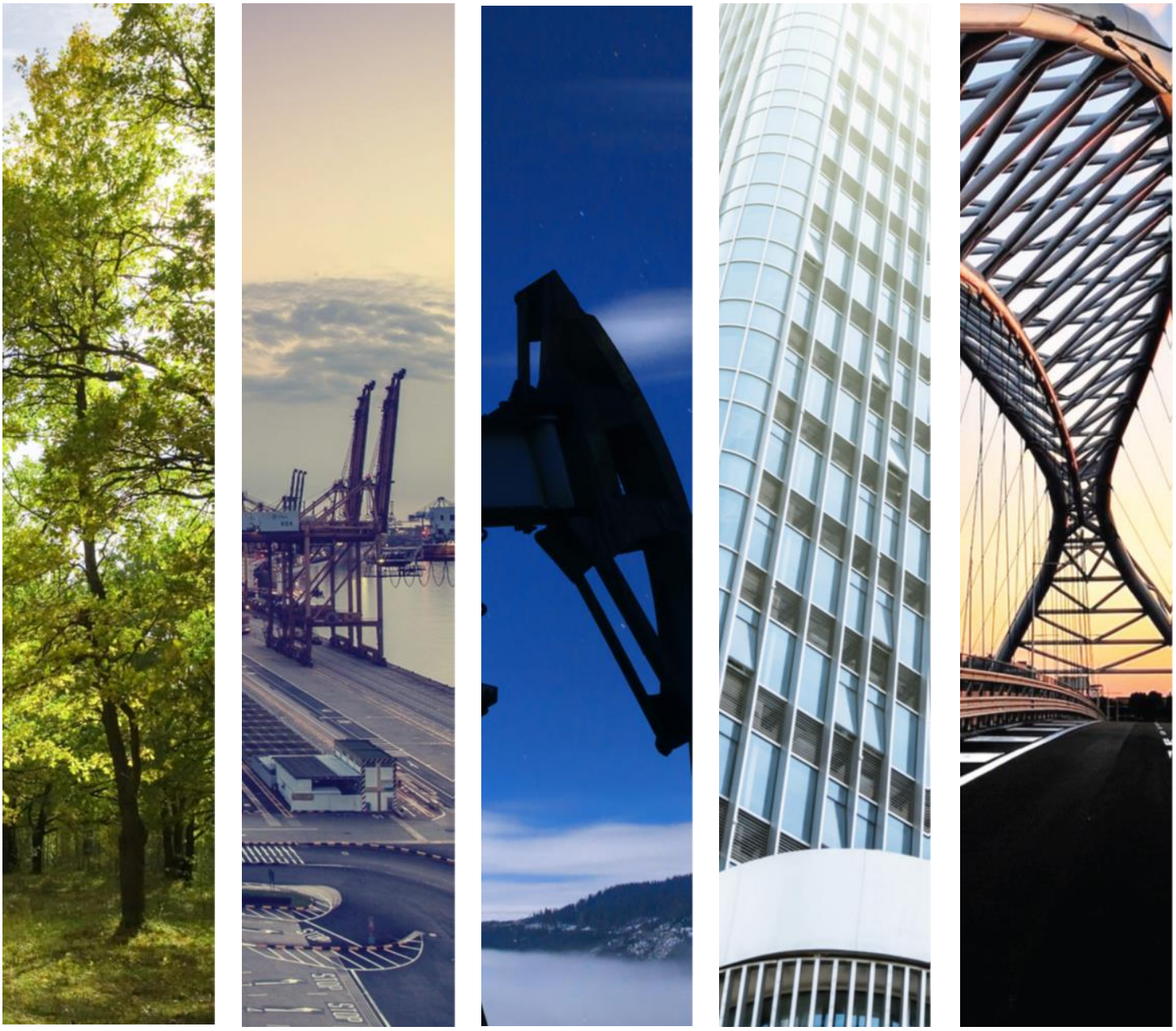
"AMB-24-002 PAE EIA FLNG Descripción del Proyecto.pdf" - Apartado del estudio de impacto ambiental con la descripción del proyecto.

PN028-YCR-00-N-XD-0001_06 General Arrangement.pdf – Vistas principales de MKII

PN028-GOL-00-S-FD-0001_04 - Mk II FLNG Design Safety Philosophy.pdf – Filosofía de seguridad de MKII

PN028-GOL-000-Z-FD-0001_04 Basis of Design.pdf – Filosofía de diseño de MKII

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-7: Análisis de Impacto Paisajístico

Junio 2025

ANEXO 6-7: ANÁLISIS DE IMPACTO PAISAJÍSTICO

ÍNDICE

1. METODOLOGÍA 3
2. ELEMENTOS DEL PROYECTO CON INFLUENCIA VISUAL 4
3. VISIBILIDAD 6
4. CONTEXTO 12
5. INTENSIDAD 18
6. CONCLUSIONES 33
7. BIBLIOGRAFÍA 33

1. METODOLOGÍA

Existen diversas acepciones en relación al paisaje. Y cada vez con mayor consenso se comprende como un factor donde influyen todos los medios que componen el ambiente (físico, biótico, social) resultando además aquella porción del terreno que puede ser observada, el campo visual desde un determinado punto, requiriéndose por tanto un espacio observable y un sujeto observador.

"El paisaje es, en buena medida, una construcción social y cultural, siempre anclado -eso sí- en un substrato material, físico. El paisaje es, a la vez, una realidad física y la representación que culturalmente se hace de ella; la fisonomía externa y visible de una determinada porción de la superficie terrestre y la percepción individual y social que genera; un tangible geográfico y su interpretación intangible" (Nogué, 2011. Pág 27).

Para el análisis sobre el potencial impacto que el proyecto podría provocar sobre el paisaje se tomó de referencia lo dispuesto por la Resolución 77/98 de la Secretaría de Energía de la Nación sobre los aspectos que deben analizarse para dimensionar el impacto visual de un proyecto:

- **Visibilidad**: refiere a la visualización o no de los elementos a ser introducidos.
- **Contexto:** características actuales del área y de los potenciales espectadores. Percepción y expectativas sobre el paisaje.
- **Intensidad**: influye para definir el grado de intensidad las dimensiones de los elementos y escala en relación a los elementos existentes, distancias, características estéticas y su contraste en el contexto, etc.

Con el objetivo de otorgarle objetividad a la valoración se ha tenido en consideración la aplicación de la metodología vinculada a la variable Impacto Visual construida en Terramoena (2022) la cual ha sido adaptada para una mejor evaluación del proyecto bajo estudio. En este caso, esta variable tomó valores en el intervalo 15-54, rango que no constituye una escala de fácil lectura e interpretación. Por este motivo la variable ha sido transformada y asimilada a una escala 0-10 y categorizada de la siguiente manera.

Tabla 1. Nivel de Impacto Visual

NIVEL DE IMPACTO VISUAL		
Rango	Impacto	Color
NIV < 3	Impacto BAJO	
3 ≤ NIV 7 <	Impacto MODERADO	
NIV ≥ 7	Impacto ALTO	

En relación al proyecto, se presenta en el siguiente punto una descripción de los elementos que se incorporarán al ambiente con potencialidad de afectar el paisaje, es decir, las características principales de la operatoria off shore del buque FNLG MKII y luego se avanza con la evaluación sobre el impacto en el paisaje.

Se aplicará, por tanto, la misma metodología implementada en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), que ya cuenta con licencia ambiental. Se prevé que el buque FLNG Hilli Episeyo comenzará a operar en 2027 y formará parte de la situación sin proyecto del objeto de estudio del presente EIA por el plazo de un año ya que el buque FLNG MKII se proyecta para el 2028.

2. ELEMENTOS DEL PROYECTO CON INFLUENCIA VISUAL

La Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG) es un buque que tiene la capacidad de recibir y enfriar gas natural (que a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso) para pasarlo a su estado líquido mediante el uso de refrigerantes, permitiendo su almacenamiento y transporte posterior mediante buques metaneros (LNG carriers).

La ubicación definitiva de los buques se define en función de las condiciones oceanográficas del sitio (condiciones de marea, olas, vientos y corrientes) y las condiciones de borde impuestas por el buque en cuanto a profundidad operativa (-35 metros) y homogeneidad del lecho.

El buque de la Etapa 2 bajo estudio estará a una distancia de 4,5 km desde la costa aproximadamente. Está siendo construido especialmente para el proyecto en base a un buque metanero y se tratará de un buque mayor al buque de la Etapa 1, con una eslora de 390 m y manga de 61 m. Visualmente destaca su francobordo negro y de la superestructura el sistema de cañerías grises y amarillas vinculadas a los trenes de licuefacción (especialmente las unidades de recuperación de calor), columnas de aminas y la antorcha como el elemento de mayor altura (112 m aproximadamente desde el pelo de agua). Los tanques de almacenamiento serán las otras estructuras que se destacan visualmente y serán blancos. A continuación, se presenta un render enviado por SOUTHERN ENERGY, pueden consultarse planos y mayor detalle en el Capítulo 3 – Descripción de Proyecto.



Figura 1. Render Buque FLNG MKII.



Figura 2. Buque metanero de GOLAR que será adaptado a unidad de licuefacción para convertirse en el FLNG MKII. Fuente: Imagen enviada por SOUTHERN ENERGY.

El buque FLNG de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM es el Hilli Episeyo, también perteneciente a GOLAR, tiene una eslora menor (294 m) y manga de 63. También estará ubicado a una distancia de 4,5 km de la costa, 3,5 km al sur del buque MKII. En este caso visualmente destacará su francobordo negro y de la superestructura el sistema de cañerías grises que encubren a los tanques de almacenamiento naranjas, los trenes de licuefacción (especialmente las unidades de recuperación de calor), columnas de aminas y la antorcha como el elemento de mayor altura.



Figura 3. Buque FLNG Hilli Episeyo. Fuente: imagen real enviada por SOUTHERN ENERGY.

El buque FLNG se mantiene amarrado al fondo marino en una posición fija a través de un sistema de amarre que asegura su estabilidad y seguridad durante la operación bajo condiciones hidrometeorológicas normales y extremas. Este sistema de amarre permite una rotación del buque de 360°.

El despacho del GNL se realizará a través de buques metaneros (buques de casco doble diseñados para el transporte de GNL a bajas temperaturas). El buque metanero se coloca paralelo al buque FLNG (con ayuda de remolcadores), en una posición que se conoce como buques abarloados.



Figura 4. Buque FLNG Hilli Episeyo y metanero abarloado con remolcadores de asistencia. Fuente: Imagen enviada por SOUTHERN ENERGY.

3. VISIBILIDAD

La visibilidad del proyecto y sus elementos es el primer criterio por analizar ya que en materia paisajística si no hay visibilidad no hay impacto visual y por tanto no serían necesarios los posteriores análisis.

Para poder evaluarlo se llevaron a cabo cálculos de visibilidad del buque bajo estudio (MKII) y del buque ya evaluado (Hilli Episeyo) desde distintos puntos de observación seleccionados según su relevancia social. En efecto, se eligieron lugares de sensibilidad por resultar elegidos por la población para la contemplación del paisaje en el marco de actividades recreativas y/o turísticas. En la Figura 5 pueden identificarse cuales fueron los elegidos.

Para determinar la visibilidad de los buques se llevó a cabo el siguiente análisis.

1. Ubicación de puntos de observación y objetos a evaluar

Se recopilaron las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de los puntos de observación seleccionados. También se usaron las coordenadas de donde se ubicarán de los buques de ambas etapas.



Figura 5. Sitios de observación seleccionados y distancias al buque FLNG MKII.

2. Altura del Observador

Se utilizó la altura real de cada punto de observación, con valores que van desde 6 m sobre la playa o en cercanías a la misma hasta 100 m (sobre el Fuerte Argentino). Además, se contemplaron dos escenarios de marea distintos ya que la diferencia de la zona puede llegar a unos 10 metros según tal condición.

3. Altura del Objeto

Se considera la altura máxima de los buques sobre la línea de flotación que es de 57 m en ambos casos, no se tuvo en cuenta la de la antorcha porque es un elemento proporcionalmente menor en cuanto a volumen y características (estructura metálica, etc.).

4. Cálculo de la Distancia Máxima de Visibilidad (Dmax)

Se aplicó la siguiente fórmula:

Fórmula completa (con refracción)

$$D_{\max} = \sqrt{2 \cdot r' \cdot h_1} + \sqrt{2 \cdot r' \cdot h_2}$$

Donde:

- $D_{\max}$: distancia máxima de visibilidad en **metros**
- h_1: altura del **observador** sobre el nivel del mar (en metros)
- h_2: altura del **objeto observado** (ej. el buque) sobre el nivel del mar (en metros)
- r': radio efectivo de la Tierra con refracción atmosférica, que es:

$$r' = k \cdot r$$

con:

- $r = 6\,371\,000\ \text{m}$ (radio medio de la Tierra)
- $k = 1.06$ (coeficiente estándar de refracción atmosférica)

5. Cálculo de las Distancias Reales

Se calcularon las distancias reales desde cada punto hasta los buques. Distancias calculadas con las coordenadas de los puntos.

6. Resultados de Visibilidad por Puntos de Observación

En la Tabla 2 se encuentran los resultados por puntos y según la situación de la marea.

Si la distancia real era menor que la distancia máxima de visibilidad (Dmax), se concluyó que el buque es visible. Si la distancia real era mayor, se concluyó que no es visible.

Tabla 2. Visibilidad de buques del proyecto según situación de la marea y desde cada punto de observación seleccionado

Punto de Observación		Distancia a Buques		Dmax Visibilidad		Visibilidad del MK II		Visibilidad del HILLI	
Sitio	Altura (m)	a MK II (km)	a HILLI (km)	con marea baja* (km)	con marea alta (km)	con marea baja	con marea alta	con marea baja	con marea alta
Saco Viejo, SAE	6,0	41,9	44,7	44,6	38,6	Visible	No Visible	No Visible	No Visible
La Mar Grande, SAO	6,0	40,6	44,0	44,6	38,6	Visible	No Visible	Visible	No Visible
Las Grutas	14,0	32,8	36,3	48,1	43,6	Visible	Visible	Visible	Visible
Playa Piedras Coloradas	9,0	28,8	32,4	46,0	40,7	Visible	Visible	Visible	Visible
El Sótano	6,0	26,0	25,4	44,6	38,6	Visible	Visible	Visible	Visible
Camino de los Pulperos	11,0	5,2	5,6	46,8	41,9	Visible	Visible	Visible	Visible
Fuerte Argentino	100,0	5,7	5,8	69,6	67,7	Visible	Visible	Visible	Visible

**entre pleamar y bajamar se contemplan 10 m de diferencia*

En base a estos resultados se desprende que **el buque MKII de la Etapa 2 bajo estudio será visible desde todos los puntos analizados con marea baja y con marea alta desde todos menos los ubicados en San Antonio Oeste y San Antonio Este** ya que estos últimos se encuentran a una distancia superior de 38,6 km (Dmax de visibilidad para tal condición).

En condición de marea baja a su vez será posible divisar al buque Hilli Episeyo de la Etapa 1 que se encuentra a 3,5 km al sur desde todos los puntos menos del de SAE y en condición de marea alta se suma el de SAO.

Es decir, que **desde Las Grutas hacia la zona de proyecto serán visibles ambos buques en pleamar y baja mar.**

Es de relevancia mencionar que los cálculos se han realizado contemplando un escenario conservador en cuanto a condiciones atmosféricas y climáticas, previendo que fueran óptimas. No puede perderse de vista que la visibilidad efectiva estará restringida en días con:

- Lluvia o precipitaciones intensas.
- Bruma marítima (frecuente en ciertas épocas del año).
- Neblina o niebla costera.

Vale mencionar que durante la noche serán visibles sus luces. Como ejemplo se presenta las siguientes fotografías enviada por SOUTHERN ENERGY de la visualización del buque Hilli Episeyo desde las costas de Camerún (distanciado 15 km de la costa).



Figura 6. Fotografía con vista hacia el buque Hilli Episeyo (Etapa 1) desde la costa camerunés, distancia de 15 km aproximadamente.

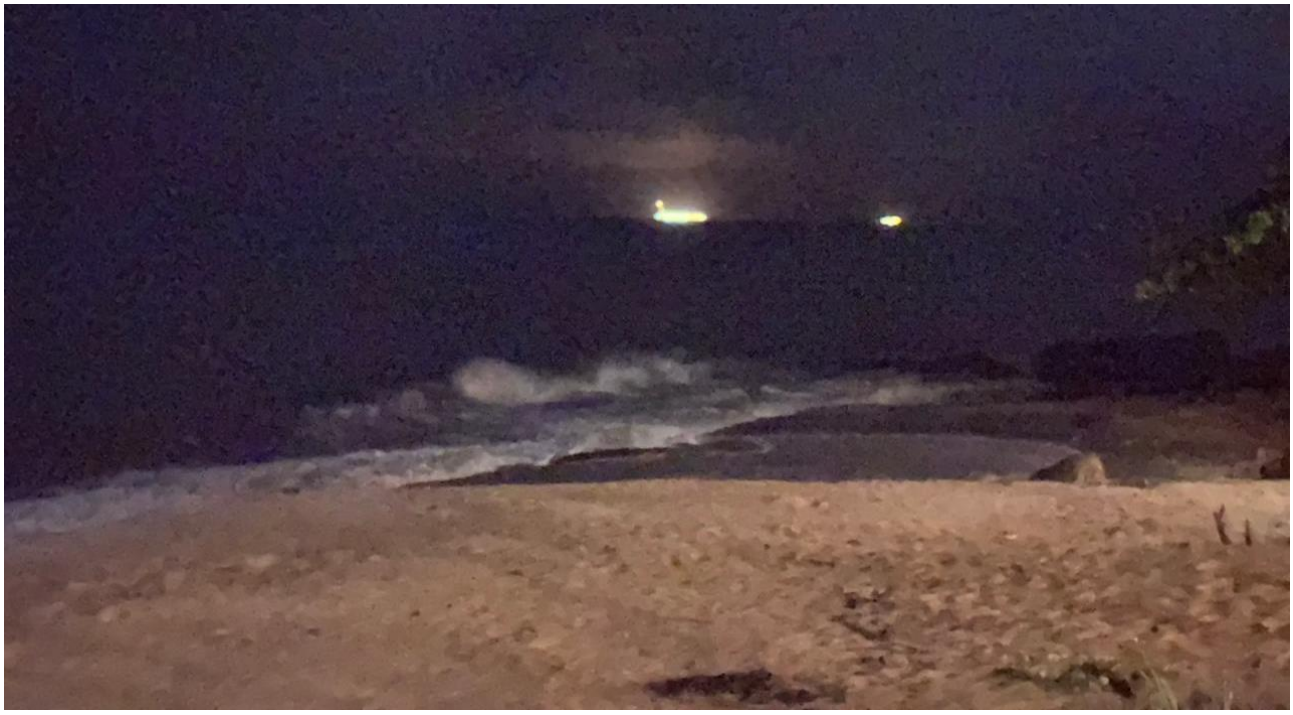


Figura 7. Fotografía con flash con vista hacia el buque Hilli Episeyo desde la costa camerunés, distancia de 15 km aproximadamente.

Vale destacar que desde el camino costero, o Camino de los Pulperos como suele llamarse en la zona, dependerá el sector en el que se ubique el espectador la posibilidad de visualizar a los buques ya que la presencia de la vegetación suele obstruir la misma de la costa y el mar (arbustos pueden tener una altura de 2 m).

En el área se registra una intensidad de uso muy baja, se trata de una zona rural con presencia ocasional y/o temporal en el entorno de pulperos, pescadores y leñeros y luego, espectadores de mayor sensibilidad, turistas que realizan la excursión por camino costero y acceden a Fuerte Argentino y laguna. En todos los casos es en temporada de verano donde la intensidad de uso se incrementa y por lo tanto de potenciales espectadores.

Se recuerda que cuando se incorpore el buque MKII (Etapa 2) en la visual, ya estará funcionando el buque Hilli Episeyo de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM.

A continuación, se presentan los valores asignados a la Visibilidad.

Tabla 3. Asignación de valores para Visibilidad

VISIBILIDAD	Si	No	Puntaje
A. El Proyecto se ubica dentro de un área cuyo valor escénico es			
1. Bajo		x	2
2. Moderado	x		
3. Alto		x	
B. El Proyecto se ubica en un nivel topográfico			
1. Inferior al Principal Observador	x		2
2. Al mismo nivel que el Principal Observador	x		
3. Superior al Principal Observador		x	
C. La Visibilidad del Proyecto resulta estacional para los observadores principales?			
1. El Proyecto es visible en épocas no criticas o no es visible a lo largo del año		x	3
2. El Proyecto es Visible en Épocas Críticas		x	
3. El Proyecto es Siempre Visible	x		
D. La Obstrucción Visual del Proyecto es			
0. No produce Obstrucción Visual	x		0
1. Poco Importante		x	
2. Moderadamente Importante		x	
3. Muy Importante		x	
E. Los Principales Observadores del Proyecto se ubican en			
0. Zona Industrial, Comercial, Infraestructura		x	3
1. Zona Rural	x		
2. Zona Residencial, de Escuelas / Edificios Públicos / Hospitales		x	
3. Áreas Protegidas y/o Turística	x		
F. El Proyecto Bloquea Visualmente Panorámicas Importantes para la Zona			
0. No produce Bloqueo Visual	x		0
1. No produce Bloqueo Visual de Panorámicas		x	
2. Produce un Bloqueo Visual Parcial		x	
3. Produce un Bloqueo Visual importante		x	
Total Visibilidad			10

(*) elaboración propia tomando de referencia a Terramoena, 2022

A cada ítem se le asigna una valoración de 3 a 1 o a 0 dependiendo el caso donde cuanto mayor sea el valor mayor el impacto. En el caso que se registre más de una situación se asigna el valor más alto adoptando una postura conservadora de evaluación. En este caso se observaron diferencias si se toma en cuenta la visibilidad desde el camino o desde el Fuerte Argentino en ítems

4. CONTEXTO

El área bajo estudio se ubica en la costa del Golfo San Matías. Se trata de un sector con muy baja intervención antrópica estando las mismas limitadas a caminos de ripio, principalmente el camino costero también denominado Camino de los Pulperos, algún puesto de pulperos o de la zona rural apostados de manera aislada y dispersa. Recientemente en la zona de proyecto se incorporaron caminos y avance de la pista del gasoducto. Desde este sector del golfo no se visualizan buques ni navegación vinculada a actividades productivas y las de turismo y recreación son limitadas. La urbanización más cercana se ubica a 35 km aproximadamente al norte, se trata de la ciudad de Las Grutas y más al norte, San Antonio Oeste y San Antonio Este.

Las visuales presentes en el área, por tanto, están constituidas por elementos naturales predominantemente.

En el área se registra una pendiente cuyo primer tramo es de alto gradiente y luego se hace suave y se transforma en una llanura marina (correspondiente a la unidad cartográfica número 100, de la subregión planicies interfluviales mesetiformes de la Región de Patagonia Extra-Andina Oriental, Godagnone & Bran 2009). El camino costero a la altura del emplazamiento del buque tiene una altura de 8 m aproximadamente sobre el nivel del mar. Se destaca al frente la presencia del Cerro El Fuerte, en la zona también conocida como Fuerte Argentino. Una meseta de 6 km de extensión y 100 m aprox. de altura sobre el nivel del mar que por sus características es divisada desde grandes distancias (por ejemplo, desde la costa de Las Grutas).



Figura 8. Vista desde la cima del Fuerte Argentino hacia el sur



Figura 9. Vista desde la cima del Fuerte Argentino hacia zona de proyecto



Figura 10. Vista del lado oeste del Fuerte Argentino y nuevo camino en zona de proyecto.

A lo largo de la costa entre Las Grutas y el área del proyecto (siendo el área transitada, aunque de baja frecuencia como se menciona más adelante), se registran diversos paisajes por la presencia en algunos sectores de playas de arena, cañadones y otras formaciones.



Figura 11. Vistas de playa, restinga, vegetación, acantilado y en el fondo el Fuerte Argentino.

Durante el día las visuales hacia el mar cambian a su vez debido a la marea. Con pleamar el mar cubre las costas volviendo más uniforme la visual, con baja mar se descubre la restinga aportando un elemento adicional y particular.



Figura 12. Vista desde la costa con marea baja, se destaca la restinga.

El área de estudio se ubica dentro de la provincia fitogeográfica del Monte, cuyo rasgo climático es la aridez. La vegetación predominante es el matorral de jarillas o estepa arbustiva xerófila. La altura de la vegetación de la zona no supera los 2 metros de altura, reduciéndose hacia la costa por la acción del viento. Predominan los colores verdes y marrones grisáceos.

En la siguiente tabla se destacan los resultados del relevamiento realizado en relación a la traza del gasoducto que da cuenta del tipo de vegetación en la zona de proyecto, el área de mayor cercanía a la costa del proyecto reporto la unidad de estepa (transectas 12, 13, 14).

Tabla 4. Principales parámetros de las diferentes unidades de vegetación relevadas. Valores promedio para cada ambiente relevado. Muestreo de Primavera 2024. Fuente: Serman & Asociados S.A, enero 2024.

Unidades de Vegetación	Especies Dominantes	Especies Acompañantes	Cobertura	Índices	Transectas
Monte	*Troncosoa seriphioides, L. divaricata, Poa ligularis, Nassella tenuis* y musgos	Arbustos: *Prosopidastrum striatum, Gutierrezia solbrigii, Lycium chilense, Mulguraea ligustrina, Larrea cuneifolia, L. nítida* Hierbas: *Pappostipa speciosa, Poa lanuginosa, Jarava neaei, Hoffmannseggia trifoliata,*	Cobertura vegetal viva: 92,75% Suelo desnudo: 5,25% Mantillo: 0% Material vegetal muerto en pie: 2,0%	R = 40 Densidad = 12400 plantas/hec H = 0,43 E = 0,27	PAE 1, 2, 8 y 9
Estepa	*Troncosoa seriphioides, Chuquiraga avellanedae, Poa ligularis, Pappostipa speciosa* y musgos	Arbustos:*Larrea divaricata, Brachyclados lycioides, Fabiana patagonica, Gutierrezia solbrigii, Schinus jhonstonii, Condalia microphylla* Hierbas: *Nassella tenuis, Erodium cicutarium, Poa lanuginosa, Plantago patagonica*	Cobertura vegetal viva: 88,30% Suelo desnudo: 7,70% Mantillo: 1,70% Material vegetal muerto en pie: 2,30%	R = 42 Densidad = 13000 plantas/hec H = 0,50 E = 0,31	PAE 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14

En base a lo expuesto las visuales presentan su valor paisajístico por representar un ambiente actualmente prístino propio de la región, de panorámicas de gran amplitud si uno está posicionado relativamente alto y sin obstrucción visual de la vegetación (situación que es usual) con la presencia del mar, restinga en caso de marea baja, suaves ondulaciones y una vegetación bastante homogénea en lo que a visual aporta. Dependiendo de la ubicación del espectador se suma el imponente Cerro El Fuerte o Fuerte Argentino. Esto se modificará con la incorporación de la operatoria del buque Hilli Episeyo en la Etapa 1 y se ratificará con la incorporación del buque MKII en la Etapa 2 del Proyecto FNLG GSM.

Los espectadores más frecuentes de estos paisajes son los pulperos y sus familias. Se trata de una práctica artesanal que se desarrolla en la restinga en determinados sectores de la costa. También se registran pescadores desde costa y leñadores. Estas actividades son estacionales, siendo el verano la época de mayor presencia en la zona. Se registran puestos aislados, el más cercano a unos 8 km en línea recta del futuro emplazamiento del buque FNLG.

Luego, hay que destacar como espectadores a turistas. La ciudad de Las Grutas es de relevancia turística recibiendo en temporada estival a 600.000 personas aproximadamente. Una de las excursiones que se ofrecen desde esta ciudad es el circuito desde la misma hasta el Fuerte Argentino, excursión en 4x4 con visita a Playas Coloradas, Villa de los Pulperos, El Sótano, Cañadón de las Ostras y finalmente al cerro. Se trata de una excursión de todo el día y según fuentes relevadas no es tan frecuente su desarrollo por el costo y complejidades de la travesía. Aunque algunos lo realizan de forma particular es necesario conocer bien el lugar para no quedarse varado por la pleamar en determinados sectores. Vale destacar que el Cerro se encuentra en propiedad privada, aunque actualmente no se registran alambrados y los turistas acceden sin restricciones.

Contemplando lo antedicho se presenta a continuación el puntaje asignado para valorar el contexto en el cual se inserta el proyecto.

Tabla 5. Asignación de valores para Contexto.

CONTEXTO	Si	No	Puntaje
A. Los alrededores corresponden a			
0. Zona Industrial, Comercial, Infraestructura		x	3
1. Zona Residencial, de Escuelas / Edificios Públicos / Hospitales		x	
2. Zona Rural	x		
3. Áreas Protegidas y/o Turística	x		
B. Existen otras estructuras semejantes a una distancia de			
1. Menos de 1000 metros o contiguas		x	3
2. Entre 1000 y 2000 metros		x	
3. Más de 2000 metros o No Existen en la Zona	x		
C. ¿Es posible que exista oposición al proyecto debido a su Impacto Visual?			
1. No se espera oposición de relevancia por el efecto negativo en el paisaje	x		1
2. Sí, es posible que se oponga algún interesado en particular o grupo afín		x	
3. Sí, es posible que se opongan muchas personas sin relación directa entre sí		x	
D. ¿En cuál de las siguientes situaciones se encontrarán los Principales Observadores?			
1. En su Trabajo / En Tránsito		x	2
2. En lugares públicos de esparcimiento	x		
3. En sus casas		x	
E. ¿Las Características del proyecto son Incompatibles con su entorno?			
1. No, sus características son compatibles a las de su entorno		x	3
2. Si, pero sus características constructivas no son muy contrastantes		x	
3. Si, porque resulta una estructura extraña a su entorno	x		
F. ¿El Montaje requeriría Camuflaje?			
1. No Requiere ocultamiento	x		1
2. Permite Utilizar Pantallas de Vegetación Existentes		x	
3. Requiere ocultamiento mediante nuevas Pantallas o es imposible de ocultar		x	
Total Contexto			13

(*) elaboración propia en base a Terramoena, 2022

A cada ítem se le asigna una valoración de 3 a 1 o a 0 dependiendo el caso donde cuanto mayor sea el valor mayor el impacto. En el caso que se registre más de una situación se asigna el valor más alto adoptando una postura conservadora de evaluación.

5. INTENSIDAD

El buque FLNG, los buques metaneros y los buques de asistencia serán contrastantes con su entorno. En la actualidad, el mar en este sector no registra otras actividades de similitud ni movimiento de embarcaciones de importancia como las aquí bajo estudio que sean visibles desde la costa. Sin embargo, el buque MKII (Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM) se incorporará a un paisaje ya alterado por la presencia y la operación del buque Hilli Episeyo (Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM).

La incorporación de esta actividad industrial en un contexto donde resultan prácticamente exclusivos los elementos naturales, los cuales son los valorados en general por la población, incrementa el grado de intensidad del impacto. Sin embargo, considerando la distancia a la que se encontrarán los buques y derrotas de los asociados se tratará de una alteración puntual y poco prominente.

Para contribuir a esta evaluación se han generado una serie de **fotomontajes**. Las fotografías fueron tomadas con una lente de 50 mm equivalente (Nikon D5100 + crop factor 1.5), lo cual se consideró para mantener una equivalencia visual coherente con la percepción humana. El relevamiento se llevó a cabo los días 29 y 30 de mayo de 2025 donde las condiciones climáticas fueron óptimas.

Para los fotomontajes se aplicaron los siguientes criterios para lograr que los buques fueran representados con proporciones realistas en cada una de las imágenes:

- Se aplicó un criterio basado en proyección en perspectiva, conociendo la distancia y el tamaño real del buque, se calculó su tamaño angular y se tradujo esto a una escala de píxeles proporcional dentro de la imagen, considerando la óptica de la cámara utilizada.
- Las proporciones fueron validadas empíricamente mediante la comparación entre puntos cercanos y lejanos (mayor escala en puntos cercanos, menor en lejanos), coherencia visual con objetos reales del entorno (línea de horizonte, formaciones naturales como el Fuerte Argentino , etc.) y una validación extra donde a través de un modelo 3D realizado con una nube de puntos obtenida con un VANT se pudo chequear la correcta representación de los buques (esa modelación fue generada en el marco del EIA antecedente (Proyecto FNLG GSM – Etapa 1).

Según esta serie de fotomontajes el buque MKII y el buque Hilli Episeyo se presentan como estructuras de muy limitada dimensión, con forma imprecisa sobre la línea del horizonte desde los puntos de observación más lejanos (San Antonio Este, San Antonio Oeste, Las Grutas y Playa Piedras Coloradas). En el caso del punto de observación de Las Grutas y de Playa Piedras Coloradas por la alineación de la visual ambos buques se ven en bloque ofreciéndose una uniformidad de la visual, pero sigue siendo muy limitada. No se espera que la presencia de los buques altere las condiciones actuales del paisaje desde estos puntos.

A partir de El Sótano, los buques adquieren visualmente una forma más definida (forma de buque) aun en la lejanía línea del horizonte. Según el montaje ejecutado frente a la zona de proyecto los buques serán claramente visibles como forma junto con las estructuras que lo integran contrastando sus elementos con el mar hoy sin otro tipo de intervención.



Figura 13. Fotomontaje sobre punto de observación Saco Viejo, San Antonio Este. Fotografía tomada desde la ruta el 29/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 14. Fotomontaje sobre punto de observación Saco Viejo, San Antonio Este, con zoom a buque MKII. Fotografía tomada desde la ruta el 29/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 15. Fotomontaje sobre punto de observación La Mar Grande, San Antonio Oeste. Fotografía tomada desde la playa el 29/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 16. Fotomontaje sobre punto de observación La Mar Grande, SAO, con zoom a buques. Fotografía tomada desde la playa el 29/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 17. Fotomontaje sobre punto de observación Las Grutas. Fotografía tomada desde la costanera sobre acantilado el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 18. Fotomontaje sobre punto de observación Las Grutas, con zoom a buques. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 19. Fotomontaje sobre punto de observación Playa Piedras Coloradas. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

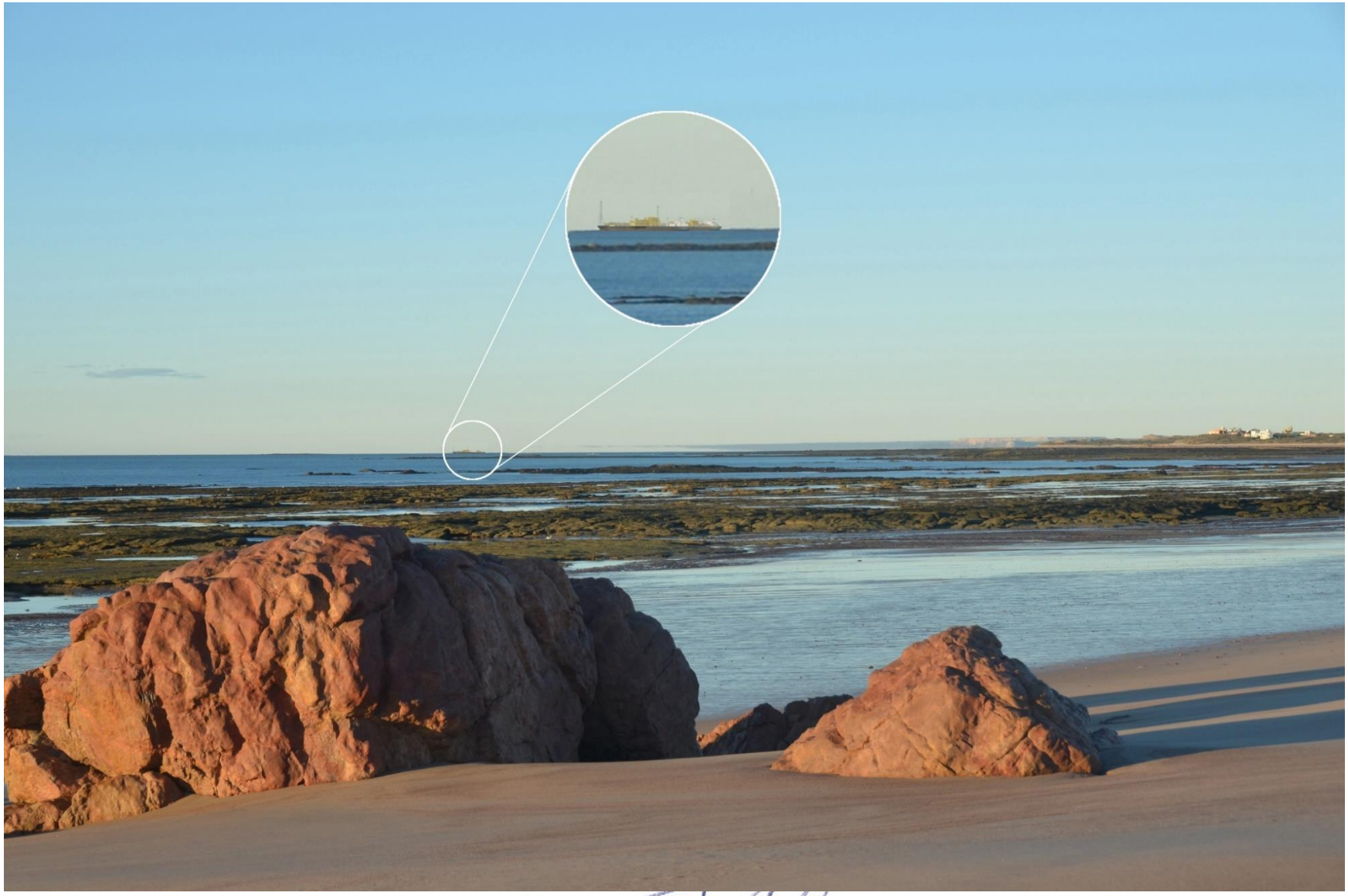


Figura 20. Fotomontaje sobre punto de observación Playa Piedras Coloradas, con zoom a la zona de proyecto. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 21. Fotomontaje sobre punto de observación El Sótano. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 22. Fotomontaje sobre punto de observación El Sótano, con zoom. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 23. Fotomontaje sobre punto de observación Camino de los Pulperos frente a zona de proyecto. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 24. Fotomontaje sobre punto de observación Fuerte Argentino frente a zona de proyecto del buque MKII. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 25. Fotomontaje sobre punto de observación Fuerte Argentino frente a zona de proyectos del buque MKII y el buque Hilli Episeyo. Fotografía tomada el 30/5/2025.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6. Asignación de valores para Intensidad

INTENSIDAD	Si	No	Puntaje
A. Para el principal Observador el proyecto se considera una estructura			
1. Poco Prominente	x		1
2. Relativamente Prominente		x	
3. Muy Prominente		x	
B. El Contraste del proyecto con el Fondo es			
1. Poco Importante		x	2
2. Moderadamente Importante	x		
3. Muy Importante		x	
C. Para el Observador Principal, la Percepción Visual del proyecto es			
1. Una Estructura Lejana (>500m)	x		1
2. Una Estructura Relativamente Cercana (100m<observador<500m)		x	
3. Una Estructura Contigua a su Ámbito Inmediato (< 100 m)		x	
D. El proyecto debe considerarse una Estructura de Duración			
1. Transitoria		x	3
2. Semipermanente		x	
3. Permanente	x		
E. El proyecto debe considerarse una Estructura de Expansión			
1. Puntual	x		1
2. Poco Extendida		x	
3. Muy Extendida (gran ocupación del espacio)		x	
F. La Escala del proyecto con respecto a otros elementos visuales del entorno es			
1. Menor	x		1
2. Semejante		x	
3. Mucho Mayor		x	
Total Intensidad			9

(*) elaboración propia en base a Terramoena, 2022
A cada ítem se le asigna una valoración de 3 a 1 donde cuanto mayor sea el valor mayor el impacto. En el caso que se registre más de una situación se asigna el valor más alto adoptando una postura conservadora de evaluación.

6. CONCLUSIONES

Tabla 7. Nivel de Impacto Visual del Proyecto.

CRITERIOS IMPACTO VISUAL	Valores Absolutos	Normalizado Escala 0 - 10
Total Visibilidad	10	4,29
Total Contexto	13	6,15
Total Intensidad	9	2,50
NIVEL DE IMPACTO VISUAL	32	4,36

El área bajo estudio de la costa del Golfo San Matías en la actualidad ofrece panorámicas amplias y prístinas destacándose en la zona cercana al proyecto los elementos naturales como el mar, la restinga si hay bajamar, una vegetación relativamente baja y verde grisácea homogénea (visualmente) en suaves ondulaciones del terreno que decaen hacia el mar con el destacado Cerro El Fuerte o Fuerte Argentino en cercanías.

La intensidad de uso en la zona es limitada y por tanto la cantidad de espectadores es baja concentrada principalmente en temporada estival. Este paisaje es valorado por los pulperos, pescadores, leñeros (entre los más usuales y autóctonos del área) y turistas (más ocasionales en tanto se avista la zona si se realiza excursión poco frecuente por lo menos hasta la fecha).

La incorporación del buque Hilli Episeyo de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM, con su consecuente movimiento de los metaneros y otras embarcaciones de asistencia marcará un hito visual distintivo en el ambiente que actualmente se registra en la costa del Golfo San Matías incorporándose una actividad antrópica industrial en el área. En este sentido, el buque MKII bajo estudio (Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM) supondrá un elemento adicional a tal perfil, usualmente valorado como negativo resultando un impacto acumulativo.

Como se ha expuesto, el proyecto será visible desde los centros urbanos más cercanos pero dada su lejanía tendrán una extensión puntual y de baja intensidad. En los puntos de observación más cercanos la extensión continuará siendo puntual pero más nítida y más contrastante en la inmensidad del mar.

Por tanto, en conformidad con la metodología aplicada el nivel de impacto visual se ha estimado como moderado. Se considerará de signo negativo en tanto supone una alteración negativa de las de las condiciones actuales valoradas por la población y acumulativa de aquella con el buque Hilli Episeyo ya operando.

7. BIBLIOGRAFÍA

GOLAR LNG (s/f). BROCHURE Hilli Episeyo – FLNG.

GOLAR LNG (s/f). BROCHURE MKII – FLNG.

NOGUÉ, J. 2011. La dimensión comunicativa del paisaje. Una propuesta teórica y aplicada. Revista de Geografía Norte Grande, 49: 25-43

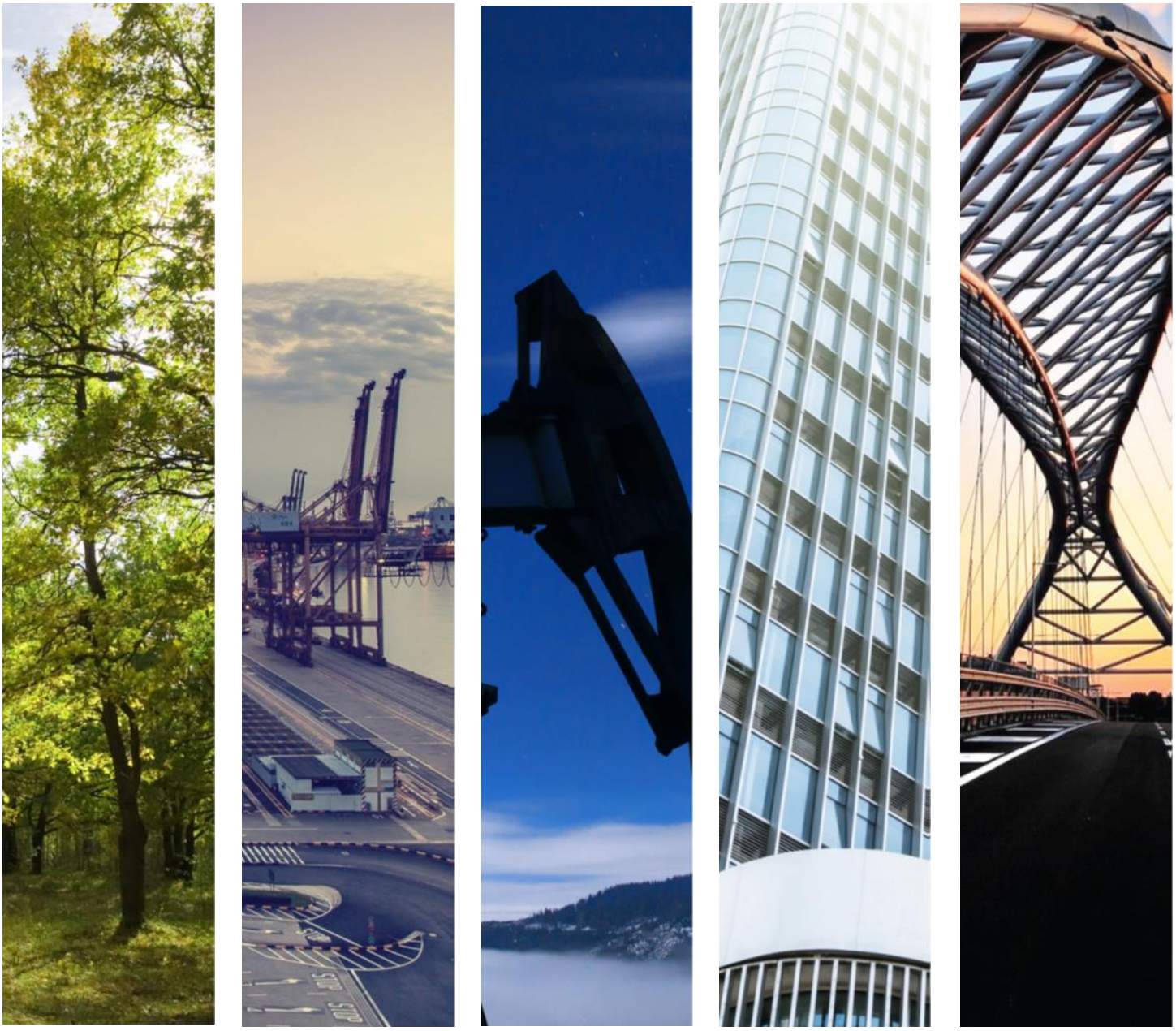
SECRETARIA DE ENERGÍA. Resolución 77/1998. Anexo I – Parámetros Ambientales – 1. Impacto Visual. https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-77-1998-49781/texto

TERRAMOENA, 2022. Estudio de Impacto Ambiental Parque Solar Aluar – Puerto Madryn – Provincia de Chubut. (pag 182-188) https://ambiente.chubut.gov.ar/wp-

content/uploads/2023/01/EIA_Parque-Solar-Aluar_2022.pdf

SERMAN & ASOCIADOS SA. 2024. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto FNLG GSM Río Negro, Argentina.

SERMAN & ASOCIADOS SA. 2024. Adenda Estudio de Impacto Ambiental Proyecto FNLG GSM Río Negro, Argentina. COMPONENTES ON SHORE (Enero 2024)



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-8: Modelación de la Dispersión de una Nube de Metano

Junio 2025

ANEXO 6-8: MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE METANO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL MODELO 3
3. CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE EMISORA 3
3.1 UBICACIÓN 3
3.2 DESCRIPCIÓN 5
3.3 COMPUESTO QUÍMICO 5
3.4 ESCENARIOS DE EMISIÓN 6
4. EVALUACIÓN DE RIESGOS 7
5. METEOROLOGÍA 7
5.1 FUENTE DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA 7
5.2 ESCENARIOS DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS 9
6. RESULTADOS 12
6.1 ESCENARIO DE METEOROLOGÍA PROMEDIO CON VIENTO DEL ESTE 14
6.2 ESCENARIO DE METEOROLOGÍA ADVERSA CON VIENTO DEL ESTE 15
6.3 ESCENARIO DE METEOROLOGÍA ADVERSA CON VIENTO DEL NORTE 16
7. CONCLUSIONES 16
8. RESUMEN CORRIDA ALOHA 18
9. BIBLIOGRAFÍA 20

1. INTRODUCCIÓN

Este apartado tuvo como objetivo determinar zonas de impacto, expresadas en concentración de metano y fracción de mezcla explosiva (LEL[1]), ante un escenario de emergencia pesimista con liberaciones de GNL desde el buque FLNG MKII emplazado en el Golfo San Matías a 4,5 km de la costa frente el Fuerte Argentino; y a 3,5 km al norte del otro buque FLNG Hilli Episeyo.

Se determinaron escenarios de liberación accidental de GNL desde el buque FLNG MKII, de igual modo que se realizó anteriormente para el buque FLNG Hilli Episeyo, y se modeló la extensión de la atmósfera explosiva en cada situación de emergencia, considerando 5 años de meteorología para el área de estudio.

En ninguno de los escenarios planteados se encontraron concentraciones de referencia de alerta en la línea de costa (100% LEL o 60% LEL). En cuanto a la ubicación prevista para el otro buque FLNG Hilli Episeyo, se encontraron concentraciones por encima del umbral del 60% del LEL en un total de 5,5 minutos para un escenario adverso.

2. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL MODELO

Para evaluar la dispersión del gas liberado en un escenario de emergencia se definió el uso del modelo ALOHA, tanto para la liberación, el transporte y la definición de zonas de riesgo.

ALOHA[2] (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) es un modelo de dispersión atmosférica desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de EEUU, diseñado específicamente para modelar la dispersión de sustancias químicas peligrosas en situaciones de emergencia. ALOHA se integra comúnmente con otros sistemas para ayudar a tomar decisiones informadas en tiempo real, durante eventos como derrames químicos, incendios o explosiones.

Para el escenario de liberación de GNL a evaluar, el modelo ALOHA permite determinar zonas asociadas a concentraciones de metano que resultan en mezclas con aire explosivas representadas con el límite inferior de explosividad (LEL).

Para la determinación de las condiciones atmosféricas para usar en los distintos escenarios, se utilizó el procesador meteorológico AERCOARE[3]. Este programa, desarrollado también por la EPA, permite caracterizar los flujos de energía dentro de la capa límite marina y determinar su estabilidad.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE EMISORA

La fuente de emisión corresponde al buque licuefactor MKII (Etapa 2) del Proyecto FLNG GSM de la empresa SOUTHERN ENERGY.

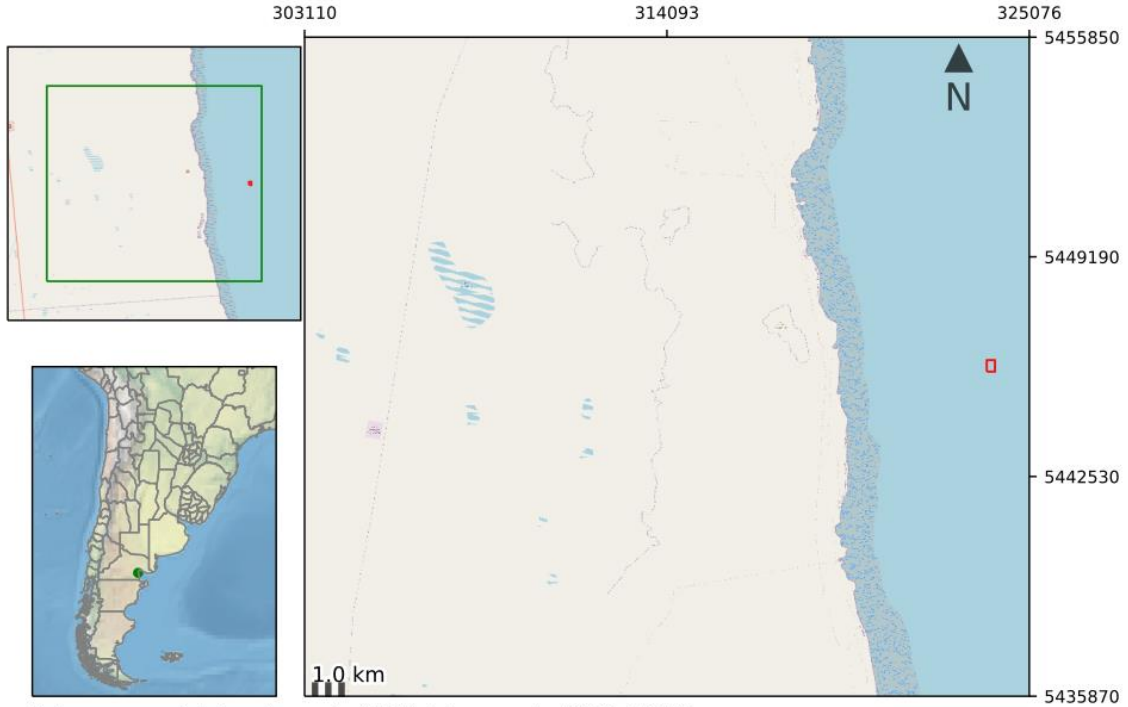
3.1 UBICACIÓN

El buque FLNG MKII se emplazará en el Golfo San Matías, a 4,5 km de la costa frente al Fuerte Argentino y a 3,5 km al norte del buque FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1) del mismo proyecto.

[1] LEL: Lower Explosive Limit (por las siglas en inglés), es decir, el límite inferior de explosividad.

[2] ALOHA Version 5.4.7, Sept 2016 - Fecha de consulta - https://www.epa.gov/cameo/aloha-software

[3] Fecha de consulta 24/09/2024 - AERCOARE Versión: D13108 - https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-related-model-support-programs#aercoare



Sistema espacial de referencia (SRC) del proyecto EPSG:32720.

Figura 1. Ubicación del buque FLNG MKII en la zona de estudio (41° 6'6,84"S 65° 5'52,80"O).

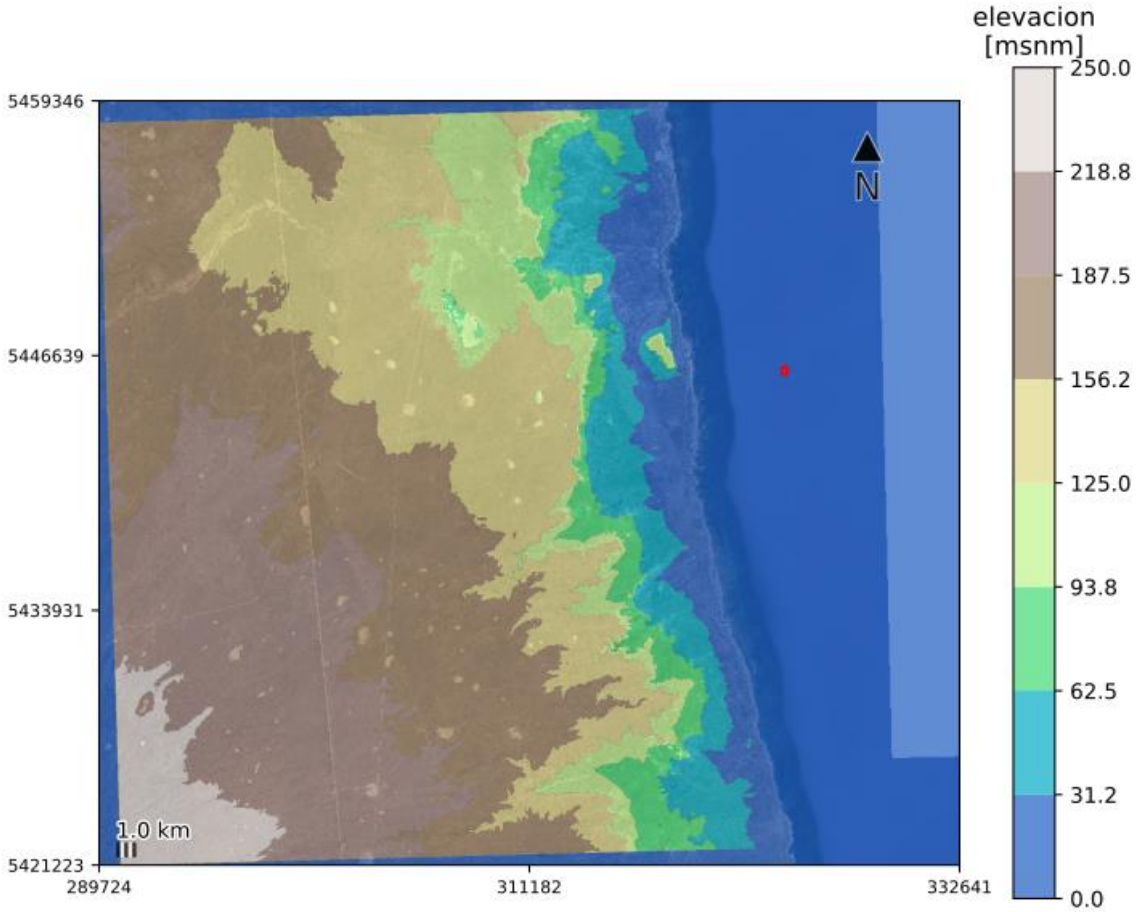


Figura 2. Topografía (modelo digital de elevación) de la zona de estudio.

3.2 DESCRIPCIÓN

La FLNG MKII tiene cuatro (4) tanques de almacenamiento esféricos tipo Moss® fabricados en aluminio. El concepto de contención de carga Moss para transportadores de GNL consiste en un tanque esférico de pared única, aislado externamente y soportado por una falda cilíndrica soldada al casco del barco. El borde superior de la falda de soporte está conectado al anillo ecuatorial del tanque, mientras que el borde inferior está directamente soldado a la cubierta de cimientos. Se proporciona una cúpula en la parte superior de cada tanque para albergar los accesorios necesarios y el acceso a los tanques. La cúpula del tanque de almacenamiento cuenta con escotillas, tuberías y conexiones de instrumentación. La conexión de la cúpula con la tapa del tanque es flexible, hermética y resistente a la intemperie.

Cada tanque está equipado con una torre de tubería de aluminio en el centro de la esfera, que se extiende desde la parte superior de la cúpula hasta el fondo del tanque. Se proporcionan escaleras internas en la torre de tubería para permitir un acceso seguro y realizar inspecciones.

El volumen total de almacenamiento de los cuatro tanques, al 98,5% de su capacidad de llenado (-163°C) es de aproximadamente 145.000 m³. Son tanques de una capacidad individual de aproximadamente 37.000 m^3 con un diámetro cercano a 42 m. Los tanques están diseñados para la siguiente condición de carga de GNL:

- Densidad máxima: 500 kg/m³
- Temperatura máxima: +60°C
- Presión máxima de trabajo permitida en el mar: 0,7 bar

El sistema de contención de carga está diseñado bajo el concepto de "fuga antes de falla". Este principio asegura que una posible grieta que penetre la pared del tanque de almacenamiento de GNL se propague hacia un modo de seguridad/estabilidad. Por esta razón, no se requiere una barrera secundaria completa.

Las siguientes características de protección están previstas:

- Detección de incendio y gas (F&G)
- Parada de emergencia (ESD)
- Shutdown de procesos (PSD)
- Control de carga de tanques, bombeo y vacío, además del sistema de inertización

3.3 COMPUESTO QUÍMICO

Se realizará el modelado para el compuesto metano con las siguientes características.

Tabla 1. Características del metano.

Nombre	Metano
Fórmula	CH_4
N°CAS	74-82-8
Peso molecular [g/mol]	16,04
LEL [ppm]	50000
UEL [ppm]	150000
Punto de ebullición [°C]	-161,5
Punto de fusión [°C]	-182,5

3.4 ESCENARIOS DE EMISIÓN

El laboratorio nacional de EEUU SANDIA[4], parte de un proyecto del Departamento de Energía (DOE) en 2004 y 2008, realizó informes sobre la seguridad del GNL, evaluando escenarios de dispersión de vapor causados por una liberación accidental. Determinaron como peor escenario, una rotura de un tanque, causada por un sabotaje en altamar[5/6].

Se propone la peor situación de liberación accidental del GNL, basado en el peor escenario evaluado por el reporte SANDIA 2008, donde en un sabotaje se realiza una perforación a un tanque de 2,5 m de diámetro. Se asume la peor ubicación de esta rotura, siendo en el hemisferio inferior del tanque y liberando la totalidad de la carga. Para poder evaluar la dispersión del gas, se asume que este no entra en ignición y es transportado por el viento proveniente del este hacia la línea de costa, o del norte hacia la ubicación del otro buque FLNG situado en el golfo.

Tabla 2. Resumen de características del escape accidental en el peor escenario posible.

Fuente	Rotura en tanque esférico
Proceso	Escape de sustancia inflamable del tanque sin ignición.
Diámetro de tanque [m]	41,3
Volumen de tanque [m3]	37000
Contenido	GNL (estado líquido)
Temperatura [°C]	-163
Masa [tn]	17.065
Llenado [%]	98,5
Diámetro de apertura [m]	2,5
Altura de apertura [m]	0 (base del tanque)
Terreno receptor	Agua
Duración del escape [min]	9

[4] SANDIA: es un laboratorio multiprogramático operado por Sandia Corporation, una empresa de Lockheed Martin, para la Administración Nacional de Seguridad Nuclear del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

[5] Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water, DOE, 2004

[6] Breach and Safety Analysis of Spills Over Water from Large Liquefied Natural Gas Carriers, DOE, 2008.

4. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Se evaluará la potencial generación de una mezcla explosiva a lo largo de la trayectoria de la dispersión de la nube de gas.

Se utilizará el LEL (Límite Inferior de Explosividad) como el LOC (Nivel de Riesgo) para determinar las áreas en las que podría ocurrir un incendio, ya que el LEL es la concentración mínima por encima de la cual un gas puede combustionar (es decir, prenderse fuego o explotar, dependiendo de las condiciones). Sin embargo, las concentraciones que ALOHA estima son concentraciones promedio a lo largo del tiempo, y el hecho de que la nube inflamable se incendie o no en lugares específicos dentro de una nube de vapor inflamable real está determinado por la concentración instantánea en un momento dado.

Cuando una nube de vapor inflamable se dispersa, la concentración de combustible en el aire no es uniforme. Habrá áreas donde la concentración sea mayor que el promedio y áreas donde la concentración es menor que el promedio. Este fenómeno es conocido como "concentration patchiness" o "parcheo de concentración". Debido a esta variabilidad, pueden existir zonas dentro de la nube de vapor (llamadas "pockets" o bolsas de combustible) donde la concentración de la sustancia química se encuentra en el rango inflamable, incluso si la concentración promedio en otras partes de la nube ha caído por debajo del LEL.

Debido al parcheo de concentración, los niveles predeterminados de riesgo inflamable en ALOHA son fracciones del LEL, en lugar de usar el LEL completo como referencia. En particular:

1. Zona de amenaza roja (60% del LEL): ALOHA utiliza el 60% del LEL como el nivel predeterminado de preocupación para la zona de amenaza roja, ya que ciertos experimentos han demostrado que en áreas donde la concentración promedio supera este valor, pueden formarse bolsas de llama. Estas bolsas representan un riesgo donde la mezcla de vapor de combustible y aire podría encenderse, a pesar de que la concentración promedio sea menor que el LEL completo.
2. Zona de amenaza amarilla (10% del LEL): Otro nivel utilizado es el 10% del LEL, que es el nivel predeterminado de ALOHA para la zona de amenaza amarilla. Este nivel representa una zona de menor peligro en comparación con la zona roja, pero aún implica la posibilidad de formación de una mezcla combustible, aunque con una probabilidad de ignición todavía menor. Se considera una zona impactada respecto de las concentraciones de fondo, sin embargo, de bajo riesgo.

5. METEOROLOGÍA

5.1 FUENTE DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La ubicación de fuentes mar adentro requiere un procesamiento diferencial de los datos meteorológicos debido a la consideración en el análisis de dispersión de la capa límite marina.

Para este fin, se utilizó el preprocesador meteorológico AERCOARE, que emplea el algoritmo COARE (Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment) para estimar flujos de calor en la atmósfera sobre el mar.

Para la obtención de datos de entrada al programa, no se encontraron puntos de medición por boyas marítimas u oceanográficas, por lo que se utilizó información de reanálisis meteorológico. La fuente de información proviene del repositorio GIOVANNI de la NASA, mantenido por el “Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC)”[7].

[7] https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/

Se obtuvieron las siguientes variables del modelo de análisis retrospectivo o reanálisis MERRA-2:

- Surface specific humidity
- Surface wind speed
- Surface air temperature over land
- Total surface precipitation
- Surface absorbed longwave radiation
- Incident shortwave radiation land
- Sea level pressure
- Surface skin temperature
- 10-meter Eastward wind
- 10-meter Northward wind

El modelo MERRA2 combina herramientas de modelado numérico con información observacional de superficie para reproducir de forma continua variables de difícil determinación, con resolución temporal horaria y resolución espacial de 50 km. Se evaluó la meteorología de un período de 5 años desde marzo 2020 a marzo 2025. Se extrajeron las siguientes variables como entrada al modelo ALOHA:

- Temperatura del Aire
- Temperatura de la superficie del mar
- Velocidad del viento a 10 m
- Cobertura nubosa
- Altura de capa de mezcla
- Humedad relativa
- Estabilidad atmosférica

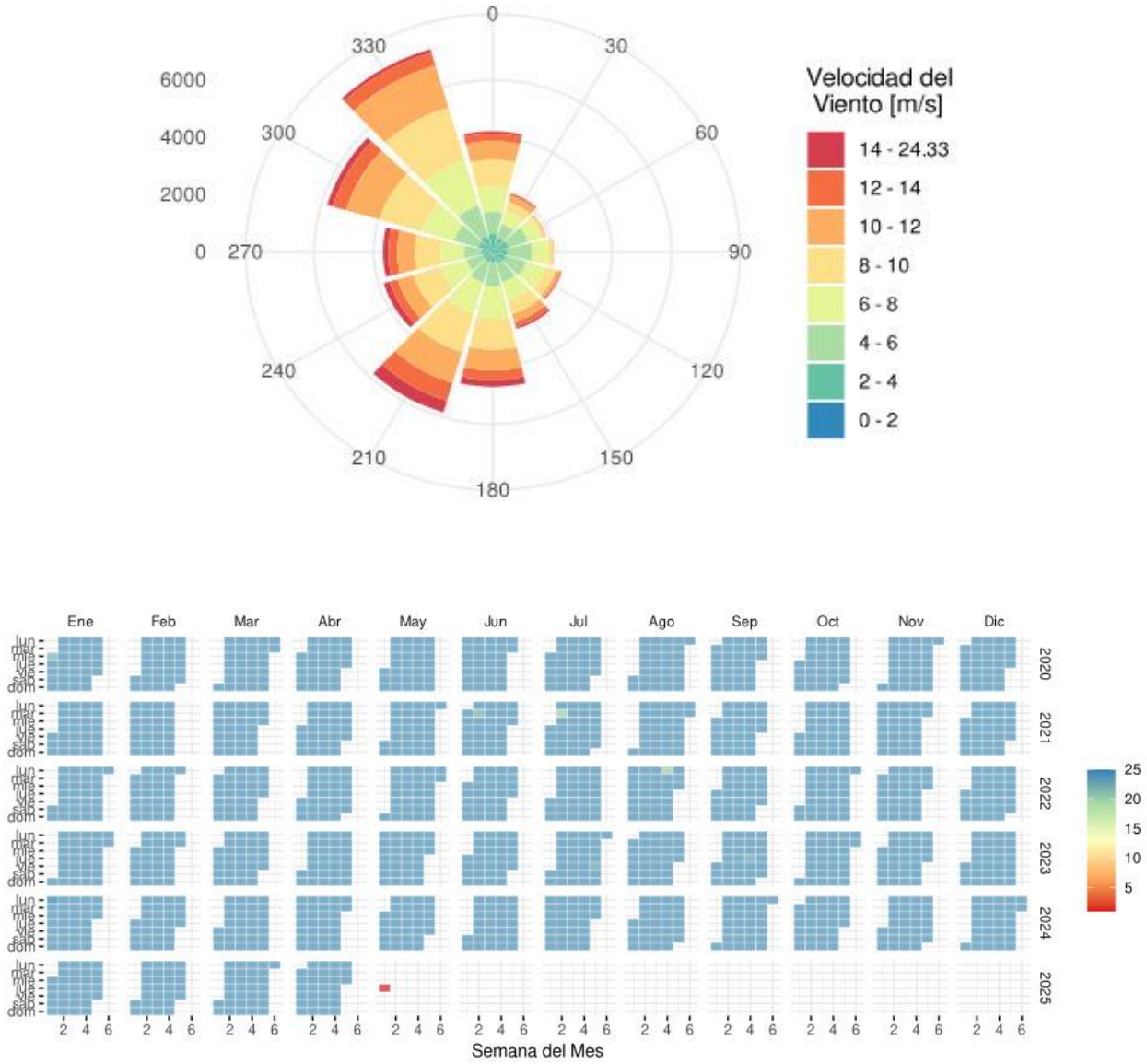


Figura 3. Rosa de vientos (arriba) y calendario con disponibilidad de datos meteorológicos (abajo).

5.2 ESCENARIOS DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

El estudio se realizó para dos escenarios:

1. Condiciones meteorológicas promedio, o más probables, que son las que se producen con mayor frecuencia.
2. Condiciones meteorológicas adversas, que son condiciones de baja ocurrencia, pero posibles, donde se maximiza el riesgo de impacto ambiental o el potencial daño que pudiera ocasionar el escape.

➢ Escenario Atmosférico Promedio

Para definir valores de las variables meteorológicas representativos de condiciones frecuentes en la región de estudio, se tomaron registros meteorológicos de los últimos cinco años y se analizó la distribución de las distintas variables a través de un histograma.

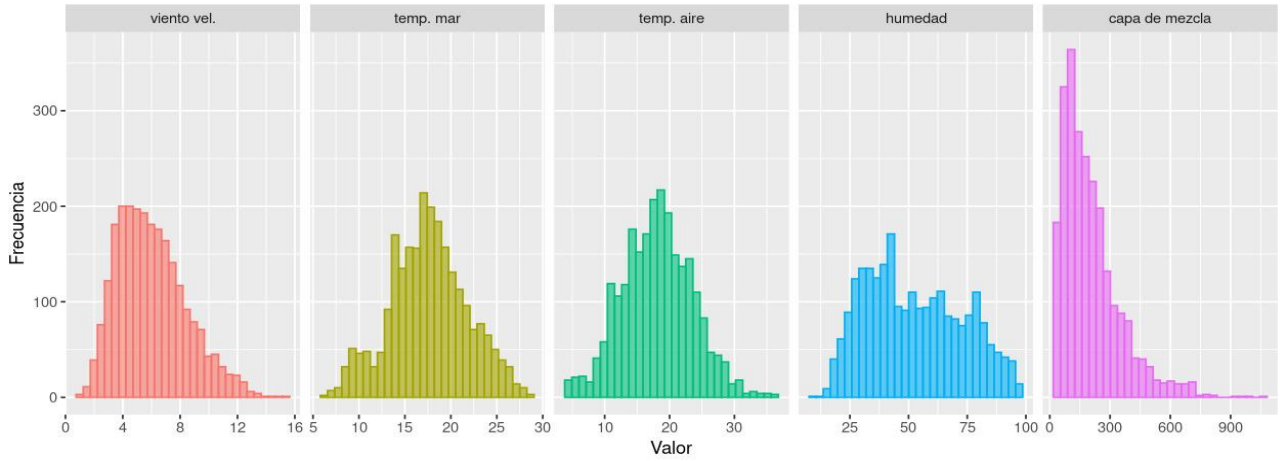


Figura 4. Histograma de las principales variables meteorológicas.

Para formular el escenario promedio, usando variables que distribuyen asimétricamente se tomó la mediana (percentil 50) como valor más probable.

Se seleccionaron conjuntos de datos que correspondieren a vientos provenientes del este (30° a 150°), asumiendo la situación más desfavorable de dispersión, resultando en un transporte hacia la línea de costa.

Tabla 3. Valores seleccionados para escenario promedio.

Variable	Valor
Temperatura del Aire	16,66 ºC
Temperatura del Mar	17,2 ºC
Velocidad del viento a 10m	5,78 m/s
Cobertura nubosa	0,0 %
Altura de capa de mezcla	180,3
Humedad relativa	53 %
Estabilidad atmosférica	Estable (E)

➢ Escenario Atmosférico Adverso

El escenario adverso se refiere a las condiciones que generarían la mayor concentración de gas en las zonas cercanas a la costa.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Velocidad del viento: Si bien las velocidades de viento bajas o cercanas a calmas, están asociadas a altas concentraciones cerca de a la fuente, dado que el buque se encuentra a aproximadamente cinco kilómetros de la costa, se seleccionaron velocidad de viento altas que favorecen el transporte del contaminante a regiones alejadas.

- Dirección del viento: Se eligió el viento del este, que lleva el contaminante hacia las áreas más sensibles o críticas.
- Estabilidad atmosférica: Se seleccionó una categoría de estabilidad muy estable (Clase E), caracterizada por baja turbulencia. Este tipo de estabilidad ocurre típicamente por la noche o en estaciones frías, cuando la dispersión es mínima y las concentraciones son más altas.
- Altura de mezcla baja: En escenarios extremos, la presencia de una inversión térmica puede inhibir la dispersión vertical del contaminante, lo que lleva a concentraciones más altas en la superficie. Se buscó que la capa de mezcla fuera lo más baja posible.

Se estudió la correlación entre variables para garantizar que el escenario elegido sea posible y que no hubiera incompatibilidades entre los valores seleccionados.

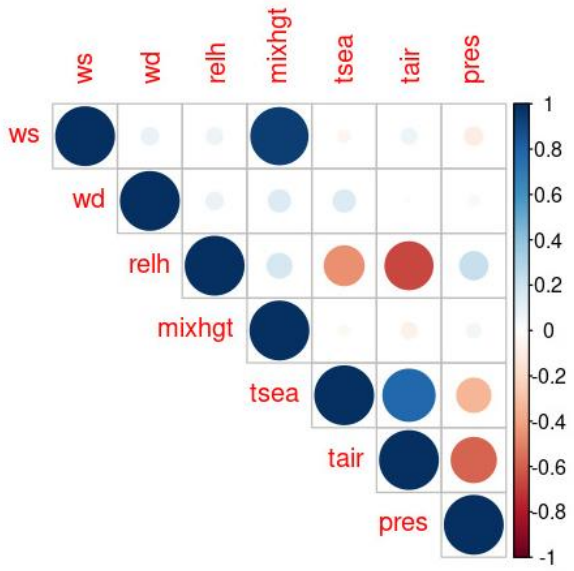


Figura 5. Matriz de correlación entre variables meteorológicas.

Se encontraron fuertes correlaciones positivas entre la velocidad del viento y la altura de capa de mezcla, lo que limita la selección de valores para estas dos variables ya que tienen que coincidir con rangos realistas para la región.

Para encontrar un rango realista, se seleccionaron valores representativos de velocidad de viento y altura de capa de mezcla que coexistan bajo condiciones de alta estabilidad. Para esto, se verificó que la longitud de Monin-Obukhov fuera positiva y estuviera en el rango de 10 a 50.

Tabla 4. Valores seleccionados para escenario adverso.

Variable	Valor
Temperatura del aire	25,33 ºC
Temperatura del mar	21,51 ºC
Velocidad del viento a 10m	12,61 m/s
Cobertura nubosa	0,0 %
Altura de capa de mezcla	683 m
Humedad relativa	35,66 %
Estabilidad atmosférica	Estable (E)

6. RESULTADOS

Los resultados del modelo se expresan en valores de concentración de metano y fracciones correspondientes de LEL.

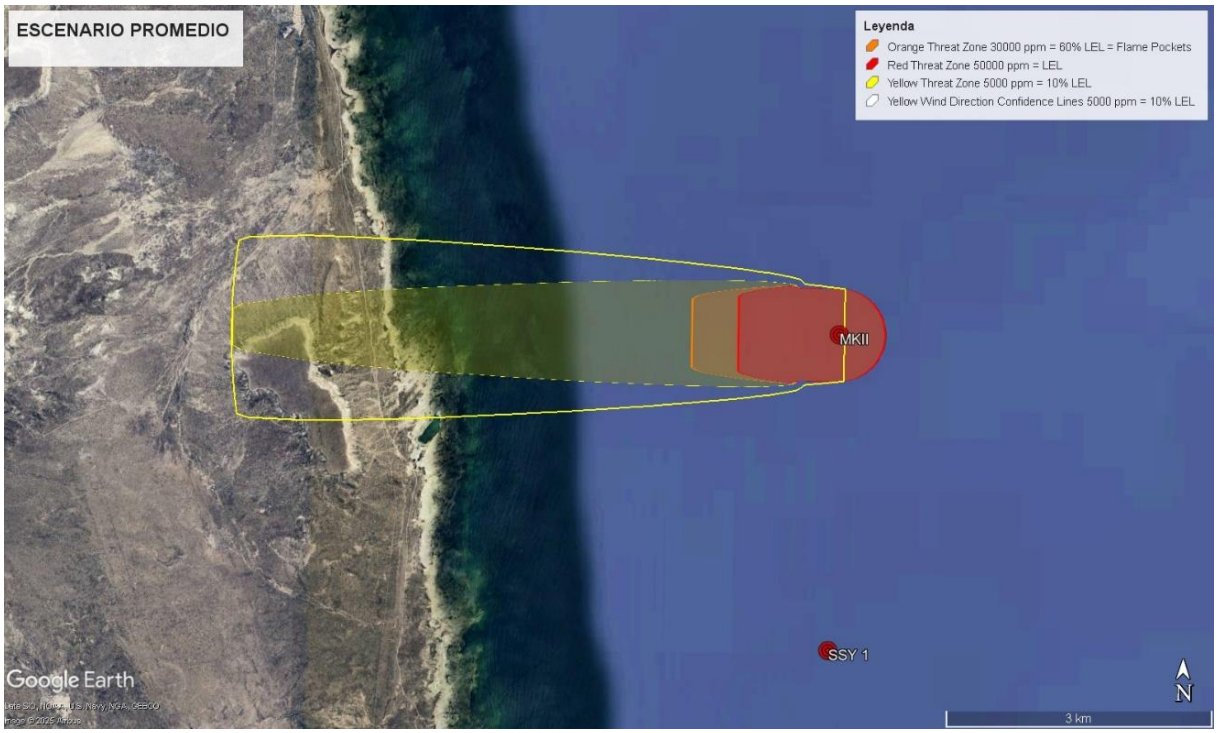


Figura 6. Regiones de isoconcentraciones delimitando zonas de distinto riesgo para escenario de meteorología promedio con viento del este.

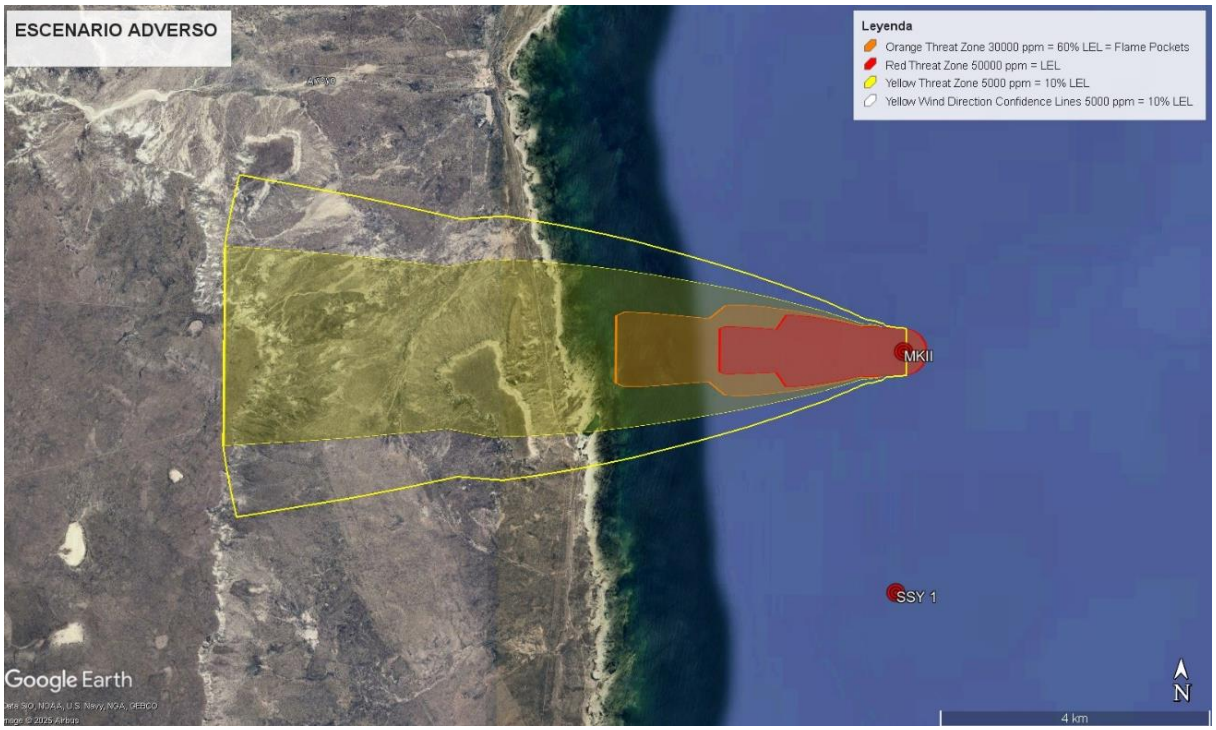


Figura 7. Regiones de isoconcentraciones delimitando zonas de distinto riesgo para escenario de meteorología adversa con viento del este.

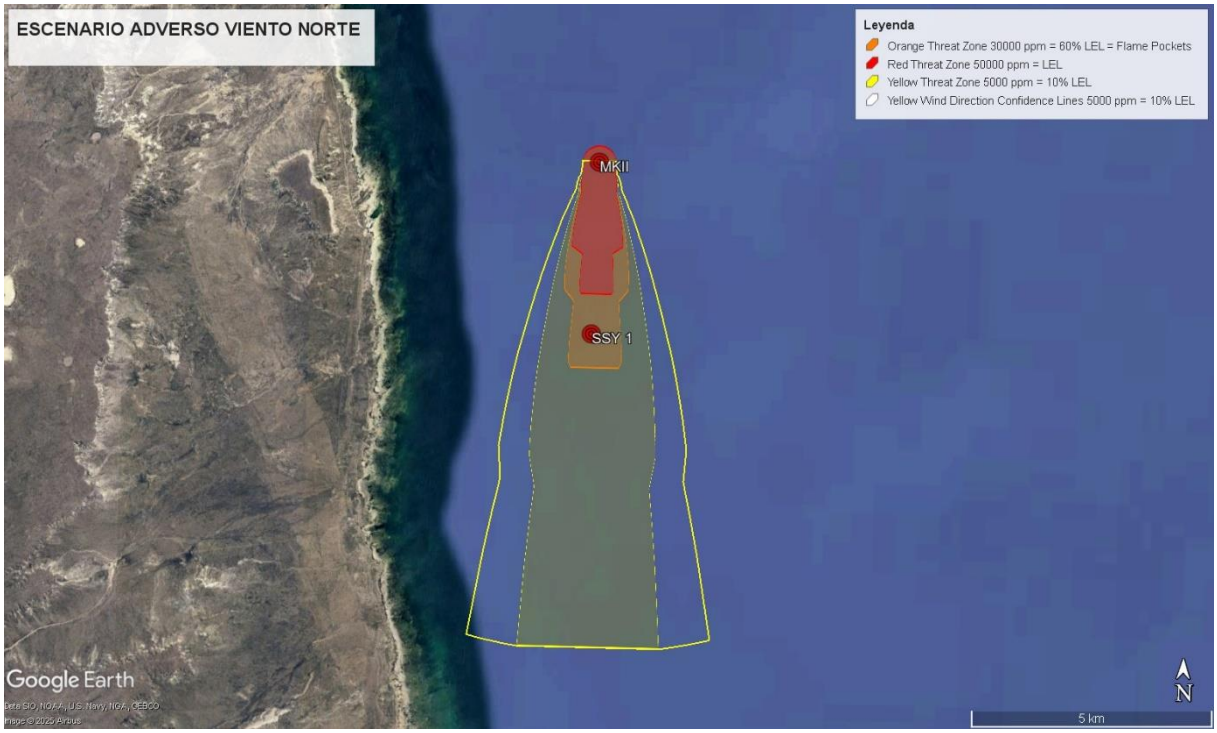


Figura 8. Regiones de isoconcentraciones delimitando zonas de distinto riesgo para escenario de meteorología adversa con viento del norte.

6.1 ESCENARIO DE METEOROLOGÍA PROMEDIO CON VIENTO DEL ESTE

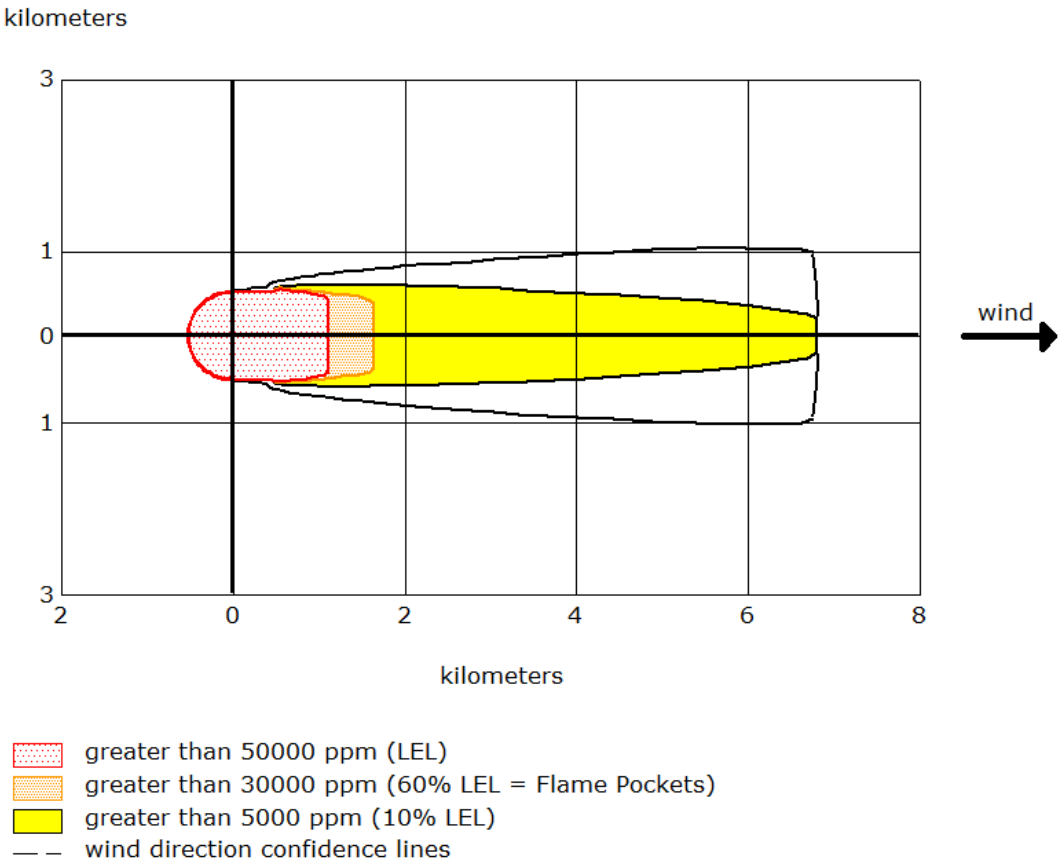


Figura 9. Delimitación de zonas de riesgo para el escenario promedio de meteorología desde la fuente, orientando la pluma en dirección del viento.

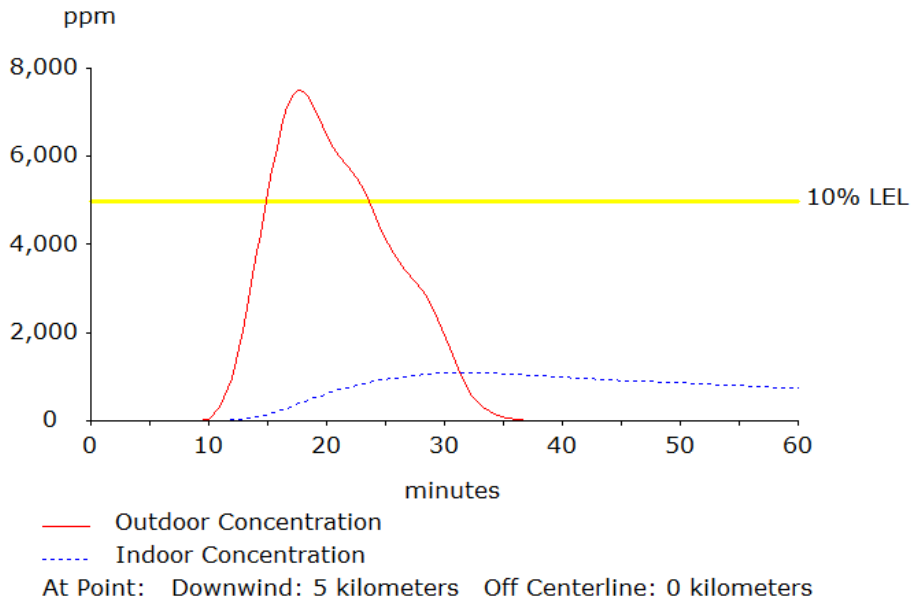


Figura 10. Concentración en función del tiempo desde el inicio del evento a una distancia de 5 km a barlovento para el escenario de meteorología promedio.

6.2 ESCENARIO DE METEOROLOGÍA ADVERSA CON VIENTO DEL ESTE

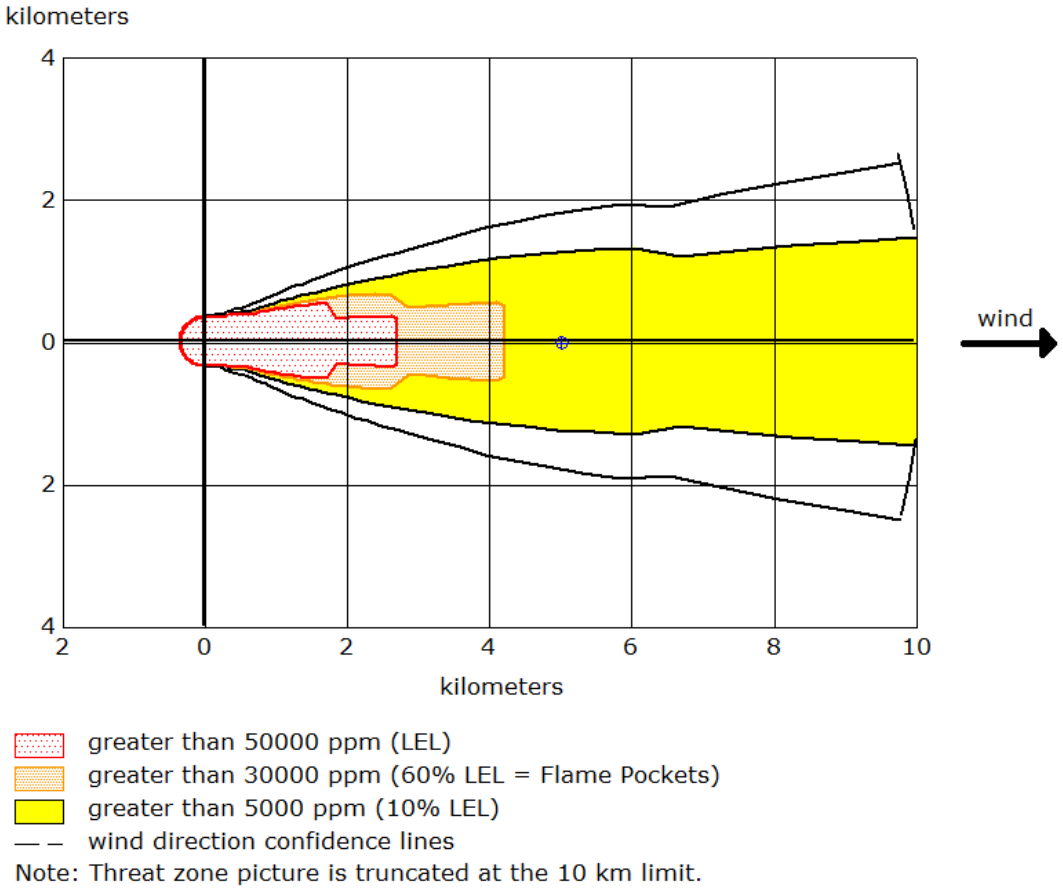


Figura 11. Delimitación de zonas de riesgo para el escenario adverso de meteorología desde la fuente, orientando la pluma en dirección del viento.

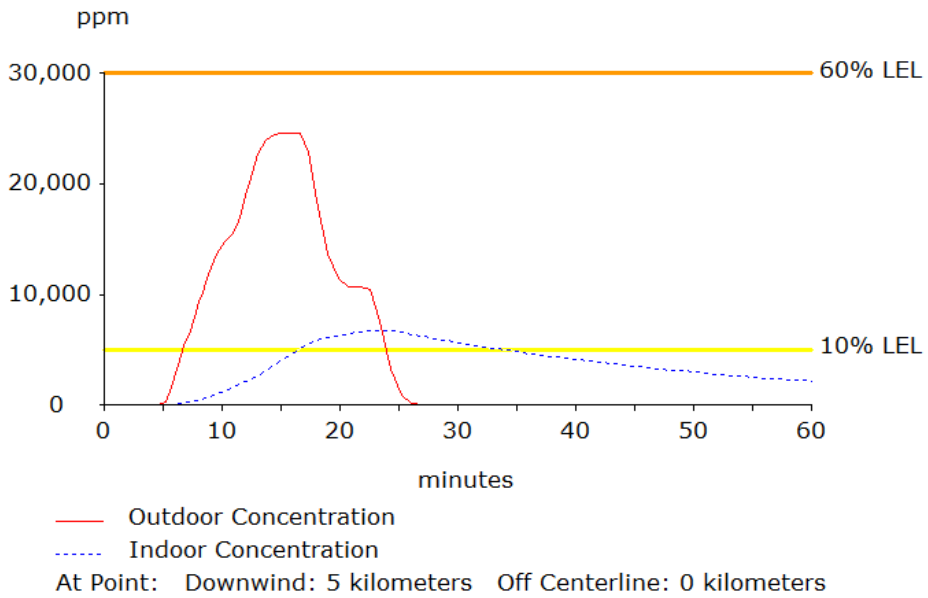


Figura 12. Concentración en función del tiempo desde el inicio del evento a una distancia de 5 km a barlovento para el escenario de meteorología adversa.

6.3 ESCENARIO DE METEOROLOGÍA ADVERSA CON VIENTO DEL NORTE

Se realizó una modelación del mismo escenario adverso pero con vientos provenientes del norte, evaluando la concentración resultante a barlovento en el punto aproximado de ubicación de la FLNG Hilli Episeyo, a una distancia de 3,5 km.

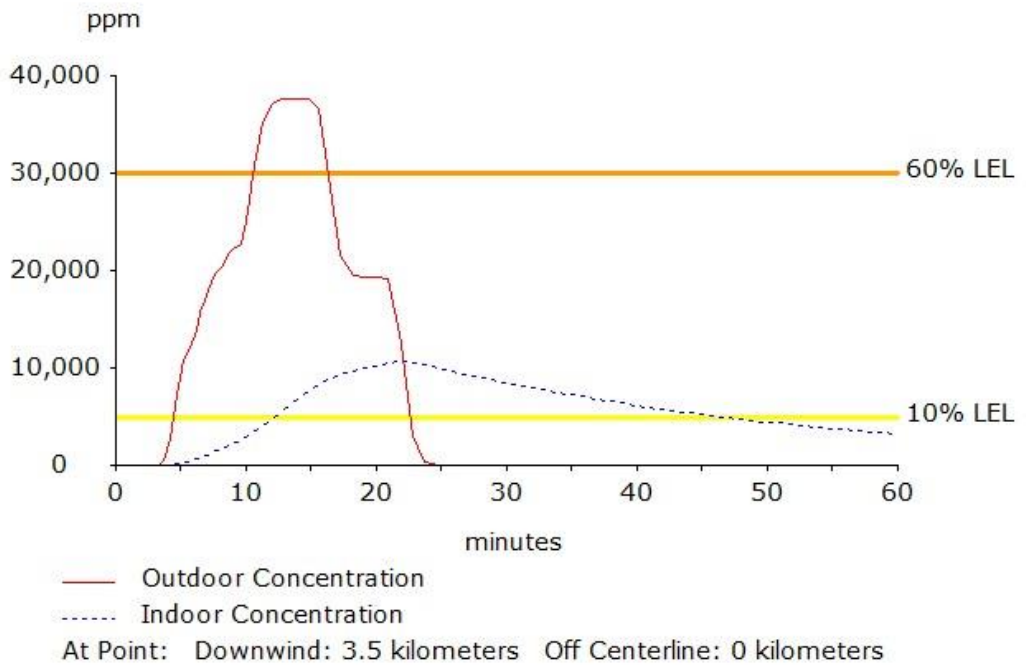


Figura 13. Concentración en función del tiempo desde el inicio del evento a una distancia de 3,5 km a barlovento para el escenario de meteorología adversa, con viento proveniente desde el norte (ubicación aproximada de la FLNG Hilli Episeyo).

7. CONCLUSIONES

A continuación, se resumen los resultados principales de los escenarios modelados.

Tabla 5. Concentraciones máximas encontradas.

Escenario Meteorológico	Velocidad del Viento	Diámetro de Derrame	Duración de 10% LEL a 5 km barlovento	Concentración máxima a 5 km barlovento	Distancia 60% LEL	Distancia 100% LEL
	[m/s]	[m]	[min]	[ppm]	[km]	[km]
Adverso Viento del Este	12,61	549	17	24,500	4,2	2,7
Promedio Viento del Este	5,78	617	8	7.480	1,7	1,1
Adverso Viento del Norte	12,61	549	17	24,500	4,2	2,7

Se definió **el peor escenario posible de liberación de GNL**, tomando de referencia el reporte de SANDIA NATIONAL LABORATORY (2008 y 2004), en el que un acto de sabotaje con un ataque de un tercero genera una perforación de hasta 2,5 m de diámetro, vaciando el total del contenido de un tanque lleno.

Adicionalmente a este peor escenario extremo de liberación, se evaluó **la peor condición meteorológica posible** según un registro de cinco años de condiciones atmosféricas, con una atmósfera estable y viento desde el este y el norte a alta velocidad. Este escenario se plantea como el posible más desfavorable, tanto por la magnitud de la emisión como por las condiciones meteorológicas adversas.

En este peor escenario, con **viento proveniente del este** con dirección a la costa, se encontró que la zona de riesgo alto, definida por un 100% LEL, llega hasta 2,7 km desde el buque; y la zona de riesgo moderado 60% LEL (donde podría haber bolsas de mezcla explosiva) llega hasta una distancia de 4,2 km desde el buque. Por lo tanto, la línea de costa (a 4,5 km del buque) solo es expuesta a las condiciones de bajo riesgo definido como superior al 10% LEL e inferior al 60% con una exposición de 17 minutos con un máximo de concentración de 20.000 ppm o 49% LEL.

En este peor escenario, pero con **viento proveniente del norte** con dirección a la posición del otro buque FLNG, se encontró una concentración máxima de 37.500 ppm de metano siendo equivalente a un 75% LEL y estando un total de 5,5 minutos por encima del umbral del 60% del LEL.

8. RESUMEN CORRIDA ALOHA

- **Escenario Adverso**

```
SITE DATA:
   Location: GOLFO SAN MATÍAS, RIO NEGRO, ARGENTINA
   Building Air Exchanges Per Hour: 1.93 (unsheltered single storied)
   Time: June 18, 2025  2354 hours ST (using computer's clock)

 CHEMICAL DATA:
   Chemical Name: METHANE
   CAS Number: 74-82-8                    Molecular Weight: 16.04 g/mol
   PAC-1: 65000 ppm   PAC-2: 230000 ppm   PAC-3: 400000 ppm
   LEL: 50000 ppm     UEL: 150000 ppm
   Ambient Boiling Point: -161.5° C
   Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
   Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

 ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
   Wind: 12.61 meters/second from E at 10 meters
   Ground Roughness: open water           Cloud Cover: 0 tenths
   Air Temperature: 25.33° C              Stability Class: E
   Inversion Height: 683 meters           Relative Humidity: 35%

 SOURCE STRENGTH:
   Leak from hole in spherical tank
   Flammable chemical escaping from tank (not burning)
   Tank Diameter: 41.3 meters             Tank Volume: 37000 cubic meters
   Tank contains liquid                   Internal Temperature: -163° C
   Chemical Mass in Tank: 17,065 tons     Tank is 99% full
   Circular Opening Diameter: 2.5 meters
   Opening is 0 meters from tank bottom
   Ground Type: Water                     Water Temperature: 14.7° C
   Max Puddle Diameter: Unknown
   Release Duration: 18 minutes
   Max Average Sustained Release Rate: 2,780,000 kilograms/min
      (averaged over a minute or more)
   Total Amount Released: 15,481,108 kilograms
   Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.
   The puddle spread to a diameter of 611 meters.

 THREAT ZONE:
   Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
   Model Run: Heavy Gas
   Red   : 2.7 kilometers --- (50000 ppm = LEL)
   Orange: 4.2 kilometers --- (30000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
   Yellow: greater than 10 kilometers --- (5000 ppm = 10% LEL)

 THREAT AT POINT:
   Concentration Estimates at the point:
   Downwind: 5 kilometers                 Off Centerline: 0 kilometers
   Max Concentration:
      Outdoor: 24,500 ppm
      Indoor:  6,700 ppm
```

- **Escenario Promedio**

```
SITE DATA:
   Location: GOLFO SAN MATÍAS, RIO NEGRO, ARGENTINA
   Building Air Exchanges Per Hour: 0.87 (unsheltered single storied)
   Time: June 18, 2025  2344 hours ST (using computer's clock)

 CHEMICAL DATA:
   Chemical Name: METHANE
   CAS Number: 74-82-8                    Molecular Weight: 16.04 g/mol
   PAC-1: 65000 ppm   PAC-2: 230000 ppm   PAC-3: 400000 ppm
   LEL: 50000 ppm     UEL: 150000 ppm
   Ambient Boiling Point: -161.5° C
   Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
   Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

 ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
   Wind: 5.78 meters/second from E at 10 meters
   Ground Roughness: open water           Cloud Cover: 0 tenths
   Air Temperature: 16.66° C              Stability Class: E
   Inversion Height: 180.3 meters         Relative Humidity: 53%

 SOURCE STRENGTH:
   Leak from hole in spherical tank
   Flammable chemical escaping from tank (not burning)
   Tank Diameter: 41.3 meters             Tank Volume: 37000 cubic meters
   Tank contains liquid                   Internal Temperature: -163° C
   Chemical Mass in Tank: 17,065 tons     Tank is 99% full
   Circular Opening Diameter: 2.5 meters
   Opening is 0 meters from tank bottom
   Ground Type: Water                     Water Temperature: 14.7° C
   Max Puddle Diameter: Unknown
   Release Duration: 18 minutes
   Max Average Sustained Release Rate: 2,790,000 kilograms/min
      (averaged over a minute or more)
   Total Amount Released: 15,481,108 kilograms
   Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.
   The puddle spread to a diameter of 617 meters.

 THREAT ZONE:
   Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
   Model Run: Heavy Gas
   Red   : 1.1 kilometers --- (50000 ppm = LEL)
   Orange: 1.7 kilometers --- (30000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
   Yellow: 6.8 kilometers --- (5000 ppm = 10% LEL)

 THREAT AT POINT:
   Concentration Estimates at the point:
   Downwind: 5 kilometers                 Off Centerline: 0 kilometers
   Max Concentration:
      Outdoor: 7,480 ppm
      Indoor:  1,090 ppm
```

9. BIBLIOGRAFÍA

Environ. 2012. User's Manual AERCOARE Version 1.0. EPA-910/R-12-008, (prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Region 10), Novato, California 04998. Octubre 2012

Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water, DOE, 2004

Breach and Safety Analysis of Spills Over Water from Large Liquefied Natural Gas Carriers, DOE, 2008

Lloyd's Register Consulting - Energy Limited. Terminal GNL Escobar -Revisión independiente. 11100289961 R04 Rev 26 de noviembre de 2020.

Evaluación Integral y Comparativa entre los Estudios de Riesgos, Medidas Mitigatorias y los Informes que Versan sobre la Terminal Portuaria Escobar. Resolución Judicial dictada en Octubre de 2020 - CAIMI (Centro de Aplicaciones Informáticas y Modelado en Ingeniería) - UTNFRR - Noviembre 2020.



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-9: Análisis de Riesgos Ambientales

Junio 2025

ANEXO 6-9: ANÁLISIS DE RIESGOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. ANÁLISIS DE RIESGO: BASES DE CÁLCULO 3

3. SUCESOS INICIADORES 3

4. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS PARA LOS DISTINTOS SUCESOS INICIADORES 6

4.1 SUCESO A: FUGA DE GAS NATURAL DESDE EL DUCTO SUBMARINO 6

4.2 RIESGOS ASOCIADOS A LOS BUQUES DE GNL 8

4.3 SUCESO B: DERRAME DE GNL AL AGUA (FLNG) 8

4.4 SUCESO C: DERRAME DE HIDROCARBUROS AL AGUA 9

4.5 SUCESO D: COLISIÓN DE EMBARCACIONES 10

4.6 SUCESO E: DERRAME DE GNL DESDE EL BUQUE FLNG MKII Y DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE METANO QUE ALCANCE AL BUQUE FLNG HILLI EPISEYO 14

4.7 CUALIFICACIÓN DE LAS FRECUENCIAS 14

5. ANÁLISIS DE LAS CONSECUENCIAS 15

5.1 FUGA DE GAS NATURAL DESDE UN GASODUCTO EN AGUA (SUCESO A) 15

5.2 DERRAME DE GNL DESDE UNA FLNG (SUCESO B) 17

5.3 DERRAME DE HIDROCARBUROS EN OPERACIONES DE ABASTECIMIENTO (SUCESO C) 20

5.4 COLISIÓN ENTRE BARCOS (SUCESO D) 21

5.5 DERRAME DE GNL DESDE EL BUQUE FLNG MKII Y DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE METANO QUE ALCANCE AL BUQUE FLNG HILLI EPISEYO (SUCESO E) 21

5.6 ESTIMACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS 21

6. ESTIMACIÓN DEL RIESGO CUALITATIVO DE LOS SUCESOS INICIADORES 24

7. CUALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POR UNA POTENCIAL INTERACCIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES CONTEMPLANDO AMBOS BUQUES Y LOS DUCTOS ASOCIADOS 25

8. EVALUACION Y RESULTADOS 28

9. BIBLIOGRAFÍA 28

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

1. INTRODUCCIÓN

En base al estudio antecedente Análisis de Riesgos Ambientales efectuado para la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM (Capítulo 7, Anexo 10) y la información disponible sobre la Etapa 2 del proyecto, en el presente apartado se analizan los Riesgos Ambientales de la incorporación de un nuevo Buque FLNG (MKII) ubicado a 3,5 km al Norte del Buque FLNG anteriormente analizado (Hilli Episeyo) y equidistante a 4,5 km de la costa. Las fuentes bibliográficas y la metodología de análisis son las mismas a las utilizadas en el estudio antecedente, con la incorporación de consideraciones sobre los efectos de la actividad conjunta de ambas unidades.

Por lo tanto, se señala que la metodología aplicada es una aproximación, en la medida de la información disponible y los escenarios considerados a la Norma UNE 150008:2008, desarrollada por la Asociación Española de Normalización y Fiscalización, con un enfoque metodológico del tipo no experimental, analítico y descriptivo. Esta norma se desarrolló siguiendo la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y el Consejo del 21 de abril de 2004 sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y la reparación de daños ambientales.

El objetivo del análisis es la estimación cualitativa de que un determinado evento pueda presentar situaciones de riesgo para el ambiente, que debidamente clasificadas en cuanto a su probabilidad y severidad, teniendo en consideración los aspectos antes mencionados, permitan establecer criterios de acción y de respuestas acordes a su magnitud. No se trata de obtener niveles de riesgo cuantitativos, sino mediciones relativas que den a cada situación planteada una estimación, sobre la base de la cual se fijarán los niveles de aceptación y diseño de las acciones de respuesta.

2. ANÁLISIS DE RIESGO: BASES DE CÁLCULO

El riesgo ambiental es el resultado de una función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un determinado escenario de accidente y las consecuencias negativas del mismo sobre el entorno natural, humano y socioeconómico.

Riesgo = f (probabilidad o frecuencia, consecuencia)

Habitualmente esta función toma la forma del siguiente producto:

Riesgo = Probabilidad o Frecuencia x Consecuencia

El escenario de accidente se genera a partir de un Suceso Iniciador que tiene una frecuencia dada. A continuación, se presenta la caracterización de los sucesos iniciadores considerados para este estudio.

3. SUCESOS INICIADORES

Los sucesos iniciadores en relación con la operación del Buque FLNG MKII y las potenciales interacciones con el Buque FLNG Hilli Episeyo se relacionan con las fugas de las diferentes sustancias peligrosas consideradas en el proyecto que podrían resultar perjudiciales al medio ambiente.

Sucesos propios del Gasoducto Submarino (de abastecimiento del Buque FLNG MKII):

- **Fuga de gas natural desde el ducto submarino → Suceso A**

Sucesos propios de la operación del Buque FLNG MKII:

- **Derrame de GNL al Agua → Suceso B**
- **Derrame de hidrocarburos al agua → Suceso C**
- **Colisión de embarcaciones → Suceso D**

Sucesos iniciadores considerando la potencial interacción de ambos Buques FLNG:

- **Derrame de GNL desde el Buque FLNG MKII y dispersión de una nube de metano que alcance al Buque FLNG Hilli Episeyo → Suceso E**
- Las interacciones de los Sucesos A, B, C y D del Buque FLNG MKII con los respectivos sucesos iniciadores del Buque FLNG Hilli Episeyo.

La identificación de sucesos iniciadores se ha realizado en base a:

- La peligrosidad intrínseca de las sustancias involucradas.
- La generación accidental de sustancias peligrosas.
- La peligrosidad derivada de las condiciones de almacenamiento y operación.

En relación con la peligrosidad de las sustancias involucradas, se presenta una breve síntesis de sus características y sus peligros asociados.

El **GNL** es el producto de la licuefacción del Gas Natural (GN), compuesto principalmente de metano. Su densidad a -162 °C y a 1 atmósfera de presión es aproximadamente de 0,43 t/m^3, ocupando unas 1/580 veces el volumen de la sustancia en forma gaseosa. A una atmósfera, el punto de ebullición se alcanza aproximadamente a -161,5 °C, y el punto de autoignición es de unos 537 °C. Respecto de la capacidad de inflamabilidad del gas, hay que tener en cuenta que solamente cuando el GN forma mezclas con el aire con una concentración de entre el 5% y el 15% es inflamable (Figura 1). El GNL vertido directamente sobre una superficie caliente (como el agua[1]) podría provocar un brusco cambio de fase denominado Transición de Fase Rápida (RPT, por sus siglas en inglés)[2].

[1] El GNL se evapora rápidamente al exponerse a fuentes de calor ambiente, como por ejemplo el agua, produciendo aproximadamente 600 metros cúbicos de gas natural por cada metro cúbico de líquido.

[2] Un riesgo potencialmente significativo para el medio ambiente y la seguridad asociado con el transporte de GNL guarda relación con la *transición de fase rápida* (RPT) que puede producirse durante el vertido accidental de GNL en el agua a un ritmo muy rápido. La transferencia de calor del agua en el GNL vertido provoca la conversión inmediata del GNL de su fase líquida a su fase gaseosa. La gran cantidad de energía liberada durante una RPT puede provocar una explosión física sin combustión ni reacción química. Los riesgos asociados a las transiciones de fase rápida pueden ser graves, aunque normalmente limitados al área del vertido.

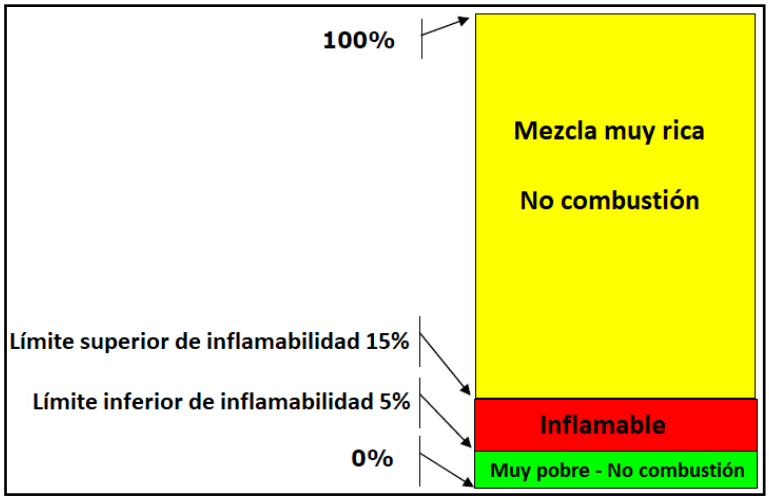


Figura 1. Inflamabilidad del metano según porcentajes de concentración. Fuente: CEE (2012).

Los riesgos de incendios y explosiones en las instalaciones de GNL pueden responder a la presencia de fuentes de ignición en el momento en el que se produzcan fugas. Las fuentes posibles de ignición incluyen las chispas asociadas con la acumulación de electricidad estática, relámpagos y llamas expuestas. El vertido accidental de GNL puede generar la formación de un charco líquido que se evapora, lo que podría resultar en incendios de charco y/o la dispersión de una nube de gas natural procedente de su evaporación.

El almacenamiento de grandes cantidades de GNL en los tanques puede resultar en un fenómeno conocido como *vuelco*. Los vuelcos pueden producirse cuando el GNL se estratifica en capas de distinta densidad dentro del tanque de almacenamiento, lo que genera presiones que, en el caso de válvulas de seguridad que no funcionen correctamente, podría provocar daños estructurales.

Las condiciones operativas pueden introducir circunstancias de peligro adicionales a las asociadas a la peligrosidad intrínseca de las sustancias. Las operaciones principales que se llevan a cabo en las instalaciones son el transporte, la licuefacción y el almacenamiento.

La baja temperatura del GNL puede implicar:

- Posibilidad de quemaduras frías por contacto directo con la piel. Si se libera GNL, el contacto directo con el líquido criogénico congelará el punto de contacto y dañará los tejidos de humanos, animales y fauna acuática. Se ha de manipular con equipo de protección personal adecuado.
- Comportamiento como gas pesado de los vapores que se producen al ser derramado sobre superficies a temperatura ambiente. Estos vapores son visibles fácilmente (tienen aspecto blanquecino) por la condensación de la humedad ambiente, y se desplazan a ras de tierra siguiendo la dirección del viento o buscando las depresiones de las superficies sobre las que se dispersa (pendientes, vaguadas, oquedades, redes de drenaje, etc.). Una vez que aumenta su temperatura, la nube pierde visibilidad (siendo aún inflamable) y se dispersa como gas más ligero que el aire por tener un peso molecular inferior a este último.
- Posibilidad de producir grandes nubes inflamables debido al fuerte intercambio térmico con el terreno en caso de derrame.

Las condiciones de presión del gas natural en los ductos añaden, además, la posibilidad de:

- El escape a través de un orificio de un gas a alta presión determinará la formación de un chorro turbulento que diluye rápidamente el producto en el ambiente. Al ser el gas inflamable, si encuentra un punto de ignición cercano (por chispa, electricidad estática o energía cinética) se desarrollará un dardo de fuego.

La otra sustancia que se contempla en el análisis es el ***Low-Sulfur Marine Gas Oil***, un combustible utilizado en motores diesel marinos, consistente en una combinación compleja de hidrocarburos producida por la destilación del petróleo crudo, compuesta de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C9 a C20 y con un intervalo de ebullición aproximado de 163°C a 370°C (325°F a 675°F). La fracción de hidrocarburos volátiles es de 30%. Tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Los vertidos forman una película sobre la superficie del agua impidiendo la transferencia de oxígeno. Muy nocivo para la salud humana. Las características de dicho producto se ajustan a la norma ISO 8217/2017 e IMO 2020 (Su ficha de seguridad se encuentra disponible en https://productos-y-servicios.ypf.com/Low-Sulfur-Marine-GO.html).

4. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS PARA LOS DISTINTOS SUCESOS INICIADORES

Al igual que en el análisis realizado para el Buque FLNG Hilli, ante la falta de información histórica disponible para condiciones similares de accidentes y derrames, se utilizan criterios cualitativos sobre la base de factores que pueden aumentar o disminuir la probabilidad del suceso. Existen fuentes con datos de frecuencias presentados en términos que podrían ser comparados, pero los mismos no corresponden a las características específicas aquí evaluadas y solo se pueden usar como una guía para definir indicadores cualitativos que se presentan luego de analizar distinta información de frecuencias sobre los distintos sucesos contemplados y seleccionados en función de la posible afectación ambiental que pueden generar.

4.1 SUCESO A: FUGA DE GAS NATURAL DESDE EL DUCTO SUBMARINO

El diseño del ducto submarino, para este nuevo buque es semejante al previsto para el proyecto del FLNG Hilli Episeyo, contempla caños de acero con un diámetro óptimo de 24 pulgadas revestidos con PEAD y concreto de 3". El tramo submarino tendrá una longitud aproximada de entre 4,8 y 5 km con una pared de 12,7 mm (0,500"). El espesor mínimo de concreto de 3" será adicionado con mineral de hierro, de densidad 3.000 kg/m^3 para evitar la flotación. Contará, también con una protección catódica y la correspondiente tapada, de acuerdo con la Descripción del Proyecto (ver Capítulo 3).

En función de las características del ducto, antes descriptas y de acuerdo con fuentes bibliográficas utilizadas para asignar frecuencia de este tipo de sucesos iniciadores y sintetizadas en el Análisis de Riesgos Ambientales antecedente, tales como IOPG 434-04 (2019). Documento que incluye las frecuencias de falla de gasoductos en alta mar, indicando que depende de la ubicación en el gasoducto y del diámetro de este en tuberías de acero. Una síntesis de sus valores en relación con las características del gasoducto se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Frecuencias de falla de tuberías. Fuente: IOPG 4343-04 (2019).

Segmento	Categoría por Diámetro	Frecuencia de Falla por km/año
Segmento I de tuberías de acero Zona de seguridad	Diámetro >16”	$4{,}1x10^{-4}$
Segmento II de tuberías de acero Mar abierto		$5{,}3x10^{-5}$
Segmento III de tuberías de acero Zona de recalada		$2{,}6x10^{-4}$

Estos valores fueron derivados de la información de PARLOC (2012) que analiza las liberaciones en la plataforma continental del Reino Unido en el período de 2001 a 2012 inclusive. Muchos de los incidentes incluidos tuvieron pocas o ninguna implicancia para la seguridad. Señalando que, para cañerías de acero de diámetro mayor a 16 pulgadas, sin indicar la zona donde ocurrió la falla, se estiman 7 incidentes entre 2001-2012 que dan una frecuencia de $6{,}45 \times 10^{-5}$ km/año. El bajo número de incidentes da altos niveles de incertidumbre en las frecuencias derivadas.

El reporte IOPG 434-04 (2019) señala la importancia de establecer una distribución del tamaño del orificio (falla), ya que la gravedad de las consecuencias de una fuga depende de esta variable. Los datos proporcionados al estudio PARLOC (2012), indican que esta información no está disponible para 122 de las 160 fugas en fase operativa. Por lo que analizan la Base de Datos de Emisiones de Hidrocarburos (HCRD) de HSE del Reino Unido. El trabajo, también, señala que aunque la base de datos EGIG14 de las fugas para el período 1970-2013 (Tabla 2), proporciona información sobre las frecuencias de fallo en relación con un parámetro de la tubería (por ejemplo, diámetro, presión, espesor de la pared), en general no ofrece la posibilidad de realizar análisis de correlación (El informe proporciona la siguiente ilustración: *"En otras palabras, con la base de datos EGIG es posible establecer la frecuencia de incidentes de tuberías de 42 pulgadas o establecer la frecuencia de incidentes de tuberías con un espesor de pared de 15 mm, pero no es posible calcular la frecuencia de incidentes de las tuberías de 42 pulgadas con un espesor de pared de 15 mm"*). Los usuarios de los datos deben tener en cuenta esta importante limitación.

Tabla 2. Frecuencia de falla primaria, diámetro de la tubería y tamaño de fuga (1970-2013). Fuente: IOPG 434-04 (2019) modificado de EGIG (2014).

Diámetro Nominal	Exposición del Sistema por 100 km/año	Frecuencia de Falla de Tuberías por 1.000 km/año					
		Desconocido	Orificio/ Grieta	Agujero	Ruptura	Total 1970-2013	Total 2004-2013
Diámetro<5”	0,436	0,005	0,445	0,286	0,133	0,869	0,415
5” ≤Diámetro< 11”	1,066	0,008	0,280	0,197	0,064	0,549	0,262
11” ≤Diámetro<17”	0,714	0,004	0,127	0,098	0,041	0,27	0,129
17” ≤Diámetro<23”	0,442	0,005	0,102	0,050	0,034	0,191	0,091
23” ≤Diámetro<29”	0,401	0,000	0,085	0,027	0,012	0,124	0,059
29” ≤Diámetro<35”	0,214	0,000	0,023	0,005	0,014	0,042	0,020
35” ≤Diámetro<41”	0,389	0,000	0,023	0,008	0,003	0,034	0,016
41” ≤Diámetro<47”	0,146	0,000	0,007	0,000	0,000	0,007	0,003
Diámetro≥ 47”	0,170	0,000	0,006	0,006	0,006	0,018	0,009

Por lo expuesto en los párrafos anteriores y en función de las características del ducto, se asigna un índice cualitativo de probabilidad de ocurrencia de incidentes de acuerdo con los valores que se presentan en la Tabla 9.

4.2 RIESGOS ASOCIADOS A LOS BUQUES DE GNL

Maciej Gucma y Jun-min Mou (2022) interpretan los accidentes e incidentes registrados en dos grandes bases de datos, DNV (Det Norske Veritas) y en la base de datos IHS Markit del año 2022. En el marco de su análisis, indican que el número general de transportadores de GNL que estuvieron involucrados en cualquier tipo de evento corresponde a 269 de los cuales clasifican a 70 como *Serios* y a 199 como *No Serios*. En relación con la contaminación generada, la base de datos de IHS indica que sólo 5 eventos presentaron factores de contaminación.

Tabla 3. Tipos de accidentes/incidentes con buques de GNL. IHS Markit data base (abril de 2022). Fuente: Maciej Gucma y Jun-min Mou (2022).

Tipos de Accidentes	Número de Eventos
Colisiones	39
Contacto	11
Fuego / Explosión	20
Hundimiento	0
Daños en el casco / maquinaria	170
Varado	18

La base de datos para buques de gases licuados de los tipos GNL proporciona datos estadísticamente interesantes, donde los accidentes son raros, 69 casos marcados con clave grave y 207 casos de eventos no graves en 59 años de análisis.

Se debe destacar que las condiciones en las instalaciones pueden ser muy diferentes, y las comparaciones de conjuntos de datos de distintas plataformas son difíciles debido a los diversos tipos de fluidos y factores ambientales considerados.

La información de frecuencia específica de los tres sucesos iniciadores considerados para la unidad se presenta en los siguientes párrafos.

4.3 SUCESO B: DERRAME DE GNL AL AGUA (FLNG)

Dado que no se cuenta con estimaciones de frecuencias de derrames ni tampoco con un estudio propio del Buque FLNG MKII, se considera para este suceso la información del Buque FLNG Hilli Episeyo (Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM), de acuerdo con el informe *Safety Studies For Golar FLNG, Leak Frequency Analysis* (2014) utilizado en el Análisis de riesgo Ambientales antecedente. Este informe indica que la mayoría de las liberaciones (59%) se encuentran dentro de la categoría de tasas de liberación pequeñas (0,1-1 kg/s), mientras que las liberaciones de tamaño mediano (1-10 kg/s) y grandes (>10 kg/s) son la fuente del 24% y el 18% de los sucesos, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de frecuencia de fuga de acuerdo con sus dimensiones y ubicación. Fuente: Safety Studies For Golar FLNG, Leak Frequency Analysis (2014).

Ubicación / Dimensión de la Fuga	Elevadores	Brazos de Descarga	Parte Superior	Total	%
Pequeña	2,34E-03	2,64E-03	5,58E-01	5,63E-01	59%
Mediana	3,33E-03	9,23E-04	2,23E-01	2,28E-01	24%
Grande	3,33E-03	6,30E-04	1,66E-01	1,70E-01	18%
Total	9,00E-03	4,20E-03	9,48E-01	9,61E-01	100%
%	0,94%	0,44%	98,63%	100,00%	

En este caso se considera una fuga grande, es decir con una frecuencia de 0,17/año, valor extremadamente conservativo por no contar con datos de frecuencias bibliográficos suficientes para este tipo de derrames. En el Anexo 6-8 del presente EIA, se modela la dispersión de las emisiones gaseosas de metano y las conclusiones se dan para el peor escenario, el cual contempla la ruptura de un tanque, cuya frecuencia es mucho menor a la contemplada para este caso, sus resultados se tienen en cuenta para evaluar las consecuencias y para analizar el Suceso E.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores y en función de las características del derrame y su origen, se asigna al suceso un puntaje cualitativo de probabilidad de ocurrencia de acuerdo con los valores que se presentan en la Tabla 9.

4.4 SUCESO C: DERRAME DE HIDROCARBUROS AL AGUA

Las operaciones de abastecimiento de combustible son habituales, cuando los buques de transporte reciben combustible en el puerto de escala para continuar la navegación. Estas operaciones se llevan a cabo a menudo con la ayuda de buques especializados mediante el bombeo de productos derivados del petróleo (en este caso *Low-Sulfur Marine Gas Oil*) a los buques de transporte en el fondeadero o en los atracaderos.

Si bien hay numerosa bibliografía y estadísticas sobre incidentes de derrame durante la carga o descarga de un petrolero en el puerto, lo que implica la transferencia de miles de toneladas de combustible, se ha encontrado muy poca información sobre los accidentes ocurridos en las actividades de reabastecimiento. Por ejemplo, en el sitio web Safety4sea se encuentra el artículo de Nichol (2018), donde se indica que las operaciones de abastecimiento de combustible son operaciones rutinarias pero críticas y de alto riesgo que requieren ser cuidadosamente planificadas y realizadas por la tripulación de acuerdo con los procedimientos establecidos a bordo. El artículo señala que en la mayor parte de las transferencias de combustible no hay incidentes, muy ocasionalmente pueden ocurrir. Una pérdida de contención debido a un desbordamiento de un tanque o una fuga debido a fallas en las tuberías o las mangueras de transferencia puede provocar un derrame por la borda y la contaminación el medio marino. Según la experiencia del autor sólo en una minoría de los casos se producen derrames debido a fallos en las mangueras o tuberías, las cuales deben someterse a pruebas de presión periódicamente. Además, el nivel general de mantenimiento de los sistemas de tuberías de combustible de cubierta de los buques ha mejorado notablemente. Luego se detallan las causas más frecuentes de derrames durante las operaciones de reabastecimiento, indicando que no deben tomarse necesariamente de forma aislada, ya que pueden ocurrir debido a una combinación de estos factores:

- Falla en la instalación correcta de las válvulas del sistema de tuberías: el problema principal aquí es que el flujo de combustible se dirige a donde no está previsto.
- No monitorear diligentemente los niveles de los tanques durante el abastecimiento de combustible: no solo los tanques designados sino también otros tanques en el sistema.

- Transferencia de combustible a una velocidad o presión excesiva: esto corre el riesgo de exceder la presión o capacidad de diseño del sistema y también aumentará el estrés operativo de la tripulación.
- Bloqueo de aire: cuando el aire queda atrapado en el tanque debido a una velocidad de bombeo, ajuste o escora excesivos, lo que provoca una descarga repentina e inesperada de niebla o aceite del ventilador del tanque.
- Mal funcionamiento de las válvulas: Esto puede estar asociado con pruebas o mantenimiento deficientes de las válvulas.

Este autor, aclara que la mayoría de los incidentes se deben a errores humanos, tales como complacencia, planificación inadecuada y negligencia en el cumplimiento de los procedimientos operativos, mala comunicación a bordo y entre el buque y la barcaza, alta carga de trabajo, operaciones y demandas simultáneas, fatiga, fallas de mantenimiento (válvulas defectuosas del sistema de combustible o defectos en los sistemas de medición del nivel del tanque) o mal diseño (disposición inadecuada de las salidas de aire del tanque y compartimentos de almacenamiento de muy pequeña capacidad).

Para actividades de reaprovisionamiento de buques en puerto, se puede citar el trabajo de Chura (2021) en el cual hace un estudio estadístico de los derrames producidos en operaciones de abastecimiento de combustible realizadas en el gran puerto marítimo de Novorossiysk (Rusia). Allí se destaca que, en el período estudiado, 2015 – 2020, de acuerdo con los datos presentados, la frecuencia de un accidente en el puerto fue de $2{,}9 \times 10^{-4}$ por cada operación de abastecimiento de combustible.

Por su parte, Spouge (2019) estima que la frecuencia general de derrame de una tonelada o más de petróleo durante la carga o descarga de un petrolero en el puerto es de $1{,}1 \times 10^{-5}$ por operación de transferencia, es decir, aproximadamente 1 de cada 100.000 transferencias.

En función de las características del derrame modelado en el Anexo 6-5 del presente EIA, de acuerdo con las fuentes bibliográficas utilizadas para asignar la frecuencia de este tipo de sucesos iniciadores, tales como Chura (2021) y Spouge (2019), se asigna un índice cualitativo de probabilidad de ocurrencia de incidentes de acuerdo con los valores que se presentan en la Tabla 9.

4.5 SUCESO D: COLISIÓN DE EMBARCACIONES

Los choques de buques se han definido como un Peligro de Accidente Mayor (MAH, por sus siglas en inglés) con distintos posibles escenarios de colisión detallados en el Registro de Peligros Mayores y analizados en detalle en el trabajo de Bon Guk Koo (2018), quien considera tres categorías diferentes:

- Embarcaciones que pasan por el lugar, tales colisiones involucran tráfico marítimo donde el pasaje del buque no está relacionado con las actividades propias de la instalación. Incluye buques mercantes, buques de pasajeros, buques militares, barcos de pesca y otro tráfico relacionado en alta mar que opera hacia o desde otras instalaciones.
- Embarcaciones relacionadas con la operación de la FLNG, tales colisiones involucran grandes transportistas que se acercan a la instalación para retirar productos de carga. Impacto por un transportador de GNL en una configuración lado a lado; Impacto por un buque cisterna de descarga de condensado en una configuración en tándem.
- Embarcaciones de apoyo en el campo, tales colisiones involucran buques más pequeños que sirven a la instalación como buques de reserva, buques de remolque para buques cisterna de descarga, transferencias de personal y actividades de suministro y mantenimiento.

También es posible categorizar las colisiones de barcos en función de cómo se acerca el buque que choca en el momento de la colisión:

- Las colisiones con motor (de frente) suceden cuando el movimiento del buque obedece a la potencia de sus motores cuando choca con la instalación y pueden deberse a errores de navegación o maniobra, fallas en el mantenimiento de la guardia, mala visibilidad o uso ineficaz del radar.
- Las colisiones por maniobra ocurren cuando el buque que choca no reduce su velocidad lo suficiente e impacta la instalación mientras maniobra para posicionarse para las operaciones de transferencia o descarga por parte del buque de transporte o del buque de suministro respectivamente.
- Las colisiones a la deriva ocurren cuando el buque que choca se desplaza hacia la instalación debido a una pérdida de propulsión, falla de la dirección, falla del amarre o del cable de remolque o bajo la influencia de factores ambientales como olas, corrientes y vientos.

Las colisiones con motor suelen ocurrir a velocidades más altas que las colisiones por maniobras, que a su vez ocurren a velocidades más altas que las colisiones por deriva.

Las posibles causas de colisión de buques identificadas en el Informe HAZID sobre descarga incluyen (DNV, 1999):

- Condiciones meteorológicas adversas que provoquen mala visibilidad o mares agitados;
- Fallo mecánico de los sistemas de propulsión o dirección;
- Fallos en la gestión de HSE, incluidos procedimientos inadecuados/control procedimental de los movimientos del buque;
- Errores humanos, incluidos mala marinería, planificación inadecuada, mala navegación, guardia inadecuada, malas prácticas por negligencia, etc.

El autor menciona que a falta de datos de campo específicos sobre los tamaños y velocidades potenciales de los buques que pasan, ha hecho una serie de suposiciones sobre el tráfico de buques. En la Tabla 5 se presentan tamaños representativos de buques mercantes y su tamaño promedio (OGP, 2010).

Tabla 5. Desplazamiento de buques. Fuente: Bon Guk Koo (2018) Modificado de OGP (2010).

Tamaño del Buque (DWT)	Tamaño Promedio (DWT)	Desplazamiento Promedio	
		Ton	Kg
0 – 1500	750	1,071	1,071,429
1500-5000	3,250	4,643	4,642,857
5000-15000	10,000	14,286	14,285,714
15000-40000	27,500	39,286	39,285,714
>40000	50,000	71,429	71,428,571
	100,000	142,857	142,857,143

El rango anterior de desplazamientos de buques y velocidades de colisión se ha considerado en el análisis para obtener una idea de las energías de impacto potenciales. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Energía de Impacto por colisiones de barcos que pasan. Fuente: Bon Guk Koo (2018).

Desplazamiento del Buque (Ton)	Escenario	Velocidad (m/s)	Energía de Impacto (MJ)		Categoría de Daño
			Propulsado	Deriva	
1.071	Deriva	1,0	-	1	Insignificante
	Propulsado	4,1	10	-	Insignificante
	Propulsado	6,2	22	-	Menor
4.643	Deriva	1,0	-	3	Insignificante
	Propulsado	4,1	43	-	Menor
	Propulsado	6,2	97	-	Significativo
14.286	Deriva	1,0	-	11	Insignificante
	Propulsado	4,1	133	-	Severo
	Propulsado	6,2	299	-	Pérdida total
39.286	Deriva	1,0	-	29	Menor
	Propulsado	4,1	365	-	Pérdida total
	Propulsado	6,2	822	-	Menor
71.429	Deriva	1,0	-	53	Significativo
	Propulsado	4,1	664	-	Pérdida total
	Propulsado	6,2	1.495	-	Pérdida total
142.857	Deriva	1,0	-	106	Severo
	Propulsado	4,1	1.495	-	Pérdida total
	Propulsado	6,2	2.989	-	Pérdida total

Como quedó expresado, las colisiones de buques de paso pueden ser del tipo motorizado o a la deriva. Según los datos presentados en la Tabla 6 solo el 3,5 % de dichas colisiones son del tipo a la deriva, que normalmente se producen a velocidades bajas de menos de 1 m/s (aproximadamente 2 nudos). Sin embargo, es probable que las colisiones de buques que pasan a motor se produzcan hasta la velocidad de crucero típica de la nave. Una velocidad de 12 nudos se utiliza comúnmente como valor representativo para las colisiones de buques mercantes a motor (DNV, 1999). Estos valores de desplazamientos de barcos y velocidades de colisión se utilizan para obtener una idea de las energías de impacto potenciales.

Para colisiones a la deriva a 2 nudos, el nivel de daño es insignificante o menor para tamaños de desplazamiento de buques de hasta 70.000 toneladas. Para el tamaño de desplazamiento de buques de 140.000 toneladas, el nivel de daño aumenta a significativo/severo.

En el caso de colisiones a motor, el daño está en el nivel insignificante para un desplazamiento de 4.643 toneladas con velocidades de 8 y 12 nudos respectivamente. El nivel menor representa un desplazamiento de buque de 4.643 toneladas, mientras que el nivel severo representa 14.286 toneladas. El autor indica que, si se exceden estas condiciones, es difícil considerarlas en términos de gestión de riesgos dentro de una matriz de peligros.

Para todos los tamaños de buques mayores, la categoría de daño por colisiones con motor es una pérdida total de integridad. Se ha calculado la frecuencia de paso de los buques, basándose en la base de datos de OGP sobre los movimientos de los buques en las inmediaciones durante un año calendario, como se indica en las Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 7. Energía de impacto para colisión de buque de descarga de GNL. Fuente: Bon Guk Koo (2018).

Escenario de Colisión	Desplazamiento (Ton)	Velocidad (m/s)	Energía de Impacto (MJ)		Categoría del Daño
			Proa contra Popa	Costado	
Propulsado al arribar	59.600	2,6	216	-	Pérdida total
Maniobras de arribo	59.600	1	-	44	Menor
	59.600	0,5	-	11	Insignificante
Maniobras de partida	156.800	0,5	-	29	Menor

La mayoría de las colisiones entre buques visitantes que prestan servicios a una instalación en alta mar se produce cuando el buque está atracado junto a la instalación. La causa suele ser un error humano y la consecuencia suele ser un impacto de baja energía (golpe). En el caso de las colisiones con motor a la llegada, los escasos datos históricos confirman que las colisiones se han producido efectivamente a la velocidad máxima de tránsito del buque visitante.

Las velocidades de impacto de las colisiones a motor que involucran a buques de apoyo durante las maniobras suelen estar en el rango de 0 a 6 nudos (0 a 3 m/s). En el caso de las colisiones a la deriva, la velocidad del buque depende de una serie de factores, entre ellos la forma del buque, la velocidad del viento, las corrientes y, en particular, los movimientos inducidos por las olas relacionados con la altura de estas. La experiencia pasada indica que una velocidad de colisión razonable (máxima) para colisiones a la deriva que involucran embarcaciones de apoyo en el campo es de aproximadamente 2 nudos (1 m/s).

En la Tabla 8 se presentan los datos de los valores de la Plataforma Continental del Reino Unido (UKCS) y de todo el mundo. Estos se toman de los datos de OGP, que a su vez se basan en el Banco de Datos Mundial de Accidentes Offshore.

Tabla 8. Datos de frecuencia de colisiones. Fuente: Bon Guk Koo (2018).

Tipo de Buque	Insignificante 0 – 14 MJ	Menor 15 – 49 MJ	Significativo 50 – 99 MJ	Severo > 100 MJ	Pérdida Total > 200 MJ	%
Buque pasando	$7,46 \times 10^{-6}$	$4,39 \times 10^{-6}$	$3,51 \times 10^{-6}$	$1,32 \times 10^{-6}$	$1,32 \times 10^{-6}$	0,0
LNG carriers	$1,71 \times 10^{-3}$	$5,13 \times 10^{-3}$	-	-	$1,04 \times 10^{-5}$	3,0
Buques cisterna de descarga de condensado	$5,70 \times 10^{-4}$	$1,71 \times 10^{-3}$	-	$3,48 \times 10^{-6}$	-	1,0
Buques multipropósito (1000DWT)	$1,05 \times 10^{-1}$	$1,39 \times 10^{-4}$	-	-	-	46,0
Buques multipropósito (1800DWT)	$1,14 \times 10^{-1}$	$1,51 \times 10^{-5}$	-	-	-	50,0
Total	$2,21 \times 10^{-1}$	$7,13 \times 10^{-3}$	$3,51 \times 10^{-6}$	$1,18 \times 10^{-5}$	$1,18 \times 10^{-5}$	
Porcentaje	96,9	3,1	0,0015	0,0052	0,0052	100

Los resultados del trabajo de Bon Guk Koo (2018) se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El riesgo estimado de colisiones de buques de descarga (o carga) de GNL y condensado de alta energía (> 100 MJ) que resulten en una pérdida total o grave de la integridad de la instalación de GNL es de aproximadamente $1,4 \times 10^{-5}$.

- La mayoría de los riesgos de colisión de buques de apoyo en el campo caen en la categoría de daño insignificante ($2{,}2 \times 10^{-1}$ por año). Se supone que estos buques están sujetos a controles de aproximación menos estrictos que los de los transportistas de exportación.
- Las colisiones restantes caen en la categoría de daño menor ($2{,}9 \times 10^{-4}$ por año) y comprenden las colisiones de alta velocidad a la llegada.
- La frecuencia de las colisiones de buques de alta energía (> 100 MJ) que resultan en una pérdida total o grave de la integridad de la instalación de GNL se ha estimado en $9{,}7 \times 10^{-6}$ por año, utilizando datos genéricos mundiales, con un factor de reducción por estar ubicados muy lejos de cualquier ruta de navegación principal.

Dadas las características de la nueva embarcación y del análisis bibliográfico sobre las frecuencias de este tipo de sucesos, se asigna un índice cualitativo de probabilidad de ocurrencia de este tipo de incidentes de acuerdo con los valores que se presentan en la Tabla 9.

4.6 SUCESO E: DERRAME DE GNL DESDE EL BUQUE FLNG MKII Y DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE METANO QUE ALCANCE AL BUQUE FLNG HILLI EPISEYO

La modelación de dispersión de una nube de metano desde el Buque FLNG MK II, en el Anexo 6-8 del presente EIA, considera el peor escenario, un ataque terrorista que provoca una perforación a un tanque de 2,5 m de diámetro en el hemisferio inferior del tanque, liberando la totalidad de la carga. En esas condiciones, de acuerdo con los resultados de la modelación contemplando vientos predominantes del norte, la nube de metano llegaría hasta el Buque FLNG Hilli Episeyo con una concentración máxima de 37.500 ppm de metano siendo equivalente a un 75% LEL y estando un total de 5,5 minutos por encima del umbral del 60% del LEL, correspondiente a una zona de riesgo moderado donde podría haber bolsas de mezcla explosiva.

En este sentido resulta interesante mencionar a Pitblado (2004), pues este autor indica que las armas típicamente utilizadas en ataques terroristas probablemente serían relativamente deficientes para atacar a los Buques de GNL, que tienen un diseño interno especial. Además, señala que, si el arma penetrara en el espacio de carga de GNL, lo más probable es que provoque una ignición inmediata y genere un incendio local grave, pero no una nube inflamable de ignición retardada a larga distancia que sería peligrosa para el público y las instalaciones críticas cercanas.

Por otro lado, dado que uno de los objetivos de este análisis de riesgo es identificar Sucesos Iniciadores en las operaciones del buque que generan riesgos elevados para mejorar su gestión, parece adecuado ajustar los resultados del escenario modelado a una situación operativa que puede generar un daño como el indicado, es decir una nube de metano generada por un escape masivo desde el Buque FLNG MKII que alcance al FLNG Hilli Episeyo. Es por lo que se considera, para el análisis cualitativo de riesgo aquí planteado, la colisión de un buque que provoca una rotura de un tanque similar a la modelada. Teniendo en cuenta que el patrón de vientos procedente del sector norte es de 29 días al año de acuerdo con la información presentada en el Capítulo 5: Línea de Base Ambiental del presente EIA.

Por lo tanto, para que se produzca una situación de riesgo en el FLNG Hilli Episeyo deben darse simultáneamente dos condiciones: que se produzca una colisión grave y que el viento provenga del norte. De acuerdo con las reglas de las probabilidades y considerando las frecuencias de colisión presentadas en la Tabla 8, se le asigna un puntaje a la frecuencia del suceso en la Tabla 9.

4.7 CUALIFICACIÓN DE LAS FRECUENCIAS

De acuerdo con el análisis de frecuencia realizado para cada suceso se asigna un puntaje cualitativo de probabilidad de ocurrencia de acuerdo con los valores que se presentan en la siguiente Tabla 9.

Tabla 9. Puntaje por frecuencia.

Criterio del Estudio		Puntaje	Frecuencia y Puntaje Asignado				
			Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Más de 1 vez al mes	Muy probable	5					
Entre 1 vez al mes y 1 vez al año	Altamente probable	4					
Entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años	Probable	3		X			
Entre 1 vez en 10 años y 1 vez en 50 años	Posible	2					
Menor de 1 vez en 50 años	Improbable	1	X		X	X	X

5. ANÁLISIS DE LAS CONSECUENCIAS

5.1 FUGA DE GAS NATURAL DESDE UN GASODUCTO EN AGUA (SUCESO A)

Las fugas de metano en gasoductos submarinos pueden provocar que este compuesto se libere formando una columna de gas ascendente desde la fuente hasta la superficie del agua. Los buques y unidades fijas que operan en el área se pueden ver amenazados ya que existe la posibilidad de producir incendios en la superficie del agua. Otra consecuencia es la afectación de la estabilidad que puede producir la masa de gas ascendente.

Li et al. (2018) indica que la dispersión de gas bajo el agua es un proceso complejo y sujeto a una serie de factores inciertos, la forma de la columna de gas ascendente desde el punto de liberación hasta la superficie del agua es de forma cónica (Figura 2). El gas se libera de forma continua y el agua circundante es arrastrada por el flujo de metano y transportada hacia la superficie, generando dicha columna de burbujas ascendente, la cual puede dividirse en tres zonas principales:

- La primera es la zona de establecimiento de flujo entre el punto de liberación y la altura a la que la dispersión parece adoptar una estructura similar a una columna. Ésta está dominada por la alta velocidad de flujo debido a la alta presión de la tubería. El efecto del impulso de liberación inicial se considera primario en esta zona.
- La segunda zona se conoce como la zona de flujo establecido donde la columna de gas está dominada por la flotabilidad y la fuerza de dispersión turbulenta. La región de dispersión se extiende desde esta zona hasta una cierta profundidad debajo de la superficie del agua.
- La última es la zona de flujo superficial donde el gas interactúa con la superficie del agua, causando el ensanchamiento de la columna de burbujas y el flujo radial del agua en la superficie.

El proceso de dispersión de gas bajo el agua se considera en dos etapas, incluida la etapa dinámica de la columna y la etapa de advección-dispersión. En la primera, el transporte depende principalmente del momento de liberación inicial y la flotabilidad. Luego entrará en la etapa de advección-dispersión cuando la característica de movimiento activo de la columna de gas no sea evidente.

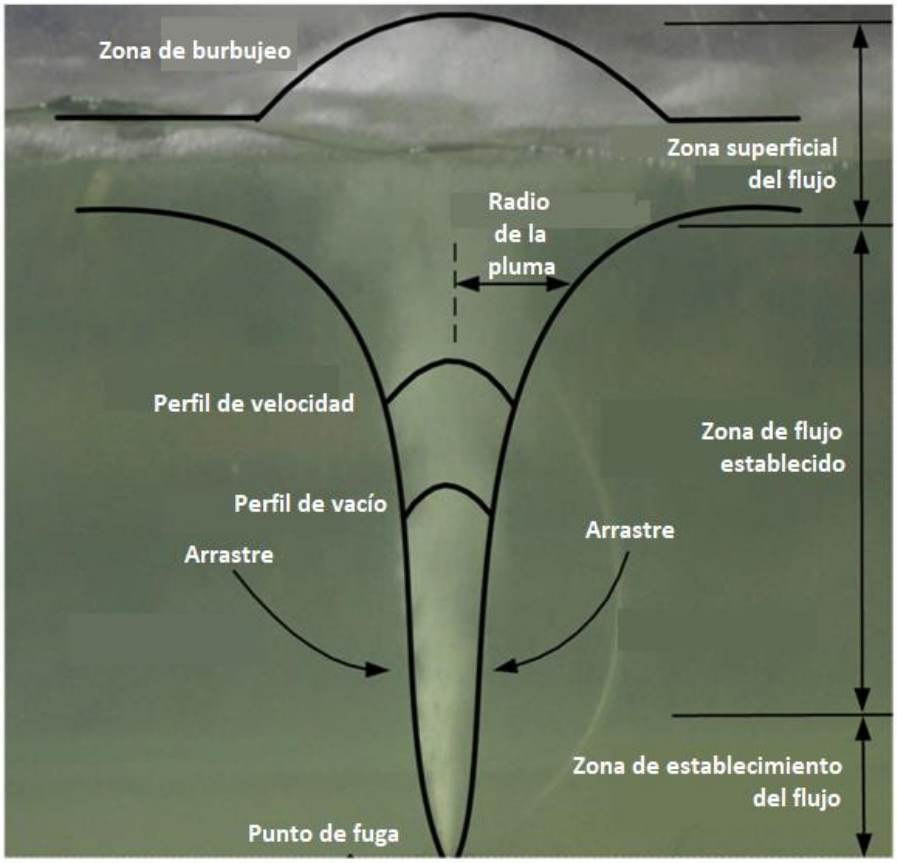


Figura 2. Diagrama de la pluma de gas submarina. Fuente: Li et al (2018)

El trabajo de Li et al (2018) asegura que el conocimiento de dónde y cuándo saldrá el gas a la superficie es importante para la evaluación de riesgos y la planificación de emergencias y define al tiempo que tardan las burbujas en llegar a la superficie del mar como tiempo de ascenso, lo que proporciona una referencia para el tiempo de respuesta necesario en un escenario de emergencia y a la distancia horizontal entre el punto de fuga y el punto de superficie donde emerge, como distancia de dispersión horizontal. El tamaño del área de salida a la superficie ayuda a determinar la zona de exclusión en una situación de emergencia, y donde los buques y equipos de superficie tienen prohibido circular.

El tamaño de las burbujas aumenta gradualmente durante la migración desde el fondo marino hasta la superficie del mar.

En el trabajo de Li et al (2018) se estudia el efecto de ciertos parámetros de la fuga: la velocidad de liberación del gas, la profundidad del agua, la velocidad de la corriente oceánica y la posición de la fuga. Para el primer parámetro se establece que el ascenso de la columna de gas está dominado por el momento inicial, la flotabilidad y que una tasa de liberación de gas más pequeña conduce a un mayor tiempo de ascenso de la columna de gas que provoca, además, una mayor distancia de dispersión horizontal. Por su parte, con el aumento de la tasa de liberación de gas el radio del área de burbujeo de gas superficial aumenta y la distancia de dispersión horizontal disminuye. En relación con la profundidad del agua, el autor sostiene que cuando la liberación se produce en aguas más profundas, las burbujas necesitan más tiempo para alcanzar la superficie del mar, lo que genera una distancia de dispersión horizontal más larga y una superficie de burbujeo mayor. En cuanto a la velocidad oceánica se puede ver que tiene un impacto significativo en los parámetros de la columna de gas y, en general, el tiempo de ascenso y la distancia de dispersión horizontal aumentan con el aumento de la velocidad de la corriente oceánica, mientras que el tamaño del área de superficie muestra una variación irregular. Por último, el autor señala que la posición de la fuga solo

afecta la dirección inicial del chorro de gas, así para las fugas que ocurren en los lados de la tubería, el chorro inicial comienza a lo largo de la dirección horizontal y luego se mueve hacia la superficie del mar mientras que para fugas que ocurre en la parte superior de la tubería, la columna de gas migra directamente hacia la superficie del mar.

Al igual que lo que sucede con las pérdidas en tierra firme, una vez en la superficie del agua el gas podría inflamarse si encontrara una fuente de ignición.

Como se ha indicado anteriormente, el gas natural está compuesto principalmente de metano. En caso de que se produzca una fuga en agua, el metano se escapará a la atmósfera, pero una pequeña cantidad se disolverá en la columna de agua (debido a la baja solubilidad que presenta el metano). El metano disuelto se oxidará a dióxido de carbono y agua, lo que provocará una toxicidad baja o inexistente en la columna de agua. Teniendo en cuenta este comportamiento y el insignificante contenido de sulfuro de hidrógeno del gas natural, el impacto en los procesos ecológicos marinos en la columna de agua a través de los efectos de toxicidad será insignificante.

La presión del gas natural liberado por un reventón o una rotura de un gasoducto puede provocar la muerte de peces que se encuentren en las inmediaciones, como resultado de la presión liberada. El ruido submarino resultante de la rotura de un gasoducto probablemente provocaría el desplazamiento temporal de los peces que se encuentran en la zona inmediata. La gran mayoría de las especies marinas pelágicas abandonarán inmediatamente la zona y, por tanto, no se verán afectadas significativamente. No se espera que el gas natural que sube a través de la columna de agua tenga un impacto significativo en los mamíferos marinos.

5.2 DERRAME DE GNL DESDE UNA FLNG (SUCESO B)

En caso de una fuga grave de GNL al agua pueden producirse diferentes fenómenos físicos. En el trabajo de Pitblado (2004) se han analizado y modelado:

- Descarga de GNL (por encima y por debajo de la línea de flotación)
- Formación y evaporación de charcos
- Dispersión de gases densos
- Ignición a la distancia del límite inferior de inflamabilidad
- Incendio repentino
- Incendio de charcos (inicial y sostenido)

Woodward y Pitblado (2010) presentan un enfoque conservador, ya que supone que el evento que provoca el agujero no conduce a una ignición inmediata. Si se produce una ignición inmediata (como podría ser probable en un evento de colisión), las zonas de peligro se determinarían según el escenario del incendio y los rangos de peligro de dispersión más largos no serían relevantes. También, se estudian otras posibles situaciones peligrosas, como BLEVE (explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición) y VCE (explosión de nube de vapor), si bien tiene muy baja probabilidad de ocurrencia para los vertidos de GNL en el mar. Una BLEVE se refiere a un evento que ocurre cuando un gas a presión se calienta, lo que resulta en un aumento dramático de presión en el recipiente que lo contiene y eventualmente puede llevar a la ruptura del tanque, causando una explosión. Sin embargo, en el caso del GNL, que está almacenado a presión atmosférica, la ocurrencia de una BLEVE es muy poco probable. El autor explica que, aún en el caso de que se produjese un incendio externo que elevara la temperatura del GNL y por ende la presión dentro del contenedor, éstos no están diseñados para soportar dicho aumento lo que limita la acumulación de presión a una cantidad insuficiente para provocar un evento BLEVE. Por ello, concluye, la posibilidad de que se alcance un estado crítico que conduzca a una BLEVE es prácticamente inexistente. Por otra parte, analiza un evento VCE concluyendo que el metano al aire libre (sobre el

agua) no tiene ningún mecanismo que haga que el frente de llama se acelere. Menciona que la mayoría de los frentes de llama avanzan lentamente, a menudo a menos de 10-12 m/s y en un caso específico, no pudo avanzar contra una velocidad del viento de 5 m/s, también, varias nubes se autoextinguieron. Añade que los vapores de GNL son muy fríos y la nube se llenará de niebla condensada creando condiciones de combustión muy deficientes.

En relación con los posibles incendios, Pitblado (2004) explica que hay cuatro tipos de incendios en general y de incendios de GNL en particular:

- Incendio en charco e incendio en trinchera (secciones circulares y rectangulares): un incendio que arde sobre un charco de combustible líquido.
- Incendio en chorro: un chorro turbulento, estrecho y largo, como un soplete.
- Incendio repentino: un frente de llama que se mueve a través de una nube de vapor.
- Bola de fuego: una masa ascendente, casi esférica y ardiente de vapor o líquido que destella.

Woodward y Pitbaldo (2010) sostiene que la principal amenaza de los derrames de GNL es el incendio. De hecho, los análisis de riesgos para el GNL se centran en el peligro de un incendio en charco.

Un derrame de GNL en el agua daría lugar a un charco de evaporación rápida que produce una nube de vapor impulsada por el viento. Si cualquier punto de una nube del vapor con una concentración dentro del rango de 5 a 15% alcanza una fuente de ignición y se inflama, un incendio repentino ardería a sotavento y posiblemente también a barlovento del punto de ignición. El incendio repentino arderá más rápido a lo largo de los bordes premezclados (diluidos por el aire). Esto puede crear un incendio más envolvente. Un incendio repentino es inherentemente transitorio y la exposición normalmente no dura más de unas pocas decenas de segundos. Aunque es mortal para las personas que se encuentran dentro del mismo, la radiación total que llega a un objeto cercano a él es sustancialmente menor que la de un charco de GNL o un chorro de fuego de mayor duración a la misma distancia. Es probable que un incendio repentino no produzca ignición secundaria ni quemaduras a las personas que se encuentran fuera de la región en llamas. Después de que un incendio repentino arda de nuevo hacia el charco de GNL, o si la ignición comienza en el charco, el resultado es un incendio en el charco. Mientras continúa el flujo de salida de GNL, el charco en llamas sin confinamiento tiende a aumentar o disminuir de tamaño hasta alcanzar un tamaño final de estado estable. Este es el tamaño para el cual la tasa de quema es igual a la tasa de descarga. El tamaño del charco en estado estacionario es menor para un charco en llamas que para uno que no se quema. Por lo tanto, si la ignición no se produce inmediatamente después de que comienza un derrame, una vez inflamado, el charco en llamas retrocederá significativamente en comparación con su tamaño original.

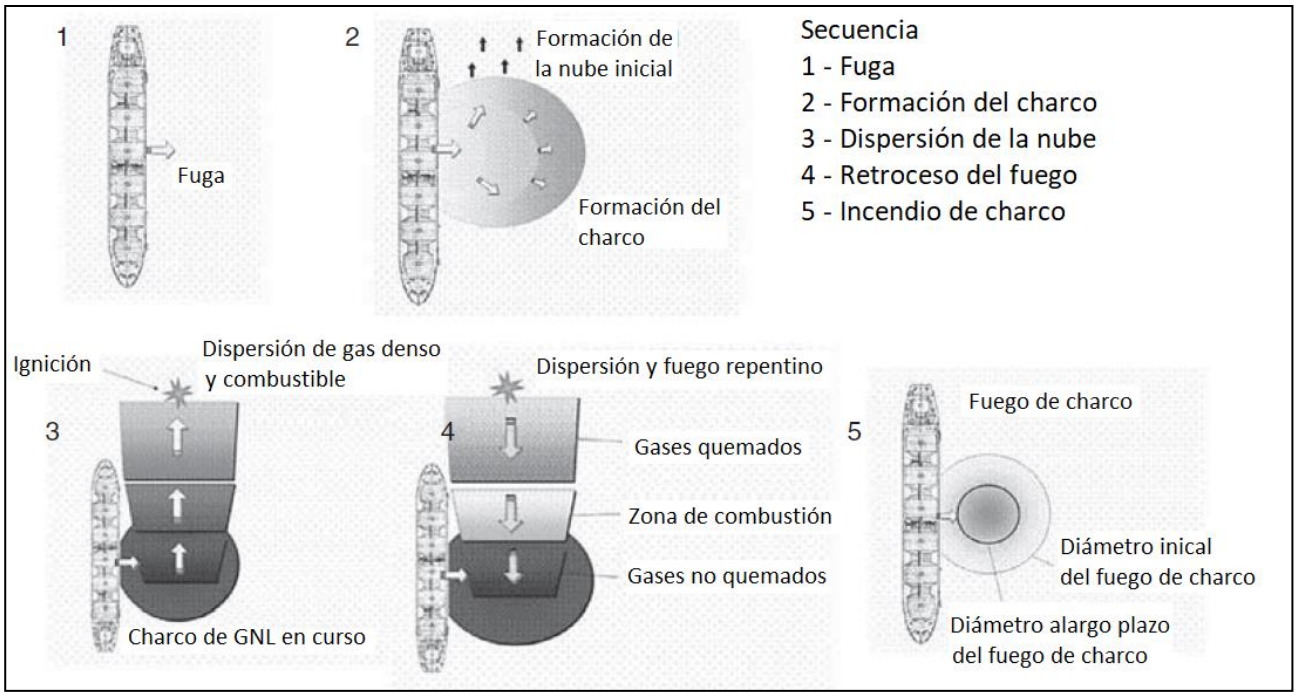


Figura 3. Secuencia de escenarios para fuga de GNL en el mar. Fuente: Woodward y Pitblado (2010).

Por su parte, Hightower (2004) sostiene que, en la mayoría de los escenarios identificados, se espera que los riesgos térmicos de un derrame accidental se manifiesten como un incendio en charco, en función de la alta probabilidad de que haya una fuente de ignición disponible. Se presentan modelaciones de llamas cuyos resultados muestran que se espera que existan peligros térmicos de 37,5 kW/m^2 a aproximadamente 150 a 250 m del derrame, dependiendo de las condiciones específicas del sitio y se espera que existan riesgos térmicos de 5 kW/m^2 a 500 y 750 m del derrame. Existe la posibilidad de que no haya una fuente de ignición inmediata disponible y, por lo tanto, el GNL derramado podría dispersarse en forma de nube de vapor, así la nube de vapor de los grandes derrames podría extenderse a más de 1.600 m, según la ubicación del derrame y las condiciones atmosféricas del lugar. En áreas congestionadas o altamente pobladas, sería posible que exista una fuente de ignición, a diferencia de las áreas remotas, donde podría ser poco probable. Esto sugiere que el análisis de la dispersión de vapor de GNL debe realizarse utilizando las condiciones atmosféricas específicas del sitio, la topografía de la ubicación y las operaciones de los barcos para evaluar adecuadamente las áreas potenciales y los niveles de peligro para la seguridad pública y la propiedad.

En el Anexo 6-8 del presente EIA se modela la dispersión de las emisiones gaseosas de emergencia y las conclusiones se dan para el peor escenario que no corresponde al suceso iniciador planteado al analizar las frecuencias (Tabla 4) donde no se contempla la ruptura de un tanque. El objetivo de esta modelación es determinar zonas de impacto, expresadas en concentración de metano y fracción de mezcla explosiva (LEL[3]), ante un escenario de emergencia pesimista con liberaciones de GNL. En ninguno de los escenarios planteados se encontraron concentraciones de referencia de alerta (100%LEL o 60%LEL) en la línea de costa. Es decir que para derrames más chicos con mayor frecuencia, como el planteado para este suceso, tampoco se encontrarán concentraciones de referencia de alerta en la línea de costa.

[3] "Lower explosive limit" Límite Inferior de Explosividad

Si se libera GNL, el contacto directo con el líquido criogénico congelará el punto de contacto y dañará los tejidos de humanos, animales y fauna acuática. También puede producirse fragilización que conduce a fallas estructurales y daños en el equipo cuando materiales no diseñados para temperaturas tan bajas entran en contacto con el GNL.

5.3 DERRAME DE HIDROCARBUROS EN OPERACIONES DE ABASTECIMIENTO (SUCESO C)

Si se produce un derrame en agua, los hidrocarburos tendrán una dinámica variable y podrán encontrarse tanto formando una película de fase liquida no acuosa como solubilizados. Teniendo en cuenta que la composición del combustible considerado, la fracción disuelta es mínima por la baja solubilidad de los compuestos.

En el Anexo 6-5 del presente EIA se presenta el modelo de dispersión de un potencial derrame de hidrocarburos desde el Buque FLNG MKII. Se considera un derrame con un volumen de 70 m^3 de HFO, es decir un pequeño derrame que podría ocurrir por una falla durante el abastecimiento de hidrocarburos de la FLNG mediante la maniobra *ship to ship*. Se simuló para diferentes condiciones hidrodinámicas (configuradas en base a las simulaciones hidrodinámicas calibradas, de verano e invierno, considerando diferentes condiciones de viento), conformándose de esta manera la matriz de eventos. Los resultados de la modelación de la dispersión de un potencial derrame de hidrocarburos indican que las condiciones de viento predominantes podrían favorecer el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas, y las concentraciones máximas de Gas Oil no superan los 0,02 kg/m^3.

De acuerdo con la matriz ambiental en donde se encuentra la correspondiente fuente y las características del compuesto de interés, se analizan y describen los mecanismos de liberación/retención, el transporte y los distintos procesos involucrados. Los medios, aire, agua y sedimentos interactúan a través de diversos procesos naturales, e independientemente o en conjunto, se pueden ver afectados ante un derrame. Los compuestos de interés se mueven entre la columna de agua, los sedimentos y el aire a través de una serie de procesos fisicoquímicos de forma de encontrar su condición de equilibrio.

En general, los mecanismos potenciales que influyen sobre el destino y el transporte de un derrame de hidrocarburos son la deriva, la emulsión, la dispersión, la floculación, la evaporación, la disolución, la adsorción y la absorción, la sedimentación, el hundimiento y la degradación (foto y biodegradación). Algunos de estos procesos pueden no estar presentes o ser más intensos, dependiendo del compuesto en cuestión, el sector del océano analizado de acuerdo con su dinámica y la carga de sedimentos.

Los hidrocarburos constituyentes del combustible empleado por su densidad se localizan en la superficie de las aguas, consecuentemente, se encuentran afectados por los fenómenos que ocurren en la interfaz agua-atmósfera, así como por sus características biológicas y bioquímicas particulares. Las fracciones volátiles son eliminadas a la atmósfera con mayor o menor intensidad en función de la mecánica del medio. Lógicamente, a mayor temperatura mayor evaporación de las fracciones ligeras aumentando, de esta manera, la proporción de las fracciones pesadas las que son más persistentes.

Los efectos toxicológicos de un derrame sobre estas comunidades dependen de la sensibilidad de cada especie, y la resistencia y la resiliencia de los ecosistemas afectados. El efecto sobre el medio biótico descripto podrá variar de mínimo a grave, y consecuentemente, sus tiempos de recuperación serán variables.

Las aves son sensibles a la ingesta, el efecto tóxico de los hidrocarburos y especialmente el recubrimiento físico que se produce por contacto dérmico, el mismo reduce su flotabilidad e impide el vuelo. En los peces, el recubrimiento físico puede ocasionar la muerte y una notable disminución en su tasa reproductiva. La fauna terrestre se ve afectada al ingresar en aguas contaminadas generando efectos negativos en sus movimientos y/o comportamientos.

Por otro lado, la película de petróleo sobre el agua reduce la transmisión de luz y la actividad fotosintética del fitoplancton y la vegetación acuática, reduciendo la producción de oxígeno y la muerte de organismos. Los desechos del zooplancton pueden contener una flora bacteriana que acelera la biodegradación de los hidrocarburos, pero, aunque contribuyen a la limpieza física de la columna de agua, también puede ser la vía de incorporación de hidrocarburos potencialmente peligrosos en la cadena trófica.

5.4 COLISIÓN ENTRE BARCOS (SUCESO D)

En los párrafos donde se estudian las frecuencias (ANÁLISIS DE FRECUENCIAS PARA LOS DISTINTOS SUCESOS INICIADORES), se mencionan y analizan distintos tipos de colisiones, clasificándolos también de acuerdo con la energía de colisión y el daño que pueden generar (Tabla 6). En el marco del análisis de riesgo resulta interesante observar una situación considerada como severa. En este sentido, Pitblado (2004) señala que el peor escenario es la colisión de un buque en un ángulo de 90º a velocidad suficiente como para que se atraviese el doble casco y se rompan también las barreras adicionales provocando que el tanque de GNL se deforme hasta el punto de producir fugas. El autor considera agujeros por encima y por debajo de la línea de flotación. Esto puede producir la pérdida de GNL, formación de charcos, dispersión, ignición y fuego repentino que vuelve a la fuente, incendio en el charco. Como se dijo anteriormente, este evento es el peor de los casos en términos de distancia de peligro, ya que el evento accidental puede no encender el GNL inmediatamente, lo que permite que se forme una nube de vapor y se disperse a favor del viento. Se supone que la nube se enciende en su máxima extensión inflamable y regresa a la fuente donde el derrame de GNL arderá como un charco de fuego. El diámetro del charco de fuego sostenido y, por lo tanto, la distancia de peligro será sustancialmente menores que si se usara el diámetro del charco sin encender.

5.5 DERRAME DE GNL DESDE EL BUQUE FLNG MKII Y DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE METANO QUE ALCANCE AL BUQUE FLNG HILLI EPISEYO (SUCESO E)

En el caso de producirse un evento que ocasione la rotura de un tanque del Buque FLNG MKII, con el consiguiente derrame del contenido total del mismo sin inflamarse y si, adicionalmente, el viento proviniese del sector norte, de acuerdo con la modelación presentada en el Anexo 6-8 del presente EIA, poco antes de los 5 minutos de ocurrido dicho evento la nube producida alcanzaría la ubicación del Buque FLNG Hilli Episeyo con una concentración igual al 10% del LEL. Esta situación implica la posibilidad de formación de una mezcla combustible, aunque con una probabilidad de ignición menor y de bajo riesgo (zona amarilla). La concentración de metano iría aumentando hasta llegar a un máximo de aproximadamente el 75% del LEL a los 12 minutos de originado el evento y luego comenzaría a disminuir, estando unos 5 minutos en total por encima del 60% del LEL. Bajo este contexto pueden formarse bolsas de llama y de existir una fuente de ignición en el Buque FLNG Hilli Episeyo se estaría condiciones de peligro de incendio para esta unidad, con los consiguientes efectos sobre la vida humana y el entorno biótico.

5.6 ESTIMACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

Una vez caracterizados los ambientes afectados se estima la gravedad mediante las siguientes fórmulas, para cada entorno afectado.

Sobre el entorno natural:

Gravedad = Cantidad + 2 x peligrosidad + extensión + calidad del medio

Sobre el entorno humano:

Gravedad = Cantidad + 2 x peligrosidad + extensión + población afectada

A su vez a cada término se le asigna un índice de acuerdo con las siguientes tablas.

- Asignación de un valor por la cantidad de la sustancia involucrada en el evento.

Tabla 10. Índice por volumen

Cantidad (Tn)	Valor Asignado		Valor por Cantidad				
			Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Más de 500	Muy alta	4		X		X	X
Entre 50 y 500	Alta	3	X		X		
Entre 5 y 49	Poca	2					
Menos de 5	Muy poca	1					

- Asignación de la peligrosidad de la sustancia involucrada en el evento.

Tabla 11. Índice de peligrosidad

Característica de la Sustancia	Peligrosidad		Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Muy inflamable, muy tóxica, causa efectos irreversibles e inmediatos	Muy peligrosa	4			X		
Explosiva, inflamable, corrosiva	Peligrosa	3	X	X		X	X
Combustibles	Poco peligrosa	2					
Daños leves y reversibles	No peligrosa	1					

- Asignación de un índice de acuerdo con la extensión del evento (derrame, incendio, etc.).

Tabla 12. Índice de extensión.

Extensión	Valor Asignado		Índice de Extensión				
			Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Radio mayor a 1 Km	Muy extenso	4	X	X	X	X	X
Radio menor a 1 Km	Extenso	3					
Emplazamiento	Poco extenso	2					
Área afectada	Puntual	1					

- Asignación de un valor de acuerdo con la calidad del entorno natural potencialmente afectado en cada suceso.

Tabla 13. Índice por calidad del entorno natural afectado

Medio Natural Afectado	Valor Asignado		Calidad del Entorno Natural Afectado				
			Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Espacio natural protegido	Muy elevada	4			X		
Espacio natural	Elevada	3	X	X		X	X
Zona residencial	Media	2					
Zona industrial	Baja	1					

- Asignación de un valor de acuerdo con la población humana potencialmente afectado en cada suceso.

Tabla 14. Índice por el entorno humano afectado.

Cantidad de Personas	Valor Asignado		Población Humana Afectada				
			Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Más de 100 personas	Muy alto	4					
Entre 50 y 100 personas	Alto	3			X		X
Entre 5 y 50 personas	Bajo	2	X	X		X	
Menos de 5 personas	Muy bajo	1					

- Estimación de índices de gravedad

Tabla 15. Índices de gravedad.

Variable	Síntesis y Estimación de la Gravedad				
	Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Cantidad (Tabla 10)	3	4	3	4	4
Peligrosidad (Tabla 11)	3	3	4	3	3
Extensión (Tabla 12)	4	4	4	4	4
Calidad del entorno natural (Tabla 13)	3	3	4	3	3
Entorno humano (Tabla 14)	2	2	3	2	3
Gravedad sobre el entorno natural = Cantidad + 2 x peligrosidad + extensión + calidad del entorno ambiental	16	17	19	17	17
Gravedad sobre el entorno humano = Cantidad + 2 x peligrosidad + extensión + Entorno humano	15	16	18	16	17

- Asignación de valores de consecuencias:

Con los índices de gravedad obtenidos y en base a los valores presentados en la siguiente tabla se asignan valores a las consecuencias.

Tabla 16. Índices de gravedad y valores de consecuencias.

Gravedad	Índice de Gravedad	Valor de Consecuencia
Crítico	Entre 20 y 18	5
Grave	Entre 17 y 15	4
Moderada	Entre 14 y 11	3
Leve	Entre 10 y 8	2
No Relevante	Entre 7 y 5	1

Los valores asignados a las consecuencias se presentan en la Tabla 17.

6. ESTIMACIÓN DEL RIESGO CUALITATIVO DE LOS SUCESOS INICIADORES

Una vez estimadas las probabilidades o frecuencias de ocurrencia de los distintos escenarios identificados (Tabla 9) y las consecuencias derivadas de los distintos sucesos (Tabla 17), se procede a estimar el riesgo, en base a la siguiente fórmula:

Riesgo = Frecuencia x Consecuencia

De esta manera queda asignado para cada suceso, valores de riesgo en función del entorno.

Tabla 17. Índices de Consecuencia y Riesgo del Buque FLNG MKII y Suceso E.

Variables		Estimación Cualitativa de Riesgo				
		Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
índice de Frecuencias (Tabla 9)		1	3	1	1	1
Entorno Natural	Gravedad (Tabla 15)	16	17	19	17	19
	Consecuencias (Tabla 16)	4	4	5	4	4
	Riesgo = Frec. x Consec.	4	12	5	4	4
Entorno Humano	Gravedad (Tabla 15)	15	16	18	16	19
	Consecuencias (Tabla 16)	4	4	4	4	4
	Riesgo = Frec x Consec.	4	12	5	4	4

De acuerdo a los valores de la norma aplicada en este estudio, los riesgos se clasifican de la siguiente manera:

Clasificación del Riesgo				
Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	20 a 25

7. CUALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POR UNA POTENCIAL INTERACCIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES CONTEMPLANDO AMBOS BUQUES Y LOS DUCTOS ASOCIADOS

De acuerdo con el Análisis de Riesgos Ambientales presentado para cada buque por separado, se puede considerar que los sucesos iniciadores contemplados son esencialmente los mismos y por lo tanto la cualificación de la frecuencia de ocurrencia es la misma. Algo semejante ocurre al cualificar las consecuencias y los riesgos. En este punto se analiza los efectos que produce sobre el riesgo la presencia de ambos buques en simultáneo de acuerdo con sus ubicaciones y la distancia entre ellos.

Para comprender y gestionar los riesgos desde una perspectiva integral, cuando hay actividades que involucran múltiples eventos de riesgo es importante considerar su agregación o la aditividad de riesgos. En los enfoques tradicionales, los riesgos se asumen como independientes, y el riesgo agregado se calcula simplemente sumando los riesgos individuales, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$Riesgo\ Agregado = \sum_{i=1}^{n} Riesgos\ independientes = \sum_{i=1}^{n} Frecuencia_i \times Consecuencia_i$$

Sin embargo, los riesgos no siempre son independientes, pues puede haber distintos tipos de interacciones. En estos casos se requiere la integración de teorías del análisis de riesgos, a modo de ejemplo, Chunbing Bao et al (2023) definen tres tipos clave de interacción en riesgos:

- **Interacción probabilística**: cuando la ocurrencia de un evento de riesgo puede cambiar la probabilidad de ocurrencia de otro. Generalmente se estima mediante la probabilidad condicional, que refleja el impacto de un evento de riesgo sobre la probabilidad de otro.
- **Super-aditividad de consecuencias**: se refiere a situaciones en las que la consecuencia conjunta de varios eventos de riesgo es mayor que la suma de las consecuencias individuales de esos eventos. Esto ocurre, por ejemplo, cuando dos eventos interactúan para magnificar el impacto total.
- **Dependencia de consecuencias**: cuando la magnitud de la consecuencia de un evento de riesgo afecta la magnitud de la consecuencia de otro evento que ocurre posteriormente. Esto implica que las consecuencias de un evento pueden ser expresadas como una función de las consecuencias de otro.

No obstante, lo señalado por Chunbing Bao et al (2023), se analiza la aditividad de los riesgos desde el enfoque tradicional, considerando a los riesgos planteados para cada buque como independientes, dado que se trata de una metodología cualitativa y la estimación de las condicionalidades requeriría un nivel de información de mayor detalle con el que no se cuenta, efectuando las aclaraciones necesarias de corresponder.

Antes de avanzar con el análisis de los escenarios de riesgo que pueden ocasionar la presencia de ambos buques, se presentan los resultados de la evaluación de riesgos ambientales del Buque FLNG Hilli Episeyo estimados para la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM.

Tabla 18. Índices de Consecuencia y Riesgo del Buque FLNG Hilli Episeyo. Proyecto FLNG GSM – Etapa 1.

Variables		Estimación Cualitativa de Riesgo			
		Suceso 2	Suceso 3	Suceso 4	Suceso 5
índice de Frecuencias		1	3	1	1
Entorno Natural	Gravedad	16	17	19	17
	Consecuencias	4	4	5	4
	Riesgo = Frecuencia x Consecuencia	4	12	5	4
Entorno Humano	Gravedad	15	16	18	16
	Consecuencias	4	4	4	4
	Riesgo = Frecuencia x Consecuencia	4	12	5	4

- **Fuga de Gas Natural desde uno de los Ductos Submarinos: Aditividad Suceso 2 FLNG Hilli Episeyo y Suceso A FLNG MKII**

Dada la distancia promedio entre ambos ductos que transportan el gas natural presurizado y que los mismos se encuentran cubiertos bajo el lecho submarino, se puede considerar que ante alguna fuga que ocurra en uno de ellos no traería consecuencias sobre el otro ducto. Por otra parte, de acuerdo con la descripción de las consecuencias de cada suceso, las características y el comportamiento de la sustancia liberada, se puede inferir que no habría efectos acumulativos sobre los medios considerados. Es decir que en lo relativo a las componentes del riesgo (frecuencia y consecuencia) solo se modifica el valor de la frecuencia del suceso iniciador, pero no hay interacción de las consecuencias y las mismas se consideran iguales. Los resultados del análisis de frecuencia (Tabla 2) contemplando la extensión de los dos ductos y sus características indican que, si bien se incrementa el valor de frecuencia, el mismo sería menor a 1 vez en 50 años (Tabla 9). No obstante, conservativamente, de acuerdo con las cualificaciones de Riesgo realizadas para cada buque (Tabla 17 y Tabla 18) se presenta el resultado de la aditividad de los riesgos del Suceso 2 FLNG Hilli Episeyo y el Seceso A FLNG MKII en la Tabla 19.

- **Derrame de GNL al Agua (FLNG): Aditividad Suceso 3 FLNG Hilli Episeyo y Suceso B FLNG MKII**

De acuerdo con el tipo de liberaciones contempladas y a la distancia entre ambas unidades y las características del suceso iniciador y sus consecuencias en un buque no afectaría al segundo. Dada la descripción de las consecuencias de cada suceso, las características y el comportamiento de la sustancia liberada, en el caso de que ocurrieran derrames en ambos buques, no habría efectos acumulativos sobre los medios considerados. Es decir que en lo relativo a las componentes del riesgo aumenta el valor numérico de la frecuencia del suceso iniciador, pero no hay interacción de las consecuencias. Los resultados del análisis de frecuencia (Tabla 2), contemplando el funcionamiento de los dos buques con características semejantes, indican que, si bien se incrementa su valor, la misma se mantiene en el intervalo de probable (Tabla 9), por lo tanto, con un índice de frecuencia igual a 3. Más allá de esta estimación, conservativamente y de acuerdo con las cualificaciones de Riesgo realizadas (Tabla 17 y Tabla 18) se presenta el resultado de la aditividad de los riesgos entre el Suceso 3 FLNG Hilli Episeyo y el Suceso B FLNG MKII en la Tabla 19.

- **Derrame de Hidrocarburos en Operaciones de Abastecimiento: Aditividad Suceso 4 FLNG Hilli Episeyo y Suceso C FLNG MKII**

En este tipo de derrames, dada la distancia entre los buques y de acuerdo con los resultados de migración de los modelos realizados, se deben hacer distintas consideraciones: que se produzca un derrame solamente en una de las unidades, cualquiera de ellas o que se ocurran derrames simultáneos o con poca separación temporal en ambas. En el primero de los casos sólo se incrementa la frecuencia. En el segundo la probabilidad de este suceso es menor pero sus consecuencias serían acumulativas de acuerdo con la persistencia y la toxicidad del compuesto derramado, así como los efectos sobre la biota anteriormente descriptos. Entonces se realiza la suma de los índices de riesgo obtenidos para cada buque (Tabla 17 y Tabla 18). Consecuentemente, de acuerdo con las cualificaciones y consideraciones realizadas se presenta el resultado de las interacciones entre el Suceso 4 FLNG Hilli Episeyo y el Suceso C FLNG MKII en la Tabla 19.

- **Colisión con otro Barco: Aditividad Suceso 5 FLNG Hilli Episeyo y Suceso D FLNG MKII**

Ante este tipo de suceso iniciador, en principio se plantea la independencia de los sucesos, es decir que la interacción resultante por colisión de uno de los buques con otro barco no afectara a la otra unidad. Preliminarmente parece importante señalar que podría haber un incremento de las posibilidades de colisiones, pues la presencia de las dos unidades FLNG generara un aumento del tráfico de barcos en la zona.

En lo relativo a los componentes de la estimación del riesgo, aumenta el valor numérico de la frecuencia del suceso iniciador y se considera un potencial efecto acumulativo de las consecuencias. Por lo tanto, se realiza la suma de los índices de riesgo obtenidos para cada buque (Tabla 17 y Tabla 18). De acuerdo con las cualificaciones y consideraciones realizadas se presenta el resultado de las interacciones entre el Suceso 4 FLNG Hilli Episeyo y el Seceso C FLNG MKII en la Tabla 19.

Tal lo señalado en el punto correspondiente, para Suceso E FLNG MKII, se analizan los riesgos específicos de una potencial colisión con otro barco que genere el daño de un tanque en el Buque FLNG MKII, tal como fue planteado en el modelo del Anexo 6-8 del presente EIA, y que el derrame generado de acuerdo con los vientos predominantes haga posible la llegada de una nube de metano al Buque FLNG Hilli Episeyo, con las consecuencias descriptas. Podría considerarse una situación similar si ocurriese una fuga desde el Buque FLNG Hilli Episeyo que alcanzara al Buque FLNG MKII de contar con los resultados del modelado correspondiente.

Tabla 19. Índices de Frecuencia, Consecuencia y Riesgo por las interacciones entre ambos buques.

	Estimación Cualitativa de Riesgo Interacciones			
	Sucesos 2 y A	Sucesos 3 y B	Sucesos 4 y C	Sucesos 5 y D
Entorno Natural	8	24	10	8
Entorno Humano	8	24	10	8

De acuerdo a los valores de la norma aplicada en este estudio, los riesgos se clasifican de la siguiente manera:

Clasificación del Riesgo				
Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	20 a 25

8. EVALUACION Y RESULTADOS

En base a la información disponible y la metodología utilizada se considera que:

- Los Sucesos Individuales A (Fuga de Gas Natural desde el ducto submarino), C (Derrame de Hidrocarburos al agua) y D (Colisión de embarcaciones) presentan un Riesgo Muy Bajo. Estos sucesos tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia (Frecuencia Improbable: 1) que compensaría en el cálculo de riesgo a las Consecuencias Graves (4) sobre el entorno.

- El Suceso B (Derrame de GNL al Agua) presenta una probabilidad de ocurrencia mayor (Frecuencia Probable: 3) y Consecuencias Graves (4) sobre el entorno, resultando en un Riesgo Medio.

- El Suceso de Interacción E (Derrame de GNL desde el buque FLNG MKII y dispersión de una nube de metano que alcance al buque FLNG Hilli Episeyo), si bien presenta Consecuencias Graves (4) su baja probabilidad (Frecuencia Improbable: 1) hace que resulte en un Riesgo Muy Bajo.

- La presencia de los dos buques FLNG incrementa los riesgos del proyecto, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en Riesgos Bajos para las interacciones de los Sucesos 2-A, 4-C y 5-D, y alcanzando un Riesgo Muy Alto para la interacción de los Sucesos 3-B.

No obstante, resulta importante señalar que los valores considerados tales como frecuencias, radios de influencia y entornos afectados tienen un grado de incertidumbre que debe ser considerado al momento de tomar decisiones para disminuir los riesgos, tratando de ser conservativo.

9. BIBLIOGRAFÍA

Bon Guk Koo (2018) Analysis of Marine Vessel Collision Risk based on Quantitative Risk Assessment. Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety Research Paper. Vol. 24, No. 3, pp. 319-324, May 31, 2018, ISSN 1229-3431.

CEE. (2012). LNG safety and security. Retrieved June 2, 2017 from the World Wide Web: http://www.beg.utexas.edu/energyecon/LNG_Safety_and_Security_Update_2012.pdf

Chunbing, Bao & Cai, Meng & Li, Jianping & Zheng, Qinyue & Wu, Dengsheng & Meng, Qingchun. (2023). Risk aggregation considering probabilistic and consequential interactions: A general formulation with computational cost handling. Risk analysis

Chura et al (2021). Bunker Spills: A brief ove rview of cause, effect and prevention. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 867 012036.

DNV / 1999 / A Guide to Quantitative Risk Assessment for Offshore Installations.

DNV GL (2014) Safety Studies For Golar FLNG, Leak Frequency Analysis.

EGIG14 (2015). 9th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group (period 1970–2013). https://www.egig.eu/uploads/bestanden/ba6dfd62-4044-4a4d-933c-07bf56b82383

EGIG (2020). “Gas Pipeline Incident”, 10th Report, European Gas pipeline Incident data Group, https://www.EGIG.eu/.

Energy Institute (2015), Pipeline and Riser Loss of Containment 2001-2012 (PARLOC 2012).

Hightower M (2004) - Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water. Prepared by Sandia National Laboratories

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

HSE, Use of pipeline standards and good practice guidance, available at http://www.hse.gov.uk/pipelines/resources/pipelinestandards.htm.

IOPG International Association of Oil and Gas Producers (2019) Report N°434-04. Risk Assessment Data Directory. Riser & Pipeline release Frequencies.

Li Xinhong, Chen Guoming, Zhang Renren, Zhu Hongwei, Fu Jianmin, (2018) Simulation and assessment of underwater gas release and dispersion from subsea gas pipelines leak, Process Safety and Environmental Protection, Volume 119, Pages 46-57, ISSN 0957-5820,

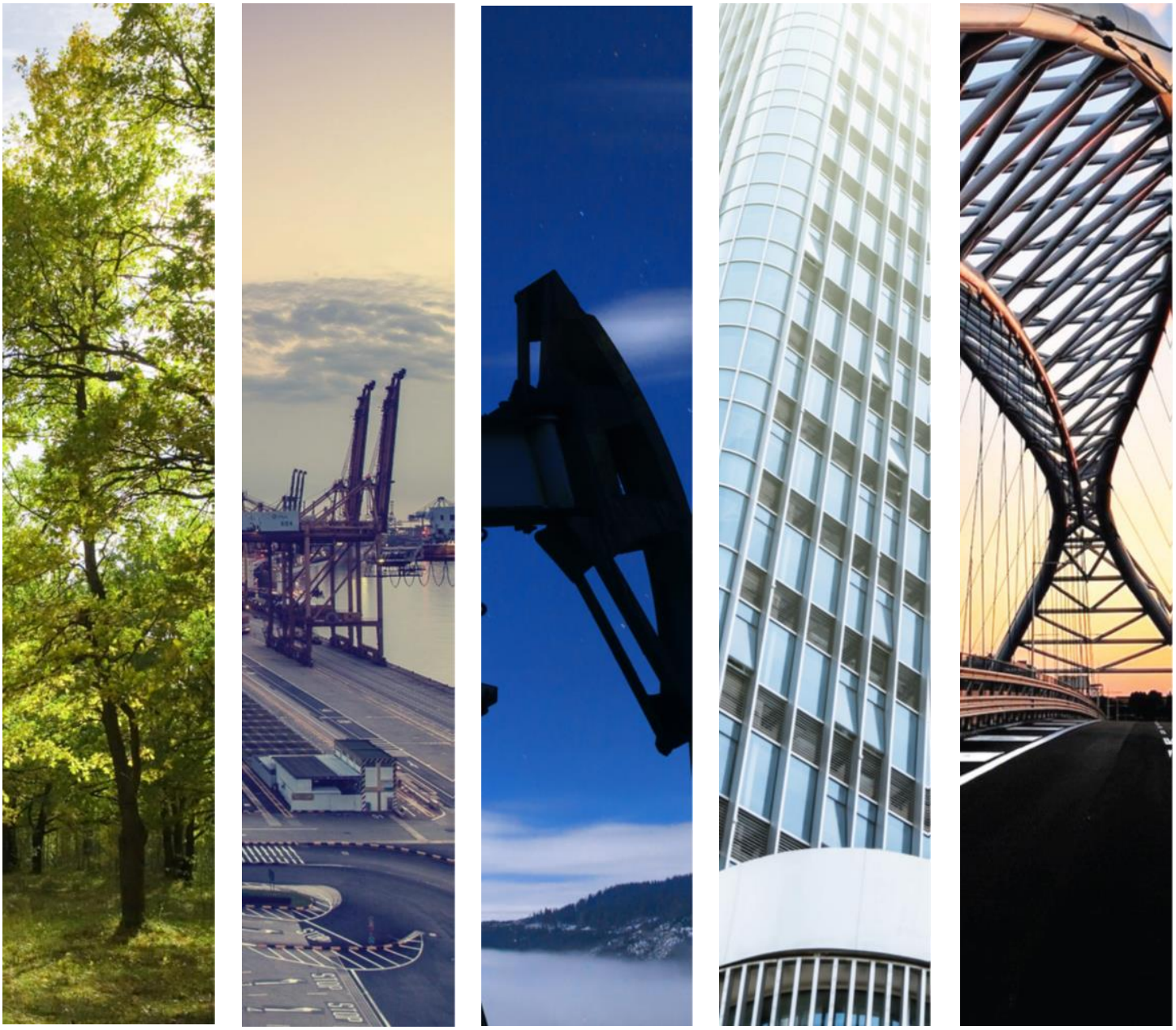
Maciej Gucma and Jun-Min Mou (2022) Analysis of Incidents and Accidents of LNG and LPG Vessels

OGP (2010), Risk Assessment Data Directory (RADD) for Ship / Installation Collisions, International Association of Oil & Gas Producers, Report Number 434, p. 16.

Pitblado R,M: (2004). Consequences of LNG Marine Incidents - CCPS Conference Orlando - June 29-July 1 2004.

Spouge, J. – Frequencies of Oil Spills during Transfer between Ship and Shore – Symposium Series No 166 Hazards 29 © 2019 IChemE.

Woodward and Pitblado (2010). LNG risk-based safety: modeling and consequence analysis



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales
Anexo 6-10: Sensibilidad de Megafauna Marina

Junio 2025

ANEXO 6-10: SENSIBILIDAD DE MEGAFAUNA MARINA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. MAMÍFEROS MARINOS 4

2.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN 4

2.1.1 Ocurrencia en el Area de Implantación del Proyecto 5

2.1.2 Abundancia Relativa al Tamaño Poblacional de la Especie 5

2.1.3 Estado de Conservación de la Especie 6

2.1.4 Cercanía a Sitios de Reproducción 6

2.1.5 Sensibilidad al Aumento de Tráfico Marítimo (Colisiones, Efecto del Sonido) 7

2.1.6 Variación en la Temperatura del Agua (Cambios en Presas, Efecto en la Comunicación) 16

2.1.7 Derrame de Petróleo y sus Derivados 18

2.1.8 Otras Amenazas: Captura Incidental, Ingestión de Plásticos, Contaminación 21

2.2 EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LOS MAMÍFEROS MARINOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO 27

3. AVES COSTERAS Y MARINAS 37

3.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN 37

3.1.1 Ocurrencia en el Area de Implantación del Proyecto 38

3.1.2 Abundancia Relativa al Tamaño Poblacional de la Especie 38

3.1.3 Estado de Conservación de la Especie 39

3.1.4 Nivel de Protección 39

3.1.5 Presencia de Sitios de Reproducción 40

3.1.6 Sensibilidad al Aumento de Tráfico Marítimo (Efecto del Sonido) 40

3.1.7 Variación en la Temperatura del Agua (Cambios en Presas) 41

3.1.8 Derrame de Petróleo y sus Derivados 44

3.1.9 Contaminación Lumínica 45

3.1.10 Otras Amenazas: Colisión/Enganche, Captura Incidental, Ingestión de Plásticos, Contaminación por Metales Pesados y otros Agentes Químicos 49

3.2 EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LAS AVES MARINAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO 50

4. TORTUGAS MARINAS 66

4.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN 66

4.1.1 Ocurrencia en el Área de Implantación del Proyecto 67

4.1.2 Abundancia Relativa al Tamaño Poblacional de la Especie 67

4.1.3 Estado de Conservación de la Especie 68

4.1.4 Cercanía a Sitio de Reproducción 68

4.1.5 Sensibilidad al Aumento de Tráfico Marítimo (Efecto del Sonido) 68

4.1.6 Variación en la Temperatura del Agua (Cambios en Presas, Efectos en el Comportamiento y la Salud) 71

4.1.7 Derrame de Petróleo y sus Derivados 72

4.1.8 Otras Amenazas: Captura Incidental, Ingestión de Plásticos, Contaminación 74

4.2 EVALUACIÓN DE SENSIBILIDAD DE TORTUGAS MARINAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO 75

5. BIBLIOGRAFÍA 78

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se analiza la sensibilidad de las especies de megafauna marina al desarrollo del proyecto en el Golfo San Matías. Para esto, se definen criterios de evaluación para determinar la sensibilidad de las especies. Los primeros criterios están vinculados a la sensibilidad intrínseca de las especies, es decir, aquella independiente al proyecto, y está relacionada con el tipo de presencia de la especie en el área, su abundancia relativa a su tamaño poblacional, su estado de conservación y nivel de protección (a nivel local y regional) y la cercanía a áreas de reproducción. Los últimos criterios apuntan a evaluar la sensibilidad de la especie frente a los principales aspectos del proyecto con potencialidad de generar impactos sobre estos organismos (por ejemplo, aumento del tráfico marino o la variación en la temperatura del agua). El resultado final es un Indicador de Sensibilidad Potencial para cada una de las especies analizadas.

2. MAMÍFEROS MARINOS

Dentro del Mar Argentino se tiene registro de 52 especies de mamíferos marinos, los cuales incluyen Pinnípedos (9 especies), Cetáceos (41 especies) y Mustélidos (2 especies) (Bastida y Rodríguez, 2003; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, 2019; MAyDS, 2021). En el Área de Estudio (AE) definida para el Proyecto FLNG Golfo San Matías se identifican un total de 29 especies de mamíferos marinos, las cuales representan el 56% de las especies presentes en todo el Mar Argentino (ver Capítulo 6: Línea de Base Ambiental).

La presencia de los mamíferos marinos en el Área de Estudio puede asociarse a diferentes etapas de su ciclo de vida, como reproducción, migración, alimentación y cuidado de crías, entre otras. Los pinnípedos, son especies que se reproducen en tierra (existiendo especies que presentan distintos asentamiento reproductivos cercanos al AE) y exhiben ciclos de vida bien definidos con períodos específicos del año en los que se congregan para reproducirse, facilitando la identificación de estas etapas.

En cambio, en los cetáceos estas etapas son más difíciles de identificar, y el grado de conocimiento de las especies es altamente variable. Algunas especies de grandes ballenas han sido extensamente estudiadas, conociéndose sus ciclos de vida que involucran congregaciones en áreas de reproducción, para luego realizar extensas migraciones; mientras que existen otras especies de grandes ballenas muy poco estudiadas en la zona en donde no hay información de cómo se desarrollan estos procesos. A la vez, existen especies que permanecen en una misma zona durante todo su ciclo de vida, sin periodos claramente definidos para la reproducción, alimentación y lactancia. También hay especies muy poco conocidas, debido a su escasa frecuencia de avistamiento y varamiento, dificultando su estudio, como los zifios.

2.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La sensibilidad de las especies de mamíferos marinos al proyecto fue evaluada a partir de la valoración de los siguientes criterios:

1) Ocurrencia en el área de implantación del proyecto
2) Abundancia relativa al tamaño poblacional de la especie
3) Estado de conservación de la especie
4) Cercanía a sitios de reproducción
5) Sensibilidad al aumento de tráfico marítimo (colisiones, efecto del sonido)
6) Variación en la temperatura del agua (cambios en presas, efecto en la comunicación)
7) Derrame de petróleo y sus derivados
8) Otras amenazas: captura incidental, ingestión de plásticos, contaminación

La selección de estos criterios se hizo en función al proyecto en evaluación, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de este grupo de organismos a la ejecución de este proyecto en particular.

2.1.1 Ocurrencia en el Area de Implantación del Proyecto

En el Capítulo 6 se presentó un listado de especies de mamíferos marinos presentes en el Área de Estudio. Esta lista se elaboró a partir de datos recopilados en publicaciones científicas revisadas por pares, libros especializados, y bases de datos de acceso público como GBIF y OBIS, así como informes técnicos de organizaciones como la Comisión Ballenera Internacional, INIDEP, FAO, PAN-Mamíferos, e informes de campañas.

Para analizar la sensibilidad de las distintas especies de mamíferos marinos, se definieron criterios para clasificar las categorías de ocurrencia, considerando la sensibilidad de cada especie a los posibles impactos. Esta sensibilidad se basa en dos factores principales: la frecuencia con la que la especie utiliza el área, lo que determina la coincidencia espacial entre la especie y los impactos; y la estacionalidad de su presencia, lo que determinaría el tiempo de exposición de los animales a posibles impactos.

En base a la información estacional y de distribución de las distintas especies se elaboraron las siguientes categorías de presencia:

Permanente. La presencia se registra durante la mayor parte del año, y este patrón se repite en años sucesivos y cubriendo diferentes etapas de su ciclo vital. La presencia en mar abierto se correlaciona con su aparición en la costa. Puede presentar áreas de concentración que a su vez pueden variar estacionalmente.

Frecuente. La presencia en el área es recurrente en diferentes años, pero varía estacionalmente, y por lo tanto está presente en el área solo una parte del año, y esta estacionalidad se repite en años sucesivos y es previsible. Esta presencia estacional puede estar asociada con partes de su ciclo vital (migración, reproducción).

Ocasional. Los registros son en distintos años, pero sin patrones claros o estacionalidad específica.

Rara. Los registros son esporádicos, pudiéndose tratar de especies que no se distribuyen en el área.

2.1.2 Abundancia Relativa al Tamaño Poblacional de la Especie

El criterio de abundancia fue definido según la cantidad de individuos presente en el área propuesta para el proyecto en relación con el tamaño poblacional de la especie en la región. Se consideró que incluso si el número de individuos presentes en el área de interés es bajo, estos podrían representar una proporción significativa de la población si el tamaño poblacional total es pequeño, lo que aumentaría su sensibilidad. En esta situación, los posibles impactos de la actividad afectarían a una mayor proporción de la población, lo que a su vez restringiría su capacidad de recuperación.

Las categorías de sensibilidad relacionadas con la abundancia de las especies de definieron como:

Baja. El número de individuos en el área de interés del proyecto no representan una proporción significativa del área de distribución y del tamaño poblacional.

Media. La especie presenta grupos reducidos en mar abierto, y no presenta concentraciones terrestres. El número de ejemplares presentes en el área de estudio no representan una proporción significativa del tamaño poblacional.

Alta. La especie suele registrarse en grandes números, en grupos en mar abierto o en concentraciones terrestres. El número de individuos presentes en el área propuesta para el proyecto representa una proporción significativa tanto del área de distribución como del tamaño poblacional. En casos donde la especie se presenta en ejemplares escasos y solitarios, la sensibilidad será alta si el tamaño poblacional es reducido, representando una proporción significativa de la población. En los casos que esta información sea limitada o faltante, la especie será considerada como de sensibilidad alta por principio precautorio.

2.1.3 Estado de Conservación de la Especie

La evaluación de las especies según su riesgo de extinción es considerada una importante herramienta de decisión para la implementación de políticas de conservación.

Para definir este criterio se consideró la recategorización de los Mamíferos de Argentina realizada en 2019 entre la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y la Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAyDS – SAREM; disponible en http://cma.sarem.org.ar) y la Resolución del MADyS 316/2021. Se decidió utilizar esta categorización dado que es la más representativa y actualizada para las especies de mamíferos marinos del Mar Argentino y Antártida.

Las categorías consideradas fueron:

- En peligro (EN)
- Vulnerable (VU) // Datos Insuficientes (DD)
- No Analizada (NA)
- Casi Amenazado (NT)
- Preocupación Menor (LC)

2.1.4 Cercanía a Sitios de Reproducción

Para definir este criterio de sensibilidad, se tienen en cuenta las siguientes actividades: cópulas, pariciones, lactancia y cuidados parentales; a partir de ello se establecieron tres categorías:

Dentro. La especie presenta sitios de reproducción dentro del AE. En el caso de pinnípedos, cuyas actividades reproductivas ocurren en tierra, se consideró la inclusión de las áreas de alimentación de las hembras mientras crían a sus cachorros en tierra. En el caso de pequeños cetáceos que realizan todas sus actividades en una misma área geográfica sin realizar grandes desplazamientos, se asumió que su presencia en la misma incluye las actividades reproductivas mencionadas. En el caso de ballenas, que diferencian sus áreas de alimentación y de reproducción, se tuvo en cuenta la presencia de pares madre-cría en el AE.

Fuera. La especie no presenta sitios de reproducción en el AE. Tampoco se registran viajes de alimentación de las hembras mientras crían (caso particular de pinnípedos), ni pares madre-cría, en el caso de ballenas, dentro del área de estudio (tanto directa como indirecta) del proyecto.

Desconocida. Se desconocen los comportamientos reproductivos de la especie en el AE.

2.1.5 Sensibilidad al Aumento de Tráfico Marítimo (Colisiones, Efecto del Sonido)

El aumento del tráfico marítimo representa una amenaza significativa tanto por la probabilidad de que ocurran colisiones como por la contaminación sonora.

Las colisiones son una amenaza concreta para ciertas especies de cetáceos debido a los posibles impactos con embarcaciones. Estos incidentes se han convertido en una de las causas más comunes de lesiones y mortalidad entre grandes ballenas y delfines en los últimos años (Reeves et al., 2003; Dolman et al., 2006). Aunque el problema de las colisiones entre embarcaciones y cetáceos ha sido documentado durante décadas (Laist et al., 2001; Jensen y Silber, 2004), su reconocimiento reciente como una fuente de impacto antropogénico crucial demanda un análisis y evaluación urgentes (Van Waerebeek et al., 2007). Estas colisiones involucran diversos tipos de barcos, desde cargueros y tanqueros, hasta cruceros y pesqueros, aunque su frecuencia es mayor con embarcaciones grandes y rápidas (Laist et al., 2001; Jensen y Silber, 2004). Si bien el número de registros en nuestro país es limitado, las colisiones con grandes cetáceos son un problema frecuente en varias partes del mundo (Félix y Van Waerebeek, 2005; Van Waerebeek et al., 2007; Brownell et al., 2009; Schoeman et al., 2020). En Argentina, se han registrado colisiones con dos especies de grandes cetáceos: la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (D´Agostino et al., 2018; Giardino et al., 2022), ambas especies presentes en el área de estudio.

El modo locomotor, desplazamiento y maniobrabilidad difieren entre pinnípedos y cetáceos misticetos y odontocetos (Fish, 1997; Berta et al, 2015; Segre et al, 2022). El desplazamiento en cetáceos se da por oscilación caudal, donde el movimiento dorso-ventral de la cola genera la fuerza de elevación y propulsión mientras el cuerpo se mantiene estable (Fish, 1997; Berta et al, 2015). La aceleración dinámica (muscular) disminuye hacia las especies de mayor tamaño donde se tornan importantes los desplazamientos angulares del nado para acelerar el cuerpo (Martín López et al., 2021). La maniobrabilidad también disminuye hacia las especies de mayor tamaño, registrándose menor aceleración, y cambios de posición, giros y rolls más lentos, aunque con mejor performance que las especies pequeñas (Segre et al., 2022). La forma de locomoción horizontal y la restricción de movimientos hacen que los cetáceos, principalmente los de mayor tamaño, requieran más espacio y tiempo para realizar cambios de dirección o movimiento; por ejemplo, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) no realiza movimientos laterales para evadir buques, con lo cual para esquivarlos por buceo necesita una distancia de 250 metros de distancia (MacKenna et al., 2015).

A partir de lo expuesto en relación a la posibilidad de colisión se definieron tres categorías de sensibilidad:

Animales con maniobrabilidad alta: incluyen a los pinnípedos y cetáceos de pequeño tamaño.

Animales con maniobrabilidad media: incluye cetáceos odontocetos de tamaño intermedio (ej. zifidos, ballena minke).

Animales con maniobrabilidad baja: incluye cetáceos de gran porte (ej. cachalote, ballena jorobada, ballena franca, etc.).

Por otra parte, el incremento del tráfico marítimo lleva consigo un incremento del ruido submarino antropogénico. A lo largo de la evolución, los mamíferos marinos han desarrollado adaptaciones acústicas únicas que les permiten percibir sonidos en un amplio rango de frecuencias, superando en algunos aspectos a sus contrapartes terrestres (Figura 1). Tanto los misticetos como los odontocetos han desarrollado canales de tejido blando para la conducción del sonido hacia el oído, mientras que los pinnípedos utilizan un canal externo lleno de aire, al menos en ambientes terrestres. Además, existen diferencias significativas entre las capacidades auditivas de los otáridos y los fócidos, con estos últimos mostrando una mayor adaptación para la audición subacuática.

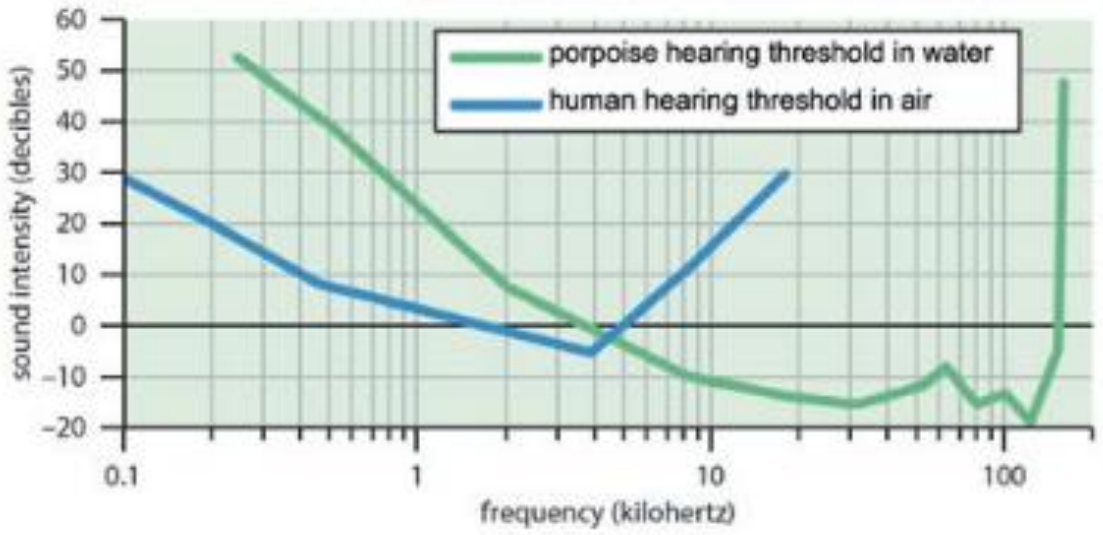


Figura 1. Audiograma comparativo entre un ser humano en el aire y una marsopa en el agua. En el eje x se expresan la frecuencia en kHz mientras que en el eje y se expresa la intensidad sonora en decibeles (db).

Los mamíferos marinos dependen en gran medida de su capacidad auditiva para realizar funciones esenciales como la detección de presas, la comunicación y la orientación en el entorno acuático. Sin embargo, la creciente presencia de ruido submarino antropogénico, generado por diversas actividades humanas como el transporte marítimo, la exploración de petróleo y gas, la construcción de parques eólicos, las plataformas petroleras y las actividades militares, está alterando significativamente sus hábitats. Aunque las áreas altamente explotadas suelen presentar niveles particularmente altos de ruido submarino, el impacto del ruido puede ser aún más severo en áreas más tranquilas, donde los animales no están habituados a tales perturbaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Nivel sonoro de diferentes fuentes de sonido utilizados en el mar. Fuente: dosits.org

FUENTE DE SONIDO	NIVEL SONORO (dB re 1 µPa a 1 m)
Dispositivo subacuático nuclear (30 kilo-ton)	328
Explosivos (10.000 libras ó 4.536 kg de TNT)	299
Arreglo de cañones de aire comprimido (sísmica comercial)	260–262
Erupción volcánica submarina, terremoto	240–250
Ecosonda multihaz científica	235
Sonares militares de frecuencias medias	223–235
Sonares militares de frecuencias bajas	215
"Superpetrólero" (270 m de eslora)	198
Dispositivo acústico de hostigamiento	185
Barco pesquero (12 m de eslora, 7 nudos)	150
Dispositivo acústico de disuasión (AquaMark300)	132
Fenómenos climáticos (lluvia, trueno, rayo)	80–200
Sonidos biológicos*	~ 50–190
Oleaje	~ 40–80

El ruido antropogénico puede enmascarar las señales de comunicación entre los mamíferos marinos, impidiéndoles escuchar los llamados de sus congéneres, lo que puede afectar su capacidad para encontrar pareja o localizar alimento, y, en última instancia, poner en riesgo la supervivencia de individuos o especies. Además, el ruido puede interrumpir su comportamiento natural, provocar la migración a hábitats más silenciosos, interferir con la alimentación, alterar el comportamiento de inmersión e incluso causar daños reproductivos a través del estrés agudo y crónico. En los casos más graves, la exposición a ruidos intensos y continuos o impulsivos puede dañar el sistema auditivo, provocando una pérdida temporal o permanente de la audición, lo que aumenta el riesgo de no detectar señales importantes, como la aproximación de un barco o componentes específicos de las llamadas de apareamiento (Reckendorf et al., 2023).

El hecho de que la exposición a los sonidos afecte a los mamíferos marinos depende de los niveles sonoros, la frecuencia y la duración de estas fuentes de sonido. La exposición de los mamíferos marinos a diferentes distancias de una fuente de sonido puede dar lugar a diferentes efectos que van desde lesiones auditivas, es decir Desplazamiento Permanente del Umbral (PTS) o Desplazamiento Temporal del Umbral (TTS) (Finneran y Branstetter, 2013; Southall et al., 2019), a respuestas o alteraciones del comportamiento (Nowacek et al., 2007) y al enmascaramiento de la comunicación (Di lorio y Clark, 2010) (Figura 2) Si estos efectos sonoros son graves, o se prolongan durante periodos de tiempo prolongados, y no se mitigan lo suficiente, pueden tener consecuencias a nivel poblacional .

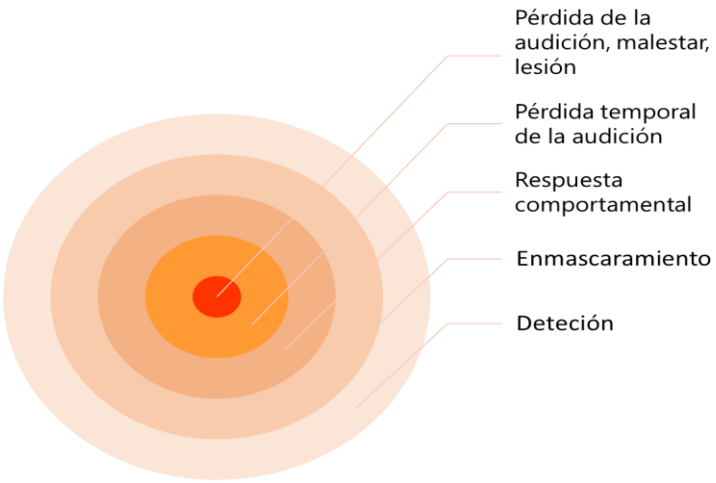


Figura 2. Zonas teóricas de solapamiento de la influencia del ruido (según Richardson et al., 1995).

Existen pruebas claras de que los sonidos intensos e impulsivos pueden dañar los tejidos y provocar potencialmente efectos mortales cuando los animales se encuentran cerca de una fuente de ruido, pero es mucho más probable que los individuos estén expuestos a sonidos a cierta distancia de la fuente de ruido, donde la intensidad es menor, siendo más probable que los efectos sean conductuales que físicos. Así pues, los efectos del ruido antropogénico pueden ir desde pequeños ajustes conductuales a corto plazo hasta grandes cambios conductuales o fisiológicos que provoquen la muerte (Chahouri et al., 2022).

La instalación de una FLNG en una zona previamente no impactada por el tráfico marítimo representa una amenaza significativa para la fauna marina, especialmente debido al aumento en la cantidad de embarcaciones en la región. En aguas poco profundas, el ruido generado por pequeñas embarcaciones recreativas puede dominar los paisajes sonoros (Hermannsen et al., 2019). Este tipo de ruido, aunque a veces subestimado, puede ser particularmente perturbador para las especies costeras sensibles al ruido. En las marsopas de Escocia (*Phocoena phocoena)*, por ejemplo, el incremento del tránsito marítimo asociado a la presencia de un parque eólico, redujo hasta un 33% la detección acústica de las marsopas, comparado con el periodo sin este parque. Esta disminución en la detección de la especie fue asociada al aumento en los niveles de actividad de las embarcaciones y las actividades de hincado, así como con un aumento en los niveles locales de ruido submarino de banda ancha (Benhemma-Le Gall et al., 2023). Estudios similares en marsopas sin aleta (*Neophocaena asiaeorientalis sunameri)* en Japón encontraron que la intensidad del sonido producido por las marsopas se vio afectado por una combinación de factores, vinculado también al ruido de embarcaciones. En particular, se observó que las marsopas emitían sonidos con mayor intensidad cuando no había ruido de embarcaciones durante el día, en comparación con otras situaciones (Ogawa y Kimura, 2023). Otro estudio realizado en las Islas Canarias demostró que las pequeñas embarcaciones que viajan a 5 nudos en aguas poco profundas pueden reducir el rango de comunicación de los delfines nariz de botella en un 26% dentro de un rango de 50 m, mientras que el ruido de cavitación aumentado a velocidades más altas incrementa drásticamente el impacto en el rango de comunicación. Los cambios de marcha generan sonidos transitorios de alto nivel (con niveles pico-pico de hasta 200 dB re 1 µPa) que pueden ser audibles a muchos kilómetros y pueden perturbar a los animales cercanos (Jensen et al., 2009).

Además, los ecosondas de las embarcaciones se solapan con los sonidos de alta frecuencia o click de ecolocalización. Por ejemplo, en un grupo de orcas del mar de Salish (EEUU) se observó que cuando las embarcaciones tenían encendido el sonar de navegación, las orcas realizan inmersiones más largas para capturar presas y descendían más lentamente al iniciar estas inmersiones. Además, las orcas descendían más rápido cuando los niveles de ruido eran más altos y las embarcaciones se acercaban más (Holt et al., 2021).

La mayoría del ruido producido por los barcos está en frecuencias bajas (aproximadamente 20–500 Hz). Las mediciones en barcos comerciales modernos muestran niveles de fuente de banda ancha (20–1000 Hz) de hasta 188 dB re 1 µPa a 1 m para un contenedor de 54.000 toneladas brutas navegando a 21,7 nudos (11,2 m/s). Cuando un gran barco pasa cerca de un receptor, el ruido generado puede aumentar temporalmente los niveles sonoros en esa ubicación de manera significativa. Incluso en ausencia de un barco cercano, en muchos lugares del océano, el nivel de sonido de fondo en frecuencias bajas está dominado por el ruido de barcos distantes debido a que los sonidos de baja frecuencia pueden viajar largas distancias bajo el agua.

Basado en esta información, sumado a las altas frecuencias de los sonares, podemos predecir el grado enmascaramiento con todas las especies de cetáceos Tabla 2.

Con superposición Alta. Superposición con todo el rango auditivo de la especie, con potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés.

Con superposición de Alta a Moderada. Superposición parcial con el rango auditivo de la especie, con potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés, o bien con superposición total del rango auditivo, pero con menos potenciales implicancias.

Con superposición Baja. Baja superposición con el rango auditivo de la especie, con potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés.

Sin superposición. Sin superposición con el rango auditivo de la especie, ni potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés.

Tabla 2. Resumen del rango de frecuencia, tipo de producción sonora y rango auditivo de mamíferos marinos (adaptado de Todd et al., 2015 y Southall et al., 2019). La sensibilidad auditiva de las vocalizaciones y las señales de ecolocalización están dadas en rangos de frecuencia. SD: Sin datos; (*) pertenece a mediciones realizadas no en la propia especie si no en la emparentada más próxima.

Especie	Tipo de Producción Sonora	Producción Sonora (KHz)	Producción Sonora (KHz) de la Especie más Cercana	Banda de Audición (KHz)	Banda de Audición (KHz) de la Especie más Cercana	Clasificación Auditiva	Superposición Sonora con los Rangos de Emisión del Proyecto *	Consecuencias de la Superposición
Otaria flavescens	gruñidos, ladridos, llamadas agudas y exhalaciones, madre-cría	0,5-1		SD			Baja	Poca implicancia aparente en procesos biológico
Arctocephalus australis	11 tipos de llamadas	0,4-1,6		SD	*Callorhinus ursinus* BEH: 0,5 -41,1	Otros carnívoros (OC)	Baja	Poca implicancia aparente en procesos biológico
Arctocephalus tropicalis	madre-cría	0,35-6,5		SD		Otros carnívoros (OC)	Baja	Poca implicancia aparente en procesos biológico
Arctocephalus gazella	Ladridos, sonidos de amenaza, madre-cría	2,15-6		SD		Otros carnívoros (OC)	Baja	Poca implicancia aparente en procesos biológico
Mirounga leonina		0.02-4		SD	*Mirounga angustirostris* >4	Carnívoros fócidos (CF)	Moderada	Con probable implicancia biológica
Hydrurga leptonyx	golpes, rugidos, pulsos, llamadas	0.04-164		<1->4		Carnívoros fócidos (CF)	Moderada	Con probable implicancia biológica
Leptonychotes weddellii	49 tipos diferentes	0,1-15		SD	*Phoca vitulina* BEH: <0,1->32,5 AEP: <1,4-> 30	Carnívoros fócidos (CF)	Moderada	Con probable implicancia biológica
Lobodon carcinophaga	gemidos, silbidos, gruñidos y chillidos	0,1-8		SD		Carnívoros fócidos (CF)	Moderada	Con probable implicancia biológica
Eubalaena australis	vocalizaciones	0.03-2.2		SD	*Eubalaena glacialis* 0.016-25 *	Cetáceos de baja frecuencia (BF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Especie	Tipo de Producción Sonora	Producción Sonora (KHz)	Producción Sonora (KHz) de la Especie más Cercana	Banda de Audición (KHz)	Banda de Audición (KHz) de la Especie más Cercana	Clasificación Auditiva	Superposición Sonora con los Rangos de Emisión del Proyecto *	Consecuencias de la Superposición
Megaptera novaeangliae	vocalizaciones	0,020-24		0,018-15*		Cetáceos de baja frecuencia (BF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas
Balaenoptera physalus	vocalizaciones	0,01-1		0,05-20*		Cetáceos de baja frecuencia (BF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas
Balaenoptera borealis	vocalizaciones	0,02-4		SD	*Balaenoptera physalus 0,05-20**	Cetáceos de baja frecuencia (BF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas
Balaenoptera bonaerensis	vocalizaciones	0,05-1		SD	*Balaenoptera acutorostrata 0101-34**	Cetáceos de baja frecuencia (BF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas
Balaenoptera acutorostrata	vocalizaciones	0,09-9		0101-34*		Cetáceos de baja frecuencia (BF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas
Physeter macrocephalus	Vocal; Click	0,4-9 ; 3-26		SD		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas
Pontoporia blainvillei	Vocal; Click	130-149	139	SD		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas
Delphinus delphis	Vocal; Click	0,3-44; 0.2–150		60-128 **		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con mayores implicancias biológicas

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Especie	Tipo de Producción Sonora	Producción Sonora (KHz)	Producción Sonora (KHz) de la Especie más Cercana	Banda de Audición (KHz)	Banda de Audición (KHz) de la Especie más Cercana	Clasificación Auditiva	Superposición Sonora con los Rangos de Emisión del Proyecto *	Consecuencias de la Superposición
Tursiops truncatus gephyreus	Vocal; Click	1,8-14; 27-73	130	BEH-: 0,4-146; AEP: <5-169*		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Lagenorhynchus australis	Vocal; Click	0,3-5; 123-138		SD		Cetáceos de alta frecuencia (AF)		Con implicancias biológicas
Sagmatias obscurus	Vocal; Click	1-28; 90-100		SD	*Lagenorhynchus obliquidens BEH:* 0,3-139	Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Moderada	Con probable implicancia biológica
Orcinus orca	Vocal; Click	0,1-75; 0,1-80		BEH: 0,2-140; AEP:<1-90		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Pseudorca crassidens	Vocal; Click	3-9; 25-87		BEH: 2-111; AEP:<4->5		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Globicephala melas	Vocal; Click	0,1-24; SD		AEP:<4-89		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Phoconea spinipinnis	Click	SD; 28-47		SD		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Cephalorhynchus commersonii	Vocal; Click	<100; 111-250				Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas

Especie	Tipo de Producción Sonora	Producción Sonora (KHz)	Producción Sonora (KHz) de la Especie más Cercana	Banda de Audición (KHz)	Banda de Audición (KHz) de la Especie más Cercana	Clasificación Auditiva	Superposición Sonora con los Rangos de Emisión del Proyecto *	Consecuencias de la Superposición
Ziphius cavirostris	Vocal; Click	SD; 28-47		SD		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Hyperoodon planifrons	SD	SD	*Hyperoodon ampullatus* 3-16; 32-51	SD		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Mesoplodon grayi	SD	SD	*Mesoplodon densirostris* 1-12; 30-57	SD	*Mesoplodon densirostris AEP: <6-117*	Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas
Mesoplodon layardii	SD	SD		SD		Cetáceos de alta frecuencia (AF)	Alta	Con implicancias biológicas

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Con base a los dos potenciales efectos producidos por el incremento del tráfico marino (colisión y contaminación sonora) se definen las siguientes categorías de sensibilidad:

	Maniobrabilidad Alta	Maniobrabilidad Media	Maniobrabilidad Baja
Superposición Acústica Alta	Alta	Alta	Alta
Superposición Acústica Alta-Moderada	Moderada	Alta	Alta
Superposición Acústica Baja	Baja	Moderada	Alta
Sin Superposición Acústica	Baja	Baja	Alta

2.1.6 Variación en la Temperatura del Agua (Cambios en Presas, Efecto en la Comunicación)

Según Kennedy (2004) la contaminación térmica refiere a cambios deletéreos (incrementos o descensos) en la temperatura de un cuerpo de agua, como consecuencia de actividades humanas. Cuerpos de agua tales como ríos y océanos son usualmente utilizados como recursos claves para el enfriamiento en diferentes industrias vinculadas a la generación de energía (ej. centrales térmicas). La mayor parte de los organismos acuáticos están adaptados a vivir dentro de un rango específico de temperatura, por fuera del cual se convierte en un factor estresante o letal. El cambio de temperatura que se produce durante estos procesos es un factor determinante de estrés térmico que puede causar cambios en la diversidad (ej. Jebakumar et al., 2018) promover efectos sub-letales que afecten al metabolismo, el crecimiento o la reproducción de algunas especies (Barnett, 1971), e incluso hasta la muerte de diferentes organismos del plancton y bentos (Taylor, 2006).

Experimentos sobre invertebrados de estuarios han demostrado que incluso un incremento leve (1°C) puede provocar la muerte del 100% de los organismos en estudio, pero dicha tolerancia está sujeta a la tolerancia especie-específica (Mihursky y Kennedy, 1967). De hecho, una misma especie puede diferir en su tolerancia a los cambios de temperatura según su clase etaria.

Los organismos móviles pueden responder a los cambios de temperatura evitándola o incluso siendo atraídos por ella, dependiendo de la tolerancia y la preferencia térmica (Kennedy, 2004). Los antecedentes en los componentes de la megafauna (por ejemplo, tortugas y mamíferos marinos) son escasos. Según la literatura, los efectos pueden ser indirectos o directos según afecte a algún componente de su hábitat o a la especie en cuestión, respectivamente. Un ejemplo indirecto puede asociarse a los cambios en la distribución y la abundancia de especies que forman parte de la dieta de un depredador, afectando su ecología trófica. Por ejemplo, se observó que las tortugas verdes (*Chelonias mydas*) modificaron su comportamiento y duplicaron su área de alimentación como consecuencia del cese de funcionamiento de una planta térmica (Eguchi et al., 2020). En este trabajo los autores argumentan que, durante su funcionamiento, la planta termal modifica la vegetación circundante, afectando directamente a organismos sésiles que componen el alimento de las tortugas.

Para animales endotérmicos, como los mamíferos marinos, la zona termo-neutral (ZTN) es el rango de temperaturas del ambiente en el cual el cuerpo puede mantener sus temperatura central a través de la regulación exclusiva de la perdida de calor (Davis, 2019), lo que significa que el aislamiento térmico y la tasa metabólica de reposo son suficientes para mantener el balance térmico. Por debajo o encima de los límites de temperatura crítica, el metabolismo debe modificarse, lo que conlleva un costo. Sin embargo, esta información es conocida en un número bajo de especies (Davis, 2019). Se tiene conocimiento de la tolerancia a bajas temperaturas de *Tursiops truncatus* en un rango de 6-23°C (Yeates y Houser, 2008) y una gran tolerancia de la foca Arpa (*Pagophilus groenlandicus*) ∆35°C (Figura 3). Por el contrario, los manatíes tienen una muy baja tolerancia a las bajas temperaturas. Los manatíes de Florida (*Trichechus manatus*), en Estados Unidos, tienen una baja tolerancia a las bajas temperaturas y se ha demostrado que pueden agruparse en derredor a descargas de aguas calientes o centrales térmicas (Laist y Reynolds, 2005).

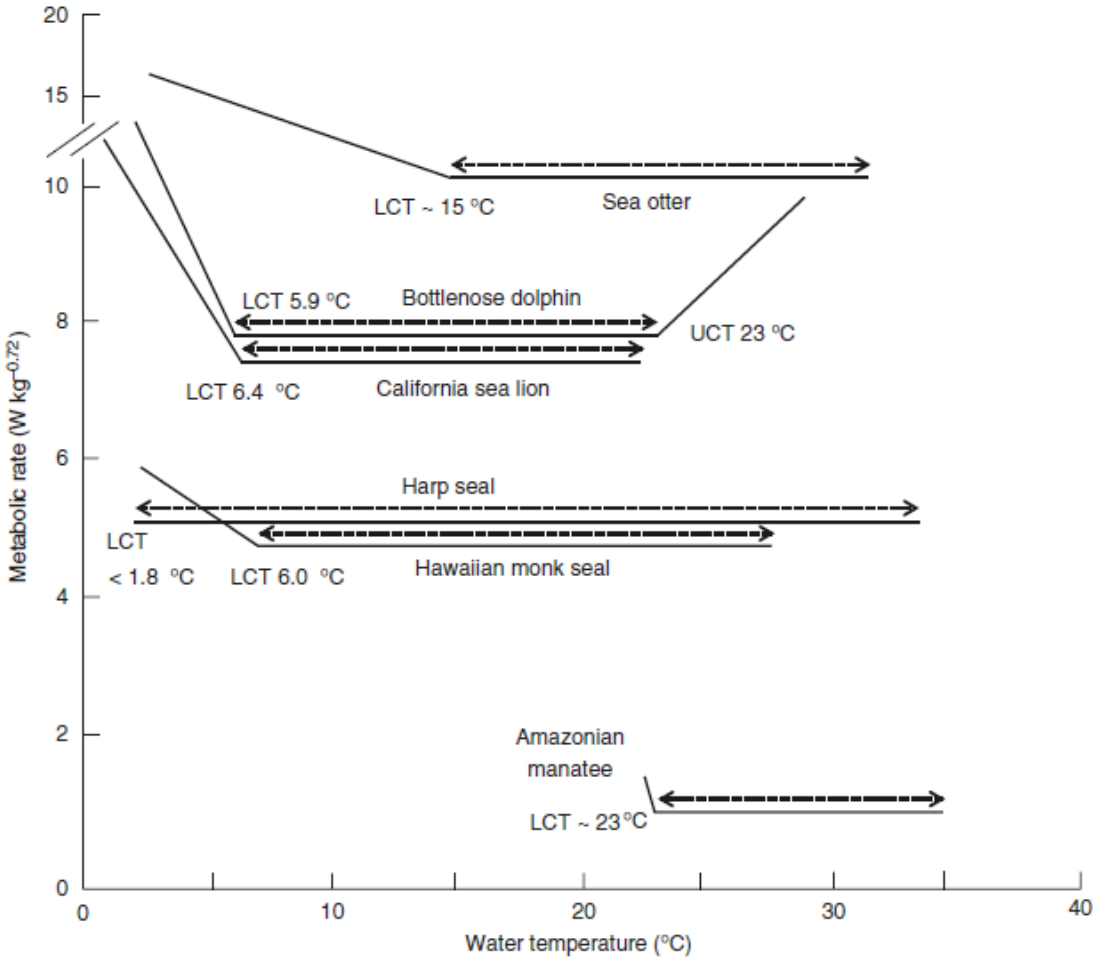


Figura 3. Relación entre la temperatura y la tasa metabólica en 6 especies de mamíferos marinos que difieren en su forma de aislamiento (capa de grasa y pelo). La línea discontinua muestra la zona termo-neutral (TNZ, sigla en inglés) con una temperatura mínima crítica (LCT, sigla en inglés) y una temperatura máxima crítica (UCT, sigla en inglés). Tomado de Davis (2019).

Además de la tolerancia fisiológica, la comunicación de los mamíferos marinos, en especial en los cetáceos, puede verse afectada por la variación de temperatura. El sonido viaja más rápido en aguas más cálidas que en aguas frías (Figura 4). Además, las ondas sonoras en el océano sufren pérdida de absorción, donde la energía acústica se convierte en calor esto afecta principalmente a las altas frecuencias. Por lo tanto, el incremento de la temperatura podría estar afectando a especies que producen sonidos de alta frecuencia y banda angosta, como la franciscana y las marsopas.

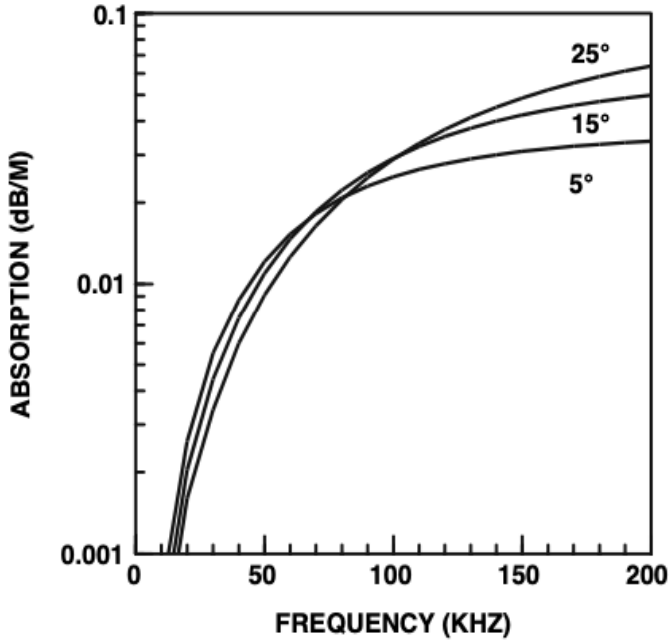


Figura 4. Esquema que refleja la alteración de las ondas sonoras (en kilohertz) a diferentes temperaturas (lo redacte yo, estaba la foto pelada)

Asumiendo que la ZTN de los mamíferos del área de estudio es amplia, es poco probable que las variaciones alcancen los umbrales superiores (temperatura critica máxima, Figura 3), por lo tanto, se toma como criterio que la contaminación térmica puede tener efectos en la comunicación, por la alteración en las ondas de sonido y en el ecosistema, alterando la estructura del ecosistema, a partir de la afección de la comunidad de organismos sésiles. Por lo expuesto, se destacan las siguientes categorías de sensibilidad:

Alta. Especies con un área de uso pequeño, dependencia trófica de especies costeras y preponderancia de especies asociadas al bentos, y especies que producen sonidos de alta frecuencia y banda angosta, particularmente alterados por el cambio de temperatura.

Moderada. Especies con un área de uso moderada, una alimentación diversa que puede ser de preferencia costera, y/o especies de mamíferos marinos con uso del sonido de baja frecuencia como elemento preponderante de comunicación.

Baja. Especies con un área de uso grande, con hábitos de alimentación variado y en los cuales el sonido no es un elemento preponderante de comunicación y de búsqueda de alimento (ej. sonidos de carnívoros).

2.1.7 Derrame de Petróleo y sus Derivados

El vertido de petróleo y sus derivados pueden tener un impacto diverso en los mamíferos marinos, tanto de manera directa como indirecta (Ruberg et al., 2021). La inhalación, la ingestión o el contacto con el petróleo puede desencadenar una serie de respuestas fisiológicas que tienen consecuencias en la salud y la supervivencia a largo plazo, incluso afectando la capacidad reproductiva de los individuos (Hague et al., 2022).

La afectación más aguda ocurre por el daño en el sistema respiratorio causado por la inhalación de los gases aromáticos altamente tóxicos derivados del petróleo (Helms et al., 2005). Además, la ingestión directa o indirecta del petróleo (como a través de presas contaminadas) puede posiblemente afectar varios órganos (por ejemplo, riñones, hígado e intestinos) y sistemas (por ejemplo, digestivo y urogenital). Por último, la exposición y el contacto con el petróleo pueden producir daños en los ojos y otros tejidos blandos expuestos (Helms et al., 2005). La impregnación del pelaje con crudo en pinnípedos junto con cambios en su comportamiento son los efectos más documentados por la literatura (Ruberg et al., 2021).

Los efectos indirectos son menos comprendidos, pero no por ello menos importantes. Entre ellos se puede mencionar la reducción de la disponibilidad de presas en un tiempo determinado, los daños en el hábitat de las presas (ejemplo, hipoxia en el estuario del río Mississippi; Magaña et al., 2003), la mortalidad selectiva con la consiguiente interrupción de los lazos sociales, y la disminución del éxito reproductivo, entre otros (Helms et al., 2005).

La evaluación de los cambios en el patrón de varamientos y/o los varamientos de especies inusuales en un área específica puede ser utilizada como indicador de estrés crónico relacionado con actividades relacionadas a hidrocarburos (Litz et al. 2014).

Las afectaciones a mamíferos marinos deben ser discutidas según las características anatómicas de los diferentes grupos. La literatura separa la discusión considerando mustélidos, sirénidos, úrsidos, pinnípedos o cetáceos. En el Mar Argentino y particularmente en el Área de Estudio, se analizan pinnípedos y cetáceos ya que son grupos taxonómicos que tienen representantes en esa área.

Pinnípedos

Por su similitud anatómica y fisiológica, es esperable que los pinnípedos puedan responder a la exposición de forma similar a las nutrias, las cuales han sido estudiadas en mayor detalle. Membranas mucosas, ojos, orejas, genitales externos, y órganos internos expuestos de forma aguda o crónica, pueden resultar afectados negativamente por este contaminante. Entre los efectos directos, es posible que ocurra inhalación, ingestión directa o indirectamente. Por ejemplo, se ha observado que en focas anilladas (*Pusa hispida*) que han estado 24 hs en contacto con petróleo no lo ingieren, pero si expresan cambios en el epitelio respiratorio, como causa de la inhalación de gases (Kooyman et al., 1977), o patologías de hígado y riñón (St Aubin, 1977).

Los pinnípedos son un grupo diverso (Bastida et al., 2022), mientras que lobos marinos de dos pelos son más vulnerables, leones o lobos marinos de un pelo y focas son menos sensibles a la contaminación directa (Helms et al., 2005). Lobos marinos de dos pelos presentan una capa muy desarrollada del pelo inferior o subyacente (*underfur*), con rol importante en el aislamiento, ya que evita que el agua toque la piel. El empetrolamiento y apelmazamiento de este pelo produce un aumento en la conductividad térmica y por consiguiente una excesiva pérdida de calor corporal haciéndolas mucho más vulnerables (Kooyman et al., 1977). El permanente acicalamiento (que tiene como función mantener la limpieza y separación del *underfur*, favorecería a la redistribución del petróleo. Existen que evidencian cambios termorregulatorios en pinnípedos empetrolados. Por ejemplo, se observó que mientras que juveniles del lobo fino del norte (*Callorhinus ursinus*), exhiben un 50% de incremento en la pérdida de calor en aguas contaminadas con crudo (Kooyman et al., 1976), especies como el león marino de California (*Zalophus californianus*), y las focas de Weddell (*Leptonychotes weddellii*) no han mostrado cambios evidentes (Kooyman et al., 1977).

Cetáceos

No son muchos los casos de cetáceos empetrolados. Por su anatomía, es esperable que el petróleo y sus derivados no se adhieran a la piel, tampoco que se acumule en zonas externas sensibles tales como ojos, boca, espiráculo, etc. Por otra parte, la capa de grasa hipodérmica es quien cumple la función de aislamiento térmico, por lo que en principio, no pareciera no tener el mismo compromiso que las especies con pelo desarrollado. Estos mamíferos marinos no ingieren grandes volúmenes de agua, tampoco se acicalan, por lo que probablemente no consuman grandes cantidades de petróleo y sus derivados (Helms et al., 2005).

Los cetáceos pueden estar expuestos al petróleo y a los compuestos derivados a través del contacto directo, la ingestión de hidrocarburos o presas contaminadas con hidrocarburos, la inhalación de hidrocarburos y/o componentes de volatilizados o en aerosol, y la aspiración de hidrocarburos directamente en los pulmones (Godard-Codding y Collier, 2018). Los efectos del petróleo en los cetáceos se han investigado en *oil spills* y antiguos estudios experimentales de exposición, reportándose varios efectos incluyendo una mala condición corporal, desequilibrio del calcio, inflamación, fallas reproductivas, daño orgánico (enfermedad e insuficiencia pulmonar, enfermedad de las glándulas suprarrenales), alteración de la función hepatobiliar, cambios inmunológicos y aumento de la susceptibilidad a las infecciones, alteración de la respuesta al estrés y muerte.

Dias et al. (2017) reportaron que delfines y ballenas no siempre evitaron los productos derivados del petróleo, ya que fueron observados y documentados nadando en diferentes tipos de petróleo tras el vertido del *Deepwater Horizon*, en el Golfo de México. Las imágenes de delfines con petróleo en el cuerpo confirmaron que el petróleo puede adherirse a la piel de los cetáceos y persistir en ella. Aunque se ha sugerido en literatura que algunas especies de cetáceos son capaces de detectar y potencialmente evitar diferentes tipos de petróleo, este estudio mostró que los cetáceos entraron en contacto directo con el petróleo al nadar a través de ellos, adhiriéndose a su piel.

A su vez, la exposición al petróleo superficial va a diferir según el comportamiento de las diferentes especies. Aquellas especies que son buceadores profundos (cachalotes, zífidos, delfines piloto) tienen potencialmente una menor probabilidad de empetrolamiento, porque la mayor parte del tiempo están sumergidos. Opuesto es el caso de las ballenas, que no sólo tienen hábitos más someros, sino que además por el comportamiento de filtrado superficial o sub-superficial, los expone directamente a la retención de petróleo en las barbas (disminuyendo su capacidad de filtrado), y a la ingestión directa. Dentro de las especies identificadas, es particularmente sensible la Ballena Franca Austral, una especie filtradora de superficie y que, aunque se encuentre en periodo reproductivo en el AE, puede alimentarse la madre o la cria.

Aunque existan evaluaciones sobre cómo afectan las diferentes industrias offshore a los mamíferos (ej. Sullivan et al., 2019; Hague et al., 2022), en Argentina no se tiene antecedentes de este tipo. Sin embargo, Fiori y Zalba (2003) argumentaron que existe una amenaza de pérdida de la diversidad, especialmente de especies nativas, que repercuten en toda la estructura del ecosistema como consecuencia de la exploración y la explotación de petróleo en la Patagonia.

Por lo antes expuesto, como criterio para evaluar la sensibilidad de las especies presentes en el área propuesta para el proyecto, se planteó el siguiente análisis de sensibilidad:

	Alimentadores Superficiales (<100m) por Filtración	Buceadores Superficiales (<100m) por Captura	Buceadores Profundos (>100m) por Captura
Dos capas de pelo (*underfur* y pelo de guarda) bien desarrolladas	--	Muy alta	Medio
Una capa de pelo (pelo de guarda) bien desarrollada	--	Alta	Baja
Sin pelo desarrollado	Muy alta	Alta	Baja

2.1.8 Otras Amenazas: Captura Incidental, Ingestión de Plásticos, Contaminación

Además de las mencionadas anteriormente, los mamíferos marinos enfrentan otras amenazas, todas ellas vinculadas a la interacción con actividades humanas. El 98% de las especies actuales de mamíferos marinos se ven afectadas por al menos una amenaza. La captura incidental de mamíferos marinos en artes de pesca se considera la amenaza principal, impactando a 112 especies de mamíferos marinos. Le siguen en importancia la contaminación ambiental (afectando a 99 especies), la captura directa de ejemplares (89 especies) y los efectos asociados al tráfico marítimo (86 especies) (Figura 5) (Ávila et al., 2018). Más de 60 especies sufren directamente las consecuencias de actividades humanas como el desarrollo urbano, la caza y el turismo. En relación a ello, el 51% del hábitat central de los mamíferos marinos se encuentra afectado, y un 47% de las aguas costeras del mundo, que incluyen a la mayoría de las comunidades locales de mamíferos marinos, enfrentan riesgos considerables (Ávila et al., 2018).

Recientemente, un estudio analizó las amenazas a los mamíferos de Argentina, revelando que los cetáceos son afectados principalmente por la contaminación y la captura incidental, mientras que los pinnípedos se ven mayormente amenazados por las pesquerías (siendo el principal grupo de mamíferos marinos que interactúa con las pesquerías industriales argentinas) (Rodríguez et al., 2023), la disminución en la disponibilidad de sus presas y la fragmentación de su hábitat (Abba et al., 2022).

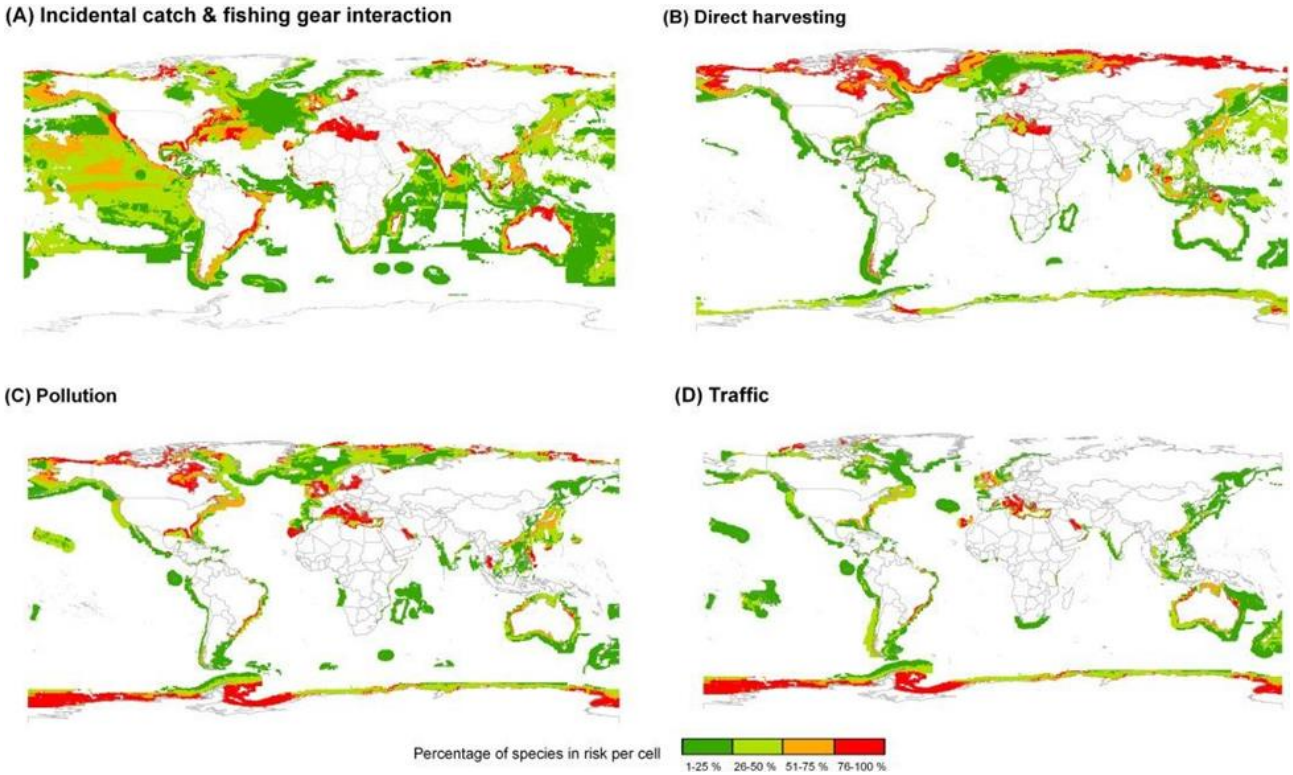


Figura 5. Mapa mundial representando el porcentaje de especies de mamíferos marinos afectados por amenazas antrópicas. A) Mapa de riesgo acumulado de captura incidental (N especies = 103). (B) Mapa de riesgo acumulativo de la explotación directa (N especies = 81). (C) Mapa de riesgo acumulado de contaminación (N especies = 92). (D) Mapa de riesgo acumulado del tráfico (N especies = 77). Fuente: Ávila et al., 2018.

El *bycatch* o captura incidental, se refiere a la captura de organismos que no constituyen el objetivo principal de la pesca (Pérez Roda et al., 2019). A nivel mundial, se estima que cerca de 500.000 mamíferos marinos son capturados anualmente en diferentes pesquerías (Read et al., 2006; Gray y Kennelly, 2018). Se distinguen dos tipos de interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías: las interacciones operacionales, es decir el contacto directo entre los animales y las embarcaciones, causando daños en los artes de pesca, las capturas y los propios individuos; y las interacciones biológicas, donde ambas partes comparten y utilizan recursos en zonas y tiempos comunes (Crespo et al., 2007). Es importante destacar que no todas las pesquerías tienen el mismo impacto en los mamíferos marinos. Algunas tienen efectos más significativos debido a su método, arte utilizado y las especies buscadas, lo que genera interacciones más estrechas, mientras que otras no afectan a los mamíferos.

En aguas argentinas, se ha confirmado una amplia gama de interacciones operacionales con mamíferos marinos, abarcando pesquerías costeras, artesanales, de arrastre, palangre y, más recientemente, pesquerías con trampas (Goodall y Cameron, 1980; Bastida y Lichtschein, 1986; Goodall et al., 1988; Pérez-Macri y Crespo, 1989; Corcuera et al., 1994; Crespo et al., 1994; Goodall et al., 1994; Crespo et al., 1997; 2000; 2007; Dans et al., 2003; Bordino y Albareda, 2004; Campagna et al., 2007; Cappozzo et al., 2007; Negri et al., 2012; Mandiola et al., 2017; Mauna et al., 2018; Franco-Trecu et al., 2019; Seco Pon et al., 2020; Rodríguez et al., 2020; Ramos et al., 2020; Rodríguez et al., 2023; Mandiola et al., 2024).

En el AE, de las 29 especies de mamíferos marinos identificados, existen registros de interacción con pesquerías del Mar Argentino en 16 de ellas, lo que representa el 55% de las especies presentes en el área (Tabla 3). Además, a pesar de no poseer información certera de algunas especies que pudieran estar afectadas por estas interacciones en Argentina, 6 especies más contempladas para el área de estudio han registrado interacciones con las pesquerías en otros sectores del mundo (Tabla 3) (Odell y McClune, 1999; Dalla Rosa y Secchi, 2007; Werner at al., 2015; Ávila et al., 2018).

Las estimaciones sobre las tasas de captura de mamíferos marinos en las distintas pesquerías operativas en el Mar Argentino son limitadas, inexistentes o están desactualizadas. En el área propuesta para el proyecto las especies de pinnípedos y cetáceos con presencia frecuente o permanente muestran una mayor incidencia de interacciones con las pesquerías. Por un lado, los pinnípedos se ven afectados principalmente debido a la superposición de recursos o áreas utilizadas por estas especies y las pesquerías artesanales e industriales (Corcuera et al., 1994; Crespo et al., 1994; 1997; 2007; Crespo y Hall 2002; Dans et al., 2003; Romero et al., 2011; Seco Pon et al., 2013; Mandiola et al., 2015; Mandiola et al., 2017; Rodríguez et al., 2023). En el caso de los cetáceos, se han registrado diversas especies con distintos niveles de interacción en Argentina (Tabla 3). Mientras que los cetáceos más pequeños suelen quedar atrapados en redes costeras o redes agalleras (Goodall et al., 1994; Goodall y Schiavini, 1995; Goodall, 2002; Lipsky y Brownell, 2018), los de mayor tamaño enfrentan otro tipo de interacciones. Por ejemplo, el cachalote interactúa frecuentemente con las pesquerías de palangre, alimentándose de las capturas de las flotas y en ocasiones dañando las piezas (Ashford et al., 1996; Clark y Agnew, 2010; Mandiola et al., 2019). Por otro lado, en la pesquería de centolla con trampas se ha registrado el enmalle en la línea de boya y líneas madres, de ballena franca austral, ballena minke enana y ballena jorobada (Mandiola et al., 2023; Rodríguez et al., 2023).

En el AE en particular se evaluaron las interacciones operacionales con las pesquerías que operan dentro del Golfo San Matías, encontrando que el lobo marino de un pelo es la especie que presenta las tasas más altas de captura incidental (Romero et al., 2024). Se estimó una tasa máxima de 0.12 animales/lance para la pesquería de arrastre demersal dirigida a merluza (*Merluccius hubbsi*), mientras que la tasa fue significativamente menor cuando la flota de arrastre estuvo dirigida a la captura de langostino (*Pleoticus muelleri*; tasa máxima estimada 0.005 animales/lance). Esta interacción entre lobos marinos y pesca también se observó cuando se evaluaron las interacciones biológicas entre ambos componentes (Romero et al., 2011). En el caso de los cetáceos, solo se registró para el periodo 2016-2022, la captura incidental de un delfín común en redes de arrastre de media agua dirigida a la captura de anchoíta (*Engraulis anchoita*), en el marco de una pesca experimental que tuvo lugar entre 2017 y 2018 (Romero et al., 2024).

Las capturas incidentales son reconocidas oficialmente por el Estado Argentina desde el año 2001, a través de la Resolución 3/2001 del Consejo Federal Pesquero. Esta resolución tiene como objetivo contribuir al manejo ecosistémico de las pesquerías en el Mar Argentino y reducir los impactos negativos sobre las poblaciones de mamíferos marinos. Como resultado de estas medidas, en 2015 se estableció el Plan de Acción Nacional para Reducir las Interacciones de Mamíferos Marinos con Pesquerías en la República Argentina (PAN-Mamíferos), resultado de la colaboración entre instituciones académicas, agencias nacionales y provinciales de administración pesquera y organizaciones no gubernamentales (Consejo Federal Pesquero, 2015). Este plan contempla acciones estratégicas que buscan ampliar, profundizar y actualizar el conocimiento sobre las interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías. Entre estas acciones se encuentra la evaluación del *by-catch* sostenible, el fortalecimiento de las investigaciones en esta área y la expansión de las estimaciones sobre las tasas de captura incidental en todas las pesquerías del país.

Por otra parte, la contaminación representa una importante amenaza tanto global como regional. Ésta puede originarse a partir de contaminantes químicos orgánicos e inorgánicos, biológicos y/o físicos, dando lugar a una variedad de consecuencias e incluso generando impactos negativos a nivel poblacional. En lo que respecta a los contaminantes químicos, los efectos varían según la etapa del ciclo de vida y el sexo de la especie expuesta, ya que no todas las etapas y sexos presentan la misma capacidad para eliminar el tóxico o mitigar sus efectos. Por ejemplo, las orcas tienden a acumular los policlorobifenilos (PCBs) principalmente en su tejido adiposo, y en años recientes, se ha simulado la presencia de PCBs en poblaciones globales de *Orcinus orca*, lo que podría resultar en un colapso potencial de estas poblaciones (Desforges et al., 2018). Por otro lado, se ha registrado la presencia de una considerable cantidad de metales pesados en ejemplares de *Pseudorca crassidens*, superando los límites establecidos de riesgo ecotoxicológico. Esto evidencia la marcada exposición a la contaminación que experimentan estos individuos (Cáceres-Saez et al., 2018; 2019). En cuanto a los contaminantes biológicos, se ha registrado la presencia de ficotoxinas en la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) durante su permanencia en Península Valdés (Chubut). Esto pone de manifiesto el riesgo natural al que se enfrentan estos ejemplares durante el florecimiento de algas marinas nocivas (D'Agostino et al., 2018).

Entre los contaminantes físicos, la basura marina se destaca como una amenaza emergente y en aumento, siendo el resultado de la actividad industrial y humana (Laist, 1997; Beaumont et al., 2019). Incluye una gran variedad de desechos como plásticos, madera procesada, metal, vidrio, papel, entre otros (Coe et al., 1997; Galgani et al., 2013), siendo el plástico el elemento dominante en todas las matrices estudiadas. La ingestión y el enredo de plásticos, son los tipos de interacción más notorios y mensurables entre los mamíferos marinos, registrados desde hace más de medio siglo (Kenyon y Kridler, 1969; Laist, 1997). La ingestión de plástico conlleva principalmente efectos subletales, ya que obstrucción parcialmente el tracto digestivo, alterando la incorporación de nutrientes. Por otro lado, el enredo provoca la reducción de la movilidad, afectando sus actividades diarias (Kühn et al., 2015), y puede resultar en heridas susceptibles de infecciones secundarias y, en ocasiones, incluso en la amputación debido a la constricción (NOAA, 2014).

En el AE, de las 29 especies de mamíferos marinos identificados, existen registros de enredo y/o ingestión de plásticos en 8 de ellas, de las cuales 3 son pinnípedos y 5 cetáceos (Tabla 3). Los pinnípedos afectados incluyen al lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) y dos pelos sudamericano *Arctocephalus australis* (Denuncio et al., 2017a) y elefante marino del sur *Mirounga leonina* (Campagna et al., 2007), mientras que en los cetáceos se incluyen la ballena franca austral *Eubalaena australis* (Alzugaray et al., 2020), la ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* (Giardino et al., 2022), el delfín común *Delphinus delphis* (Padula et al., 2023), la marsopa espinosa (*Phoconea spinipinnis*) y el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Denuncio et al., 2017b; Padula et al., 2023). Cabe destacar que a nivel global, el 65% de las especies presentes en el área de estudio del proyecto tienen interacciones con basura marina (Aguayo-Lobo, 1999; Hofmeyr et al., 2002; Jacobsen et al., 2010; Lyman, 2012; Fossi et al., 2012; Jauniaux et al., 2013; Besseling et al., 2015; Rebolledo et al., 2015; Campbell et al., 2017; Poeta et al., 2017; Lusher et al., 2018; Thiel et al., 2018; Jepsen y de Bruyn, 2019; Nelms et al., 2019; Im et al., 2020; Pérez-Venegas et al., 2020; Abreo et al., 2023; Padula et al., 2023) (Figura 6).

Además de las amenazas mencionadas, los mamíferos marinos enfrentan impactos indirectos de diversos factores, como la alteración o pérdida de hábitats, la disminución de recursos alimentarios, el desarrollo industrial, la exposición a patógenos y el calentamiento global (Nelms et al., 2021). En relación con este último aspecto, un estudio global simuló la vulnerabilidad de los mamíferos marinos al calentamiento global bajo escenarios de altas y bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Los resultados revelaron que numerosas especies son altamente sensibles al cambio climático, lo que podría afectar indirectamente los ciclos de vida de sus presas, generando desajustes entre la abundancia de presas y mamíferos marinos (Albouy et al., 2020). Es importante señalar que las amenazas actuales mencionadas anteriormente podrían tener efectos aditivos o sinérgicos con el cambio climático, incrementando la vulnerabilidad general de los mamíferos marinos (Albouy et al., 2020). Aunque la explotación comercial de mamíferos marinos es casi inexistente en la actualidad, varias especies han experimentado décadas de explotación intensiva, lo que ha llevado al colapso de algunas poblaciones. Como resultado, muchas especies actualmente están en proceso de recuperación poblacional (Berta et al., 2015).

Recientemente varias especies de mamíferos marinos se han visto gravemente amenazadas a nivel mundial, por el brote de influenza aviar de alta patogenicidad (IAAP H5N1) (Gamarra-Toledo et al., 2023; Leguia et al., 2023; SERNAPESCA, 2023). En Argentina, el avance del virus afectó a 3 especies de pinnípedos, dos de las cuales están consideradas en este proyecto: el lobo marino de dos pelos sudamericano *Arctocephalus australis* (SENASA, 2023) y el elefante marino del sur *Mirounga leonina* (Campagna et al., 2023) (Tabla 3). A pesar de haberse registrado una gran cantidad de animales afectados por este virus, se trata de una enfermedad emergente y cuyo brote ocurre de manera estacional, por lo cual esta amenaza no será considerada para evaluar la sensibilidad de las especies presentes en el área propuesta para el proyecto.

Tabla 3. Registro de interacción con pesquerías, plásticos casos reportados de Influenza Aviar de Alta Patogenicidad (IAAP H5) en las especies presentes en Área de Estudio.

		Capturas Incidentales		Plásticos		Influenza Aviar	
Especie	Nombre Común	Argentina	Mundial	Argentina	Mundial	Argentina	Mundial
Otaria flavescens	Lobo marino de un pelo Sudamericano	♦	♦	♦	♦	♦	♦
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos Sudamericano	♦	♦	♦	♦	♦	♦
Arctocephalus tropicalis	Lobo marino de dos pelos Subantártico		♦		♦		
Arctocephalus gazella	Lobo marino de dos pelos Antártico		♦		♦		
Mirounga leonina	Elefante marino del sur	♦		♦	♦	♦	
Hydrurga leptonyx	Leopardo marino		♦		♦		
Leptonychotes weddellii	Foca de Weddell		♦				
Lobodon carcinophaga	Foca cangrejera						
Eubalaena australis	Ballena franca austral	♦	♦	♦	♦		
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	♦	♦	♦	♦		
Balaenoptera physalus	Ballena fin o de aleta		♦		♦		
Balaenoptera borealis	Ballena sei				♦		

		Capturas Incidentales		Plásticos		Influenza Aviar	
Especie	Nombre Común	Argentina	Mundial	Argentina	Mundial	Argentina	Mundial
Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke antártica				♦		
Balaenoptera acutorostrata sbsp.ND	Ballena minke enana	♦	♦		♦		
Physeter macrocephalus	Cachalote	♦	♦		♦		
Pontoporia blainvillei	Delfín Franciscana	♦	♦	♦	♦		
Delphinus delphis	Delfín común	♦	♦	♦	♦		
Tursiops truncatus gephyreus	Delfín mular	♦		♦			
Lagenorhynchus australis	Delfín austral	♦	♦				
Sagmatias obscurus	Delfín oscuro	♦	♦				
Cephalorhynchus commersonii	Tonina Overa	♦	♦				
Orcinus orca	Orca		♦		♦		
Pseudorca crassidens	Falsa orca	♦	♦				
Globicephala melas	Delfín piloto o calderón	♦	♦		♦		
Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	♦	♦	♦			♦
Ziphius cavirostris	Zifio de Cuvier		♦		♦		
Hyperoodon planifrons	Zifio nariz de botella						
Mesoplodon grayi	Zifio de Gray				♦		
Mesoplodon layardii	Zifio de Layard						



Figura 6. Número de especies con registro de capturas incidentales, interacciones con plásticos y casos reportados de Influenza Aviar de Alta Patogenicidad (IAAP H5) en el Mar Argentino y en el área de distribución de las especies.

Sobre la base de lo explicado en lo párrafos anteriores, tomando como antecedentes las amenazas registradas en la literatura a nivel nacional (Argentina) y en otros sitios (Mundial); y considerando que las capturas incidentales presentan principalmente efectos letales, mientras que la ingestión de plásticos está asociada a efectos sub-letales o crónicos; se han establecido los siguientes criterios para evaluar la sensibilidad de las especies de mamíferos marinos presentes en el Área de Estudio:

		Ingestión de Plásticos		
		Argentina	Mundial	No Documentada
Capturas Incidentales	Argentina	Alta	Alta	Alta
	Mundial	Alta	Moderada	Moderada
	No Documentada	Moderada	Baja	Baja

2.2 EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LOS MAMÍFEROS MARINOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En la Tabla 4 se presenta un resumen de cada uno de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad de las especies de mamíferos marinos presentes en el Área de Estudio para el Proyecto FLNG GSM.

Tabla 4. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies de mamíferos presentes en el Área de Estudio del Proyecto FLNG GSM.

Grupo	Familia	Especie	Presencia	Abundancia	Categoría de Conservación	Cercanía a Sitio Reproductivo	Efecto del Aumento del Tráfico Marítimo (Sensibilidad Auditiva y Colisiones)	Variación de Temperatura	Derrame de Petróleo	Otras Amenazas
Pinnipedos	Otariidae	*Otaria flavescens*	Permanente	Media	LC	Dentro	Baja	Moderada	Alta	Alta
Pinnipedos	Otariidae	*Arctocephalus australis*	Frecuente	Baja	LC	Dentro	Baja	Baja	Muy Alta	Alta
Pinnipedos	Otariidae	*Arctocephalus tropicalis*	Rara	Baja	LC	Fuera	Baja	Baja	Muy Alta	Alta
Pinnipedos	Otariidae	*Arctocephalus gazella*	Rara	Baja	LC	Fuera	Baja	Baja	Muy Alta	Alta
Pinnipedos	Phocidae	*Mirounga leonina*	Permanente	Media	LC	Dentro	Moderada	Baja	Alta	Alta
Pinnipedos	Phocidae	*Hydrurga leptonyx*	Rara	Baja	LC	Fuera	Moderada	Baja	Moderada	Moderada
Pinnipedos	Phocidae	*Leptonychotes weddellii*	Rara	Baja	LC	Fuera	Moderada	Baja	Moderada	Moderada
Pinnipedos	Phocidae	*Lobodon carcinophaga*	Rara	Baja	LC	Fuera	Moderada	Baja	Moderada	Baja
Cetartiodactyla	Balaenidae	*Eubalaena australis*	Frecuente	Media	LC	Dentro	Alta	Moderada	Muy Alta	Alta
Cetartiodactyla	Balaenopteridae	*Megaptera novaeangliae*	Ocasional	Baja	LC	Desconocido	Alta	Baja	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Balaenopteridae	*Balaenoptera physalus*	Rara	Baja	EN	Fuera	Alta	Baja	Alta	Moderada
Cetartiodactyla	Balaenopteridae	*Balaenoptera borealis*	Ocasional	Baja	EN	Fuera	Alta	Baja	Alta	Baja
Cetartiodactyla	Balaenopteridae	*Balaenoptera bonaerensis*	Ocasional	Baja	DD	Fuera	Alta	Baja	Alta	Moderada

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Grupo	Familia	Especie	Presencia	Abundancia	Categoría de Conservación	Cercanía a Sitio Reproductivo	Efecto del Aumento del Tráfico Marítimo (Sensibilidad Auditiva y Colisiones)	Variación de Temperatura	Derrame de Petróleo	Otras Amenazas
Cetartiodactyla	Balaenopteridae	*Balaenoptera acutorostrata* sbsp.ND	Rara	Baja	DD	Fuera	Alta	Baja	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Physeteridae	*Physeter macrocephalus*	Ocasional	Baja	VU	Desconocido	Alta	Baja	Baja	Alta
Cetartiodactyla	Pontoporiidae	*Pontoporia blainvillei*	Rara	Baja	VU	Dentro	Alta	Alta	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Delphinus delphis*	Permanente	Media	LC	Dentro	Alta	Alta	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Tursiops truncatus gephyreus*	Permanente	Alta	EN	Dentro	Alta	Alta	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Lagenorhynchus australis*	Rara	Media	LC	Desconocido	Alta	Moderada	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Sagmatias obscurus*	Permanente	Media	LC	Dentro	Moderada	Alta	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Cephalorhynchus commersonii*	Rara	Baja	LC	Dentro	Alta	Moderada	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Orcinus orca*	Permanente	Baja	LC	Dentro	Alta	Moderada	Alta	Baja
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Pseudorca crassidens*	Rara	Baja	DD	Desconocido	Alta	Moderada	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Delphinidae	*Globicephala melas*	Ocasional	Baja	LC	Desconocido	Alta	Moderada	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Phocoenidae	*Phocoena spinipinnis*	Rara	Baja	DD	Dentro	Alta	Alta	Alta	Alta
Cetartiodactyla	Ziphiidae	*Ziphius cavirostris*	Rara	Baja	DD	Fuera	Alta	Moderada	Baja	Baja
Cetartiodactyla	Ziphiidae	*Hyperoodon planifrons*	Rara	Baja	DD	Fuera	Alta	Moderada	Baja	Baja

Grupo	Familia	Especie	Presencia	Abundancia	Categoría de Conservación	Cercanía a Sitio Reproductivo	Efecto del Aumento del Tráfico Marítimo (Sensibilidad Auditiva y Colisiones)	Variación de Temperatura	Derrame de Petróleo	Otras Amenazas
Cetartiodactyla	Ziphiidae	*Mesoplodon grayi*	Rara	Baja	DD	Fuera	Alta	Moderada	Baja	Baja
Cetartiodactyla	Ziphiidae	*Mesoplodon layardii*	Rara	Baja	DD	Fuera	Alta	Moderada	Baja	Baja

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Para el análisis de sensibilidad, se asignaron puntajes a cada una de las categorías evaluadas. Debido a que no todos los criterios contenían la misma cantidad de categorías, se llevó a cabo una ponderación para evitar desigualdades en el peso de las categorías, donde el valor máximo para cada categoría fue 1. En la Tabla 5 se muestran los *score* asignados.

Tabla 5. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

Criterio	Categorías	Score
Presencia	Permanente	1
	Frecuente	0,75
	Ocasional	0,5
	Rara	0,25
Abundancia	Baja	1
	Mediana	0,66
	Alta	0,33
Estado de Conservación	En peligro (EN)	1
	Vulnerable (VU)	0,8
	Datos Insuficientes (DD)	0,8
	No Analizada (NA)	0,6
	Casi Amenazado (NT)	0,4
	Preocupación Menor (LC)	0,2
Cercanía a sitio de reproducción	Dentro	1
	Desconocida	1
	Fuera	0,5
Tráfico Marítimo (sensibilidad auditiva y colisiones)	Alta	1
	Moderada	0,66
	Baja	0,33
Variación de la Temperatura	Alta	1
	Moderada	0,66
	Baja	0,33
Efectos vinculados al derrame	Muy Alta	1
	Alta	0,75
	Moderada	0.50
	Baja	0,25
Otras amenazas (*bycatch* e ingestión de plásticos)	Alta	1
	Moderada	0,66
	Baja	0,33

En base a esta matriz se determinó un Indicador de Sensibilidad Potencial (ISP) denominado “suma relativa” que se expresó como:

$$ISP \text{ o Suma Relativa} = Sj / fmax$$

Siendo Sj el *score* para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde fmax representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de los mamíferos, este valor puede variar entre 0,32 y 1 (el valor mínimo que puede tomar Sj es 2,52 y el máximo 8, por lo que la suma normalizada se divide por 8).

Aplicando intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, que en este caso correspondieron al uso de terciles, los puntos de corte serían 0,50 y 0,75.

No obstante, se definió bajar a 0,47 el límite inferior, ya que se estableció que para que una especie presente baja sensibilidad, debería:

- Tener presencia sólo informada a través de mapas de distribución global.
- Tener un estatus de conservación considerado de preocupación menor o no amenazada.
- No presentar área de cría o reproducción dentro de la zona propuesta para el proyecto.
- No presentar registros de amenazas antrópicas, como la captura incidental por pesquerías, la ingesta de residuos y/o la colisión con embarcaciones.
- Tener un rango auditivo que no se superponga con el rango principal de emisiones sísmicas.

Por otro lado, siguiendo este criterio precautorio, se decidió bajar el límite medio a un valor de 0,68 a partir del cual una especie es considerada de sensibilidad alta, ya que este fue el valor mínimo obtenido por la ballena Sei cuyo estado de conservación es En Peligro (EN); asimismo quedan incluidas especies afectadas de manera frecuente por actividades antrópicas dentro del área propuesta para el proyecto.

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz, se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,47), moderada (entre 0,47 y 0,68) y alta (mayor o igual a 0,68).

Suma Relativa (ISP)	Sensibilidad
< 0,47	Baja
≥ 0,47 y < 0,68	Moderada
≥ 0,68	Alta

Mediante la evaluación de los 8 criterios anteriormente mencionados, se determinó la sensibilidad de las 29 especies de Mamíferos Marinos presentes en las Áreas de Estudio.

Tabla 6. Valoración de los criterios de sensibilidad y cálculo de la suma relativa (ISP).

Grupo	Especie	Presencia	Abundancia	Estado de Conservación	Cercanía a Sitio Reproductivo	Tráfico Marítimo: Sensibilidad Auditiva y Colisiones	Variación de Temperatura	Derrame de Petróleo	Otras Amenazas	ISP
Pinnipedos	*Otaria flavescens*	1	0,66	0,2	1	0,33	0,66	0,75	1	0,70
Pinnipedos	*Arctocephalus australis*	0,75	1	0,2	1	0,33	0,33	1	1	0,70
Pinnipedos	*Arctocephalus tropicalis*	0,25	1	0,2	0,5	0,33	0,33	1	1	0,58
Pinnipedos	*Arctocephalus gazella*	0,25	1	0,2	0,5	0,33	0,33	1	1	0,58
Pinnipedos	*Mirounga leonina*	1	0,66	0,2	1	0,66	0,33	0,75	1	0,70
Pinnipedos	*Hydrurga leptonyx*	0,25	1	0,2	0,5	0,66	0,33	0,5	0,66	0,51
Pinnipedos	*Leptonychotes weddellii*	0,25	1	0,2	0,5	0,66	0,33	0,5	0,66	0,51
Pinnipedos	*Lobodon carcinophaga*	0,25	1	0,2	0,5	0,66	0,33	0,5	0,33	0,47
Cetartiodactyla	*Eubalaena australis*	0,75	0,66	0,2	1	1	0,66	1	1	0,78
Cetartiodactyla	*Megaptera novaeangliae*	0,5	1	0,2	1	1	0,33	0,75	1	0,72
Cetartiodactyla	*Balaenoptera physalus*	0,25	1	1	0,5	1	0,33	0,75	0,66	0,69
Cetartiodactyla	*Balaenoptera borealis*	0,5	1	1	0,5	1	0,33	0,75	0,33	0,68
Cetartiodactyla	*Balaenoptera bonaerensis*	0,5	1	0,8	0,5	1	0,33	0,75	0,66	0,69
Cetartiodactyla	*Balaenoptera acutorostrata* sbsp.ND	0,25	1	0,8	0,5	1	0,33	0,75	1	0,70
Cetartiodactyla	*Physeter macrocephalus*	0,5	1	0,8	1	1	0,33	0,25	1	0,74

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Grupo	Especie	Presencia	Abundancia	Estado de Conservación	Cercanía a Sitio Reproductivo	Tráfico Marítimo: Sensibilidad Auditiva y Colisiones	Variación de Temperatura	Derrame de Petróleo	Otras Amenazas	ISP
Cetartiodactyla	*Pontoporia blainvillei*	0,25	1	0,8	1	1	1	0,75	1	0,85
Cetartiodactyla	*Delphinus delphis*	1	0,66	0,2	1	1	1	0,75	1	0,83
Cetartiodactyla	*Tursiops truncatus gephyreus*	1	0,33	1	1	1	1	0,75	1	0,89
Cetartiodactyla	*Lagenorhynchus australis*	0,25	0,66	0,2	1	1	0,66	0,75	1	0,69
Cetartiodactyla	*Sagmatias obscurus*	1	0,66	0,2	1	0,66	1	0,75	1	0,78
Cetartiodactyla	*Cephalorhynchus commersonii*	0,25	1	0,2	1	1	0,66	0,75	1	0,73
Cetartiodactyla	*Orcinus orca*	1	1	0,2	1	1	0,66	0,75	0,33	0,74
Cetartiodactyla	*Pseudorca crassidens*	0,25	1	0,8	1	1	0,66	0,75	1	0,81
Cetartiodactyla	*Globicephala melas*	0,5	1	0,2	1	1	0,66	0,75	1	0,76
Cetartiodactyla	*Phocoena spinipinnis*	0,25	1	0,8	1	1	1	0,75	1	0,85
Cetartiodactyla	*Ziphius cavirostris*	0,25	1	0,8	0,5	1	0,66	0,25	0,33	0,60
Cetartiodactyla	*Hyperoodon planifrons*	0,25	1	0,8	0,5	1	0,66	0,25	0,33	0,60
Cetartiodactyla	*Mesoplodon grayi*	0,25	1	0,8	0,5	1	0,66	0,25	0,33	0,60
Cetartiodactyla	*Mesoplodon layardii*	0,25	1	0,8	0,5	1	0,66	0,25	0,33	0,60

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Mediante la evaluación de los 8 criterios anteriormente mencionados, se determinó la sensibilidad de las 29 especies de Mamíferos Marinos en las AE. Al aplicar esta metodología, se observó que, dentro de la misma, el 65% de las especies, es decir, 19 especies, fueron clasificadas como altamente sensibles, mientras que el porcentaje restante (35%) (Tabla 7), correspondiente a 10 especies presentaron una sensibilidad moderada. No se contó con especies con sensibilidad baja.

Tabla 7. Especies de mamíferos marinos clasificados como de sensibilidad alta para el área propuesta para el proyecto

Especie	Nombre Común
Otaria flavescens	Lobo marino de un pelo
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos Sudamericano
Arctocephalus tropicalis	Lobo marino de dos pelos Subantártico
Arctocephalus gazella	Lobo marino de dos pelos Antártico
Mirounga leonina	Elefante marino del sur
Hydrurga leptonyx	Leopardo marino
Leptonychotes weddellii	Foca de Weddell
Lobodon carcinophaga	Foca cangrejera
Eubalaena australis	Ballena Franca Austral
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada
Balaenoptera physalus	Ballena fin o de aleta
Balaenoptera borealis	Ballena sei
Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke antártica
Balaenoptera acutorostrata sbsp.ND	Ballena minke enana
Physeter macrocephalus	Cachalote
Pontoporia blainvillei	Franciscana
Delphinus delphis	Delfin comun
Tursiops truncatus gephyreus	Tonina o Delfin nariz de botella de Lahille
Lagenorhynchus australis	Delfin austral
Sagmatias obscurus	Delfin oscuro
Cephalorhynchus commersonii	Tonina overa
Orcinus orca	Orca
Pseudorca crassidens	Falsa orca
Globicephala melas	Delfin piloto o calderon
Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa

La importancia relativa de los diferentes criterios también mostró cierta heterogeneidad entre grandes grupos. En el caso de los Pinnípedos, además de observarse una heterogeneidad dentro del grupo, atributos como abundancia, el registro de otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos) fueron los criterios que aportaron los *scores* más altos para el cálculo del ISP. La abundancia y el registro de otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos) fueron criterios importantes también en los Misticetos, a los cuales deben sumarse el incremento del tráfico marítimo y sus efectos sobre el sonido y las capacidades de específicas de maniobra, y el estado de conservación de las especies, en las cuales, dentro de los cetáceos, se cuenta mayormente con especies amenazadas o con categorías desconocidas.

Finalmente, al analizar específicamente a aquellas especies que fueron clasificadas como de sensibilidad alta (ISP ≥ 0,68; Figura 7), no hay un criterio que sea determinante para el conjunto de las especies presentes en el AE, sin embargo, en la mayor parte de las 19 especies se tiene valores máximos en los criterios como abundancia, tráfico marítimo y otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos). En mayor detalle de análisis, la cercanía a los sitios de reproducción otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos) son los criterios de valoración máxima (es decir, 1) coincidentes en las 3 especies de pinnipedos con alta sensibilidad (*O. flavescens, A. australis, M. leonina*). En el caso de los cetáceos, todos los misticetos comparten valoraciones máximas (1) en los criterios de abundancia e incremento del tráfico marítimo, esto último vinculado a la baja capacidad de maniobrabilidad del grupo, en términos generales. Por su parte, los odontocetos presentaron valoraciones máximas (1) en los mismos criterios que los misticetos.

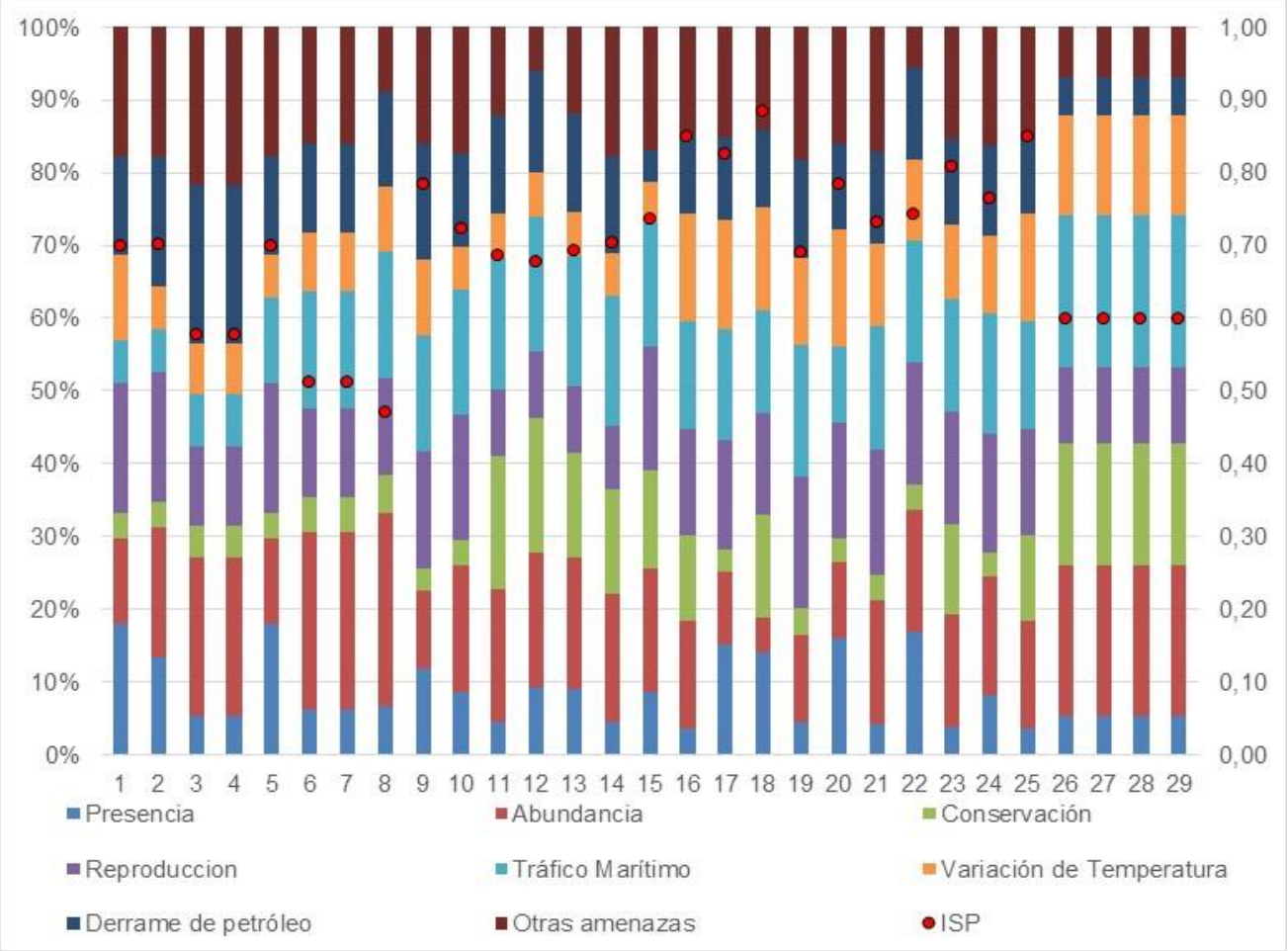


Figura 7. Importancia relativa de cada criterio de sensibilidad en las especies de sensibilidad alta (ISP 0,68-0,89).

3. AVES COSTERAS Y MARINAS

En el Área de Estudio al menos 59 especies de aves utilizan la misma durante algún momento de su ciclo anual (ver Capítulo 6: Línea de Base Ambiental). Las aves incluyen especies de hábitos marino, marino-costeros y terrestres y pertenecen a los siguientes órdenes: Procellariiformes, Sphenisciformes, Pelecaniformes, Suliformes, Charadriiformes, Phoenicopteriformes, Podicipediformes, Psittaciformes, Chatartiformes y Anseriformes. La presencia de aves en el área propuesta para el proyecto puede asociarse a diferentes etapas de su ciclo de vida, como reproducción, migración, alimentación y cuidado parental, entre otros aspectos.

En líneas generales las disminuciones en los tamaños poblacionales de las aves costeras y marinas a nivel global son causados por múltiples amenazas incluyendo la captura incidental en diferentes pesquerías (palangreros, arrastreros, etc.), contaminación (derrames de petróleo, contaminantes químicos, ingesta de y enredo en residuos antropogénicos), ruido artificial (sonares, estudios sísmicos), decrecimiento en la abundancia de las presas causado por sobreexplotación, colisiones con embarcaciones, producción de energía y minería. Por otra parte también existen amenazas desde tierra tales como presencia de especies exóticas, problemáticas con especies nativas (por ejemplo aquellas que se vuelven muy abundantes), disturbio humano, cambios en el uso de la tierra, deterioro del hábitat, desarrollo comercial y residencial y caza (Croxall et al., 2012). Por otra parte el cambio climático y eventos climáticos extremos también afectan a las especies (Lascelles et al., 2016).

3.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de aves presentes en el Área de Estudio, teniendo en cuenta para la valoración distintos criterios:

1) Ocurrencia en el área de implantación del proyecto
2) Abundancia relativa al tamaño poblacional de la especie
3) Estado de conservación de la especie
4) Nivel de protección
5) Presencia de sitios de reproducción
6) Sensibilidad al aumento de tráfico marítimo (efecto del sonido)
7) Variación en la temperatura del agua (cambios en presas)
8) Derrame de petróleo y sus derivados
9) Contaminación lumínica
10) Otras amenazas: probabilidad de colisión/enganche, captura incidental, ingestión de plásticos, contaminación por metales pesados y otros agentes químicos

La selección de estos criterios se hizo en función al proyecto en evaluación, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de este grupo de organismos a la ejecución de este proyecto en particular.

3.1.1 Ocurrencia en el Area de Implantación del Proyecto

Como fue mencionado en el Capítulo 6: Línea de Base Ambiental, la ocurrencia de las especies identificadas en el área del proyecto está basada en distintas fuentes: por un lado de la base de datos de distribución de aves del mundo de Birdlife International y el Handbook of the Birds of the World (2020), avistamientos de individuos producidos desde una variedad de plataformas, incluidas embarcaciones de investigación (Curcio et al. 2017), embarcaciones pesqueras (Gandini et al. 1994, Yorio y Caille 1999, Savigny et al. 2005), así como también a partir de individuos equipados con transmisores satelitales (Copello et al. 2013, 2020, Paz et al. 2021, entre otros). En tercer lugar, se han consultado registros disponibles acerca de la nidificación de especies de aves marinas en sectores costeros del norte de Argentina (Yorio et al. 1998, Frere et al. 2005, Schiavini et al. 2005, Yorio et al. 2005, Yorio 2005, de la Peña 2015, Povedano 2016, Seco Pon y Pereyra 2021).

Para analizar la sensibilidad de las distintas especies de aves, se definieron criterios para clasificar las categorías de ocurrencia, considerando la sensibilidad de cada especie a los posibles impactos. Esta sensibilidad se basa en dos factores principales: la frecuencia con la que la especie utiliza el área, lo que determina la coincidencia espacial entre la especie y los impactos; y la estacionalidad de su presencia, lo que determinaría el tiempo de exposición de los animales a posibles impactos.

A partir de dicha información se consideraron las siguientes categorías:

Permanente. La presencia se registra durante todo el año, en años sucesivos y cubriendo el ciclo anual (periodo reproductivo como no reproductivo). La presencia en mar abierto se correlaciona con su aparición en la costa (i.s. varamientos).

Frecuente. La presencia es recurrente en diferentes periodos. Puede registrarse una estacionalidad con cierta previsibilidad.

Ocasional. Los registros son en distintos años, pero sin patrones claros o estacionalidad específica.

Rara. Los registros son esporádicos, pudiéndose tratar de especies y/o individuos errantes o vagabundos que no se distribuyen en el área o lo hacen en sus márgenes.

3.1.2 Abundancia Relativa al Tamaño Poblacional de la Especie

La abundancia de una especie tiene implicancias para su conservación dado que es necesario mantener un determinado número de individuos para que las poblaciones se mantengan estables. En este sentido cuando las abundancias son bajas los impactos pueden provocar mayores daños a nivel poblacional por lo tanto la sensibilidad aumenta.

Las categorías de sensibilidad relacionadas con la abundancia de las especies de definieron como:

Baja. La especie suele registrarse en grandes números (>1000 individuos)

Mediana. La especie se presenta en grupos moderados (100s)

Alta. La especie se presenta en grupos pequeños o individuos solitarios (10s)

3.1.3 Estado de Conservación de la Especie

Para evaluar el estado de conservación se consideraron tanto criterios internacionales como nacionales. Los listados de especies silvestres categorizadas de acuerdo a su estado de conservación son una valiosa herramienta de gestión, tanto para los organismos del Estado como para las instituciones privadas que se dediquen a la conservación de la fauna silvestre. Facilitan asignar de manera eficiente recursos y esfuerzos estableciendo qué especies deben ser objeto de un tratamiento prioritario o urgente, al tiempo que permite distinguir las causas de amenaza y por lo tanto evaluar las posibilidades de remediar estas situaciones (MADyS, 2017). En este sentido es necesario no solo contar con un criterio a escala global, sino que resulta fundamental, las categorizaciones a nivel nacional que focalicen en las problemáticas a escala regional. Las categorizaciones a nivel nacional tienen en cuenta los tamaños poblacionales de las especies habitando dentro del territorio argentino así como también las amenazas que enfrentan dichas especies a nivel nacional, mientras que las categorizaciones a nivel internacional tienen en cuenta los tamaños poblacionales en múltiples territorios y amenazas a nivel global.

Categorías de la UICN:

- En Peligro Crítico (CR)
- En Peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- No Evaluado (NE)
- Datos Insuficientes (DD)
- Casi Amenazada (NT)
- Preocupación Menor (LC)

Categorías de MAyDS – Aves Argentinas:

- En Peligro Crítico (EC)
- En Peligro (EN)
- Amenazada (AM)
- Vulnerable (VU)
- Insuficientemente Conocida (IC)
- No Amenazada (NA)

3.1.4 Nivel de Protección

Para evaluar el nivel de protección se consideró si las especies estaban incluidas o listadas en algún instrumento de conservación (ACAP, PAN-Aves, PAN- Aves Playeras, programas nacionales, AEWA, CMS). Este criterio permite profundizar sobre aquellas especies amenazadas considerando otros aspectos tomados por diversas agencias gubernamentales, no gubernamentales e identidades internacionales. Por otro lado, este criterio permite establecer la pertenencia de las especies de aves con instrumentos de índole multilateral destinados a conservar especies migratorias.

Según este criterio se clasificó en:

Alto: la especie se encuentra incluida en algún instrumento de conservación.

Bajo: la especie no está incluida en ningún instrumento de conservación.

3.1.5 Presencia de Sitios de Reproducción

Se considera que la presencia de colonias reproductivas dentro del área del proyecto presenta mayor sensibilidad debido a que serían las poblaciones potencialmente más afectadas por el impacto del proyecto debido a su cercanía con dicha actividad, luego aquellas dentro de la Zona Económica Exclusiva de Argentina (ZEE) o dentro de áreas continentales argentinas y por último aquellas colonias reproductivas por fuera de la Zona Económica Exclusiva o en otros continentes. Estudios de sensibilidad en aves marinas frente a contaminación por petróleo utilizaron este criterio (Mapping bird sensitivity to marine oil pollution (MarineBirdOilMap) Methodological report. https://seo.org/wp-content/uploads/2019/09/S03_Methodological-report.pdf).

Alejadas: por fuera de la ZEE de Argentina o en otros continentes.

Próximas: dentro de la ZEE de Argentina o en el continente argentino.

Dentro: dentro del área del proyecto.

3.1.6 Sensibilidad al Aumento de Tráfico Marítimo (Efecto del Sonido)

Numerosos estudios han examinado el conflicto entre aves y barcos en sitios de agua dulce (por ejemplo, Tuite et al. 1983, Rodgers y Schwikert 2003). En contraste, la información básica sobre los impactos de los barcos en las aves marinas en aguas offshore es generalmente escasa. La mayoría de las actividades en los ecosistemas marinos están de alguna manera relacionadas con el tráfico marítimo. Dicho tráfico genera variados efectos tales como la contaminación sonora, un aumento en la probabilidad de colisiones y la contaminación. La audición es vital para las aves marinas ya que juega un rol importante durante su permanencia en tierra en aspectos referidos a la comunicación con sus pares, parejas, pichones y conespecíficos. La perturbación generada por el movimiento de los barcos puede ser una amenaza significativa para las aves marinas, afectando su comportamiento, reproducción y estado físico en las colonias (por ejemplo, Burger 1998, ver revisión en Carney y Sydeman 1999), así como sus hábitats de alimentación o descanso (por ejemplo, Rodgers y Schwikert 2003, Stolen 2003, Kaiser et al. 2006). Estudios científicos sobre comunicación acústica en este grupo de aves han llevado a un pequeño pero contundente cuerpo de evidencia que muestra que el sonido antropogénico genera un impacto en este grupo de animales. Por ejemplo, estudios llevados a cabo en colonias reproductivas de Gaviota argéntea *Larus argentatus*, Gaviotín crestado *Thalasseus bergii* o colonias mixtas mostraron efectos de los ruidos de los aviones en las aves anidando (Bowles et al., 1991; Brown, 1990; Dunnet, 1977). Estudios más recientes mostraron el efecto del sonido de vehículos, peatones y presencia humana sobre el Cormorán de Brandt *Phalacrocorax penicillatus*. Estas observaciones mostraron que los adultos permanecieron menos tiempo en sus nidos y la mortalidad de los pichones aumentó ante la presencia de ruidos de origen artificial (Buxton et al., 2017). Un estudio realizado en áreas costeras del hemisferio Norte, mostró que el tráfico marítimo (cuantificado a través del sonido) tuvo efectos en las colonias reproductivas de aves marinas (Merkel et al. 2023). De la misma forma también se observó un efecto en la distribución del Colimbo chico *Gavia stellata* (Burger et al. 2019). Por otra parte, se observaron efectos de los barcos en movimiento sobre los patrones de distribución, la pérdida de hábitat y las reacciones de vuelo en varias especies de aves acuáticas (Schwemmer et al. 2011).

En el caso de aquellas especies de aves marinas que tienen la capacidad de bucear, las presiones ecológicas son mayores ya que deben procesar información proveniente del agua y del aire. Los sonidos naturales contribuyen a ajustar esta modalidad sensorial pero los ruidos antropogénicos impactan de diversas maneras a las aves marinas. Existen algunos estudios sobre la audición bajo el agua de las aves marinas. Uno de estos trabajos menciona que la audición en el Cormorán grande *Phalacrocorax carbo* se encuentra dentro de los umbrales registrados para los odontocestos y los pinípedos (Hansen et al., 2017). Estudios en el Frailecillo atlántico *Fratercula arctica* también demostraron una alta sensibilidad auditiva entre los 0,5 a 6 kHz y umbrales debajo de los 40 dB re. 20 µPa desde 0,75 a 3 kHz (Mooney et al., 2020), mientras que para el Cormorán grande la mayor sensibilidad fue encontrada a 1 kHz 58 dB re. 20 µPa (Larsen et al., 2020). Por otra parte, experimentos en cautiverio mostraron que el Arao común *Uria aalge* reacciona a sonidos de intensidades entre 110 a 137 dB re 1 µPa (Hansen et al., 2020).

Los efectos generados por los ruidos antropogénicos bajo el agua sobre los organismos marinos pueden ser variados e incluyen cambios fisiológicos (i.e., daño a tejidos corporales, daño a estructuras auditivas, cambios en el umbral de sensibilidad), perceptivos (i.e., solapamiento y ocultamiento de sonidos biológicos relevantes por ruidos antropogénicos) y comportamentales (i.e., cambios en el comportamiento y rutas migratorias principalmente de mamíferos). Además, los impactos de dicho tipo de contaminación también pueden ser de naturaleza indirecta en la fauna (i.e., cambios en la accesibilidad de presas), incluyendo tanto vertebrados como invertebrados (Myrberg, 1990; Gausland, 2000; Gordon et al., 2003; André et al., 2011; Peng et al., 2015).

En este criterio consideramos solamente la contaminación sonora, dejando los efectos de las colisiones y la contaminación dentro del criterio de “otras amenazas”.

En este sentido se consideró la sensibilidad auditiva en función de la estrategia de alimentación de la especie (adaptado de Schreiber y Burger, 2002):

No Buceadores (NB): Capturan sus presas desde la superficie.

Buceadores superficiales (BS): Capturan sus presas sumergiéndose unos pocos metros (< 10 metros) de profundidad.

Buceadores en profundidad (BP): Capturan sus presas sumergiéndose a más de 10 metros de profundidad.

3.1.7 Variación en la Temperatura del Agua (Cambios en Presas)

La temperatura de una masa de agua puede aumentar como resultado de la eliminación de vegetación de las orillas de los ríos por parte de los seres humanos, eliminando así la sombra natural de la corriente; de la escorrentía de agua calentada de las superficies terrestres calentadas; y de la eliminación de efluentes calentados de la actividad industrial (Kennedy 2004). La extensión superficial del calentamiento de las masas de agua causado por la eliminación de vegetación de las orillas de los ríos o por la escorrentía de las superficies cálidas es mínima en comparación con la extensión del calentamiento causado por la actividad industrial (Kennedy 2004). Por lo tanto el calor, es una forma importante de preocupación energética que impacta en el ambiente acuático, y puede ser considerado un contaminante (GESAMP 1984). La ley de la termodinámica indica que la mayor parte de la energía generada/regenerada termina como calor residual. El calor residual a menudo se libera en el medio ambiente acuático bajo lo que se denomina como descarga térmica, la cual conduce con mayor frecuencia a la ´contaminación térmica´. Esta última representa el efecto antropogénico resultante del cambio significativo en la temperatura del agua superficial en los cuerpos de agua (Coutant y Brook 1970, Elenwo y Akankali 2015). Cuando el calor residual se descarga en el ambiente acuático, especialmente como contaminante de fuente puntual, la tendencia es crear una columna térmica, especialmente en aguas con muy baja turbulencia, que son bastante estáticas y que carecen de grandes profundidades. La columna térmica incluye áreas

dentro del cuerpo de agua que tienen agua calentada artificialmente o agua que está por encima de la temperatura ambiente. Por un lado, el aumento de la temperatura del agua de mar afecta directamente a la temperatura ambiental, impactando tanto en la abundancia como en la estructura de la comunidad de organismos marinos. Por otro lado, el aumento de la temperatura del agua de mar afecta a los organismos marinos a través de la red alimentaria (Langford 2001, Kennedy 2004, Elenwo y Akankali 2015). Los efectos de una alta contaminación térmica incluyen el deterioro de la calidad del agua y cambios no deseados en el medio marino, que pueden contribuir a reducir la concentración de oxígeno disuelto y aumentar los niveles de toxinas en el agua, lo que a su vez conduce a la deficiencia de nutrientes, la pérdida de poblaciones de peces y la interrupción de la cadena alimentaria (Huang et al. 2019, Jia et al. 2016). Al mismo tiempo, las temperaturas más cálidas pueden afectar las tasas de alimentación del zooplancton herbívoro (Deason 1980) y cambiar la eficiencia con la que se cosecha el fitoplancton.

La temperatura es un parámetro fundamental en los ecosistemas marinos, ya que permite el desarrollo de la vida y afecta la reproducción, el crecimiento y el metabolismo en general. Por lo tanto, la contaminación térmica puede provocar perturbaciones en la biota marina (Langford 2001, Kennedy 2004). En particular, las aves marinas viven en el ecotono de la atmósfera y el océano, utilizan hábitats tanto marinos como terrestres, y por lo tanto pueden ser particularmente sensibles a variaciones climáticas y oceanográficas múltiples y potencialmente sinérgicas (Sydeman et al. 2012). Es sabido que la variación en las condiciones físicas marinas, están estrechamente vinculadas a los cambios en la distribución temporal y espacial de las especies presa de las aves marinas (Piatt 1990. Aebischer et al. 1990, Bertram et al. 2001, Durant et al. 2003, 2004, Chambers 2004). En particular, la temperatura superficial del mar (TSM) es una de las variables físicas más importantes en el rendimiento reproductivo de las aves marinas, afectando las tasas de supervivencia de las aves adultas y el éxito reproductivo (Piatt 1990, Guinet et al. 1998, Ramos et al. 2002, Schreiber y Burger 2002, Diamond y Devlin 2003, Gjerdrum et al. 2003, Frederiksen et al. 2004, Cook et al. 2014, Reed et al. 2015). La variación en la TSM afecta la producción de huevos de manera lineal (Gjerdrum et al. 2003) o cuadrática (Tomita et al. 2009), ya sea positiva o negativamente, a través de sus efectos sobre las presas que conforman la base de la dieta de las aves marinas (Regehr y Montevecchi 1997, Frederiksen et al. 2007, Tomita et al. 2009). La disponibilidad de presas para las aves marinas disminuye en asociación directa con aumentos a pequeña escala en la TSM, independientemente de las condiciones prevalecientes de El Niño (Peck et al. 2004). Si los cambios oceanográficos, como la variación en la TSM, reducen la disponibilidad de presas cerca de la superficie, esto afecta primariamente a aquellas especies de aves marinas que se alimentan en dicha porción del mar, haciendo más sensibles a estas especies a las condiciones cambiantes (Enstipp et al. 2006). Sin embargo, si los mencionados cambios reducen la abundancia o la calidad general de las presas, más especies de aves marinas podrían verse afectadas (Weeks et al. 2013, Carroll et al. 2015). La literatura disponible también indica que la variación en dicha variable física también afecta el tamaño de los huevos en aves marinas (Blight 2011, Hipfner 2012). Evidencia reciente indica además que el éxito reproductivo de algunas especies aves marinas está correlacionado negativamente con la estratificación de la columna de agua (Carroll et al. 2015).

El momento de la reproducción en muchos taxones desempeña un papel clave en la determinación de la productividad reproductiva (Visser y Both 2005) y suele ser sensible a las condiciones climáticas (Thackeray et al. 2016). El cambio climático actual puede alterar el momento de la reproducción a ritmos diferentes en los distintos niveles tróficos, lo que puede dar como resultado un desajuste temporal entre los requisitos de recursos de los depredadores y sus presas (Thackeray et al. 2010). Esto es de particular preocupación para los organismos de niveles tróficos superiores como las aves marinas, cuyos tiempos generacionales más largos confieren una tasa de recambio evolutivo más baja que los productores o consumidores primarios (Visser et al. 2004). El metaanálisis realizado por Koegan et al. (2018), en el cual los autores analizaron 209 series temporales fenológicas de 145 poblaciones reproductivas pertenecientes a 61 especies correspondientes a 5 órdenes (Sphenisciformes, Procellariiformes, Charadriiformes, Suliformes y Pelecaniformes), sugiere que, en promedio, la fenología de las aves marinas no muestra tendencia

a lo largo del tiempo (-0,020 días año^{-1}) y parece ser en gran medida insensible a los cambios de TSM (-0,272 días °C^{-1}) a la escala biogeográfica evaluada. Sin embargo, los autores evidencian una marcada variación interanual en el momento de la reproducción observado en especies residentes y algunos Pelecaniformes y Suliformes. Además, dichos autores identificaron una variación en las tasas de respuesta fenológica a la TSM a escala espacial del sitio. Esta inflexibilidad en la fenología reproductiva en relación con la TSM puede dejar a las aves marinas vulnerables al desajuste trófico que surge de los cambios en el momento de la aparición de sus presas (Thackeray et al. 2016). En cambio, un estudio más reciente demuestra que las aves marinas nidificando en el Ártico respondieron al cambio climático adelantando el inicio de su reproducción, coincidiendo con el avance de la llegada de la primavera, y que su respuesta está estructurada filogenética y espacialmente. Las especies que se alimentan en la superficie adelantaron su reproducción en los últimos 35 años, mientras que las especies buceadoras mostraron un cronograma de reproducción notablemente estable. La reproducción más temprana de las aves marinas que se alimentan en la superficie del Ártico fue significativa solo en el Pacífico, donde el adelanto de la primavera fue más pronunciado. Tanto en el Atlántico como en el Pacífico, las aves marinas con una temporada de reproducción larga mostraron una mayor respuesta al adelanto de la primavera que las aves marinas con una temporada de reproducción corta (Descamps et al. 2019). Se han observado también cambios direccionales en la fenología reproductiva de las aves marinas en la Antártida (Barbraud y Weimerskirch 2006, Descamps et al. 2016), donde varias especies de aves marinas han retrasado su reproducción en respuesta al cambio climático (aproximadamente 1 a 2 días por década), llegando a sus colonias en promedio 9 días más tarde y poniendo huevos en promedio 2 días más tarde que a principios de la década de 1950 (Barbraud y Weimerskirch 2006, Descamps et al. 2016).

Cambios en la composición y la abundancia de los ensambles de aves marinas en respuesta a variaciones en la temperatura y distribución de masas de agua han sido reportados en diferentes cuencas oceánicas, tanto del hemisferio norte (Haney 1987, Ribic y Ainley 1997, Hyrenbarch y Veit 2003, Kuletz et al. 2020, Cushing et al. 2023) como del hemisferio sur (Hyrenbach et al. 2007, Commins et al. 2014, Hernandez et al. 2024). En el hemisferio norte, la literatura disponible por ejemplo para la Corriente de California que la abundancia general de las aves marinas decreció y que la importancia relativa de las aves marinas de aguas frías que se sumergen en busca de presas disminuyó, mientras que las especies de aguas cálidas que se alimentan en la superficie y se sumergen para capturar presas se volvieron más numerosas (Hyrenbarch y Veit 2003). En aguas argentinas, el estudio de Hernandez y colaboradores (2024) evidenció que las mayores abundancias y riqueza de especies de aves marinas se registraron a lo largo de la plataforma continental y el quiebre de plataforma, en aguas influenciadas por el extremo norte de la Corriente de Malvinas, en aguas relativamente más cálidas. Dicho estudio también indica que las aves que se alimentan en superficie tuvieron las mayores abundancias en dicha área, mientras que aquellas especies consideradas como buceadores tuvieron las mayores abundancias en la sección sur de la corriente de Brasil, en aguas relativamente más frías. Al norte de la confluencia Brasil-Malvinas, el Petrel antártico (*Thalassoica antarctica*) contribuyó con 46% de la disimilitud promedio (más prevalente en el norte y virtualmente ausente en el sur), seguido por el Petrel mentón blanco (29,3%, más prevalente en el norte) y el Albatros de ceja negra (15,4%, más prevalente en el sur), mientras que al sur de la confluencia, el Albatros de ceja negra contribuyó con 59% de la disimilitud promedio, seguido por el Petrel mentón blanco (15%) y los priones Pachyptila sp. (11%) (Hernandez et al. 2024).

Antecedentes de efectos del aumento de la temperatura del agua en aves sudamericanas

De acuerdo a la revisión realizada por Quillfeldt y Masello (2013), las anomalías en las TSM afectan a ciertas aves marinas que se reproducen en las Islas Malvinas. Las anomalías registradas en dicha variable oceanográfica se correlacionan, por ejemplo, negativamente con las tasas de alimentación y el crecimiento de los pichones en el Prión pico fino (*Pachyptila belcheri*) (Quillfeldt et al. 2007, 2010) y mostraron una relación cuadrática con las tasas de supervivencia del Pingüino penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome*) (Dehnhard et al. 2013) y una respuesta no lineal en el número de pingüinos papúa allí nidificando (Baylis et al. 2012).

Por lo tanto en función de la fuente de presas utilizadas por las especies de aves consideradas en el área del proyecto, la sensibilidad fue categorizada en:

Alta: Las presas provienen de ambientes acuáticos (marino-costeros).

Baja: Las presas provienen de ambientes terrestres y/o dulceacuícolas.

3.1.8 Derrame de Petróleo y sus Derivados

El petróleo crudo es un complejo de miles de sustancias hidrocarburo y no hidrocarburo (Albers, 2003). En peso, la mayoría del petróleo crudo y los aceites refinados están compuestos de un 75 % de hidrocarburos, pero el crudo pesado puede contener más del 50 % de no hidrocarburos (Albers, 2003). El componente hidrocarburo consiste en alcanos saturados de cadena lineal, alcanos ramificados, cicloalcanos y aromáticos, incluidos los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH). El petróleo crudo contiene entre un 0,2 y un 7% de PAH, y el porcentaje de PAH aumenta con la gravedad específica del petróleo (Albers, 2003). El transporte y el destino de los productos derivados del petróleo son similares a los de los hidrocarburos aromáticos policíclicos. Si bien su origen principal son los derrames en lugar de la pirogénesis, los hidrocarburos pueden extenderse en la superficie de las aguas, donde están expuestos a la luz solar, la acción de las olas y la degradación microbiana. Aproximadamente entre el 40 y el 80 % del petróleo crudo puede descomponerse por microorganismos (Atlas y Bartha, 1973). Los hidrocarburos más pesados se hunden y forman glóbulos en los sedimentos o en las playas y estos pueden mezclarse con los suelos y volverse más persistentes.

El petróleo es una de las sustancias contaminantes más frecuentemente vertidas en el medio marino (Burgherr 2007). La contaminación "crónica", producida por frecuentes descargas de hidrocarburos en pequeños volúmenes, es responsable de la mayor cantidad de petróleo vertido en el océano. Los derrames de petróleo tienen efectos a nivel individual, poblacional y comunitario. A nivel individual, concentraciones ambientalmente realistas de petróleo pueden causar mortalidad y cambios subletales en la fisiología, aumento de las tasas de cáncer y genotoxicidad. La asfixia es a menudo la causa más común de muerte entre los invertebrados pequeños y menos móviles. Los efectos poblacionales incluyen cambios en la abundancia, la estructura de edad, el rendimiento reproductivo y el reclutamiento. Los efectos comunitarios incluyen alteraciones en las interacciones entre depredadores y presas, competencia interespecífica y relaciones simbióticas porque algunas especies pueden ser más vulnerables que otras. Quizás el factor que causa la mayor cantidad de trastornos es la alteración de las relaciones tróficas a través de la pérdida desproporcionada de organismos más pequeños (Albers, 2003).

Las aves marinas, particularmente aquellas con hábitos buceadores, son muy vulnerables a la contaminación por hidrocarburos. En estas aves el contacto con este contaminante puede ocasionar un colapso de su plumaje cambiando así las propiedades aislantes del mismo y por lo tanto causando hipotermia, pérdida de flotabilidad o aumento de hundimiento y consecuentemente ahogamiento, ulceraciones en la piel, ojos y cavidad bucal y nasal, intoxicación, entre otros efectos negativos (García Borboroglu et al. 2006, Rodríguez Heredia et al. 2008). Los derrames accidentales suelen ser espectaculares y recibir atención pública, particularmente cuando los efectos negativos sobre el ambiente y su biota son dramáticos. Sin embargo, la contaminación "crónica", producida por frecuentes descargas de hidrocarburos en pequeños volúmenes, es responsable de la mayor cantidad de petróleo vertido en el océano. El impacto de la contaminación por hidrocarburos sobre las aves es múltiple. El plumaje empetrolado se compacta, causando la pérdida de las propiedades de aislamiento térmico: la temperatura corporal disminuye notablemente. Paralelamente, genera pérdida de flotabilidad debido a la falta de aire atrapado en las plumas y al incremento en el peso por absorción de agua, haciendo que el ave no pueda permanecer en superficie (AMSA, 2007). En los casos en que el animal llega a la costa, su peso corporal disminuye a medida que su metabolismo se incrementa para compensar la baja temperatura corporal (Culik et al. 1991). Los hidrocarburos pueden causar envenenamiento e irritaciones a la piel, ojos, boca y cavidades nasales (AMSA, 2007). Aún pequeñas cantidades de petróleo afectan los niveles hormonales, incrementando la cortisona en las hembras e interrumpiendo la reproducción (Fowler et al. 1995).

La contaminación por hidrocarburos, vía naufragios y derrames de hidrocarburos, es una de las mayores causas de muerte de pingüinos a nivel global, incluida *Spheniscus magellanicus* (ver ficha en capítulo 6, Gandini et al., 1994; García Borboroglu et al. 2006, 2010). Otras aves incluidas dentro del área del proyecto y que se ven afectadas por dicha contaminación son el Albatros ceja negra, el Petrel gigante del Sur, el Petrel mentón blanco, las pardelas cabeza oscura y boreal el pingüino penacho amarillo y algunas especies de gaviotas, gaviotines y cormoranes (Gandini et al., 1994; Esteves et al., 1997, Petry y Fonseca 2002).

Por lo tanto en función de su estrategia de alimentación o de las presas consumidas la sensibilidad se clasifica en:

Alta: especies con hábitos de alimentación del tipo buceador en profundidad.

Media: especies que capturan sus presas superficialmente.

Baja: especies que capturan sus presas por picoteo o sondeo o especies en las cuales sus presas no provienen de fuentes marino-costeras.

3.1.9 Contaminación Lumínica

Debido a la inclinación del eje de rotación de la tierra, el ángulo de incidencia de la radiación solar sobre nuestro planeta varía entre dos extremos de norte a sur anualmente, con una variación mínima —aunque registrable— en el ecuador. Consecuentemente se registran sobre la tierra variaciones considerables en la duración, intensidad (número de fotones por unidad de área) y contenido espectral (expresada en longitud de onda) de la luz con un cambio asociado en temperatura y humedad que inciden en la vegetación y en la disponibilidad de alimentos y refugio para los animales. La intensidad luminosa puede variar considerablemente dentro de un ciclo día-noche. La iluminancia – medida de la intensidad de luz incidente sobre una superficie y estimada en lúmenes por metro cuadrado – puede variar en un rango de hasta nueve órdenes de magnitud, entre un día despejado y una noche sin iluminación lunar (Martin 1990).

Entre los vertebrados superiores, las aves poseen un modo de vida en el que dependen principalmente del sistema visual en el despliegue de sus conductas sociales y de forrajeo (Nieuwenhuys et al. 1998). La gran mayoría de las aves poseen hábitos diurnos (se desenvuelven en condiciones lumínicas de tipo fototópicas), empero existe un bajo porcentaje de especies de aves (3%) que poseen un modo de vida estrictamente nocturno o nocturno-crepuscular, es decir, habitan en condiciones escotópicas. Sin embargo, una gran diversidad de especies de aves muestra hábitos mixtos (Martin 1990).

Durante la temporada reproductiva ciertas especies de aves marinas con hábitos pelágicos como los albatros y los petreles son más activos en las noches de luna brillante, y no parecen tener un requerimiento diario fijo de sueño, descanso o tiempo de digestión en el agua, pudiendo navegar en la oscuridad (Awkerman et al. 2005, Phalan et al. 2007, Yamamoto et al. 2007). El sexo no sería un factor determinando en la proporción del tiempo que pasan las aves posadas en el agua durante la noche, así como en el porcentaje de los viajes de alimentación realizados durante la noche, en particular para especies como *Thalassarche melanophris* (Phalan et al. 2007), una de las dos especies de albatros presentes en el área del proyecto. En cambio para *T. chrysostoma* - la otra especie de albatros que ocurre en el área del proyecto - los individuos hembra tienden a transcurrir una mayor proporción de los viajes de alimentación en la oscuridad en comparación con los individuos macho, especialmente durante la incubación. Durante la noche, las hembras de esta especie tienden a pasar más tiempo posadas en el agua que los machos (Phalan et al. 2007). En noches sin luna brillante probablemente estas aves sean menos activas porque su capacidad para ver y capturar presas desde el aire se reduce y les resulta más eficiente energéticamente descansar o atrapar presas utilizando una estrategia de alimentación de "sentarse y esperar" (Awkerman et al. 2005, Phalan et al. 2007). En otras aves marinas de hábitos pelágicos como los petreles gigantes, la literatura disponible indica que tanto *Macronectes giganteus* como *M. halli* - ambas especies presentes en el área del proyecto - son capaces de alimentarse durante la noche en tierra, en particular en colonias de pingüinos (Le Bohec et al. 2003). Mientras que en aves marinas de hábitos costeros, la actividad nocturna observada en la mayoría de los géneros de Láridos incluye la búsqueda de alimento, comportamientos reproductivos y territorialidad (Burger y Staine 1993, Garthe y Hüppop 1996, Yorio et al. 2005, Leopold et al. 2010, Hayes y Hayward 2020, Suazo et al. 2012, Cruz et al. 2013). Los estudios centrados en aves marinas sudamericanas, algunas de las cuales están presentes en el área del proyecto como *Larus atlanticus, L. maculipennis* y *Stercorarius chilensis* están en línea con estos comportamientos nocturnos descriptos en aves costeras como las gaviotas (Yorio et al. 2005, Leopold et al. 2010, Suazo et al. 2012). Lo mismo sucede para la única especie del Orden Sphenisciformes presente en el área del proyecto, donde la información disponible indica que algunos pingüinos de Magallanes adultos nidificando en Punta Tombo continúan alimentando a sus pichones durante horas de la noche (Suárez y Yorio 2005). Esto probablemente se deba al hecho que el relevo entre individuos adultos reproductores se realiza mayoritariamente al atardecer o a la noche, con un pico de regreso de los adultos desde el mar hacia la medianoche (Scolaro y Suburu 1991). Estos autores también indican que los adultos reproductores dejan los nidos durante las horas de oscuridad, y sugieren que no existen diferencias en la duración de los viajes de alimentación entre aves que regresan a sus nidos durante el día o durante la noche.

De las 59 especies de aves que utilizan el área del proyecto durante algún momento de su ciclo anual, alrededor de un 79,6% muestran algún tipo de actividad nocturna como forrajeo, migración o aspectos vinculados a la reproducción como cuidado y alimentación de pichones. En aves marinas, esto sucede para el 100% de las especies de Procellariiformes y Sphenisciformes presentes en el área del proyecto y para el 81,2%, 66,6% y 28,5% de las especies de Charadriiformes, Suliformes y Pelecaniformes respectivamente. Mientras que dentro de las aves no marinas presentes en el área del proyecto, este patrón ocurre en el 100% de las especies de Phoenicopteriformes, Psittaciformes, Cathartiformes y Anseriformes y en el 66,6% de las especies de Podicipediformes presentes en el área del proyecto.

La introducción de un estímulo producido por el desarrollo humano y sus contaminantes pueden causar que los animales, incluidas las aves se dispersen y se desorienten (Laughlin 2001, Adams et al. 2021), así como reducir significativamente la aptitud física de un individuo (Chan y Blumstein 2011) y alterar incluso la dinámica poblacional (Patisaul y Adewale 2009, MacDougall et al. 2013), entre otros (Adams et al. 2021). Los dos estímulos más comunes producidos por el desarrollo humano son el ruido antropogénico y la luz artificial, pero sus impactos en la vida silvestre a través de perturbaciones sensoriales pueden ser mixtos (Bennie et al. 2015, Rodríguez et al. 2017, Ditmer et al. 2021). En particular, el aumento de los niveles de luz artificial ha producido cambios importantes en los ambientes nocturnos naturales, llevando a la pérdida de paisajes nocturnos naturales en todo el globo (Bennie et al. 2015, Gaston et al. 2015, Gouveia 2022). A la alteración de los niveles de luz natural nocturna en los ecosistemas se la denomina “contaminación lumínica ecológica” (Longcore y Rich 2004). De aquí en adelante será tratada simplemente como contaminación lumínica.

Se han propuesto tres hipótesis para tratar de dilucidar las razones de la atracción y desorientación de las aves marinas por las luces artificiales. En primer lugar, las aves perciben la luz artificial como una fuente de alimento (es decir, una presa bioluminiscente). Los pichones de muchas especies de aves marinas se alimentan mediante regurgitación, pero no reciben cuidado de sus padres después de emancipados (Schreiber y Burger 2002). Por lo tanto, deben aprender a encontrar alimento en el mar (Imber 1975). Algunas especies que son atraídas por las luces consumen presas bioluminiscentes, y los pichones sin experiencia pueden confundir las luces artificiales con sus presas bioluminiscentes naturales (Imber 1975). En segundo lugar, durante los primeros meses de vida, la única luz que ven las aves marinas que anidan en cavidades es la luz que entra desde la entrada de su cueva o madriguera. Por esa entrada llega también toda la comida del pichón, traída por los padres; por lo tanto, la comida está asociada con la luz y las aves recién nacidas pueden confundir las luces artificiales con una fuente de alimento. En tercer lugar, las luces artificiales podrían anular la luz ambiental de la luna, las estrellas u otros objetos estelares cercanos al horizonte. Por lo tanto, las aves marinas podrían perder las señales visuales necesarias para encontrar el océano, o incluso utilizar incorrectamente luces artificiales como señales de navegación (Telfer et al. 1987). En apoyo de esta hipótesis, las aves marinas generalmente no colisionan directamente contra las luces como lo harían si las confundieran con sus presas. Cuando vuelan sobre áreas iluminadas o cerca de luces brillantes, parecen cegados o desorientados y colisionan con estructuras como paredes, antenas, árboles o el suelo. Incluso si no resultan heridas, es posible que las aves en el suelo no puedan volver a despegar y sean vulnerables a la depredación, colisiones de vehículos, hambre o deshidratación (Ainely et al. 2001, Le Corre et al. 2002, Rodríguez et al. 2012b, 2014). Estos eventos de mortalidad ocasionados por contaminación lumínica pueden llegar a ser masivos (en el orden de cientos o miles de individuos) (Rodríguez et al. 2015, Adams et al. 2021, Coleman et al. 2022), provocando la muerte de millones de aves anualmente (Longcore y Rich 2004). El aumento del número de aves en varadas o encalladas en tierra suele estar relacionado con un aumento de los niveles de contaminación lumínica en las zonas costeras (Rodrigues et al. 2012, Troy et al. 2013). La luz artificial no solo puede afectar a las aves que se reproducen en las cercanías, sino también a las aves que vuelan sobre áreas iluminadas hacia colonias que se encuentran a muchos kilómetros de distancia, e incluso las aves que han logrado emplumar pueden verse atraídas de regreso desde el mar (Montevecchi 2006, Rodríguez et al. 2014, 2015, Syposz et al. 2018).

El bajo contraste entre las luces artificiales y el cielo nocturno durante la luna llena puede hacer que las luces artificiales sean menos atractivas para las aves marinas inexpertas que buscan alimento, lo que también respalda la hipótesis de la fuente de alimento. Sin embargo, las hipótesis sobre las fuentes de alimento no explican por qué las aves adultas también se ven afectadas al igual que los pichones. Además de atraer a los pichones a las zonas iluminadas, la contaminación lumínica también podría modificar el comportamiento de los depredadores de aves marinas que visitan colonias nocturnas. Ciertas especies de aves marinas que anidan en madrigueras visitan las colonias por la noche aparentemente para evitar a los depredadores (Miles et al. 2013) y, por lo tanto, un aumento en los niveles de luz en las colonias como consecuencia de la contaminación lumínica puede aumentar la depredación por parte de los depredadores diurnos (Oro et al. 2005).

Dentro de las consecuencias estudiadas de la contaminación lumínica en las aves se incluye cambios en ritmo circadiano – el cual está sincronizado por la luz (Berson et al. 2002), desorientación y atracción a la luz (Rodríguez et al. 2017, Adams et al. 2021), cambios en los patrones de migración (Mahr et al. 2012), cambios en los comportamientos de alimentación (Hockin et al. 1992, Zapata et al. 2019) y reproductivos (Richard et al. 2021), entre otros. En líneas generales, los estudios acerca del impacto de la contaminación lumínica en aves están primariamente sesgados al hemisferio Norte, a ciertos órdenes taxonómicos (principalmente Passeriformes, Charadriiformes y Procellariiformes) y a escasas longitudes de onda de luz (roja y blanca) (Adams et al. 2021). La literatura disponible indica que la contaminación lumínica es mayor en las zonas de paso migratorio de las aves migratorias nocturnas en todo el mundo (Cabrera-Cruz et al. 2018). En en aves marinas, la contaminación lumínica afecta al menos 56 especies de aves con hábitos pelágicos (Orden Procellariiformes), y principalmente a especies de petreles que nidifican en cuevas o madrigueras (e.g. familias Procellariidae, Hydrobatidae y Oceanitidae), siendo registrada la mortalidad provocada por este fenómeno en al menos 47 islas de todo el mundo, en tres continentes y en todos las cuencas oceánicas (Rodríguez et al. 2017).

En relación con actividades extractivas en el mar como exploración y explotación de petróleo y gas en alta mar, embarcaciones de apoyo y buques sísmicos (Wiese et al. 2001, Ronconi et al. 2015, Fraser y Carter 2018, Gjerdrum et al. 2021), así como en refinerías de petróleo y gas e instalaciones de construcción en tierra, la literatura disponible indica que las luces artificiales atraen a las aves marinas en sitios emplazados a lo largo de la costa y en alta mar, hallándose aves varadas o encalladas en cada una de las actividades o estructuras antes mencionadas (Wilhelm y Boyne 2006, Day et al. 2015, Fraser y Carter 2018, Gjerdrum et al. 2021). Estos estudios sugieren que los varamientos o encallamientos de aves son más probables durante las noches con poca o ninguna luz de luna, y que también son halladas aves continentales entre las aves varadas o encalladas (Day et al. 2015, Gjerdrum et al. 2021).

Antecedentes de efectos de la contaminación lumínica en aves sudamericanas

Los antecedentes acerca del impacto de la luz artificial en aves marinas habitando América del Sur son escasos. En una revisión acerca de los impactos de la contaminación lumínica en aves sudamericanas, Ursino et al. (2022) ponen de manifiesto que un total de 19 especies de aves presentan antecedentes de afección por esta amenaza. El 79% (15 de 19) de dichas especies son marinas y la mayoría de ellas son pardelas y petreles (Ursino et al. 2022). Los efectos descritos fueron cambios en el comportamiento de forrajeo en Charadriiformes, Strigiformes, Passeriformes y Columbiformes (Leopold et al. 2010, Ortiz 2013, Leveau 2020, Rodríguez et al. 2021), cantos más temprano a la mañana en Passeriformes (Dorado-Correa et al. 2016, Sánchez-González et al. 2021, Marín Gómez 2022) y atracción a la luz que provocó desorientación y muerte por agotamiento en Procellariiformes y Charadriiformes (Astudillo y Encinas 2019, Silva et al. 2020). Otro estudio - no contenido en la revisión antes mencionada - indica que la luz artificial causa eventos de varamiento o encallamiento en la Pardela grande (*Calonectris diomedea*), una especie de ave marina incluida dentro del área del proyecto, en sus sitios de nidificación en la Isla de São Miguel, en el archipiélago de las Azores, Brasil (Rodrigues et al. 2012). Estos autores indican que el 16,7% de los pichones se sienten atraídos por las luces artificiales anualmente y que cuatro colonias representan el 87%

de las aves varadas. En nuestro país, tan solo tres estudios abordan esta problemática, investigando primariamente cambios en el comportamiento de forrajeo debido a la luz nocturna e incluyendo especies contenidas en los órdenes Charadriiformes (Leopold et al. 2010), Strigiformes (Rodriguez et al. 2021) y Columbiformes (Leveau 2020). Uno de estos estudios está centrado en Larus *maculipennis*, una especie de Charadriiformes presente en el área del proyecto.

En función de lo mencionado y teniendo en cuenta el tipo de uso que hacen las especies del ambiente nocturno, la sensibilidad se clasifica en:

Alta: especies que poseen hábitos nocturnos (migración, alimentación, cuidado parental en nidos).

Baja: especies que no poseen hábitos nocturnos.

3.1.10 Otras Amenazas: Colisión/Enganche, Captura Incidental, Ingestión de Plásticos, Contaminación por Metales Pesados y otros Agentes Químicos

Las actividades pesqueras comerciales pueden tener efectos directos e indirectos sobre aves marinas. La presencia de aves siguiendo los barcos de pesca y aprovechando el descarte (tallas y especies no deseadas) y/o desperdicios (vísceras, cabezas y colas producto del procesado que ocurre en ciertos barcos) arrojados por la borda puede ser rápidamente interpretado como un beneficio en términos de un subsidio alimentario para las aves al ser altamente predecible en espacio y tiempo, y tener alto valor nutricional (Grémillet et al. 2008, Seco Pon, 2014). Sin embargo, la literatura muestra que este recurso alimentario predecible en espacio y tiempo constituye una atracción fatal para las aves marinas debido a la mortalidad incidental por ahogamiento en redes de pesca (González-Zevallos y Yorio, 2006; González-Zevallos et al., 2007; González-Zevallos et al., 2011; Seco Pon et al., 2013), por enganche en anzuelos (Seco Pon et al. 2007, Favero et al., 2011, 2013) o colisiones con los cables de la embarcación o del arte de pesca (González-Zevallos et al., 2007, Seco Pon 2014). Aunque la literatura se centra principalmente en la pesca comercial de palangre y arrastre (Hoffman et al., 2010), investigaciones recientes han demostrado que la pesca artesanal y en pequeña escala puede tener un efecto importante en algunas áreas (González-Zevallos y Yorio, 2006; Seco Pon et al. 2013; Suazo et al., 2013; Berón y Seco Pon, 2021; Zumpano et al. 2024). En otro tipo de buques la información acerca de la interacción entre estos y las aves marinas es escasa. Sin embargo, existe la posibilidad de colisión entre por ejemplo buques sísmicos y otros componentes del ecosistema ocurriendo en el área de exploración geofísica (Gjerdrum et al., 2021).

En lo que refiere a contaminación por metales pesados, poluentes orgánicos persistentes y cloropirifós, se han registrado altos niveles en especies presentes en el área del proyecto tales como Albatros ceja negra *Thalassarche melophrhis*, Petrel barba blanca *Procellaria aequinoctialis*, Gaviota de Olrog *Larus atlanticus*, Petrel gigante del norte y el Pingüino de Magallanes (González-Solís et al., 2002; Anderson et al., 2010; La Sala et al., 2011; Seco Pon et al., 2011, 2012; Commendatore et al, 2018; Quadri Adrogué et al., 2019, 2021a y b, Fernández et al., 2023).

En relación a la ingesta de residuos sólidos de origen antropogénico, se ha registrado la ocurrencia de ítems del tipo plástico - entre otros ítems pertenecientes a diferentes categorías - en algunas especies presentes en el área del proyecto tales como el Albatros ceja negra, el Petrel gigante del Norte y del Sur, el Petrel mentón blanco, la Pardela cabeza negra, la Pardela boreal, Pingüino de Magallanes y la Gaviota cocinera (Copello et al. 2003; Jiménez et al., 2015; Yorio et al., 2020; Muñoz et al., 2023; Recabarren-Villalón et al., 2023; Seco Pon et al., 2023).

En lo referente a aves playeras, estas especies tienen un alto potencial de estar expuestas a contaminación por residuos sólidos de origen antropogénico como aquellos dentro de la categoría plásticos, ya que muchas especies migran largas distancias y se concentran periódicamente alrededor de las líneas costeras, áreas costeras y estuarios que son sitios que poseen una elevada contaminación por estos residuos. Los individuos de la familia Haematopodidae (ostreros) son los que presentan una mayor frecuencia de ocurrencia de plásticos, seguidas por las de la familia Recurvirostridae, Scolopacidae y Charadriidae. La frecuencia de plásticos fue mucho mayor entre las especies que migraron a través de áreas marinas (ya sean oceánicas o costeras) que en aquellas especies que usaron rutas migratorias continentales. Las especies que se alimentaban en el mar, en estuarios o en playas poseen una mayor frecuencia media de ingestión de plásticos que las especies que se alimentaban en ambientes de tierras altas o de agua dulce (Flemming et al. 2022).

En lo que refiere a metales pesados una revisión reciente mostró que el 37% (79 de 215) de todas las especies de aves playeras examinadas contenían contaminantes, principalmente en las familias Charadriidae y Scolopacidae. Los contaminantes más documentados incluyeron mercurio (Hg), cadmio y plomo (Pb); los contaminantes menos estudiados fueron bario, calcio, estroncio, dicofol y otros contaminantes emergentes, como desechos plásticos/microplásticos y antibióticos. Varios contaminantes han generado considerables preocupaciones en las aves playeras, incluyendo la embriotoxicidad causada por PCBs; reducción del rendimiento reproductivo vinculada al mercurio materno y al plomo paterno; y reducción del rendimiento en la reabastecimiento de energía y en el vuelo relacionada con la contaminación por petróleo (Yanju et al. 2022).

En función a los antecedentes, la probabilidad de otras amenazas para las especies consideradas en el área del proyecto se categorizó en:

> **Baja:** especies para las cuales no existen antecedentes que registren la captura incidental en buques pesqueros o colisión/enganche en barcos sísmicos o ingestión de plásticos o contaminación por metales pesados y otros agentes químicos.
>
> **Alta:** especies para las cuales existen antecedentes que registran su captura incidental en buques pesqueros y/o colisión/enganche en barcos sísmicos y/o ingestión de plásticos y/o contaminación por metales pesados y otros agentes químicos.

3.2 EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LAS AVES MARINAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En la Tabla 8 se presenta un resumen de cada uno de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad de las especies de aves marinas presentes en el Área de Estudio para el Proyecto FLNG GSM.

Tabla 8. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de aves presentes en el área de influencia del proyecto. ECG: Estado de Conservación a nivel Global (IUCN), ECN: Estado de Conservación a nivel Nacional (MADyS), PROT: Nivel de protección, OCU: Ocurrencia, ABU: Abundancia, COL: Presencia de colonias, TRA MAR: tráfico marítimo, CON LUM: contaminación lumínica, O AME: otras amenazas, DERR: derrames de petróleo y TEMP: aumento de temperatura.

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP
Procellariiformes	*Thalassarche chrysostoma*	Albatros cabeza gris	EN	EN	1	Rara	Baja	Próxima	BS	Alta	Alta	Media	Alta
Procellariiformes	*Thalassarche melanophris*	Albatros ceja negra	LC	VU	1	Permanente	Media	Próxima	BS	Alta	Alta	Media	Alta
Procellariiformes	*Macronectes halli*	Petrel gigante del norte	LC	NA	1	Permanente	Media	Próxima	BS	Alta	Alta	Media	Alta
Procellariiformes	*Macronectes giganteus*	Petrel gigante del Sur	LC	VU	1	Permanente	Media	Próxima	BS	Alta	Alta	Media	Alta
Procellariiformes	*Procellaria aequinoctialis*	Petrel mentón blanco	VU	AM	1	Permanente	Media	Próxima	BP	Alta	Alta	Alta	Alta
Procellariiformes	*Ardenna grisea*	Pardela oscura	NT	NA	1	Permanente	Media	Próxima	BP	Alta	Alta	Alta	Alta
Procellariiformes	*Ardenna gravis*	Pardela cabeza negra	LC	NA	1	Permanente	Media	Próxima	BP	Alta	Alta	Alta	Alta
Procellariiformes	*Puffinus puffinus*	Pardela boreal	LC	NA	1	Ocasional	Media	Alejada	BP	Alta	Alta	Alta	Alta
Procellariiformes	*Pterodroma arminjoniana*	Petrel de Trinidad	VU	NA	0	Rara	Baja	Alejada	BP	Alta	Alta	Alta	Alta
Sphenisciformes	*Spheniscus magellanicus*	Pinguino de magallanes	LC	VU	1	Permanente	Alta	Dentro	BP	Alta	Alta	Alta	Alta
Charadriiformes	*Catharacta chilensis*	Escúa chileno	LC	EN	1	Permanente	Media	Próxima	NB	Alta	Baja	Media	Alta
Charadriiformes	*Stercorarius parasiticus*	Salteador chico	LC	NA	0	Ocasional	Baja	Alejada	NB	Baja	Baja	Media	Alta
Charadriiformes	*Stercorarius antarticus*	Escúa parda	LC	VU	1	Ocasional	Baja	Próxima	NB	Alta	Baja	Media	Alta
Charadriiformes	*Larus atlanticus*	Gaviota de Olrog	NT	VU	1	Permanente	Baja	Próxima	BS	Alta	Alta	Media	Alta

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP
Charadriiformes	*Larus dominicanus*	Gaviota cocinera	LC	NA	1	Permanente	Alta	Dentro	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Larus cirrocephalus*	Gaviota capucho gris	LC	NA	0	Permanente	Media	Próxima	NB	Alta	Baja	Baja	Baja
Charadriiformes	*Larus maculipennis*	Gaviota capucho café	LC	NA	0	Permanente	Media	Próxima	NB	Alta	Baja	Baja	Baja
Charadriiformes	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano	LC	NA	1	Permanente	Alta	Dentro	BS	Alta	Baja	Media	Alta
Charadriiformes	*Gelochelidon nilotica*	Gaviotín pico grueso	LC	NA	1	Frecuente	Baja	Dentro	BS	Baja	Baja	Media	Alta
Charadriiformes	*Thalasseus maximus*	Gaviotín real	LC	NA	1	Permanente	Alta	Dentro	BS	Alta	Baja	Media	Alta
Charadriiformes	*Thalasseus sandvicensis*	Gaviotín pico amarillo	LC	NA	1	Permanente	Alta	Próxima	BS	Alta	Baja	Media	Alta
Charadriiformes	*Leucophaeus scoresbii*	Gaviota gris	LC	AM	0	Ocasional	Media	Próxima	NB	Alta	Baja	Baja	Alta
Charadriiformes	*Rynchops niger*	Rayador	LC	NA	0	Frecuente	Baja	Próxima	NB	Alta	Baja	Baja	Alta
Charadriiformes	*Sterna trudeaui*	Gaviotín lagunero	LC	NA	0	Permanente	Baja	Próxima	BS	Alta	Baja	Baja	Baja
Charadriiformes	*Chionis albus*	Paloma antártica	LC	NA	0	Permanente	Baja	Próxima	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Charadrius falklandicus*	Chorlito doble collar	LC	NA	0	Frecuente	Media	Dentro	NB	Alta	Baja	Baja	Alta
Charadriiformes	*Charadrius modestus*	Chorlito pecho canela	LC	NA	0	Ocasional	Media	Próxima	NB	Alta	Baja	Baja	Alta
Charadriiformes	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo cabezón	LC	NA	1	Permanente	Media	Próxima	NB	Baja	Baja	Baja	Alta
Charadriiformes	*Pluvialis dominica*	Chorlo pampa	LC	NA	0	Ocasional	Media	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Pluvialis squatarola*	Chorlo ártico	LC	NA	1	Ocasional	Media	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP
Charadriiformes	*Vanellus chilensis*	Tero común	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	NB	Alta	Baja	Baja	Alta
Charadriiformes	*Haematopus ater*	Ostrero negro	LC	NA	1	Permanente	Baja	Dentro	NB	Baja	Baja	Baja	Alta
Charadriiformes	*Haematopus palliatus*	Ostrero común	LC	NA	1	Permanente	Baja	Dentro	NB	Baja	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Himantopus mexicanus*	Tero real	LC	NA	0	Permanente	Baja	Dentro	NB	Alta	Alta	Baja	Baja
Charadriiformes	*Calidris alba*	Playerito blanco	LC	NA	1	Ocasional	Media	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Calidris bairdii*	Playerito unicolor	LC	NA	0	Ocasional	Media	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Calidris canutus*	Playero rojizo	NT	EC	1	Frecuente	Alta	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Calidris fuscicollis*	Playerito rabadilla blanca	LC	NA	0	Frecuente	Alta	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Limosa haemastica*	Becaza de mar	LC	NA	1	Frecuente	Media	Alejada	NB	Baja	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Phalaropus tricolor*	Falaropo común	LC	NA	0	Frecuente	Media	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Tringa flavipes*	Pitotoi chico	LC	NA	0	Frecuente	Media	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Charadriiformes	*Tringa melanoleuca*	Pitotoi grande	LC	NA	0	Frecuente	Media	Alejada	NB	Alta	Alta	Baja	Alta
Suliformes	*Leucocarbo atriceps*	Cormorán imperial	LC	NA	1	Permanente	Media	Próxima	BP	Alta	Baja	Alta	Alta
Suliformes	*Leucocarbo magellanicus*	Cormorán cuello negro	LC	NA	0	Permanente	Media	Próxima	BP	Alta	Baja	Alta	Alta
Suliformes	*Phalacrocorax brasilianus*	Biguá	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	BP	Baja	Alta	Alta	Alta
Pelecaniformes	*Ardea alba*	Garza blanca	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	NB	Alta	Baja	Baja	Alta

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP
Pelecaniformes	*Ardea cocoi*	Garza mora	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	NB	Baja	Baja	Baja	Baja
Pelecaniformes	*Bubulcus ibis*	Garcita bueyera	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	NB	Baja	Baja	Baja	Baja
Pelecaniformes	*Egretta thula*	Garcita blanca	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	NB	Baja	Baja	Baja	Baja
Pelecaniformes	*Nycticorax nycticorax*	Garza bruja	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	NB	Alta	Baja	Baja	Baja
Pelecaniformes	*Plegadis chihi*	Cuervillo de cañada	LC	NA	0	Permanente	Media	Próxima	NB	Baja	Baja	Baja	Baja
Pelecaniformes	*Theristicus melanopis*	Bandurria austral	LC	NA	0	Ocasional	Media	Próxima	NB	Baja	Baja	Baja	Baja
Phoenicopteriformes	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco austral	NT	VU	0	Frecuente	Media	Próxima	NB	Alta	Baja	Baja	Baja
Podicipediformes	*Podiceps major*	Huala	LC	NA	0	Permanente	Baja	Dentro	BS	Alta	Alta	Media	Baja
Podicipediformes	*Podiceps occipitalis*	Macá plateado	LC	NA	0	Permanente	Baja	Dentro	BS	Alta	Baja	Media	Baja
Podicipediformes	*Rollandia rolland*	Macá común	LC	NA	0	Permanente	Baja	Dentro	BS	Baja	Baja	Media	Baja
Psittaciformes	*Cyanoliseus patagonus*	Loro barranquero	VU	AM	0	Permanente	Alta	Dentro	NB	Alta	Baja	Baja	Baja
Chatartiformes	*Coragyps atratus*	Jote cabeza negra	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	NB	Alta	Baja	Baja	Baja
Anseriformes	*Lophonetta specularioides*	Pato crestón	LC	NA	0	Permanente	Media	Dentro	BS	Alta	Baja	Media	Baja



Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Para cada uno de los criterios de sensibilidad se relativizaron los valores a 1 de tal forma que todos tuvieran el mismo peso en el cálculo del ISP.

Tabla 2. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

Criterio	Categoría	Score
Estado Conservación (IUCN Intl.)	En Peligro crítico (CR)	1
	En Peligro (EN)	0,83
	Vulnerable (VU)	0,66
	No evaluado (NE)	0,5
	Datos Insuficientes (DD)	0,5
	Casi Amenazada (NT)	0,33
	Preocupación menor (LC)	0,16
Estado conservación (MayDS_AA)	En Peligro crítico EN (EC)	1
	En Peligro (EN)	0,83
	Amenazada (AM)	0,66
	Insuficientemente conocida (IC)	0,5
	Vulnerable (VU)	0,33
	No amenazada (NA)	0,16
Nivel de protección	Alto	1
	Bajo	0,5
Ocurrencia	Permanente	1
	Frecuente	0,75
	Ocasional	0,5
	Rara	0,25
Abundancia	Alta	0,33
	Mediana	0,66
	Baja	1
Presencia de colonias	Alejadas	0,33
	Próximas	0,66
	Dentro	1
Trafico marítimo (efecto del sonido)	No Buceadores (NB)	0,33
	Buceadores superficiales (BS)	0,66
	Buceadores en profundidad (BP)	1
Otras amenazas	Si	1
	No	0,5
Derrame de petróleo	Alta	1
	Mediana	0,66
	Baja	0,33
Contaminación lumínica	Alta	1
	Baja	0,5
Incremento de temperatura	Alta	1
	Baja	0,5

En base a esta matriz se determinó un Indicador de Sensibilidad Potencial (ISP) denominado "suma relativa" que se expresó como:

ISP o Suma Relativa = Sj / fmax

Siendo Sj el score para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde fmax representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de las aves el fmax teórico fue de 11, el fmax observado fue de 9,64 y el ISP varió entre 0,43 y 0,87. Aplicando intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, que en este caso corresponden al uso de terciles, los puntos de corte serían 0,56 y 0,69. No obstante, se definió bajar a 0,67 el límite superior, ya que se estableció una especie de alta sensibilidad es aquella que presenta un estado de conservación a nivel nacional: En Peligro crítico (EC), o En Peligro (EN). De esto modo, el resto de las clasificaciones quedan clasificadas como de moderada o baja sensibilidad.

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,56), moderada (entre 0,56 y 0,67) y alta (mayor a 0,67) (Tabla 9).

Tabla 9. Clasificación de la sensibilidad en función de los límites establecidos.

Suma Relativa (ISP)	Sensibilidad
< 0,56	Baja
≥ 0,56 y < 0,67	Moderada
≥ 0,67	Alta

Mediante la evaluación de los 11 criterios anteriormente mencionados, se determinó la sensibilidad de las 59 especies de aves en el área del proyecto. Al aplicar esta metodología, se observó que en área propuesta para el proyecto, el 36% de las especies, es decir, 21 especies, fueron clasificadas como altamente sensibles. Por otra parte, el 39% (23 especies) presentaron una sensibilidad moderada, y el 25% (15 especies) presentaron baja sensibilidad (Tabla 10). Un total de 21 especies presentan sensibilidad alta correspondientes a 5 órdenes (Procellariformes, Sphenisciformes, Charadriiformes, Suliformes y Podicipediformes) (Tabla 11).

Tabla 10. Valoración de Criterios de Sensibilidad y cálculo de la Suma Relativa (ISP). ECG: Estado de Conservación a nivel Global (IUCN), ECN: Estado de Conservación a nivel Nacional (MADyS), PROT: Nivel de protección, OCU: Ocurrencia, ABU: Abundancia, COL: Presencia de colonias, TRA MAR: tráfico marítimo, CON LUM: contaminación lumínica, O AME: otras amenazas, DERR: derrames de petróleo y TEMP: aumento de temperatura.

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP	ISP
Procellariiformes	*Thalassarche chrysostoma*	Albatros cabeza gris	0,83	0,83	1	0,25	1	0,66	0,66	1	1	0,66	1	0,80
Procellariiformes	*Thalassarche melanophris*	Albatros ceja negra	0,16	0,5	1	1	0,66	0,66	0,66	1	1	0,66	1	0,75
Procellariiformes	*Macronectes halli*	Petrel gigante del norte	0,16	0,16	1	1	0,66	0,66	0,66	1	1	0,66	1	0,72
Procellariiformes	*Macronectes giganteus*	Petrel gigante del Sur	0,16	0,5	1	1	0,66	0,66	0,66	1	1	0,66	1	0,75
Procellariiformes	*Procellaria aequinoctialis*	Petrel mentón blanco	0,66	0,66	1	1	0,66	0,66	1	1	1	1	1	0,87
Procellariiformes	*Ardenna grisea*	Pardela oscura	0,33	0,16	1	1	0,66	0,66	1	1	1	1	1	0,80
Procellariiformes	*Ardenna gravis*	Pardela cabeza negra	0,16	0,16	1	1	0,66	0,66	1	1	1	1	1	0,78
Procellariiformes	*Puffinus puffinus*	Pardela boreal	0,16	0,16	1	0,5	0,66	0,33	1	1	1	1	1	0,71

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP	ISP
Procellariiformes	*Pterodroma arminjoniana*	Petrel de Trinidad	0,66	0,16	0,5	0,25	1	0,33	1	1	1	1	1	0,71
Sphenisciformes	*Spheniscus magellanicus*	Pinguino de magallanes	0,16	0,5	1	1	0,33	1	1	1	1	1	1	0,81
Charadriiformes	*Catharacta chilensis*	Escúa chileno	0,16	0,83	1	1	0,66	0,66	0,33	1	0,5	0,66	1	0,70
Charadriiformes	*Stercorarius parasiticus*	Salteador chico	0,16	0,16	0,5	0,5	1	0,33	0,33	0,5	0,5	0,66	1	0,51
Charadriiformes	*Stercorarius antarticus*	Escúa parda	0,16	0,5	1	0,5	1	0,66	0,33	1	0,5	0,66	1	0,66
Charadriiformes	*Larus atlanticus*	Gaviota de Olrog	0,33	0,5	1	1	1	0,66	0,66	1	1	0,66	1	0,80
Charadriiformes	*Larus dominicanus*	Gaviota cocinera	0,16	0,16	1	1	0,33	1	0,33	1	1	0,33	1	0,66
Charadriiformes	*Larus cirrocephalus*	Gaviota capucho gris	0,16	0,16	0,5	1	0,66	0,66	0,33	1	0,5	0,33	0,5	0,52
Charadriiformes	*Larus maculipennis*	Gaviota capucho café	0,16	0,16	0,5	1	0,66	0,66	0,33	1	0,5	0,33	0,5	0,52

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP	ISP
Charadriiformes	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano	0,16	0,16	1	1	0,33	1	0,66	1	0,5	0,66	1	0,67
Charadriiformes	*Gelochelidon nilotica*	Gaviotín pico grueso	0,16	0,16	1	0,75	1	1	0,66	0,5	0,5	0,66	1	0,67
Charadriiformes	*Thalasseus maximus*	Gaviotín real	0,16	0,16	1	1	0,33	1	0,66	1	0,5	0,66	1	0,67
Charadriiformes	*Thalasseus sandvicensis*	Gaviotín pico amarillo	0,16	0,16	1	1	0,33	0,66	0,66	1	0,5	0,66	1	0,64
Charadriiformes	*Leucophaeus scoresbii*	Gaviota gris	0,16	0,66	0,5	0,5	0,66	0,66	0,33	1	0,5	0,33	1	0,57
Charadriiformes	*Rynchops niger*	Rayador	0,16	0,16	0,5	0,75	1	0,66	0,33	1	0,5	0,33	1	0,58
Charadriiformes	*Sterna trudeaui*	Gaviotín lagunero	0,16	0,16	0,5	1	1	0,66	0,66	1	0,5	0,33	0,5	0,58
Charadriiformes	*Chionis albus*	Paloma antártica	0,16	0,16	0,5	1	1	0,66	0,33	1	1	0,33	1	0,64
Charadriiformes	*Charadrius falklandicus*	Chorlito doble collar	0,16	0,16	0,5	0,75	0,66	1	0,33	1	0,5	0,33	1	0,58

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP	ISP
Charadriiformes	*Charadrius modestus*	Chorlito pecho canela	0,16	0,16	0,5	0,5	0,66	0,66	0,33	1	0,5	0,33	1	0,52
Charadriiformes	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo cabezón	0,16	0,16	1	1	0,66	0,66	0,33	0,5	0,5	0,33	1	0,57
Charadriiformes	*Pluvialis dominica*	Chorlo pampa	0,16	0,16	0,5	0,5	0,66	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,54
Charadriiformes	*Pluvialis squatarola*	Chorlo ártico	0,16	0,16	1	0,5	0,66	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,58
Charadriiformes	*Vanellus chilensis*	Tero común	0,16	0,16	0,5	1	0,66	0,66	0,33	1	0,5	0,33	1	0,57
Charadriiformes	*Haematopus ater*	Ostrero negro	0,16	0,16	1	1	1	1	0,33	0,5	0,5	0,33	1	0,63
Charadriiformes	*Haematopus palliatus*	Ostrero común	0,16	0,16	1	1	1	1	0,33	0,5	1	0,33	1	0,68
Charadriiformes	*Himantopus mexicanus*	Tero real	0,16	0,16	0,5	1	1	1	0,33	1	1	0,33	0,5	0,63
Charadriiformes	*Calidris alba*	Playerito blanco	0,16	0,16	1	0,5	0,66	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,58

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP	ISP
Charadriiformes	*Calidris bairdii*	Playerito unicolor	0,16	0,16	0,5	0,5	0,66	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,54
Charadriiformes	*Calidris canutus*	Playero rojizo	0,33	1	1	0,75	0,33	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,67
Charadriiformes	*Calidris fuscicollis*	Playerito rabadilla blanca	0,16	0,16	0,5	0,75	0,33	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,53
Charadriiformes	*Limosa haemastica*	Becaza de mar	0,16	0,16	1	0,75	0,66	0,33	0,33	0,5	1	0,33	1	0,56
Charadriiformes	*Phalaropus tricolor*	Falaropo común	0,16	0,16	0,5	0,75	0,66	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,56
Charadriiformes	*Tringa flavipes*	Pitotoi chico	0,16	0,16	0,5	0,75	0,66	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,56
Charadriiformes	*Tringa melanoleuca*	Pitotoi grande	0,16	0,16	0,5	0,75	0,66	0,33	0,33	1	1	0,33	1	0,56
Suliformes	*Leucocarbo atriceps*	Cormorán imperial	0,16	0,16	1	1	0,66	0,66	1	1	0,5	1	1	0,74
Suliformes	*Leucocarbo magellanicus*	Cormorán cuello negro	0,16	0,16	0,5	1	0,66	0,66	1	1	0,5	1	1	0,69

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP	ISP
Suliformes	*Phalacrocorax brasilianus*	Biguá	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	1	0,5	1	1	1	0,72
Pelecaniformes	*Ardea alba*	Garza blanca	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	0,33	1	0,5	0,33	1	0,60
Pelecaniformes	*Ardea cocoi*	Garza mora	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	0,33	0,5	0,5	0,33	0,5	0,51
Pelecaniformes	*Bubulcus ibis*	Garcita bueyera	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	0,33	0,5	0,5	0,33	0,5	0,51
Pelecaniformes	*Egretta thula*	Garcita blanca	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	0,33	0,5	0,5	0,33	0,5	0,51
Pelecaniformes	*Nycticorax nycticorax*	Garza bruja	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	0,33	1	0,5	0,33	0,5	0,55
Pelecaniformes	*Plegadis chihi*	Cuervillo de cañada	0,16	0,16	0,5	1	0,66	0,66	0,33	0,5	0,5	0,33	0,5	0,48
Pelecaniformes	*Theristicus melanopis*	Bandurria austral	0,16	0,16	0,5	0,5	0,66	0,66	0,33	0,5	0,5	0,33	0,5	0,43
Phoenicopteriformes	*Phoenicopterus chilensis*	Flamenco austral	0,33	0,5	0,5	0,75	0,66	0,66	0,33	1	0,5	0,33	0,5	0,55

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Orden	Nombre Científico	Nombre Vulgar	ECG	ECN	PROT	OCU	ABU	COL	TRA MAR	CON LUM	O AME	DERR	TEMP	ISP
Podicipediformes	*Podiceps major*	Huala	0,16	0,16	0,5	1	1	1	0,66	1	1	0,66	0,5	0,69
Podicipediformes	*Podiceps occipitalis*	Macá plateado	0,16	0,16	0,5	1	1	1	0,66	1	0,5	0,66	0,5	0,64
Podicipediformes	*Rollandia rolland*	Macá común	0,16	0,16	0,5	1	1	1	0,66	0,5	0,5	0,66	0,5	0,60
Psittaciformes	*Cyanoliseus patagonus*	Loro barranquero	0,66	0,66	0,5	1	0,33	1	0,33	1	0,5	0,33	0,5	0,61
Chatartiformes	*Coragyps atratus*	Jote cabeza negra	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	0,33	1	0,5	0,33	0,5	0,55
Anseriformes	*Lophonetta specularioides*	Pato crestón	0,16	0,16	0,5	1	0,66	1	0,66	1	0,5	0,66	0,5	0,61

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 11. Especies de aves clasificadas como de sensibilidad alta para el área del proyecto.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche chrysostoma*	Albatros cabeza gris
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche melanophris*	Albatros ceja negra
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes halli*	Petrel gigante del norte
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes giganteus*	Petrel gigante del sur
Procellariiformes	Procellariidae	*Procellaria aequinoctialis*	Petrel mentón blanco
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna grisea*	Pardela oscura
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna gravis*	Pardela cabeza negra
Procellariiformes	Procellariidae	*Puffinus puffinus*	Pardela boreal
Procellariiformes	Procellariidae	*Pterodroma arminjoniana*	Petrel de Trinidad
Sphenisciformes	Spheniscidae	*Spheniscus magellanicus*	Pingüino de magallanes
Charadriiformes	Stercorariidae	*Catharacta chilensis*	Escúa chileno
Charadriiformes	Laridae	*Larus atlanticus*	Gaviota de Olrog
Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano
Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Gaviotín pico grueso
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Gaviotín real
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero común
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero rojizo
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo atriceps*	Cormorán imperial
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo magellanicus*	Cormorán cuello negro
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Biguá
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala

Dentro del Orden Procellariformes, todos los albatros, petreles gigantes y de mediano tamaño y algunas pardelas han sido clasificados como de alta sensibilidad debido a una combinación de estados de conservación amenazados (tanto a nivel internacional como a nivel nacional), su inclusión en algún instrumento de protección, sensibilidad a la contaminación lumínica y derrames de petróleo, una frecuente o permanente ocurrencia en el área del proyecto, así como también por ser especies cuyas estrategias de alimentación incluyen el buceo (superficial y/o en profundidad), carácter que les otorga una moderada o elevada sensibilidad auditiva (Figura 8). Como fuera mencionado en el Capítulo 6: Línea de Base Ambiental, el área del proyecto registra una alta diversidad de Procellarriformes y se superpone con el área de alimentación y tránsito para estas aves. Se destacan tres especies amenazadas: el Albatros cabeza gris, el Petrel mentón blanco y el Petrel de Trinidad.

Dentro de los Sphenisciformes, el Pingüino de Magallanes ha sido clasificado como de alta sensibilidad debido a ser una especie cuya estrategia de alimentación incluye el buceo en profundidad, dotándola de una elevada sensibilidad auditiva y sensibilidad a los derrames de petróleo y porque además presenta colonias reproductivas dentro de área de estudio del proyecto; asimismo es una especie con una permanente ocurrencia en el área del proyecto (Figura 8). Al igual que para los albatros y petreles anteriormente mencionados, el área del proyecto se superpone con el área de alimentación y tránsito para los pingüinos de Magallanes.

Dentro de los Charadriiformes se observa una mayor heterogeneidad, con familias que presentan especies dentro de los tres criterios. Cuatro familias presentan especies con sensibilidad alta: Scolopacidae, Stercorariidae, Haematopodidae y Laridae (22% del total de las especies del orden), debido a ser especies incluidas en algún instrumento de protección, cuyas estrategias de alimentación incluyen el buceo superficial o el sondeo o picoteo, presentan colonias reproductivas dentro o próximas al área de estudio (excepto el Playero Rojizo) y porque además presentan una frecuente o permanente ocurrencia en dicha área. Mientras que casi la mitad de las especies contenidas en este Orden han sido clasificadas como de moderada sensibilidad (56%) y el 22% como de baja sensibilidad. Esto se debe generalmente al hecho de ser especies cuyas estrategias de alimentación incluyen hábitos no buceadores, presentan colonias reproductivas alejadas al área de estudio y ocurren de manera ocasional en dicha área. Se destacan como ´En Peligro Crítico´ el Playero rojizo, ´En Peligro´ el Escúa chileno, ´Amenazada´ la Gaviota gris y ´Vulnerable´ la Escúa parda y la Gaviota de Olrog; según los criterios nacionales.

En cuanto a los Suliformes las tres especies incluidas dentro del área del proyecto fueron clasificadas como de alta sensibilidad (Figura 8) debido a estar incluidas en algún instrumento de protección, cuyas estrategias de alimentación incluyen el buceo en profundidad, presentan colonias reproductivas dentro y próximas al área de estudio y porque además su ocurrencia en el área mencionada es permanente. Además las tres especies de Suliformes (Cormorán imperial, Cormorán cuello negro y Biguá), son sensibles a un aumento de temperatura y a un potencial derrame de petróleo.

En cuanto a los Chatartiformes y Phoenicopteriformes correspondientes al Jote cabeza negra y el Flamenco austral respectivamente, presentaron una baja sensibilidad. Mientras que los Psittaciformes representados por el Loro barranquero presentó una sensibilidad moderada debido a su estado de conservación Amenazado a nivel nacional y la presencia de colonias dentro en el área de estudio.

Dentro de los órdenes considerados como especies de aves acuáticas encontramos también una alta heterogeneidad en cuanto a su sensibilidad (Figura 8). La especie del grupo de los Anseriformes, representado por el Pato crestón fue categorizado como de moderada sensibilidad. El órden Podicipediformes presenta una especie de sensibilidad alta (el Huala) y dos de baja sensibilidad (ambas especies de macaes). En cuanto a los Pelecaniformes la mayoría de las especies fueron consideradas de baja sensibilidad (6 especies), mientras que la Garza blanca presenta moderada sensibilidad.

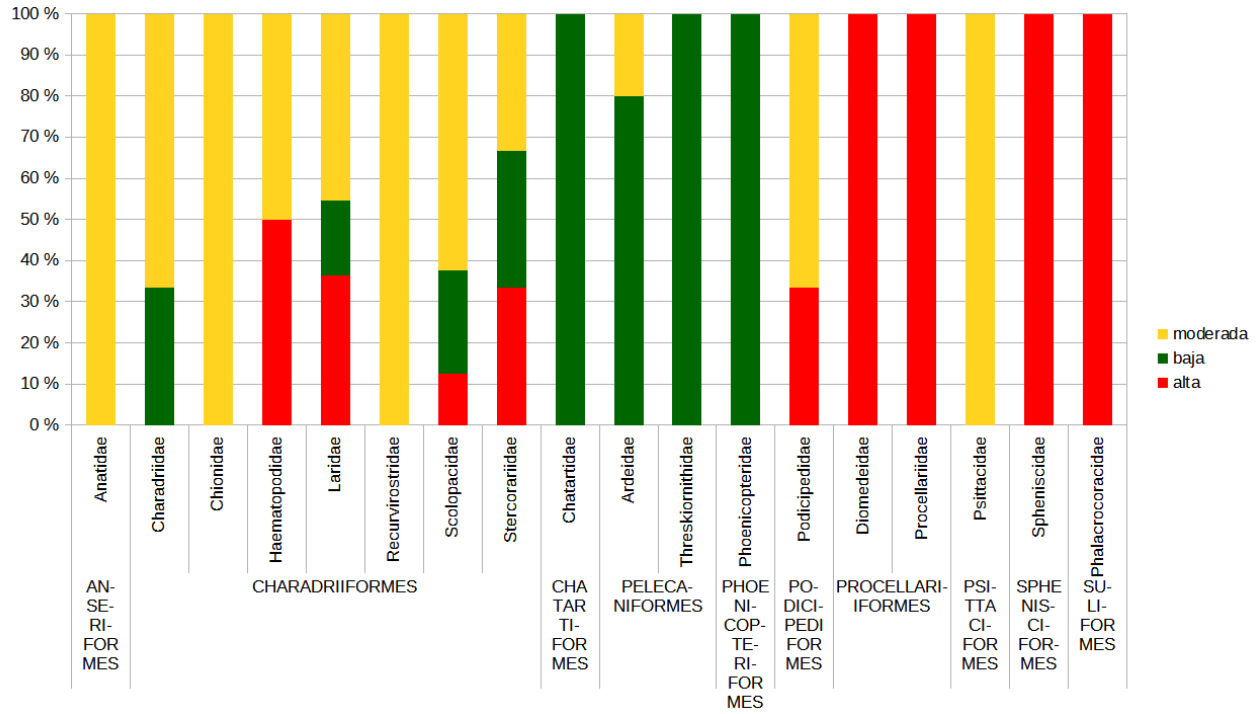


Figura 8. Índice de Sensibilidad Potencial discriminado por familias.

4. TORTUGAS MARINAS

El Mar Argentino es la zona de alimentación de desarrollo de 4 de las 7 especies de tortugas marinas presentes en el mundo (González Carman et al., 2011; Prosdocimi et al., 2014) de las cuales dos especies, la tortuga verde y tortuga cabezona, se encuentran en el área de estudio.

En la actualidad existen reportes esporádicos para ambas especies en la zona del golfo y la estacionalidad de estos reportes no se encuentra definida.

4.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de tortugas marinas presentes en el área de estudio, teniendo en cuenta para la valoración distintos criterios:

1) Ocurrencia en el área de implantación del proyecto
2) Abundancia relativa al tamaño poblacional de la especie
3) Estado de conservación de la especie
4) Cercanía a sitios de reproducción
5) Sensibilidad al aumento de tráfico marítimo (efecto del sonido)
6) Variación en la temperatura del agua (cambios en presas, efecto en el comportamiento y la salud)
7) Derrame de petróleo y sus derivados
8) Otras amenazas: captura incidental, ingestión de plásticos, contaminación

La selección de estos criterios se hizo en función al proyecto en evaluación, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de este grupo de organismos a la ejecución de este proyecto en particular.

4.1.1 Ocurrencia en el Área de Implantación del Proyecto

En el Capítulo 6 se presentó un listado de especies de tortugas marinas con ocurrencia probable en el área de estudio. A partir de la información disponible en la bibliografía (Publicaciones científicas, libros de la especialidad, bases de datos de acceso libre (GBIF; OBIS) e Informes Técnicos (INIDEP, FAO, PAN Tortugas, Informes de campañas)) se concluye que el área de estudio incluye la zona de alimentación y tránsito para las tortugas verde y cabezona (González Carman et al., 2011).

Esta sensibilidad se basa en dos factores principales: la frecuencia con la que la especie utiliza el área, lo que determina la coincidencia espacial entre la especie y los impactos; y la estacionalidad de su presencia, lo que determinaría el tiempo de exposición de los animales a posibles impactos.

Sobre la base a esta información se elaboraron las siguientes categorías de presencia:

Permanente: La presencia se registra durante la mayor parte del año, en años sucesivos y cubriendo diferentes etapas de su ciclo vital. La presencia en mar abierto se correlaciona con su aparición en la costa. Puede presentar áreas de concentración en diferentes estaciones.

Frecuente: La presencia en el área es recurrente en diferentes años, pero varía estacionalmente, y por lo tanto está presente en el área de estudio solo una parte del año, y esta estacionalidad se repite en años sucesivos y es previsible. Esta presencia estacional puede estar asociada con partes de su ciclo vital (migración, reproducción).

Ocasional: Los registros son en distintos años, pero sin patrones claros o estacionalidad específica.

Rara: Los registros son esporádicos, pudiéndose tratar de especies que no se distribuyen en el área.

4.1.2 Abundancia Relativa al Tamaño Poblacional de la Especie

Se establece como criterio que la baja abundancia de una especie en el área de estudio implica una mayor sensibilidad, ya que, ante un número reducido de ejemplares, cualquier impacto podría afectar a la mayor parte de la población existente. Se consideró que, incluso si el número de individuos presentes en el área de estudio es bajo, estos podrían representar una proporción significativa de la población si el tamaño poblacional total es pequeño, lo que aumentaría su sensibilidad. En esta situación, los posibles impactos de la actividad afectarían a una mayor proporción de la población, lo que a su vez restringiría su capacidad de recuperación.

A partir de las fuentes de información antes detalladas se definieron las siguientes categorías de sensibilidad basados en la abundancia de las especies:

Alta: La especie suele registrarse en grandes números, en grupos en mar abierto o en concentraciones terrestres. El número de ejemplares en la costa pueden sumar más de una docena de ejemplares anuales.

Mediana: La especie presenta números reducidos en mar abierto, y no presenta concentraciones terrestres. El número de ejemplares en la costa puede no superar la docena de ejemplares anuales.

Baja: La especie presenta ejemplares solitarios y escasamente presentes en la costa.

4.1.3 Estado de Conservación de la Especie

Para evaluar el estado de conservación se consideró el criterio de la Res. MAyDS 1055/13. Categorización de Reptiles y Anfibios de Argentina. http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/215000-219999/219633/norma.htm.

Dicha categorización se basó en los criterios internacionales de la IUCN por tratarse de especies altamente migratorias que pasan solo una fracción de su ciclo de vida en aguas argentinas.

Las categorías consideradas fueron:

- En peligro (EN)
- Amenazada (AM)
- Vulnerable (VU)
- Insuficientemente conocida (IC)
- No amenazada (NA) // Preocupación Menor (LC)

4.1.4 Cercanía a Sitio de Reproducción

Con relación a la reproducción de las especies frecuentes en Argentina y en el área de estudio se consideraron las siguientes categorías:

Dentro del área del proyecto: La especie presenta sitios de reproducción dentro del área de estudio propuesta para el estudio.

Cercana: La especie presenta sitios de reproducción dentro de la Zona Económica Exclusiva de Argentina

Alejada: La especie no presenta sitios de reproducción dentro de la Zona Económica Exclusiva de Argentina

4.1.5 Sensibilidad al Aumento de Tráfico Marítimo (Efecto del Sonido)

Los testudines (tortugas de tierra, agua dulce y marinas) se han caracterizado como sordos porque muchas especies exhiben poca respuesta abierta (orientar, huir) a los sonidos transitorios en su entorno. Sin embargo, poseen órganos auditivos y las pocas especies que se han examinado pueden oír (Chevalier et al., 2024). Se han realizado estudios donde las tortugas detectaron los sonidos con una relación señal/ruido de moderada a alta dentro de su ancho de banda auditivo (100-2000 kHz) (Richardson et al.,1995).

Audición y sensibilidad a las vibraciones

La recepción de sonido en tortugas ocurre a lo largo de una vía homóloga a la vía auditiva de los mamíferos, pero con mayores limitaciones en el rango de frecuencia y sensibilidad absoluta. En los testudines, el sonido ingresa al oído a través de la piel de la cabeza (análoga a la membrana timpánica de los mamíferos, sin oído externo ni conducto auditivo). En las tortugas terrestres, hay un tímpano, un círculo delgado de piel como un parche sobre la oreja. En las tortugas marinas, esta estructura no existe: la piel sobre la oreja es indistinguible de la que se encuentra en el resto de la cabeza. Por conveniencia, esta piel se denomina placa cutánea (Wever, 1956). El sonido pasa a través de él y a través de una capa subcutánea llena de grasa que actúa como un canal hacia el oído medio. Allí se encuentra con una varilla de hueso que consta de dos segmentos que cumple la misma función que el martillo, el yunque y el estribo del oído de los mamíferos: conduce el sonido al oído interno. El segmento externo es la extra-columela, un hueso duro y aplanado que linda con la capa subcutánea y pasa a través de una pequeña cavidad llena de líquido homóloga al oído

medio de los mamíferos. El segmento interno es la columela, una varilla que atraviesa un canal en el hueso cuadrado para llegar a la cavidad ótica. Esta varilla está conectada al sáculo (un órgano homólogo al sistema vestibular de los mamíferos) y la membrana pericapsular del oído interno mediante hebras de tejido resistentes. Cuando la columela vibra en respuesta al sonido, tanto el sáculo como los fluidos del oído interno también vibran.

Numerosos estudios que midieron la sensibilidad auditiva de las tortugas han encontrado que todas las especies investigadas (cabezona, verde, laúd y tortuga lora (*Lepidochelys kempi*)) son capaces de detectar estímulos acústicos de baja frecuencia (Ridgway et al., 1969; Moein et al., 1994; Bartol y Ketten, 2006; Lavender et al., 2012; Martin et al., 2012; Piniak et al., 2012; Popper et al., 2014). Esto indicaría que sus rangos de audición se superponen con la amplitud máxima del sonido de baja frecuencia emitido durante las exploraciones sísmicas (10 Hz - 500 Hz) (Parente et al., 2006; Stone y Tasker, 2006; DeRuiter y Larbi Doukara, 2012) (Tabla 12).

Estudios recientes han demostrado que la contaminación acústica submarina está causando que las tortugas experimenten pérdida de audición, la cual podría durar de minutos a días. Los resultados de dichos estudios se han presentado en la última reunión de la Ocean Sciences realizada el 4 de febrero de 2022 (https://osm2022.secure-platform.com/a).

Tabla 12. Especies de tortugas marinas y su sensibilidad auditiva (dependiente de edad/ tamaño). (Adaptado de Popper et al., 2014)

Nombre Común	Nombre Científico	Rango de Audición (kHz)	Mejor Sensibilidad Auditiva (todas las clases de edad combinada)
Verde	*Chelonia mydas*	0,1 – 0,8	0,2 – 0,7 kHz
Cabezona	*Caretta caretta*	0,1 – 0,9	0,5 – 0,6 kHz

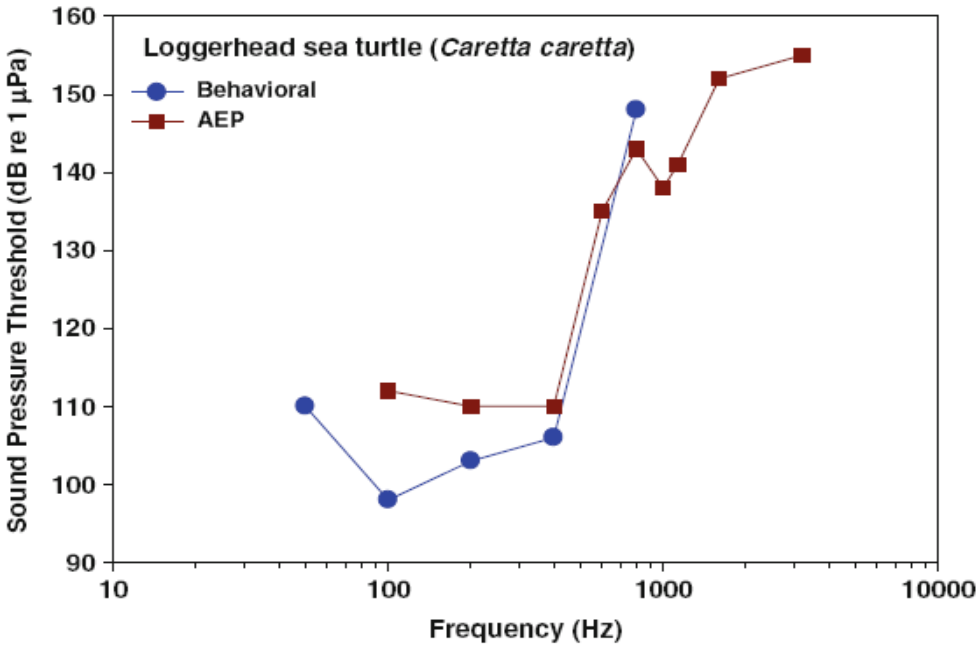


Figura 9. Umbrales auditivos para la tortuga Cabezona (*Caretta caretta*) (Extraído de CIT, 2006).

Respuestas conductuales de los reptiles al ruido y la vibración

Lenhardt (1994) expuso a las tortugas cabezonas a vibraciones bajo el agua en el rango de 20-80 Hz usando un acelerómetro acoplado a las paredes de la piscina de prueba y encontró que las tortugas nadaron abruptamente hacia la superficie en respuesta a las exposiciones a niveles altos. O'Hara y Wilcox (1990) expusieron a las tortugas cabezonas a impulsos de baja frecuencia de aire comprimido en un corral de 300 x 45 m. Los niveles absolutos de los impulsos de estos estímulos no se midieron en el punto de recepción, pero se caracterizaron por tener niveles máximos de 220-230 dB re 1 FPa (a 1 m) y se dispararon a velocidades de 8 db/ min o más alto durante el experimento. Las tortugas cabezonas descansaban en la red que contenía las fuentes de sonido independientemente de los impulsos, pero se acercaban a 30 m de las fuentes activas con mucha menos frecuencia cuando nadaban. En algunos casos, las tortugas nadaron lejos de la fuente, pero otras cayeron al fondo. Estos estudios sientan la base para seguir evaluando los posibles impactos de los efectos sonoros de la actividad sísmica y extractiva.

Los relatos anecdóticos también sugieren que las tortugas marinas responden de manera conductual al ruido continuo significativo, como el sonido de un barco que se acerca. Según Eckert et al. (1998), las tortugas laúd, monitoreadas con equipos de seguimiento satelital, mostraron un comportamiento de evitación del barco a aproximadamente 2-3 km de distancia. La evitación se caracterizó por un cambio brusco en la dirección de nado y un cambio en los patrones de inmersión.

En las Directrices de Exposición Sonora para Peces y Tortugas Marinas (ASA S3/SC1.4TR-2014) se establecen criterios que evalúan la mortalidad y posible lesión mortal, y la lesión recuperable (es decir, pérdida temporal de la audición) (Popper et al., 2014). Si bien existen pocos registros referidos al cambio del comportamiento en estos reptiles, sirven de base para evaluar posibles causas de afectación comportamentales.

Con base en la información disponible, los comportamientos plausibles potencialmente dañinos de las tortugas en respuesta a los disturbios por efectos sonoros son: (1) cambios significativos en los patrones de comportamiento normales, (2) aumento de los gastos energéticos como resultado de la evitación, (3) respuestas conductuales inapropiadas que posiblemente provoquen daño físico (pérdida de audición y mortalidad) como enfermedad por descompresión, desarrollo de enfermedades por stress y varamientos (Gordon et al., 2003; Jepson et al., 2013; Mann et al., 2010; Wright et al., 2007; Vanstreels et al., 2023) o huidas prolongadas llevándolas a largos períodos en superficie, y (4) falta de respuesta a señales biológicamente importantes debido al enmascaramiento de ruido o dificultades de atención. Por otro lado, estos cambios en el comportamiento también pueden llevar a que las tortugas sean excluidas de hábitats críticos y daños en la audición.

En zonas de aguas poco profundas, el ruido emitido por embarcaciones recreativas más pequeñas puede llegar a predominar en el ambiente sonoro (Hermannsen et al., 2019). Aunque a menudo subestimado, este tipo de ruido es especialmente disruptivo para especies costeras que son sensibles al sonido. Los cambios de marcha en estas embarcaciones generan sonidos breves pero intensos (con niveles pico-pico que alcanzan hasta 200 dB re 1 µPa), audibles a grandes distancias y capaces de perturbar a los animales cercanos (Jensen et al., 2009).

El ruido producido por embarcaciones se concentra mayormente en frecuencias bajas (aproximadamente entre 20 y 500 Hz). Estudios recientes de barcos comerciales modernos han registrado niveles de ruido de banda ancha (20-1000 Hz) de hasta 188 dB re 1 µPa a 1 metro de distancia para un barco portacontenedores de 54.000 toneladas brutas navegando a 21,7 nudos (11,2 m/s). Cuando una embarcación de gran tamaño transita cerca de un punto receptor, el sonido generado puede elevar significativamente los niveles de ruido en esa ubicación de manera temporal. Además, incluso en la ausencia de barcos cercanos, el ruido de fondo en muchas áreas del océano en frecuencias bajas sigue estando dominado por embarcaciones distantes, debido a la capacidad del sonido de baja frecuencia para propagarse a grandes distancias bajo el agua.

Sobre la base de la información disponible, para el análisis de sensibilidad se consideró el grado de superposición entre el rango auditivo de las especies y el rango de emisiones sonoras, así como también la superposición con el tráfico.

Con superposición alta. Superposición con todo el rango auditivo de la especie, con potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés.

Con superposición de Alta a Moderada. Superposición parcial con el rango auditivo de la especie, con potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés; o bien con superposición total del rango auditivo, pero con menos potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés.

Con superposición Baja. Baja superposición con el rango auditivo de la especie, con potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés.

Sin superposición. Sin superposición con el rango auditivo de la especie, ni potenciales implicancias para la audición, comportamiento o estrés.

4.1.6 Variación en la Temperatura del Agua (Cambios en Presas, Efectos en el Comportamiento y la Salud)

Respuestas conductuales de los reptiles a las variaciones de temperatura

Las tortugas marinas son ectotérmicas y dependen de la temperatura del agua para regular su metabolismo. Un aumento en la temperatura puede llevar a un estrés fisiológico, afectando su crecimiento, comportamiento, capacidad de buceo y rendimiento general (Hamann, M., et al. 2007). Por otro lado, este incremento de la temperatura además puede favorecer la proliferación de patógenos y parásitos que afectan a las tortugas marinas, aumentando la prevalencia de enfermedades (Lafferty et al., 2004).

Las tortugas marinas dependen de ciertos tipos de alimentos que pueden ser afectados por cambios en la temperatura del agua. Por ejemplo, invertebrados, algas y peces, que son una parte importante de su dieta, pueden sufrir disminuciones en su población o cambios en su distribución (Wallace et al., 2010). Estas consideraciones subrayan la necesidad de investigar cómo las variaciones de temperatura inducidas por actividades humanas afectan a los reptiles marinos, con el objetivo de desarrollar estrategias efectivas de conservación y manejo.

Existen trabajo que evaluaron los efectos del agua de refrigeración en plantas hidroeléctricas que utilizan tecnología de enfriamiento de un solo paso (OTC), extrayendo agua del ambiente a través de y descargando agua tibia en un canal de efluentes adyacente (Eguchi et al., 2010, Benson y Dutton, 2012, Turner-Tomaszewicz y Seminoff, 2012; Guerra-Correa et al., 2008; Eguchi et al., 2020). Como resultado se han observados cambios en el comportamiento migratorio y de alimentación, lo que afectó su biología de desarrollo y reproducción (Madrak et al., 2016; Eguchi et al., 2020). Por lo tanto, un incremento de 2 o 3 grados en la temperatura de las aguas del Golfo San Antonio podría tener múltiples efectos adversos en las tortugas marinas, incluyendo alteraciones en su disponibilidad de alimentos, afectaciones en su reproducción, estrés fisiológico y un incremento en la prevalencia de enfermedades. Estos efectos se derivan de cambios ambientales más amplios asociados al cambio climático global. Por otro lado, teniendo en cuenta que la presencia de las tortugas marinas en aguas argentinas es estacional y se encuentra asociada a cambios en la temperatura del agua, un incremento en la temperatura del golfo puede influir en los comportamiento migratorios naturales haciendo que las tortugas permanezcan en el área en momento que no correspondan para su ciclo de vida afectando significativamente su supervivencia (Turner-Tomaszewicz y Seminoff 2012; Eguchi et al., 2020)

A partir de las fuentes de información antes detalladas se definieron las siguientes categorías de sensibilidad basados en la sensibilidad a cambios de temperatura:

Baja Sensibilidad (1-2°C): Cambios menores de temperatura, hasta 2°C.Las tortugas pueden experimentar un leve estrés térmico, pero su comportamiento y salud general no se ven significativamente afectados.

Moderada Sensibilidad (2-3°C): Cambios de temperatura entre 2 y 3°C. Las tortugas pueden mostrar signos de estrés térmico, incluyendo cambios en la tasa de alimentación y desplazamiento en busca de áreas con temperaturas más adecuadas. Por otro lado, se verían afectadas por disponibilidad de alimento afectado por el cambio de temperatura.

Alta Sensibilidad (más de 3°C): Cambios de temperatura superiores a 3°C. Las tortugas pueden sufrir estrés térmico severo, lo que puede llevar a una disminución en su capacidad de encontrar alimento, reproducción afectada y potencial mortalidad. Por otro lado, se verían afectadas por disponibilidad de alimento afectado por el cambio de temperatura.

4.1.7 Derrame de Petróleo y sus Derivados

El derrame de petróleo en el mar representa una amenaza severa para las tortugas marinas, tanto en sus fases juveniles como adultas, así como para sus huevos y crías. Estos reptiles, que habitan en zonas costeras y pelágicas, pueden verse afectados de varias maneras, lo que pone en peligro su salud, comportamiento, y supervivencia. El impacto de los derrames de petróleo en las tortugas marinas es multifacético y devastador, afectando su salud, reproducción, y supervivencia a largo plazo. La implementación de medidas preventivas y de respuesta rápida ante derrames es crucial para mitigar estos efectos y proteger a las poblaciones de tortugas marinas en peligro de extinción.

A continuación, se indican los efectos de derrame de petróleo a tortugas marianas.

1. **Ingestión y contaminación de alimentos.** Las tortugas marinas pueden ingerir petróleo directamente o consumir presas contaminadas. La ingestión de petróleo puede causar una serie de problemas de salud, incluyendo daño al tracto digestivo, toxicidad hepática y renal, y una reducción en la capacidad inmunológica (Lutcavage et al., 1997). El petróleo también puede contaminar las algas y medusas de las que se alimentan, lo que añade una fuente adicional de toxinas a su dieta (Bjorndal et al., 2003).

2. **Afectación de las funciones respiratorias y térmicas.** Las tortugas marinas, al ser reptiles que respiran aire, deben salir a la superficie para respirar. En áreas contaminadas con petróleo, este comportamiento expone a las tortugas a inhalar compuestos volátiles tóxicos, lo que puede causar daños en los pulmones, irritación del tracto respiratorio y envenenamiento (Milton et al., 2003). Además, el petróleo puede alterar la capacidad de las tortugas para termorregularse adecuadamente, especialmente en juveniles que utilizan corrientes cálidas superficiales para mantener su temperatura corporal (Witherington, 2002).

3. **Contaminación de las playas de anidación.** El derrame de petróleo en zonas costeras puede contaminar las playas donde las tortugas marinas anidan, afectando tanto a las hembras adultas durante la puesta de huevos como a los huevos mismos. La exposición a hidrocarburos en la arena puede resultar en tasas reducidas de eclosión y en deformidades en las crías (Fritts & McGehee, 1982). La contaminación de las playas también puede llevar a cambios en la selección de sitios de anidación, obligando a las hembras a utilizar áreas menos óptimas para la incubación de sus huevos.

4. **Alteraciones en el comportamiento y la navegación.** El petróleo puede interferir con los sentidos de las tortugas, como la visión y el olfato, esenciales para la navegación y la búsqueda de alimento. Estudios han mostrado que la exposición al petróleo puede desorientar a las tortugas marinas, afectando su capacidad para encontrar áreas de alimentación y anidación (Lohmann et al., 1997). La desorientación es particularmente preocupante en las crías, que dependen de señales químicas y geomagnéticas para orientarse hacia el mar después de la eclosión (Lohmann & Lohmann, 1996).

Para evaluar la sensibilidad de las tortugas marinas ante un proceso de derrame de petróleo, podemos clasificar los impactos en categorías de Alta, Media y Baja sensibilidad. Estas categorías se definen según la gravedad de los efectos potenciales sobre las tortugas y su capacidad de recuperación ante la exposición al petróleo.

Alta Sensibilidad: Las tortugas marinas se encuentran en situaciones donde la exposición al petróleo tiene consecuencias graves e inmediatas, comprometiendo su supervivencia, salud y comportamiento a corto y largo plazo. Teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Ingestión de petróleo: Alta sensibilidad, ya que la ingestión directa de petróleo o alimentos contaminados puede causar daño digestivo, toxicidad hepática y renal, y comprometer el sistema inmunológico, lo que pone en riesgo la vida del animal (Lutcavage et al., 1997).
- Desorientación y alteración de la navegación: Alta sensibilidad, especialmente en crías y hembras anidadoras, ya que el petróleo puede interferir con la orientación y la capacidad de navegación, afectando su retorno al mar y la búsqueda de sitios de anidación adecuados (Lohmann et al., 1997).

Media Sensibilidad: Las tortugas marinas experimentan efectos negativos que pueden ser graves, pero no siempre son inmediatos, o tienen alguna capacidad de recuperación si las condiciones mejoran. Teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Afectación de funciones respiratorias: Media sensibilidad, ya que la inhalación de compuestos volátiles del petróleo puede causar daños respiratorios y envenenamiento, pero las tortugas pueden recuperarse si la exposición es limitada y se reducen los niveles de contaminación (Milton et al., 2003).
- Termorregulación alterada: Media sensibilidad, dado que la exposición al petróleo puede afectar la capacidad de las tortugas para mantener su temperatura corporal en aguas superficiales, particularmente en juveniles. Sin embargo, la gravedad de este impacto depende de la duración y extensión de la exposición (Witherington, 2002).

Baja Sensibilidad: Los efectos negativos son menos graves o transitorios, y las tortugas marinas

pueden adaptarse o recuperarse más fácilmente. Teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Exposición a ruido: Baja sensibilidad, ya que, aunque el ruido asociado al tráfico marítimo y otras actividades vinculadas a derrames puede causar estrés y alteraciones en el comportamiento, estos efectos suelen ser menos críticos comparados con la contaminación directa por petróleo. La recuperación es posible si las fuentes de ruido se reducen o eliminan (Hermannsen et al., 2019).

4.1.8 Otras Amenazas: Captura Incidental, Ingestión de Plásticos, Contaminación

La captura incidental es una de las principales amenazas directas sobre las poblaciones de tortugas marinas afectando a más de 85.000 tortugas cada año en todo el mundo, aunque se cree que esta cifra podría subestimar en dos órdenes de magnitud a la cifra real debido a la falta de información acerca de las pesquerías de pequeña escala y de observadores en la mayoría de las flotas (Lewison et al., 2013; Wallace et al., 2013).

En el caso particular de Argentina y Uruguay, las áreas altamente productivas elegidas por las tortugas para alimentarse son también aprovechadas por flotas pesqueras artesanales e industriales (Prosdocimi et al., 2020). La captura incidental de las tortugas verde y cabezona ha sido registrada a lo largo de la costa de la Provincia de Buenos Aires, principalmente en las pesquerías artesanales que operan con redes de enmalle de fondo y en la flota comercial de arrastre (Jones et al., 2024). Los reportes más frecuentes provienen de la Bahía Samborombón y el Cabo San Antonio. También existe evidencia de captura incidental de las tres especies (Verde, Cabezona y Laúd) en redes de arrastre de fondo de la flota semi - industrial que operan desde los puertos de Mar del Plata, General Lavalle y el Salado (González Carman et al., 2011; Jones et al., 2024).

Además de la captura incidental, las tortugas marinas atraviesan otras amenazas como la degradación de los hábitats de anidación lo cual ocurre principalmente debido a la erosión costera, la presencia de predadores introducidos y la contaminación lumínica. Por otra parte, en las zonas de alimentación, la principal amenaza es la contaminación por hidrocarburos y por residuos sólidos como el plástico (Lutcavage et al., 1997). La contaminación por plásticos sea éstos generados en tierra o en el mar por la actividad marítima, conduce a la ingesta accidental de este material. Si las tortugas ingieren grandes cantidades, las consecuencias pueden ser letales, aunque en la mayoría de los casos parece tener efectos sub - letales. Los animales sufren una dilución alimenticia generada por elementos no nutritivos que suplantan al alimento en el estómago. A largo plazo, se produce debilitamiento afectando la tasa de crecimiento y supervivencia de los individuos y, en última instancia, de las poblaciones (McCauley y Bjorndal, 1999; Schuyler et al., 2013).

La ingesta de residuos sólidos de origen antrópico en Argentina ha sido registrada en la tortuga verde, cabezona y laúd, lo cual fue comprobado a partir de análisis de contenidos estomacales de animales muertos por la captura incidental, varamientos y animales vivos que han eliminado plástico mientras se encontraban en rehabilitación (González Carman et al., 2014). La ingesta de estos residuos en estas latitudes genera un proceso de debilitamiento crónico afectando su normal migración hacia aguas más cálidas, no logrando escapar a tiempo de las bajas temperaturas invernales de la costa bonaerense y siendo finalmente arrastradas a la playa en un estado letárgico, víctimas de un cuadro mortal de hipotermia.

Sobre la base de información documentada en el Programa de Acción Nacional para Reducir la Interacción de las Tortugas Marinas con las Pesquerías" Res. CFP14/2018, el Programa de Acción Nacional para Reducir la Interacción de las Tortugas Marinas con las Pesquerías" Res. CFP14/2018 y en publicaciones científicas este criterio incluye: registros de colisiones con embarcaciones, registros de ingesta de residuos antropogénicos y registros de captura incidental, los cuales fueron considerados en los siguientes subcriterios:

Alta: Presentan registros en aguas argentinas de al menos dos amenazas.

Media: Presentan registros en aguas argentinas de una amenaza.

Baja: Sin registros de amenazas en aguas del mar argentino, pero con amenazas registradas en el área de distribución global de la especie.

Sin registros: Sin registros confirmados

4.2 EVALUACIÓN DE SENSIBILIDAD DE TORTUGAS MARINAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En la Tabla 13 se presenta un resumen de cada uno de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad de las especies de tortugas marinas presentes en el Área del proyecto.

Tabla 13. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies presentes en el área de estudio.

Especie	Tortuga Verde *Chelonia mydas*	Tortuga Cabezona *Caretta caretta*
Nombre común	Tortuga Verde	Tortuga Cabezona
Ocurrencia	Rara	Rara
Abundancia	Baja	Baja
Categoría de conservación	Amenazada	Amenazada
Cercanía al sitio de reproducción	Alejada	Alejada
Sernsibilidad auditiva	Moderada	Moderada
Sensibilidad térmica	Moderada	Moderada
Derrame de petróleo y derivados	Alta	Alta
Registro de otras amenazas	Alta	Alta

Se asignaron puntajes a cada una de las categorías evaluadas para cada criterio de sensibilidad. Debido a que no todos los criterios contenían la misma cantidad de categorías, se llevó a cabo una ponderación para evitar desigualdades en el peso de las categorías, donde el valor máximo para cada categoría fue 1. En la Tabla 14 se muestran los *score* asignados.

Tabla 14. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial en el área de estudio.

Criterio	Categorías	Score
Presencia	Permanente	1
	Frecuente	0,75
	Ocasional	0,5
	Rara	0,25
Abundancia	Baja	1
	Mediana	0,66
	Alta	0,33
Categoría de Conservación	En peligro(EP)	1
	Amenazada (AM)	0,8
	Vulnerable (VU)	0,6
	Insuficientemente conocida (IC)	0,4
	No amenazada (NA)// Preocupación menor	0,2
Cercanía a sitio de reproducción	Dentro del área de Influencia Indirecta del proyecto	1
	Cercana	0,66
	Alejada	0,33
Sensibilidad auditiva	Con superposición Alta	1
	Con superposición Alta a Moderada	0,75
	Con superposición baja	0,5
	Sin Superposición	0,25
Efecto de variación en temperatura del agua	Alta	1
	Media	0,66
	Baja	0,33
Efecto de derrame de petróleo y sus derivados	Alta	1
	Media	0,66
	Baja	0,33
Registro de otras amenazas	Alta	1
	Media	0,75
	Baja	0,5
	Sin registros	0,25

Sobre la base de esta matriz, se determinó un Indicador de Sensibilidad Potencial (ISP) denominado "suma relativa" que se expresó como:

$$ISP \text{ o Suma Relativa} = Sj / fmax$$

Siendo Sj el score para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde fmax representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de las tortugas marinas este valor puede variar entre 0,28 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 1,94 y el máximo 7, por lo que la suma normalizada divide por 7).

Aplicando intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, que en este caso correspondieron al uso de terciles, los puntos de corte serían 0,52 y 0,72.

No obstante, se definió bajar a 0,3 el límite inferior, ya que se estableció que para ser una especie de baja sensibilidad debería:

- Tener presencia sólo informada a través de mapas de distribución global.
- Tener un estatus de conservación considerado de preocupación menor o no amenazada.
- No presentar área de cría o reproducción dentro de la zona propuesta para el proyecto.
- No presentar registros de amenazas antrópicas, como la captura incidental por pesquerías, la ingesta de residuos y/o la colisión con embarcaciones.
- Tener un rango auditivo que no se superponga con el rango principal de emisiones sísmicas.

Por otro lado, siguiendo este criterio precautorio, se decidió bajar el límite medio a un valor de 0,64, ya que se estableció que una especie que presente un estado de conservación En Peligro (EN) deber ser considerada una especie con sensibilidad alta; asimismo quedan incluidas especies afectadas de manera frecuente por actividades antrópicas dentro del área propuesta para el proyecto.

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz, se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,3), moderada (entre 0,3 y 0,64) y alta (mayor a 0,64).

Suma Relativa (ISP)	Sensibilidad
< 0,3	Baja
≥ 0,3 y < 0,64	Moderada
≥ 0,64	Alta

Teniendo en cuenta estos criterios se ha identificado una situación de alta sensibilidad para las tortugas marinas en el área de estudio (Tabla 15).

Tabla 15. Valoración de Criterios.

Criterios	Tortuga Verde *Chelonia mydas*	Tortuga Cabezona *Caretta caretta*
Ocurrencia	0,25	0,25
Abundancia	1	1
Categoría de conservación	0,8	0,8
Cercanía al sitio de reproducción	0,33	0,33
Sensibilidad auditiva	0,75	0,75
Sensibilidad térmica	0,75	0,75
Derrame de petróleo y derivados	1	1
Registro de otras amenazas	1	1
ISP	0,6	0,6

Dado el inminente estado crítico de las poblaciones de tortugas marinas y los factores mencionados anteriormente, los cálculos de sensibilidad arrojaron resultados de "sensibilidad moderada – alta" (Tabla 15), por lo tanto, se concluye que las tortugas marinas presentan una moderada sensibilidad a la actividad dado que la misma podría afectar su desarrollo y alimentación.

5. BIBLIOGRAFÍA

Abba, A.M., Varela, V., Cirignoli, S., Pereira, J.A., Bolkovic, M.L., Peker, S., Porini, G., Bustos, S., Degrati, M., Denuncio, P., Díaz, M.M., Villafañe, I., Grandi, M.F., Kowalewski, M., Loizaga de Castro, r., Martin, G., Mora, M., Negrete, J., Nieves, M., Ojeda, A., Palacios, R., Paviolo, A., Sanchez, M., Superina, M., Teta, P., Tognelli, M., y Ojeda, R. (2022). Categorización de los mamíferos de Argentina 2019: resumen y análisis de las amenazas. Mastozoología Neotropical, 29(1): e0654.

Abreo, N.A.S., Blatchley, D.D., y Thompson, K.F. (2023). Marine litter ingestion by a Bryde's whale (Balaenoptera edeni) in Mindanao, Philippines, and the need for consistent long-term recording of single-individual strandings. Journal of Cetacean Research and Management, 24 (1): https://doi.org/10.47536/jcrm.v24i1.403.

Adams, C. A., Fernández-Juricic, E., Bayne, E. M., & St. Clair, C. C. (2021). Effects of artificial light on bird movement and distribution: a systematic map. Environmental Evidence, 10, 1-28.

Aebischer, N. J., Coulson, J. C., & Colebrookl, J. M. (1990). Parallel long-term trends across four marine trophic levels and weather. Nature, 347(6295), 753-755.

Aguayo-Lobo, A. (1999). The cetaceans and their conservation perspectives. Estudios Oceanológicos, 18, 35–43.

Ainley, D. G., and Boekelheide, R. J. (1983). An ecological comparison of oceanic seabird communities of the south Pacific Ocean. Stud. Avian Biol. 8, 2–23.

Ainley, D. G., Podolsky, R., Deforest, L., Spencer, G., & Nur, N. (2001). The status and population trends of the Newell's shearwater on Kauai: insights from modeling. Studies in Avian Biology, 22, 108-123.

Albers, P.H., 2003. Petroleum and individual polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton Jr., G.A., Cairns Jr., J. (Eds.), Handbook of Ecotoxicology, second ed. Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 341–371.

Albouy, C., Delattre, V., Donati, G., Frölicher, T. L., Albouy-Boyer, S., Rufino, M., y Leprieur, F. (2020). Global vulnerability of marine mammals to global warming. Scientific Reports, 10(1): 1-12.

Alzugaray, L., Di Martino, M., Beltramino, L., Rowntree, V.J., Sironi, M., y Uhart, M.M. (2020). Anthropogenic debris in the digestive tract of a southern right whale (Eubalaena australis) stranded in Golfo Nuevo, Argentina. Marine Pollution Bulletin, 161: 111738.

Anderson ORJ, Phillips RA, Shore RF, McGill RAR, McDonald RA, Bearhop S. 2010. Element patterns in albatrosses and petrels: influence of trophic position, foraging range, and prey type. Environmental Pollution 158:98-107.

André M, Solé M, Lenoir M, Durfort M, Quero C, Mas A, Lombarte A, Van der Schaar M, López-Bejar M, Morell M, Zaugg S, Houégnigan L. 2011. Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. Frontiers in Ecology and the Environment 9:489-493.

Andrei, A. E., Smith, L. M., Haukos, D. A., & Johnson, W. P. (2007). Behavior of migrant shorebirds in saline lakes of the Southern Great Plains. Waterbirds, 30(3), 326-334.

Ashford, J.R., Rubilar, P.S., y Martin, A.R. (1996). Interactions between cetaceans and longline fishery operations around South Georgia. Marine Mammal Science, 12(3): 452-457.

Astudillo EA y Encinas VG (2019) Problemática de la contaminación lumínica en la región de Tarapacá y su efecto en golondrinas de mar. Red de Voluntarios Rescate Golondrinas de Mar Iquique, 153-169.

Atlas, R.M., Bartha, R., 1973. Fate and effects of polluting petroleum in the marine environment. Residue Rev. 49, 49–85.

Au, W.W.L. (1993). The sonar of dolphins. Springer-verlag, New York.

Aubin, D.J. (1977). Physiological and toxic effects on pinnipeds, Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks, J.R. Geraci and D.J. St. Aubin (eds.), Academic Press, San Diego, 103, 1990.

Australian Maritime Safety Authority (AMSA). 2007. http://www/EffectsofMaritime OilSpillsonWildlife.htm.

Avila, I.C., Kaschner, K., y Dormann, C.F. (2018). Current global risks to marine mammals: taking stock of the threats. Biological Conservation, 221: 44-58.

Awkerman J, Fukuda A, Higuchi H, Anderson D (2005) Foraging activity and submesoscale habitat use of waved albatrosses Phoebastria irrorata during chick-brooding period. Marine Ecology Progress Series 291: 289–300.

Barbraud, C., & Weimerskirch, H. (2006). Antarctic birds breed later in response to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(16), 6248-6251.

Barbraud, C., Rivalan, P., Inchausti, P., Nevoux, M., Rolland, V., & Weimerskirch, H. (2011). Contrasted demographic responses facing future climate change in Southern Ocean seabirds. Journal of animal ecology, 80(1), 89-100.

Barieri, E., & Colaco, F. L. (2013). Scientific Note First occurrence of Phoenicopterus chilensis (Molina, 1782) in the southern coast of São Paulo State. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 8(2), 152-155.

Barnett, P.R.O. (1971). Some changes in the intertidal sand communities due to thermal pollution.

Bartol, S.M. and Ketten, D.R. (2006). Turtle and tuna hearing. In: Swimmer, Y., Brill, R. (Eds.), Sea Turtle and Pelagic Fish Sensory Biology: Developing Techniques to Reduce Sea Turtle Bycatch in Longline Fisheries Technical Memorandum NMFS-PIFSC-7. National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA), US Department of Commerce, pp. 98–105.

Bastida, R. & Rodríguez, D. (2003). Mamíferos Marinos de Patagonia y Antártida. 1ra. Ed. Vázquez Mazzini Editores. Buenos Aires. 208pp.

Bastida, R., Rodríguez, D., Secchi, E. & da Silva, V. (2022). Mamíferos Acuáticos de Sudamérica y Antártida. Segunda Edición. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires, 366 pp.

Bastida, R.O., y Lichtschein, V. (1986). Capturas incidentales de pequeños cetáceos en el área de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires-Argentina). Actas I Reunión de Trabajo de Expertos en Mamíferos Acuáticos de América del Sud.

Baylis AMM, Zuur AF, Brickle P, Pistorius PA. 2012. Climate as a driver of population variability in breeding Gentoo penguins Pygoscelis papua at the Falkland Islands. Ibis 154:30-41.

Beaumont, N.J., Aanesen, M., Austen, M.C., Börger, T., Clark, J.R., Cole, M., ... y Wyles, K.J. (2019). Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. Marine Pollution Bulletin, 142: 189-195.

Bennie, J., Duffy, J. P., Davies, T. W., Correa-Cano, M. E., & Gaston, K. J. (2015). Global trends in exposure to light pollution in natural terrestrial ecosystems. Remote Sensing, 7(3), 2715-2730.

Benson, S.R. and Dutton, P.H. (2012) Sea turtles of the U.S. west coast. In: Seminoff, J.A., Wallace, B.P. (eds) Sea turtles of the Eastern Pacific: advances in research and conservation. The University of Arizona Press, Tucson, AZ, p 88−110.

Berón MP & Seco Pon JP. 2021. Fishing-gear related injuries and mortality of seabirds in coastal areas of south- western Atlantic, Argentina. Marine Ornithology 49:321-327.

Berson, D. M., Dunn, F. A., & Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. Science, 295(5557), 1070-1073.

Berta, A., Sumich, J.L. & Kovacs, K.M. (2015). Exploitation and Conservation. En: A. Berta, J. L. Sumich, and K. M. Kovacs, editors. Marine Mammals (Third Edition). Academic Press, San Diego, 599-655.

Bertram, D. F., Mackas, D. L., & McKinnell, S. M. (2001). The seasonal cycle revisited: interannual variation and ecosystem consequences. Progress in Oceanography, 49(1-4), 283-307.

Besseling, E., Foekema, E.M., Van Franeker, J.A., Leopold, M.F., Kühn, S., Rebolledo, E.B. y Koelmans, A.A. (2015). Microplastic in a macro filter feeder: humpback whale Megaptera novaeangliae. Marine Pollution Bulletin, 95(1): 248-252.

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., & Chaloupka, M. Y. (2003). Survival probability estimates for immature green turtles (Chelonia mydas) in the Bahamas. Marine Ecology Progress Series, 252, 273-281.

Blight, L. K. 2011. Egg production in a coastal seabird, the Glaucous-winged Gull(Larus glaucescens) declines during the last century. PLoS One 6(7): e22027.

Bonnet-Lebrun, A. S., Catry, P., Clark, T. J., Campioni, L., Kuepfer, A., Tierny, M., & Wakefield, E. D. (2020). Habitat preferences, foraging behaviour and bycatch risk among breeding sooty shearwaters Ardenna grisea in the Southwest Atlantic. Marine Ecology Progress Series, 651, 163-181.

Bordino, P. y Albareda, D. (2004). Incidental mortality of Franciscana dolphin Pontoporia blainvillei in coastal gillnet fisheries in northern Buenos Aires, Argentina. Paper SC/56/SM11 presented at the International Whaling Commission Meeting, Sorrento, Italia.

Bowles A, Awbrey F, Jehl J. 1991. The effects of high-amplitude impulsive noise on hatching success: A reanalysis of the Sooty Tern incident. Canoga Park, BBN Labs INC, USA.

Brooke, R. K., Allan, D. G., Cooper, J., Cyrus, D. P., Dean, W. R. J., Dyer, B. M., ... & Taylor, R. H. (1999). Breeding distribution, population size and conservation of the Greyheaded Gull Larus cirrocephalus in southern Africa. Ostrich, 70(3-4), 157-163.

Brown AL. 1990. Measuring the effect of aircraft noise on seabirds. Environmental International 16:587-592.

Brownell Jr, R.L., Vernazzani, B.G., y Carlson, C.A. (2009). Vessel collision with a large whale off southern Chile. International Whaling Commission Scientific Committee SC/61/BC7.

Bugoni, L., & Vooren, C. M. (2005). Distribution and abundance of six tern species in southern Brazil. Waterbirds, 28(1), 110-119.

Burger, C., Schubert, A., Heinänen, S., Dorsch, M., Kleinschmidt, B., Žydelis, R., ... & Nehls, G. (2019). A novel approach for assessing effects of ship traffic on distributions and movements of seabirds. *Journal of environmental management*, *251*, 109511.

Burger, J. 1998. Effects of motorboats and personal watercraft on flight behavior over a colony of common terns. Condor, 100, 528-534.

Burger, J., & Gochfeld, M. (1991). Human activity influence and diurnal and nocturnal foraging of sanderlings (Calidris alba). The Condor, 93(2), 259-265.

Burger, J., & Staine, K. J. (1993). Nocturnal behavior of gulls in coastal New Jersey. Estuaries, 16, 809-814.

Burgherr, P. (2007). In-depth analysis of accidental oil spills from tankers in the context of global spill trends from all sources. *Journal of hazardous materials*, *140*(1-2), 245-256.

Burthe, S., Wanless, S., Newell, M.A., Butler, A. and Daunt, F. (2014) Assessing the vulnerability of the marine bird community in the western North Sea to climate change and other anthropogenic impacts. Marine Ecology Progress Series, 507, 277–295.

Buxton RT, Galvan R, Mckenna MF, White CL, Seher V. 2017. Visitor noise at a nesting colony alters the behaviour of a coastal seabirds. Marine Ecology Progress Series 570:233-246.

Cabrera-Cruz, S. A., Smolinsky, J. A., & Buler, J. J. (2018). Light pollution is greatest within migration passage areas for nocturnally-migrating birds around the world. Scientific reports, 8(1), 3261.

Cáceres-Saez, I., Haro, D., Blank, O., Aguayo-Lobo, A., Dougnac, C., Arredondo, C. y Guevara, S.R. (2019). Stranded false killer whales, Pseudorca crassidens, in Southern South America reveal potentially dangerous silver concentrations. Marine Pollution Bulletin, 145: 325-333.

Cáceres-Saez, I., Haro, D., Blank, O., Aguayo-Lobo, A., Dougnac, C., Arredondo, C., y Guevara, S.R. (2018). High status of mercury and selenium in false killer whales (Pseudorca crassidens, Owen 1846) stranded on Southern South America: A possible toxicological concern?. Chemosphere, 199: 637-646.

Campagna, C., Falabella, V. y Lewis, M. (2007). Entanglement of southern elephant seals in squid fishing gear. Marine Mammal Science, 23(2): 414-418.

Campbell, E., Alfaro-Shigueto, J. y Mangel, J.C. (2017). “Whale entanglements in Peru: frequency and cost” 22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (Halifax).

Cappozzo, H.L., Negri, M.F., Pérez, F.H., Albareda, D., Monzón, F., y Corcuera, J.F. (2007). Incidental mortality of franciscana dolphin (Pontoporia blainvillei) in Argentina. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 6(2): 127-137.

Carney, K. M., & Sydeman, W. J. (1999). A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. *Waterbirds*, 68-79.

Carroll, M. J., Butler, A., Owen, E., Ewing, S. R., Cole, T., Green, J. A., ... & Bolton, M. (2015). Effects of sea temperature and stratification changes on seabird breeding success. Climate Research, 66(1), 75-89.

Chahouri, A., Elouahmani, A. y Ouchene, H. (2022). Recent progress in marine noise pollution: A thorough review Chemosphere, 291: 132983

Chambers, L. E. (2004). Delayed breeding in Little Penguins–evidence of climate change. Australian Meteorological Magazine, 53(1), 13-19.

Chan, A. A. Y. H., & Blumstein, D. T. (2011). Attention, noise, and implications for wildlife conservation and management. Applied Animal Behaviour Science, 131(1-2), 1-7.

Charette, M. R., Calmé, S., & Pelletier, F. (2011). Observation of nocturnal feeding in black vultures (Coragyps atratus). Journal of Raptor Research, 45(3), 279-280.

Chevallier, D., Maucourt, L., Charrier, I. et al. The response of sea turtles to vocalizations opens new perspectives to reduce their bycatch. Sci Rep 14, 16519 (2024). https://doi.org/10.1038/s41598-024-67501-z

Clark, J. M., y Agnew, D. J. (2010). Estimating the impact of depredation by killer whales and sperm whales on longline fishing for toothfish (Dissostichus eleginoides) around South Georgia. CCAMLR Science, 17, 163-178.

Clokie L., & Cooper, J. (2010). Brown skuas Stercorarius antarcticus incubate a Macaroni Penguin Eudyptes chrysolophus egg at Marion Island. Marine Ornithology, 38, 59-60.

Clokie L & Cooper, J. (2010). Brown skuas Stercorarius antarcticus incubate a Macaroni Penguin Eudyptes chrysolophus egg at Marion Island. Marine Ornithology, 38, 59-60.

Cohen, J. B., Gerber, B. D., Karpanty, S. M., Fraser, J. D., & Truitt, B. R. (2011). Day and night foraging of Red Knots (Calidris canutus) during spring stopover in Virginia, USA. Waterbirds, 34(3), 352-356.

Coleman, J., Hollyman, P. R., Black, A., & Collins, M. A. (2022). Blinded by the light: Seabird collision events in South Georgia. Polar Biology, 45(6), 1151-1156.

Commendatore, M., Yorio, P., Scenna, L., Ondarza, P. M., Suárez, N., Marinao, C., & Miglioranza, K. S. (2018). Persistent organic pollutants in sediments, intertidal crabs, and the threatened Olrog's gull in a northern Patagonia salt marsh, Argentina. *Marine pollution bulletin*, *136*, 533-546.

Commins, M. L., Ansorge, I., & Ryan, P. G. (2014). Multi-scale factors influencing seabird assemblages in the African sector of the Southern Ocean. Antarctic Science, 26(1), 38-48.

Consejo Federal Pesquero. (2015). Plan de acción nacional para reducir la interacción de mamíferos marinos con pesquerías en la República Argentina. 1ra Ed. Buenos Aires, Consejo Federal Pesquero. 168 pp.

Contreras-Balderas, A. J. (2005). Black-necked stilt (Himantopus mexicanus) breeding range extension in Mexico. The Southwestern Naturalist, 50(1), 84-85.

Cook, A. S., Dadam, D., Mitchell, I., Ross-Smith, V. H., & Robinson, R. A. (2014). Indicators of seabird reproductive performance demonstrate the impact of commercial fisheries on seabird populations in the North Sea. Ecological indicators, 38, 1-11.

Copello S, Quintana F. 2003. Marine debris ingestion by Southern giant petrels and its potential relationships with fisheries in the Southern Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin 46:1513-1515.

Copello S, Seco Pon JP, Favero M. 2013. Use of marine space by Black-browed albatrosses during the nonbreeding season in the Southwest Atlantic Ocean. Estuarine, Coastal and Shelf Science 123:34-38.

Copello S, Suárez N, Yorio P, Ravasi MT, Paz JA, García Borboroglu JP, Graña Grilli M, Favero M & Seco Pon JP. 2020. Distribution of Olrog´s gull (Larus atlanticus) during the non-breeding period: signals of partial migration. Bird Conservation International 30:661-670.

Corcuera, J., Monzón, F., Crespo, E.A., Aguilar, A., y Raga, J.A. (1994). Interactions between marine mammals and the coastal fisheries of Necochea and Claromecó (Buenos Aires Province, Argentina). Reports of the International Whaling Commission, 15: 283-290.

Coutant, C. C., & Brook, A. J. (1970). Biological aspects of thermal pollution I. Entrainment and discharge canal effects. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 1(1-4), 341-381.

Crespo, E.A., Corcuera, J., y López Cazorla, A. (1994). Interactions between marine mammals and fisheries in some coastal fishing areas of Argentina. En: Gillnets and Cetaceans (W. F. Perrin, G. P. Donovan & J. Barlow, eds.). Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 15), International Whaling Commission, Cambridge.

Crespo, E.A., Koen Alonso, M., Dans, S.L., García, N.A., Pedraza, S.N., Coscarella, M., y González, R. (2000). Incidental catches of dolphins in mid-water trawls for Argentine anchovy (Engraulis anchoita) off the Argentine shelf. Journal of Cetacean Research and Management, 2(1): 11-16.

Crespo, E.A., Lewis, M.N. y Campagna, C. (2007). Mamíferos Marinos: Pinnípedos y Cetáceos. En: El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina, 5: 125-148.

Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Dans, S.L., Koen Alonso, M., Reyes, L.M., Garcia, N.A., Coscarella, M. y Schiavini, A.C.M. (1997). Direct and indirect effects of the highseas fisheries on the marine mammal populations in the northern and central patagonian coast. Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science, 22:189-207.

Crespo, E.A., y Hall, M.A. (2002). Interactions Between Aquatic Mammals and Humans in the

Context of Ecosystem Management. En: Evans, P.G.H., Raga, J.A. (eds) Marine Mammals. Springer, Boston, MA., 463-490.

Croxall, J. P., S. H. M. Butchart, B. Lascelles, A. J. Stattersfield, B. Sullivan, A. Symes, and P. Taylor. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment.

Cruz, S. M., Hooten, M., Huyvaert, K. P., Proaño, C. B., Anderson, D. J., Afanasyev, V., & Wikelski, M. (2013). At–sea behavior varies with lunar phase in a nocturnal pelagic seabird, the swallow-tailed gull. PLoS One, 8(2), e56889.

Culik BM, RP Wilson, ATWakes, y F Sanudo (1991) Oil pollution of Antarctic penguins: Effects on energy metabolism and physiology. Mar. Pollut. Bull 22:388-391

Curcio N, Svendsen G, Romero A, Arias M, González R y Dans S. 2017. Variaciones estacionales en la composición de ensambles multiespecíficos de alimentación en el Golfo San Matías. V Congreso Nacional de Conservación de la Biodiversidad. Las Grutas, Río Negro, Argentina.

Cushing DA, Kuletz KJ, Sousa L, Day RH, Danielson SL, Labunski EA, Hopcroft RR (2023) Differential response of seabird species to warm- and cold-water events in a heterogeneous cross-shelf environment in the Gulf of Alaska. Mar Ecol Prog Ser :HEATav2. https://doi.org/10.3354/meps14239

D'Agostino, V.C., Degrati, M., Santinelli, N., Sastre, V., Dans, S.L., y Hoffmeyer, M.S. (2018). The seasonal dynamics of plankton communities relative to the foraging of the southern right whale (Eubalaena australis) in northern Patagonian gulfs, Península Valdés, Argentina. Continental Shelf Research, 164: 45-57.

Dalla Rosa, L. y Secchi, E.R. (2007). Killer whale (Orcinus orca) interactions with the tuna and swordfish longline fishery off southern and south–eastern Brazil: a comparison with shark interactions. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 87: 135–140.

Dans, S.L., Koen Alonso, M., Pedraza, S.N. y Crespo, E.A. (2003). Incidental catch of dolphins in trawling fisheries off Patagonia, Argentina: can populations persist? Ecological applications, 13(3): 754-762.

Davis Jr, W. E. About the Cover: Hudsonian Godwit. Bird Observer, 41(4), 9.

Davis, R. W. (2019). Marine mammals: adaptations for an aquatic life. Springer Nature.

Day, R. H., Rose, J. R., Prichard, A. K., & Streever, B. (2015). Effects of gas flaring on the behavior of night-migrating birds at an artificial oil-production island, Arctic Alaska. Arctic, 367-379.

De La Peña M. 2015. Aves argentinas. Incluye nidos y huevos. Tomo 1. Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral, Buenos Aires y Santa Fe.

Deason, E. E. (1980). Grazing of Acartia hudsonica (A. clausi) on Skeletonema costatum in Narragansett Bay (USA): influence of food concentration and temperature. Marine Biology, 60, 101-113.

Dehnhard, N., Poisbleau, M., Demongin, L., Ludynia, K., Lecoq, M., Masello, J. F., & Quillfeldt, P. (2013). Survival of rockhopper penguins in times of global climate change. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 23(5), 777-789.

Denuncio, P., Bastida, R., Dassis, M., Giardino, G., Gerpe, M., y Rodríguez, D. (2011). Plastic ingestion in Franciscana dolphins, Pontoporia blainvillei (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. Marine Pollution Bulletin, 62(8): 1836-1841.

Denuncio, P., Mandiola, M.A., Bagnato, R., De León, M.C., Gana, J.C.M., Dassis, M., Giardino, G. y Rodríguez, D. (2017b). Ingestión de plásticos en el Zifio de Hector (Mesoplodon hectori) varado en la costa de la Provincia de Buenos Aires: ¿es la causa de su muerte? XII Encuentro Biólogos En Red. Mar del Plata, Argentina.

Denuncio, P., Mandiola, M.A., Perez Salles, S., Machado, R., Ott, P.H., De Oliveira, L.R. y Rodriguez, D. (2017a). Marine debris ingestion by the South American Fur Seal from the Southwest

Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin, 122(1): 420-425.

DeRuiter, S. and LarbiDoukara, K. (2012). Loggerhead turtles dive in response to air gun sound exposure. *Endanger. Species Res*. 16, 55–63. http://dx.doi.org/10.3354/esr00396.

Descamps, S., Ramírez, F., Benjaminsen, S., Anker-Nilssen, T., Barrett, R. T., Burr, Z. & Lavergne, S. (2019). Diverging phenological responses of Arctic seabirds to an earlier spring. Global Change Biology, 25(12), 4081-4091.

Descamps, S., Tarroux, A., Lorentsen, S. H., Love, O. P., Varpe, Ø., & Yoccoz, N. G. (2016). Large-scale oceanographic fluctuations drive Antarctic petrel survival and reproduction. Ecography, 39(5), 496-505.

Desforges, J.P., Hall, A., McConnell, B., Rosing-Asvid, A., Barber, J.L., Brownlow, A. y Dietz, R. (2018). Predicting global killer whale population collapse from PCB pollution. Science, 361(6409): 1373-1376.

Di Iorio, L. y Clark, C.W. (2010). Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. Biology letters 6: 51–54.

Diamond, A. W., & Devlin, C. M. (2003). Seabirds as indicators of changes in marine ecosystems: ecological monitoring on Machias Seal Island. Environmental monitoring and assessment, 88, 153-181.

Dias, L.A., Litz, J., Garrison, L., Martinez, A., Barry, K. y Speakman, T. (2017). Exposure of cetaceans to petroleum products following the Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico. Endangered Species Research, 33: 119-125.

Ditmer, M. A., Francis, C. D., Barber, J. R., Stoner, D. C., Seymoure, B. M., Fristrup, K. M., & Carter, N. H. (2021). Assessing the vulnerabilities of vertebrate species to light and noise pollution: expert surveys illuminate the impacts on specialist species. Integrative and Comparative Biology, 61(3), 1202-1215.

Dolman, S., V. Williams-Grey, R. Asmutis-Silvia y S. Isaac. (2006). Vessel collisions and cetaceans: what happens when they don't miss the boat. A WDCS Science Report. England. 25 p.

Dorado-Correa AM, Rodríguez-Rocha M y Brumm H (2016) Anthropogenic noise, but not artificial light levels predicts song behaviour in an equatorial bird. Royal Society Open Science 3:160231.

Dunnet GM. 1977. Observations on the effects of low-flying aircraft at seabird colonies on the coast of Aberdeenshire, Scotland. Biology Conservation 12:55-63.

Durant, J. M., Anker-Nilssen, T., & Stenseth, N. C. (2003). Trophic interactions under climate fluctuations: the Atlantic puffin as an example. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 270(1523), 1461-1466.

Durant, J. M., Stenseth, N. C., Anker-Nilssen, T., Harris, M. P., Thompson, P. M., & Wanless, S. (2004). Marine birds and climate fluctuation in the North Atlantic. Marine ecosystems and climate variation: the North Atlantic, 95-105.

Eckert, S., Bowles, A. and Berg, E. (1998). The effect of seismic air gun surveys on leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) during the nesting season. Final Rep. to BHP Pet. Ltd.

Eguchi, T., Bredvik, J., Graham, S., Le Roux, R., Saunders, B. y Seminoff, J.A. (2020). Effects of a power plant closure on home ranges of green turtles in an urban foraging area. Endangered Species Research. 41: 265-277.

Eguchi, T., Bredvik, J., Graham, S., LeRoux, R., Saunders, B. and Seminoff, J.A. (2020) Effects of a power plant closure on home ranges of green turtles in an urban foraging area. Endang Species Res 41:265-277. https://doi.org/10.3354/esr01027

Eguchi, T., Seminoff, J.A., LeRoux, R.A., Dutton, P.H. and Dutton, D.L.(2010) Abundance and survival rates of green turtles in an urban environment: coexistence of humans and an endangered

species. Mar Biol 157: 1869−1877

Elenwo, E. I., & Akankali, J. A. (2015). The effects of marine pollution on Nigerian coastal resources. Journal of Sustainable Development Studies, 8(1).

Enstipp M, Daunt F, Wanless S, Humphreys E, Hamer K, Benvenuti S, Grémillet D (2006) Foraging energetics of North Sea birds confronted with fluctuating prey availability. In: Boyd IL, Wanless S, Camphuysen CJ (eds) Top predators in marine ecosystems. Pág. 191-210. Cambridge University Press.

Erbe, C., Dunlop, R., y Dolman, S. (2018). Effects of Noise on Marine Mammals. In book: Effects of Anthropogenic Noise on Animals (Chapter 10, pp. 277-309). Hans Slabbekoorn, Robert J. Dooling Arthur N. Popper, Richard R. Fay Editors (Editors). Springer Handbook of Auditory Research.

Escalante R (1970) Aves marinas del Río de la Plata y aguas vecinas del Océano Atlántico. Barreiro y Ramos, Montevideo.

Esteves, J.L., Harris, G., Musmeci, J.M., Palla, J. y Sánchez, J.P. 1997. Primer Censo de contaminación costera de la República Argentina. Informes Técnicos del Plan de Manejo de la Zona Costera Patagónica - Fundación Patagonia Natural (Puerto Madryn). 41: 1-23.

Faria, F. A., Bugoni, L., Nunes, G. T., Senner, N. R., & Repenning, M. (2023). Spring migration of a Neotropical shorebird, the Rufous-chested Plover, Charadrius modestus, between southern Brazil and the sub-Antarctic Falkland/Malvinas Islands. Polar Biology, 46(4), 373-379.

Fasola, M., & Canova, L. (1993). Diel activity of resident and immigrant waterbirds at Lake Turkana, Kenya. Ibis, 135(4), 442-450.

Favero M, Blanco G, Copello S, Seco Pon JP, Patterlini CA, Mariano-Jelicich R, García GO, Berón MP. 2013. Seabird bycatch in the Argentinean demersal longline fishery. Endangered Species Research 19:187-199.

Favero M, Blanco G, García GO, Copello S, Seco Pon JP, Frere E, Quintana F, Yorio P, Rabuffetti F, Canete G & Gandini P. 2011. Seabird mortality associated to ice trawlers in the Patagonian Shelf: effect of discards in the occurrence of interactions with fishing gear. Animal Conservation 14:131-139.

Favero, M. (1996). Foraging ecology of pale-faced sheathbills in colonies of southern elephant seals at King George Island, Antarctica. Journal of Field Ornithology, 292-299.

Félix, F., y Van Waerebeek, K. (2005). Whale mortality from ship strikes in Ecuador and West Africa. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 55-60.

Fernández EF, Seco Pon JP, García GO y Miglioranza KSB. 2023. The Magellanic penguin as a bioindicator of organochlorine pesticides and current use pesticide on the northern Argentinean coast. SETAC Latin America 15th Biennial Meeting. Presencial, Montevideo, Uruguay. 17 al 20 de septiembre.

Finneran, J.J. y Branstetter, B.K. (2013). Effects of noise on sound perception in marine mammals. Animal communication and noise, 273–308.

Fiori, S.M. y Zalba, S.M. (2003). Potential impacts of petroleum exploration and exploitation on biodiversity in a Patagonian Nature Reserve, Argentina. Biodiversity and Conservation, 12: 1261–1270. https://doi.org/10.1023/A:1023091922825.

Fish, F. E. (1997). Biological designs for enhanced maneuverability: analysis of marine mammal performance. En: Tenth International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology: Proceedings of the Special Session on Bio-Engineering Research Related to Autonomous Underwater Vehicles (pp. 109-117).

Force, M. P., Santora, J. A., Reiss, C. S., and Loeb, V. J. (2015). Seabird species assemblages reflect hydrographic and biogeographic zones within Drake Passage. Polar Biol. 38, 381–392. doi: 10.1007/s00300-014-1594-7

Ford, J.K.B. y Fisher, H.D. (1982). Killer whale dialects as an indicator of stocks in British Columbia. Reports of the International Whaling Commission 32: 671–679.

Fossi, M.C., Panti, C., Guerranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L., y Minutoli, R. (2012). Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (Balaenoptera physalus). Marine Pollution Bulletin, 64(11): 2374-2379.

FOWLER GS, WINGFIELD JC Y BOERSMA PD (1995) Hormonal and reproductive effects of low levels of petroleum fouling in the Magellanic penguin (Spheniscus magellanicus). The Auk 112: 382-389.

Franco-Trecu, V., Szephegyi, M.N., Doño, F., Forselledo, R., Reyes, F., Passadore, C. y Inchausti, P. (2019). Marine mammal bycatch by the industrial bottom trawl fishery at the Río de la Plata Estuary and the adjacent Atlantic Ocean. Latin American Journal of Aquatic Research, 47(1): 89-101.

Fraser, G. S., & Carter, A. V. (2018). Seabird attraction to artificial light in Newfoundland and Labrador's offshore oil fields: documenting failed regulatory governance. Ocean Yearbook Online, 32(1), 265-282.

Frederiksen M, Edwards M, Mavor RA, Wanless S (2007) Regional and annual variation in black-legged kittiwake breeding productivity is related to sea surface temperature. Mar Ecol Prog Ser 350: 137−143

Frederiksen, M., Harris, M. P., Daunt, F., Rothery, P., & Wanless, S. (2004). Scale-dependent climate signals drive breeding phenology of three seabird species. Global Change Biology, 10(7), 1214-1221.

Frere, E.; Quintana, F. & Gandini, P. 2005. Cormoranes de la costa patagónica: estado poblacional, ecología y conservación. Argentina. El Hornero 20: 35-52.

Fritts, T. H., & McGehee, M. A. (1982). Effects of petroleum on the development and survival of marine turtle embryos. Technical Memorandum NMFS-SEFC-91.

Gamarra-Toledo, V., Plaza, P., Inga, G., Gutiérrez, R., García-Tello, O., Valdivia-Ramírez, L., y Lambertucci, S.A. (2023). Mass Mortality of Sea Lions Caused by Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Virus. Emerging Infectious Diseases, 29(12): 2553-2556.

Gandini, P., Boersma, P. D., Frere, E., Gandini, M., Holik, T., & Lichtschein, V. (1994). Magellanic penguins (Spheniscus magellanicus) affected by chronic petroleum pollution along coast of Chubut, Argentina. The auk, 111(1), 20-27.

García Borboroglu P, Boersma PD, Ruoppolo V, Reyes L, Rebstock GA, Griot K, Rodríguez Heredia S, Adornes AC y da Silva RP (2006) Chronic oil pollution harms Magellanic penguins in the Southwest Atlantic. Marine Pollution Bulletin 52: 193–198.

García-Borboroglu, P., Boersma, P. D., Ruoppolo, V., Pinho-da-Silva-Filho, R., Corrado-Adornes, A., Conte-Sena, D., & Serra, S. (2010). Magellanic penguin mortality in 2008 along the SW Atlantic coast. Marine Pollution Bulletin, 60(10), 1652-1657.

Garthe, S., & Hüppop, O. (1996). Nocturnal scavenging by gulls in the southern North Sea. Colonial Waterbirds, 232-241.

Gaston, K. J., Gaston, S., Bennie, J., & Hopkins, J. (2015). Benefits and costs of artificial nighttime lighting of the environment. Environmental Reviews, 23(1), 14-23.

Gausland I. 2000. The impact of seismic surveys on marine life. The Leading Edge 19:903-905.

GESAMP. (1984). Thermal discharges in the marine environment. IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UNEP. Joint group of experts on the scientific aspects of marine pollution. Reports and Studies No. 24.

Giardino, G.V., Gana, J.C., De León, M.C., Mandiola, M.A., Dassis, M., Denuncio, P. y Rodríguez,

D.H. (2022). Occurrence and anthropogenic-derived mortality of humpback whales (Megaptera novaeangliae) along the northern coast of Argentina, 2003–2021. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1-16.

Gjerdrum, C., Ronconi, R. A., Turner, K. L., & Hamer, T. E. (2021). Bird strandings and bright lights at coastal and offshore industrial sites in Atlantic Canada. *Avian Conservation & Ecology*, *16*(1).

Godard-Codding, C. A. y Collier, T.K. (2018). The effects of oil exposure on cetaceans. In Marine Mammal Ecotoxicology (Cap. 3; pp. 75-93). Academic Press.

González Carman, V., Acha, E.M., Maxwell, S.M., Albareda, D., Campagna, C. and Mianzan, H. (2014). Young green turtles, Chelonia mydas, exposed to plastic in a frontal area of the SW Atlantic. Marine Pollution Bulletin 78:56-65.

González Carman, V., Álvarez, K., Prosdocimi, L., Inchaurraga, M.C., Dellacasa, R., Faiella, A., Echenique, C., González, R., Andrejuk, J., Mianzan, H., Campagna, C. and Albareda, D. (2011) Temperate SW Atlantic: a feeding and developmental habitat for endangered sea turtles. *Marine Biology Research*. 7: 500-508

González-Solís J, Santera C, Ruiz X. 2002. Metals and selenium as bioindicators of geographic and trophic segragation in giant petrels Macronectes spp. Marine Ecology Progress Series 244:257-264.

González-Zevallos D, Yorio P, Caille G. 2007. Seabird mortality at trawler warp cables and a proposed mitigation measure: a case of study in Golfo San Jorge, Patagonia, Argentina. Biological Conservation 136:108-116.

González-Zevallos D, Yorio P, Svagelj WS. 2011. Seabird attendance and incidental mortality at shrimp fisheries in Golfo San Jorge, Argentina. Marine Ecology Progress Series 432:125-135.

González–Zevallos D, Yorio P. 2006. Seabird use of discards and incidental captures at the Argentine hake trawl fishery in the Golfo San Jorge, Argentina. Marine Ecology Progress Series 316:175-183.

Goodall R.N.P., Galeazzi, A.R., Leatherwood S., Miller K.W., Cameron I.S., Kastelein R.K. y Sobral A.P. (1988). Studies of Commerson's dolphins, Cephalorhynchus commersonii, off Tierra del Fuego, 1976 - 1984, with a review of information on the species in the South Atlantic. Report of the International Whaling Commission Special Issue,9: 3-70 pp.

Goodall R.N.P., Schiavini A.C.M., y Fermani C. (1994). Net fisheries and net mortality of small cetaceans off Tierra del Fuego, Argentina. Report of the International Whaling Commission Special Issue, 15: 295 - 304.

Goodall, R.N.P. (2002). Spectacled porpoise Phocoena dioptrica. En: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G. (eds.). Encyclopedia of marine mammals (pp. 1158-1161). Academic Press, San Diego.

Goodall, R.N.P. y Cameron, I.S. (1980). Exploitation of small cetaceans off southern South America. Report of the International Whaling Commission, 30: 445-450.

Goodall, R.N.P. y Schiavini, A.C.M. (1995). On the biology of the spectacled porpoise, Australophocaena dioptrica. Report of the International Whaling Commission Special Issue, 16: 411–453.

Gordon J, Gillespie D, Potter J, Frantzis A, Simmonds MP, Swift R, Thompson D. 2003. A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. Marine Technology Society Journal 37:16-34.

Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Simmonds, M.P. and Thompson, D. (2003). A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. Mar. Technol. Soc. J. 16–34.

Gouveia, C. S. (2022). Light Pollution as a Seabirds' Conservation Threat. In Volume 1: Seabird Biodiversity and Human Activities (pp. 213-223). CRC Press.

Gray, C.A., y Kennelly, S.J. (2018). Bycatches of endangered, threatened and protected species in marine fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 28(3): 521-541.

Grémillet D, Pichegru L, Kuntz G, Woakes AJ, Wilkinson S, Crawford RJM y Ryan PG (2008). A junk food hypothesis for gannets feeding on fishery waste. Proceedings on the Royal Society, Biological Series 275:1149-1156.

Guerra-Correa, C. G., C. M. Guerra-Correa, P. D. Bolados, A. Silva, and P. Garfias. (2008). Sea turtle congregations in discrete temperate shoreline areas in cold Northern Chilean coastal waters. In Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, compilers A. F. Rees, M. Frick, A. Panagopoulou, and K. Willams, 211–212. Washington, DC: NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569, 262 p.

Guinet, C., Chastel, O., Koudil, M., Durbec, J. P., & Jouventin, P. (1998). Effects of warm sea–surface temperature anomalies on the blue petrel at the Kerguelen Islands. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 265(1400), 1001-1006.

Hague, E.L., Sparling, C.E., Morris, C., Vaughan, D., Walker, R., Culloch, R.M., Lyndon, A.R., Fernandes, T.F. y McWhinnie, L.H. (2022) Same Space, Different Standards: A Review of Cumulative Effects Assessment Practice for Marine Mammals. Frontiers in Marine Science, 9:822467. doi: 10.3389/fmars.2022.822467

Hamann, M., M. H. Godfrey, J. A. Seminoff, K. Arthur, P. C. R. Barata, K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, A. C. Broderick, L. M. Campbell, C. Carreras, P. Casale, M. Chaloupka, S. K. F. Chan, M. S. Coyne, L. B. Crowder, C. E. Diez, P. H. Dutton, S. P. Epperly, N. N. FitzSimmons, A. Formia, M. Girondot, G. C. Hays, I. J. Cheng, Y. Kaska, R. Lewison, J. A. Mortimer, W. J. Nichols, R. D. Reina, K. Shanker, J. R. Spotila, J. Tomás, B. P. Wallace, T. M. Work, J. Zbinden and B. J. Godley. (2010). Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. Endangered Species Research 11:245-269.

Handbook of the Birds of the World and BirdLife International (2020). Handbook of the Birds of the World and BirdLife International digital checklist of the birds of the world. Version 5. Available at: http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/HBW-BirdLife_Checklist_v5_Dec20.zip.

Haney, J. C. (1987). Effects of a Gulf Stream warm-core ring on summer seabird distribution in the northwest Atlantic Ocean 1. Limnology and oceanography, 32(3), 665-673.

Hansen KA, Hernandez A, Mooney TA, Rasmussen MH, Sørensen K, Wahlberg M. 2020. The common murre (Uria aalge), an auk seabird, reacts to underwater sound. The Journal of the Acoustical Society of America 147:4069.

Hansen KA, Maxwell A, Siebert U, Larsen ON, Wahlberg M. 2017. Great cormorants (Phalacrocorax carbo) can detect auditory cues while diving. Naturwissenschaften 104:45-51.

Hayes, F. E., & Hayward, J. L. (2020). Nocturnal copulation in Glaucous-winged Gulls Larus glaucescens. Marine Ornithology 48: 55-59.

Hazel, J., Lawler, I. R., Marsh, H., & Robson, S. (2007). Vessel speed increases collision risk for the green turtle Chelonia mydas. Endangered Species Research, 3, 105-113.

Helms, R.C., Costa, D.P., DeBruyn, T.D., O'Shea, T.J., Wells, R.S. Williams, T.S. (2005). Overview of Effects of Oil Spills on Marine Mammals.

Hermannsen, L., Beedholm, K., Tougaard, J., & Madsen, P. T. (2019). High frequency ship noise in shallow water environments: Implications for the communication range of toothed whales. Marine Pollution Bulletin, 140, 409-419.

Hermannsen,. L., Mikkelsen, L., Tougaard, J., Beedholm, K., Johnson1, M., y Madsen, P.T. (2019). Recreational vessels without Automatic Identification System (AIS) dominate anthropogenic noise contributions to a shallow water soundscape. Scientific Reports, 9:15477 | https://doi.org/10.1038/s41598-019-51222-9

Hernandez, M. M., Favero, M., & Seco Pon, J. P. (2024). Effect of environmental variability on seabird assemblages across the Brazil–Malvinas Confluence during the austral winter. Marine Biology, 171(2), 51.

Hipfner, J. M. (2012). Effects of sea-surface temperature on egg size and clutch size in the Glaucous-winged Gull. Waterbirds, 35(3), 430-436.

Hockin, D., Ounsted, M., Gorman, M., Hill, D., Keller, V., & Barker, M. A. (1992). Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments. Journal of Environmental Management, 36(4), 253-286.

Hoffmann M, Hilton-Taylor C, et al. 2010. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. Science 330:1503-1509.

Hofmeyr, G.J.G. y Bester, M.N. (2002). Entanglement of pinnipeds at Marion Island. South African Journal of Marine Science, 24(1): 383-386.

Holt, M.M., Tennessen, J.B., Hanson, M.B., Emmons, C.K., Giles, D.A., Hogan, J.T., & Ford, M.J. (2021). Vessels and their sounds reduce prey capture effort by endangered killer whales (Orcinus orca). Marine Environmental Research, 170, 105429.

Huang, F., Lin, J., & Zheng, B. (2019). Effects of thermal discharge from coastal nuclear power plants and thermal power plants on the thermocline characteristics in sea areas with different tidal dynamics. Water, 11(12), 2577.

Hyrenbach, K. D., & Veit, R. R. (2003). Ocean warming and seabird communities of the southern California Current System (1987–98): response at multiple temporal scales. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 50(14-16), 2537-2565.

Hyrenbach, K. D., Veit, R. R., Weimerskirch, H., Metzl, N., & Hunt Jr, G. L. (2007). Community structure across a large-scale ocean productivity gradient: marine bird assemblages of the southern Indian Ocean. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 54(7), 1129-1145.

Im, J., Joo, S., Lee, Y., Kim, B. Y. y Kim, T. (2020). First record of plastic debris ingestion by a fin whale (Balaenoptera physalus) in the sea off East Asia. Marine Pollution Bulletin, 159: 111514.

Imber, M. J. (1975). Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. Journal of the Ornithological Society of New Zealand, 302.

Jacobsen, J.K., Massey, L. y Gulland, F. (2010). Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (Physeter macrocephalus). Marine Pollution Bulletin, 60: 765– 767.

Jauniaux, T., Haelters, J., Degraer, S. y Coignoul, F. (2013). Fatal plastic impaction in a minke whale (Balaenoptera acutorostrata). In 3rd Scientific meeting of the Faculty of Veterinary Medicine.

Jebakumar, J.P.P., Nandhagopal, G., Babu, B.R. y Ragumaran, V. (2018). Impact of coastal power plant cooling system on planktonic diversity of a polluted creek system. Marine Pollution Bulletin. 133: 378-391. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.053.

Jensen, A.S. y Silber, G.K. (2004). Large whale ship strike database. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR. January 2004: 37p.

Jensen, F. H., Bejder, L., Wahlberg, M., Aguilar de Soto, N., Johnson, M., & Madsen, P. T. (2009). Vessel noise effects on delphinid communication. Marine Ecology Progress Series, 395, 161-175.

Jensen, F. H., Bejder, L., Wahlberg, M., Soto, N. A., Johnson, M., & Madsen, P. T. (2009). Vessel noise effects on delphinid communication. Marine Ecology Progress Series, 395, 161-175.

Jepsen, E.M., y de Bruyn, P.N. (2019). Pinniped entanglement in oceanic plastic pollution: A global review. Marine Pollution Bulletin, 145: 295-305.

Jia, H. L., Zheng, S., Xie, J., Ying, X. M., & Zhang, C. P. (2016). Influence of geographic setting on thermal discharge from coastal power plants. Marine Pollution Bulletin, 111(1-2), 106-114.

Jiménez, S., Domingo, A., Brazeiro, A., Defeo, O., & Phillips, R. A. (2015). Marine debris ingestion by albatrosses in the southwest Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, *96*(1-2), 149-154.

Jokiel PL, SL Coles. 1974. Effects of heated effluents on hermatypic corals at Kahe Point, Oahu. Pacif. Sci. 28: 1-18.

Jones RS, RH Randall. 1973. A study of biological impact caused by natural and man-induced changes on a tropical reef. Univ. Guam. Mar. Lab. Tech. Rep. NO.7.

Jones, S., Calvo, R., Rolón, M. C. J., Tettamanti, G., Vera, D. G., and Prosdocimi, L. (2024). Sea turtle bycatch in Argentina: A qualitative assessment in commercial vessels. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 34(4), e4157. https://doi.org/10.1002/aqc.4157

Kennedy VS. 2004. Thermal Pollution. En: Encyclopedia of Energy. Editor: Cleveland CJ. Pág. 79-89. Elsevier.

Kennedy, V.S. (2004). Thermal pollution. Encyclopedia of Energy. Pages 79-89. https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00416-2.

Kenyon, K.W. y Kridler, E. (1969). Laysan albatrosses swallow indigestible matter. The Auk, 86(2): 339-343.

Keogan, K., Daunt, F., Wanless, S., Phillips, R. A., Walling, C. A., Agnew, P., & Lewis, S. (2018). Global phenological insensitivity to shifting ocean temperatures among seabirds. Nature Climate Change, 8(4), 313-318.

Keogan, K., Daunt, F., Wanless, S., Phillips, R. A., Walling, C. A., Agnew, P. & Lewis, S. (2018). Global phenological insensitivity to shifting ocean temperatures among seabirds. Nature Climate Change, 8(4), 313-318.

Kirby, J. S., Stattersfield, A. J., Butchart, S. H., Evans, M. I., Grimmett, R. F., Jones, V. R., & Newton, I. (2008). Key conservation issues for migratory land-and waterbird species on the world's major flyways. *Bird Conservation International*, *18*(S1), S49-S73.

Kooyman, G.L., Davis, R.W. y Castellini, M.A. (1977). Thermal conductance of immersed pinniped and sea otter pelts before and after oiling with Prudhoe Bay crude, Fate and Effects of Petroleum Hydrocarbons in Marine Ecosystems and Organisms, D.A. Wolfe (ed.), Pergamon Press, Oxford, 151.

Kooyman, G.L., Gentry, R.L. y McAllister, W.B. (1976). Physiological Impact of Oil on Pinnipeds, R.N.W.F.C.N.M.F. Service (ed.), NOAA, Department of Commerce, Seattle.

Krüger, L., Paiva, V. H., Colabuono, F. I., Petry, M. V., Montone, R. C., & Ramos, J. A. (2016). Year-round spatial movements and trophic ecology of Trindade Petrels (Pterodroma arminjoniana). Journal of Field Ornithology, 87(4), 404-416.

Kühn, S., Bravo Rebolledo, E.L. y Franeker, J.A.V. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. Marine anthropogenic litter: 75-116.

Kuletz, K., Cushing, D., & Labunski, E. (2020). Distributional shifts among seabird communities of the Northern Bering and Chukchi seas in response to ocean warming during 2017–2019. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 181, 104913.

Kunnasranta M, Hyvärinen H. y Sorjonen, J. (1996). Underwater vocalizations of Ladoga.

La Sala LF, Petracci PF, Smits JE, Botte S, Furness RW. 2011. Mercury levels and health parameters in the threatened Olrog's Gull (Larus atlanticus) from Argentina. Environmental Monitoring Assessment 181:1-11.

Lafferty, K. D., Porter, J.W., Ford and Susan E. (2004). Are Diseases Increasing in the Ocean?*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35(1), 31–54. doi:10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105704

Laist, D.W. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. En: Coe, J.M., Rogers, D.B. (eds.), Marine Debris – Sources, Impacts and Solutions (pp. 99–139). Springer-Verlag, New York.

Laist, D.W. y Reynolds, J.E. (2005). Influence of power plants and other warm-water refuges on

Florida Manatee. Marine Mammal Science. 21: 739-764.

Laist, D.W., Knowlton, A.R., Mead, J.G., Collet, A.S., y Podesta, M. (2001). Collisions between ships and whales. Marine Mammal Science, 17(1): 35-75.

Langford, T. E. L. (2001). Thermal discharges and pollution. Encyclopedia of Ocean Sciences (Second Edition), 10–17. doi:10.1016/B978-012374473-9.00051-5.

Lascelles, B.G., Taylor, P.R., Miller, M.G.R., Dias, M.P., Oppel, S., Torres, L., Hedd, A., Le Corre, M., Phillips, R.A., Shaffer, S.A., Weimerskirch, H. and Small, C. (2016), Applying global criteria to tracking data to define important areas for marine conservation. Diversity Distrib., 22: 422-431.

Laughlin, S. B. (2001). Energy as a constraint on the coding and processing of sensory information. Current opinion in neurobiology, 11(4), 475-480.

Lavender, A., Bartol, S., Bartol, I., (2012). Hearing capabilities of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) throughout ontogeny. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), The Effects of Noise on Aquatic Life.

Le Bohec, C., Gauthier-Clerc, M., Gendner, J. P., Chatelain, N., & Le Maho, Y. (2003). Nocturnal predation of king penguins by giant petrels on the Crozet Islands. Polar Biology, 26(9), 587-590.

Le Corre, M., Ollivier, A., Ribes, S., & Jouventin, P. (2002). Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). Biological conservation, 105(1), 93-102.

Leguia, M., Garcia-Glaessner, A., Muñoz-Saavedra, B., Juarez, D., Barrera, P., Calvo-Mac, C. y Lescano, J. (2023). Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) in marine mammals and seabirds in Peru. Nature Communications, 14(1): 5489

Lenhardt, M.L. (1994). Seismic and very low frequency sound induced behaviors in captive loggerhead marine turtles (*Caretta caretta*). Pages 238-241 in K.A. Bjorndal, A.B. Bolten, D.A.Johnson, and P.J. Eliazar (eds) Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351, 323 pp

Leopold, M. F., Philippart, C. J., & Yorio, P. (2010). Nocturnal feeding under artificial light conditions by Brown-hooded Gull (Larus maculipennis) in Puerto Madryn harbour (Chubut Province, Argentina). Hornero, 25(2), 55-60.

Leveau LM (2020) Artificial light at night (ALAN) is the main driver of nocturnal feral pigeon (Columba livia f. domestica) foraging in urban areas. Animals 10:554.

Lewison, R., Wallace, B., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Maxwell, S.M. and Hazen, E.L. (2013). Fisheries bycatch of marine turtles: lessons learned from decades of research and conservation. En: Wyneken J, Lohmann KJ, Musick JA (eds) The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Ratón. pp. 329-352.

Lipsky, J.D. y Brownell Jr, R.L. (2018). Right Whale Dolphins: Lissodelphis borealis and L. peronii. En: Encyclopedia of marine mammals (pp. 813-817). Academic Press.

Litz J.A., Baran M.A., Bowen-Stevens S.R., Carmichael R.H., Colegrove K.M., Garrison L.P., Fire S.E., Fougeres E.M., Hardy R., Holmes S. (2014). Review of historical unusual mortality events (UMEs) in the Gulf of Mexico (1990- 2009): providing context for the multi-year northern Gulf of Mexico cetacean UME declared in 2010. Diseases of Aquatic Organisms 112(2): 161–175

Lohmann, K. J., & Lohmann, C. M. F. (1996). Detection of magnetic field intensity by sea turtles. Nature, 380(6569), 59-61.

Lohmann, K. J., Witherington, B. E., Lohmann, C. M. F., & Salmon, M. (1997). Orientation, navigation, and natal beach homing in sea turtles. In Lutz, P. L., & Musick, J. A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles (pp. 107-135). CRC Press.

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(4), 191-198.

Lourenço, P. M. (2012). Southern Lapwings Vanellus chilensis may take advantage of artificial illumination during night foraging. Wader Study Group Bull, 119, 61.

Lusher, A. L., Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Rogan, E., y O'Connor, I. (2018). Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge. Environmental Pollution, 232: 467-476.

Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B. and Lutz, P.L. (1997). Human impacts on sea turtle survival. En: Lutz PL, Musick JA (eds) The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Ratón. pp. 387-410.

Lyman, E. (2012). 2012 Season Summary Large Whale Entanglement Threat and Reports Received Around the Main Hawaiian Islands. Hawaiian Islands Humpback Whale National Marine Sanctuary: 1-12.

Maccarone, A. D., Brzorad, J. N., & Stone, H. M. (2010). Nest-activity patterns and food-provisioning rates by Great Egrets (Ardea alba). Waterbirds 33(4), 504-510.

MacDougall, H. G., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S., & Weber, K. P. (2013). The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction. PloS one, 8(4), e61488.

Madrak, S.V., Lewison, R.L., Seminoff, J.A. and Eguchi, T. (2016) Characterizing response of East Pacific green turtles to changing temperatures: using acoustic telemetry in a highly urbanized environment. Anim Biotelem 4: 22

Magaña, H.A., Contreras, C., Villareal, T.A. (2003). A historical assessment of Karenia brevis in the western Gulf of Mexico. Harmful Algae 2(3):163–171.

Mahr, K., Griggio, M., Granatiero, M., & Hoi, H. (2012). Female attractiveness affects paternal investment: experimental evidence for male differential allocation in blue tits. Frontiers in Zoology, 9, 1-8.

Mandiola, A., Blanco, G. y Rodríguez, D.H. (2017). Evaluación de interacciones con Mamíferos Marinos en la pesquería de anchoíta certificada bajo estándares del Marine Stewardship Council. Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Mar del Plata al medio socio–productivo. Vol. IV. UNMdP, Mar del Plata. (ISBN: 978-987-544-494-2).

Mandiola, A., Gribaudo, C.A, Cáceres-Saez, I., & García, N.A. (2019). Physeter macrocephalus. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Mandiola, A., Gribaudo, C.A, Cáceres-Saez, I., & García, N.A. (2019). Physeter macrocephalus. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Mandiola, M. A., Mauna, C., Lertora, P., Firpo, C., Mango, V., Menuce, F., De Leon, C.; Arenas,M. y Rodriguez, D. (2023). "Informe de investigación: Interacciones entre mamíferos marinos y la pesquería de centolla (Lithodes santolla) en el Área Central, durante las temporadas 2020-21 y 2021-22". Informe del INIDEP Nº 05/2023.

Mandiola, M.A. (2015). Evaluación de la presencia de lobos marinos de dos pelos Sudamericanos (Arctocephalus australis) en aguas de la provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. UNMdP, Argentina.

Mandiola, M.A., Mauna, A.C., Lértora, H.P., Firpo, C.A., Mango, V.G., Munuce, F.N., Arenas, M.A. y Rodríguez D. (2024). Interacciones entre mamíferos marinos y la pesquería de centolla (Lithodes santolla) en el Área Central, durante la temporada 2022-2023. Inf Investigación INIDEP Nº XXX/24, xx pp.

Mann, D., Hill-Cook, M., Manire, C., Greenhow, D., Montie, E., Powell, J., Wells, R., Bauer, G., Cunningham-Smith, P., Lingenfelser, R., DiGiovanni, R., Stone, A., Brodsky, M., Stevens, R., Kieffer,

G., Hoetjes, P. (2010). Hearing loss in stranded odontocete dolphins and whales. PLoS One 5, e13824. http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0013824

Marín Gómez OH (2022) Artificial light at night drives earlier singing in a Neotropical bird. Animals 12:1015.

Martin Lopez, L. M., Aguilar de Soto, N., Madsen, P. T., & Johnson, M. (2022). Overall dynamic body acceleration measures activity differently on large versus small aquatic animals. Methods in Ecology and Evolution, 13(2), 447-458.

Martin, G. R. (1990). The visual problems of nocturnal migration. In Bird migration: physiology and ecophysiology (pp. 185-197). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Martin, G. R., & Brooke, M. D. L. (1991). The eye of a procellariiform seabird, the Manx shearwater, Puffinus puffinus: visual fields and optical structure. Brain, Behavior and Evolution, 37(2), 65-78.

Martin, K.J., Alessi, S.C., Gaspard, J.C., Tucker, A.D., Bauer, G.B. and Mann, D.A., (2012). Underwater hearing in the loggerhead turtle (*Caretta caretta*): a comparison of behavioral and auditory evoked potential audiograms. J. Exp. Biol. 215, 3001–3009. http://dx.doi.org/10.1242/jeb.066324.

Masello, J. F., Pagnossin, M. L., Sommer, C., & Quillfeldt, P. (2006). Population size, provisioning frequency, flock size and foraging range at the largest known colony of Psittaciformes: the Burrowing Parrots of the north-eastern Patagonian coastal cliffs. Emu-Austral Ornithology, 106(1), 69-79.

Mauna, C., Firpo, C., Mango, V., y Lértora, P. (2018). Medidas de mitigación de la captura incidental de mamíferos marinos sugeridas para la pesquería de centolla. Informe de Investigación INIDEP, 042/21, 24pp.

McCauley, S.J. and Bjorndal, K.A. (1999). Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. *Conserv. Biol*. 13:925-929.

Merkel, F. R., & Johansen, K. L. (2011). Light-induced bird strikes on vessels in Southwest Greenland. Marine Pollution Bulletin, 62(11), 2330-2336.

Merkel, F. R., Labansen, A. L., Autzen, T. F., Simon, M., & Hermannsen, L. (2023). Quantifying marine traffic intensity in Northwest Greenland and the potential disturbance of two seabird colonies. *Marine Pollution Bulletin*, *194*, 115398.

Mihursky J.A. y Kennedy, V.S. (1967), Water temperature criteria to protect aquatic life. American Fisheries Society, Special Publication No. 4, 20–32.

Miles, W. T., Parsons, M., Close, A. J., Luxmoore, R., & Furness, R. W. (2013). Predator-avoidance behaviour in a nocturnal petrel exposed to a novel predator. Ibis, 155(1), 16-31.

Mills, J. A., J. W. Yarrall, J. M. Bradford-Grieve, M. J. Uddstrom, J. A. Renwick and J. Merilä. 2008. The impact of climate fluctuation on food availability and reproductive performance of planktivorous Red-billed Gull Larus novaehollandiae scopulinus. Journal of Animal Ecology 77: 1129-1142.

Milton, S. L., & Lutz, P. L. (2003). Physiological and genetic responses to environmental stress. In Lutz, P. L., & Musick, J. A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles (Vol. 2, pp. 163-197). CRC Press.

Moein, S.E., Musick, J.A., Keinath, J.A., Barnard, D.E., Lenhardt, M. and George, R., (1994). Evaluation of Seismic Sources for Repelling Sea Turtles from Hopper Dredges. Final Rep. Submitt. to U.S. Army Corps Eng. Waterw. Exp. Stn.

Montevecchi, W. (2006). Influences of artificial light on marine birds in Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, eds C. Rich and T. Longcore (Washington, D.C: Island Press), 94–113.

Mooney TA, Smith A, Naesbye LO, Hansen KA, Rasmussen M. 2020. A field study of auditory sensitivity of the Atlantic puffin Fratercula arctica. Journal of Experimental Biology 223:jeb228270.

Muñoz, J., Forselledo, R., Domingo, A., & Jiménez, S. (2023). Interspecific variability in plastic ingested by Procellariiformes off the Uruguayan coast. *Marine Pollution Bulletin*, *197*, 115725.

Myrberg AA Jr. 1990. The effects of man-made noise on the behaviour of marine mammals. Environmental International 16:575-586.

National Oceanic and Atmospheric Administration Marine Debris Program. (2014). Report on the entanglement of marine species in marine debris with an emphasis on species in the United States. Silver Spring. MD., 28.

Negri, M.F., Denuncio, P., Panebianco, M.V., y Cappozzo, H.L. (2012). Bycatch of franciscana dolphins Pontoporia blainvillei and the dynamic of artisanal fisheries in the species' southernmost area of distribution. Brazilian Journal of Oceanography, 60: 149-158.

Nelms, S. E., Barnett, J., Brownlow, A., Davison, N. J., Deaville, R., Galloway, T. S., y Godley, B. J. (2019). Microplastics in marine mammals stranded around the British coast: ubiquitous but transitory? Scientific Reports, 9(1): 1-8.

Nelms, S.E., Alfaro-Shigueto, J., Arnould, J.P., Avila, I. C., Nash, S.B., Campbell, E. y Godley, B. J. (2021). Marine mammal conservation: over the horizon. Endangered Species Research, 44: 291-325.

Nieuwenhuys, R., ten Donkelaar, H. J., Nicholson, C., & Nieuwenhuys, R. (1998). Amphioxus. The Central Nervous System of Vertebrates: Volume 1/Volume 2/Volume 3, 365-396.

Nowacek, D.P., Thorne, L.H., Johnston, D.W. y Tyack, P.L. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. Mammal Review 37: 81–115. https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00104.x

O'Hara, J. and Wilcox, J.R. (1990). Avoidance responses of loggerhead turtles, *Caretta*, to low frequency sound. Copeia 1990(2):564-567

Odell, D.K. y McClune, K.M. (1999). False killer whale Pseudorca crassidens (Owen, 1846). Handbook of marine mammals, Vol. 6: The second book of dolphins and the porpoises (S.H. Ridgway y R. Harrison, eds.). Academic Press, San Diego.

Ogawa, M. y Kimura, S.S. (2023) Variations in echolocation click characteristics of finless porpoise in response to day/night and absence/presence of vessel noise. PLoS ONE 18(8): e0288513. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288513

Ojija, F. (2015). Ecology and influence of age and habitats on the diurnal activity patterns of Cattle egret (Bubulcus ibis). International Journal of Scientific and Technology Research, 4, 107-111.

Oro, D., de León, A., Minguez, E., & Furness, R. W. (2005). Estimating predation on breeding European storm-petrels (Hydrobates pelagicus) by yellow-legged gulls (Larus michahellis). Journal of Zoology, 265(4), 421-429.

Ortiz C (2013) Nocturnal feeding of the Chiguanco Thrush Turdus Chiguanco (Turdidae) under artificial light. The Biologist 11:331-332.

Padula, A.D., Machado, R., Milmann, L., de León, M.C., Gana, J.C., Wickert, J.C., y Denuncio, P.E. (2023). Marine debris ingestion by odontocete species from the Southwest Atlantic Ocean: Absence also matter. Marine Pollution Bulletin, 186: 114486.

Parente, C.L., Lontra, J.D. and Araújo, M.E. (2006). Occurrence of sea turtles during seismic surveys in Northeastern Brazil. *Biota Neotrop*. http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032006000100004.

Patisaul, H. B., & Adewale, H. B. (2009). Long-term effects of environmental endocrine disruptors on reproductive physiology and behavior. Frontiers in behavioral neuroscience, 3, 674.

Paz J, Seco Pon JP, Kruger L, Favero M & Copello S. 2021. Is there sexual segregation in the habitat selection of Black-browed albatrosses wintering in the south-west Atlantic? Emu 121:167-177.

Paz, D. (1992). Gaviotín Sudamericano (Sterna hirundinacea) nidificando en Río Negro. Nuestras Aves, (26).

Peck, D. R., Smithers, B. V., Krockenberger, A. K., & Congdon, B. C. (2004). Sea surface temperature constrains wedge-tailed shearwater foraging success within breeding seasons. Marine Ecology Progress Series, 281, 259-266.

Peng C, Zhao X, Liu G. 2015. Noise in the sea and its impacts on marine organisms. International Journal of Environmental Research and Public Health 12:12304-12323.

Pérez Roda, M.A., Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M. y Medley, P. (2019). A third assessment of global marine fisheries discards. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633. Rome, FAO. 78 pp.

Pérez-Macri, G. y Crespo, E.A. (1989). Survey of the franciscana, Pontoporia blainvillei, along the Argentine coast, with a preliminary evaluation of mortality in coastal fisheries. Biology and Conservation of the River Dolphins. Occas. pap. IUCN SSC, 3, 57-63.

Pérez-Venegas, D.J., Toro-Valdivieso, C., Ayala, F., Brito, B., Iturra, L., Arriagada, M. y Galbán-Malagón, C. (2020). Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. Marine Pollution Bulletin, 153: 110966.

Petry, M. V., & Fonseca, V. D. S. (2002). Effects of human activities in the marine environment on seabirds along the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ornitologia Neotropical*, *13*(2), 137-142.

Phalan, B., Phillips, R. A., Silk, J. R., Afanasyev, V., Fukuda, A., Fox, J., ... & Croxall, J. P. (2007). Foraging behaviour of four albatross species by night and day. Marine Ecology Progress Series, 340, 271-286.

Piatt, J. F. (1990). The aggregative response of common murres and Atlantic puffins to schools of capelin (Vol. 14, pp. 36-51).

Piniak, W., Mann, D., Eckert, S.A. and Harms, C.A. (2012). Amphibious hearing in sea turtles. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), The Effects of Noise on Aquatic Life,pp. 83–87 http://dx.doi.org/10.1007/978–1-4419-7311-5.

Pocklington, R. (1979). An oceanographic interpretation of seabird distributions in the Indian Ocean. Mar. Biol. 51, 9–21. doi: 10.1007/BF00389026

Podestá, J., Franke, I., Barona, D., & Aponte, H. (2022). Comportamiento de Calidris alba (Scolopacidae) en el Humedal Costero Poza de la Arenilla, la Punta, Callao, Perú. Acta zoológica mexicana, 38.

Poeta, G., Staffieri, E., Acosta, A. T. y Battisti, C. (2017). Ecological effects of anthropogenic litter on marine mammals: A global review with a “black-list” of impacted taxa. Hystrix, 28(2): 253.

Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., ... and Tavolga, W. N. (2014). Sound exposure guidelines. In ASA S3/SC1. 4 TR-2014 Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI (pp. 33-51). Springer, Cham.

Povedano HE. 2016. Aves de la provincia de Río Negro. Identificación, Distribución y Estatus. Primera Edición del Autor. La Plata.

Prosdocimi L, Teryda NS, Navarro GS, Carthy RR. 2020. Use of remote sensing tools to predict focal áreas for sea turtle conservation in the south-western Atlantic. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.1–11.https://doi. org/10.1002/aqc.3478

Prosdocimi L., Bruno I., Diaz L., González-Carman V., Albareda D.A. and Remis M.I. (2014). Southernmost Reports of the Hawksbill Sea Turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), in Argentina. Herpetological Review 45(1) 1-5

Pugh, A. R., & Pawson, S. M. (2016). Artificial light at night potentially alters feeding behaviour of the native southern black-backed gull (Larus dominicanus). Notornis, 63(1), 37-39.

Quadri Adrogué A, Gómez-Ramírez MP, García-Fernandez AJ, Seco Pon JP, García GO & Miglioranza KSB. 2021a. Feather mercury levels in beached Magellanic Penguin (*Spheniscus*

magellanicus) in northern Argentina during the non-breeding season. Environmental Science and Pollution Research 29:24793-24801.

Quadri Adrogué A, Seco Pon JP, García GO, Castano MV, Copello S, Favero M & Milgioranza KSB. 2021b. Chlorpyrifos and persistent organic pollutants in feathers of the Near Threatened Olrog's Gull in southeastern Buenos Aires Province, Argentina. Environmental Pollution 272:115918.

Quillfeldt P, Michalik A, Veit-Kohler G, Strange IJ, Masello JF. 2010. Inter-annual changes in diet and foraging trip lengths in a small pelagic seabird, the thin-billed prion Pachyptila belcheri. Marine Biology 157:2043_50.

Quillfeldt P, Strange IJ, Masello JF. 2007. Sea surface temperatures and behavioural buffering capacity in thin-billed prions Pachyptila belcheri: Breeding success, provisioning and chick begging. Journal of Avian Biology 38:298_308.

Quillfeldt, P., & Masello, J. F. (2013). Impacts of climate variation and potential effects of climate change on South American seabirds–a review. Marine Biology Research, 9(4), 337-357.

Quiroga, M. A., Leon, E. J., Olguin, P. F., & Beltzer, A. H. (2013). Diet of Black-crowned Night-herons (Nycticorax nycticorax) in a wetland of the Paraná River´ s alluvial valley.

Ramos, J. A., Maul, A. M., Ayrton, V., Bullock, I., Hunter, J., Bowler, J. & Pacheco, C. (2002). Influence of local and large-scale weather events and timing of breeding on tropical roseate tern reproductive parameters. Marine Ecology Progress Series, 243, 271-279.

Ramos, K., Machado, R. y Schiavetti, A. (2020). Operational interactions between sea lion species (Otariinae) and commercial fisheries. Ethnobiology and Conservation, 9: 22.

Read, A.J., Drinker, P. y Northridge, S. (2006). Bycatch of marine mammals in U.S. and global fisheries. Conservation Biology, 20: 163–169.

Rebolledo, E.B., y van Franeker, J.A. (2015). Impact of marine debris on Antarctic fur seals Arctocephalus gazella at Cape Shirreff: diet dependent ingestion and entanglement: Preliminary results. IMARES.

Recabarren-Villalón, T., Ronda, A. C., La Sala, L., Sanhueza, C., Díaz, L., Pirani, L. S. R. & Arias, A. H. (2023). First assessment of debris pollution in the gastrointestinal content of juvenile Magellanic penguins (Spheniscus magellanicus) stranded on the west south Atlantic coasts. *Marine Pollution Bulletin*, *188*, 114628.

Reckendorf, A., Seidelin, L., & Wahlberg, M. (2023). Marine Mammal Acoustics. In Marine Mammals: A Deep Dive into the World of Science (pp. 15-31). Cham: Springer International Publishing.

Reed, T. E., Harris, M. P., & Wanless, S. (2015). Skipped breeding in common guillemots in a changing climate: restraint or constraint?. Frontiers in Ecology and Evolution, 3, 1.

Reeves, R.R., Smith, B.D. Crespo, E.A. y Notarbartolo di Sciara, G. (2003). Dolphins, Whales and Porpoises: 2002– 2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans. UCN/SSC. Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 139p.

Regehr HM, & Montevecchi WA, 1997. Interactive effects of food shortage and predation on breeding failure of black-legged kittiwakes: indirect effects of fisheries activities and implications for indicator species. Mar. Ecol. Progr. Ser. 155: 249–260

Ribic, C. A., & Ainley, D. G. (1997). The relationships of seabird assemblages to physical habitat features in Pacific equatorial waters during spring 1984–1991. ICES Journal of Marine Science, 54(4), 593-599.

Ribic, C. A., Ainley, D. G., & Spear, L. B. (1992). Effects of El Niño and La Niña on seabird assemblages in the Equatorial Pacific. Marine Ecology Progress Series, 109-124.

Richard, F. J., Gigauri, M., Bellini, G., Rojas, O., & Runde, A. (2021). Warning on nine pollutants and their effects on avian communities. Global Ecology and Conservation, 32, e01898.

Richardson, J.W., C.R. Greene, Jr., C.I. Malme, and D.H. Thomson. (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego. 576 pp.

Ridgway, S.H., Wever, E.G., McCormick, J.G., Palin, J. and Anderson, J.H., (1969). Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*. 884–890.

Robert, M., & McNeil, R. (1989). Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. Ibis 131(1), 69-79.

Rodgers JA, Schwikert ST (2003) Buffer zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by airboats in Florida. Waterbirds 26:437-443

Rodrigues, P., Aubrecht, C., Gil, A., Longcore, T., & Elvidge, C. (2012). Remote sensing to map influence of light pollution on Cory's shearwater in São Miguel Island, Azores Archipelago. European Journal of Wildlife Research, 58, 147-155.

Rodríguez A, Orozco-Valor PM y Sarasola JH (2021) Artificial light at night as a driver of urban colonization by an avian predator. Landscape Ecology 36:17-27.

Rodríguez Heredia SA, Alvarez KC y Loureiro JD (2008) Aves marinas empetroladas: guía práctica para su atención y manejo de aves empetroladas. Primera edición. Fundación Mundo Marino, Buenos Aires.

Rodríguez, A., Burgan, G., Dann, P., Jessop, R., Negro, J. J., & Chiaradia, A. (2014). Fatal attraction of short-tailed shearwaters to artificial lights. PLoS One, 9(10), e110114.

Rodríguez, A., García, D., Rodríguez, B., Cardona, E., Parpal, L., & Pons, P. (2015). Artificial lights and seabirds: is light pollution a threat for the threatened Balearic petrels?. Journal of Ornithology, 156, 893-902.

Rodríguez, A., Moffett, J., Revoltós, A., Wasiak, P., McIntosh, R. R., Sutherland, D. R., et al. (2017). Light pollution and seabird fledglings: targeting efforts in rescue programs. J. Wildl. Manage. 81, 734–741. doi: 10.1002/jwmg.21237

Rodríguez, A., Rodríguez, B., Curbelo, Á. J., Pérez, A., Marrero, S., & Negro, J. J. (2012). Factors affecting mortality of shearwaters stranded by light pollution. Animal Conservation, 15(5), 519-526.

Rodríguez, D., Firpo, C., Mauna, C., Flaminio, J.L. y Mandiola, M.A. (2020). Informe preliminar con estimación de tasas de captura de mamíferos marinos en la pesquería de la centolla de 2004 a 2018. Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FAO y FMAM. Proyecto "Fortalecimiento de la Gestión y Protección de la Biodiversidad Costero Marina en Áreas Ecológicas Clave y la Aplicación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP)" (Argentina). 18 pág.

Rodríguez, D., Flaminio, J.L., Bernasconi, J.F., Mauna, C., Tombesi, M.L., Navarro, M.G., Pérez, M.R., y Mandiola, M.A. (2023). "Informe de Asesoramiento y Tranferencia. Evaluación de las Capturas Incidentales de Mamíferos Marinos en pesquerías industriales del Mar Argentino registradas por el Programa de Asistentes de Investigación Pequera del INIDEP, durante el período 2014-2018". Informe del INIDEP Nº 02/2023.

Rodriguez, P., Aubrecht, C., Gil, A. et al. (2012). Remote sensing to map influence of light pollution on Cory's shearwater in São Miguel Island, Azores Archipelago. Eur J Wildl Res 58, 147–155.

Roessler MA, JC Zieman. 1969. The effects of thermal additions on the biota of southern Biscayne Bay, Florida. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 22nd Ann. Sess., pp. 136-145.

Romero, M.A., Flórez, L., Ocampo Reinaldo, M., Machado, R., Coller, M., y Crespo, E.A. (2024). Bycatch in the balance: the trawl fisheries impact on South American sea lions in San Matias Gulf, with comments on other species. Marine Mammal Science, en prensa.

Romero, MA., Dans, S., González, R., Svendsen, G., García, N., y Crespo, E. (2011). Solapamiento trófico entre el lobo marino de un pelo Otaria flavescens y la pesquería de arrastre demersal del Golfo San Matías, Patagonia, Argentina. Latin American journal of aquatic research, 39(2), 344-358.

Ronconi, R. A., Allard, K. A., & Taylor, P. D. (2015). Bird interactions with offshore oil and gas platforms: Review of impacts and monitoring techniques. Journal of Environmental Management, 147, 34-45.

Ruberg, E.J., Elliott, J.E., Williams, T.D. 2021. Review of petroleum toxicity and identifying common endpoints for future research on diluted bitumen toxicity in marine mammals Ecotoxicology (2021) 30:537–551 https://doi.org/10.1007/s10646-021-02373-x

Ryan, P. G., Ryan, E. M., & Glass, J. P. (2021). Dazzled by the light: the impact of light pollution from ships on seabirds at Tristan da Cunha. Ostrich, 92(3), 218-224.

Ryder, R. A. (1967). Distribution, migration and mortality of the White-faced Ibis (Plegadis chihi) in North America. Bird-Banding, 38(4), 257-277.

Sage B. 1979. Flare up over North Sea birds. New Sci., 81 (1979), pp. 464-466

Sánchez-Gonzále z K, Aguirre-Obando OA y Ríos-Chelén AA (2021) Urbanization levels are associated with the start of the dawn chorus in vermilion flycatchers in Colombia. Ethology, Ecology & Evolution 33:377–393.

Sapoznikow A, Quintana F. 2002. Evidence for Rock shags Phalacrocorax magellanicus and Imperial cormorants P. atriceps leaving their nests at night. Marine Ornithology 30, 34-35.

Savigny C, Firstater F, González R, Caille G. 2005. Aves marinas en el golfo San Matías: Interacciones con la pesquería del Calamar Illex argentinus. Patagonia Argentina. En XI Reunión Argentina de Ornitología, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Sayigh, L.S. (2013). Cetacean acoustic communication. Biocommunication of animals, 275-297.

Schiavini A, Yorio P, Gandini PA, Raya Rey A, Boersma PD. 2005. Los Pingüinos de las costas argentinas: estado poblacional y conservación. El Hornero 20:5-23.

Schoeman, R. P., Patterson-Abrolat, C., y Plön, S. (2020). A global review of vessel collisions with marine animals. Frontiers in Marine Science, 7: 292.

Schreiber EA, Burger J. 2002. (Editors). Biology of Marine Birds. CRC Press, USA.

Schroeder, B. A., & Foley, A. M. (1995). Marine turtle conservation in the United States. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-361, 1-139.

Schuyler, Q., Hardesty, B.D., Wilcox, C. and Townsend, K. (2013). To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. PLoS ONE 7(7):e40884.

Scolaro, J.A & A.M. Suburo 1991. Maximum diving depths of the Magallanic penguin. J. Field Ornithol. 62: 204-210.

Scott A. Flemming, Richard B. Lanctot, Courtney Price, Mark L. Mallory, Susanne Kühne, Mark C. Drever,Tom Barry, and Jennifer F. Provencher (2022). Shorebirds ingest plastics too: what we know, what we do not know, and what we should do next. Environmental Reviews 30: 537–551.

Seco Pon JP, Beltrame O, Marchovecchio J, Favero M & Gandini P. 2011. Trace metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn) in feathers of Black-browed Albatross Thalassarche melanophris attending the Patagonain Shelf. Marine Environmental Research 72:40-45.

Seco Pon JP, Beltrame O, Marchovecchio J, Favero M, Gandini P. 2012. Assessment of trace metals concentrations in feathers of White-chinned petrels Procellaria aequinoctialis attending waters of the Patagonian Shelf. Environment and Pollution 1:29-37.

Seco Pon JP, Copello S, Moretinni A, Lértora HP, Bruno I, Bastida J, Mauco L, Favero M. 2013. Seabird and marine-mammal attendance and by-catch in semi-industrial trawl fisheries in near-shore waters of northern Argentina. Marine and Freshwater Research 64:537-548.

Seco Pon JP, Gandini P & Favero M. 2007. Effect of longline configuration on seabird mortality in the Argentine semi-pelagic Kingclip *Genypterus blacodes* fishery. Fisheries Research 85:101-105.

Seco Pon JP, Pereyra PJ. 2021. First evidence of anthropogenic debris in nests of the Kelp Gull (Larus dominicanus) from a small semi-desert Argentinean coastal ecosystem. Marine Pollution Bulletin 170:112650.

Seco Pon JP. 2014. Asociación de aves marinas pelágicas a la flota argentina de arrastre de altura - una caracterización integral de las interacciones y desarrollo de una estrategia de conservación para especies con estado de conservación amenazado. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Seco Pon, J.P., Copello, S., Moretinni, A., Lértora, H.P., Bruno, I., Bastida, J. y Favero, M. (2013). Seabird and marine-mammal attendance and by-catch in semi-industrial trawl fisheries in near-shore waters of northern Argentina. Marine and Freshwater Research, 64(3): 237-248.

Seco Pon, J.P., Mandiola, A., Copello, S., Rodriguez, D., Flaminio, J.L., Blanco, G. y Favero, M. (2020). Informe con la caracterización de las interacciones de aves y mamíferos marinos en la pesquería de anchoíta bonaerense. Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FAO y FMAM. Proyecto “Fortalecimiento de la Gestión y Protección de la Biodiversidad Costero Marina en Áreas Ecológicas Clave y la Aplicación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP)” (Argentina). 42 pág.

Segre, P. S., Gough, W. T., Roualdes, E. A., Cade, D. E., Czapanskiy, M. F., Fahlbusch, J., ... & Goldbogen, J. A. (2022). Scaling of maneuvering performance in baleen whales: larger whales outperform expectations. Journal of Experimental Biology, 225(5), jeb243224.

SERNAPESCA - Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (2023). Influenza Aviar. http://www.sernapesca.cl/influenza-aviar.

Silva R, Medrano F, Teje da l, Terán D, Peredo R, Barros R, Colodro V, Gonzále z P, Gonzále z V, Guerra-Correa C, Hodum P, Keitt B, Luna-Jorquera G, Malinarich V, Malle a G, Manríquez P, Nevins H, Olmedo B, Páez-Godoy J, de Rodt G, Rojas F, Sanhueza P, Suazo CG , Toro F y Toro-Barros B (2020) Evaluación del impacto de la contaminación lumínica sobre las aves marinas en Chile: Diagnóstico y propuestas. Ornitología Neotropical 31:13-24.

Sitters, H.P., P.M. Gonzalez, T. Piersma, A.J. Baker & D.J. Price. 2001. Day and night feeding habitat of Red Knots in Patagonia: Profitability versus safety? J. Field Ornithology 72: 86–95

Southall, B.L., Finneran, J.J., y Reichmuth, C. (2019) Marine mammal noise exposure criteria: updated scientific recommendations for residual hearing effects. Aquatic Mammals.

St Clair, J. J., Herrmann, P., Woods, R. W., & Székely, T. (2010). Female-biased incubation and strong diel sex-roles in the Two-banded Plover Charadrius falklandicus. Journal of Ornithology, 151, 811-816.

St. Aubin, D.J. (1976). Physiological and toxic effects on pinnipeds, Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks, J.R. Geraci and D.J. St. Aubin (eds.), Academic Press, San Diego, 103, 1990.

Stolen, E. D. (2003). The effects of vehicle passage on foraging behavior of wading birds. *Waterbirds*, *26*(4), 429-436.

Stone, C.J. and Tasker, M.L. (2006). The effects of seismic air guns on cetaceans in UK waters. *J. Cetac. Res. Manage*. 8, 255–263.

Suárez, N., & Yorio, P. (2005). Foraging patterns of breeding dolphin gulls Larus scoresbii at Punta Tombo, Argentina. Ibis, 147(3), 544-551.

Suazo CG, Schlatter RP, Arriagada AM, Cabezas LA, Ojeda J. 2013. Fishermen's perceptions of interactions between seabirds and artisanal fisheries in the Chonos archipelago, Chilean Patagonia. Oryx 47:184-189.

Suazo, C. G., Arriagada, A. M., Baessolo, L., Castro, M., & Salas, M. A. (2012). Notes on breeding biology and ecology of Chilean Skua (Stercorarius chilensis) in sub-Antarctic archipelagos of western Patagonia. Ornitología Neotropical, 23(2), 9.

Sullivan, L., Brosnan, T., Rowles, T.K., Schwacke, L., Simeone, C. y Collier, T. K. (2019). Guidelines for Assessing Exposure and Impacts of Oil Spills on Marine Mammals. NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-62, 82 p.

Sydeman, W. J., Thompson, S. A., & Kitaysky, A. (2012). Seabirds and climate change: roadmap for the future. Marine Ecology Progress Series, 454, 107-117.

Syposz, M., Gonçalves, F., Carty, M., Hoppitt, W., and Manco, F. (2018). Factors influencing Manx shearwater grounding on the west coast of Scotland. IBIS 160, 846–854. doi: 10.1111/ibi.12594

Taylor, C.J.L. (2006). The effects of biological fouling control at coastal and estuarine power stations. Marine Pollution Bulletin. 53: 30–48. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.

Telfer, T. C., Sincock, J. L., Byrd, G. V., & Reed, J. R. (1987). Attraction of Hawaiian seabirds to lights: conservation efforts and effects of moon phase. Wildlife Society Bulletin (1973-2006), 15(3), 406-413.

Thackeray, S. J., Henrys, P. A., Hemming, D., Bell, J. R., Botham, M. S., Burthe, S., & Wanless, S. (2016). Phenological sensitivity to climate across taxa and trophic levels. Nature, 535(7611), 241-245.

Thackeray, S. J., Sparks, T. H., Frederiksen, M., Burthe, S., Bacon, P. J., Bell, J. R., & Wanless, S. (2010). Trophic level asynchrony in rates of phenological change for marine, freshwater and terrestrial environments. Global Change Biology, 16(12), 3304-3313.

Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I.A., Luna, N. y Zavalaga, C. (2018). Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to subtropical gyres—fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific. Frontiers in Marine Science, 238.

Tomita, N., Niizuma, Y., Takagi, M., Ito, M., & Watanuki, Y. (2009). Effect of interannual variations in sea-surface temperature on egg-laying parameters of black-tailed gulls (Larus crassirostris) at Teuri Island, Japan. Ecological Research, 24, 157-162.

Troy, J., Holmes, N., Veech, J., and Green, M. (2013). Using observed seabird fallout records to infer patterns of attraction to artificial light. Endanger. Species Res. 22, 225–234. doi: 10.3354/esr00547

Tuite, C. H., Owen, M., & Paynter, D. (1983). Interaction between wildfowl and recreation at Llangorse lake and Talybont Reservoir, South Wales. *Wildfowl*, *34*(34), 48-63.

Turner-Tomaszewicz, C. and Seminoff, J.A. (2012): Turning Off the Heat: Impacts of Power Plant Decommissioning on Green Turtle Research in San Diego Bay, Coastal Management, 40:1, 73-87

Turpie J. K., y Hockey, P. A. (1993). Comparative diurnal and nocturnal foraging behaviour and energy intake of premigratory grey plovers Pluvialis squatarola and whimbrels Numenius phaeopus in South Africa. Ibis, 135(2), 156-165.

Urmston, J., Hyrenbach, K. D., & Swindle, K. (2022). Quantifying wedge-tailed shearwater (Ardenna pacifica) fallout after changes in highway lighting on Southeast Oʻahu, Hawaiʻi. Plos one, 17(3), e0265832.

Ursino, C., Rebolo Ifrán, N., & Gorleri, F. (2022). Impactos de la contaminación lumínica en las aves con especial foco en la Argentina. El Hornero 37(2), 4-4.

Van Waerebeek, K.O., Baker, A.N., Félix, F., Gedamke, J., Iñiguez, M., Sanino, G.P. y Wang, Y. (2007). Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 43-69.

Vanstreels, R. E. T., Gallo, L., Serafini, P. P., Santos, A. P., Egert, L., & Uhart, M. M. (2021). Ingestion of plastics and other debris by coastal and pelagic birds along the coast of Espírito Santo, Eastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, *173*, 113046.

Vanstreels, R. E., Durant, A., Santos, A. P., Santos, R. G., Sarmiento, A. M., Rossi, S., ... and Uhart, M. M. (2023). Exploring the relationship between environmental drivers and the manifestation of

fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*) in eastern Brazil. Plos one, 18, e0290312.

Visser, M. E. & Both, C. (2005). Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. Proc. R. Soc. B 272, 2561–2569.

Visser, M. E., Both, C. & Lambrechts, M. M. (2004). Global climate change leads to mistimed avian reproduction. Adv. Ecol. Res. 35, 89–110.

Wahl, T. R., Ainley, D. G., Benedict, A. H., and DeGange, A. R. (1989). Associations between seabirds and water-masses in the northern Pacific Ocean in summer. Mar. Biol. 103, 1–11. doi: 10.1007/BF00391059

Wallace, B.P., et al. (2010). Global patterns of marine turtle bycatch. Conservation Letters, 3(3), 131-142.

Wallace, B.P., Kot, C.Y., DiMatteo, A.D., Lee, T., Crowder, L.B. and Lewison, R.L. (2013). Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. Ecosphere 4: art40.

Weeks, S. J., Steinberg, C., & Congdon, B. C. (2013). Oceanography and seabird foraging: within-season impacts of increasing sea-surface temperature on the Great Barrier Reef. Marine Ecology Progress Series, 490, 247-254.

Werner, T.B., Northridge, S., Press, K.M. y Young, N. (2015). Mitigating bycatch and depredation of marine mammals in longline fisheries. ICES Journal of Marine Science, 72(5): 1576-1586.

Wever, E.G. and Vernon, J.A. (1956). Auditory responses in the common box turtle. Proceedings of the National Academy of Sciences, Washington, D.C. 42: 962-965.

Wiese F.K., W.A. Montevecchi, G.K. Davoren, F. Huettmann, A.W. Diamond, J. Linke. 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the North-west Atlantic. Mar. Pollut. Bull., 42,1285-1290.

Wilhelm, S.I. & Boyne, A.W. 2006. Evaluation of Seabird Observations Collected from 2001-2003 by the Oil and Gas Observer Program. Canadian Wildlife Service Technical Report Series No. 464. Atlantic Region.

Witherington, B. E. (2002). Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of downwelling near a Gulf Stream front. Marine Biology, 140(4), 843-853.

Wright, A. J., N. Aguilar Soto, A. L. Baldwin, M. Bateson, C. M. Beale, C. Clark, T. Deak, E. F. Edwards, A. Fernández, A. Godinho, L. T. Hatch, A. Kakuschke, D. Lusseau, L. M. Romero, L. S. Weilgart, B. A. Wintle, G. Notarbartolo-di-Sciara and V. Martin. (2007). Anthropogenic noise as a stressor in animals: a multidisciplinary perspective. International Journal of Comparative Biology 20(2): 250-273.

Yamamoto T, Takahashi A, Yoda K, Katsumata N (2007) The lunar cycle affects at-sea behaviour in a pelagic seabird, the streaked shearwater, Calonectris leucomelas. Animal Behaviour 76: 1647–1652.

Yancey, M. R., & Forys, E. A. (2010). Black Skimmers feed when light levels are low. Waterbirds, 33(4), 556-559.

Yanju Ma, Chi-Yeung Choi, Alex Thomas, Luke Gibson (2022) Review of contaminant levels and effects in shorebirds: Knowledge gaps and conservation priorities. Ecotoxicology and Environmental Safety 242:113868. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113868

Yanosky, A.A., Escalante, A., Schuchmann, K. and Kittlein, M. (2000) Ecologı´a de una Comunidad de Aves Vadeadoras en el Nordeste Argentino. In: Cabrera, E., Mercolli, C. and Resquin, R. (eds.), Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica, pp. 219 – 236. Cites-Py, Fundacio´ n Moise´s Bertoni, University of Florida, Asuncio´ n.

Yeates, L.C., y Houser, D.S. (2008). Thermal tolerance in bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) The Journal of Experimental Biology 211, 3249-3257. doi:10.1242/jeb.020610

Yorio P, Bertellotti M, García Borboroglu P. 2005. Ecología y conservación de gaviotas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. El Hornero 20:53-74.

Yorio P, Frere E, Gandini P y Harris G (Eds.) 1998. Atlas de la distribución reproductiva de aves marinas en el litoral patagónico argentino. Fundación Patagonia Natural y Wildlife Conservation Society, Buenos Aires.

Yorio, P. & Caille, G. 1999. Seabird interactions with coastal fisheries in northern Patagonia: use of discards and incidental captures in nets. Waterbirds 22:201-216.

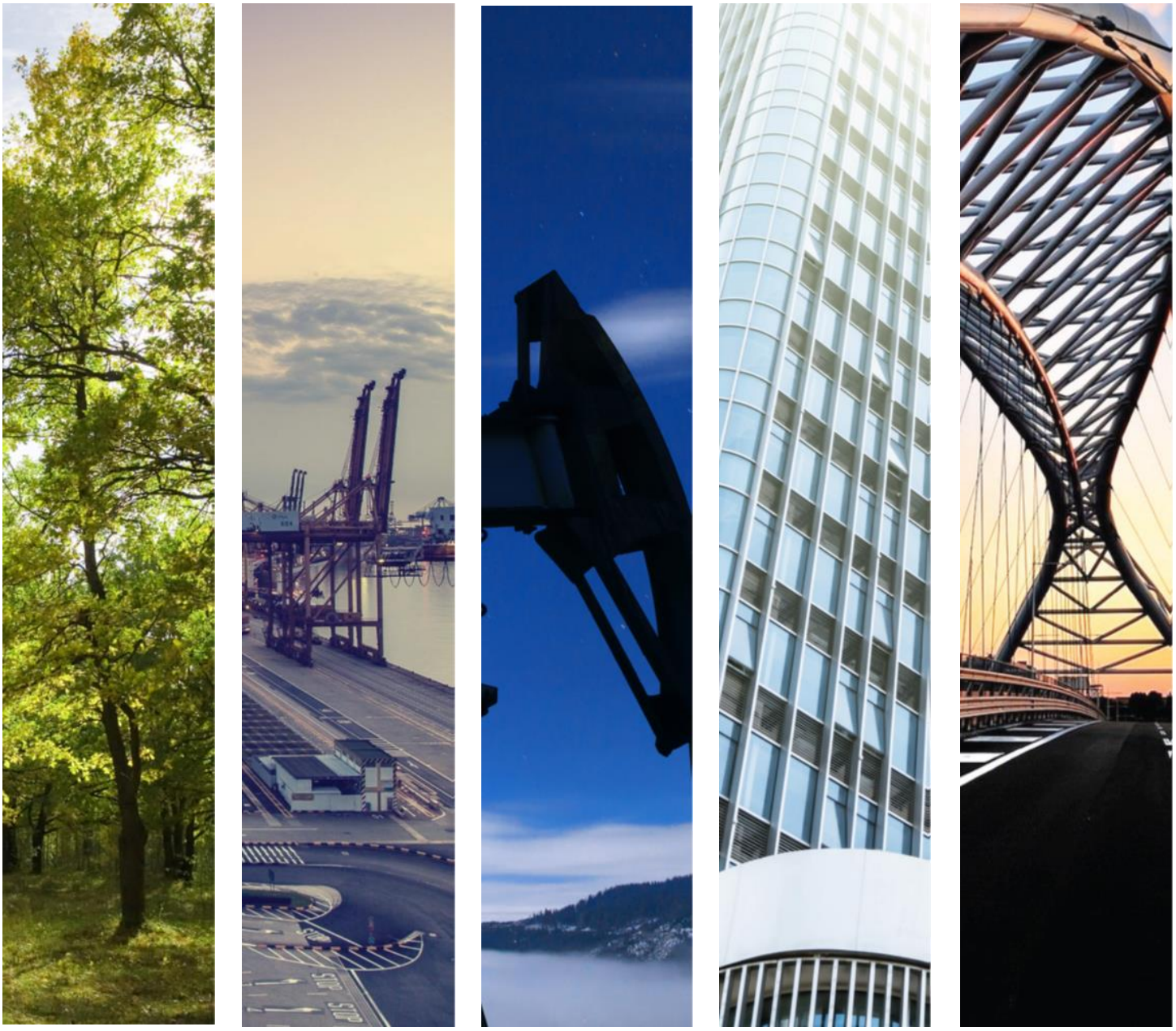
Yorio, P. (2005). Estado poblacional y de conservación de gaviotines y escúas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. El Hornero, 20(1), 75-93.

Yorio, P., Marinao, C., Kasinsky, T., Ibarra, C., & Suárez, N. (2020). Patterns of plastic ingestion in Kelp Gull (Larus dominicanus) populations breeding in northern Patagonia, Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, *156*, 111240.

Yorio, P., Suárez, N., Quintana, F., & Gatto, A. (2005). Nocturnal activity in breeding Olrog's Gulls (Larus atlanticus). Ornitología Neotropical, 16(1), 13.

Zapata, M. J., Sullivan, S. M. P., & Gray, S. M. (2019). Artificial lighting at night in estuaries—Implications from individuals to ecosystems. Estuaries and Coasts, 42, 309-330.

Zumpano, F., Copello, S., Cabral, V., Favero, M., & García, G. (2024). Interaction between coastal birds and recreational fisheries in Argentine: Incorporating the social dimension to improve effectiveness of conservation and management measures in a key estuarine reserve. *Marine Policy*, *167*, 106278.



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 6: Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales

Junio 2025

CAPÍTULO 6: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. METODOLOGÍA 5

3. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL 10

4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 22

4.1 IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE EL MEDIO FÍSICO 22

4.1.1 Planicie Intermareal y Lecho Submarino 22

4.1.2 Sedimentos: Calidad Físico-Química 23

4.1.3 Aguas Marinas: Calidad Físico-Química 25

4.1.4 Aire: Calidad Físico-Química 39

4.2 IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE EL MEDIO BIÓTICO 43

4.2.1 Comunidades Planctónicas 43

4.2.2 Comunidades Bentónicas 47

4.2.3 Comunidades Demersal-Pelágicas 53

4.2.4 Tortugas Marinas 58

4.2.5 Aves Costeras y Marinas 62

4.2.6 Mamíferos Marinos 70

4.2.7 Áreas de Importancias para la Conservación 79

4.3 IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE EL MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL 82

4.3.1 Circulación y Movilidad 82

4.3.2 Salud y Seguridad Laboral 82

4.3.3 Salud y Seguridad de la Comunidad 82

4.3.4 Género 83

4.3.5 Circulación Naval 84

4.3.6 Infraestructura Portuaria 84

4.3.7 Uso de la Costa 84

4.3.8 Aspectos Jurídico Administrativos 85

4.3.9 Opinión Pública 86

4.3.10 Organización Social y Comunitaria 87

4.3.11 Economía Local 88

4.3.12 Economía Regional 88

4.3.13 Paisaje 89

4.3.14 Patrimonio Arqueológico / Paleontológico 90

5. MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL 91

5.1 ETAPA CONSTRUCTIVA 91

5.2 ETAPA OPERATIVA 97

5.3 MATRIZ RESUMEN 100

6. CONCLUSIONES 101

7. BIBLIOGRAFÍA 107

8. ANEXOS 132

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo identificar los aspectos del proyecto que representan un potencial impacto para el ambiente y evaluar sus posibles efectos, permitiendo de esta manera diseñar recomendaciones y establecer las medidas de gestión ambiental necesarias para prevenir, reducir, manejar los impactos negativos, e incluso magnificar los eventuales impactos positivos.

Los impactos que un proyecto podría generar dependen de las características particulares del diseño y las estrategias que se utilicen durante la ejecución del mismo, tanto en su etapa constructiva como en su etapa operativa. Esto, a su vez, está influenciado por los atributos del área donde se implantará el proyecto, ya que la magnitud de los impactos es un reflejo directo de la sensibilidad ambiental del área a ocuparse y el nivel de intervención ambiental que causará la obra.

El Proyecto FLNG en el Golfo San Matias (Proyecto FLNG GSM) de la empresa SOUTHERN ENERGY tiene como propósito la producción y la exportación de gas natural licuado (GNL). El gas natural está catalogado como uno de los “combustibles de la transición energética”, ya que al ser una combustión más limpia que la de otros hidrocarburos fósiles, es el favorito para soportar las necesidades energéticas durante esta transición.

Argentina cuenta, en Vaca Muerta (Cuenca Neuquina), con una de las reservas de gas no convencional más grandes del mundo, por un total estimado en aproximadamente 300 TCF. Con un consumo interno de aproximadamente 1,5 TCF/año, resulta claro que para poder poner en valor dichas reservas se deben volcar al mercado internacional.

Tal como se detalló en capítulos anteriores, el Proyecto FLNG GSM consiste en una primera instancia, en la instalación de una Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG Hilli Episeyo) en el Golfo San Matías para la producción de gas natural licuado (GNL) con una capacidad nominal de 2,4 MTPA (millones de toneladas por año). El Estudio de Impacto Ambiental de esta primera etapa fue elaborado por esta misma Consultora y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático de la Provincia de Río Negro en 2024. Esta etapa ya cuenta con aprobación ambiental.

El presente Estudio de Impacto Ambiental evalúa una segunda instancia del Proyecto FLNG GSM que consiste en la ampliación de la capacidad de procesamiento de gas natural mediante la incorporación de una segunda Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG MKII) con una capacidad de producción nominal de 3,5 MTPA.

La incorporación de una nueva FLNG demandará la construcción de un nuevo tramo submarino de gasoducto, para trasportar el gas natural hasta la FLNG MKII, la instalación de un nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para la FLNG MKII y la ampliación de la capacidad de la Planta Compresora en la Cabecera del tramo terrestre del gasoducto, para asegurar un caudal de gas natural de 30 MMSCMD para el abastecimiento de ambas FLNG en funcionamiento simultáneo.

La presente evaluación ambiental de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM comprende los siguientes componentes:

- FLNG MKII. Nuevo buque FLNG con una capacidad de producción de 3,5 MTPA ubicado 3,5 km al norte del primero (FLNG Hilli Episeyo) y a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino.
- Gasoducto tramo submarino 2. Nuevo tramo submarino de gasoducto de 6 km que se proyecta desde la Terminal del tramo terrestre del gasoducto hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG.
- SSY 2. Nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.

Es importante señalar que la ampliación de la Planta Compresora se encuentra fuera del alcance del presente Estudio de Impacto Ambiental.

2. METODOLOGÍA

La identificación y la evaluación de los potenciales impactos ambientales se realizaron en base a antecedentes consultados, resultados de relevamientos y mediciones, modelaciones y estudios articulares desarrollados y criterio profesional de los especialistas que integran el equipo de trabajo.

Para esto se construyó una matriz de interacción, la cual tiene dos dimensiones: las acciones del proyecto y los factores ambientales.

Tomando como base la Descripción del Proyecto que se presenta en el Capítulo 3 del presente estudio, se identificaron aquellas Acciones Princiaples o aspectos del proyecto (Tabla 1) que tengan el potencial de generar efectos, ya sean positivos o negativos, sobre el ambiente.

Tabla 1. Acciones consideradas en el análisis.

ETAPAS	ACCIONES PRINCIPALES
Etapa de Construcción	Demanda de mano de obra, bienes y servicios
	Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra
	Movimiento de todo tipo de embarcaciones
	Aproximación costera
	Tendido del gasoducto submarino
	Instalación del sistema de amarre de la FLNG
	Posicionamiento, puesta en marcha y ensayos de la FLNG
	Contingencias
Etapa de Operación	Operación FLNG
	Proceso de licuefacción
	Despacho de GNL
	Operaciones de apoyo
	Contingencias

Los Factores Ambientales (Tabla 2), por su parte, se agruparon respecto del medio al cual pertenecen, es decir, Medio Natural (físico y biótico) o Medio Social (socio-económico y cultural). Estos factores dependen de la zona donde se lleve a cabo cada proyecto. Para el caso bajo estudio los mismos se describieron en detalle en el Capítulo 5: Línea de Base Ambiental. Se incluyen dentro de los factores ambientales aquellos procesos que se dan de forma natural o inducida, que han sido identificados durante el diagnóstico ambiental de la zona y que pueden verse influidos, potenciados o minimizados por las acciones contempladas por el proyecto.

Las posibles interacciones entre ambos representan los potenciales impactos de las acciones sobre los factores. Se entiende por impacto ambiental cualquier cambio que se provoca sobre el ambiente como consecuencia, directa o indirecta, de acciones antrópicas que puedan producir alteraciones susceptibles de afectar el mismo. Es decir, un impacto ambiental es la diferencia entre la forma en la que evolucionaría el ambiente (o alguno de sus componentes) si se llevara a cabo un determinado proyecto, y la forma en la que se desarrollaría si el proyecto no existiese.

Tabla 2. Factores ambientales considerados en el análisis.

FACTORES AMBIENTALES	
Medio Físico	Planicie intermareal y Lecho submarino
	Sedimentos: calidad físico-química
	Aguas marinas: calidad físico-química
	Aire: calidad físico-química
Medio Biótico	Comunidades planctónicas
	Comunidades bentónicas
	Comunidades demersal-pelágicas
	Tortugas marinas
	Aves costeras y marinas
	Mamíferos marinos
	Áreas de importancias para la conservación
Medio Socio Económico y Cultural	Circulación y movilidad
	Salud y seguridad laboral
	Salud y seguridad de la comunidad
	Género
	Circulación naval
	Infraestructura portuaria
	Uso de la costa
	Aspectos jurídico administrativos
	Opinión pública
	Organización social y comunitaria
	Economía local
	Economía regional
	Paisaje
	Patrimonio arqueológico / paleontológico

Para la determinación de la significación del Impacto se aplicó la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernandez-Vitora (1997), mediante la que se evaluó cada potencial impacto identificado previamente en función de su Importancia, que se resume a continuación:

$$I = \pm [3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Mc]$$

Donde:

± = signo
I = Importancia del Impacto
i = Intensidad o grado probable de destrucción
Ex = Extensión o área de influencia del impacto
Mo = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del Impacto
Pe = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
Rv = Reversibilidad
Si = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos provocados por el impacto
Ac = Acumulación o efecto de incremento progresivo
Ef = Efecto
Pr = Periodicidad
Mc = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

El desarrollo de la ecuación de I se llevó a cabo mediante el modelo propuesto en el cuadro que sigue a continuación (Tabla 3).

Tabla 3. Modelo de Importancia de impacto.

Signo		Refiere al sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre la calidad del ambiente, respecto de la evolución que esta tendría sin el mismo
Beneficioso	+	Se consideraron como tales aquellos efectos que impliquen una mejora en relación a la situación actual.
Perjudicial	-	Se consideraron aquellos que impliquen un deterioro del ambiente
Intensidad (i)		Refiere a la magnitud del cambio registrado en el factor producto de una acción
Baja	1	El efecto producirá una ligera modificación que no alteran las condiciones existentes
Media	2	El efecto producirá una modificación moderada del componente analizado
Alta	4	El efecto se manifiesta como una modificación casi total del factor en el área analizada
Muy alta	8	El efecto se manifiesta como una modificación total del factor que trasciende el área analizada
Total	12	El efecto se manifiesta como una modificación total del factor que trasciende el área analizada modificando por completo el factor
Extensión (Ex)		Este criterio está pensado como el porcentaje del entorno donde se verifica el efecto
Puntual	1	El impacto es localizado a la zona de obra o área operativa
Parcial	2	El impacto trasciende la zona de obras o área operativa, pero sin alcanzar la bahía de San Antonio, ni las localidades y las ANP más cercanas
Extenso	4	Los efectos del impacto alcanzan la Bahía San Antonio y las localidades (Las Grutas, SAE, SAO y Sierra Grande) y las ANP (Caleta de los Loros, Complejo islote Lobos y Bahía San Antonio) más cercanas
Total	8	Los efectos del impacto se expanden por todo el Golfo San Matías (incluida la Bahía San Antonio)
Crítica	12	Los efectos del impacto alcanzan todo el Golfo San Matías y se traslada hacia Golfo San José, Península Valdez y hacia mar abierto, y territorialmente más allá de los municipios de SAO y Sierra Grande
Momento (Mo)		Corresponde al tiempo que transcurre entre la acción impactante y el efecto
Largo plazo	1	Más de 5 años
Medio plazo	2	De 1 a 5 años después
Corto plazo	4	Menor o igual a 1 año
Inmediato	8	En el mismo momento que se genera la acción
Persistencia (Pe)		Tiempo en el que permanece el efecto hasta la recuperar el factor afectado su condición original (por medios naturales o por acciones planificadas)
Fugaz	1	menos de 1 año
Temporal	2	entre 1 y 10 años
Permanente	4	más de 10 años

Reversibilidad (Rv)		La posibilidad de volver a las condiciones iniciales del factor afectado, sea naturalmente
Corto plazo	1	Menos de 1 año
Medio plazo	2	1 a 10 años
Irreversible	4	Más de 10 años
Sinergia (Si)		Refiere a si hay o no un efecto potenciador con otra acción
Sin sinergismo	1	No hay efecto sinérgico
Sinérgico	4	Corresponde a dos o más acciones que se dan en simultáneo y su efecto resulta mayor que si se dieran de manera independiente.
Acumulación (Ac)		Refiere a si hay o no un incremento progresivo en el tiempo
Simple	1	No hay efecto acumulativo
Acumulativo	4	Implica el incremento progresivo del efecto a medida que sucede la acción: ejemplo de contaminación, cuando persiste en el tiempo o la acción implica un proceso continuo de contaminación, entonces los efectos sobre el factor se acumulan, ampliando su incidencia
Efecto (Ef)		Es la consecuencia de la acción, que puede ser directa o indirecta. La emisión de un ruido tiene un efecto directo sobre el receptor, o la remoción de vegetación, pero la emisión de gases de efecto invernadero tiene un efecto indirecto, ya que la emisión en si misma no es un impacto solo en tanto y en cuanto contribuya al calentamiento global.
Indirecto	1	
Directo	4	
Periodicidad (Pr)		Refiere a la frecuencia y previsibilidad con la que ocurre el impacto
Irregular	1	Impredecible en el tiempo
Periódico	2	Cíclico o con algún grado de repetición en el tiempo
Continuo	4	Se registra de manera permanente
Recuperabilidad (Mc)		Factor aplicando medidas de gestión y manejo. Intervención humana.
Recuperable Inmediato	2	La recuperación se da con medidas generales y conocidas de gestión ambiental de las operaciones
Recuperable /mitigable	4	Es posible aplicar medidas específicamente diseñadas de mitigación, manejo o hasta compensación que puedan recuperar el factor
Irrecuperable	8	Ninguna medida que pueda implementarse puede recuperar la condición inicial

En función de este modelo los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, el impacto ambiental ha sido clasificado de acuerdo con la siguiente escala:

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significación	Valoración	Significación	Valoración
Menor a 25	Bajo	Menor a 25	Bajo
Entre 26 y 50	Moderado	Entre 26 y 50	Moderado
Mayor a 51	Alto	Mayor a 51	Alto

La ventaja en la utilización de este tipo de matrices radica en su utilidad para determinar impactos de una manera global a partir de un análisis integral y poco particularizado, donde se puede evidenciar rápidamente donde se concentran los mayores impactos y a qué tipo o grupo de actividades del proyecto se le atribuyen.

Por otra parte, este tipo de matrices permiten determinar impactos positivos y negativos a partir de la incorporación de signos (+/-). Asimismo, permite identificar impactos en distintas etapas del proyecto.

3. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

En el marco del proceso de evaluación de los potenciales impactos ambientales, se llevaron a cabo **Estudios Especiales** que facilitaron la valoración de los mismos. Estos Estudios Especiales se presentan como Anexos a este Capítulo 6, a saber:

- Estudio de Impacto Acústico Aéreo (Anexo 6-1)
- Modelación de la Propagación del Ruido Submarino (Anexo 6-2)
- Modelación Hidrodinámica (Anexo 6-3)
- Modelación de las Plumas Térmica y de Salinidad desde la FLNG MKII (Anexo 6-4)
- Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos (Anexo 6-5)
- Modelación de la Dispersión de las Emisiones Gaseosas (Anexo 6-6)
- Análisis de Impacto Paisajístico (Anexo 6-7)
- Modelación de la Dispersión de una Nube de Metano (Anexo 6-8)
- Análisis de Riesgos Ambientales (Anexo 6-9)
- Sensibilidad de Megafauna Marina (Anexo 6-10)

Particularmente, el **Análisis de Riesgos Ambientales** identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados con la operación del sistema, a saber:

- Fuga de gas natural desde el gasoducto submarino (Suceso A)
- Derrame de GNL al agua (desde la FLNG MKII) (Suceso B)
- Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII) (Suceso C)
- Colisión de embarcaciones (Suceso D)
- Derrame de GNL desde el Buque FLNG MKII y dispersión de una nube de metano que alcance al Buque FLNG Hilli Episeyo (Suceso E)

El objetivo de este análisis es la estimación cualitativa de que un determinado evento pueda presentar situaciones de riesgo para el ambiente, que debidamente clasificadas en cuanto a su probabilidad y severidad, permitan establecer criterios de acción y de respuestas acordes a su magnitud.

El riesgo ambiental es el resultado de una función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento u suceso y las consecuencias negativas del mismo sobre el ambiente:

Riesgo = Frecuencia x Consecuencia

Así, de acuerdo a la Norma UNE 150008:2008, desarrollada por la Asociación Española de Normalización y Fiscalización, con un enfoque metodológico del tipo no experimental, analítico y descriptivo, se le asigna a cada evento contingente identificado (suceso) valores de riesgo en función al entorno natural y social.

De acuerdo a los valores de la norma aplicada, los riesgos se clasifican de la siguiente manera:

Clasificación del Riesgo				
Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	20 a 25

Tabla 4. Índices de frecuencias, consecuencias y riesgo de los principales eventos contingentes vinculados con la operación del Buque FLNG MKII (Proyecto FLNG GSM – Etapa 2).

Variables		Estimación Cualitativa de Riesgo				
		Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D	Suceso E
Frecuencias		1	3	1	1	1
Entorno Natural	Consecuencias	4	4	5	4	4
	Riesgo	4	12	5	4	4
Entorno Social	Consecuencias	4	4	4	4	4
	Riesgo	4	12	5	4	4

Los eventos *Fuga de gas natural desde el ducto submarino* (Suceso A), *Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso C) y *Colisión de embarcaciones* (Suceso D) presentan un Riesgo Muy Bajo. Estos sucesos tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia (Frecuencia Improbable: 1) que compensaría en el cálculo de riesgo a las Consecuencias Graves (4) sobre el entorno.

El *Derrame de GNL al Agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso B) presenta una probabilidad de ocurrencia mayor (Frecuencia Probable: 3) y Consecuencias Graves (4) sobre el entorno, resultando en un Riesgo Medio.

En el caso de un *Derrame de GNL desde el buque FLNG MKII y dispersión de una nube de metano que alcance al buque FLNG Hilli Episeyo* (Suceso E), si bien presenta Consecuencias Graves (4) su baja probabilidad (Frecuencia Improbable: 1) hace que resulte en un Riesgo Muy Bajo.

En el Análisis de Riesgos Ambientales también se analizan los efectos sobre la estimación cualitativa del riesgo que produce la presencia de ambos Buques FLNG en simultáneo de acuerdo con sus ubicaciones y la distancia entre ellos, considerando que los eventos contingentes contemplados son esencialmente los mismos.

Para comprender los riesgos desde una perspectiva integral, cuando hay actividades que involucran múltiples eventos de riesgo, es importante considerar su agregación o la aditividad de riesgos. En los enfoques tradicionales, los riesgos se asumen como independientes, y el riesgo agregado se calcula simplemente sumando los riesgos individuales.

En lo relativo a los componentes de la estimación del riesgo, aumenta el valor numérico de la frecuencia del evento y se considera un potencial efecto acumulativo de las consecuencias.

Tabla 5. Índices de frecuencias, consecuencias y riesgo de los principales eventos contingentes vinculados con la operación en simultáneo de ambos Buques FLNG.

	Estimación Cualitativa del Riesgo			
	Suceso A	Suceso B	Suceso C	Suceso D
Entorno Natural	8	24	10	8
Entorno Humano	8	24	10	8

La presencia de los dos buques FLNG incrementa los riesgos del proyecto, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en Riesgos Bajos para los eventos *Fuga de gas natural desde el ducto submarino* (Suceso A), *Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso C) y *Colisión de embarcaciones* (Suceso D) y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un *Derrame de GNL al Agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso B).

Así, a partir del Análisis de Riesgos Ambientales fue posible identificar los potenciales eventos contingentes vinculados con la Etapa Operativa del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2, y contar con una estimación cualitativa del riesgo asociado, en función de la probabilidad de ocurrencia del evento y las consecuencias negativas que se desencadenarían sobre el ambiente.

A continuación, se describen las **Contingencias** vinculados con la Etapa Operativa del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2.

- **Fuga de gas natural desde el gasoducto submarino**

Las fugas de gas natural (metano gaseoso) en gasoductos submarinos pueden provocar que este compuesto se libere formando una columna de gas ascendente desde la fuente hasta la superficie del agua. Los buques y unidades fijas que operan en el área se pueden ver amenazados ya que existe la posibilidad de producir incendios en la superficie del agua. Otra consecuencia es la afectación de la estabilidad que puede producir la masa de gas ascendente.

Li et al. (2018) indica que la dispersión de gas bajo el agua es un proceso complejo y sujeto a una serie de factores inciertos, la forma de la columna de gas ascendente desde el punto de liberación hasta la superficie del agua es de forma cónica (Figura 1). El gas se libera de forma continua y el agua circundante es arrastrada por el flujo de metano y transportada hacia la superficie, generando dicha columna de burbujas ascendente, la cual puede dividirse en tres zonas principales:

- La primera es la zona de establecimiento de flujo entre el punto de liberación y la altura a la que la dispersión parece adoptar una estructura similar a una columna. Ésta está dominada por la alta velocidad de flujo debido a la alta presión de la tubería. El efecto del impulso de liberación inicial se considera primario en esta zona.
- La segunda zona se conoce como la zona de flujo establecido donde la columna de gas está dominada por la flotabilidad y la fuerza de dispersión turbulenta. La región de dispersión se extiende desde esta zona hasta una cierta profundidad debajo de la superficie del agua.
- La última es la zona de flujo superficial donde el gas interactúa con la superficie del agua, causando el ensanchamiento de la columna de burbujas y el flujo radial del agua en la superficie.

El proceso de dispersión de gas bajo el agua se considera en dos etapas, incluida la etapa dinámica de la columna y la etapa de advección-dispersión. En la primera, el transporte depende principalmente del momento de liberación inicial y la flotabilidad. Luego entrará en la etapa de advección-dispersión cuando la característica de movimiento activo de la columna de gas no sea evidente.

Como se ha indicado anteriormente, el gas natural está compuesto principalmente de metano. En caso de que se produzca una fuga en agua, el metano se escapará a la atmósfera, pero una pequeña cantidad se disolverá en la columna de agua (debido a la baja solubilidad que presenta el metano). El metano disuelto se oxidará a dióxido de carbono y agua, lo que provocará una toxicidad baja o inexistente en la columna de agua.

Al igual que lo que sucede con las pérdidas en tierra firme, una vez en la superficie del agua el gas podría inflamarse si encontrara una fuente de ignición.

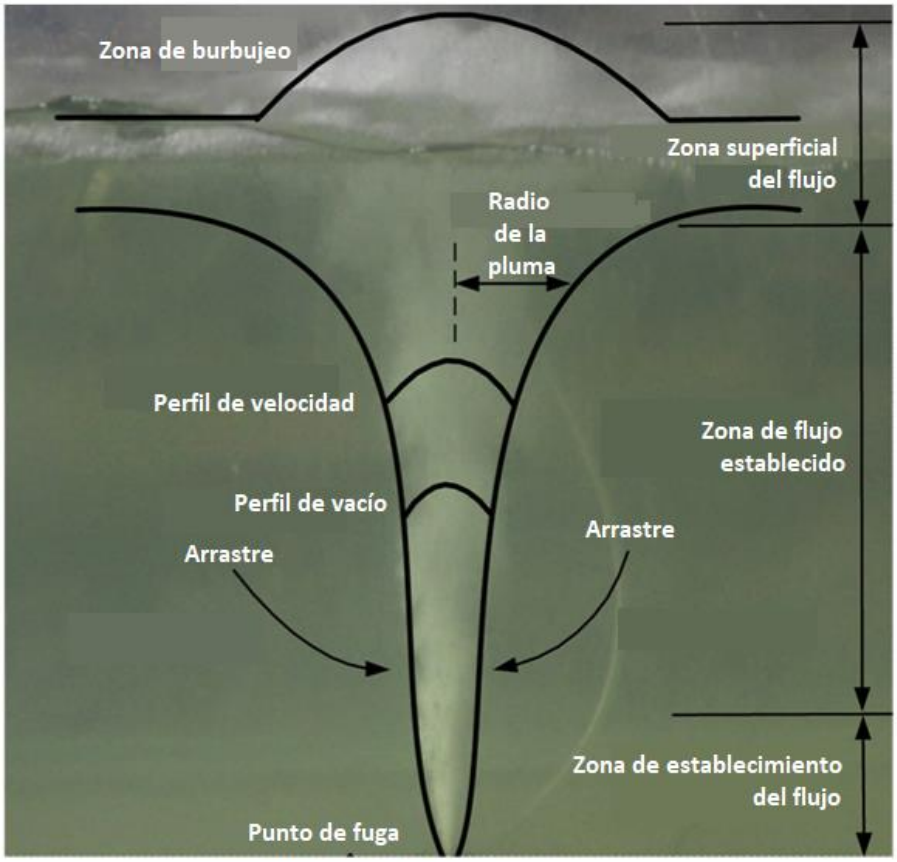


Figura 1. Diagrama de la pluma de gas submarina. Fuente: Li et al (2018).

- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG MKII)**

Woodward y Pitbaldo (2010) sostiene que la principal amenaza de los derrames de GNL es el incendio. De hecho, los análisis de riesgos para el GNL se centran principalmente en el peligro de un incendio en charco.

Si se libera GNL a -162°C, el contacto directo con el líquido criogénico generará un congelamiento repentino en el punto de contacto que puede dañar los tejidos de humanos y animales. También puede producirse fragilización que conduce a fallas estructurales y daños en los equipos cuando materiales no diseñados para temperaturas tan bajas entran en contacto con el GNL.

Un derrame de GNL en el agua daría lugar a un charco de evaporación rápida que produce una nube de vapor impulsada por el viento. Si cualquier punto de la nube del vapor con una concentración dentro del rango de 5 a 15% alcanza una fuente de ignición y se inflama, un incendio repentino ardería a sotavento y posiblemente también a barlovento del punto de ignición. El incendio repentino arderá más rápido a lo largo de los bordes premezclados (diluidos por el aire). Esto puede crear un incendio más envolvente. Un incendio repentino es inherentemente transitorio y la exposición normalmente no dura más de unas pocas decenas de segundos. Aunque es mortal para las personas y los organismos que se encuentren dentro del mismo, la radiación total que llega a un objeto cercano a él es sustancialmente menor que la de un charco de GNL o un chorro de fuego de mayor duración a la misma distancia. Es probable que un incendio repentino no produzca ignición secundaria ni quemaduras a las personas y los organismos que se encuentran fuera de la región en llamas. Después de que un incendio repentino arda de nuevo hacia el charco de GNL, o si la ignición comienza en el charco, el resultado es un incendio en el charco. Mientras continúa el flujo de salida de GNL, el charco en llamas sin confinamiento tiende a aumentar o disminuir de tamaño hasta alcanzar un tamaño final de estado estable. Este es el tamaño para el cual la tasa de quema

es igual a la tasa de descarga. El tamaño del charco en estado estacionario es menor para un charco en llamas que para uno que no se quema. Por lo tanto, si la ignición no se produce inmediatamente después de que comienza un derrame, una vez inflamado, el charco en llamas retrocederá significativamente en comparación con su tamaño original.

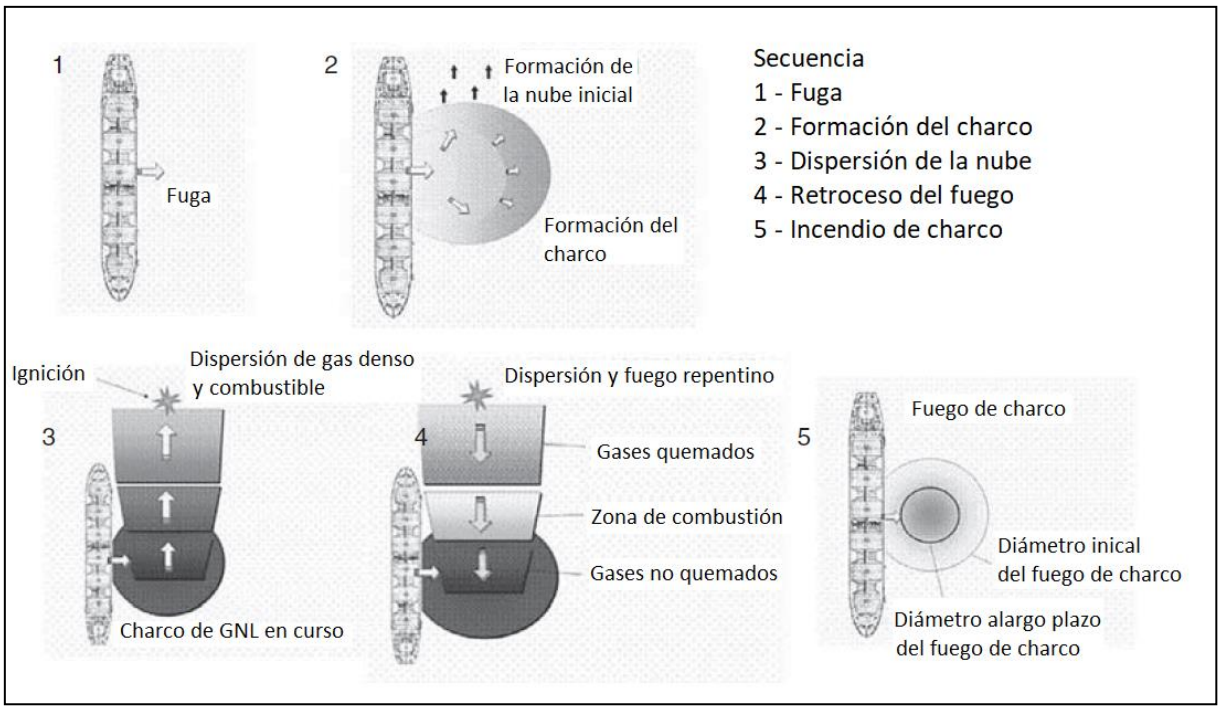


Figura 2. Secuencia de escenarios para fuga de GNL en el mar. Fuente: Woodward y Pitblado (2010).

Por su parte, Hightower (2004) sostiene que, en la mayoría de los escenarios identificados, se espera que los riesgos térmicos de un derrame accidental se manifiesten como un incendio en charco, en función de la alta probabilidad de que haya una fuente de ignición disponible. Se presentan modelaciones de llamas cuyos resultados muestran que se espera que existan peligros térmicos de 37,5 kW/m^2 a aproximadamente 150 a 250 m del derrame, dependiendo de las condiciones específicas del sitio y se espera que existan riesgos térmicos de 5 kW/m^2 a 500 y 750 m del derrame. Existe la posibilidad de que no haya una fuente de ignición inmediata disponible y, por lo tanto, el GNL derramado podría dispersarse en forma de nube de vapor, así la nube de vapor de los grandes derrames podría extenderse a más de 1.600 m, según la ubicación del derrame y las condiciones atmosféricas del lugar. En áreas congestionadas o altamente pobladas, sería posible que exista una fuente de ignición, a diferencia de las áreas remotas, donde podría ser poco probable. Esto sugiere que el análisis de la dispersión de vapor de GNL debe realizarse utilizando las condiciones atmosféricas específicas del sitio, la topografía de la ubicación y las operaciones de los barcos para evaluar adecuadamente las áreas potenciales y los niveles de peligro para la seguridad pública y la propiedad.

En el Anexo 6-8 del presente EIA se modeló la dispersión de una nube de vapor de GNL para determinar zonas de impacto, expresadas en concentración de metano y fracción de mezcla explosiva (LEL[1]), ante el escenario de emergencia más pesimista. Se analizaron cinco años de meteorología para la ubicación del proyecto, se determinaron escenarios de liberación accidental de GNL y se modeló la extensión de la atmósfera explosiva en cada situación de emergencia. Pero en ninguno de los escenarios planteados se encontraron concentraciones de referencia de alerta (100%LEL o 60%LEL) en la línea de costa.

[1] "Lower explosive limit" Límite Inferior de Explosividad

Para este análisis se definió el escenario de emergencia más pesimista tomando de referencia el reporte de “SANDIA NATIONAL LABORATORY (2008 y 2004)”, en el que un acto de sabotaje con el ataque de un tercero genera una perforación de hasta 2,5 m de diámetro, vaciando el total del contenido de un tanque lleno. A este escenario de emergencia más pesimista, se suma la peor condición atmosférica posible según un registro de cinco años, con una atmósfera estable y viento desde el este a alta velocidad. Este escenario se plantea como el posible más desfavorable, tanto por la magnitud de la emisión como por las condiciones meteorológicas adversas. En este peor escenario se encontró que la zona de riesgo alto, definida por un 100% LEL, llega hasta 2,7 km desde el buque; y la zona de riesgo moderado 60% LEL (donde podría haber bolsas de mezcla explosiva) llega hasta una distancia de 4,2 km desde el buque. Por lo tanto, la línea de costa (a 4,5 km del buque) solo es expuesta a las condiciones de bajo riesgo definido como superior al 10% LEL e inferior al 60% con una exposición de 17 minutos con un máximo de concentración de 20.000 ppm o 49% LEL.

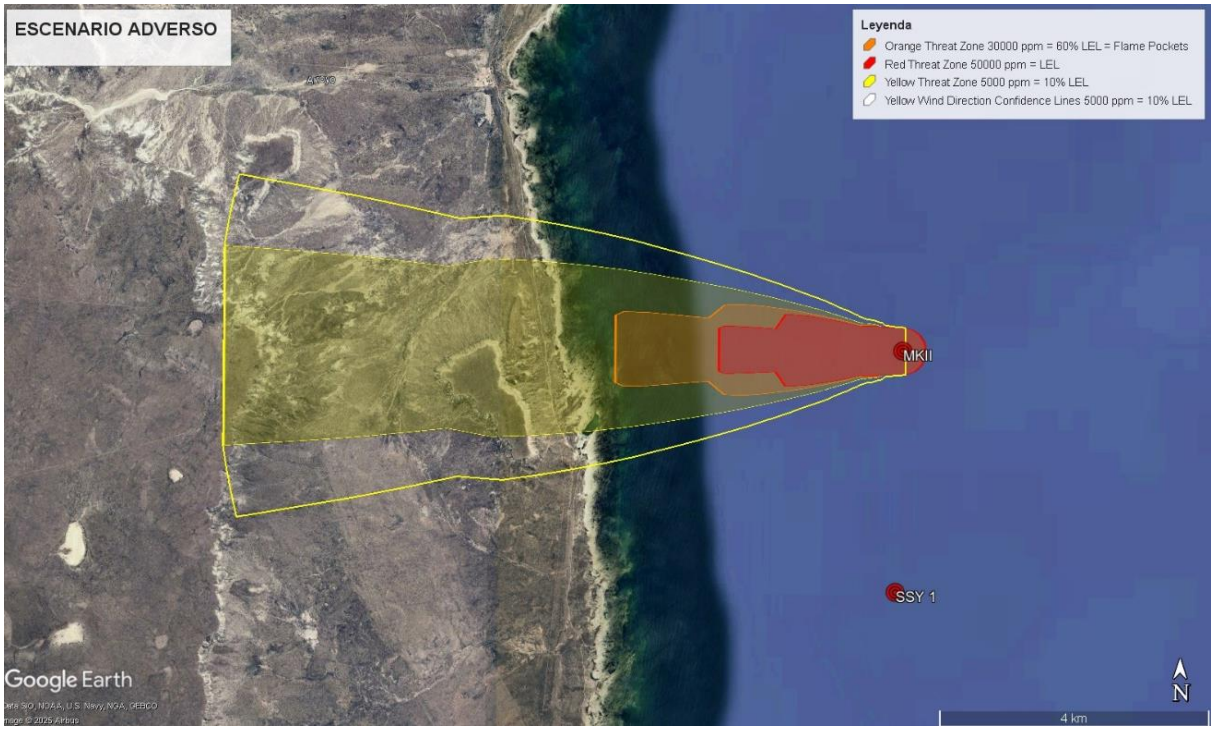


Figura 3. Regiones de isoconcentraciones delimitando zonas de distinto riesgo para escenario de meteorología adversa con viento del este.

- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG MKII)**

Las operaciones de abastecimiento de combustible son operaciones rutinarias pero críticas y de alto riesgo que requieren ser cuidadosamente planificadas y realizadas por la tripulación de acuerdo con los procedimientos establecidos a bordo. Aunque la gran mayoría de las transferencias de combustible se realizan sin incidentes, muy ocasionalmente pueden ocurrir contingencias. Y en la mayoría de los casos se deben a errores humanos. Las causas más frecuentes de derrames durante las operaciones de reabastecimiento son:

- Falla en la instalación correcta de las válvulas del sistema de tuberías: el problema principal aquí es que el flujo de combustible se dirige a donde no está previsto.
- No monitorear diligentemente los niveles de los tanques durante el abastecimiento de combustible: no solo los tanques designados sino también otros tanques en el sistema.

- Transferencia de combustible a una velocidad o presión excesiva: esto corre el riesgo de exceder la presión o capacidad de diseño del sistema y también aumentará el estrés operativo de la tripulación.
- Bloqueo de aire: cuando el aire queda atrapado en el tanque debido a una velocidad de bombeo, ajuste o escora excesivos, lo que provoca una descarga repentina e inesperada de niebla o aceite del ventilador del tanque.
- Mal funcionamiento de las válvulas: Esto puede estar asociado con pruebas o mantenimiento deficientes de las válvulas.

El hidrocarburo derramado en agua inmediatamente se dispersa en una capa de pocos milímetros de espesor. La dispersión es especialmente promovida por la gravedad y la tensión superficial, sin embargo, muchos derrames de diverso tamaño alcanzan en un tiempo relativamente breve un espesor similar del orden de 0,1 mm antes de que la meteorización produzca su desaparición de la superficie del mar.

Estos procesos de meteorización se pueden agrupar en procesos de corto plazo (propagación, evaporación, dispersión y disolución) y de largo plazo (emulsificación, biodegradación y oxidación fotoquímica). Dichos procesos cambian las propiedades físicas y químicas del petróleo y pueden hacerlo desaparecer de la superficie del mar. En la Figura 4 y la Figura 5 se ilustran, respectivamente los procesos de meteorización y sus escalas de tiempo.

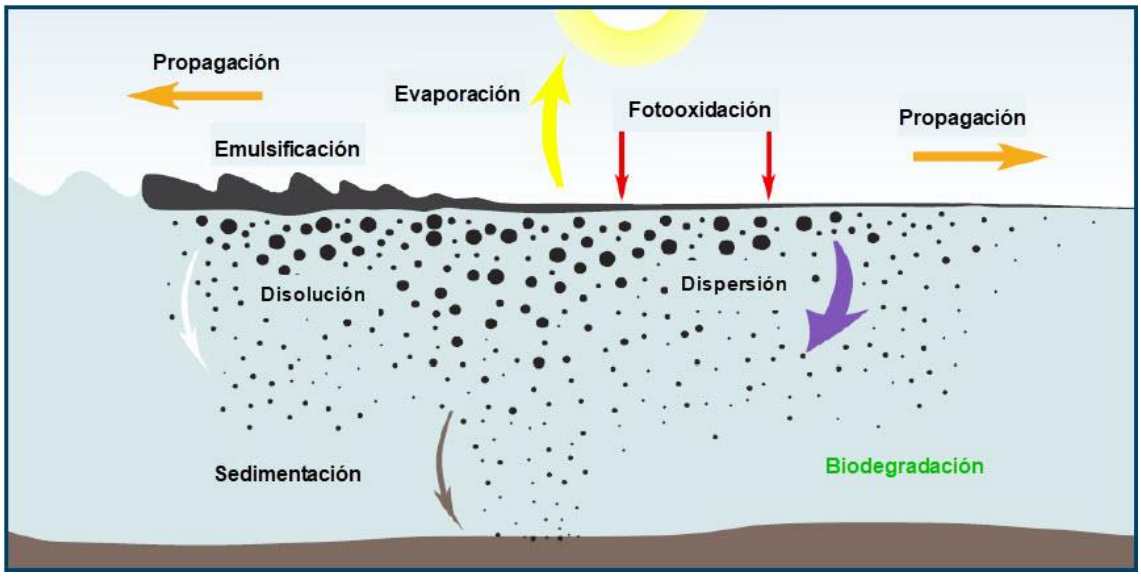


Figura 4. Procesos de meteorización que afectan al petróleo en el mar. Fuente: DHI, 2024.

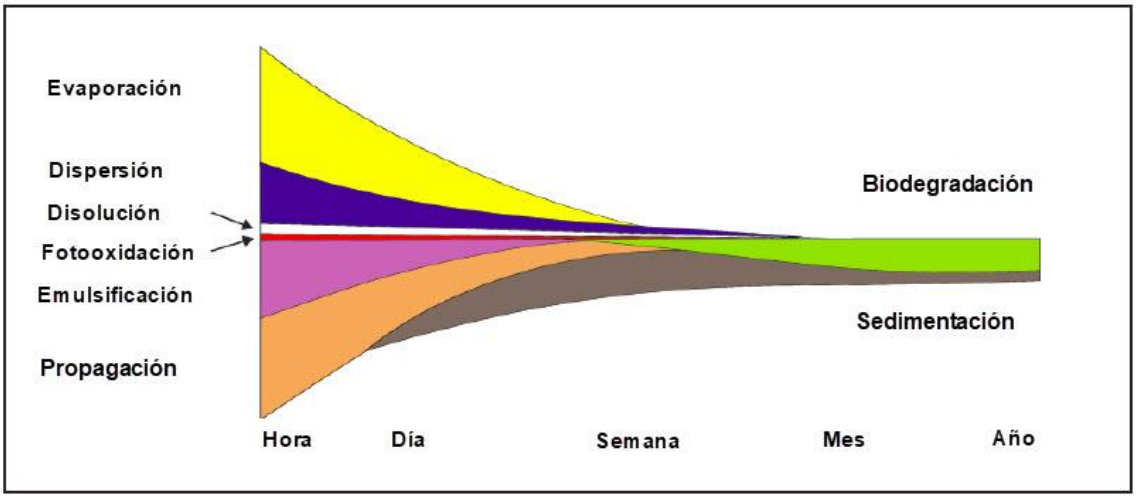


Figura 5. Representación esquemática del destino de un derrame de petróleo que muestra los cambios en la importancia relativa de los procesos de meteorización con el tiempo. El ancho de cada banda indica la importancia del proceso. Fuente: Fate of Marine Oil Spills (2002) en DHI, 2024.

En la Figura 6 se presenta esquemáticamente la dependencia de los procesos entre sí y de los componentes del petróleo. El peso molecular, por ejemplo, es una indicación de cuán volátil es el componente y cómo será afectado por el proceso de meteorización.

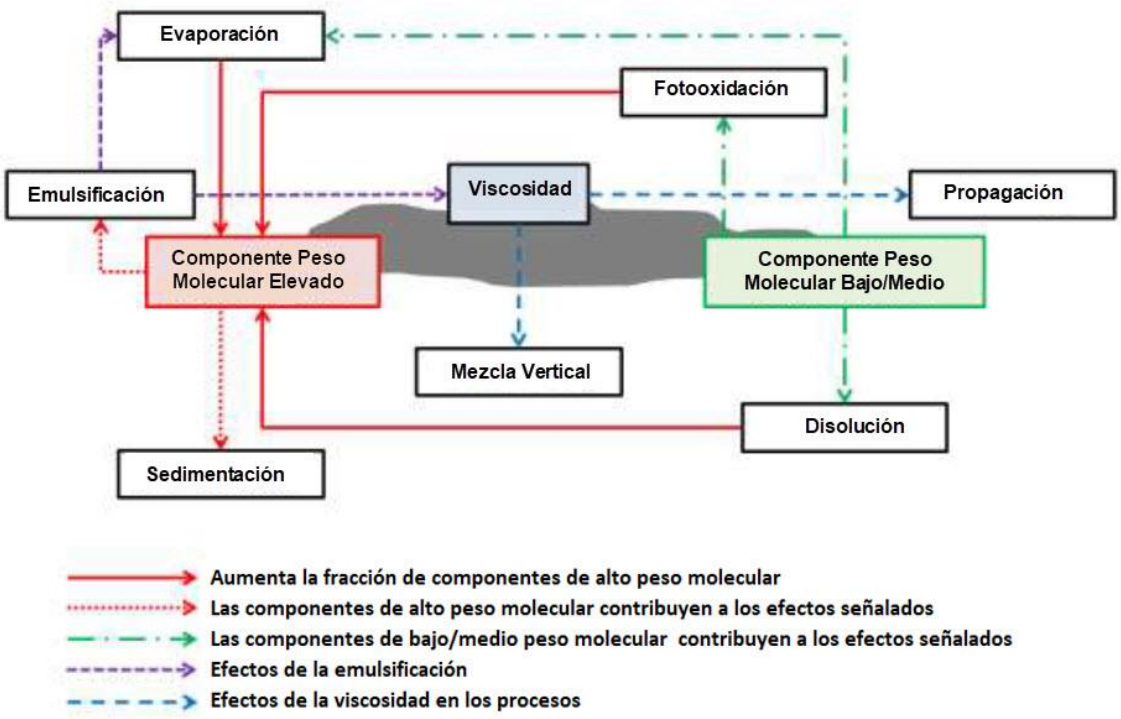


Figura 6. Efecto de los componentes del petróleo en los procesos de Meteorización. Fuente: Xie et. al (2007) en DHI, 2024.

En el Anexo 6-5 del presente EIA se presenta el modelo de dispersión de un potencial derrame de hidrocarburos desde el Buque FLNG MKII. Se considera un derrame con un volumen de 70 m^3 de HFO, es decir un pequeño derrame que podría ocurrir por una falla durante el abastecimiento de hidrocarburos de la FLNG mediante la maniobra *ship to ship*. Se simuló para diferentes condiciones hidrodinámicas (configuradas en base a las simulaciones hidrodinámicas calibradas, de verano e invierno, considerando diferentes condiciones de viento), conformándose de esta manera la matriz de eventos.

Los resultados obtenidos en la simulación del derrame se presentan en la Tabla 6, donde se indica, para cada escenario planteado, si la mancha alcanza o no la costa durante el tiempo simulado. En caso de hacerlo se registran las horas transcurridas desde el inicio del derrame hasta su arribo a la costa. Se indican además la máxima concentración de masa total en suspensión en el centro de la pluma ese momento y el máximo espesor de Gas Oil en suspensión.

Tabla 6. Resultados de la modelación de derrame superficial de Gas Oil desde el Buque FNLG MKII.

Escenario	Tiempo mínimo de arribo a la costa (hs)	Máxima concentración total en suspensión sin agua cuando arriba a la costa (kg/m^3)	Máxima espesor de Gas Oil suspendido cuando arriba a la costa (mm)
EV-N	No toca	0,00027 *	0,10 *
EV-E	32	6,7	0,16
EV-SE	33	0,052	0,15
EV-S	64	0,011	0,11
EV-SO	97	0,0040	0,10
EV-Var	44	0,94	0,13
EI-E	28	3,9	0,17
EI-SE	31	0,27	0,16
EI-S	90	0,017	0,10
EI-SO	118	0,0060	0,10
EI-Var	22	2,5	0,19
Nota: (*) a los 14 días de iniciado el derrame.			

El tiempo mínimo de arribo a la costa es del orden de poco más de un día para escenarios con vientos del cuadrante Este – Sudeste, e incluso algo menor al día para el escenario con viento variable en invierno, lo que pone en evidencia la necesidad de contar con un plan de contención de iplementación inmediata para evitar la dispersión de la pluma.

Las condiciones de viento predominantes que favorecerían el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas, y las concentraciones máximas de Gas Oil no superan los 0,02 kg/m^3.

- **Colisión de embarcaciones**

Los choques de buques se han definido como un Peligro de Accidente Mayor (MAH, por sus siglas en inglés) con distintos posibles escenarios de colisión detallados en el Registro de Peligros Mayores y analizados en detalle en el trabajo de Bon Guk Koo (2018). Este autor considera tres categorías diferentes:

- Embarcaciones que pasan por el lugar, tales colisiones involucran tráfico marítimo donde el pasaje del buque no está relacionado con las actividades propias de la instalación. Incluye buques mercantes, buques de pasajeros, buques militares, barcos de pesca y otro tráfico relacionado en alta mar que opera hacia o desde otras instalaciones.
- Embarcaciones relacionadas con la operación de la FLNG, tales colisiones involucran grandes transportistas que se acercan a la instalación para retirar productos de carga. Impacto por un transportador de GNL en una configuración lado a lado; Impacto por un buque cisterna de descarga de condensado en una configuración en tándem.
- Embarcaciones de apoyo en el campo, tales colisiones involucran buques más pequeños que sirven a la instalación como buques de reserva, transferencias de personal, actividades de suministro y mantenimiento y buques remolcadores.

También es posible categorizar las colisiones de barcos en función de cómo se acerca el buque que choca en el momento de la colisión:

- Las colisiones con motor (de frente) suceden cuando el movimiento del buque obedece a la potencia de sus motores cuando choca con la instalación y pueden deberse a errores de navegación o maniobra, fallas en el mantenimiento de la guardia, mala visibilidad o uso ineficaz del radar.
- Las colisiones por maniobra ocurren cuando el buque que choca no reduce su velocidad lo suficiente e impacta la instalación mientras maniobra para posicionarse para las operaciones de transferencia o descarga por parte del buque de transporte o del buque de suministro respectivamente.
- Las colisiones a la deriva ocurren cuando el buque que choca se desplaza hacia la instalación debido a una pérdida de propulsión, falla de la dirección, falla del amarre o del cable de remolque o bajo la influencia de factores ambientales como olas, corrientes y vientos.

Las colisiones con motor suelen ocurrir a velocidades más altas que las colisiones por maniobras, que a su vez ocurren a velocidades más altas que las colisiones por deriva.

Las posibles causas de colisión de buques identificadas en el Informe HAZID sobre descarga incluyen (DNV, 1999):

- Condiciones meteorológicas adversas que provoquen mala visibilidad o mares agitados;
- Fallo mecánico de los sistemas de propulsión o dirección;
- Fallos en la gestión de HSE, incluidos procedimientos inadecuados/control procedimental de los movimientos del buque;
- Errores humanos, incluidos mala marinería, planificación inadecuada, mala navegación, guardia inadecuada, malas prácticas por negligencia, etc.

La mayoría de las colisiones entre buques visitantes que prestan servicios a una instalación en alta mar se produce cuando el buque está atracado junto a la instalación. La causa suele ser un error humano y la consecuencia suele ser un impacto de baja energía (golpe). En el caso de las colisiones con motor a la llegada, los escasos datos históricos confirman que las colisiones se han producido efectivamente a la velocidad máxima de tránsito del buque visitante.

Las velocidades de impacto de las colisiones a motor que involucran a buques de apoyo durante las maniobras suelen estar en el rango de 0 a 6 nudos (0 a 3 m/s). En el caso de las colisiones a la deriva, la velocidad del buque depende de una serie de factores, entre ellos la forma del buque, la velocidad del viento, las corrientes y, en particular, los movimientos inducidos por las olas relacionados con la altura de las mismas. La experiencia pasada indica que una velocidad de colisión razonable (máxima) para colisiones a la deriva que involucran embarcaciones de apoyo en el campo es de aproximadamente 2 nudos (1 m/s).

Pitblado (2004) señala que el peor escenario es la colisión de un buque en un ángulo de 90º a velocidad suficiente como para que se atraviese el doble casco y se rompan también las barreras adicionales provocando que el tanque de GNL se deforme hasta el punto de producir fugas. El autor considera agujeros por encima y por debajo de la línea de flotación. Esto puede producir la pérdida de GNL, formación de charcos, dispersión, ignición y fuego repentino que vuelve a la fuente, incendio en el charco. Como se dijo anteriormente, este evento es el peor de los casos en términos de distancia de peligro, ya que el evento accidental puede no encender el GNL inmediatamente, lo que permite que se forme una nube de vapor y se disperse a favor del viento. Se supone que la nube se enciende en su máxima extensión inflamable y regresa a la fuente donde el derrame de GNL arderá como un charco de fuego. El diámetro del charco de fuego sostenido y, por lo tanto, la distancia de peligro será sustancialmente menores que si se usara el diámetro del charco sin encender.

- **Derrame de GNL desde el Buque FLNG MKII y dispersión de una nube de metano que alcance al Buque FLNG Hilli Episeyo**

Para que se produzca una situación de riesgo en el FLNG Hilli Episeyo producto de la llegada de una nube de metano explosiva originada desde el FLNG MKII, deben darse simultáneamente dos condiciones muy poco probables: que se produzca un evento que ocasione la rotura de un tanque del FLNG MKII, con el consiguiente derrame del contenido total del mismo sin inflamarse; y adicionalmente, el viento proviniese del sector norte (el patrón de vientos procedente del norte es de 29 días al año de acuerdo con la información presentada en la LBA).

De acuerdo con la modelación presentada en el Anexo 6-8 del presente EIA, poco antes de los 5 minutos de ocurrido dicho evento la nube producida alcanzaría la ubicación del Buque FLNG Hilli Episeyo con una concentración igual al 10% del LEL[2]. Esta situación implica la posibilidad de formación de una mezcla combustible, aunque con una probabilidad de ignición menor y de bajo riesgo (zona amarilla). La concentración de metano iría aumentando hasta llegar a un máximo de 37.500 ppm, equivalente a aproximadamente el 75% del LEL a los 12 minutos de originado el evento y luego comenzaría a disminuir, estando unos 5 minutos en total por encima del 60% del LEL (zona naranja de riesgo moderado). Bajo este contexto pueden formarse bolsas de llama y de existir una fuente de ignición en el Buque FLNG Hilli Episeyo se estaría condiciones de peligro de incendio para esta unidad, con los consiguientes efectos sobre la vida humana y el entorno biótico.

[2] “Lower explosive limit” Límite Inferior de Explosividad

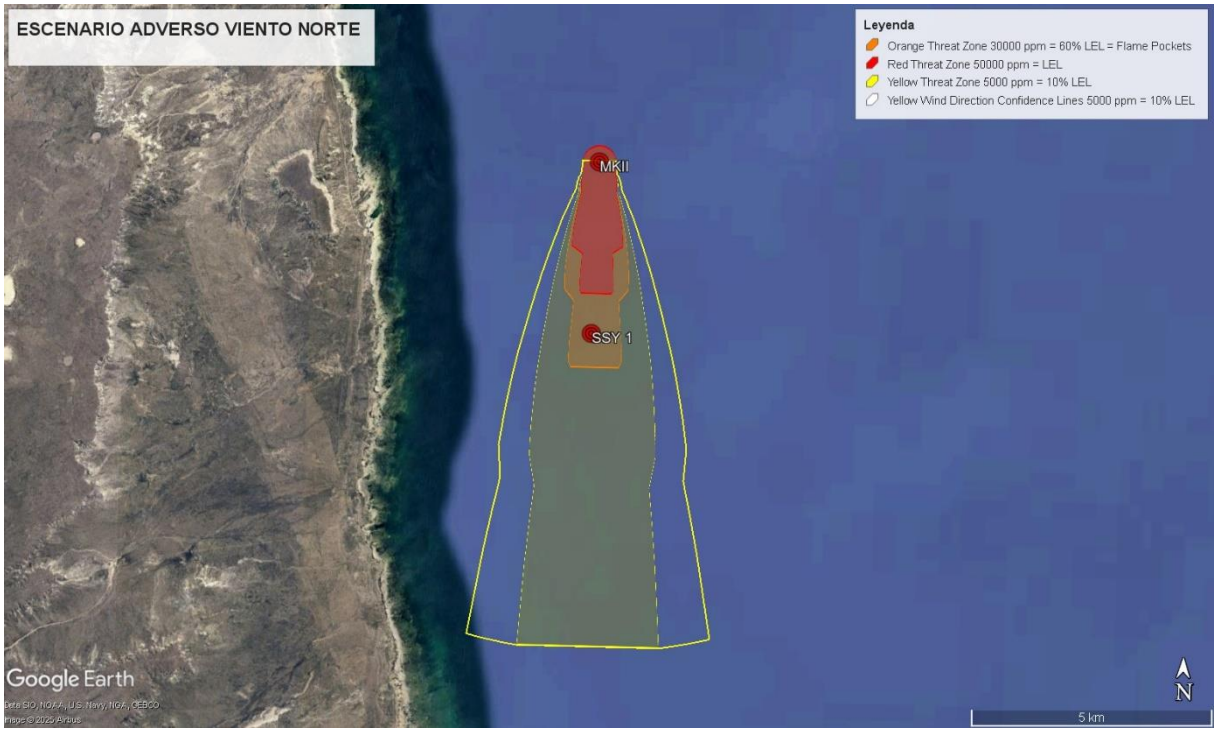


Figura 7. Regiones de isoconcentraciones delimitando zonas de distinto riesgo para escenario de meteorología adversa con viento del norte.

4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE EL MEDIO FÍSICO

4.1.1 Planicie Intermareal y Lecho Submarino

Las **Tareas Constructivas** de la infraestructura necesaria para la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM (Gasoducto tramo submarino 2 y Dispositivo de amarre de la FLNG) impactarán sobre la Planicie intermareal y Lecho submarino, afectando su integridad tanto desde el punto de vista estructural como funcional, y estas modificaciones pueden tener implicancias en el entorno geológico circundante.

Típicamente los ductos submarinos se entierran con una tapada mínima de 2 metros hasta el punto de rompiente de la ola de la tormenta de 100 años de período de recurrencia. Luego, pueden dejarse expuestos sobre el lecho marino (siempre y cuando sean estables frente a la acción hidrodinámica de corrientes y olas) o enterrarse por protección, típicamente con un metro de cobertura.

Las condiciones del sitio determinan un primer tramo del gasoducto submarino (900 metros aproximadamente) sobre restinga (una roca arenosa dura), y luego un tramo más extenso sobre arenas y gravas. La diferencia de mareas entre pleamar y bajamar es de aproximadamente 8 metros, lo que hace que en bajamar toda la extensión de restinga quede expuesta.

De acuerdo con las condiciones del sitio, se asumen los siguientes valores de tapada del ducto:

- Una cobertura mínima de 2 metros hasta el punto de rompiente de 100 años, siendo aproximadamente a 1500 metros de la costa.
- Una cobertura mínima de 1 metro por los siguientes 200 metros.
- Al ras del lecho marino hasta la ubicación del SPM.

Para este proyecto se prevé la apertura de una trinchera hasta donde finaliza la zona de restinga mediante retroexcavadora desde la costa (Pre-trinchera). Se considera el uso de explosivos como condición de máxima. El resto de la zanja se realizará con una maquina post-trenching (Jetting) que se colocará sobre la tubería y acompañará el tendido de ésta en simultaneo (Post-trinchera).

Para el tendido del ducto se consideraron dos secciones. La aproximación costera, donde la tubería es traccionada con un malacate, ya sea desde la playa (*pull in*) o desde una plataforma flotante (barcaza de tendido o pontón) que se posiciona lo más cerca posible de la costa (*pull out*). El tendido de tubería submarina, donde la tubería se instala utilizando una barcaza de tendido SWLB (*Shallow Water Lay Barge*) mediante el método S-Lay, con una estructura de salida en la proa.

El dispositivo de amarre de la FLNG es del tipo SPM (*Single Point Mooring*) SSY (*Submerged Swivel and Yoke*). Su instalación requiere la construcción de una base de amarre de fundada sobre los tres pilotes que se hincan en el fondo marino y se rellena con material adecuado para asegurar su estabilidad y capacidad de carga.

La apertura de zanja introduce modificaciones en la topografía del fondo marino, creando depresiones y elevaciones que alteran los flujos de agua locales. Esto puede influir en la dinámica de sedimentación y generar erosión en las áreas adyacentes.

Pero si la apertura de una trinchera se realiza en una zona de restinga, los efectos sobre el lecho submarino pueden ser más significativos y complejos. Las restingas son áreas donde el fondo marino suele estar compuesto por sustratos duros o mezclas de roca y sedimentos consolidados. La excavación en este tipo de lecho implica remover material consolidado e incluso erosionar roca, lo que puede generar cambios permanentes en la morfología y la estructura del fondo. Además, la excavación en sustratos duros puede provocar fracturamientos que podrían debilitar la resistencia estructural de la zona circundante, incrementando el riesgo de erosión y socavación con el tiempo. Además, al alterar la estructura de un lecho de restinga, se pueden crear zonas de erosión acelerada, especialmente si se perturban rocas que actúan como barreras naturales.

El hincado de pilotes rompe la estructura sedimentaria original del lecho, lo que puede modificar la distribución granulométrica y las propiedades físicas de los sedimentos. En algunos casos, se pueden generar fracturas en capas subyacentes o afectar sedimentos más profundos que antes no estaban en contacto directo con el entorno marino. Además, la presencia de los pilotes altera la hidrodinámica alrededor de la estructura. El flujo de agua se acelera alrededor de los pilotes y esto puede provocar erosión local del sedimento en las inmediaciones (fenómeno conocido como socavación).

La apertura de la trinchera en la **Aproximación costera** generará un impacto moderado sobre la Planicie intermareal dado fundamentalmente por el tipo de fondo (restinga). En cambio, la apertura del resto de la zanja hasta la ubicación del SPM (que se realiza en simultáneo con el **Tendido del gasoducto submarino**) generará un impacto bajo sobre el Lecho submarino dada la presencia de un fondo de arenas y gravas. Finalmente la **Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG** generará un impacto moderado sobre el lecho submarino, de carácter permanente e irreversible dada la incorporación de pilotes y fundaciones en el lecho.

Durante la **Etapa Operativa** del proyecto no se esperan nuevas afectaciones sobre la Planicie intermareal ni el Lecho submarino.

4.1.2 Sedimentos: Calidad Físico-Química

Durante las **Tareas Constructivas** de la infraestructura necesaria para la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM (gasoducto tramo submarino 2 y Dispositivo de amarre de la FLNG) que impliquen movimientos del lecho se podrán afectar las propiedades físicas de los sedimentos.

Las propiedades físicas de los sedimentos pueden alterarse de diversas maneras:

- Compactación y densidad. El proceso de excavación puede reducir la compactación natural de los sedimentos del lecho, especialmente en áreas donde los materiales son sueltos o no consolidados. Esto puede disminuir la densidad aparente del sedimento una vez removido o perturbado.
- Granulometría. La excavación tiende a redistribuir los tamaños de grano. El sedimento fino, como limo o arcilla, puede ser fácilmente removido o dispersado en el agua, mientras que las partículas más grandes, como arena o grava, tienden a asentarse más rápidamente. Esto puede alterar la distribución granulométrica local del sedimento.
- Estructura del sedimento. Los sedimentos de lecho suelen tener una estructura interna específica debido a su deposición natural. La apertura de zanjas interrumpe esta estructura, lo que puede hacer que el sedimento removido tenga características mecánicas diferentes al ser reubicado o dejado en suspensión en el agua.
- Permeabilidad. La permeabilidad de los sedimentos puede verse afectada, ya que la compactación y la redistribución de los granos pueden modificar la facilidad con que el agua fluye a través de ellos. Los sedimentos más finos suspendidos en el agua también pueden rellenar los poros de los sedimentos restantes, reduciendo aún más la permeabilidad.

- Estabilidad del lecho. El proceso de apertura y relleno de zanjas puede debilitar temporalmente la estabilidad de los sedimentos en las zonas circundantes, facilitando procesos de erosión o desplazamiento de materiales una vez que se ha completado la obra.

De igual modo a lo descripto para el factor de la Planicie intermareal y el Lecho submarino, los impactos sobre los sedimentos serán más significativos durante la **Aproximación costera, el Tendido del gasoducto submarino** y la **Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG**. En todos los casos se trata de impactos de efecto puntual.

Los impactos más importantes sobre los sedimentos se podrán desencadenar en caso de un derrame accidental de hidrocarburos (gasoil, aceites, lubricantes) desde las embarcaciones, siendo el peor escenario si el evento ocurriera cercano a la costa (o con la posibilidad de llegar a la costa).

Un derrame accidental de hidrocarburos al agua es una **Contingencia** podría ocurrir tanto en la Etapa Constructiva, como en la Etapa Operativa del proyecto, en diferentes niveles de magnitud. El peor caso podría acontecer en la Etapa Operativa durante la carga de combustible de la FLNG. En el **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) se describe el suceso **Derrame de HC al agua** durante el abastecimiento de la FLNG, adjudicándole un Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas. Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, pasando de un evento de Riesgo Muy Bajo o un evento de Riesgo Bajo.

De acuerdo a los resultados de la **Modelización de un Derrame de Hidrocarburos** (70 m^3 de HFO) desde la FLNG (ver Anexo 6-5), si el derrame no es controlado, es muy probable que los hidrocarburos lleguen a la costa y afecten de manera directa a los sedimentos. Los peores escenarios se dan cuanto más rápido llegue la mancha a la costa, porque es cuando la masa total de HC en suspensión y el espesor de la mancha adquieren los valores máximos. Esto sucede tanto en invierno como en verano, con viento del Este y en el caso del invierno con viento variable (con predominio del Este al producirse el derrame), dado que estos vientos desplazan la mancha directamente hacia la costa cercana. No obstante, el espesor máximo de la mancha al llegar a la costa se mantiene por debajo de 0,2 mm en todos los casos.

El tiempo mínimo de arribo a la costa es del orden de poco más de un día para escenarios con vientos del cuadrante Este – Sudeste, e incluso algo menor al día para el escenario con viento variable en invierno, lo que pone en evidencia la necesidad de contar con un plan de contención de iplementación inmediata para evitar la dispersión de la pluma. En este caso, el espesor máximo de la mancha al llegar a la costa es de 0,19 mm.

Las condiciones de viento predominantes que favorecerían el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas.

Cuando una mancha de hidrocarburos llega a la costa los hidrocarburos pueden ser absorbidos por los sedimentos. La capacidad de los sedimentos para absorber los hidrocarburos depende de varios factores, como la granulometría, la composición orgánica y la porosidad del sedimento, así como las características del propio hidrocarburo. Los sedimentos finos, como arcillas y limos, tienen una mayor superficie específica y mayor capacidad de retener hidrocarburos debido a su estructura y carga superficial. Estas partículas pequeñas tienden a formar capas cohesivas que atrapan los hidrocarburos en sus poros. Además, los sedimentos con un alto contenido de materia orgánica también son más susceptibles a retener hidrocarburos, ya que estos compuestos tienden a unirse a la materia orgánica por afinidad química. En sedimentos más gruesos, como arenas o gravas, la absorción de hidrocarburos es menor debido a su menor superficie específica. Sin embargo, en estos casos, los hidrocarburos pueden penetrar en los poros intersticiales, quedando atrapados entre los granos de sedimento.

Una vez absorbidos, los hidrocarburos pueden permanecer en los sedimentos durante largos periodos de tiempo. Pero no siempre permanecen inmovilizados. Eventos de resuspensión, como tormentas, mareas fuertes, o la actividad humana (drenaje, dragado), pueden remobilizar los sedimentos contaminados, liberando los hidrocarburos nuevamente a la columna de agua. Esto puede causar pulsos intermitentes de contaminación en áreas donde los niveles de hidrocarburos habían disminuido superficialmente.

Además, la presencia de hidrocarburos en los sedimentos puede alterar sus propiedades físicas, como la porosidad y cohesión, afectando la dinámica sedimentaria. Los sedimentos contaminados pueden volverse más compactos y menos permeables, lo que puede tener consecuencias en la estabilidad del lecho marino y en los flujos de agua intersticial.

Así, este impacto se considera de intensidad media, temporal, extenso, acumulativo y reversible en el mediano plazo. En cuanto a su probabilidad, como ya se ha mencionado, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, la probabilidad de ocurrencia aumenta, pero no deja de ser un evento de Periodicidad Irregular.

4.1.3 Aguas Marinas: Calidad Físico-Química

Durante las **Tareas Constructivas** de la infraestructura necesaria para la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM (gasoducto tramo submarino 2 y Dispositivo de amarre de la FLNG) que implican movimientos del lecho se podrá afectar la calidad física del agua por resuspensión de sedimentos en la columna de agua.

Los principales efectos sobre la calidad del agua son:

- Incremento en la turbidez. La resuspensión de sedimentos finos, como limos y arcillas, aumenta la concentración de partículas en suspensión, lo que eleva la turbidez del agua. Un mayor nivel de turbidez reduce la claridad del agua y puede afectar la penetración de la luz solar, y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, disminuyendo los niveles de oxígeno disuelto.
- Liberación de nutrientes. Los sedimentos suelen actuar como depósitos de nutrientes, como nitrógeno y fósforo. Cuando estos sedimentos se resuspenden, estos nutrientes pueden liberarse al agua, lo que puede causar un aumento en su concentración.
- Reducción del oxígeno disuelto. La resuspensión de materia orgánica presente en los sedimentos puede aumentar la demanda biológica de oxígeno (DBO) en el agua. A medida que las bacterias descomponen esta materia orgánica, consumen oxígeno, lo que puede reducir aún más los niveles de oxígeno disuelto.

En todos los casos, se trata de impactos inmediatos pero de persistencia fugaz y reversible en el corto plazo. No obstante, algunas de las tareas previstas revisten un movimiento de sedimentos más importante, lo que intensifica el efecto sobre la calidad del agua. Tal es el caso de la apertura de trinchera en la **Aproximación costera**, donde la presencia de restinga contempla el posible uso de explosivos. Si bien se prevé trabajar sobre la zona de restinga con bajamar, los materiales sueltos se incorporarán a la columna de agua ni bien suba la marea. Por otro lado, el **Dispositivo de amarre** requiere la construcción de una base fundada sobre los tres pilotes que se hincan en el fondo marino y se rellena con material adecuado para asegurar su estabilidad y capacidad de carga.

También existe un potencial impacto sobre la calidad del agua ligado a las pruebas hidrostáticas durante la **Puesta en Marcha y Ensayos de la FLNG**. Las pruebas hidrostáticas de equipos de GNL (por ejemplo, tanques de almacenamiento, sistemas de tuberías de instalaciones, conexiones de tuberías de transmisión y otros equipos) implican pruebas de presión con agua durante la puesta en servicio de la unidad para verificar su integridad y detectar posibles fugas. Se pueden agregar aditivos químicos al agua para evitar la corrosión interna. Se pueden emplear pruebas neumáticas con aire seco o nitrógeno para tuberías y componentes criogénicos.

De acuerdo a la Descripción del Proyecto (ver Capítulo 3) se estima que el volumen de fluido por descartar será reducido y no contendría sustancias aceitosas ni productos químicos, no obstante, se conducirá al separador de líquidos aceitosos para su tratamiento previo al vuelco. Por lo tanto, se descarta un potencial impacto sobre la calidad del agua.

Para la **Etapa Operativa**, las acciones que podrían generar impactos sobre la calidad del agua son el uso y la descarga de agua de mar durante la operatoria normal de la FLNG y, particularmente, las descargas del sistema refrigerante y la planta de osmosis inversa durante el **Proceso de Licuefacción** (descargas con una temperatura mayor y una concentración de sales mayor, respectivamente, a la condición de base).

Para analizar el impacto del incremento de la temperatura y la salinidad del agua, se llevó a cabo la **Modelación de las Plumas Térmica y de Salinidad desde la FLNG MKII** (ver Anexo 6-4), donde se evalúa la extensión y la magnitud de las plumas térmica y de salinidad ante diferentes condiciones climáticas (verano, invierno, viento en calma, distintos escenarios de dirección de un viento intenso persistente y escenarios históricos con vientos variables de direcciones desfavorables).

Dado que la operación de la FLNG MKII se efectuará estando la FLNG Hilli Episeyo en funcionamiento dentro de su área de influencia, se modelan las descargas de ambas FLNG funcionando en simultáneo.

Incremento de la temperatura

Si bien la demanda total de agua de enfriamiento puede variar (ver Capítulo 3: Descripción del Proyecto), se adopta para la modelación una demanda constante de 69.820 m^3/h para la FLNG MKII. Para la modelación de la descarga de la FLNG Hilli Episeyo se toma la demanda constante de 53.290 m^3/h informada en el EIA antecedente. El agua descargada desde los sistemas de refrigeración tendrá un incremento máximo de temperatura de 10°C.

Se adoptó una diferencia de 0,25°C como umbral mínimo para representar las diferencias de temperatura. Por debajo de ese valor, se considera que el efecto del gradiente térmico generado sobre el ambiente es despreciable.

De acuerdo a los resultados de la modelación de las descargas de ambas FLNG funcionando en simultáneo, la presencia de la descarga de la FLNG MKII genera un campo de incremento de temperatura que se superpone con el de la FLNG Hilli Episeyo, por lo cual la acción de cada FLNG induce un incremento de temperatura también en el entorno de la otra.

También se puede apreciar que para las condiciones de calma durante un período prolongado de 14 días y de vientos variables principalmente del Este en invierno, el incremento de temperatura llega a la costa para la capa superficial e intermedia con valores del orden de 0,25ºC. La pluma térmica alcanza las cercanías de la costa en la capa de fondo con un incremento de temperatura del orden de 0,25ºC solamente durante el invierno. En cambio, en la capa de fondo se produce una leve afectación del orden de 0,25ºC de incremento de temperatura en un entorno de 25 metros alrededor de la FLNG Hilli Episeyo y de 50 metros para la FLNG MKII en condiciones de calma.

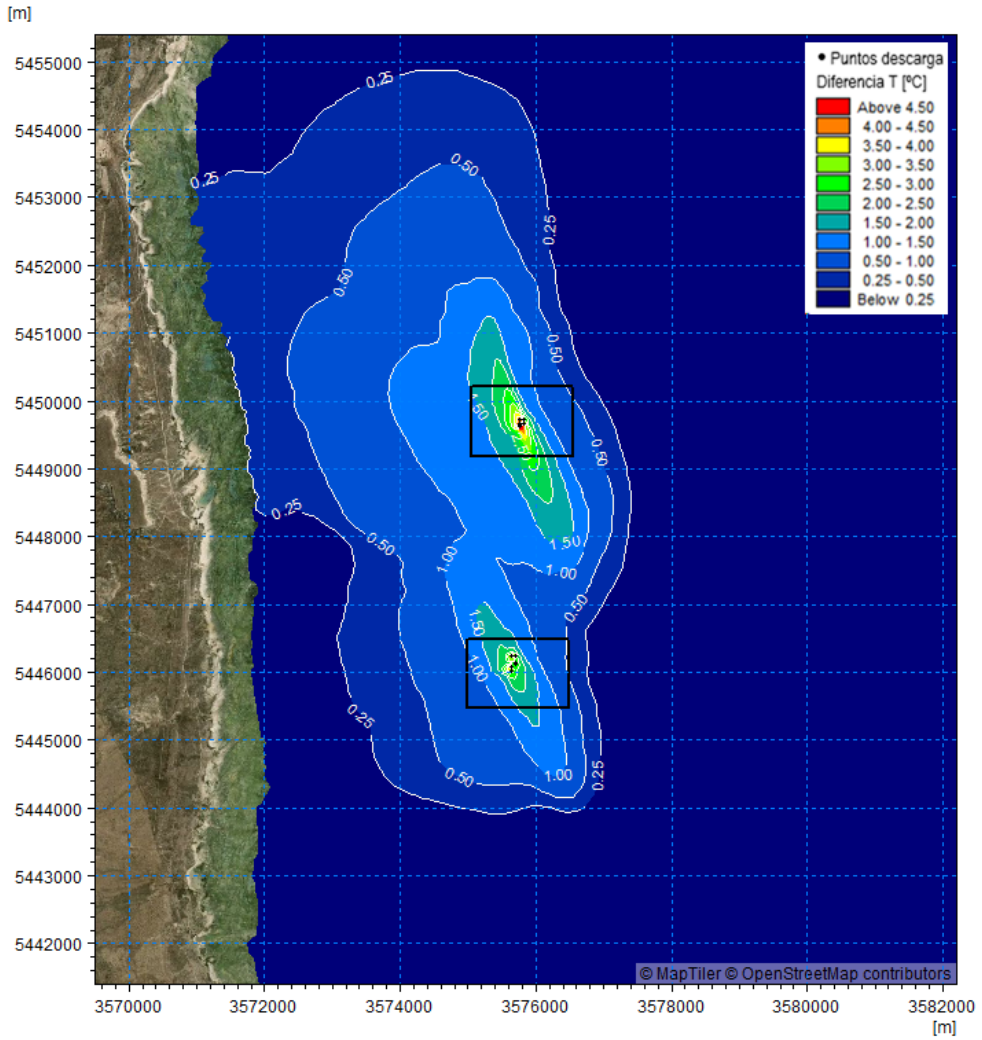


Figura 8. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Escenario Invierno EI-C (Calma).

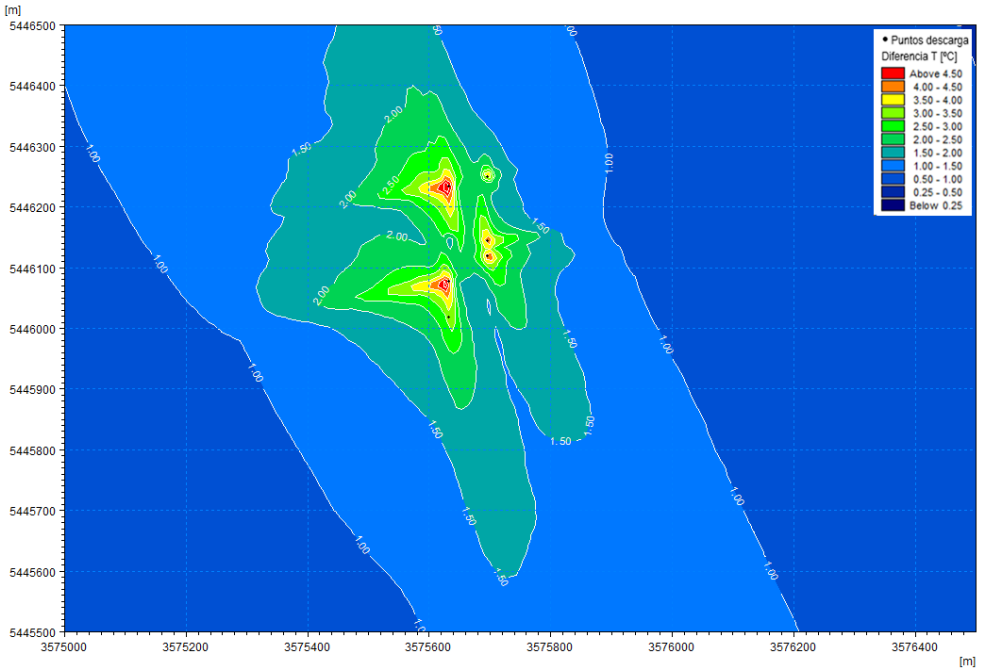


Figura 9. Diferencia de temperatura (ºC) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

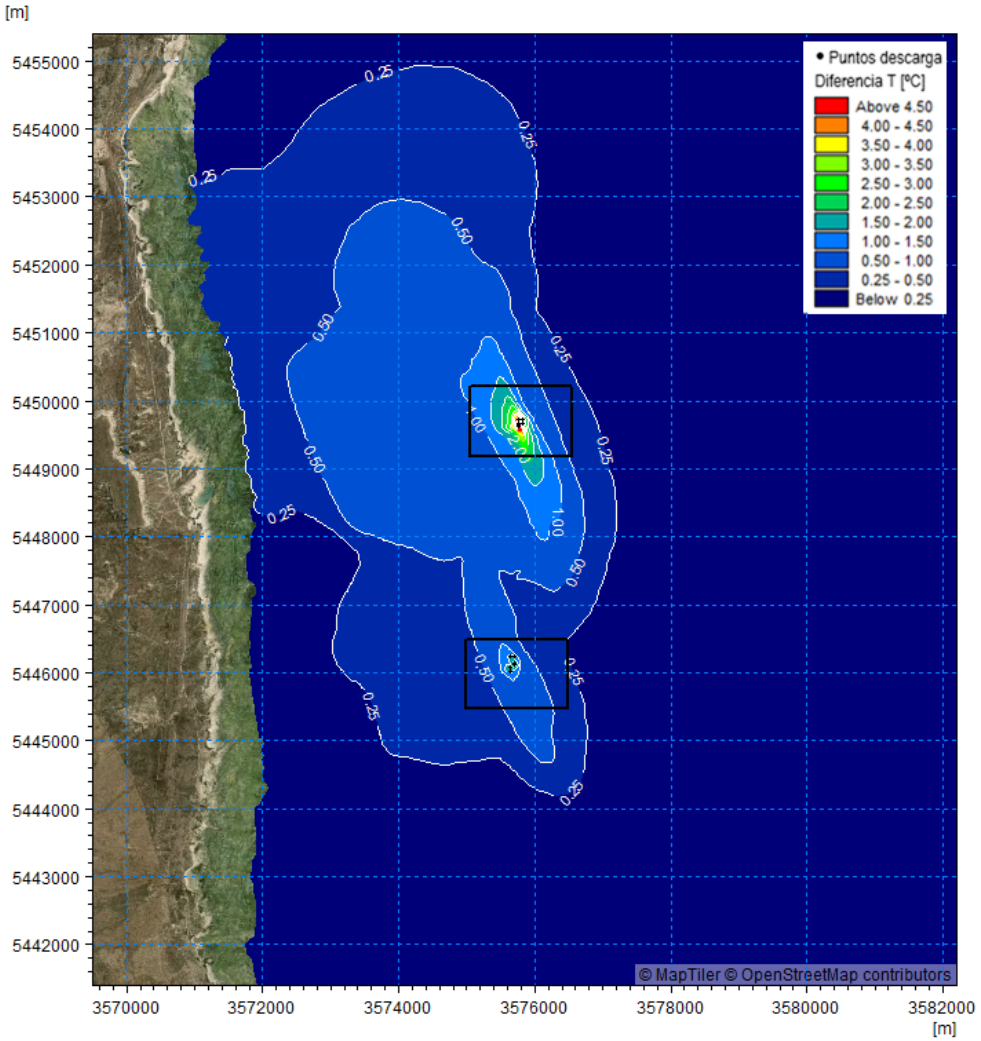


Figura 10. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Escenario Invierno EI-C (Calma).

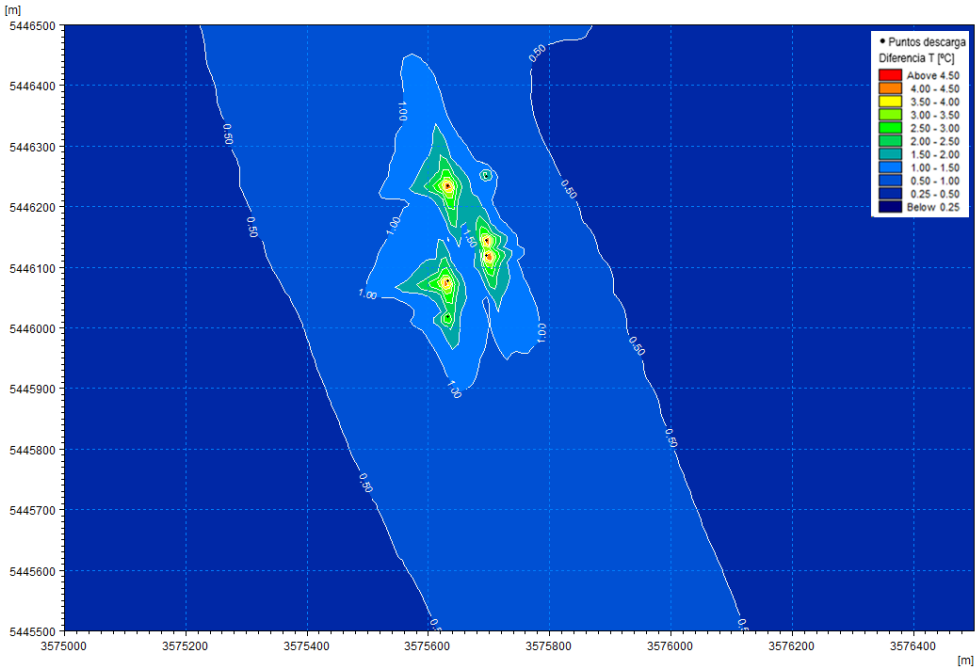


Figura 11. Diferencia de temperatura (ºC) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

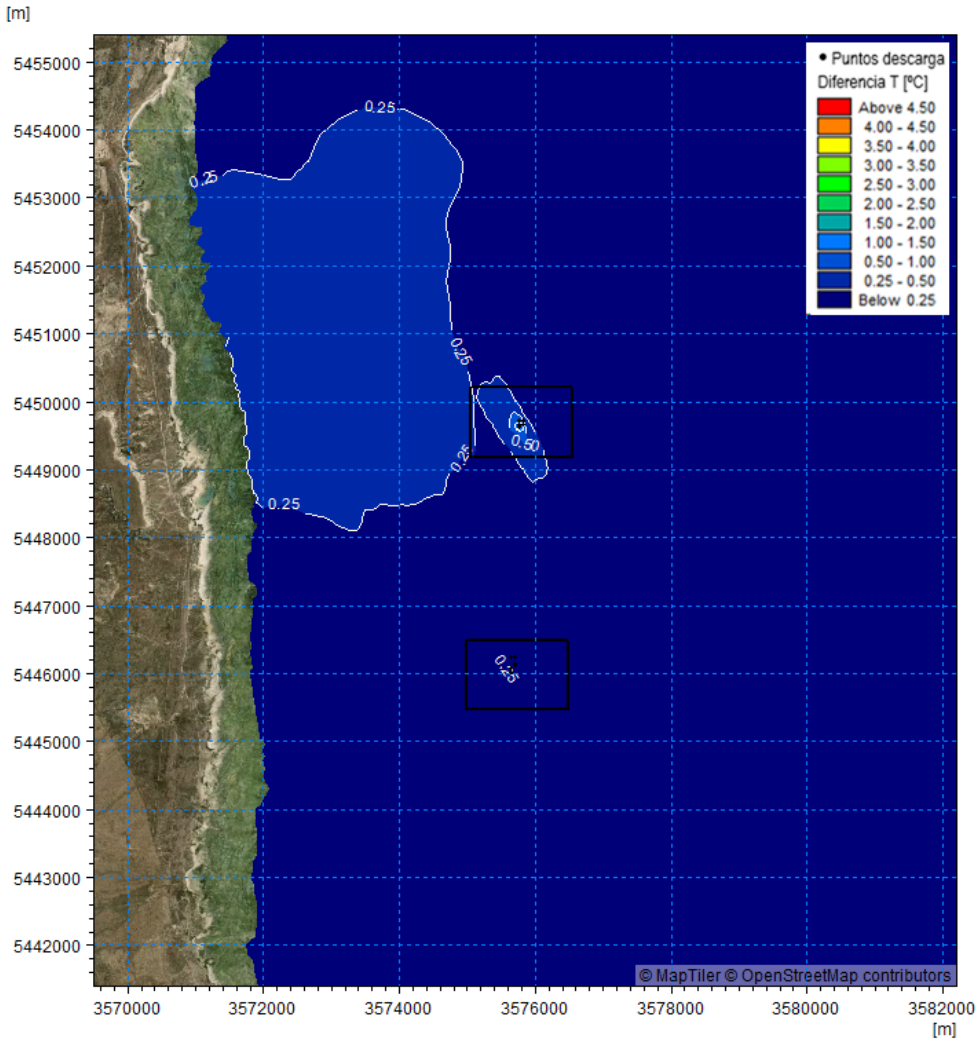


Figura 12. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Escenario Invierno EI-C (Calma).

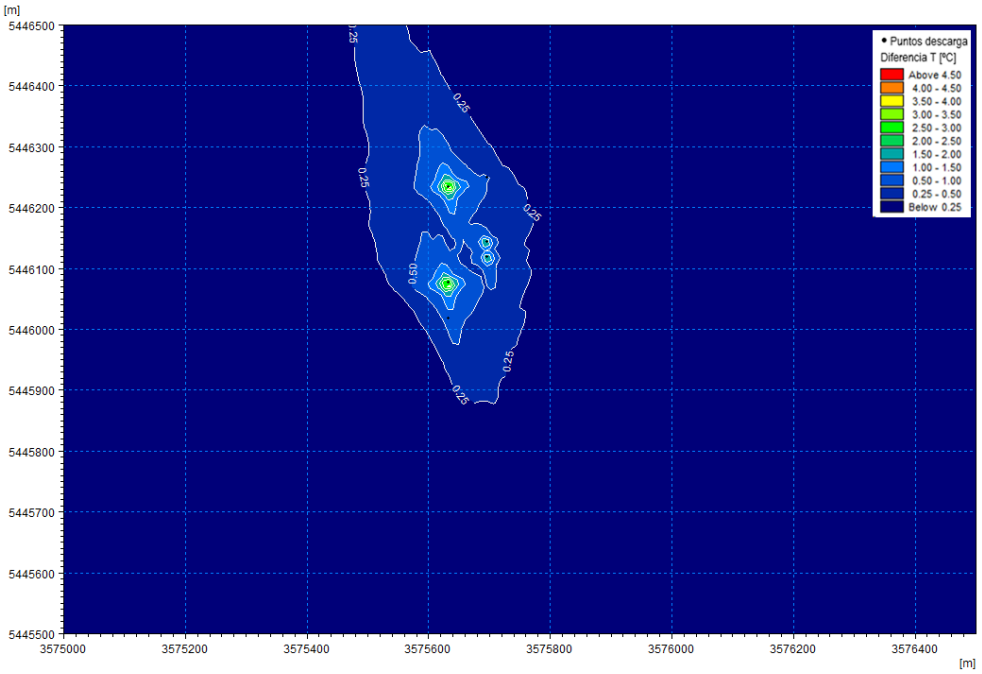


Figura 13. Diferencia de temperatura (ºC) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

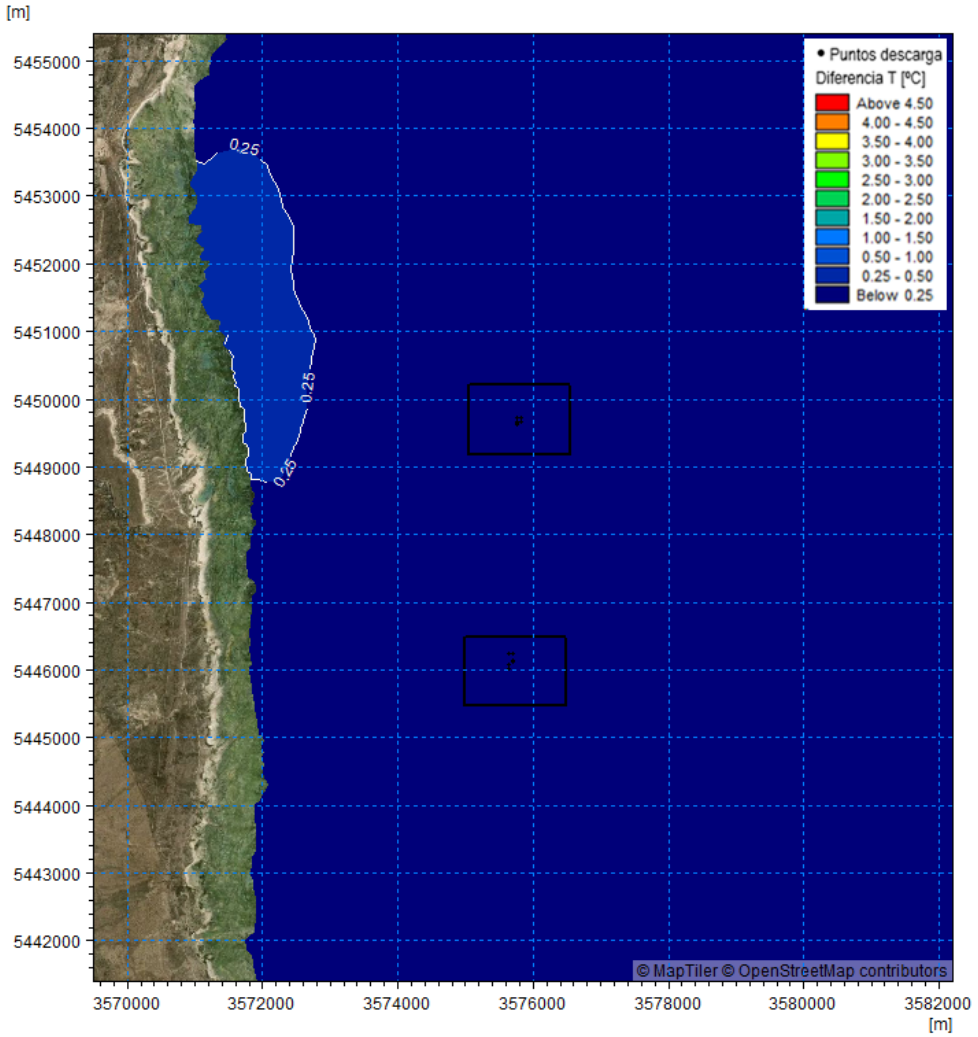


Figura 14. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Escenario Invierno EI-C (Calma).

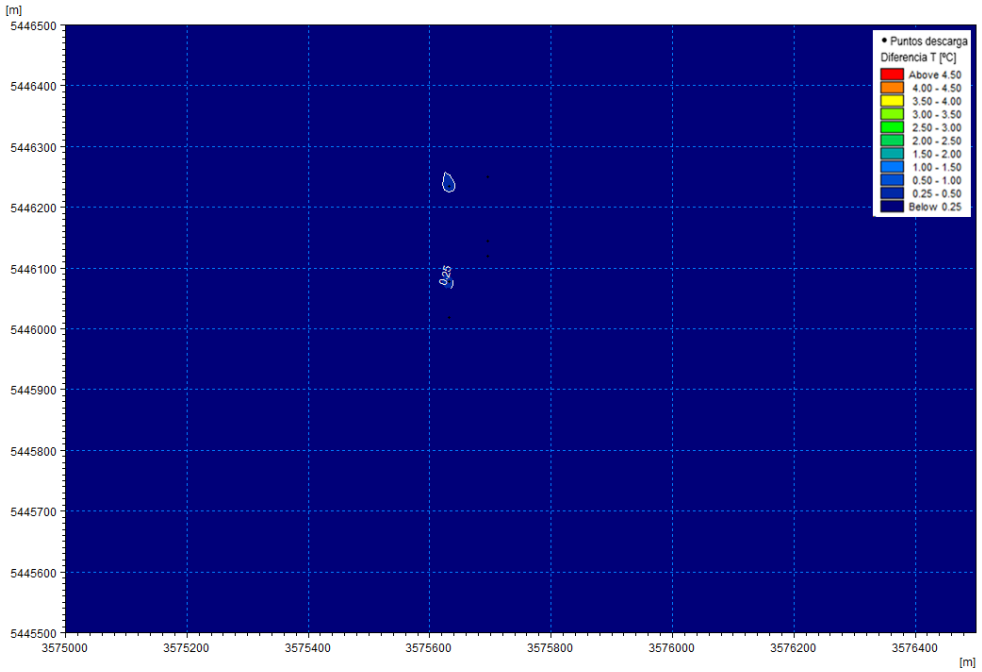


Figura 15. Diferencia de temperatura (ºC) en la capa inferior. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

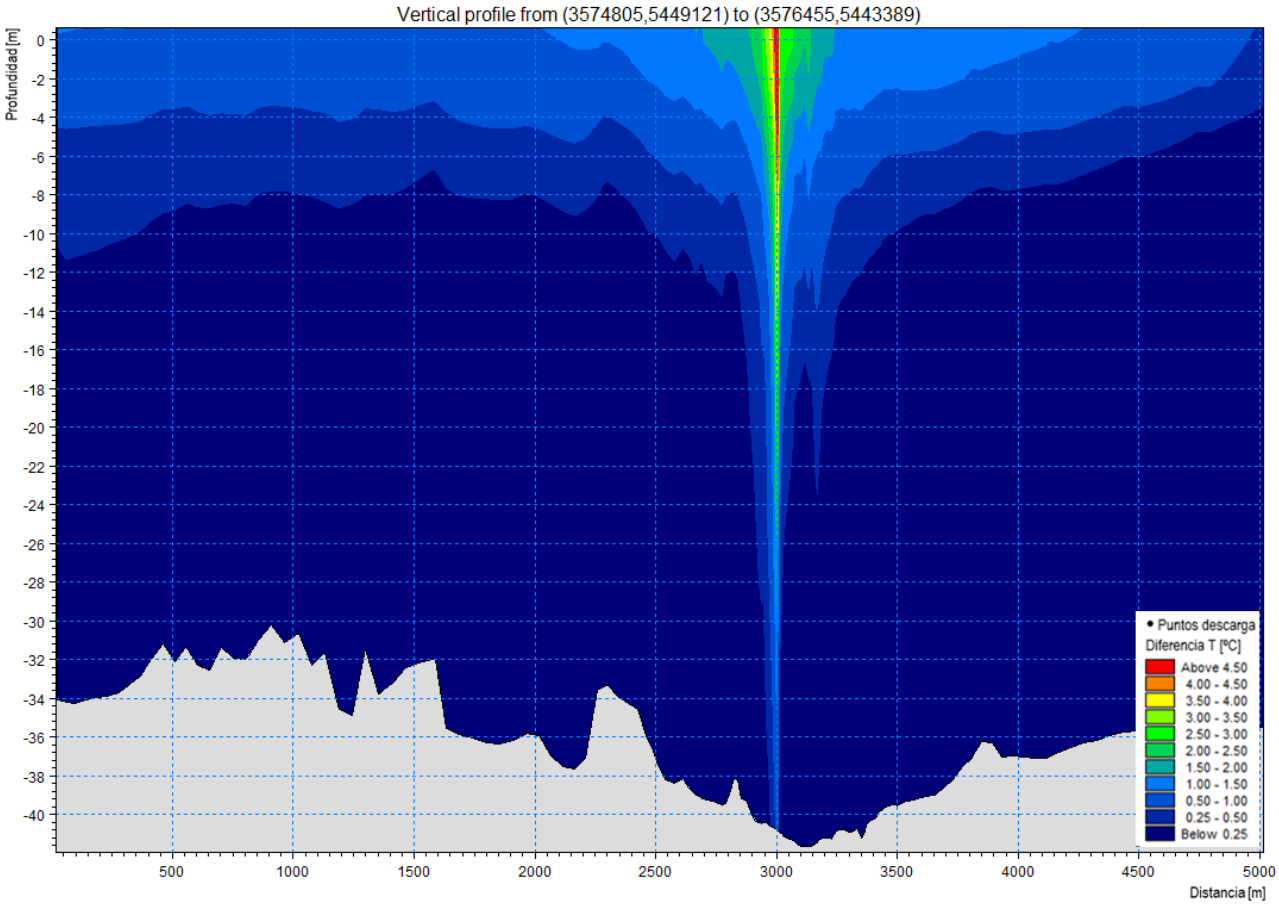


Figura 16. Diferencia de temperatura (°C). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Invierno EI-C (Calma).

En función de los lineamientos de la Guía IFC (2017) para Instalaciones de GNL, el agua de refrigeración debe descargarse a las aguas superficiales en un lugar que permita la máxima mezcla de la columna térmica para garantizar que la temperatura esté dentro de los 3°C de la temperatura ambiente en el borde de una zona de mezcla que debe tener en cuenta la calidad del agua ambiental, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación. En este sentido, la modelación realizada permite observar que solo se registraría una superación de 3°C de la condición de base de la temperatura del agua en un escenario de calma y únicamente en superficie. Esta superación no se extendería a más de 100 metros de la FLNG Hilli Episeyo y 400 metros de la FLNG MKII, únicamente en las capas más superficiales y considerando el peor escenario.

Por lo tanto, se considera que el impacto sobre la calidad del agua producto de las descargas térmicas del Proceso de licuefacción es de intensidad media, considerando la incorporación de una nueva descarga que se suma a la anterior, y extensión puntual.

Incremento de la salinidad

Cada FLNG tendrá tres máquinas de generación de agua dulce por ósmosis inversa (plantas de RO), con dos plantas operando simultáneamente y la tercera como respaldo.

- Se espera que cada planta de RO de la FLNG Hilli Episeyo produzca 120 toneladas/día de agua dulce, consumiendo 12,2 m³/h de agua de mar y descargando salmuera a una tasa de 7,2 m³/h. Con dos plantas operando simultáneamente, la descarga total del buque será de 14,4 m³/h (4 l/s). Se espera que el agua descargada tenga una salinidad de alrededor de 60 ppt (partes por mil), que es prácticamente equivalente a 60 PSU. La descarga al mar se produce desde la Sala de Máquinas, a una profundidad aproximada de 5 m.

- La FLNG MKII descarga salmuera a una tasa de 9,8 m³/h. Con dos plantas operando simultáneamente, la descarga total del buque será de 19,6 m³/h (5,5 l/s). Se espera que el agua descargada tenga una salinidad de alrededor de 60 ppt (partes por mil), que es prácticamente equivalente a 60 PSU. La descarga al mar se ubica próxima a la descarga de agua de enfriamiento de Mantenimiento y Utilidades de estribor, a una profundidad de 6 m.

Los resultados obtenidos muestran que, en este caso, la superposición entre los campos de incremento de salinidad generados por ambas FLNG es débil, encontrándose en general por debajo de un incremento de 0,001 PSU, alcanzando en algunos escenarios y en las capas superficiales el rango de 0,003 PSU. Este incremento representa un 0,01% del valor típico de la salinidad del agua marina en el área de estudio.

Solamente en el entorno cercano de cada FLNG y en las capas más superficiales, se superan valores de incrementos de salinidad de 0,025 PSU, lo cual es inferior a un 0,1% de los valores normales en el agua marina. Los escenarios de calma presentan en general mayores incrementos de salinidad cerca de cada FLNG, así como los escenarios de viento variable son aquellos en los que la pluma de incremento de salinidad se acerca más a la costa. Allí, el incremento de salinidad para algunos escenarios alcanza un orden de magnitud entre 0,001 y 0,002 PSU en la capa inferior, lo cual es inferior a un 0,01% de los valores normales de salinidad en el agua marina.

Las fluctuaciones de salinidad tampoco presentan una tendencia creciente en el tiempo una vez que transcurre un breve período de estabilización de sus magnitudes.

Estos resultados evidencian que el impacto de las descargas de las FLNG resulta despreciable en relación con las fluctuaciones normales de la salinidad en el agua del golfo.

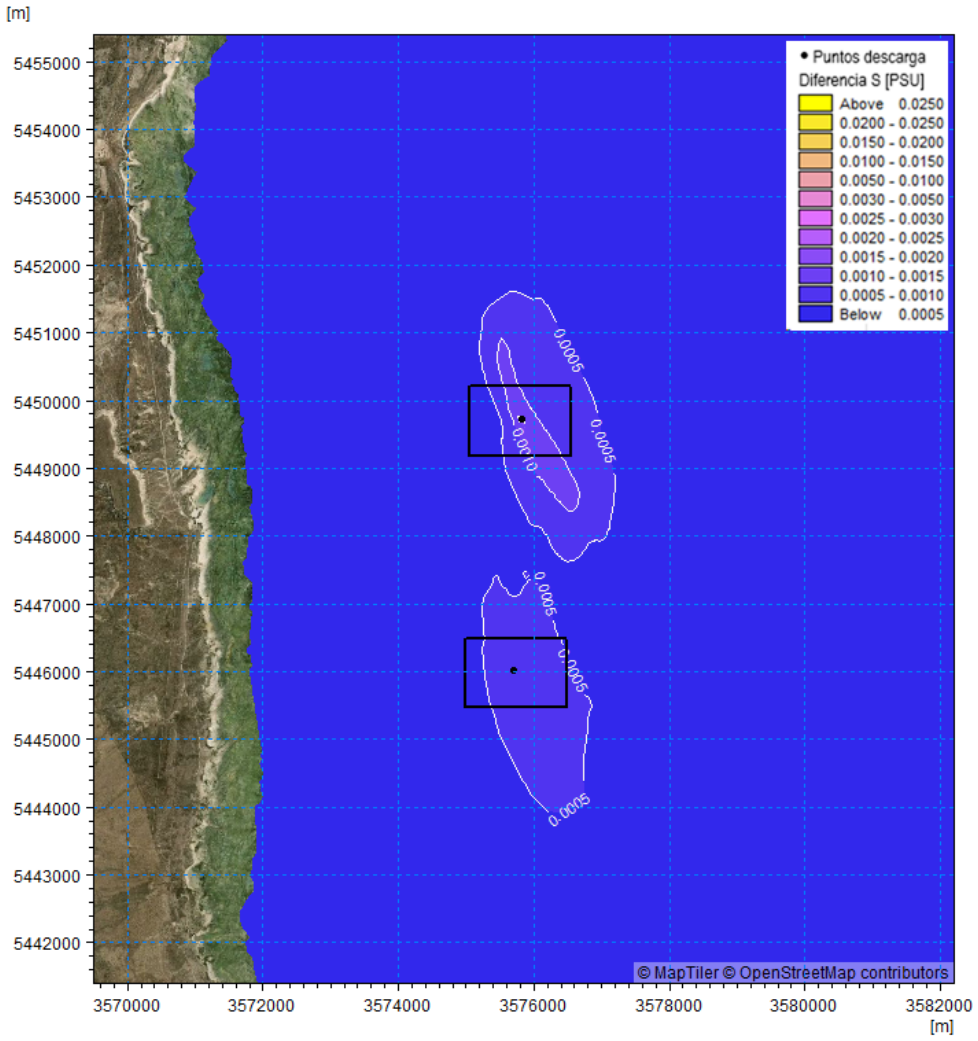


Figura 17. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Escenario Verano EV-C (Calma).

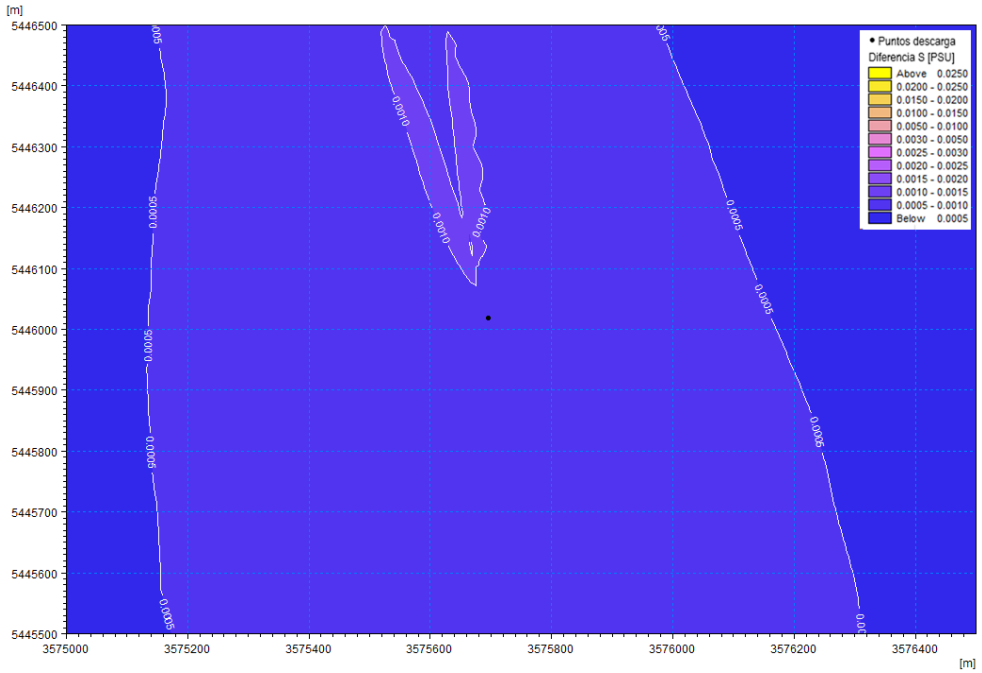


Figura 18. Diferencia de salinidad (PSU) en capa superficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

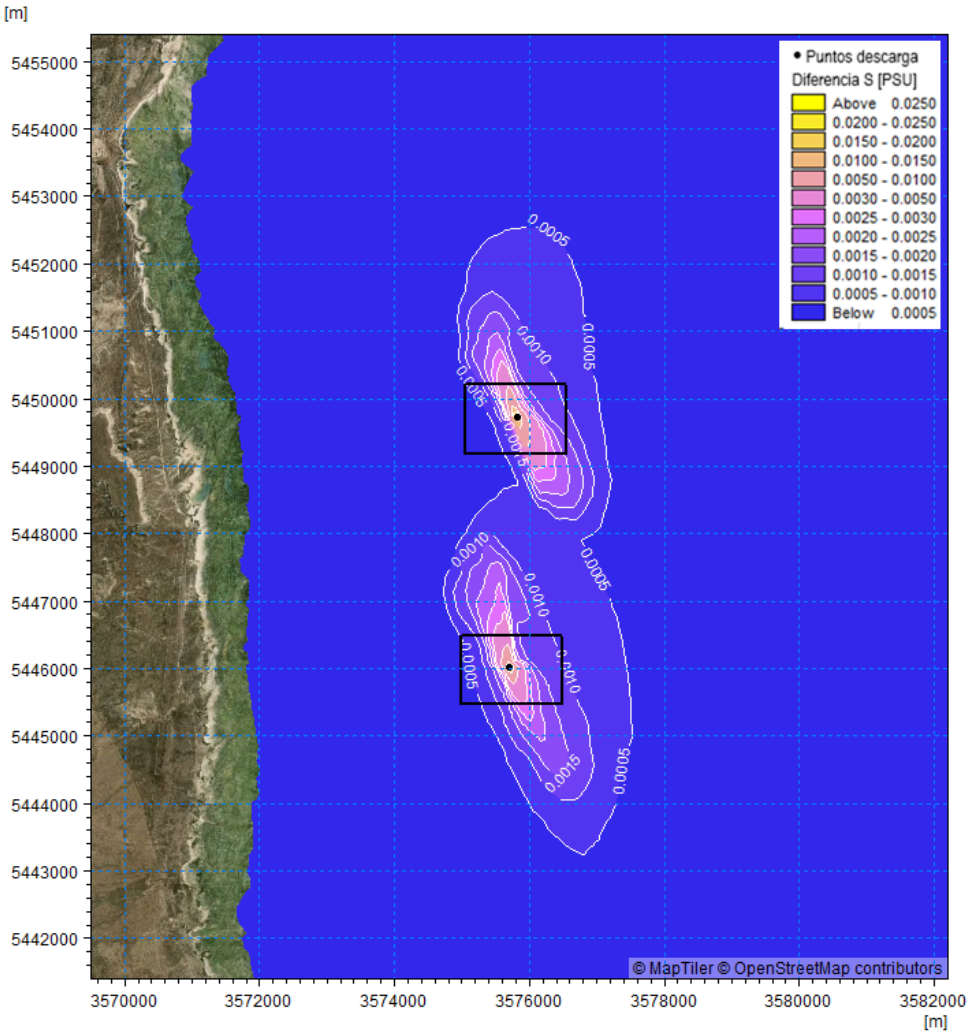


Figura 19. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Escenario Verano EV-C (Calma).

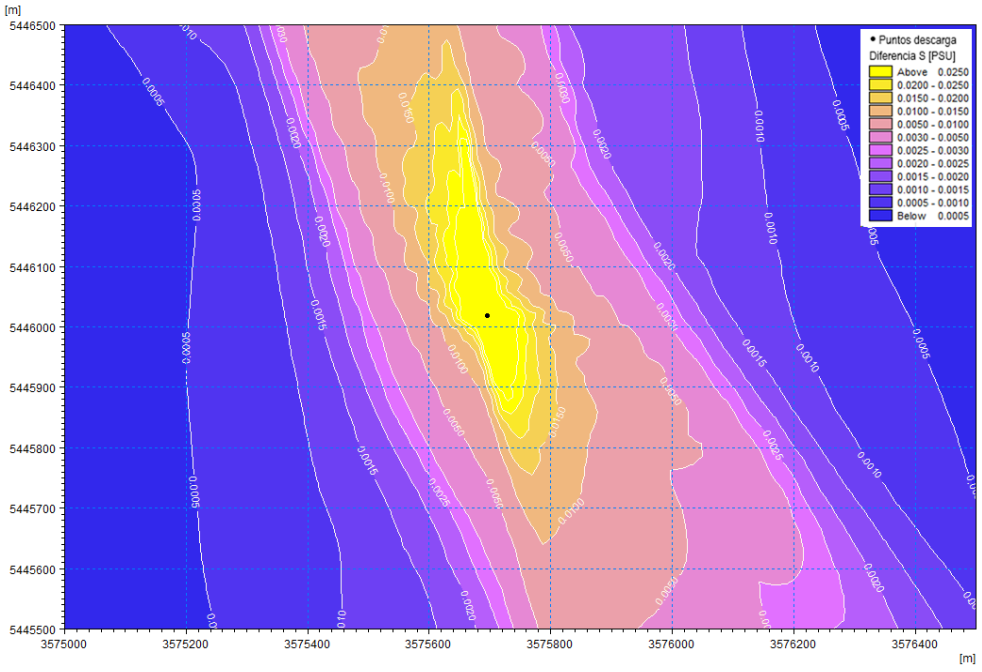


Figura 20. Diferencia de salinidad (PSU) en capa subsuperficial. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

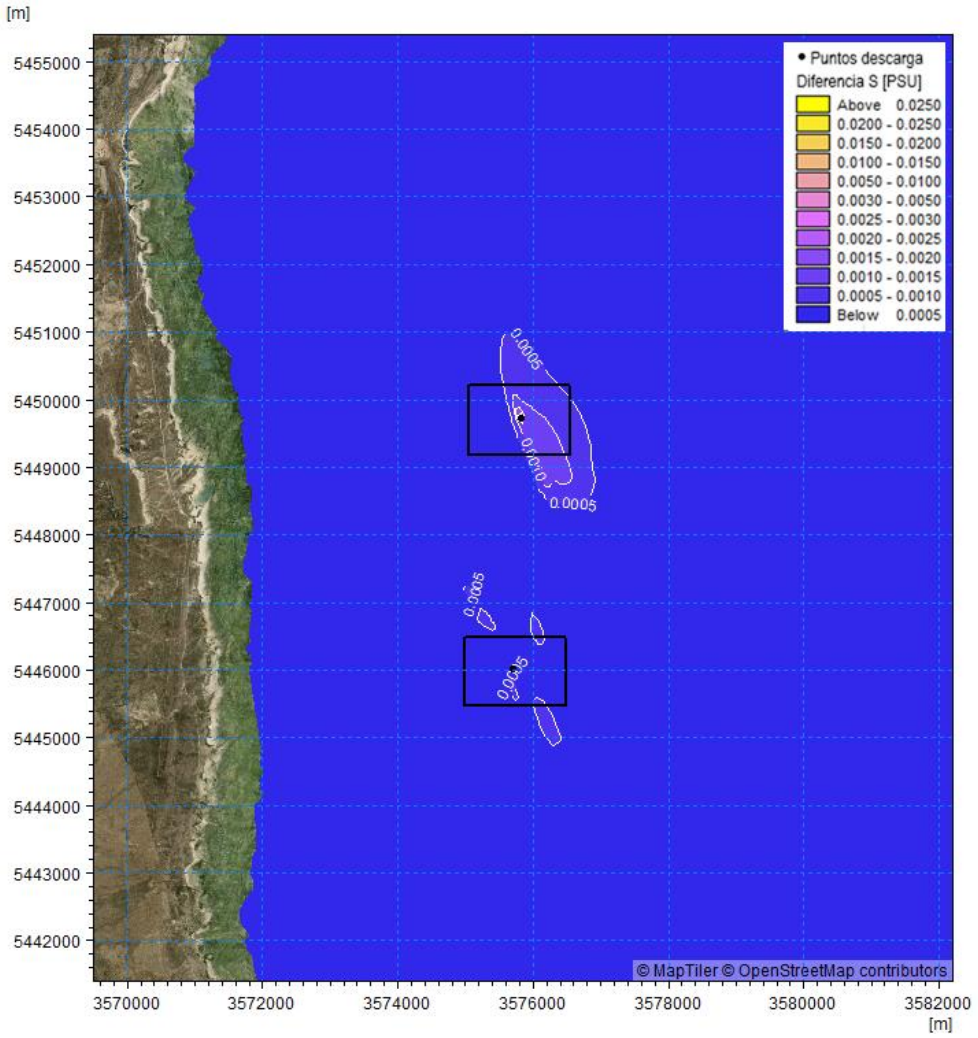


Figura 21. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Escenario Verano EV-C (Calma).

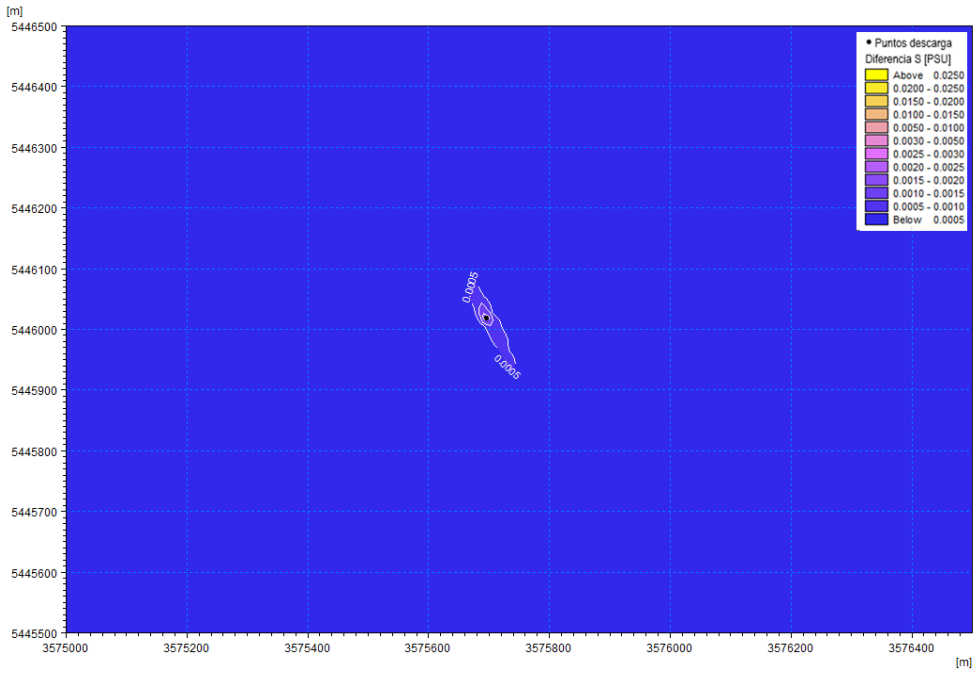


Figura 22. Diferencia de salinidad (PSU) a profundidad media. Detalle del resultado del modelo refinado alrededor del buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

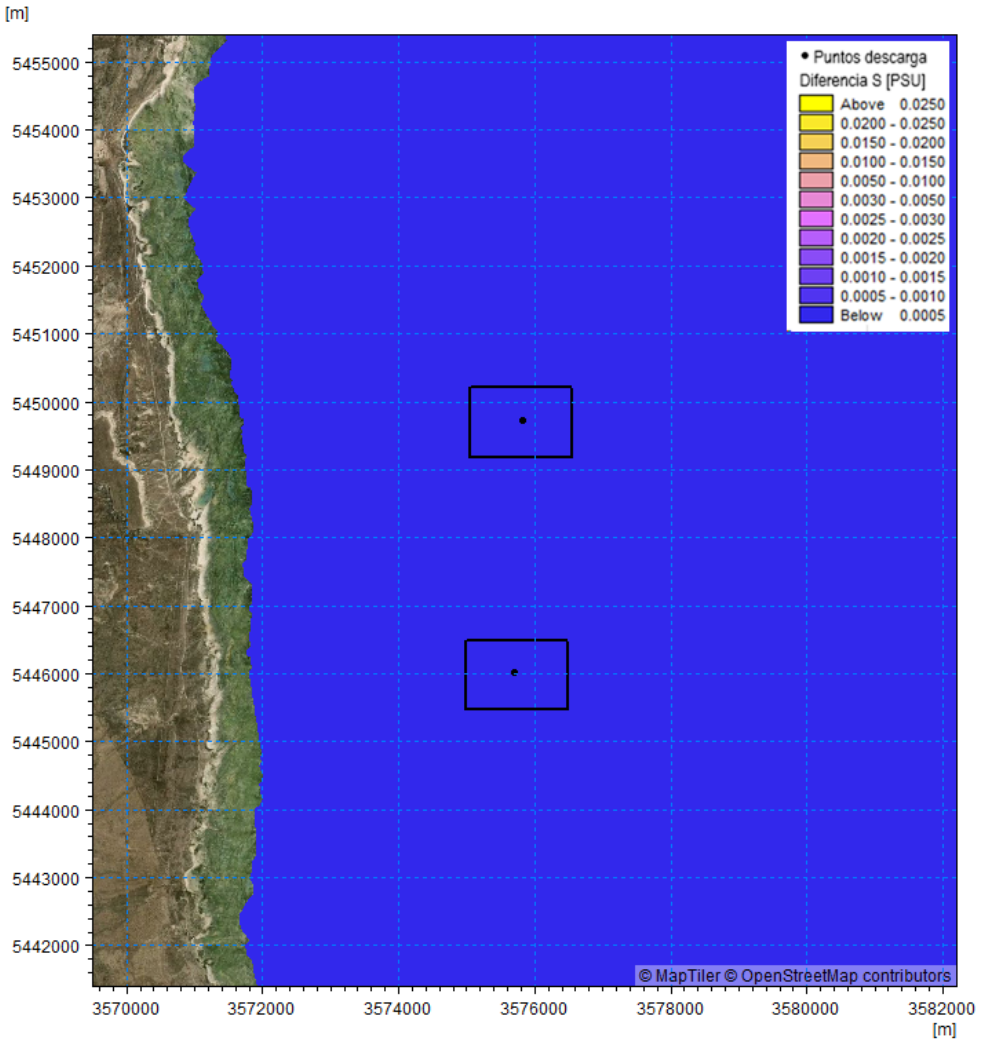


Figura 23. Diferencia de salinidad (PSU) en la capa inferior. Escenario Verano EV-C (Calma).

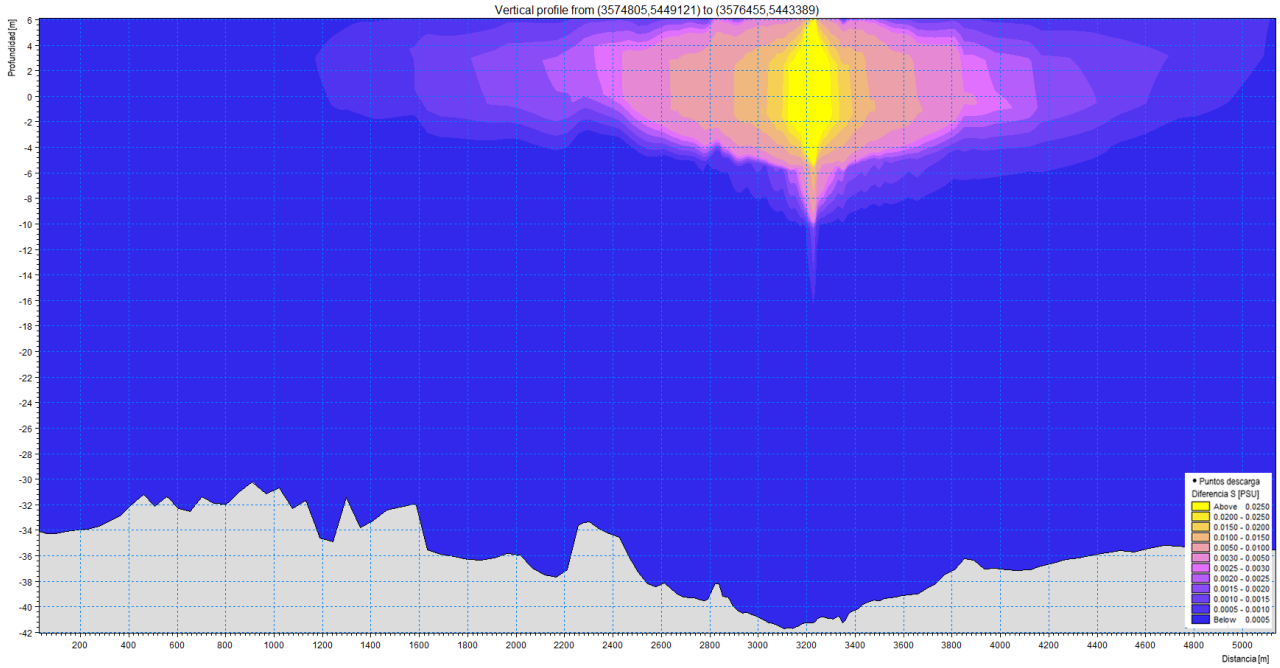


Figura 24. Diferencia de salinidad (PSU). Perfil a lo largo de la envolvente de diferencias máximas, en dirección NNO a SSE para el buque MKII. Escenario Verano EV-C (Calma).

Para prevenir el crecimiento de organismos que pueden adherirse a las paredes de las tuberías y generar obstrucciones parciales o totales de los sistemas de enfriamiento, se realizará una electrólisis para la producción de cloro a partir de las moléculas de sal del agua de mar. Este compuesto estará presente en el agua de vertido junto con subproductos como el hipoclorito, el hidrógeno y la sal. La rápida disociación del hipoclorito resulta en una baja concentración de cloro en estos efluentes.

En este sentido, la misma Guía IFC (2017) para Instalaciones de GNL establece que la concentración de cloro libre (oxidante residual total en agua) en las descargas de agua de refrigeración (tomado en el punto de descarga) debe mantenerse por debajo de 0,2 ppm.

Más allá de la descarga del agua de enfriamiento y el rechazo de la planta de osmosis inversa, la **Operación** normal del buque FLNG generará otros tipos de efluentes:

- Aguas residuales. Son los efluentes generados por el uso de las dependencias sanitarias. Se dirigirán a la Planta de Tratamiento para el ajuste de parámetros previo a su vuelco. En este sentido, se dará cumplimiento a los requisitos de MARPOL especificados por la Resolución MEPC 227(64) de la Organización Marítima Internacional para el Anexo IV de MARPOL de la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques. No obstante, la descarga al mar del agua tratada deberá cumplir los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías. El volumen de aguas residual generado en la FLNG variará según el número de personas a bordo y típicamente puede oscilar entre 10 m³/día durante las operaciones normales y 30 m³/día durante eventos de mantenimiento.

- Agua de sentina. El agua de sentina (o agua oleosa) es aquella que contiene trazas de aceites y fluidos procedentes de las distintas áreas de máquinas del buque. La FLNG está equipada con un Sistema de Separación de Aceites a fines de cumplir con el límite de descarga al mar para el agua de sentina que debe tener un contenido de aceite inferior a 15 mg/l (Edición Consolidada de MARPOL 2011; MARPOL, 2011). El aceite residual se dirige a un tanque de aceite usado que es luego llevado a tierra para su tratamiento y disposición final. El agua ya tratada, que cumple con las especificaciones de calidad, podrá ser descarga al mar. No obstante, esta descarga deberá cumplir los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías.

- Drenajes. Los drenajes consisten principalmente en agua de lavado o agua de escorrentía de lluvia. El drenaje de las áreas que pueda aportar pequeñas cantidades de aceite se dirigirá a un sumidero, para ser luego enviado al Sistema de Separación de Aceites. Estas áreas estarán delimitadas para garantizar que el agua de drenaje fluya hacia el sumidero en lugar de directamente al agua. Las áreas de la cubierta donde se manipula GNL no estarán delimitadas. Aquí, el agua de drenaje de la cubierta se dirigirá inmediatamente al mar como medida de seguridad del diseño.

- Agua de lastre. El buque FLNG está equipado con un sistema de lastre que permite una gestión satisfactoria de la carga, el calado y el trimado en todas las condiciones operativas y meteo-oceánicas, incluyendo el transporte del buque a su ubicación operativa (remolque marítimo), instalación, mantenimiento en alta mar y otras condiciones operativas. Durante el viaje desde su lugar de origen hasta su lugar de destino, el agua de lastre se intercambiará en alta mar de acuerdo con la Convención de Agua de Lastre de la OMI. De esta manera, no se transportarán organismos/especies marinas potencialmente invasivas desde el puerto de salida para su liberación en el puerto de destino. Esta salvaguardia ambiental es un requisito para todas las embarcaciones involucradas en el comercio internacional. En el sitio de amarre de la FLNG, el agua de mar de lastre que se tome en el barco se obtendrá localmente durante la descarga de GNL a los buques metaneros; esta misma agua de mar será bombeada nuevamente cuando el buque FLNG se haga más pesado con el llenado de sus tanques de almacenamiento durante el proceso de producción de GNL.

Aquí, resulta importante señalar que estos tipos de efluentes son normales a la operación de cualquier embarcación transatlántica, y en principio cumplirían con las concentraciones y las condiciones de vuelco establecidos por la normativa internacional y nacional. No obstante, al tratarse de una embarcación que permanecerá operativa amarrada a un punto fijo durante toda la vida útil del proyecto (20 años) en un ambiente particularmente sensibles como lo es el Golfo San Matías, será fundamental ratificar o definir nuevos requerimientos con Prefectura Naval Argentina, considerando la condición de permanencia del buque y la sensibilidad del sitio.

Por tanto, asumiendo una actitud conservadora, se señala un impacto sobre la calidad del agua, vinculado a estos efluentes.

Pero los impactos más importantes sobre el agua se podrán desencadenar en caso de una **Contingencia**.

El **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los que pueden afectar la calidad del agua son:

- **Fuga de gas natural desde el gasoducto submarino**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de GNL (a -162 °C) al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en Riesgos Bajos para los eventos Fuga de gas natural desde el ducto submarino y Derrame de hidrocarburos al agua y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua.

Más arriba se describen en detalle cada uno de estos sucesos (ver CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL). Pero particularmente en cuanto a la afectación del agua ante una **Fuga de gas natural desde el gasoducto submarino**, es importante señalar que el metano disuelto se oxidará a dióxido de carbono y agua, lo que provocará una toxicidad baja o inexistente en la columna de agua. Teniendo en cuenta este comportamiento y el insignificante contenido de sulfuro de hidrógeno del gas natural, el impacto en la calidad del agua será poco significativo.

En un **Derrame de GNL al agua**, el contacto inmediato del líquido criogénico a una temperatura extremadamente fría (-162°C) con el agua puede causar una drástica disminución local de la temperatura del agua, lo que puede ser letal para los organismos marinos en contacto directo. Inmediatamente, su rápida vaporización puede generar burbujas de gas que disminuyen la concentración del oxígeno disuelto en el agua circundante. La falta de oxígeno puede afectar a organismos marinos, especialmente aquellos con escasa movilidad. Si bien el metano no es tóxico para la mayoría de los organismos marinos, su rápida liberación y expansión pueden alterar el equilibrio químico del agua a corto plazo. No obstante, los efectos químicos directos son menos significativos que los impactos físicos de la temperatura y la desoxigenación.

Ante un **Derrame de HC al agua**, se desencadenan complejas transformaciones cuyas características varían en función de la composición y las propiedades de los hidrocarburos vertidos y de las condiciones ambientales propias de la zona. La dispersión de los hidrocarburos ocurre bajo la influencia de fuerzas gravitacionales y es controlada por la viscosidad de los mismos y la tensión superficial del agua. La película se dispersa rápidamente y se torna cada vez más delgada. Mientras disminuye su espesor, se va desintegrando y separando en fragmentos que se dispersan más fácilmente.

Inmediatamente después del derrame, una parte considerable de los hidrocarburos pasan rápidamente a la fase gaseosa. Además de estos compuestos volátiles, la mancha pierde los hidrocarburos solubles en agua. La mayor parte de los componentes de los hidrocarburos son solubles en agua en cierto grado, especialmente los hidrocarburos alifáticos y aromáticos de bajo peso molecular. Pero comparado con los procesos de evaporación, la disolución lleva más tiempo. Las condiciones hidrodinámicas y fisicoquímicas de la superficie afectan fuertemente la velocidad de este proceso. El resto de la fracción más viscosa disminuye su velocidad de dispersión. Con el paso del tiempo, se desencadenan distintas reacciones químicas. Generalmente se trata de procesos de oxidación que involucran reacciones fotoquímicas bajo la influencia de los rayos ultravioletas (UV). Los productos de la oxidación generalmente son más solubles en agua y pueden también presentar mayores índices de toxicidad.

La película de hidrocarburos sobre el agua reduce la transmisión de luz y la actividad fotosintética, reduciendo la producción de oxígeno y la muerte de organismos. Los desechos del zooplancton pueden contener una flora bacteriana que acelera la biodegradación de los hidrocarburos, pero aunque contribuyen a la limpieza física de la columna de agua, también puede ser la vía de incorporación de hidrocarburos potencialmente peligrosos en la cadena trófica.

Por lo tanto, el impacto de un Derrame de HC sobre la calidad del agua se considera de intensidad alta debido a la peligrosidad de los agentes contaminantes. De acuerdo a los resultados de la **Modelización de un Derrame de HC** desde la FLNG (ver Anexo 6-5), su impacto es potencialmente extenso, aunque la implementación de medidas de contención podría evitar la dispersión de la película de hidrocarburos. En cuanto a su probabilidad, como ya se ha mencionado, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, la probabilidad de ocurrencia aumenta, pero no deja de ser un evento de Periodicidad Irregular.

4.1.4 Aire: Calidad Físico-Química

Durante la **Etapa Constructiva**, tanto el **Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra** como el **Movimiento de todo tipo de embarcaciones** generará emisiones a la atmósfera de gases de combustión, afectando la calidad del aire.

Se generarán emisiones puntuales de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) compuestos orgánicos volátiles (VOC´s), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos nitrosos (NOx) que modificarán localmente la composición química del aire.

Si bien existen diferentes fuentes que aportan estos compuestos a la atmósfera, la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil en la combustión.

El monóxido de carbono (CO), surge como producto de una combustión incompleta, siendo peligroso para las personas y los animales en ambientes cerrados, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo (sustancia tóxica ya que interviene es un mecanismo fisiológico). El dióxido de carbono (CO_2) si bien es un compuesto liberado naturalmente a la atmósfera en concentraciones importantes, ha aumentado en la misma debido al uso de combustibles fósiles como fuente de energía y es considerado como uno de los gases generadores del posible efecto invernadero.

Por su parte, el dióxido de azufre (SO2), proviene principalmente de la combustión del carbón que contiene azufre, pero también puede ser incorporado durante la quema de otros combustibles que contengan este compuesto. El SO2 resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H2SO4, el cual eventualmente precipita como lluvia ácida. Este se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre, formando el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida.

El término óxidos de nitrógeno (NOx) se aplica a varios compuestos químicos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno, siendo comúnmente liberados al aire desde el escape de vehículos motorizados (principalmente los motores diesel). Son una de las principales causas del smog y de la lluvia ácida.

Los VOC´s son sustancias químicas orgánicas que incluyen la gasolina, compuestos industriales como el benceno, solventes como el tolueno, xileno y percloroetileno, entre otros. Estos se emanan de la combustión de gasolina, leña, carbón y gas natural, y de solventes, pinturas, colas y otros productos que se utilizan en el hogar o en la industria.

Conjuntamente a estos compuestos, la combustión puede generar también emisiones de material particulado, sobre todo en los equipos diesel.

Es importante destacar que para la evaluación de este impacto sobre la calidad del aire se asume que los vehículos, las embarcaciones y las máquinas utilizados se encontrarán en buen estado, garantizando una combustión adecuada.

Las **Tareas Constructivas** de la **Aproximación Costera** podrán generar ocasionalmente la suspensión de material particulado en la atmósfera producto de la apertura de trinchera en la Planicie intermareal. Si bien el material removido se encontrará mayormente húmedo, disminuyendo significativamente su dispersión en el aire, el posible uso de explosivos para la apertura de la trinchera en la zona de restinga, puede generar una afectación mayor en la calidad del aire durante estas tareas.

Durante la **Puesta en marcha y Ensayos de la FLNG**, todo el gas recibido se dirige hacia el sistema de antorchas del buque donde se quema mientras se secan las líneas de flujo y se ajusta el gas de entrada a las especificaciones. Luego, se realiza la puesta en marcha de las turbinas de gas, seguidas por los compresores de refrigerantes y la introducción de gas con purga final antes del enfriamiento de los trenes de producción de GNL.

Durante este período es posibles que las emisiones gaseosas presenten concentraciones de gases contaminantes más significativas que durante el normal funcionamiento de la unidad. Pero es importante considerar que se trata de un período de tiempo reducido.

Durante la **Operación de la FLNG** se generarán emisiones gaseosas a la atmósfera producto del funcionamiento de los principales procesos de combustión.

A efectos de evaluar las emisiones gaseosas provenientes de los Buques FLNG MKII y FLNG Hilli Episeyo operando simultáneamente, y su impacto asociado, se realizó mediante modelación matemática (ver Anexo 6-6) la simulación del comportamiento de ciertos contaminantes en la atmósfera, conforme la legislación provincial de evaluación de impacto ambiental, Ley 3.266 (modificada por Ley 3.335) y Decretos Reglamentarios 1.224/02 y 656/04, donde en adherencia a la Ley Nacional, se vela el cumplimiento de la Ley 20.284: Normas de Calidad del Aire: Anexo II. Adicionalmente, se utiliza como referencia y se realiza la comparación con los niveles de la normativa de la Provincia de Buenos Aires y sus estándares de calidad de aire fijados por el Decreto 1.074/18, siendo éstos todavía más exigentes que los estándares nacionales y equivalentes a los estándares de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USA-EPA).

Así, se modelan las concentraciones de óxidos de nitrógeno (NOx), material particulado (PM10), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO_2) a ser emitidas por el buque FLNG, conforme los métodos planteados en el Decreto 1.074/18 y la Resolución 559/19 del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires como norma de referencia.

De acuerdo a los resultados de la **Modelación de la Dispersión de las Emisiones Gaseosas**, se cumplen con los valores de referencia establecidos en la Ley 20.284 (Normas de Calidad del Aire: Anexo II), además cumplen con los estándares del Decreto 1.074/18 y la Resolución 559/19 de la Provincia de Buenos Aires, correspondiendo a la columna Estándar E°3 evaluando la concentración máxima respecto del 80% de la concentración límite, y no se encuentran excedencias en la posición de los potenciales receptores sobre la línea de costa. En consecuencia, se verifica que durante la operación simultánea de las FLNG MKII y Hilli Episeyo, todos los contaminantes analizados no superan las concentraciones límites de las normativas empleadas como referencia en el presente estudio.

Tabla 7. Resultados del modelo considerando la operación simulatánea de las FLNG MKII y Hilli Episeyo, comparado con las normativas de referencia vigentes, utilizando las concentraciones de fondo.

Parámetro	Tiempo Promedio	Concentración de Fondo	Resultados Máxima del Modelado	Calidad de Aire Ley 20.284 Anexo II	Concentraciones definidas por Decreto 1074/18 Anexo A	
		[µg/m^3]	[µg/m^3]	[µg/m^3]	Estándar E°3 (80%) [µg/m^3]	Observaciones
NO_2	1 hora	10,0	220,2	847	188 (150)	Para no ser superado en más de una vez al año. Percentil 98.
	1 año	1,63	8,8	N/A	100 (80)	No deberá superarse la media aritmética anual.
CO	1 hora	1150,00	92,35	57280	40000 (32000)	No deberá superarse la media aritmética en el periodo considerado.
	8 horas	758,2	44,05	11456	10000 (8000)	No deberá superarse la media aritmética en el periodo considerado
SO_2	1 hora	0,01	0	N/A	196 (157)	Para no ser superado en más de una vez al año.
	24 horas	0,01	0	N/A	125 (100)	Para no ser superado en más de una vez al año.
	1 mes	-	0	70	N/A	-
MP10	24 horas	8,50	0,79	N/A	150 (120)	Para no ser superado en más de una vez al año.
	1 mes	-	0,143	150	N/A	-
	1 año	2,61	0,073	N/A	50 (40)	No deberá superarse la media aritmética anual

Por lo tanto, el impacto de las emisiones gaseosas de ambas FLNG funcionando en simultáneo, producto del funcionamiento de los principales procesos de combustión sobre la calidad del aire resulta un impacto de intensidad baja y extensión parcial.

La llegada de buques metaneros para el **Despacho de GNL** y las **Operaciones de apoyo** (remolcadores y buques de apoyo (suppliers) incrementarán las emisiones de gases de combustión desde las embarcaciones en el sitio SPM. Como ya fue descripto, producro de la combustión interna de las embarcaciones se generarán emisiones puntuales de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) compuestos orgánicos volátiles (VOC´s), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos nitrosos (NOx) que modificarán localmente la composición química del aire. Es importante destacar que para la evaluación de este impacto sobre la calidad del aire se asume que las embarcaciones utilizadas se encontrarán en buen estado, garantizando una combustión adecuada.

Finalmente, habrá que considerar las **Contingencias** que podrían sucederse en la Etapa Constructiva y la Etapa Operativa y sus potenciales impactos sobre la calidad del aire. En todos los casos, el peor escenario es la generación de un incendio. Durante la etapa constructiva se trata de incendios menores en el obrador o entorno al frente de obra vinculado con desperfectos en los generadores o equipos de obra. Pero para la Etapa Operativa los incendios están asociados a fugas de metano en estado gaseoso (gas natural) o en estado líquido (GNL).

El **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los que pueden afectar la calidad del aire son:

- **Fuga de gas natural desde el gasoducto submarino**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.

Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo para una Fuga de gas natural desde el ducto submarino y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua.

Una Fuga de gas natural desde el gasoducto submarino puede provocar que este compuesto se libere formando una columna de gas ascendente desde la fuente hasta la superficie del agua. Al igual que lo que sucede con las pérdidas en tierra firme, una vez en la superficie del agua el gas podría inflamarse si encontrara una fuente de ignición. En el caso de un Derrame de GNL al agua (desde la FLNG) daría lugar a un charco de evaporación rápida que produce una nube de vapor impulsada por el viento. Si cualquier punto de la nube del vapor con una concentración de metano dentro del rango de 5 a 15% alcanza una fuente de ignición y se inflama, se desencadenaría un incendio repentino.

En el marco del presente estudio se llevó a cabo la **Modelación de la Dispersión de una Nube de Metano** (ver Anexo 6-8) para determinar zonas de impacto, expresadas en concentración de metano y fracción de mezcla explosiva (LEL[3]). Se analizaron cinco años de meteorología para la ubicación del proyecto, se determinaron escenarios de liberación accidental de GNL y se modeló la extensión de la atmósfera explosiva en cada situación de emergencia. Pero en ninguno de los escenarios planteados se encontraron concentraciones de referencia de alerta (100%LEL o 60%LEL) en la línea de costa. Este análisis también contempló la presencia de la FLNG Hilli Episeyo 3,5 km al sur de la FLNG MKII. En este caso, la nube de metano alcanzaría la ubicación de la FLNG Hilli Episeyo poco antes de los 5 minutos de ocurrido dicho evento, con una concentración igual al 10% del LEL[4]. Esta situación implica la posibilidad de formación de una mezcla combustible, aunque

[3] "Lower explosive limit" Límite Inferior de Explosividad

[4] "Lower explosive limit" Límite Inferior de Explosividad

con una probabilidad de ignición menor y de bajo riesgo (zona amarilla). La concentración de metano iría aumentando hasta llegar a un máximo de 37.500 ppm, equivalente a aproximadamente el 75% del LEL a los 12 minutos de originado el evento y luego comenzaría a disminuir, estando unos 5 minutos en total por encima del 60% del LEL (zona naranja de riesgo moderado). Bajo este contexto pueden formarse bolsas de llama y de existir una fuente de ignición en la FLNG Hilli Episeyo se estaría condiciones de peligro de incendio para esta unidad.

Cuando se produce un incendio por combustión de metano, el gas metano (CH_4) reacciona con el oxígeno (O_2) del aire. Este proceso genera varios productos químicos que cambian la composición del aire:

- La combustión completa del metano produce dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) en forma de vapor. En esta reacción, el metano y el oxígeno reaccionan entre sí cuando se les aplica calor (como en un incendio), y como resultado, el aire se llena de dióxido de carbono y vapor de agua.
- El dióxido de carbono (CO_2) es uno de los productos principales. Durante el incendio, la cantidad de CO_2 en el aire aumenta significativamente. Aunque el dióxido de carbono es un gas natural en la atmósfera, en altas concentraciones puede contribuir al efecto invernadero, atrapando calor en la atmósfera.
- El vapor de agua (H_2O) se dispersa en el aire como humedad. El vapor de agua no es dañino en sí mismo.
- A medida que el metano se quema, se consume oxígeno O_2 del aire. Por lo tanto, la concentración de oxígeno en el aire alrededor del incendio disminuye. Si el incendio es grande, esto puede hacer que el aire sea menos respirable en la zona cercana al fuego.
- Si la combustión no es completa, es decir, si no hay suficiente oxígeno, se puede formar monóxido de carbono (CO) en lugar de dióxido de carbono. El monóxido de carbono es muy peligroso porque es tóxico y puede interferir con la capacidad de la sangre para transportar oxígeno en los seres vivos.
- Durante un incendio, pueden liberarse partículas sólidas, como hollín o pequeñas partículas de carbono no quemado. Estas partículas se elevan en el humo y contribuyen a la contaminación del aire, afectando la calidad del aire y la salud de las personas que lo respiran.
- La combustión del metano libera una gran cantidad de calor. Este calor calienta el aire alrededor del incendio, lo que puede generar corrientes de aire caliente que elevan los gases y las partículas, más alto en la atmósfera.

Así, este impacto sobre la calidad del aire se considera de intensidad alta pero extensión puntual y reversible en el mediano plazo. En cuanto a su probabilidad, como ya se ha mencionado, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, la probabilidad de ocurrencia aumenta, pero no deja de ser un evento de Periodicidad Irregular.

4.2 IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

4.2.1 Comunidades Planctónicas

En el Área de Estudio, la estructura espacial y temporal del fitoplancton, zooplancton e ictioplancton está fuertemente influenciada por la dinámica oceanográfica del golfo y la marcada estacionalidad climática de la región. Los antecedentes existentes y los resultados de estudios específicos realizados en el marco del EIA antecedente en 2024 (Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM) y el presente EIA en 2025 (Etapa 2) (ver Capitulo 5: Línea de Base Ambiental), indican que la mayor biomasa y abundancia de plancton se concentra en las zonas costeras, con una notable presencia de especies meroplanctónicas asociadas a áreas de importancia ecológica para organismos bentónicos.

Durante las **Tareas Constructivas** de la infraestructura necesaria para la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM (Gasoducto tramo submarino 2 y Dispositivo de amarre de la FLNG) que impliquen movimientos del lecho, se generará un impacto directo sobre la calidad física del agua, por la resuspensión de sedimentos en la columna de agua, afectando de manera indirecta a la comunidad planctónica.

Como ya se ha mencionado, los principales efectos sobre la calidad del agua producto de la resuspensión de sedimentos son:

- Incremento en la turbidez. La resuspensión de sedimentos finos, como limos y arcillas, aumenta la concentración de partículas en suspensión, lo que eleva la turbidez del agua. Un mayor nivel de turbidez reduce la claridad del agua y puede afectar la penetración de la luz solar, y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis. La reducción de la productividad primaria del fitoplancton puede afectar a toda la cadena trófica, ya que el fitoplancton es la base de la alimentación de muchas especies de zooplancton y peces pequeños.
- Liberación de nutrientes. Los sedimentos suelen actuar como depósitos de nutrientes, como nitrógeno y fósforo. Cuando estos sedimentos se resuspenden, estos nutrientes pueden liberarse al agua, lo que puede causar un aumento en su concentración. El aumento de nutrientes puede estimular la proliferación de organismos que, al descomponerse, disminuyen los niveles de oxígeno en el agua, afectando negativamente a otras formas de vida marina.
- Reducción del oxígeno disuelto. La resuspensión de materia orgánica presente en los sedimentos puede aumentar la demanda biológica de oxígeno (DBO) en el agua. A medida que las bacterias descomponen esta materia orgánica, consumen oxígeno, lo que puede reducir aún más los niveles de oxígeno disuelto.

En ambientes costeros, los organismos planctónicos están adaptados a fluctuaciones constantes, dado el efecto de los ciclos de marea, pero particularmente son más vulnerables a cambios en la incidencia solar. Además, el zooplancton en zonas costeras, como los copépodos y las larvas de organismos bentónicos, puede verse afectado si las partículas suspendidas interfieren con la capacidad de detectar y capturar su alimento. En casos extremos, las partículas sedimentarias pueden obstruir sus sistemas de filtración, lo que afecta su crecimiento y supervivencia. En el ambiente marino profundo, los cambios por resuspensión de sedimentos son más raros y pueden tener efectos más prolongados sobre comunidades adaptadas a la estabilidad.

En todos los casos, se trata de impactos acotados a la etapa constructiva del proyecto. No obstante, se espera que la intensidad del impacto sea mayor en la **Aproximación costera**, donde los organismos plantónicos son más sensibles al incremento de la turbidez.

Para la **Etapa Operativa**, se destaca la afectación sobre la temperatura y la salinidad del agua como consecuencia de las descargas de agua de enfriamiento y agua de rechazo del **Proceso de licuefacción** desde ambas FLNG.

Como ha se ha mencionado, para analizar el impacto del incremento de la temperatura y la salinidad del agua, se llevó a cabo la **Modelación de la Descarga de la Pluma Térmica** (ver Anexo 6-4). Se evaluó la extensión de las plumas térmicas y salinas ante diferentes condiciones climáticas (verano, invierno, viento en calma y distintos escenarios de dirección de un viento intenso persistente) y la magnitud del incremento de temperatura y salinidad entre la condición base y la condición con descargas, considerando el funcionamiento en simultáneo de FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII.

De acuerdo a los resultados de la modelación de las descargas de ambas FLNG funcionando en simultáneo, la presencia de la descarga de la FLNG MKII genera un campo de incremento de temperatura que se superpone con el de la FLNG Hilli Episeyo, por lo cual la acción de cada FLNG induce un incremento de temperatura también en el entorno de la otra. No obstate, considerando los lineamientos de la Guía IFC (2017) para Instalaciones de GNL, el agua de refrigeración debe descargarse a las aguas superficiales en un lugar que permita la máxima mezcla de la columna térmica para garantizar que la temperatura esté dentro de los 3°C de la temperatura ambiente en el borde de una zona de mezcla que debe tener en cuenta la calidad del agua ambiental, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación. En este sentido, la modelación realizada permite observar que solo se registraría una superación de 3°C de la condición de base de la temperatura del agua en un escenario de calma y únicamente en superficie. Esta superación no se extendería a más de 100 metros de la FLNG Hilli Episeyo y 400 metros de la FLNG MKII, únicamente en las capas superficiales y considerando el peor escenario.

En cuanto al incremento de la salinidad, los resultados obtenidos muestran que, en este caso, la superposición entre los campos de incremento de salinidad generados por ambas FLNG es débil, encontrándose en general por debajo de un incremento de 0,001 PSU. Solamente en el entorno cercano de cada FLNG y en las capas más superficiales, para algunos escenarios se superan valores de incrementos de salinidad de 0,025 PSU, lo cual es inferior a un 0,1% de los valores normales en el agua marina. El incremento de salinidad en la costa alcanza en algunos escenarios un orden de magnitud entre 0,001 y 0,002 PSU en la capa inferior, lo cual es inferior a un 0,01% de los valores normales de salinidad en el agua marina. Estos resultados evidencian que el impacto de las descargas de las FLNG resulta despreciable en relación con las fluctuaciones normales de la salinidad en el agua del golfo.

Desde un enfoque ambiental amplio, es importante considerar que cualquier alteración en la temperatura y/o la salinidad del agua, como la generada por las descargas asociadas a la operación de los buques FLNG, puede modificar los procesos oceanográficos que regulan la estructura de la columna de agua y, en consecuencia, la productividad primaria y la composición del plancton. Un aumento sostenido de la temperatura puede intensificar la estratificación vertical, limitando la mezcla de nutrientes y favoreciendo el desarrollo de grupos termófilos, como los dinoflagelados, con potencial para producir floraciones algales nocivas (Hallegraeff, 2010; Wei et al., 2024). Por su parte, alteraciones en la salinidad pueden impactar negativamente en formas sensibles como el meroplancton y el ictioplancton, particularmente en estadios larvales, más vulnerables a cambios ambientales.

Según los resultados del modelado, se estima que el área directamente influenciada por el vertido de agua caliente no sería extensa, dado que la temperatura disminuye abruptamente con la distancia a la fuente. Este efecto térmico tendría mayor relevancia durante el invierno, cuando la columna de agua se encuentra mezclada y la densidad fitoplanctónica es naturalmente baja. Sin embargo, el vertido podría alterar el equilibrio del sistema, extendiendo el período de estratificación, adelantando su inicio en primavera y retrasando su ruptura en otoño, con consecuencias sobre la disponibilidad de nutrientes y la composición del fitoplancton.

Además, la operación simultánea de dos buques FLNG amplifica localmente el calentamiento del agua y extender espacial y temporalmente el efecto térmico de la pluma, intensificando los impactos.

Por otro lado, asumiendo una misma actitud conservadora, se señala un impacto sobre las comunidades planctónicas, vinculado a la descarga de los efluentes de la **Operación** normal de los buques. Se trata de efluentes normales a la operación de cualquier embarcación transatlántica, y en principio cumplirían con las concentraciones y las condiciones de vuelco establecidos por la normativa internacional y nacional. No obstante, al tratarse de embarcaciones que permanecerán operativas amarradas a un punto fijo durante toda su vida útil (20 años) en un ambiente particularmente sensibles como lo es el Golfo San Matías, será fundamental ratificar o definir nuevos requerimientos con Prefectura Naval Argentina, considerando la condición de permanencia de los buques y la sensibilidad del sitio.

También durante la **Etapa Operativa**, la llegada de buques metaneros para el **Despacho de GNL** puede ser identificado como un vector conductor de especies invasoras, siendo el transporte marítimo transoceánico el principal medio de introducción de especies marinas exóticas a nivel mundial. Si bien existe acuerdo internacional para el manejo del agua de lastre (donde suele viajar estos organismos), pareciera que tales medidas no son suficientes para contener este tipo de invasiones. En este caso, la operación simultánea de dos buques FLNG amplifica el riesgo de invasión.

A este escenario se suma el incremento del ruido submarino antrópico asociado tanto al tránsito náutico como a la operación sostenida de los buques. Diversos estudios han demostrado que el zooplancton, en especial el meroplancton, puede verse afectado por el ruido, evidenciando efectos como desorientación, alteraciones en el asentamiento, desarrollo incompleto y aumento de la mortalidad (Vereide y Kühn, 2024).

Finalmente, se consideran las consecuencias de las eventuales **Contingencias** que podrían sucederse durante el desarrollo del proyecto. El **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los que pueden afectar los organismos planctónicos son:

- **Derrame de GNL (a -162 °C) al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en Riesgos Bajos para un Derrame de hidrocarburos al agua y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua.

Un derrame accidental de hidrocarburos al agua podría ocurrir tanto en la Etapa Constructiva, como en la Etapa Operativa del proyecto, en diferentes niveles de magnitud. El peor caso podría acontecer en la Etapa Operativa durante la carga de combustible de la FLNG.

Un eventual Derrame de HC al agua afecta a las comunidades planctónicas fundamentalmente de dos maneras, directa o indirectamente. La primera de ellas involucra la interferencia en la captación de la luz y el contacto directo con la sustancia derramada (efecto físico), mientras que la segunda comprende el efecto generado por el deterioro de la calidad del agua (efecto químico). De este modo, los organismos que sobrevivan a los efectos iniciales del derrame, pueden ingerir compuestos tóxicos o alimentos contaminados con estos compuestos, que se depositarán en sus tejidos pudiendo generarles problemas a largo plazo.

En tanto, ante un eventual Derrame de GNL al agua, el contacto inmediato del líquido criogénico a una temperatura extremadamente fría (-162°C) con el agua puede causar una drástica disminución local de la temperatura del agua, lo que puede ser letal para los organismos marinos en contacto inmediato (impacto directo). Inmediatamente, su rápida vaporización puede generar burbujas de gas que disminuyen la concentración del oxígeno disuelto en el agua circundante. La falta de oxígeno puede afectar a organismos marinos, especialmente aquellos con escasa movilidad. Si bien el metano no es tóxico para la mayoría de los organismos marinos, su rápida liberación y expansión pueden alterar el equilibrio químico del agua a corto plazo. No obstante, los efectos químicos son menos significativos que los impactos físicos de la temperatura y la desoxigenación. Pero el peor escenario que podría desencadenarse en una contingencia de este tipo es en caso que se produzca un incendio de charco.

4.2.2 Comunidades Bentónicas

Las comunidades bentónicas, conformadas por organismos que viven asociados al sustrato del fondo marino, son fundamentales para los ecosistemas marinos. Estas comunidades no solo proveen alimento y forman hábitats complejos, sino que también participan activamente en procesos clave como la descomposición de materia orgánica y la circulación de nutrientes.

El Golfo San Matias es considerado un *hotspot* de diversidad de moluscos. En general, tanto la profundidad como las características del sustrato (tipo de sedimento y presencia de especies biogénicas) juegan un papel fundamental en la diversidad y abundancia de la comunidad bentónica. Por otra parte, en el golfo se halló que esta comunidad es altamente sensible a la explotación pesquera, produciendo cambios duraderos en el tiempo como la modificación de la composición específica, de las abundancias totales y proporcionales entre especies.

Se han realizado diversas campañas de muestreo en 2024 y 2025 en el marco del EIA antecedente (Etapa 1 del Proyecto FLNG GS) como en el marco del presente EIA (Etapa 2) que documentan la riqueza biológica de la zona en cuanto a especies bentónicas. Al comparar cualitativamente los datos de riqueza específica entre las tres campañas se observa una variabilidad importante en la estructura de las comunidades bentónicas tanto intermareales como submareales. Estas comparaciones sugieren que ambas comunidades bentónicas podrían estar experimentando fluctuaciones temporales significativas, relacionadas con la estacionalidad.

Por otra parte, cabe destacar que en todas las campañas se registró la presencia del cangrejo introducido *Carcinus maenas* en la zona intermareal, especie que fue detectada por primera vez en el Golfo San Matias en 2021.

Durante las **Tareas Constructivas** de la infraestructura necesaria para la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM (Gasoducto tramo submarino 2 y Dispositivo de amarre de la FLNG) que impliquen movimientos del lecho, se afectarán de manera directa a las comunidades bentónicas. A lo largo de toda la traza del gasoducto submarino las comunidades bentónicas serán removidas mediante diferentes métodos en función de la profundidad y el tipo de fondo.

En la **Aproximación costera** se abrirá una trinchera mediante retroexcavadoras aplicando una acción mecánica directa sobre estos organismos. Incluso está previsto el posible uso de explosivos para la apertura de la zanja en zona de restinga. Si bien se trata de un impacto de alta intensidad, es importante considerar que la zona afectada se limitará a la pista del gasoducto, la cual tendrá un ancho máximo de 16 metros: 1,4 metros de zanja y el resto como área de trabajo y área de desechos.

Además de la intensidad de este impacto, es importante señalar que la recomposición de este ambiente llevará tiempo y no será total. La restinga está formada por sustratos duros o mezclas de roca y sedimentos consolidados que no pueden regenerarse en el sentido físico como lo haría un sustrato arenoso o fangoso. Cuando se realiza una excavación que afecta el sustrato duro, el daño es permanente desde el punto de vista físico. Las grietas o fisuras naturales que proporcionaban refugios para organismos pueden alterarse o perderse por completo. El sustrato rocoso de la restinga no se regenera en sí mismo, pero los sedimentos sueltos y los organismos bentónicos pueden recolonizar la zona con el tiempo. No obstante, el ambiente recuperado no tendrá las mismas características que el original.

Una vez superada la Aproximación costera, la metodología para el **Tendido del gasoducto** implica el uso de una maquina post-trenching (Jetting) que utiliza un sistema de boquillas de inyección de agua a alta presión (jets) que expulsan chorros de agua directamente sobre el lecho marino donde está apoyada previamente la tubería. La alta presión del agua fluidiza el material del lecho por debajo de la tubería, creando una zanja de la profundidad deseada en la que el ducto se va asentando. La afectación sobre los organismos bentónicos, en este caso, es más focalizada (limitándose al ancho de la zanja). Además, al tratarse de sedimentos más sueltos, la recomposición del ambiente será más rápida.

En ambos casos se espera que las comunidades bentónicas se restablezcan sobre la traza una vez que el gasoducto se encuentre tendido y tapado a la profundidad indicada. Aunque, la apertura de la zanja en la zona de restinga, puede suponer un cambio más permanente, dado que el sustrato que se restablecerá sobre el gasoducto no volverá a ofrecer la diversidad de hábitat que ofrece la restinga.

Finalmente, para la **Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG**, se afectará una superficie de 19 m x 17 m x 6 m para la construcción de la base del amarre. Más allá de está afectación directa sobre los organismos bentónicos del sitio de implantación, en este caso es importante considerar la incorporación de un nuevo tipo de fondo duro con presencia de una estructura sumergida. Esta incorporación será de carácter permanente e insentivará, una vez finalizado el disturbio, el restablecimiento de una comunidad bentónica en condiciones distintas a las originales.

En el Golfo San Matías, se ha constatado la creación de nuevos hábitats submarinos entorno a barcos sumergidos intencionalmente para ser utilizados para el buceo recreativo, lo cual genera un entorno adecuado para la colonización de algas y organismos bentónicos, creando una diversidad de hábitats muy atractiva para distintas especies demersales. Este fenómeno de colonización de estructuras sumergidas genera tanto estusiasmo como preocupación; por un lado, creando nuevos hábitats donde prospera una gran diversidad de especies bentónicas y demersales locales, y por otro lado, propiciando la aparición de especies exóticas invasoras, como es el caso del alga exótica *Undaria pinnatifida*, que ha comenzado a colonizar estas estructuras de los barcos sumergidos utilizados para el buceo recreativo.

Más allá del posible aumento de la diversidad en las comunidades bentónicas producto de la creación de nuevos hábitats durante el proceso de recomposición, en este estudio lo tomaremos como un impacto negativo, dado que se modifican las condiciones naturales del entorno.

Durante las tareas constructivas en la Planicie intermareal es posible que el **Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra** afecte mecánicamente a los organismos bentónicos allí presentes (por aplastamiento). Si bien la zona de obra se limitará a la traza del gasoducto en la Aproximación costera (definida según la Norma NAG-153 en una pista de 16 metros de ancho), también hay que considerar el arribo hasta esta traza.

En la **Etapa Operativa**, la afectación sobre la temperatura y la salinidad del agua como consecuencia de las descargas del agua de enfriamiento y agua de rechazo del **Proceso de licuefacción** desde ambas FLNGs, podría impactor sobre los organismos bentónicos si su influencia llegara al lecho o se aproximara a la costa.

Como ha se ha mencionado, para analizar el impacto del incremento de la temperatura y la salinidad del agua, se llevó a cabo la **Modelación de la Descarga de la Pluma Térmica** (ver Anexo 6-4). Se evaluó la extensión de las plumas térmicas y salinas ante diferentes condiciones climáticas (verano, invierno, viento en calma y distintos escenarios de dirección de un viento intenso persistente) y la magnitud del incremento de temperatura y salinidad entre la condición base y la condición con descargas, considerando el funcionamiento en simultáneo de FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII.

De acuerdo a los resultados de la modelación de las descargas de ambas FLNG funcionando en simultáneo, la presencia de la descarga de la FLNG MKII genera un campo de incremento de temperatura que se superpone con el de la FLNG Hilli Episeyo, por lo cual la acción de cada FLNG induce un incremento de temperatura también en el entorno de la otra. En un entorno de 25 metros alrededor de la FLNG Hilli Episeyo y de 50 metros de la FLNG MKII se produce una leve afectación del orden de 0,25ºC de incremento de temperatura en la capa de fondo en condiciones de calma. La pluma térmica alcanza la costa con un incremento de temperatura del orden de 0,25ºC en la capa de fondo para condiciones de vientos variables, principalmente del Este, únicamente en invierno.

En cuanto al incremento de la salinidad, el incremento de salinidad en la capa inferior alcanza en algunos escenarios un orden de magnitud entre 0,001 y 0,002 PSU, lo cual es inferior a un 0,01% de los valores normales de salinidad en el agua marina. Estos resultados evidencian que el impacto de las descargas de las FLNG resulta despreciable en relación con las fluctuaciones normales de la salinidad en el agua del golfo.

Las comunidades bentónicas costeras, debido a su limitada movilidad y fuerte dependencia de las condiciones locales del sustrato y la calidad del agua, son particularmente sensibles a los cambios de temperatura, los que pueden impactar significativamente en su supervivencia y diversidad. Por otra parte, la salinidad es un factor clave que puede influenciar la abundancia, riqueza y distribución de las especies.

Aunque los distintos taxones tienen umbrales de tolerancia térmica específicos a partir de los cuales su abundancia o *fitness* pueden verse afectados negativamente (Shellem 2024), en general el aumento de las temperaturas puede reducir el tiempo de supervivencia de la macrofauna bentónica, particularmente bajo condiciones de hipoxia (Vaquer-Sunyer & Duarte 2011). Estas condiciones de disminución de la concentración de oxígeno asociadas a los fondos marinos a medida que la temperatura del agua aumenta, pueden darse por una disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua, por un aumento de la tasa metabólica de los organismos, lo que implica una mayor demanda de oxígeno para respiración y/o por una estratificación térmica de la columna de agua, la que limita la transferencia de oxígeno desde la superficie hacia capas más profundas, que quedan aisladas y sin renovación. Por otra parte, estas mortalidades, pueden alterar la composición de la comunidad. Dado que la comunidad intermareal está naturalmente expuesta a una mayor amplitud térmica, con grandes variaciones diarias y estacionales, se predice que el impacto de la pluma de temperatura podría tener mayor impacto en las comunidades submareales profundas, relativamente menos resilientes. Por otra parte, la exposición a olas de calor subletales secuenciales también puede inducir aclimatación en algunas especies y grupos tróficos, lo que disminuye el impacto inicial a medidas que aumenta la frecuencia del estrés térmico (Ito et al. 2024).

En todas las campañas realizadas, los grupos más conspicuos fueron los moluscos, los crustáceos, las ascidias y las algas. En todos ellos es necesario analizar los efectos puntuales y acumulados de un aumento de temperatura. A corto plazo, un aumento de la temperatura puede causar estrés térmico en los moluscos, afectando su metabolismo, reproducción y supervivencia. Por ejemplo, temperaturas elevadas pueden provocar la apertura excesiva de las conchas en bivalvos, lo que aumenta su vulnerabilidad a predadores. Además, temperaturas más altas pueden alterar los procesos de filtración y alimentación, reduciendo su eficiencia energética. Un ejemplo concreto es el agotamiento de bancos de las ostras y mejillones en zonas donde las temperaturas del agua superan ciertos umbrales críticos. Esto puede causar mortalidad masiva en poblaciones locales, afectando tanto a la biodiversidad como a las industrias pesqueras y acuícolas. Durante olas de calor, los mejillones (*Mytilus edulis*) pueden experimentar estrés térmico que provoca la desorganización de sus membranas celulares, aumento en la producción de proteínas de choque térmico (HSPs) y alteraciones en la tasa metabólica (Rahman et al. 2019). Esto puede resultar en una reducción en la capacidad de filtración, disminución en la actividad motora y, en casos extremos, mortalidad rápida si la temperatura supera los límites fisiológicos. A largo plazo, el aumento sostenido de la temperatura puede tener efectos acumulativos y más profundos. La acidificación del agua, que a menudo acompaña al aumento de la temperatura debido a la absorción de CO_2, afecta la capacidad de los moluscos para formar sus conchas de carbonato de calcio. Esto puede resultar en conchas más delgadas y débiles, disminuyendo su protección y supervivencia. Además, el estrés térmico prolongado puede reducir la tasa de reproducción y el crecimiento de las poblaciones de moluscos, llevando a una disminución en su abundancia y distribución (Nielsen et al. 2021). Harvell et al. (2002) evidenciaron cómo el estrés térmico contribuyó a brotes de enfermedades en moluscos, agravando su mortalidad.

La exposición continua o frecuente a temperaturas altas puede llevar a una fatiga fisiológica, agotamiento de reservas energéticas y deterioro de funciones vitales, lo que impacta en la reproducción, crecimiento y supervivencia de las poblaciones. Por ejemplo, Kittner y Riisgård (2005) demostraron que en mejillones (*M. edulis*), exposiciones repetidas a temperaturas elevadas durante varias semanas resultaron en una disminución sostenida en la tasa de crecimiento, menor fertilidad y aumento en la mortalidad. Además, el estrés térmico acumulado puede reducir la capacidad inmunitaria, haciendo a los bivalvos más vulnerables a patógenos. Un caso relevante es el de las ostras (*Crassostrea gigas*), que en ambientes con temperaturas elevadas y estables durante largos períodos, muestran una menor tasa de reproducción y una mayor incidencia de enfermedades, como la enfermedad de Perkins (Rahman et al. 2019).

Otro grupo de animales, dominantes del bentos del Golfo San Matias es el de los crustáceos. Los efectos puntuales del aumento de la temperatura en crustáceos marinos incluyen cambios en su comportamiento, fisiología y distribución. Por ejemplo, temperaturas elevadas pueden causar estrés térmico, afectando la tasa de crecimiento, la reproducción y la supervivencia. Un estudio de Pörtner et al. (2014) mostró que temperaturas por encima del rango óptimo para especies como el cangrejo de río *Cancer pagurus* provocan una disminución en la actividad metabólica y en la capacidad de reproducción, lo que puede reducir las poblaciones en el corto plazo. Además, el aumento de la temperatura puede alterar los patrones de distribución. Algunas especies de crustáceos, como el camarón *Penaeus monodon*, han sido observadas desplazándose hacia aguas más profundas o hacia latitudes más altas en busca de condiciones más favorables. A largo plazo, los efectos acumulados del aumento de la temperatura incluyen la alteración de los ciclos reproductivos, la disminución de la tasa de supervivencia y los cambios en la distribución pueden llevar a una reducción en la biodiversidad y en la abundancia de crustáceos. Asimismo, el aumento de la temperatura puede favorecer la proliferación de patógenos y parásitos, lo que también impacta negativamente en las poblaciones de crustáceos. La acumulación de estos efectos puede desencadenar cambios en las comunidades marinas y afectar las actividades humanas, como la pesca (Schlenker et al. 2023).

En ascidias, otro de los grupos dominantes de la zona costera, se han identificado varios efectos puntuales de un aumento de temperatura (Pineda et al. 2012). Entre ellos, a) la expresión de chaperonas, por ej., en *Styela plicata*, se observaron picos en expresión de hsp70 durante episodios puntuales de temperatura elevada (>6 °C), acompañados de mortalidad cuando los cambios térmicos sobrepasan su capacidad de respuesta; b) Alteraciones metabólicas y epigenéticas, por ej., en *Didemnum vexillum*, tras 3 días a 27 °C (≈3 °C por encima del límite local térmico), se detectan cambios globales en la metilación del ADN, junto con crecimiento reducido; c) Desarrollo embrionario y metamorfosis, por ej, en *Styela plicata*, temperaturas entre 26–30 °C aceleran el desarrollo embrionario y metamórfico, pero pueden comprometer la energía y supervivencia de larvas si están combinadas con baja salinidad. Por otra parte, entre los efectos acumulados, se han identificado: a) Adaptaciones genómicas: En *Didemnum vexillum*, las respuestas epigenéticas indicarían potencial para adaptación prolongada, aunque aún no se han identificado genes concretos; b) Regulación transcripcional: En especies como *Ciona savignyi*, los genes HSP70 se activan en menos de 1 h tras estrés térmico, respaldando resistencia prolongada; c) Distribución y supervivencia: Ascidias antárticas resisten aguas casi congeladas (-1,9 °C), mientras que las del Golfo arábigo toleran por encima de 35 °C, lo que evidencia adaptaciones históricas a rangos térmicos amplios.

Las algas son altamente diversas en el Golfo San Matias, lo que ha sido demostrado en las campañas realizadas en la zona de estudio. Sobre este componente, también existe información sobre efectos puntuales y de largo plazo en relación con aumentos de temperatura del mar. Efectos puntuales en algas (Mikami et al. 2021, entre otros): Un incremento de solo 1–2 °C eleva significativamente la tasa metabólica, lo que puede desestabilizar la permeabilidad celular y alterar la actividad enzimática, afectando mortalidad y reproducción inmediatas. En macroalgas como *Bostrychia* spp., exposiciones breves a SST +5–7 °C resultan mortales y reducen la fotosíntesis (rendimiento cuántico efectivo, rETR). En diatomeas (*Skeletonema costatum*), el crecimiento óptimo ocurre a ~25 °C; temperaturas superiores reducen la velocidad de crecimiento.

En varios grupos de algas, se han verificado también efectos acumulativos. El calentamiento persistente genera estrés térmico crónico, elevando la relación C:N (pérdida de nitrógeno) en algas como *Laminaria solidungula*, indicando limitación nutricional sostenida (Diehl et al. 2020). La adaptación a temperaturas altas puede provocar cambios a largo plazo en la composición lipídica de membranas: más saturados, menos fluidos, compensando el daño térmico acumulado.

El efecto de un aumento en la salinidad ha sido documentado en la literatura para diversos grupos de organismos, incluyendo moluscos, crustáceos, ascidias y algas, todos ellos representativos y dominantes en las comunidades bentónicas del GSM (Janecki et al. 2010, Nielsen et al. 2021, entre otros). Los moluscos presentan amplia variabilidad en tolerancia a cambios salinos. Las respuestas agudas incluyen mortalidad, estrés oxidativo y daño tisular. A nivel crónico, se observa impacto sobre su microbiota, metabolismo, fisiología y desarrollo, muchas veces dependiente del estadio de vida. Aunque existen mecanismos osmorreguladores, su efectividad es limitada frente a salinidades extremas o prolongadas. En Sinonovacula constricta, salinidades sostenidas altas o bajas alteran la microbiota intestinal, reducen la conectividad en redes microbianas y aumentan los patógenos como Vibrio, lo que eleva los riesgos de enfermedad. Los crustáceos, por su lado, presentan mecanismos reguladores genéticos específicos en respuesta a la alta y baja salinidad. Además, se especula que la fluctuación de la salinidad afecta los procesos fisiológicos de este grupo de organismos, como la actividad neuronal, la respuesta a la oxidación, la actividad reguladora intracelular y la regulación osmótica (Shui et al. 2022). En el caso de las ascidias, se han encontrado efectos puntuales de un aumento de salinidad, incluyendo metamorfosis fallida, respuestas epigenéticas, y una regulación iónica rápida, regulando la homeostasis iónica en respuesta inmediata a variaciones salinas. Entre los efectos acumulados, se destacan las limitaciones de distribución espacial bajo exposiciones prolongadas, ajustes genéticos y bloqueo del desarrollo embrionario y afectación de la metamorfosis completa (lo que representa un impacto acumulado en la población).

Por su parte, en las algas, se ha verificado que aumentos rápidos de salinidad deshidratan las células, dificultan la fotosíntesis y reducen el contenido de clorofilas y carotenoides en especies como *Dunaliella*, *Tetraselmis*, *Scenedesmus* y *Euchlorocystis marina*.

No obstante, toda la evidencia científica del efecto del incremento de la temperatura en los organismos bentónicos, se pone de manifiesto que el aumento estimado en 0,25°C para las capas del fondo tanto intermareal como submareal, no resultaría en una afectación significativa sobre este grupo de organismos. No obstante, es imperioso el monitoreo de la temperatura del agua entorno a las FLNGs, para controlar los resultados del modelo, y el monitoreo de las comunidades bentónicas con el objetivo de detectar posibles cambios en sus composiciones que puedan sugerir una afectación producto de un aumento de la temperatura del agua.

Un análisis similar se puede hacer con el aumento de la salinidad del agua, habida cuenta que el incremento de salinidad estimado para las capas del fondo es de un orden de magnitud entre 0,001 y 0,002 PSU, lo cual es inferior a un 0,01% de los valores normales de salinidad en el agua marina.

La llegada de buques metaneros para el **Despacho de GNL** puede ser identificado como un vector conductor de especies invasoras, siendo el transporte marítimo transoceánico el principal medio de introducción de especies marinas exóticas a nivel mundial. Si bien existe acuerdo internacional para el manejo del agua de lastre (donde suele viajar estos organismos), pareciera que tales medidas no son suficientes para contener este tipo de invasiones. En este sentido, en el Golfo San Matias se han registrado recientemente introducciones de especies bentónicas exóticas: la ascidia *Styela clava*, el alga parda *Undaria pinnatifida* (ambas en 2014) y el cangrejo verde *Carcinus maenas* (en 2022). En este caso, la operación simultánea de dos buques FLNG amplifica el riesgo de invasión.

A este escenario se suma el incremento del ruido submarino antrópico asociado tanto al tránsito náutico como a la operación sostenida de los buques. Aunque la mayor parte del conocimiento disponible sobre los efectos del ruido antropogénico se concentra en mamíferos marinos y peces, existen evidencias de que tanto el ruido de origen humano como los sonidos sintéticos pueden generar efectos perjudiciales sobre la fisiología y el comportamiento de los invertebrados acuáticos. En particular, artrópodos y moluscos han demostrado respuestas fisiológicas más marcadas frente a la exposición a ruido submarino (Davies et al. 2024). Por otra parte, se ha demostrado que el ruido antropogénico, como el generado por turbinas, puede influir en el comportamiento de asentamiento de larvas de cangrejos braquiuros, lo que podría afectar, en última instancia, la estructura poblacional de estas especies (Pine, 2012). Asimismo, se ha observado que el sonido submarino puede modificar los patrones de movimiento y la distribución espacial de componentes móviles de la comunidad, como los cangrejos adultos (Moyano et al., 2020).

Finalmente, se consideran las consecuencias de las eventuales **Contingencias** que podrían sucederse durante el desarrollo del proyecto. El **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, un **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)** podría afectar los organismos bentónicos. De acuerdo a este análisis, este tipo de evento presenta un Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas. Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo.

Un derrame accidental de hidrocarburos al agua podría ocurrir tanto en la Etapa Constructiva, como en la Etapa Operativa del proyecto, en diferentes niveles de magnitud. El peor caso podría acontecer en la Etapa Operativa durante la carga de combustible de la FLNG.

Los hidrocarburos afectan a los organismos bentónicos fundamentalmente de dos maneras: una afectación directa, asociada al contacto directo con la sustancia contaminante, y una afectación indirecta asociada al deterioro de la calidad del agua y los sedimentos. Estas afectaciones sobre los organismos bentónicas se darán lugar en las zonas costeras, donde la mancha de hidrocarburos haga contacto directo con los sedimentos.

4.2.3 Comunidades Demersal-Pelágicas

La comunidad demersal-pelágica del Golfo San Matías está constituida por más de 80 especies de peces, correspondientes a 3 clases (Actinopterygii, Elasmobranchii y Holocephali). De ellas, el 39% tienen valor comercial, y de las restantes, el 40% forman parte de la fauna acompañante de la pesca de arrastre o son de interés para la pesca deportiva. Una de las especies clave del ensamble demersal pelágico del golfo, tanto por su abundancia como por el rol que juega en la estructura trófica del ecosistema, es la anchoíta *Engraulis anchoita*. La abundancia de esta especie en el golfo se estimó en 2006 en 90 mil toneladas. La comunidad demersal-pelágica también está integrada por algunas especies de invertebrados, incluyendo crustáceos y moluscos con valor comercial. La comunidad demersal-pelágica es dinámica tanto en la dimensión espacial como temporal, mostrando cambios significativos en los últimos años en la composición taxonómica, especialmente debido a un reemplazo de especies, con un consiguiente aumento en la abundancia de crustáceos. Los estudios recientes han revelado también una disminución en los indicadores de rendimiento de merluza *Merluccius hubbsi*, lo que subraya la importancia de continuar con las evaluaciones pesqueras para un manejo sustentable de los recursos y para entender el impacto de los estresores ambientales y antrópicos sobre el estado de la comunidad.

Durante la **Etapa Constructiva** del proyecto, la comunidad demersal-pelágica se verá afectada de manera indirecta por el deterioro de la calidad del agua producto de la resuspensión de sedimentos durante los trabajos sobre la Planicie intermareal y el Lecho submarino (Aproximación costera; Tendido del gasoducto submarino; Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG).

Esta afectación será más importante en la **Aproximación costera**, donde se concentra la mayor biomasa y abundancia de plancton, con una notable presencia de especies meroplanctónicas asociadas a áreas de importancia ecológica para organismos bentónicos. Las comunidades bentónicas son fundamentales para los ecosistemas marinos proveyendo alimento y formando hábitats complejos para las especies demersal-pelágicas.

En el sitio de **Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG**, la afectación también estará dada por la incorporación de un nuevo tipo de fondo duro con presencia de una estructura sumergida, que podrá ser colonizado por un nuevo grupo de organismos bentónicos afines a este tipo de sustratos. En el Golfo San Matías, se ha constatado la creación de nuevos hábitats submarinos entorno a barcos sumergidos intencionalmente para ser utilizados para el buceo recreativo, lo cual genera un entorno adecuado para la colonización de algas y organismos bentónicos, creando una diversidad de hábitats muy atractiva para distintas especies demersales. No obstante, más allá del posible aumento de la biodiversidad local, en este estudio lo tomaremos como un impacto negativo, dado que se modifican las condiciones naturales del entorno.

También, durante la **Etapa Constructiva** del proyecto, habrá presencia de embarcaciones a lo largo de la traza del gasoducto, desde donde se llevarán a cabo todas las tareas constructivas. Esta presencia y circulación constante de embarcaciones generarán disturbios en el ambiente costero-marino que podrá provocar el alejamiento de los organismos demersales y pelágicos que se movilizarán a otros sitios con menos disturbios. Este impacto será de carácter temporal, ya que durará el tiempo que se prolonguen las tareas en el sitio.

Durante la **Etapa Operativa**, la comunidad demersal-pelágica se verá afectada fundamentalmente por el aumento del tránsito de embarcaciones entorno a la FLNG.

Incremento del ruido submarino

En el marco de este estudio de impacto ambiental se llevó a cabo un **Estudio de Impacto Acústico Subacuático** (ver Anexo 6-2) para peces, tortugas y mamíferos marinos, donde se se analiza el ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de los dos buques FLNG: Hilli Episeyo (Etapa 1) y MKII (Etapa 2), modelando la fuente que se considera dominante que corresponde a las hélices, y asumiendo que las dos fuentes son simultáneas, ubicadas cada una en el entorno del buque al que sirven.

En el presente análisis se parte de los valores previamente calculados de Nivel de Presión Sonora (SPL) cero a pico (SPLpeak) y del Nivel de Exposición Sonora SEL (del inglés Sound Exposure Level) emitidos por las embarcaciones, y propagados mediante modelación matemática para calcular la Pérdida por Transmisión (TL, del inglés Transmission Loss) a medida que el receptor se aleja de la fuente. Asimismo, considerando la exposición de los animales receptores del sonido, se evaluó el Nivel de Exposición al Sonido Acumulado (SELcum).

En la Figura 25 se presentan los valores de SPL*pico* de cada buque y para ambos, considerando las distancias desde el Buque Sur. Los valores de SPL*pìco* para inicio de TTS son todos superiores a 196 dB re 1μPa @1m, mientras que el máximo valor de SPL calculado a 1 metro teórico de distancia de cada fuente (asumiendo que todas las embarcaciones emiten en el mismo punto) resultó ser igual a 180,9 dB re 1μPa, sin cambios con respecto al caso de buque único, dado que el segundo buque a 3 km de distancia aporta sólo 140,5 dB re 1μPa, lo cual siendo valores en escala logarítmica, no altera prácticamente en nada el valor pico del buque que está más cercano al animal.

El SPL*pico* Total cae a 136,5 dB re 1μPa a 10 km de distancia del Buque Sur en dirección al Buque Norte y a 134,3 dB re 1μPa a 10 km de distancia del Buque Norte (en dirección opuesta al Buque Sur, el cual en ese punto se encuentra a 13 km de distancia), como resultado del aporte de 130,4 dB re 1μPa por parte del Buque Sur y de 132,1 dB re 1μPa por parte del Buque Norte.

Por lo tanto, tal como sucede en el caso de un buque único, no se alcanza ninguno de los criterios de SPL*pico* para PTS o TTS, indicándose como NA en la Tabla 8 y la Tabla 9.

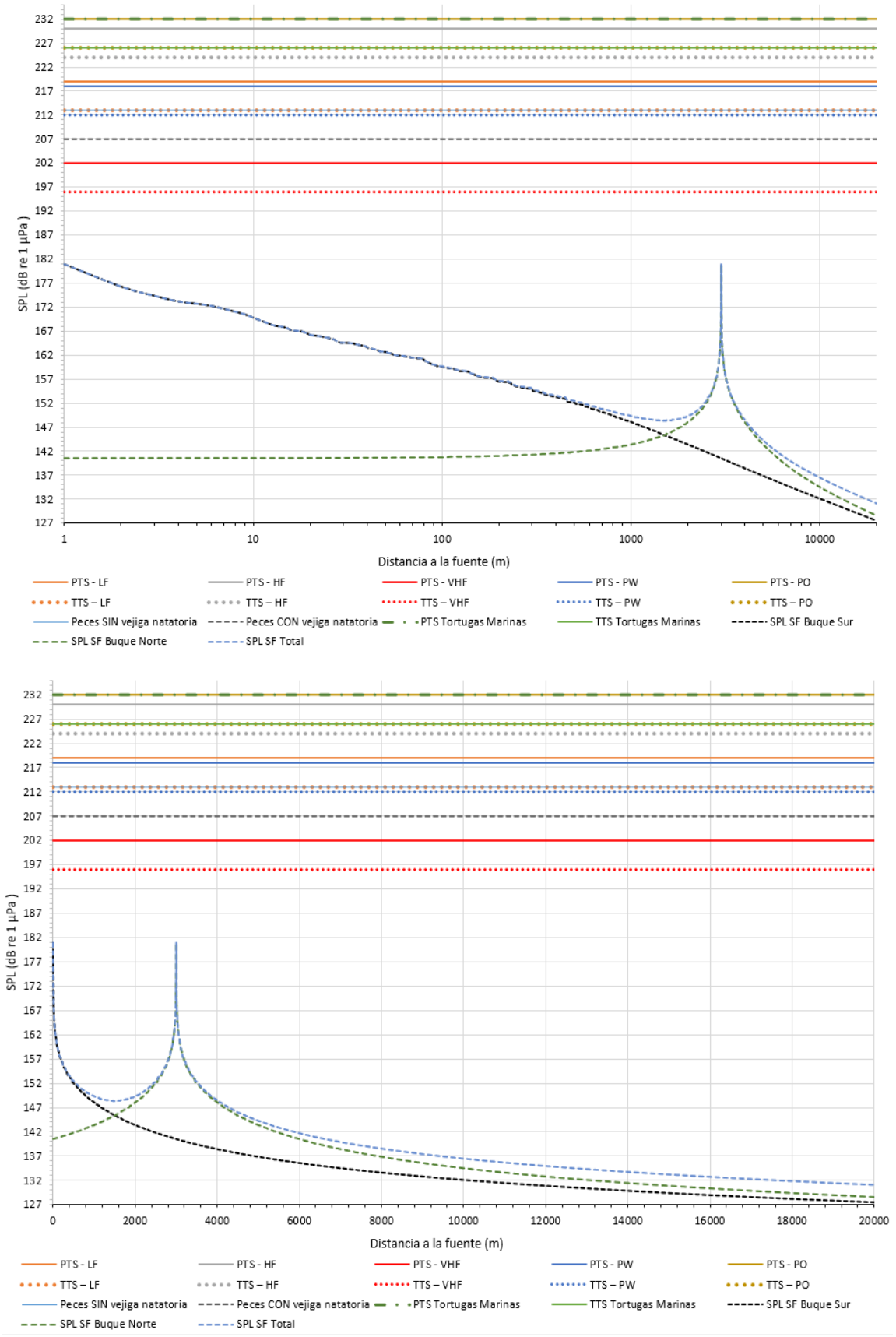


Figura 25. SPL Transmitido sin Filtro auditivo comparado con los Umbrales de PTS y TTS correspondientes a Sonidos No Pulsados para los distintos grupos auditivos (escala logarítmica arriba, lineal abajo).

Tabla 8. Distancias para alcanzar los Umbrales de PTS y TTS correspondientes a Sonidos No Pulsados para los distintos grupos auditivos, considerando las embarcaciones de apoyo de dos buques FLNG.

Código	Grupo Auditivo	Distancia PTS (m)		Distancia TTS (m)	
		SPL*pico*[1]	SELcum[2]	SPL*pico*[1]	SELcum[2]
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	NA	NA	NA	NA
HF	Cetáceos de frecuencias altas	NA	NA	NA	NA
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	NA	NA	NA	NA
PW	Carnívoros Fócidos	NA	NA	NA	NA
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	NA	NA	NA	NA

[1] SPL*pico* (L*p,*0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar)

[2] SELcum (LE,*p,* 24h) Re: 1µPa^{2}s (valores ponderados en 24 horas o durante la duración real de la exposición)

PTS: lesión auditiva permanente; TTS: lesión auditiva temporal; NA: No alcanza.

Tabla 9. Distancias para alcanzar los niveles de mortalidad potencial y de recuperación para peces, huevos, larvas y tortugas marinas (PTS).

Especie	Daño	Distancia (m) SPL*pico*	Distancia (m) SEl*cum*
Peces sin vejiga natatoria	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces con vejiga natatoria (No Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces con vejiga natatoria (Interviene en la Audición)	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	NA
	Lesión recuperable	NA	NA
Peces: Huevos y larvas	Mortalidad y potencial lesión mortal	NA	ND
	Lesión recuperable	NA	ND
Tortugas marinas	Mortalidad y potencial lesión mortal (PTS)	NA	NA
	Lesión recuperable	ND	ND

ND: Criterio No Disponible. NA: No se alcanza.

El análisis realizado evidencia que la afectación de las distintas especies de fauna acuática producto del ruido de las hélices de las embarcaciones, asumiendo conservativamente que todas ellas se encuentran emitiendo simultáneamente desde un único punto, sería extremadamente improbable dado que los animales deberían encontrase en un entorno muy cercano a estas embarcaciones y no alejarse de allí.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados del Estudio de Impacto Acústico Subacuático (Anexo 6-2), no se esperan lesiones auditivas temporales ni permanentes en peces, tortugas ni mamíferos marinos producto del ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de ambos Buques FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII. No obstante, esto no significa que no puedan producirse cambios comportamentales en estos organismos.

Existe estudios científicos que sugieren que el ruido submarino antropogénico, como el generado por embarcaciones y actividades de construcción submarina, puede afectar el comportamiento de peces, moluscos y crustáceos (Lindy Weilgart, Ph.D. 2018). Pieniazek et al. (2023) realizan una revisión de estudios sobre los efectos del ruido en los peces. Desde el punto de vista del comportamiento, el ruido de los barcos provoca respuestas de escape o dispersión de individuos (*Pomacentrus amboinensis* en Holmes, 2017; rayas australes *Hypanus americanus* en Mickle, 2022; bacalao ártico *Boreogadus saida* en Ivanova, 2020) y comportamientos de ocultamiento (*Dascyllus trimaculatus* en Nedelec, 2016). También se ha demostrado que disminuye los comportamientos de búsqueda de alimento en varias especies de tiburones (Carcharhiniformes en Chapuis, 2019) y peces de agua dulce (Pieniazek, 2020) y rangos de comunicación para el bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) y el eglefino (*Melanogrammus aeglefinus* en Stanley, 2017). Además, el ruido de los barcos puede provocar efectos fisiológicos, como tasas elevadas de consumo de oxígeno (*Cynotilapia zebroides* en Harding, 2018; *Pomacentrus amboinensis* en Simpson, 2016b), frecuencia cardíaca reducida (Davidsen, 2019) y aumento de los niveles de cortisol (*Perca fluviatilis* y *Rutilus rutilus* en Johansson, 2016). El ruido de los barcos también tiene la capacidad de afectar la aptitud y la supervivencia de los peces que nadan libremente, ya que reduce el cuidado de los padres y la supervivencia de las larvas (*Acanthochromis polyacanthus* en Nedelec, 2017; *Porichthys notatus* en Woods, 2022; *Halobatrachus didactylus* en Amorim, 2022 y Faria, 2022) y alteración de la orientación y el asentamiento de los peces de arrecifes de coral (Holles, 2013 y Simpson, 2016).Un estudio centrado en los montes submarinos alrededor de Tristan da Cunha mostró que la contaminación acústica afecta el comportamiento y la dinámica de las poblaciones de peces meso- y bentho-pelágicos (Campanella et al. 2021). Este estudio demostró cómo las perturbaciones por ruido pueden influir en su distribución espacial y posiblemente alterar las interacciones entre depredadores y presas en estas áreas ecológicamente sensibles

En función a esta múltiple evidencia, se considera que el aumento del tránsito de embarcaciones entorno a ambas FLNGs (Despacho de GNL y Operaciones de apoyo) no generará lesiones auditivas significativas en la comunidad demersal-pelágica, pero podrá afectar el comportamiento de estas especies, pudiendo causar el alejamiento de ciertas especies del área del proyecto e incluso, su decrecimiento poblacional. Es importante resaltar que este impacto tiene carácter acumulativo, ya que el efecto se incrementa con el aumento del tránsito vinculado a esta nueva etapa del proyecto y la incorporación de una nueva FLNG, e incluso se puede incrementar aún más con la incorporación de nuevas fuentes de ruido antropogénico en el área.

En relación a las **Contingencias**, el **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los que pueden afectar a la comunidad demersal-pelágica son:

- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo para un Derrame de hidrocarburos al agua y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua.

Cabe señalar que en la Etapa Constructiva del proyecto también puede producirse un Derrame de HC al agua. En este caso, se trataría de eventos menores desde las embarcaciones y máquinas vinculadas a las tareas constructivas y el peor escenario se produciría en caso de ocurrir sobre la planicie intermareal.

Ante un eventual **Derrame de GNL al agua**, el contacto inmediato del líquido criogénico a una temperatura extremadamente fría (-162°C) con el agua puede causar una drástica disminución local de la temperatura, lo que puede ser letal para los organismos marinos en contacto inmediato (impacto directo). Además, su rápida vaporización puede generar burbujas de gas que disminuyen la concentración del oxígeno disuelto en el agua circundante. No obstante, la capacidad de respuesta (escape) de los organismos demersal-pelágicos evitará una afectación significativa producto de este tipo de evento contingente.

Un eventual **Derrame de HC al agua** es el evento contingente de mayor significancia sobre estos organismos. Los hidrocarburos afectan a los organismos marinos de manera directa e indirecta. El primero de los casos involucra el contacto directo con la sustancia derramada (efecto físico). En este caso, la capacidad de escape de los organismos demersal-pelágicos podrá evitar el efecto directo, pero generará una respuesta comportamental de escape. El segundo de los casos comprende el efecto generado por el deterioro de la calidad del agua (efecto químico). De este modo, los organismos que sobrevivan a los efectos iniciales del derrame, pueden ingerir compuestos tóxicos o alimentos contaminados con estos compuestos, que se depositarán en sus tejidos pudiendo generarles problemas a largo plazo.

Por lo tanto, el impacto de un Derrame accidental de HC se considera de intensidad alta debido a la peligrosidad de los agentes contaminantes. De acuerdo a los resultados de la **Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos** (Anexo 6-5), su impacto es potencialmente extenso, aunque la implementación de medidas de contención podría evitar la dispersión de la película de HC. En cuanto a su probabilidad, como ya se ha mencionado, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, la probabilidad de ocurrencia aumenta, pero no deja de ser un evento de Periodicidad Irregular.

4.2.4 Tortugas Marinas

El Mar Argentino es la zona de alimentación de desarrollo de 4 de las 7 especies de tortugas marinas presentes en el mundo (González Carman et al., 2011; Prosdocimi et al., 2014) de las cuales 2 especies, la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga cabezona (*Caretta caretta*), se encuentran en el área de influencia del proyecto. En la actualidad existen reportes esporádicos para ambas especies en la zona del golfo y la estacionalidad de estos reportes no se encuentra definida.

En el **Anexo 6-10: Sensibilidad de Megafauna Marina** se analiza la sensibilidad de las dos especies de tortugas marinas al desarrollo del proyecto en el Golfo San Matías. Para esto, se definieron criterios de evaluación para determinar la sensibilidad de las especies. Los primeros criterios están vinculados a la sensibilidad intrínseca de las especies, es decir, aquella independiente al proyecto: Ocurrencia en el área de implantación del proyecto; Abundancia relativa al tamaño poblacional de la especie; Estado de conservación de la especie y Cercanía a sitios de reproducción. Los últimos criterios apuntan a evaluar la sensibilidad de la especie frente a los principales aspectos del proyecto con potencialidad de generar impactos sobre estos organismos: Sensibilidad al aumento de tráfico marítimo (efecto del sonido); Variación en la temperatura del agua (cambios en presas, efecto en el comportamiento); Derrame de petróleo y sus derivados y Otras amenazas: captura incidental, ingestión de plásticos, contaminación. El resultado final es un Indicador de Sensibilidad Potencial para cada una de las especies analizadas.

Teniendo en cuenta estos criterios, se ha definido una situación de alta sensibilidad para las dos especies de tortugas marinas presentes en el área de estudio, dado el inminente estado crítico de las poblaciones. No obstante, es importante señalar que los registros de estas especies de tortugas en el área son esporádicos y su abundancia es baja, tratándose de ejemplares solitarios.

Durante la **Etapa Constructiva** del proyecto, las tortugas se verán afectadas de manera indirecta por el deterioro de la calidad del agua producto de la resuspensión de sedimentos durante los trabajos sobre la Planicie intermareal y el Lecho submarino (Aproximación costera; Tendido del gasoducto submarino; Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG).

Esta afectación será más importante en la **Aproximación costera**, donde se concentra la mayor biomasa y abundancia de plancton, con una notable presencia de especies meroplanctónicas asociadas a áreas de importancia ecológica para organismos bentónicos. Las comunidades bentónicas son fundamentales para los ecosistemas marinos proveyendo alimento para diversidad de especies.

Durante la **Etapa Constructiva** del proyecto, habrá presencia de embarcaciones a lo largo de la traza del gasoducto, desde donde se llevarán a cabo todas las tareas constructivas. Esta presencia y circulación constante de embarcaciones generarán disturbios en el ambiente marino que podrá provocar el alejamiento de las tortugas que se movilizarán a otros sitios con menos disturbios. Este impacto será de carácter temporal, ya que durará el tiempo que se prolonguen las tareas en el sitio.

Durante la **Etapa Operativa**, las tortugas se verán afectada fundamentalmente por el aumento del tránsito de embarcaciones entorno a ambas FLNGs en operación. Este aumento del tráfico marítimo representa una amenaza significativa tanto por la probabilidad de que ocurran colisiones como por la contaminación sonora.

La intensificación de la actividad marítima puede impactar negativamente en los desplazamientos naturales de las tortugas marinas, alterando su comportamiento y aumentando el riesgo de interacciones peligrosas con las embarcaciones (Schroeder & Foley, 1995). En tanto, el ruido generado por las embarcaciones puede interferir con las funciones vitales de las tortugas marinas, como la alimentación, la reproducción y los patrones de movimiento, llevándolas a evitar áreas importantes para su supervivencia (Hazel et al., 2007).

Numerosos estudios que midieron la sensibilidad auditiva de las tortugas han encontrado que todas las especies investigadas (cabezona, verde, laúd y tortuga lora (*Lepidochelys kempi*)) son capaces de detectar estímulos acústicos de baja frecuencia (Ridgway et al., 1969; Moein et al., 1994; Bartol y Ketten, 2006; Lavender et al., 2012; Martin et al., 2012; Piniak et al., 2012; Popper et al., 2014) (Tabla 10). Estudios recientes han demostrado que la contaminación acústica submarina está causando que las tortugas experimenten pérdida de audición, la cual podría durar de minutos a días. Los resultados de dichos estudios se han presentado en la última reunión de la Ocean Sciences realizada el 4 de febrero de 2022 (https://osm2022.secure-platform.com/a).

Tabla 10. Especies de tortugas marinas y su sensibilidad auditiva (dependiente de edad/ tamaño). (Adaptado de Popper et al., 2014)

Nombre Común	Nombre Científico	Rango de Audición (kHz)	Mejor Sensibilidad Auditiva (todas las clases de edad combinada)
Verde	*Chelonia mydas*	0,1 – 0,8	0,2 – 0,7 kHz
Cabezona	*Caretta caretta*	0,1 – 0,9	0,5 – 0,6 kHz

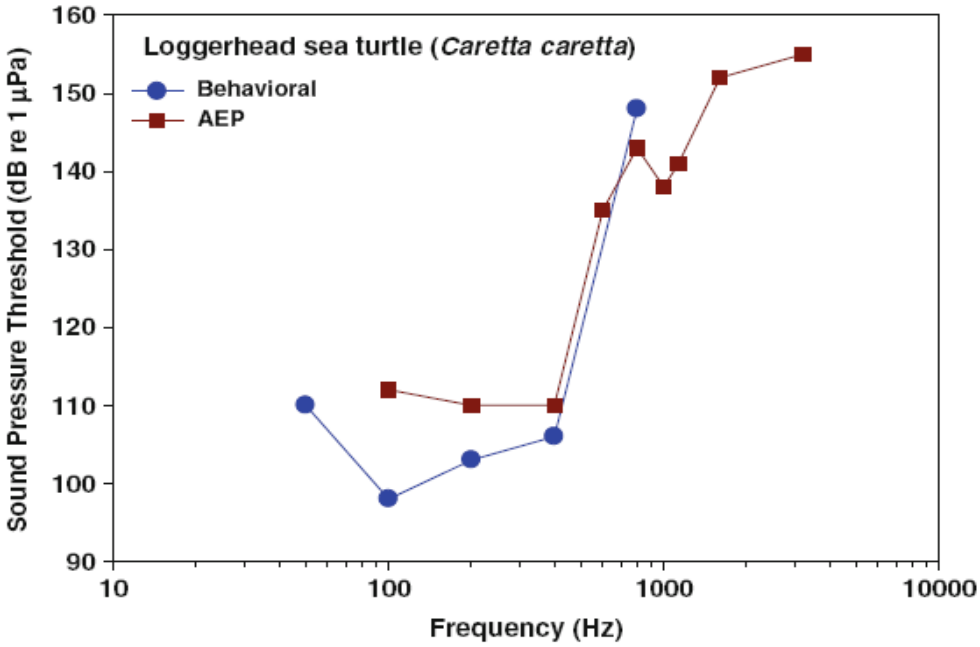


Figura 1. Umbrales auditivos para la tortuga Cabezona (*Caretta caretta*) (Extraído de CIT, 2006).

Los antecedentes también sugieren que las tortugas marinas responden de manera conductual al ruido continuo significativo, como el sonido de un barco que se acerca. Según Eckert et al. (1998), las tortugas laúd, monitoreadas con equipos de seguimiento satelital, mostraron un comportamiento de evitación de barcos a aproximadamente 2-3 km de distancia. La evitación se caracterizó por un cambio brusco en la dirección de nado y un cambio en los patrones de inmersión.

En las Directrices de Exposición Sonora para Peces y Tortugas Marinas (ASA S3/SC1.4TR-2014) se establecen criterios que evalúan la mortalidad y posible lesión mortal, y la lesión recuperable (es decir, pérdida temporal de la audición) (Popper et al., 2014). Si bien existen pocos registros referidos al cambio del comportamiento en estos reptiles, sirven de base para evaluar posibles causas de afectación comportamentales.

Con base en la información disponible, los comportamientos plausibles potencialmente dañinos de las tortugas en respuesta a los disturbios por efectos sonoros son: cambios significativos en los patrones de comportamiento normales; aumento de los gastos energéticos como resultado de la evitación; respuestas conductuales inapropiadas que posiblemente provoquen daño físico (pérdida de audición y mortalidad) como enfermedad por descompresión, desarrollo de enfermedades por stress y varamientos (Gordon et al., 2003; Jepson et al., 2013; Mann et al., 2010; Wright et al., 2007; Vanstreels et al., 2023) o huidas prolongadas llevándolas a largos períodos en superficie; y falta de respuesta a señales biológicamente importantes debido al enmascaramiento de ruido o dificultades de atención. Por otro lado, estos cambios en el comportamiento también pueden llevar a que las tortugas sean excluidas de hábitats críticos.

En zonas de aguas poco profundas, el ruido emitido por embarcaciones recreativas más pequeñas puede llegar a predominar en el ambiente sonoro (Hermannsen et al., 2019). Aunque a menudo subestimado, este tipo de ruido es especialmente disruptivo para especies costeras que son sensibles al sonido. Los cambios de marcha en estas embarcaciones generan sonidos breves pero intensos (con niveles pico-pico que alcanzan hasta 200 dB re 1 µPa), audibles a grandes distancias y capaces de perturbar a los animales cercanos (Jensen et al., 2009).

El ruido producido por embarcaciones se concentra mayormente en frecuencias bajas (aproximadamente entre 20 y 500 Hz). Estudios recientes de barcos comerciales modernos han registrado niveles de ruido de banda ancha (20-1000 Hz) de hasta 188 dB re 1 µPa a 1 metro de distancia para un barco portacontenedores de 54.000 toneladas brutas navegando a 21,7 nudos (11,2 m/s). Cuando una embarcación de gran tamaño transita cerca de un punto receptor, el sonido generado puede elevar significativamente los niveles de ruido en esa ubicación de manera temporal. Además, incluso en la ausencia de barcos cercanos, el ruido de fondo en muchas áreas del océano en frecuencias bajas sigue estando dominado por embarcaciones distantes, debido a la capacidad del sonido de baja frecuencia para propagarse a grandes distancias bajo el agua.

En el marco de este estudio de impacto ambiental se llevó a cabo un **Estudio de Impacto Acústico Subacuático** (ver Anexo 6-2) para peces, tortugas y mamíferos marinos, donde se se analiza el ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de los dos buques FLNG: Hilli Episeyo (Etapa 1) y MKII (Etapa 2), modelando la fuente que se considera dominante que corresponde a las hélices, y asumiendo que las dos fuentes son simultáneas, ubicadas cada una en el entorno del buque al que sirven.

Como se expuso más arriba, de acuerdo a los resultados del Estudio de Impacto Acústico Subacuático, no se esperan lesiones auditivas temporales ni permanentes en peces, tortugas ni mamíferos marinos producto del ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de ambos Buques FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII. No obstante, esto no significa que no puedan producirse cambios comportamentales en estos organismos, como los que han sido descriptos en este mismo texto. Estos efectos cobran mayor relevancia cuando consideramos la sensibilidad de las especies presentes en el área. Asimismo, es importante resaltar que este impacto tiene carácter acumulativo, ya que el efecto se incrementa con el aumento del tránsito vinculado a esta nueva etapa del proyecto y la incorporación de una nueva FLNG, e incluso sepuede incrementar aún más con la incorporación de nuevas fuentes de ruido antropogénico en el área.

En relación a las **Contingencias**, el **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los que pueden afectar a las especies de megafauna marina (tortugas, aves y mamíferos) son:

- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo para un Derrame de hidrocarburos al agua y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua.

Cabe señalar que en la Etapa Constructiva del proyecto también puede producirse un Derrame de HC al agua. En este caso, se trataría de eventos menores desde las embarcaciones y máquinas vinculadas a las tareas constructivas y el peor escenario se produciría en caso de ocurrir sobre la planicie intermareal.

Ante un eventual **Derrame de GNL al agua**, el contacto inmediato del líquido criogénico a una temperatura extremadamente fría (-162°C) con el agua puede causar una drástica disminución local de la temperatura del agua, lo que puede ser letal para los organismos marinos en contacto inmediato (impacto directo). Además, su rápida vaporización puede generar burbujas de gas que disminuyen la concentración del oxígeno disuelto en el agua circundante. No obstante, la capacidad de respuesta (escape) de estos grupos evitará una afectación significativa producto de este tipo de evento contingente.

Sin embargo, un eventual **Derrame de HC al agua** es el evento contingente de mayor significancia sobre las tortugas marinas, pudiendo provocar los siguientes efectos:

1. **Ingestión y contaminación de alimentos.** Las tortugas marinas pueden ingerir petróleo directamente o consumir presas contaminadas. La ingestión de petróleo puede causar una serie de problemas de salud, incluyendo daño al tracto digestivo, toxicidad hepática y renal, y una reducción en la capacidad inmunológica (Lutcavage et al., 1997). El petróleo también puede contaminar las algas y medusas de las que se alimentan, lo que añade una fuente adicional de toxinas a su dieta (Bjorndal et al., 2003).

2. **Afectación de las funciones respiratorias y térmicas.** Las tortugas marinas, al ser reptiles que respiran aire, deben salir a la superficie para respirar. En áreas contaminadas con petróleo, este comportamiento expone a las tortugas a inhalar compuestos volátiles tóxicos, lo que puede causar daños en los pulmones, irritación del tracto respiratorio y envenenamiento (Milton et al., 2003). Además, el petróleo puede alterar la capacidad de las tortugas para termorregularse adecuadamente, especialmente en juveniles que utilizan corrientes cálidas superficiales para mantener su temperatura corporal (Witherington, 2002).

3. **Alteraciones en el comportamiento y la navegación.** El petróleo puede interferir con los sentidos de las tortugas, como la visión y el olfato, esenciales para la navegación y la búsqueda de alimento. Estudios han mostrado que la exposición al petróleo puede desorientar a las tortugas marinas, afectando su capacidad para encontrar áreas de alimentación y anidación (Lohmann et al., 1997). La desorientación es particularmente preocupante en las crías, que dependen de señales químicas y geomagnéticas para orientarse hacia el mar después de la eclosión (Lohmann & Lohmann, 1996).

Por lo tanto, el impacto de un Derrame accidental de HC se considera de intensidad alta debido a la peligrosidad de los agentes contaminantes. De acuerdo a los resultados de la **Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos** (Anexo 6-5), su impacto es potencialmente extenso, aunque la implementación de medidas de contención podría evitar la dispersión de la película de HC. En cuanto a su probabilidad, como ya se ha mencionado, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, la probabilidad de ocurrencia aumenta, pero no deja de ser un evento de Periodicidad Irregular.

4.2.5 Aves Costeras y Marinas

En el Área de Estudio al menos 59 especies de aves utilizan la misma durante algún momento de su ciclo anual (ver Capítulo 5: Línea de Base Ambiental). Las aves incluyen especies de hábitos marino, marino-costeros y terrestres y pertenecen a los siguientes órdenes: Procellariiformes, Sphenisciformes, Pelecaniformes, Suliformes, Charadriiformes, Phoenicopteriformes, Podicipediformes, Psittaciformes, Chatartiformes y Anseriformes. La presencia de aves en el área propuesta para el proyecto puede asociarse a diferentes etapas de su ciclo de vida, como reproducción, migración, alimentación y cuidado parental, entre otros aspectos.

En líneas generales las disminuciones en los tamaños poblacionales de las aves costeras y marinas a nivel global son causados por múltiples amenazas incluyendo la captura incidental en diferentes pesquerías (palangreros, arrastreros, etc.), contaminación (derrames de petróleo, contaminantes químicos, ingesta de y enredo en residuos antropogénicos), ruido artificial (sonares, estudios sísmicos), decrecimiento en la abundancia de las presas causado por sobreexplotación, colisiones con embarcaciones, producción de energía y minería. Por otra parte también existen amenazas desde tierra tales como presencia de especies exóticas, problemáticas con especies nativas (por ejemplo aquellas que se vuelven muy abundantes), disturbio humano, cambios en el uso de la tierra, deterioro del hábitat, desarrollo comercial y residencial y caza (Croxall et al., 2012). Por otra parte el cambio climático y eventos climáticos extremos también afectan a las especies (Lascelles et al., 2016).

En el **Anexo 6-10: Sensibilidad de Megafauna Marina** se analiza la sensibilidad de las especies de aves marinas y costeras al desarrollo del proyecto en el Golfo San Matías. Para esto, se definieron criterios de evaluación para determinar la sensibilidad de las especies. Los primeros criterios están vinculados a la sensibilidad intrínseca de las especies, es decir, aquella independiente al proyecto: Ocurrencia en el área de implantación del proyecto; Abundancia relativa al tamaño poblacional de la especie; Estado de conservación de la especie; Nivel de protección y Presencia de sitios de reproducción. Los últimos criterios apuntan a evaluar la sensibilidad de la especie frente a los principales aspectos del proyecto con potencialidad de generar impactos sobre estos organismos: Sensibilidad al aumento de tráfico marítimo (colisiones, efecto del sonido); Variación en la temperatura del agua (cambios en presas); Derrame de petróleo y sus derivados; Contaminación lumínica y Otras amenazas: colisión/enganche, captura incidental, ingestión de plásticos, contaminación. El resultado final es un Indicador de Sensibilidad Potencial para cada una de las especies analizadas.

Mediante la evaluación de los 11 criterios anteriormente mencionados, se determinó la sensibilidad de las 59 especies de aves en el área del proyecto. Al aplicar esta metodología, se observó que en área propuesta para el proyecto el 36% de las especies (21 especies) fueron clasificadas como altamente sensibles, el 39% (23 especies) presentaron una sensibilidad moderada y el 25% (15 especies) presentaron baja sensibilidad. Las 21 especies que presentan sensibilidad alta correspondientes a 5 órdenes (Procellariformes, Sphenisciformes, Charadriiformes, Suliformes y Podicipediformes) (Tabla 11).

Tabla 11. Especies de aves clasificadas como de sensibilidad alta para el área del proyecto.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche chrysostoma*	Albatros cabeza gris
Procellariiformes	Diomedeidae	*Thalassarche melanophris*	Albatros ceja negra
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes halli*	Petrel gigante del norte
Procellariiformes	Procellariidae	*Macronectes giganteus*	Petrel gigante del sur
Procellariiformes	Procellariidae	*Procellaria aequinoctialis*	Petrel mentón blanco
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna grisea*	Pardela oscura
Procellariiformes	Procellariidae	*Ardenna gravis*	Pardela cabeza negra
Procellariiformes	Procellariidae	*Puffinus puffinus*	Pardela boreal
Procellariiformes	Procellariidae	*Pterodroma arminjoniana*	Petrel de Trinidad
Sphenisciformes	Spheniscidae	*Spheniscus magellanicus*	Pingüino de magallanes

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Charadriiformes	Stercorariidae	*Catharacta chilensis*	Escúa chileno
Charadriiformes	Laridae	*Larus atlanticus*	Gaviota de Olrog
Charadriiformes	Laridae	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano
Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Gaviotín pico grueso
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Gaviotín real
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero común
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero rojizo
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo atriceps*	Cormorán imperial
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Leucocarbo magellanicus*	Cormorán cuello negro
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Biguá
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps major*	Huala

Dentro del Orden Procellariformes, todos los albatros, petreles gigantes y de mediano tamaño y algunas pardelas han sido clasificados como de alta sensibilidad debido a una combinación de estados de conservación amenazados (tanto a nivel internacional como a nivel nacional), su inclusión en algún instrumento de protección, sensibilidad a la contaminación lumínica y derrames de petróleo, una frecuente o permanente ocurrencia en el área del proyecto, así como también por ser especies cuyas estrategias de alimentación incluyen el buceo, carácter que les otorga una moderada o elevada sensibilidad auditiva. Como fuera mencionado en la Línea de Base Ambiental (Capítulo 5), el área de estudio registra una alta diversidad de Procellarriformes y se superpone con el área de alimentación y tránsito para estas aves. Se destacan tres especies amenazadas: el Albatros cabeza gris, el Petrel mentón blanco y el Petrel de Trinidad.

Dentro de los Sphenisciformes, el Pingüino de Magallanes ha sido clasificado como de alta sensibilidad debido a ser una especie cuya estrategia de alimentación incluye el buceo en profundidad, dotándola de una elevada sensibilidad auditiva y sensibilidad a los derrames de petróleo y porque además, es una especie con una permanente ocurrencia y con colonias reproductivas dentro de Área de Estudio del proyecto. Al igual que para los albatros y petreles anteriormente mencionados, el área del proyecto se superpone con el área de alimentación y tránsito para los pingüinos de Magallanes.

Dentro de los Charadriiformes, cuatro familias presentan especies con sensibilidad alta: Scolopacidae, Stercorariidae, Haematopodidae y Laridae (22% del total de las especies del orden), debido a ser especies incluidas en algún instrumento de protección, cuyas estrategias de alimentación incluyen el buceo superficial o el sondeo o picoteo, presentan colonias reproductivas dentro o próximas al área de estudio (excepto el Playero Rojizo) y porque además presentan una frecuente o permanente ocurrencia en dicha área. Se destacan como ´En Peligro Crítico´ el Playero rojizo, ´En Peligro´ el Escúa chileno, ´Amenazada´ la Gaviota gris y ´Vulnerable´ la Escúa parda y la Gaviota de Olrog; según los criterios nacionales.

En cuanto a los Suliformes las tres especies incluidas dentro del área del proyecto: Cormorán imperial, Cormorán cuello negro y Biguá; fueron clasificadas como de alta sensibilidad debido a estar incluidas en algún instrumento de protección, cuyas estrategias de alimentación incluyen el buceo en profundidad, presentan colonias reproductivas dentro y próximas al área de estudio y porque además su ocurrencia en el área mencionada es permanente. Además las tres especies son sensibles al aumento de temperatura y a un potencial derrame de petróleo.

Dentro de los órdenes considerados como especies de aves acuáticas, el Orden Podicipediformes presenta una especie de sensibilidad alta (el Huala).

Durante la **Etapa Constructiva** del proyecto, las aves se verán afectadas de manera indirecta por el deterioro de la calidad del agua producto de la resuspensión de sedimentos durante los trabajos sobre la Planicie intermareal y el Lecho submarino (Aproximación costera; Tendido del gasoducto submarino; Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG). Esta afectación se dará en mayor medida en los pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), que pasan gran parte de su vida en el agua, y las especies de aves buceadoras, que deben ingresar al agua para acceder a su alimento.

Esta afectación será más importante en la **Aproximación costera**, donde se concentra la mayor biomasa y abundancia de plancton, con una notable presencia de especies meroplanctónicas asociadas a áreas de importancia ecológica para organismos bentónicos. Las comunidades bentónicas del intermareal son fundamentales para los ecosistemas marinos proveyendo alimento para diversidad de especies, incluyendo las aves costeras.

Las tareas constructivas de la Aproximación costera también generarán un impacto acústico sobre las aves marinas y costeras que utilizan la Planicie intermareal para descanso y alimentación. Para evaluar este impacto se llevó a cabo un **Estudio de Impacto Acústico Aéreo** (Anexo 6-1).

Las aves se encuentran dentro de los grupos más sensibles al ruido aéreo. La EPA (1971) indica que se requiere una exposición de al menos 40 días con niveles por sobre los 95 dB(A) medidos en el oído de ciertas aves para producir efectos permanentes en el aparato auditivo de éstas. Por otro lado, niveles sobre los 85 dB(A) podrían producir trastornos en el comportamiento de las aves, como por ejemplo migraciones hacia sectores con menos ruido.

El Servicio de Evaluación Ambiental de Chile publicó un documento sobre evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa (2022). En este documento se incluyen tablas para la determinación de umbrales de referencia para la evaluación de impacto acústico. Para el caso de las aves, se mencionan algunos efectos como: el cambio de frecuencia de vocalizaciones (cambio conductual) a partir de los 60 dB (A) (Dooling et al., 2007) y la disminución del éxito reproductivo con un umbral de 58 dB (A) (Shannon et al., 2015).

A fines de adoptar un enfoque conservador, se establece el valor umbral de 58 dB(A) ante el cual pueden esperarse afectaciones sobre el comportamiento de las aves. Así, en función de la propagación acústica del ruido generado por las tareas vinculadas a la Aproximación costera (entorno a los 115 dB), se espera que el impacto acústico sobre el comportamiento de las aves se limite a una distancia de 200 m desde la zona de obra (ver Anexo 6-1).

También durante la **Etapa Constructiva** del proyecto, habrá movimiento de vehículos y maquinaria en la zona costera, desde donde comenzarán las tareas para la Aproximación costera del gasoducto, y presencia de embarcaciones a lo largo de la traza del Gasoducto submarino, desde donde se llevarán a cabo el resto de las tareas constructivas. Esta presencia y circulación permanente de vehículos y embarcaciones generarán disturbios en el ambiente costero-marino que podrá provocar el alejamiento de las aves, que se movilizarán a otros sitios con menos disturbios. Este impacto será de carácter temporal, ya que durará el tiempo que se prolonguen las tareas constructivas, y su efecto dependerá fundamentalmente de la etapa del año en el que suceda, siendo más significativo si sucede durante la época estival que es cuando el área tiene mayor presencia de aves, incluso en etapa reproductiva (aunque no se han detectado colonias reproductivas en las inmediaciones de la Aproximación costera).

Durante la **Etapa Operativa**, las aves se verán afectadas por el aumento del tránsito de embarcaciones entorno a las FLNGs. Este aumento del tráfico marítimo representa una amenaza significativa tanto por la probabilidad de que ocurran colisiones (con pingüinos y especies de aves buceadoras) como por la contaminación sonora (tanto aérea como subacuática).

La audición es vital para las aves marinas ya que juega un rol importante durante su permanencia en tierra en aspectos referidos a la comunicación con sus pares, parejas, pichones y conespecíficos. Estudios científicos sobre comunicación acústica en este grupo de aves han llevado a un pequeño pero contundente cuerpo de evidencia que muestra que el sonido antropogénico genera un impacto en este grupo de animales. Por ejemplo, estudios llevados a cabo en colonias reproductivas de Gaviota argéntea *Larus argentatus*, Gaviotín crestado *Thalasseus bergii* o colonias mixtas mostraron efectos de los ruidos de los aviones en las aves anidando (Bowles et al., 1991; Brown, 1990; Dunnet, 1977). Estudios más recientes mostraron el efecto del sonido de vehículos, peatones y presencia humana sobre el Cormorán de Brandt *Phalacrocorax penicillatus*. Estas observaciones mostraron que los adultos permanecieron menos tiempo en sus nidos y la mortalidad de los pichones aumentó ante la presencia de ruidos de origen artificial (Buxton et al., 2017).

La perturbación generada por el movimiento de los barcos puede ser una amenaza significativa para las aves marinas, afectando su comportamiento, reproducción y estado físico en las colonias (por ejemplo, Burger 1998, ver revisión en Carney y Sydeman 1999), así como sus hábitats de alimentación o descanso (por ejemplo, Rodgers y Schwikert 2003, Stolen 2003, Kaiser et al. 2006). Un estudio realizado en áreas costeras del hemisferio Norte, mostró que el tráfico marítimo (cuantificado a través del sonido) tuvo efectos en las colonias reproductivas de aves marinas (Merkel et al. 2023). De la misma forma también se observó un efecto en la distribución del Colimbo chico *Gavia stellata* (Burger et al. 2019). Por otra parte, se observaron efectos de los barcos en movimiento sobre los patrones de distribución y las reacciones de vuelo en varias especies de aves acuáticas (Schwemmer et al. 2011).

En el caso de aquellas especies buceadoras, las presiones ecológicas son mayores ya que deben procesar información proveniente del agua y del aire. Los sonidos naturales contribuyen a ajustar esta modalidad sensorial pero los ruidos antropogénicos impactan de diversas maneras a las aves marinas. Existen algunos estudios sobre la audición bajo el agua de las aves marinas. Uno de estos trabajos menciona que la audición en el Cormorán grande *Phalacrocorax carbo* se encuentra dentro de los umbrales registrados para los odontocetos y los pinnípedos (Hansen et al., 2017). Estudios en el Frailecillo atlántico *Fratercula arctica* también demostraron una alta sensibilidad auditiva entre los 0,5 a 6 kHz y umbrales debajo de los 40 dB re. 20 µPa desde 0,75 a 3 kHz (Mooney et al., 2020), mientras que para el Cormorán grande la mayor sensibilidad fue encontrada a 1 kHz 58 dB re. 20 µPa (Larsen et al., 2020). Por otra parte, experimentos en cautiverio mostraron que el Arao común *Uria aalge* reacciona a sonidos de intensidades entre 110 a 137 dB re 1 µPa (Hansen et al., 2020).

En cuanto al efecto del ruido aéreo, el **Estudio de Impacto Acústico Aéreo** que se menciona más arriba (Anexo 6-1) señala que en función de la propagación acústica del ruido producto de la **Operación de la FLNG** (entorno a los 119 dB si al ruido de la FLNG MKII 116 dB se le suma el ruido proveniente de la FLNG Hilli Episeyo), se espera que el impacto acústico sobre el comportamiento de las aves se limite a una distancia de 300 m desde la ubicación de las FLNGs.

Por otro lado, a **Operación de la FLNG** podrá afectar a las aves que sobrevuelen el buque por **contaminación lumínica**. El aumento de los niveles de luz artificial ha producido cambios importantes en los ambientes nocturnos naturales, llevando a la pérdida de paisajes nocturnos naturales en todo el globo (Bennie et al. 2015, Gaston et al. 2015, Gouveia 2022). A la alteración de los niveles de luz natural nocturna en los ecosistemas se la denomina contaminación lumínica ecológica (Longcore y Rich 2004).

Se han propuesto tres hipótesis para tratar de dilucidar las razones de la atracción y la desorientación de las aves marinas por las luces artificiales. En primer lugar, las aves perciben la luz artificial como una fuente de alimento (es decir, una presa bioluminiscente). Los pichones de muchas especies de aves marinas se alimentan mediante regurgitación, pero no reciben cuidado de sus padres después de emancipados (Schreiber y Burger 2002). Por lo tanto, deben aprender a encontrar alimento en el mar (Imber 1975). Algunas especies que son atraídas por las luces consumen presas bioluminiscentes, y los pichones sin experiencia pueden confundir las luces artificiales con sus presas bioluminiscentes naturales (Imber, 1975). En segundo lugar, durante los primeros meses de vida, la única luz que ven las aves marinas que anidan en cavidades es la luz que entra desde la entrada de su cueva o madriguera. Por esa entrada llega también toda la comida del pichón, traída por los padres; por lo tanto, la comida está asociada con la luz y las aves recién nacidas pueden confundir las luces artificiales con una fuente de alimento. En tercer lugar, las luces artificiales podrían anular la luz ambiental de la luna, las estrellas u otros objetos estelares cercanos al horizonte. Por lo tanto, las aves marinas podrían perder las señales visuales necesarias para encontrar el océano, o incluso utilizar incorrectamente luces artificiales como señales de navegación (Telfer et al. 1987). En apoyo de esta hipótesis, las aves marinas generalmente no colisionan directamente contra las luces como lo harían si las confundieran con sus presas. Cuando vuelan sobre áreas iluminadas o cerca de luces brillantes, parecen cegados o desorientados y colisionan con estructuras como paredes, antenas, árboles o el suelo. Incluso si no resultan heridas, es posible que las aves en el suelo no puedan volver a despegar y sean vulnerables a la depredación, colisiones de vehículos, hambre o deshidratación (Ainely et al. 2001, Le Corre et al. 2002, Rodríguez et al. 2012b, 2014). Estos eventos de mortalidad ocasionados por contaminación lumínica pueden llegar a ser masivos (en el orden de cientos o miles de individuos) (Rodríguez et al. 2015, Adams et al. 2021, Coleman et al. 2022), provocando la muerte de millones de aves anualmente (Longcore y Rich 2004). El aumento del número de aves varadas o encalladas en tierra suele estar relacionado con un aumento de los niveles de contaminación lumínica en las zonas costeras (Rodrigues et al. 2012, Troy et al. 2013). La luz artificial no solo puede afectar a las aves que se reproducen en las cercanías, sino también a las aves que vuelan sobre áreas iluminadas hacia colonias que se encuentran a muchos kilómetros de distancia, e incluso las aves que han logrado emplumar pueden verse atraídas de regreso desde el mar (Montevecchi 2006, Rodríguez et al. 2014, 2015, Syposz et al. 2018).

El bajo contraste entre las luces artificiales y el cielo nocturno durante la luna llena puede hacer que las luces artificiales sean menos atractivas para las aves marinas inexpertas que buscan alimento, lo que también respalda la hipótesis de la fuente de alimento. Sin embargo, las hipótesis sobre las fuentes de alimento no explican por qué las aves adultas también se ven afectadas al igual que los pichones. Además de atraer a los pichones a las zonas iluminadas, la contaminación lumínica también podría modificar el comportamiento de los depredadores de aves marinas que visitan colonias nocturnas. Ciertas especies de aves marinas que anidan en madrigueras visitan las colonias por la noche aparentemente para evitar a los depredadores (Miles et al. 2013) y, por lo tanto, un aumento en los niveles de luz en las colonias como consecuencia de la contaminación lumínica puede aumentar la depredación por parte de los depredadores diurnos (Oro et al. 2005).

Dentro de las consecuencias estudiadas de la contaminación lumínica en las aves se incluye cambios en ritmo circadiano, el cual está sincronizado por la luz (Berson et al. 2002), desorientación y atracción a la luz (Rodríguez et al. 2017, Adams et al. 2021), cambios en los patrones de migración (Mahr et al. 2012), cambios en los comportamientos de alimentación (Hockin et al. 1992, Zapata et al. 2019) y reproductivos (Richard et al. 2021), entre otros. En líneas generales, los estudios acerca del impacto de la contaminación lumínica en aves están primariamente sesgados al hemisferio Norte, a ciertos órdenes taxonómicos (principalmente Passeriformes, Charadriiformes y Procellariiformes) y a escasas longitudes de onda de luz (roja y blanca) (Adams et al. 2021). La literatura disponible indica que la contaminación lumínica es mayor en las zonas de paso migratorio de las aves migratorias nocturnas en todo el mundo (Cabrera-Cruz et al. 2018). En aves marinas, la contaminación lumínica afecta al menos 56 especies de aves con hábitos pelágicos (Orden Procellariiformes), y principalmente a especies de petreles que nidifican en cuevas o madrigueras

(e.g. familias Procellariidae, Hydrobatidae y Oceanitidae), siendo registrada la mortalidad provocada por este fenómeno en al menos 47 islas de todo el mundo, en tres continentes y en todos las cuencas oceánicas (Rodríguez et al. 2017).

En relación con actividades en el mar como exploración y explotación de petróleo y gas en alta mar, embarcaciones de apoyo, buques sísmicos (Wiese et al. 2001, Ronconi et al. 2015, Fraser y Carter 2018, Gjerdrum et al. 2021), así como terminales off shore e instalaciones de construcción en tierra, la literatura disponible indica que las luces artificiales atraen a las aves marinas en sitios emplazados a lo largo de la costa y en alta mar, hallándose aves varadas o encalladas en cada una de las estructuras antes mencionadas (Wilhelm y Boyne 2006, Day et al. 2015, Fraser y Carter 2018, Gjerdrum et al. 2021). Estos estudios sugieren que los varamientos o encallamientos de aves son más probables durante las noches con poca o ninguna luz de luna, y que también son halladas aves continentales entre las aves varadas o encalladas (Day et al. 2015, Gjerdrum et al. 2021).

Los antecedentes acerca del impacto de la luz artificial en aves marinas habitando América del Sur son escasos. En una revisión acerca de los impactos de la contaminación lumínica en aves sudamericanas, Ursino et al. (2022) ponen de manifiesto que un total de 19 especies de aves presentan antecedentes de afección por esta amenaza. El 79% (15 de 19) de dichas especies son marinas y la mayoría de ellas son pardelas y petreles (Ursino et al. 2022). Los efectos descritos fueron cambios en el comportamiento de forrajeo en Charadriiformes, Strigiformes, Passeriformes y Columbiformes (Leopold et al. 2010, Ortiz 2013, Leveau 2020, Rodríguez et al. 2021), cantos más temprano a la mañana en Passeriformes (Dorado-Correa et al. 2016, Sánchez-González et al. 2021, Marín Gómez 2022) y atracción a la luz que provocó desorientación y muerte por agotamiento en Procellariiformes y Charadriiformes (Astudillo y Encinas 2019, Silva et al. 2020). Otro estudio indica que la luz artificial causa eventos de varamiento o encallamiento en la Pardela grande (*Calonectris diomedea*), una especie de ave marina incluida dentro del área de estudio, en sus sitios de nidificación en la Isla de São Miguel, en el archipiélago de las Azores, Brasil (Rodrigues et al. 2012). Estos autores indican que el 16,7% de los pichones se sienten atraídos por las luces artificiales anualmente y que cuatro colonias representan el 87% de las aves varadas.

En nuestro país, tan solo tres estudios abordan esta problemática, investigando primariamente cambios en el comportamiento de forrajeo debido a la luz nocturna e incluyendo especies contenidas en los órdenes Charadriiformes (Leopold et al. 2010), Strigiformes (Rodriguez et al. 2021) y Columbiformes (Leveau 2020). Uno de estos estudios está centrado en Larus *maculipennis*, una especie de Charadriiformes presente en el área de estudio.

En relación a las **Contingencias**, el **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los que pueden afectar a las especies de megafauna marina (tortugas, aves y mamíferos) son:

- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo para un Derrame de hidrocarburos al agua y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua.

Cabe señalar que en la Etapa Constructiva del proyecto también puede producirse un Derrame de HC al agua. En este caso, se trataría de eventos menores desde las embarcaciones y máquinas vinculadas a las tareas constructivas y el peor escenario se produciría en caso de ocurrir sobre la planicie intermareal.

En cambio, ante un eventual **Derrame de GNL al agua**, el contacto inmediato del líquido criogénico a una temperatura extremadamente fría (-162°C) con el agua puede causar una drástica disminución local de la temperatura del agua, lo que puede ser letal para los organismos marinos en contacto inmediato (impacto directo). Además, su rápida vaporización puede generar burbujas de gas que disminuyen la concentración del oxígeno disuelto en el agua circundante. No obstante, la capacidad de respuesta (escape) de las aves evitará una afectación significativa producto de este tipo de evento contingente.

Sin embargo, un eventual **Derrame de HC al agua** es el evento contingente de mayor significancia sobre estos organismos. Las aves marinas, particularmente aquellas con hábitos buceadores, son muy vulnerables a la contaminación por hidrocarburos. En estas aves el contacto con este contaminante puede ocasionar un colapso de su plumaje cambiando así las propiedades aislantes del mismo y por lo tanto causando hipotermia, pérdida de flotabilidad o aumento de hundimiento y consecuentemente ahogamiento, ulceraciones en la piel, ojos y cavidad bucal y nasal, intoxicación, entre otros efectos negativos (García Borboroglu et al. 2006, Rodríguez Heredia et al. 2008). Los derrames accidentales suelen ser espectaculares y recibir atención pública, particularmente cuando los efectos negativos sobre el ambiente y su biota son dramáticos. Sin embargo, la contaminación “crónica”, producida por frecuentes descargas de hidrocarburos en pequeños volúmenes, es responsable de la mayor cantidad de petróleo vertido en el océano. El impacto de la contaminación por hidrocarburos sobre las aves es múltiple. El plumaje empetrolado se compacta, causando la pérdida de las propiedades de aislamiento térmico: la temperatura corporal disminuye notablemente. Paralelamente, genera pérdida de flotabilidad debido a la falta de aire atrapado en las plumas y al incremento en el peso por absorción de agua, haciendo que el ave no pueda permanecer en superficie (AMSA, 2007). En los casos en que el animal llega a la costa, su peso corporal disminuye a medida que su metabolismo se incrementa para compensar la baja temperatura corporal (Culik et al. 1991). Los hidrocarburos pueden causar envenenamiento e irritaciones a la piel, ojos, boca y cavidades nasales (AMSA, 2007). Aún pequeñas cantidades de petróleo afectan los niveles hormonales, incrementando la cortisona en las hembras e interrumpiendo la reproducción (Fowler et al. 1995).

La contaminación por hidrocarburos, vía naufragios y derrames de hidrocarburos, es una de las mayores causas de muerte de pingüinos a nivel global, incluida *Spheniscus magellanicus* (Gandini et al., 1994; García Borboroglu et al. 2006, 2010). Otras aves incluidas dentro del área de estudio y que se ven afectadas por dicha contaminación son el Albatros ceja negra, el Petrel gigante del Sur, el Petrel mentón blanco, las pardelas cabeza oscura y boreal, el pingüino penacho amarillo y algunas especies de gaviotas, gaviotines y cormoranes (Gandini et al., 1994; Esteves et al., 1997, Petry y Fonseca 2002).

Por lo tanto, el impacto de un Derrame accidental de HC se considera de intensidad alta debido a la peligrosidad de los agentes contaminantes. De acuerdo a los resultados de la **Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos** (Anexo 6-5), su impacto es potencialmente extenso, aunque la implementación de medidas de contención podría evitar la dispersión de la película de HC. En cuanto a su probabilidad, como ya se ha mencionado, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, la probabilidad de ocurrencia aumenta, pero no deja de ser un evento de Periodicidad Irregular.

4.2.6 Mamíferos Marinos

Dentro del Mar Argentino se tiene registro de 52 especies de mamíferos marinos, los cuales incluyen Pinnípedos (9 especies), Cetáceos (41 especies) y Mustélidos (2 especies) (Bastida y Rodríguez, 2003; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, 2019; MAyDS, 2021). En el Área de Estudio (AE) definida para el Proyecto FLNG Golfo San Matías se identifican un total de 29 especies de mamíferos marinos, las cuales representan el 56% de las especies presentes en todo el Mar Argentino (ver Capítulo 5: Línea de Base Ambiental).

La presencia de los mamíferos marinos en el AE puede asociarse a diferentes etapas de su ciclo de vida, como reproducción, migración, alimentación y cuidado de crías, entre otras. Los pinnípedos, son especies que se reproducen en tierra, con ciclos de vida con etapas bien definidas, y por lo tanto, fácilmente identificables. Existen colonias de pinnípedos ubicadas dentro del AE (*Otaria flavescens* y *Mirounga leonina*), las cuales han sido monitoreadas durante las últimas tres décadas (Ferrari et al., 2009; Svendsen et al., 2013; Romero et al., 2017; Bartés et al. 2020). Además, se dispone de estudios de telemetría satelital que han permitido identificar zonas de uso dentro del AE para estas especies (Campagna et al., 2001; Müller 2004; Campagna et al., 2021).

En cambio, en los cetáceos estas etapas son más difíciles de identificar, y el grado de conocimiento de las especies es altamente variable. Algunas especies de grandes ballenas han sido extensamente estudiadas, conociéndose sus ciclos de vida que involucran congregaciones en áreas de reproducción, para luego realizar extensas migraciones; mientras que existen otras especies de grandes ballenas muy poco estudiadas en la zona en donde no hay información de cómo se desarrollan estos procesos. A la vez, existen especies que permanecen en una misma zona durante todo su ciclo de vida, sin periodos claramente definidos para la reproducción, alimentación y lactancia. También hay especies muy poco conocidas, debido a su escasa frecuencia de avistamiento y varamiento, dificultando su estudio.

Particularmente, la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) es una especie ampliamente estudiada, la cual se caracteriza por realizar extensas migraciones que involucran la formación de agrupaciones reproductivas durante el invierno en dos núcleos principales, Península Valdés-Golfo San Matías (Argentina) y Santa Catarina (Brasil). De esta manera, su presencia en el AE está dirigida a la reproducción y el cuidado de las crías.

En el **Anexo 6-10: Sensibilidad de Megafauna Marina** se analiza la sensibilidad de las especies de mamíferos marinos al desarrollo del proyecto en el Golfo San Matías. Para esto, se definieron criterios de evaluación para determinar la sensibilidad de las especies. Los primeros criterios están vinculados a la sensibilidad intrínseca de las especies, es decir, aquella independiente al proyecto: Ocurrencia en el área de implantación del proyecto; Abundancia relativa al tamaño poblacional de la especie; Estado de conservación de la especie; y Cercanía a sitios de reproducción. Los últimos criterios apuntan a evaluar la sensibilidad de la especie frente a los principales aspectos del proyecto con potencialidad de generar impactos sobre estos organismos: Sensibilidad al aumento de tráfico marítimo (colisiones, efecto del sonido); Variación en la temperatura del agua (cambios en presas, efecto en la comunicación); Derrame de petróleo y sus derivados; y Otras amenazas: captura incidental, ingestión de plásticos, contaminación. El resultado final es un Indicador de Sensibilidad Potencial para cada una de las especies analizadas.

Mediante la evaluación de los 8 criterios anteriormente mencionados, se determinó la sensibilidad de las 29 especies de Mamíferos Marinos en las AE. Al aplicar esta metodología, se observó que, dentro de la misma, el 65% de las especies, es decir, 19 especies, fueron clasificadas como altamente sensibles, mientras que el porcentaje restante (35%) (Tabla 12), correspondiente a 10 especies presentaron una sensibilidad moderada. No se contó con especies con sensibilidad baja.

Tabla 12. Especies de mamíferos marinos clasificados como de sensibilidad alta para el área propuesta para el proyecto

Especie	Nombre Común
Otaria flavescens	Lobo marino de un pelo
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos Sudamericano
Arctocephalus tropicalis	Lobo marino de dos pelos Subantártico
Arctocephalus gazella	Lobo marino de dos pelos Antártico
Mirounga leonina	Elefante marino del sur
Hydrurga leptonyx	Leopardo marino
Leptonychotes weddellii	Foca de Weddell
Lobodon carcinophaga	Foca cangrejera
Eubalaena australis	Ballena Franca Austral
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada
Balaenoptera physalus	Ballena fin o de aleta
Balaenoptera borealis	Ballena sei
Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke antártica
Balaenoptera acutorostrata sbsp.ND	Ballena minke enana
Physeter macrocephalus	Cachalote
Pontoporia blainvillei	Franciscana
Delphinus delphis	Delfin comun
Tursiops truncatus gephyreus	Tonina o Delfin nariz de botella de Lahille
Lagenorhynchus australis	Delfin austral
Sagmatias obscurus	Delfin oscuro
Cephalorhynchus commersonii	Tonina overa
Orcinus orca	Orca
Pseudorca crassidens	Falsa orca
Globicephala melas	Delfin piloto o calderon
Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa

La importancia relativa de los diferentes criterios también mostró cierta heterogeneidad entre grandes grupos. En el caso de los pinnípedos, además de observarse una heterogeneidad dentro del grupo, atributos como la abundancia y el registro de otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos) fueron los criterios que aportaron los *scores* más altos para el cálculo del ISP. La abundancia y el registro de otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos) fueron criterios importantes también en los misticetos, a los cuales deben sumarse el incremento del tráfico marítimo y sus efectos sobre el sonido y las capacidades de específicas de maniobra, y el estado de conservación de las especies, en las cuales, dentro de los cetáceos, se cuenta mayormente con especies amenazadas o con categorías desconocidas.

Finalmente, al analizar específicamente a aquellas especies que fueron clasificadas como de sensibilidad alta (ISP ≥ 0,68), no hay un criterio que sea determinante para el conjunto de las especies presentes en el AE, sin embargo, en la mayor parte de las 19 especies se tiene valores máximos en los criterios como abundancia, tráfico marítimo y otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos). En mayor detalle de análisis, la cercanía a los sitios de reproducción otras amenazas (captura incidental, ingestión de plásticos) son los criterios de valoración máxima (es decir, 1), coincidentes en las 3 especies de pinnipedos con alta sensibilidad (*O. flavescens, A. australis y M. leonina*). En el caso de los cetáceos, todos los misticetos comparten valoraciones máximas (1) en los criterios de abundancia e incremento del tráfico marítimo, esto último vinculado a la baja capacidad de maniobrabilidad del grupo, en términos generales. Por su parte, los odontocetos presentaron valoraciones máximas (1) en los mismos criterios que los misticetos.

Durante la **Etapa Constructiva** del proyecto, los mamíferos marinos se verán afectadas de manera indirecta por el deterioro de la calidad del agua producto de la resuspensión de sedimentos durante los trabajos sobre la Planicie intermareal y el Lecho submarino (Aproximación costera; Tendido del gasoducto submarino; Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG).

Esta afectación será más importante en la **Aproximación costera**, donde se concentra la mayor biomasa y abundancia de plancton, con una notable presencia de especies meroplanctónicas asociadas a áreas de importancia ecológica para organismos bentónicos. Las comunidades bentónicas son fundamentales para los ecosistemas marinos proveyendo alimento y formando hábitats complejos para diversidad de especies.

Durante el desarrollo de las tareas constructivas habrá **Movilización de embarcaciones** a lo largo de la traza del gasoducto submarino, desde donde se llevarán a cabo tales tareas. Esta presencia y circulación permanente de embarcaciones generarán disturbios en el ambiente marino que podrá provocar el alejamiento de los mamíferos marinos que se movilizarán a otros sitios con menos disturbios. Este impacto será de carácter temporal, ya que durará el tiempo que se prolonguen las tareas en el sitio.

En esta etapa constrictiva cobra relevancia relativa el ruido submarino que se generará en el hincado de los pilotes en el lecho submarino[5], durante la **Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG**. Si bien existen publicaciones que dan cuenta que esta tarea puede producir un impacto acústico sobre los mamíferos (dosits.org), dado el poco peso de la misma en el marco del proyecto, se optó por analizar con mayor detalle el impacto acústico de otras actividades más constantes, que podrán generar un impacto de carácter más permanente. No obstante, el impacto acústico del hincado de los pilotes se encuentra registrado en esta evaluación.

Durante la **Etapa Operativa**, la megafauna marina se verá afectada fundamentalmente por el aumento del tránsito de embarcaciones entorno a las FLNGs. Este aumento del tráfico marítimo representa una amenaza significativa tanto por la probabilidad de que ocurran colisiones como por la contaminación sonora.

[5] El martillo para el hincado de pilotes genera un ruido impulsivo con un nivel de fuente (SPL_{rms}) de 237 dB re 1µPa, y un rango de baja frecuencia entre los 100 – 1.000 Hz. Los impulsos generados durante el trabajo sobre pilotes tienen una duración corta, de 30 a 50 ms y se repiten con una frecuencia de 2 a 4 segundos (Hildebrand, 2009.)

Las colisiones son una amenaza concreta para ciertas especies de cetáceos debido a los posibles impactos con embarcaciones. Estos incidentes se han convertido en una de las causas más comunes de lesiones y mortalidad entre grandes ballenas y delfines en los últimos años (Reeves et al., 2003; Dolman et al., 2006). Aunque el problema de las colisiones entre embarcaciones y cetáceos ha sido documentado durante décadas (Laist et al., 2001; Jensen y Silber, 2004), su reconocimiento reciente como una fuente de impacto antropogénico crucial demanda un análisis y evaluación urgentes (Van Waerebeek et al., 2007). Estas colisiones involucran diversos tipos de barcos, desde cargueros y tanqueros, hasta cruceros y pesqueros, aunque su frecuencia es mayor con embarcaciones grandes y rápidas (Laist et al., 2001; Jensen y Silber, 2004). Si bien el número de registros en nuestro país es limitado, las colisiones con grandes cetáceos son un problema frecuente en varias partes del mundo (Félix y Van Waerebeek, 2005; Van Waerebeek et al., 2007; Brownell et al., 2009; Schoeman et al., 2020). En Argentina, se han registrado colisiones con dos especies de grandes cetáceos: la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (D´Agostino et al., 2018; Giardino et al., 2022), ambas especies presentes en el área de estudio.

El modo locomotor, desplazamiento y maniobrabilidad difieren entre pinnípedos y cetáceos misticetos y odontocetos (Fish, 1997; Berta et al, 2015; Segre et al, 2022). El desplazamiento en cetáceos se da por oscilación caudal, donde el movimiento dorso-ventral de la cola genera la fuerza de elevación y propulsión mientras el cuerpo se mantiene estable (Fish, 1997; Berta et al, 2015). La aceleración dinámica (muscular) disminuye hacia las especies de mayor tamaño donde se tornan importantes los desplazamientos angulares del nado para acelerar el cuerpo (Martín López et al., 2021). La maniobrabilidad también disminuye hacia las especies de mayor tamaño, registrándose menor aceleración, y cambios de posición, giros y rolls más lentos, aunque con mejor performance que las especies pequeñas (Segre et al., 2022). La forma de locomoción horizontal y la restricción de movimientos hacen que los cetáceos, principalmente los de mayor tamaño, requieran más espacio y tiempo para realizar cambios de dirección o movimiento; por ejemplo, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) no realiza movimientos laterales para evadir buques, con lo cual para esquivarlos por buceo necesita una distancia de 250 metros de distancia (MacKenna et al., 2015).

A partir de lo expuesto en relación a la posibilidad de colisión se definieron tres grupos de afectación:

- Menor afectación: mamíferos con maniobrabilidad alta. Incluyen a los pinnípedos y cetáceos de pequeño tamaño.
- Afectación moderada: mamíferos con maniobrabilidad media. Incluye cetáceos odontocetos de tamaño intermedio (ej. zifidos, ballena minke).
- Mayor afectación: mamíferos con maniobrabilidad baja. Incluye cetáceos de gran porte (ej. cachalote, ballena jorobada, ballena franca, etc.).

Por otra parte, el incremento del tráfico marítimo lleva consigo un incremento de la contaminación sonora en el mar. A lo largo de la evolución, los mamíferos marinos han desarrollado adaptaciones acústicas únicas que les permiten percibir sonidos en un amplio rango de frecuencias, superando en algunos aspectos a sus contrapartes terrestres (Figura 2). Tanto los misticetos como los odontocetos han desarrollado canales de tejido blando para la conducción del sonido hacia el oído, mientras que los pinnípedos utilizan un canal externo lleno de aire, al menos en ambientes terrestres. Además, existen diferencias significativas entre las capacidades auditivas de los otáridos y los fócidos, con estos últimos mostrando una mayor adaptación para la audición subacuática.

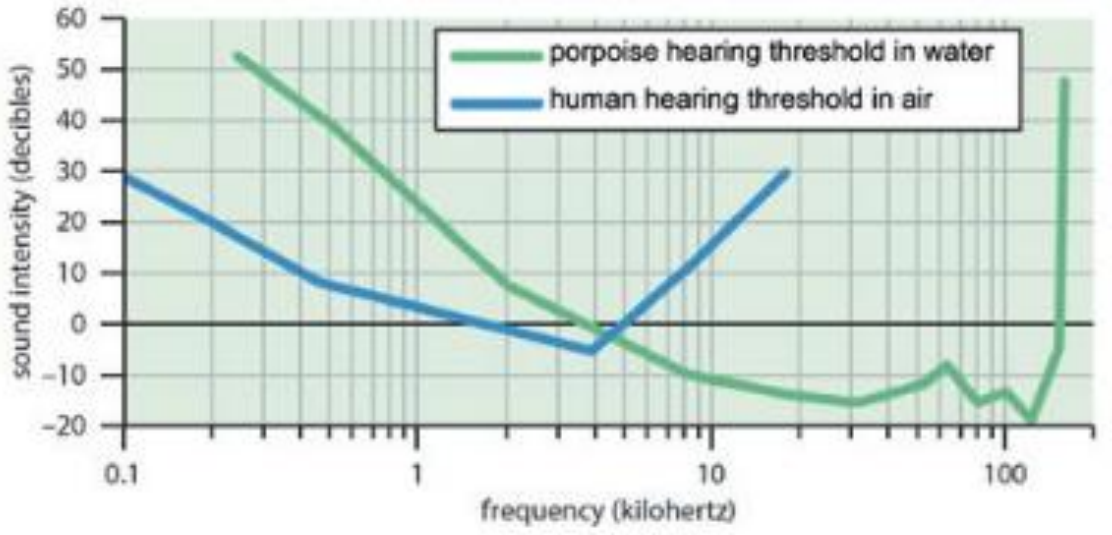


Figura 2. Audiograma comparativo entre un ser humano en el aire y una marsopa en el agua. En el eje x se expresan la frecuencia en kHz mientras que en el eje y se expresa la intensidad sonora en decibeles (db).

Los mamíferos marinos dependen en gran medida de su capacidad auditiva para realizar funciones esenciales como la detección de presas, la comunicación y la orientación en el entorno acuático. Sin embargo, la creciente presencia de ruido submarino antropogénico, generado por diversas actividades humanas como el transporte marítimo, la exploración de petróleo y gas, la construcción de parques eólicos, las plataformas petroleras y las actividades militares, está alterando significativamente sus hábitats. Aunque las áreas altamente explotadas suelen presentar niveles particularmente altos de ruido submarino, el impacto del ruido puede ser aún más severo en áreas más tranquilas, donde los animales no están habituados a tales perturbaciones (Tabla 13).

Tabla 13. Nivel sonoro de diferentes fuentes de sonido utilizados en el mar. Fuente: dosits.org

FUENTE DE SONIDO	NIVEL SONORO (dB re 1 µPa a 1 m)
Dispositivo subacuático nuclear (30 kilo-ton)	328
Explosivos (10.000 libras ó 4.536 kg de TNT)	299
Arreglo de cañones de aire comprimido (sísmica comercial)	260–262
Erupción volcánica submarina, terremoto	240–250
Ecosonda multihaz científica	235
Sonares militares de frecuencias medias	223–235
Sonares militares de frecuencias bajas	215
"Superpetrólero" (270 m de eslora)	198
Dispositivo acústico de hostigamiento	185
Barco pesquero (12 m de eslora, 7 nudos)	150
Dispositivo acústico de disuasión (AquaMark300)	132
Fenómenos climáticos (lluvia, trueno, rayo)	80–200
Sonidos biológicos*	~ 50–190
Oleaje	~ 40–80

El ruido antropogénico puede enmascarar las señales de comunicación entre los mamíferos marinos, impidiéndoles escuchar los llamados de sus congéneres, lo que puede afectar su capacidad para encontrar pareja o localizar alimento, y, en última instancia, poner en riesgo la supervivencia de individuos o especies. Además, el ruido puede interrumpir su comportamiento natural, provocar la migración a hábitats más silenciosos, interferir con la alimentación, alterar el comportamiento de inmersión e incluso causar daños reproductivos a través del estrés agudo y crónico. En los casos más graves, la exposición a ruidos intensos y continuos o impulsivos puede dañar el sistema auditivo, provocando una pérdida temporal o permanente de la audición, lo que aumenta el riesgo de no detectar señales importantes, como la aproximación de un barco o componentes específicos de las llamadas de apareamiento (Reckendorf et al., 2023).

El hecho de que la exposición a los sonidos afecte a los mamíferos marinos depende de los niveles sonoros, la frecuencia y la duración de estas fuentes de sonido. La exposición de los mamíferos marinos a diferentes distancias de una fuente de sonido puede dar lugar a diferentes efectos que van desde lesiones auditivas, es decir Desplazamiento Permanente del Umbral (PTS) o Desplazamiento Temporal del Umbral (TTS) (Finneran y Branstetter, 2013; Southall et al., 2019), a respuestas o alteraciones del comportamiento (Nowacek et al., 2007) y al enmascaramiento de la comunicación (Di Iorio y Clark, 2010) (Figura 3) Si estos efectos sonoros son graves, o se prolongan durante periodos de tiempo prolongados, y no se mitigan lo suficiente, pueden tener consecuencias a nivel poblacional .

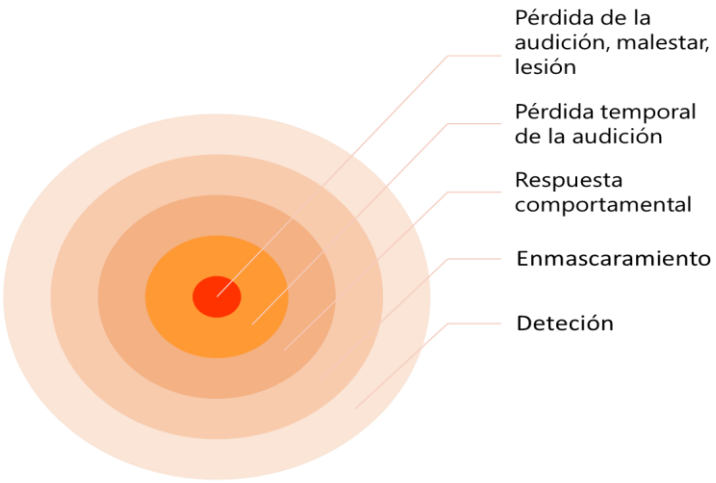


Figura 3. Zonas teóricas de solapamiento de la influencia del ruido (según Richardson et al., 1995).

Existen pruebas claras de que los sonidos intensos e impulsivos pueden dañar los tejidos y provocar potencialmente efectos mortales cuando los animales se encuentran cerca de una fuente de ruido, pero es mucho más probable que los individuos estén expuestos a sonidos a cierta distancia de la fuente de ruido, donde la intensidad es menor, siendo más probable que los efectos sean conductuales que físicos. Así pues, los efectos del ruido antropogénico pueden ir desde pequeños ajustes conductuales a corto plazo hasta grandes cambios conductuales o fisiológicos que provoquen la muerte (Chahouri et al., 2022).

La instalación de una FLNG en una zona previamente no impactada por el tráfico marítimo puede representar una amenaza para la fauna marina debido al aumento en la cantidad de embarcaciones en la región. En aguas poco profundas, el ruido generado por pequeñas embarcaciones recreativas puede dominar los paisajes sonoros (Hermannsen et al., 2019). Este tipo de ruido, aunque a veces subestimado, puede ser particularmente perturbador para las especies costeras sensibles al ruido. En las marsopas de Escocia (*Phocoena phocoena)*, por ejemplo, el incremento del tránsito marítimo asociado a la presencia de un parque eólico, redujo hasta un 33% la detección acústica de las marsopas, comparado con el periodo sin este parque. Esta disminución en la detección de la especie fue asociada al aumento en los niveles de actividad de las embarcaciones y las actividades de hincado, así como con un aumento en los niveles locales de ruido submarino de banda ancha (Benhemma-Le Gall et al., 2023). Estudios similares en marsopas sin aleta (*Neophocaena asiaeorientalis sunameri)* en Japón encontraron que la intensidad del sonido producido por las marsopas se vio afectado por una combinación de factores, vinculado también al ruido de embarcaciones. En particular, se observó que las marsopas emitían sonidos con mayor intensidad cuando no había ruido de embarcaciones durante el día, en comparación con otras situaciones (Ogawa y Kimura, 2023). Otro estudio realizado en las Islas Canarias demostró que las pequeñas embarcaciones que viajan a 5 nudos en aguas poco profundas pueden reducir el rango de comunicación de los delfines nariz de botella en un 26% dentro de un rango de 50 m, mientras que el ruido de cavitación aumentado a velocidades más altas incrementa drásticamente el impacto en el rango de comunicación. Los cambios de marcha generan sonidos transitorios de alto nivel (con niveles pico-pico de hasta 200 dB re 1 µPa) que pueden ser audibles a muchos kilómetros y pueden perturbar a los animales cercanos (Jensen et al., 2009).

Además, los ecosondas de las embarcaciones se solapan con los sonidos de alta frecuencia o click de ecolocalización. Por ejemplo, en un grupo de orcas del mar de Salish (EEUU) se observó que cuando las embarcaciones tenían encendido el sonar de navegación, las orcas realizan inmersiones más largas para capturar presas y descendían más lentamente al iniciar estas inmersiones. Además, las orcas descendían más rápido cuando los niveles de ruido eran más altos y las embarcaciones se acercaban más (Holt et al., 2021).

La mayoría del ruido producido por los barcos está en frecuencias bajas (aproximadamente 20–500 Hz). Las mediciones en barcos comerciales modernos muestran niveles de fuente de banda ancha (20–1000 Hz) de hasta 188 dB re 1 µPa a 1 m para un contenedor de 54.000 toneladas brutas navegando a 21,7 nudos (11,2 m/s). Cuando un gran barco pasa cerca de un receptor, el ruido generado puede aumentar temporalmente los niveles sonoros en esa ubicación de manera significativa. Incluso en ausencia de un barco cercano, en muchos lugares del océano, el nivel de sonido de fondo en frecuencias bajas está dominado por el ruido de barcos distantes debido a que los sonidos de baja frecuencia pueden viajar largas distancias bajo el agua.

En el marco de este estudio de impacto ambiental se llevó a cabo un **Estudio de Impacto Acústico Subacuático** (ver Anexo 6-2) para peces, tortugas y mamíferos marinos, donde se se analiza el ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de los dos buques FLNG: Hilli Episeyo (Etapa 1) y MKII (Etapa 2), modelando la fuente que se considera dominante que corresponde a las hélices, y asumiendo que las dos fuentes son simultáneas, ubicadas cada una en el entorno del buque al que sirven.

Como se expuso más arriba, de acuerdo a los resultados del Estudio de Impacto Acústico Subacuático, no se esperan lesiones auditivas temporales ni permanentes en peces, tortugas ni mamíferos marinos producto del ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de ambos Buques FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII. No obstante, esto no significa que no puedan producirse cambios comportamentales en estos organismos, como los que han sido descriptos en este mismo texto. Estos efectos cobran mayor relevancia cuando consideramos la sensibilidad de las especies presentes en el área. Asimismo, es importante resaltar que este impacto tiene carácter acumulativo, ya que el efecto se incrementa con el aumento del tránsito vinculado a esta nueva etapa del proyecto y la incorporación de una nueva FLNG, e incluso sepuede incrementar aún más con la incorporación de nuevas fuentes de ruido antropogénico en el área.

En relación a las **Contingencias**, el **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los que pueden afectar a las especies de megafauna marina (tortugas, aves y mamíferos) son:

- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo para un Derrame de hidrocarburos al agua y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua.

Cabe señalar que en la Etapa Constructiva del proyecto también puede producirse un Derrame de HC al agua. En este caso, se trataría de eventos menores desde las embarcaciones y máquinas vinculadas a las tareas constructivas y el peor escenario se produciría en caso de ocurrir sobre la planicie intermareal.

En cambio, ante un eventual **Derrame de GNL al agua**, el contacto inmediato del líquido criogénico a una temperatura extremadamente fría (-162°C) con el agua puede causar una drástica disminución local de la temperatura del agua, lo que puede ser letal para los organismos marinos en contacto inmediato (impacto directo). Además, su rápida vaporización puede generar burbujas de gas que disminuyen la concentración del oxígeno disuelto en el agua circundante. No obstante, la capacidad de respuesta (escape) de estos grupos evitará una afectación significativa producto de este tipo de evento contingente.

Sin embargo, un eventual **Derrame de HC al agua** es el evento contingente de mayor significancia sobre los mamíferos marinos. Los hidrocarburos afectan a estos organismos de manera directa e indirecta (Ruberg et al., 2021). La inhalación, la ingestión o el contacto con el petróleo puede desencadenar una serie de respuestas fisiológicas que tienen consecuencias en la salud y la supervivencia a largo plazo, incluso afectando la capacidad reproductiva de los individuos (Hague et al., 2022). La afectación más aguda ocurre por el daño en el sistema respiratorio causado por la inhalación de los gases aromáticos altamente tóxicos derivados del petróleo (Helms et al., 2005). Además, la ingestión directa o indirecta del petróleo (como a través de presas contaminadas) puede posiblemente afectar varios órganos (por ejemplo, riñones, hígado e intestinos) y sistemas (por ejemplo, digestivo y urogenital). Por último, la exposición y el contacto con el petróleo pueden producir daños en los ojos y otros tejidos blandos expuestos (Helms et al., 2005). La impregnación del pelaje con crudo en pinnípedos junto con cambios en su comportamiento son los efectos más documentados por la literatura (Ruberg et al., 2021).

Los efectos indirectos son menos comprendidos, pero no por ello menos importantes. Entre ellos se puede mencionar la reducción de la disponibilidad de presas en un tiempo determinado, los daños en el hábitat de las presas (ejemplo, hipoxia en el estuario del río Mississippi; Magaña et al., 2003), la mortalidad selectiva con la consiguiente interrupción de los lazos sociales, y la disminución del éxito reproductivo, entre otros (Helms et al., 2005). La evaluación de los cambios en el patrón de varamientos y/o los varamientos de especies inusuales en un área específica puede ser utilizada como indicador de estrés crónico relacionado con actividades relacionadas a hidrocarburos (Litz et al. 2014).

Las afectaciones a mamíferos marinos deben ser discutidas según las características anatómicas de los diferentes grupos. La literatura separa la discusión considerando mustélidos, sirénidos, úrsidos, pinnípedos o cetáceos. En el Mar Argentino y particularmente en el Área de Estudio, se analizan pinnípedos y cetáceos ya que son grupos taxonómicos que tienen representantes en esa área.

Por su similitud anatómica y fisiológica, es esperable que los pinnípedos puedan responder a la exposición de forma similar a las nutrias, las cuales han sido estudiadas en mayor detalle. Membranas mucosas, ojos, orejas, genitales externos, y órganos internos expuestos de forma aguda o crónica, pueden resultar afectados negativamente por este contaminante. Entre los efectos directos, es posible que ocurra inhalación, ingestión directa o indirectamente. Por ejemplo, se ha observado que en focas anilladas (*Pusa hispida*) que han estado 24 hs en contacto con petróleo no lo ingieren, pero si expresan cambios en el epitelio respiratorio, como causa de la inhalación de gases (Kooyman et al., 1977), o patologías de hígado y riñón (St Aubin, 1977).

Los pinnípedos son un grupo diverso (Bastida et al., 2022), mientras que lobos marinos de dos pelos son más vulnerables, leones o lobos marinos de un pelo y focas son menos sensibles a la contaminación directa (Helms et al., 2005). Lobos marinos de dos pelos presentan una capa muy desarrollada del pelo inferior o subyacente (*underfur*), con rol importante en el aislamiento, ya que evita que el agua toque la piel. El empetrolamiento y apelmazamiento de este pelo produce un aumento en la conductividad térmica y por consiguiente una excesiva pérdida de calor corporal haciéndolas mucho más vulnerables (Kooyman et al., 1977). El permanente acicalamiento (que tiene como función mantener la limpieza y separación del *underfur*, favorecería a la redistribución del petróleo. Existen que evidencian cambios termorregulatorios en pinnípedos empetrolados. Por ejemplo, se observó que mientras que juveniles del lobo fino del norte (*Callorhinus ursinus*), exhiben un 50% de incremento en la pérdida de calor en aguas contaminadas con crudo (Kooyman et al., 1976), especies como el león marino de California (*Zalophus californianus*), y las focas de Weddell (*Leptonychotes weddellii*) no han mostrado cambios evidentes (Kooyman et al., 1977).

No son muchos los casos de cetáceos empetrolados. Por su anatomía, es esperable que el petróleo y sus derivados no se adhieran a la piel, tampoco que se acumule en zonas externas sensibles tales como ojos, boca, espiráculo, etc. Por otra parte, la capa de grasa hipodérmica es quien cumple la función de aislamiento térmico, por lo que en principio, no pareciera no tener el mismo compromiso que las especies con pelo desarrollado. Estos mamíferos marinos no ingieren grandes volúmenes de agua, tampoco se acicalan, por lo que probablemente no consuman grandes cantidades de petróleo y sus derivados (Helms et al., 2005).

Los cetáceos pueden estar expuestos al petróleo y a los compuestos derivados a través del contacto directo, la ingestión de hidrocarburos o presas contaminadas con hidrocarburos, la inhalación de hidrocarburos y/o componentes de volatilizados o en aerosol, y la aspiración de hidrocarburos directamente en los pulmones (Godard-Codding y Collier, 2018). Los efectos del petróleo en los cetáceos se han investigado en *oil spills* y antiguos estudios experimentales de exposición, reportándose varios efectos incluyendo una mala condición corporal, desequilibrio del calcio, inflamación, fallas reproductivas, daño orgánico (enfermedad e insuficiencia pulmonar, enfermedad de las glándulas suprarrenales), alteración de la función hepatobiliar, cambios inmunológicos y aumento de la susceptibilidad a las infecciones, alteración de la respuesta al estrés y muerte.

Dias et al. (2017) reportaron que delfines y ballenas no siempre evitaron los productos derivados del petróleo, ya que fueron observados y documentados nadando en diferentes tipos de petróleo tras el vertido del *Deepwater Horizon*, en el Golfo de México. Las imágenes de delfines con petróleo en el cuerpo confirmaron que el petróleo puede adherirse a la piel de los cetáceos y persistir en ella. Aunque se ha sugerido en literatura que algunas especies de cetáceos son capaces de detectar y potencialmente evitar diferentes tipos de petróleo, este estudio mostró que los cetáceos entraron en contacto directo con el petróleo al nadar a través de ellos, adhiriéndose a su piel.

A su vez, la exposición al petróleo superficial va a diferir según el comportamiento de las diferentes especies. Aquellas especies que son buceadores profundos (cachalotes, zífidos, delfines piloto) tienen potencialmente una menor probabilidad de empetrolamiento, porque la mayor parte del tiempo están sumergidos. Opuesto es el caso de las ballenas, que no sólo tienen hábitos más someros, sino que además por el comportamiento de filtrado superficial o sub-superficial, los expone directamente a la retención de petróleo en las barbas (disminuyendo su capacidad de filtrado), y a la ingestión directa. Dentro de las especies identificadas, es particularmente sensible la Ballena Franca Austral, una especie filtradora de superficie y que, aunque se encuentre en periodo reproductivo en el área de estudio, puede alimentarse la madre o la cría.

Por lo tanto, el impacto de un Derrame accidental de HC se considera de intensidad alta debido a la peligrosidad de los agentes contaminantes. De acuerdo a los resultados de la **Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos** (Anexo 6-5), su impacto es potencialmente extenso, aunque la implementación de medidas de contención podría evitar la dispersión de la película de HC. En cuanto a su probabilidad, como ya se ha mencionado, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, la probabilidad de ocurrencia aumenta, pero no deja de ser un evento de Periodicidad Irregular.

4.2.7 Áreas de Importancias para la Conservación

En el ámbito geográfico del Golfo San Matías se han establecido varias áreas protegidas costero marinas, las cuales, en términos generales, tienen por finalidad la preservación y la protección de diversas especies marinas, sus comunidades biológicas, ambientes y hábitats (Figura 26).

Particularmente, tres de ellas quedan dentro del Área de Estudio definida para el Proyecto FLNG GSM:

- Área Natural Protegida Caleta de los Loros (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Bahía de San Antonio (Provincia de Río Negro)
- Parque Nacional Islote Lobos (Administración de Parques Nacionales)

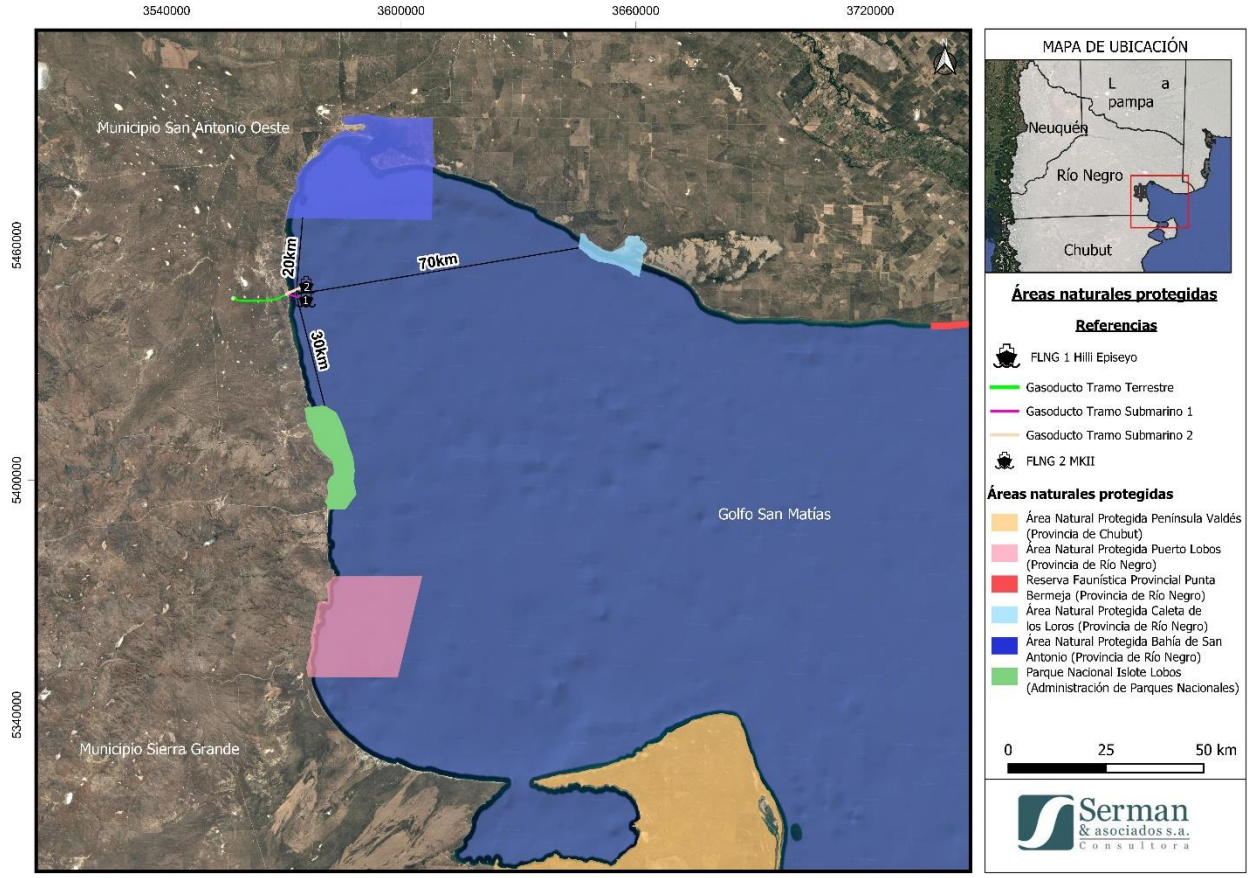


Figura 26. Áreas naturales protegidas (ANP) costero marinas sobre jurisdicción de las provincias de Río Negro y Chubut en el Golfo San Matías.

Si bien no se esperan impactos directos sobre estas áreas protegidas, localizadas a 20 km (ANP Bahía de San Antonio), 30 km (PN Islote Lobos) y 70 km (ANP Caleta de los Loros) para la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM ni para la Etapa 2, los resultados de las modelaciones de derrames accidentales de hidrocarburos desde los buques FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII dan cuenta de una potencial afectación en caso que no exista una respuesta de contención (ver EIA antecedente para el caso de la FLNG Hilli Episeyo y la **Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos** en Anexo 6-5). En ambos casos, se evaluaron las trayectorias de la mancha de hidrocarburos ante diferentes condiciones climáticas y la evolución de los parámetros de masa suspendida y espesor de la película superficial. Se estima de esa manera un rango de posibles posiciones y tiempos de arribo a la costa de acuerdo a los forzantes climáticos. De acuerdo a los resultados obtenidos, si el derrame no es controlado, existe la posibilidad de alcanzar las áreas protegidas presentes en el Área de Estudio.

El escenario del derrame accidental modelado en ambos casos es el mismo. Se consideró un derrame de un volumen de 70 m^3 de HFO, es decir un pequeño derrame que podría ocurrir por una falla durante el abastecimiento de hidrocarburos de la FLNG mediante la maniobra *ship to ship*. Este tipo de combustible se utiliza para los generadores de energía (esenciales y de emergencia), los motores de las bombas de incendio y como combustible de respaldo para las calderas. Su uso en la FLNG es circunstancial. El combustible será provisto por proveedores locales y se espera una frecuencia de abastecimiento de 1-2 veces al año por cada FLNG.

De acuerdo al **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) un Derrame de HC al agua (desde la FLNG) tiene un Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas. Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo.

Este tipo de operaciones de abastecimiento de combustible son operaciones rutinarias para este tipo de embarcaciones, si bien son operaciones críticas que requieren ser cuidadosamente planificadas y realizadas de acuerdo con los procedimientos establecidos a bordo. La gran mayoría de las transferencias de combustible se realizan sin incidentes, aunque muy ocasionalmente pueden ocurrir contingencias. Y en la mayoría de los casos se deben a errores humanos. Si bien hay numerosa bibliografía y estadísticas sobre incidentes de derrame durante la carga o descarga de un buque petrolero, lo que implica la transferencia de miles de toneladas de combustible, se ha encontrado muy poca información sobre los accidentes ocurridos en las actividades de reabastecimiento. Chura (2021) realiza un estudio estadístico de los derrames producidos en operaciones de abastecimiento de combustible realizadas en el gran puerto marítimo de Novorossiysk (Rusia) en el período 2015 – 2020, dando cuenta de una frecunacia de accidentes de 2,9x10-4. Por su parte, Spouge (2019) estima que la frecuencia general de derrame de una tonelada o más de petróleo durante la carga o descarga de un petrolero en el puerto es de 1,1x 10-5 por operación de transferencia, es decir, aproximadamente 1 de cada 100.000 transferencias.

En definitiva, es importante señalar que esta potencial contingencia tiene una probabilidad baja de ocurrencia, aun considerando la operación de ambas FLNGs. No obstante, resulta importante considerar estos potenciales escenarios adbversos para el diseño de un Plan de Respuesta adecuado ante estos eventos contingentes.

La instalación de una terminal de GNL en una región previamente exenta de tráfico marítimo representa un riesgo significativo para la megafauna marina, especialmente debido al aumento del tránsito de embarcaciones en la zona. La incorración de otra terminal de GNL amplifica este tránsito naval. Este incremento en la navegación no solo eleva la probabilidad de colisiones con estos organismos, sino que también introduce niveles adicionales de ruido antrópico que, sin llegar a generar una lesión auditiva, pueden causar desorientación y alterar el comportamiento de las especies por estrés.

Si bien estos impactos ya fueron identificados y analizados a lo largo del EIA antecedente (Etapa 1) y del presente análisis (Etapa 2), cabe señalar que estas especies, cuyas poblaciones pueden verse afectadas producto del funcionamiento de las terminales de GNL, son en muchos casos el objeto de conservación de las áreas protegidas aquí presentes, y por lo tanto, su potencial afectación interfiere con sus objetivos de conservación. En este sentido, muchas especies aves y mamíferos tienen sus colonias reproductivas en estas áreas protegidas, o se alimentan en sus planicies intermareales.

Por lo tanto, si bien no se identificó impacto directo sobre las áreas protegidas asociado al funcionamiento de las terminales de GNL, se sugiere monitorear las poblaciones sensibles que son objeto de consevación de estas áreas, especialmente para evaluar el impacto acumulativo de las actividades que se desarrollan de aquí en más en el Golfo San Matias sobre ellas. Este monitoreo permitirá identificar posibles interacciones de los diferentes proyectos con el fin de mitigar cualquier afectación no prevista sobre los ecosistemas y las áreas protegidas.

4.3 IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE EL MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL

4.3.1 Circulación y Movilidad

Las pautas de circulación y movilidad de la población se verán posiblemente afectadas especialmente por el movimiento vehicular, de equipos o de personas en las rutas del área de afectación y de influencia directa e indirecta del proyecto y durante la construcción del gasoductro subamarino que se extiende sobre el mismo del gasoducto afectando temporalmente el Camino de los Pulperos sobre la costa.

El Camino de los Pulperos es un camino informal con uso histórico por parte de pulperos, pescadores, recolectores de leña y turistas (en menor medida). Este camino circula en la costa del mar y vincula Las Grutas con Punta Colorada, atravesando la zona del proyecto. Si bien el camino presenta circulación todo el año, en la temporada estival (entre octubre y abril aproximadamente) se incrementa considerablemente, ya que se combina la temporada de pesca de pulpos con la temporada turística. Es importante destacar que se relevaron 7 puestos de pulperos en el área de influencia directa del proyecto, los cuales podrían estar relacionados, por lo que un impedimento de la circulación entre puestos o por el Camino de los Pulperos podría impactar directamente en la actividad de estas familias (ver Usos de la Costa). Se trata de un impacto de corto plazo.

En la etapa de construcción del proyecto, las acciones relacionadas con movimiento de vehículos y maquinarias; así como las acciones de Demanda de mano de obra, bienes y servicios y Contingencias; podrán generar un mayor tránsito. Estas acciones implicarán que vehículos, maquinarias y equipos de distintos portes circulen por la costa especialmente desde esta hacia las zonas de proyecto, generando posibles impactos negativos o alteraciones en la circulación habitual. Todos los impactos sobre las pautas de circulación y movilidad en la etapa de construcción son negativos moderados, ya que se pueden gestionar con medidas específicas.

4.3.2 Salud y Seguridad Laboral

La salud y seguridad de los trabajadores/as (accidentes de tránsito, accidentes y enfermedades laborales, etc.), se verá especialmente afectada en caso de ocurrencia de eventos contingentes (tanto en la etapa constructiva como operativa). Se estiman impactos de moderada magnitud. Aunque de limitada probabilidad, por el tipo de eventos pueden llegar a ser de alta intensidad.

4.3.3 Salud y Seguridad de la Comunidad

La salud de la población directamente vinculada con las obras del proyecto (especialmente pulperos, turistas o pobladores rurales de estancias) podría verse afectada en caso de eventos contingentes de gravedad o por afectaciones por polvo en suspensión, vibraciones y/o ruidos asociados a las moletias usuales de la etapa constructiva. Es importante aclarar que en los campos donde se ubica el proyecto existe una limitada presencia de población que reside semi permanentemente y que, aumenta la circulación de vehículos en la temporada estival entre los meses de octubre y abril en la zona de la costa.

Se debe considerar que el centro de salud de referencia del proyecto es el Hospital de Las Grutas, que tiene un nivel de complejidad bajo, no tiene ambulancias suficientes y posee un pico de demanda en la temporada de verano, debido al aumento significativo de población debido al turismo. Por lo tanto, determinadas acciones o impactos del proyecto podrán afectar la infraestructura local de salud, generando un colapso en la misma y por tanto impactos en la atención de la población local o en la ejecución normal del servicio sanitario.

En la etapa de construcción del proyecto, las actividades relacionadas con la demande de bienes y servicios, el movimiento de vehículos y maquinarias terrestres, el movimiento de todo tipo de embarcaciones, y las contingencias, podrán generar un mayor tránsito por el Camino de los Pulperos en torno a las obras del proyecto, o se trata de acciones podrían provocar polvo en suspensión, humo, ruido, vibraciones y/o aumento de posibilidad de accidentes. Asimismo, se destaca que las acciones de contingencias podrían generar colapsos en el actual sistema sanitario local de Las Grutas, provocando saturaciones que afecten los tratamientos o asistencias sanitarias locales. Se trata de impactos negativos bajos y moderados y bajos, ya que en el entorno más próximo de las obras no se encuentran pobladores.

De acuerdo al **Estudio de Impacto Acústico Aéreo** (ver Anexo 6-1) en función a la Norma IRAM 4062/2021 “Ruidos Molestos al Vecindario”, las tareas de Aproximación costera y Tendido del gasoducto submarino no provocarían molestias a los receptores identificados en el Fuerte Argentino, sí en cambio a quienes transiten por el Camino de los Pulperos (que intercepta la traza del gasoducto).

La determinación de receptores potencialmente afectados se realizó considerado la ubicación de los puestos y sitios naturales turísticos cercanos al proyecto. Es posible que turistas o locales eventualmente recorran el camino de los pulperos y visiten playas cercanas. Adicionalmente, a 6 km al norte se identificó un antiguo puesto de Pulperos, pudiéndose encontrarse estos pescadores artesanales en la zona.

Por otro lado, el ruido generado por la operación de los buques FLNG MKII y y Hilli Episeyo no llegará a la costa del Golfo San Matías, dado que se encuentra a más de 4 km de distancia.

4.3.4 Género

La posible vulneración de derechos de la población local directamente vinculada con la condición de género, y/o la profundización de brechas de género existentes, se verán posiblemente reflejadas a partir de la presencia del proyecto por distintas acciones.

La presencia de trabajadores foráneos y temporarios en la etapa de construcción de proyecto, así como una mayor circulación de contratistas y personas ajenas al ámbito rural podrían generar posibles riesgos de violencia de género o condiciones de inseguridad especialmente sobre mujeres, niños/as y adolescentes del área de influencia directa del proyecto, especialmente en la localidad de Las Grutas y en torno a los puestos de pulperos identificados en el área de influencia directa del proyecto. El desarrollo del proyecto, como cualquier gran obra, puede fomentar o propiciar la prostitución, la trata de personas y/o actividades que pongan especialmente en riesgo a mujeres y niñas.

Asimismo, la demanda de mano de obra para el proyecto puede generar desigualdades en la contratación de mano obra, en las posibilidades desiguales de las mujeres en obtener empleo relacionado con del proyecto, como por ejemplo, en los sectores de oficios y profesiones relacionados a la construcción que se presentan como sectores con un alto índice de contratación de varones por sobre las mujeres.

Los impactos negativos sobre este factor están concentrados en la etapa de construcción del proyecto, que es la que implica mayor presencia de trabajadores en el entorno local, así como la demanda de mano de obra. En esta etapa, las acciones de demanda de mano de obra, bienes y servicios, y movimiento de vehículos y maquinarias por tierra; relacionadas con la presencia y/o circulación cotidiana de trabajadores en la zona de campamento y entre la misma y la cercana localidad de Las Grutas, podrán generar impactos negativos en relación con la vulneración de derechos por género entre la población local. Se trata de impactos negativos moderados, con poca probabilidad de ocurrencia, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación necesarias.

4.3.5 Circulación Naval

La navegación de los buques y embarcaciones de apoyo pueden ocasionar interferencias sobre navegación marítima que se desarrolla en el Golfo San Matías.

Existe una potencial interferencia en el tráfico marítimo normal de embarcaciones, teniendo en cuenta que en el golfo se desarrollan la pesca comercial y artesanal, y actividades turísticas y deportivas náuticas (avistaje de fauna marina, buceo, navegación, etc.). Si bien para el momento de realización del presente informe la actividad de pesca comercial y artesanal estaba en una baja intensidad debido a la crisis pesquera que azota el golfo, esta situación podría cambiar incrementando considerablemente el tránsito en el golfo, y entre éste y el puerto de San Antonio Oeste.

En la etapa de construcción las actividades de movimiento de todo tipo de embarcaciones y contingencias podrían generar impactos negativos sobre la circulación naval, moderados y bajos respectivamente. Lo mismo se registra en la de operación.

4.3.6 Infraestructura Portuaria

Se evalúa el potencial aumento en los movimientos de tráfico de embarcaciones (ingreso/ egreso) en el puerto de San Antonio Este, puerto de referencia y base del centro logístico del proyecto. Este puerto oficiará como soporte terrestre para actividades de movilización de buques de apoyo y embarcaciones, y provisión de insumos.

El proyecto demandará servicios portuarios que incrementarían el uso de la infraestructura existente, aunque el puerto tiene baja utilización en la temporada invernal, el funcionamiento del mismo se incrementa considerablemente en temporada estival debido a que se trata del principal puerto exportador de mercancías de la provincia de Río Negro, entre las que se destacan la exportación de frutas.

Para la etapa de construcción los impactos asociados a la infraestructura portuaria son impactos negativos de importancia moderada asociados con la demanda de mano de obra, bienes y servicios, el movimiento de todo tipo de embarcaciones; y bajos asociados a las posibles contingencias. Para la etapa de operación se identifican impactos negativos moderados relacionados con las operaciones de apoyo, y bajos asociados a posibles contingencias. El uso del puerto y la posible saturación del mismo ante una contingencia, podrán generar impactos negativos en la infraestructura existente.

4.3.7 Uso de la Costa

Los usos de la costa en el área de influencia directa del proyecto están relacionados con la actividad de pesca o recolección de “pulpitos”, la pesca y el uso turísticos de playas y costas entorno al Fuerte Argentino. Estas actividades se realizan entre el Camino de los Pulperos y el mar.

La zona de Fuerte Argentino es un paraje histórico de pesca o recolección de “pulpitos”, entorno al área de proyecto se identificaron sobre la costa 7 puestos de pulperos. Esta actividad se desarrolla durante la temporada de verano (entre octubre y abril aproximadamente), y el pico de la actividad coincide con la temporada alta turística de Las Grutas. Durante el verano las familias de pulperos se instalan en estos puestos, donde hacen base para la realización de la actividad. Se trata de puestos precarios, pero de acuerdo con lo relevado con los propios pulperos, todos se “acomodan” para el verano y se utilizan para pasar uno o varios días “pulpeando”. Esta actividad se realiza en las zonas de restinga en bajamar, por lo que es común que los pulperos se trasladen a pie desde los puestos hacia la restinga. Es importante resaltar que se trata de una actividad de subsistencia, realizada por grupos familiares, con alta precariedad en sus condiciones de vida y que depende absolutamente de la disponibilidad y acceso a los recursos naturales (servicios ecosistémicos).

Con respecto a la pesca turística y el turismo en general, se relevó presencia de pesca recreativa entorno a la zona de proyecto en la costa. El Fuerte Argentino es un atractivo turístico en sí mismo, por lo que muchos pobladores locales y turistas acceden a esta zona a pasar el día, pescar y acceder a playas. Si bien la formación geológica se encuentra dentro de campos privados, los visitantes acceden por el Camino de los Pulperos y suben la formación desde la costa. Además, prestadores turísticos de Las Grutas venden la excursión al Fuerte Argentino, que, aunque la misma no es frecuente por tratarse de una excursión cara, se relevó la oferta de esta en la localidad. De acuerdo con lo relevado, en el verano la afluencia de personas a esta zona aumenta por la mayor afluencia de turistas a Las Grutas, los mismos pulperos entrevistados resaltaron las molestias que les generan los turistas en sus zonas de pesca y recolección.

Durante la construcción del proyecto las actividades de demanda de mano de obra, bienes y servicios, movimiento de vehículos y maquinarias por tierra, aproximación costera y contingencias podrían generar impactos negativos moderados sobre el uso de la costa, especialmente en verano, restringiendo o incluso impidiendo la actividad de los pulperos, la pesca recreativa, el turismo o la normal circulación por la costa.

Un derrame accidental de hidrocarburos al agua es una **Contingencia** podría ocurrir tanto en la Etapa Constructiva, como en la Etapa Operativa del proyecto, en diferentes niveles de magnitud. El peor caso podría acontecer en la Etapa Opertaiva durante la carga de combustible de la FLNG. En el **Análisis de Riesgos Ambientales** (Anexo 6-9) se describe el suceso **Derrame de HC al agua** durante el abastecimiento de la FLNG, adjudicándole un riesgo muy bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas. Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un riesgo bajo.

De acuerdo a los resultados de la Modelización de un Derrame de HC (70 m^3 de HFO) desde la FLNG (Anexo 6-5), si el derrame no es controlado, es muy probable que los hidrocarburos lleguen a la costa. En en ese sentido, las condiciones de viento predominantes que favorecerían el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas, tiempo suficiente para que se implementan las medidas de contención necesarias para evitar este impacto.

4.3.8 Aspectos Jurídico Administrativos

Es importante destacar los antecedentes de organización social y opinión pública en oposición y críticos hacia la industria hidrocarburífera con énfasis en repercusiones sociales y judiciales. En las instancias públicas de participación de partes interesadas de los proyectos de hidrocarburos de la provincia (caso oleoducto YPF en Sierra Grande), se releva la preocupación por el cumplimiento de los protocolos y normativas mitigadoras de riesgos y el impacto de las exploraciones vinculadas con las posibilidades de derrame de hidrocarburos y de sustancias químicas con el consecuente riesgo de contaminación de aguas marítimas y la afectación de su fauna.

Entre agosto y septiembre de 2022 el Gobierno de Río Negro impulsó la modificación de la Ley Nº3.308 que establecía la protección del Golfo San Matías a partir de prohibir la prospección, explotación y extracción petrolífera y gasífera en el Golfo San Matías. Ante la modificación de la Ley Nº3.308 un conjunto de organizaciones presentó un pedido de inconstitucionalidad ante el Superior Tribunal de Justicia provincial, pero el recurso fue rechazado con el argumento de que las y los vecinos no podían ser considerados afectados debido a que el proyecto no existía. Ante esto, las organizaciones recurrieron la decisión mediante un recurso de queja ante el Supremo Tribunal de Justicia. El 9 de septiembre de 2025 se cumplirán tres años del inicio del pedido de inconstitucionalidad. Las organizaciones manifiestan que continuarán con el reclamo judicial ante diferentes estamentos de justicia.

Se evidencia que se han incrementado las manifestaciones públicas y la organización social frente a estos supuestos que, en caso de acontecer, podrían intensificar sus acciones políticas y judiciales. Entre las demandas públicas y judiciales se encuentran el incremento de los monitoreos y la transparencia en la evaluación ambiental con participación de sectores de la sociedad civil y/o instituciones públicas de investigación.

Teniendo en cuenta lo antedicho, la importancia del riesgo relacionado a los aspectos político-jurídico- administrativos resulta mayor para los casos de contingencias, tanto en la etapa de construcción como de operación del proyecto (impactos negativos altos), ante las cuales pueden surgir demandas judiciales concretas por parte de organizaciones y/o partes interesadas locales y regionales. Asimismo, se identifica un posible impacto negativo moderado relacionado con la actividad de movimiento de todo tipo de embarcaciones, teniendo en cuenta los antecedentes judiciales relacionados con los usos del golfo.

Vale destacar que la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM ha obtenido su licencia ambiental DIA mediante RESOL-2025-247-E-GDERNE-SAYCC#SGG, sin ningún tipo de reclamaciones jurídicas a la fecha.

4.3.9 Opinión Pública

La opinión pública directamente vinculada con el proyecto, relacionada con medios de comunicación masiva y/o redes sociales puede construirse y modificarse tanto positiva como negativamente ante la aparición del proyecto. En San Antonio Oeste y Las Grutas se destaca la presencia de radios locales, y además se relevó una fuerte presencia de redes sociales (foros, chats, publicaciones, etc.) en los que se difunde información entre la población local.

El proyecto tiene aceptación a nivel local y provincial desde los ámbitos gubernamentales (municipales y provinciales), por parte de los representantes de instituciones públicas, y organizaciones de pescadores en general. También existe aceptación, interés y expectativa entorno al mismo por parte de los propietarios y trabajadores de los campos en los que se ubicará el mismo. Pero las partes interesadas también manifestaron, durante las entrevistas realizadas, interés en conocer los detalles del proyecto en profundidad (en relación con las características de las obras, contratación de mano de obra y servicios locales, impactos, etc.), y en poder opinar y aportar ideas sobre el mismo. Se debe considerar que la población local y las partes interesadas que conocen del proyecto pueden perder la confianza en que se desarrollará efectivamente, si el mismo no comunica correctamente sus detalles, no despeja dudas o brinda información errónea, y/o no cumple con los compromisos asumidos localmente.

Es importante destacar los antecedentes de organización social y opinión pública en oposición y críticos hacia la industria hidrocarburífera con énfasis en repercusiones sociales y judiciales. Se trata de movimientos multisectoriales que se manifiestan frente a proyectos específicos y que comparten organizaciones y redes de contacto y estrategias de resistencia ante proyectos hidrocarburíferos. La Multisectorial Socioambiental (que representa a más de 30 organizaciones) con fuerte presencia en Las Grutas (aunque no exclusivamente) se ha manifestado abiertamente en contra de este proyecto en particular y en contra de cualquier proyecto hidrocarburífero en el Golfo San Matías en general.

Se debe advertir que la comunidad de Las Grutas está asociada al turismo y éste estrechamente al ambiente, especialmente al uso del mar y de las costas, al avistaje de fauna marina, buceo, actividades náuticas, etc. Por lo que un proyecto de hidrocarburos en este lugar puede generar rechazo y amenazas a la principal fuente de ingresos de la localidad. La participación pública opositora también se asocia a la desconfianza y crítica hacia el sector gubernamental (gobierno local y provincial).

Un antecedente de relevancia a destacar es la audiencia pública vinculada a la evaluación ambiental de la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM celebrada en diciembre de 2024. Se registro una alta participación de los actores sociales relevados, sin alteraciones particulares en su desarrollo. Como aspectos a destacar vale mencionar que los grupos ambientalistas expresaron allí, en consonancia con lo que se ha manifestado en este y el EsIA de la Etapa 1, su preocupación y/u oposición al cambio de uso en el golfo con la incorporación hablitada para actividades hidrocarburíferas y; por otra parte, las altas expectativas de la población local respecto a la generación de puestos laborales.

Por todo ello, las mayores incertidumbres de la opinión pública están relacionadas con temas ambientales y de gestión transparente y participativa del proyecto. Existe el riesgo que la generación de falsas expectativas, o cambios en la opinión positiva respecto al proyecto, si el mismo no cumple con las expectativas de la población y partes interesadas en evitar y/o reducir los impactos negativos sobre el ambiente y la población que fueran detectados en el EIA

Por ello, es necesario considerar como riesgo para la opinión pública, la posible acumulación de impactos negativos que este tipo de proyectos conllevan sobre el ambiente y en la dinámica sociocultural vinculada a los servicios ecosistémicos, especialmente la pesca de “pulpitos” y a la pesca en el Golfo San Matías.

Los impactos negativos moderados identificados en la etapa construcción están relacionados con las actividades de demanda de mano de obra, bienes y servicios y con el movimiento de todo tipo de embarcaciones; que permitirá visibilizar en los centros urbanos locales a la obra. La misma acción de demanda de mano de obras y servicios podría generar impactos positivos moderados en la opinión pública. En el caso de la demanda de mano de obra y bienes, si la misma se realiza priorizando contrataciones locales, la opinión pública puede tener un impacto positivo.

Las posibles contingencias tanto de la etapa de construcción como de operación, generará impactos negativos altos en la opinión pública. Teniendo en cuenta el nivel de opinión y comunicación que tiene la comunidad de Las Grutas y San Antonio Oeste, contingencias derivadas del proyecto serán rápidamente resaltadas en la localidad.

4.3.10 Organización Social y Comunitaria

La organización social y comunitaria, relacionada con demandas colectivas y al mejoramiento de la calidad de vida de la población o el ambiente, puede verse impactada, favorecida o propiciada a partir de la presencia del proyecto.

Las localidades de Las Grutas y San Antonio Oeste se caracterizan por tener una importante actividad comunitaria, en parte basada en algunas organizaciones civiles locales. Se relevaron organizaciones de la sociedad civil vinculadas a actividades pesqueras (pesca, pulperos, sindicatos, etc.), turísticas (cámaras de comercio locales, organizaciones de buzos etc.), y ambientalistas.

Existen páginas / foros en redes sociales que funcionan como sitios por donde circula gran parte de la información de la localidad que permiten la organización social de grupos de vecinos/as autoconvocados/as para diferentes proyectos o iniciativas que tengan que ver con la localidad o su entorno. Estos grupos funcionan cotidianamente por medio de redes sociales o WhatssApp, y en determinadas ocasiones pueden reunirse presencialmente.

Las distintas organizaciones que forman parte de la Multisectorial Socioambiental, poseen representantes tanto en San Antonio Oeste como en Las Grutas, y poseen una importante historia de organización y procesos asamblearios de tomas de decisión y posturas frente a distintos proyectos.

Los impactos sobre la organización social y comunitaria están relacionados en la etapa de construcción del proyecto con las actividades de demandas de bienes y servicios, con el movimiento de todo tipo de embarcaciones, así como con las posibles contingencias, que pueden tener una alta visibilidad en San Antonio Oeste y Las Grutas, y favoreciendo y fortaleciendo la organización social y comunitaria existente. Se trata de impactos positivos moderados o altos sobre la organización social, ya que estas acciones pueden favorecer a que la comunidad se organice, reclame o peticione al proyecto.

Los impactos sobre la organización social y comunitaria están relacionados con la etapa de operación del proyecto con las posibles contingencias, que pueden tener una alta visibilidad en el municipio de San Antonio Oeste, y que favorezca su organización social.

4.3.11 Economía Local

Determinadas acciones asociadas al proyecto pueden generar impactos en el empleo, prestación de servicios y/o actividades económicas locales del municipio de San Antonio Oeste, específicamente de las localidades de San Antonio Oeste y Las Grutas.

La mayoría de los impactos identificados en la etapa constructiva con la economía local son positivos. En la etapa de construcción se trata en su mayoría de impactos positivos moderados y tienen relación con las actividades de demanda de mano de obra, bienes y servicios, así como con el movimiento de todo tipo de embarcaciones. En la etapa de operación se identifican impactos positivos moderados para la acción de operaciones de apoyo, que puede implicar la contratación de servicios náuticos locales; pero se identifica un impacto negativo moderado en caso de contingencias, pudiendo impactar en los bienes y servicios locales asociados con el funcionamiento del proyecto.

El proyecto podrá generar, aunque en bajas intensidades, impactos positivos por la posibilidad de puestos de trabajo directos o indirectos para los pobladores locales, así como la posibilidad de venta de bienes y servicios; siempre y cuando el proyecto tome las medidas necesarias para favorecer e incluso colaborar en el desarrollo de proveedores locales. Se trata de un impacto acumulativo sumando necesidades a lo previsto por la Etapa 1.

4.3.12 Economía Regional

La demanda de mano de obra, bienes y servicios asociada al proyecto puede generar impactos positivos en el empleo y/o actividades económicas del Departamento San Antonio y en la capital provincial Viedma.

Los impactos identificados con la economía regional en la etapa de construcción son positivos moderados y tienen que ver con la posible demanda de mano de obra, bienes y servicios, lo que puede tener incidencia más allá de la escala local del proyecto. Estas actividades generarán impactos positivos por la posibilidad de generar puestos de trabajo directos o indirectos en el proyecto para la población departamental, así como la posibilidad de venta de bienes y servicios asociados al funcionamiento de obradores, campamentos y a la circulación de personal y contratistas; siempre y cuando el proyecto tome las medidas necesarias para favorecer e incluso colaborar en el desarrollo de proveedores regionales. Se trata de un impacto acumulativo sumando necesidades a lo previsto por la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM.

4.3.13 Paisaje

En relación al paisaje, existen diversas acepciones, pero cada vez con mayor consenso se comprende como un factor donde influyen todos los medios que componen el ambiente (físico, biótico, social) resultando además aquella porción del terreno que puede ser observada, el campo visual desde un determinado punto, requiriéndose por tanto un espacio observable y un sujeto observador.

"El paisaje es, en buena medida, una construcción social y cultural, siempre anclado -eso sí- en un substrato material, físico. El paisaje es, a la vez, una realidad física y la representación que culturalmente se hace de ella; la fisonomía externa y visible de una determinada porción de la superficie terrestre y la percepción individual y social que genera; un tangible geográfico y su interpretación intangible" (Nogué, 2011. Pág 27).

Para cuantificar el impacto paisajístico dado por la presencia del buque FLNG MKII de manera permanente frente a las costas del Golfo San Matias, y el tránsito periódico de buques metaneros y embarcaciones de apoyo, se llevó a cabo un **Análisis de Impacto Paisajístico** (ver Anexo 6-7) tomando como referencia la misma metodología realizada para la Etapa I en base a lo dispuesto por la Resolución 77/98 de la Secretaría de Energía de la Nación sobre los aspectos que deben analizarse para dimensionar el impacto visual de un proyecto:

- Visibilidad: refiere a la visualización o no de los elementos a ser introducidos.
- Contexto: características actuales del área y de los potenciales espectadores. Percepción y expectativas sobre el paisaje.
- Intensidad: influye para definir el grado de intensidad las dimensiones de los elementos y escala en relación a los elementos existentes, distancias, características estéticas y su contraste en el contexto, etc.

El área bajo estudio de la costa del Golfo San Matías en la actualidad ofrece panorámicas amplias y prístinas destacándose en la zona cercana al proyecto los elementos naturales como el mar, la restinga si hay bajamar, una vegetación relativamente baja y verde grisácea homogénea (visualmente) en suaves ondulaciones del terreno que decaen hacia el mar con el destacado Cerro El Fuerte o Fuerte Argentino en cercanías.

La intensidad de uso en la zona es limitada y por tanto la cantidad de espectadores es baja concentrada principalmente en temporada estival. Este paisaje es valorado por los pulperos, pescadores, leñeros (entre los más usuales y autóctonos del área) y turistas (más ocasionales en tanto se avista la zona si se realiza excursión poco frecuente por lo menos hasta la fecha).

La incorporación del buque de FLNG de la Etapa 1 (Hilli Episeyo), con su consecuente movimiento de los metaneros y otras embarcaciones de asistencia marcará un hito visual distintivo en el ambiente que actualmente se registra en la costa del golfo San Matías incorporándose una actividad antrópica industrial en el área. En este sentido, el buque MKII bajo estudio supondrá un elemento adicional a tal perfil, usualmente valorado como negativo resultando un impacto acumulativo.

Como se ha expuesto, el proyecto será visible desde los centros urbanos más cercanos pero dada su lejanía tendrán una extensión puntual y de baja intensidad. En los puntos de observación más cercanos la extensión continuará siendo puntual pero más nítida y contrastante en la inmensidad del mar.

Por tanto, en conformidad con la metodología aplicada el nivel de impacto visual se ha estimado como moderado. Se considerará de signo negativo en tanto supone una alteración negativa de las de las condiciones actuales valoradas por la población y acumulativa de aquella con el buque Hilli Episeyo ya operando.

También se consideraron impactos paisajísticos durante la Etapa Constructiva (Movimiento de embarcaciones) y ante la ocurrencia de eventos contingentes.

Un derrame accidental de hidrocarburos al agua es una **Contingencia** podría ocurrir tanto en la Etapa Constructiva, como en la Etapa Operativa del proyecto, en diferentes niveles de magnitud. El peor caso podría acontecer en la Etapa Opertaiva durante la carga de combustible de la FLNG. En el **Análisis de Riesgos Ambientales** (Anexo 6-9) se describe el suceso Derrame de HC al agua durante el abastecimiento de la FLNG, adjudicándole un riesgo muy bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas. Sin embargo, si consideramos el funcionamiento del proyecto en su conjunto, con ambas FLNGs operando en simultáneo, se incrementa el riesgo, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un riesgo bajo.

De acuerdo a los resultados de la **Modelización de un Derrame de HC** (70 m^3 de HFO) desde la FLNG (Anexo 6-5), si el derrame no es controlado, es muy probable que los hidrocarburos lleguen a la costa. En en ese sentido, las condiciones de viento predominantes que favorecerían el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas, tiempo suficiente para que se implementan las medidas de contención necesarias para evitar este impacto.

4.3.14 Patrimonio Arqueológico / Paleontológico

Durante las tareas constructivas submarinas existe la posibilidad de afectar patrimonio arqueologico y/o paleontológico que no haya sido identificado previamente. Si bien se ha realizado un análisis de antecedentes en la zona con resultado negativo, no puede desestimarse la presencia de elementos patrimoniales en el fondo del mar.

5. MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 ETAPA CONSTRUCTIVA

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Circulación y movilidad	-1	1	2	4	2	2	4	4	1	2	2	-28	Negativo Moderado
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Salud y seguridad de la comunidad	-1	1	1	4	2	2	4	1	1	1	2	-22	Negativo Bajo
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Género	-1	1	4	4	2	2	1	1	1	1	4	-27	Negativo Moderado
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Infraestructura portuaria	-1	2	4	4	2	2	1	4	4	2	2	-35	Negativo Moderado
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Uso de la Costa	-1	1	1	4	2	2	4	4	1	1	4	-27	Negativo Moderado
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Opinión Pública	1	2	4	4	2	2	4	1	1	1	4	33	Positivo Moderado
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Organización social y comunitaria	1	2	4	4	2	2	4	1	1	1	8	37	Positivo Moderado
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Economía local	1	2	4	8	2	2	4	4	1	2	2	39	Positivo Moderado
Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Socio Económico Cultural	Economía regional	1	2	8	8	2	2	4	4	1	2	2	47	Positivo Moderado
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	2	2	-25	Negativo Bajo
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	4	1	8	2	2	1	1	4	2	4	-38	Negativo Moderado
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	2	2	8	2	1	1	4	4	2	4	-36	Negativo Moderado

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Socio Económico Cultural	Circulación y movilidad	-1	4	2	8	2	2	4	4	4	4	4	-48	Negativo Moderado
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Socio Económico Cultural	Salud y seguridad de la comunidad	-1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	4	-24	Negativo Bajo
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Socio Económico Cultural	Género	-1	2	4	4	2	2	1	1	1	1	4	-30	Negativo Moderado
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Socio Económico Cultural	Uso de la Costa	-1	4	2	8	2	2	4	4	4	2	4	-46	Negativo Moderado
Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Socio Económico Cultural	Paisaje	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-24	Negativo Bajo
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	2	2	-25	Negativo Bajo
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	2	1	4	2	1	1	4	4	2	2	-28	Negativo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Biótico	Torugas marinas	-1	2	1	4	2	1	1	4	4	2	2	-28	Negativo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	2	2	4	2	1	1	4	4	2	2	-30	Negativo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Biótico	Mamíferos marinos	-1	2	1	4	2	1	1	4	4	2	2	-28	Negativo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Salud y seguridad de la comunidad	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	-17	Negativo Bajo
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Circulación naval	-1	2	1	8	2	2	1	4	4	2	2	-33	Negativo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Infraestructura portuaria	-1	2	1	8	2	2	1	4	4	2	2	-33	Negativo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Aspectos Jurídico Administrativos	-1	2	8	4	2	2	4	1	1	1	4	-41	Negativo Moderado

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Opinión Pública	-1	2	8	4	2	2	4	1	1	1	4	-41	Negativo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Organización social y comunitaria	1	2	8	4	2	2	4	1	1	1	4	41	Positivo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Economía local	1	2	4	8	2	2	1	4	1	2	2	36	Positivo Moderado
Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Socio Económico Cultural	Paisaje	-1	4	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-30	Negativo Moderado
Aproximación costera	Físico	Planicie intermareal y Lecho submarino	-1	2	1	8	4	4	1	1	4	2	4	-36	Negativo Moderado
Aproximación costera	Físico	Sedimentos: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	1	2	-24	Negativo Bajo
Aproximación costera	Físico	Aguas marinas: calidad físico-química	-1	2	1	8	1	1	1	4	4	2	2	-31	Negativo Moderado
Aproximación costera	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	2	2	-25	Negativo Bajo
Aproximación costera	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	2	1	8	1	1	1	4	4	2	2	-31	Negativo Moderado
Aproximación costera	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	4	1	8	4	4	1	1	4	2	4	-42	Negativo Moderado
Aproximación costera	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	-27	Negativo Moderado
Aproximación costera	Biótico	Torugas marinas	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	-27	Negativo Moderado
Aproximación costera	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	2	2	8	2	1	1	4	4	2	4	-36	Negativo Moderado
Aproximación costera	Biótico	Mamíferos marinos	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	-27	Negativo Moderado
Aproximación costera	Socio Económico Cultural	Uso de la Costa	-1	4	1	4	2	2	1	4	1	1	4	-33	Negativo Moderado

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Aproximación costera	Socio Económico Cultural	Patrimonio arqueológico / paleontológico	-1	4	1	8	4	4	1	1	4	1	4	-41	Negativo Moderado
Tendido del gasoducto submarino	Físico	Planicie intermareal y Lecho submarino	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	2	2	-25	Negativo Bajo
Tendido del gasoducto submarino	Físico	Sedimentos: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	1	2	-24	Negativo Bajo
Tendido del gasoducto submarino	Físico	Aguas marinas: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	4	4	2	2	-28	Negativo Moderado
Tendido del gasoducto submarino	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	1	1	8	1	1	1	4	1	2	2	-25	Negativo Bajo
Tendido del gasoducto submarino	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	2	1	8	1	2	1	1	4	2	4	-31	Negativo Moderado
Tendido del gasoducto submarino	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	1	1	8	2	2	1	1	1	2	2	-24	Negativo Bajo
Tendido del gasoducto submarino	Biótico	Torugas marinas	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20	Negativo Bajo
Tendido del gasoducto submarino	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20	Negativo Bajo
Tendido del gasoducto submarino	Biótico	Mamíferos marinos	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20	Negativo Bajo
Tendido del gasoducto submarino	Socio Económico Cultural	Patrimonio arqueológico / paleontológico	-1	2	1	8	4	4	1	1	4	1	4	-35	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Físico	Planicie intermareal y Lecho submarino	-1	2	1	8	4	4	1	1	4	1	4	-35	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Físico	Sedimentos: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	1	2	-24	Negativo Bajo
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Físico	Aguas marinas: calidad físico-química	-1	2	1	8	1	1	1	4	4	2	2	-31	Negativo Moderado

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	2	1	8	1	1	1	4	1	2	2	-28	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	4	1	8	2	2	1	1	4	2	4	-38	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	2	2	8	2	2	1	1	1	2	4	-31	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Biótico	Torugas marinas	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	-27	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	-27	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Biótico	Mamíferos marinos	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	-27	Negativo Moderado
Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Socio Económico Cultural	Patrimonio arqueológico / paleontológico	-1	4	1	8	4	4	1	1	4	1	4	-41	Negativo Moderado
Posicionamiento, puesta en marcha y ensayos de la FLNG	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	2	2	-25	Negativo Bajo
Contingencias	Físico	Sedimentos: calidad físico-química	-1	2	4	4	2	2	1	4	4	1	4	-36	Negativo Moderado
Contingencias	Físico	Aguas marinas: calidad físico-química	-1	4	4	4	2	2	1	4	4	1	4	-42	Negativo Moderado
Contingencias	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	3	1	8	1	1	4	1	4	1	2	-33	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	8	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-47	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	8	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-47	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-35	Negativo Moderado

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Contingencias	Biótico	Torugas marinas	-1	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-35	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-35	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Mamíferos marinos	-1	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-35	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Circulación y movilidad	-1	2	1	8	1	1	1	4	1	2	4	-30	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Salud y seguridad laboral	-1	4	1	8	1	1	1	4	1	1	4	-35	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Salud y seguridad de la comunidad	-1	2	1	8	1	1	1	4	1	1	4	-29	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Circulación naval	-1	1	1	8	1	1	1	4	1	1	2	-24	Negativo Bajo
Contingencias	Socio Económico Cultural	Infraestructura portuaria	-1	1	1	8	1	1	1	4	1	1	2	-24	Negativo Bajo
Contingencias	Socio Económico Cultural	Uso de la Costa	-1	4	1	8	1	1	4	4	1	1	4	-38	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Aspectos Jurídico Administrativos	-1	4	8	4	2	2	4	4	1	1	8	-54	Negativo Alto
Contingencias	Socio Económico Cultural	Opinión Pública	-1	8	8	8	2	2	4	4	1	1	8	-70	Negativo Alto
Contingencias	Socio Económico Cultural	Organización social y comunitaria	1	8	12	8	2	2	4	4	1	1	4	74	Positivo Alto
Contingencias	Socio Económico Cultural	Paisaje	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23	Negativo Bajo

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

5.2 ETAPA OPERATIVA

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Operación FLNG	Físico	Aguas marinas: calidad físico-química	-1	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	-24	Negativo Bajo
Operación FLNG	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	-24	Negativo Bajo
Operación FLNG	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	2	2	-21	Negativo Bajo
Operación FLNG	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	2	2	8	2	1	1	4	4	2	4	-36	Negativo Moderado
Operación FLNG	Socio Económico Cultural	Paisaje	-1	4	2	4	4	1	1	4	4	4	4	-42	Negativo Moderado
Proceso de licuefacción	Físico	Aguas marinas: calidad físico-química	-1	2	1	4	2	1	4	4	4	2	2	-31	Negativo Moderado
Proceso de licuefacción	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	2	1	4	2	1	1	4	1	2	4	-27	Negativo Moderado
Proceso de licuefacción	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	1	1	4	2	1	1	4	1	2	4	-24	Negativo Bajo
Despacho de GNL	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	2	2	-25	Negativo Bajo
Despacho de GNL	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	2	4	4	4	4	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Despacho de GNL	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	1	4	2	4	4	1	1	4	1	4	-32	Negativo Moderado
Despacho de GNL	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Despacho de GNL	Biótico	Torugas marinas	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Despacho de GNL	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Despacho de GNL	Biótico	Mamíferos marinos	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Despacho de GNL	Socio Económico Cultural	Economía regional	1	2	8	4	2	2	1	4	1	2	2	40	Positivo Moderado
Despacho de GNL	Socio Económico Cultural	Paisaje	-1	4	2	4	2	1	1	4	4	2	2	-36	Negativo Moderado

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Operaciones de apoyo	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	1	1	8	1	1	1	1	4	2	2	-25	Negativo Bajo
Operaciones de apoyo	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Operaciones de apoyo	Biótico	Torugas marinas	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Operaciones de apoyo	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Operaciones de apoyo	Biótico	Mamíferos marinos	-1	4	2	4	4	2	1	4	4	2	4	-41	Negativo Moderado
Operaciones de apoyo	Socio Económico Cultural	Circulación naval	-1	2	2	8	2	2	4	4	4	4	2	-40	Negativo Moderado
Operaciones de apoyo	Socio Económico Cultural	Infraestructura portuaria	-1	1	1	8	2	2	4	4	4	2	2	-33	Negativo Moderado
Operaciones de apoyo	Socio Económico Cultural	Economía local	1	1	4	4	2	2	1	4	1	2	2	29	Positivo Moderado
Operaciones de apoyo	Socio Económico Cultural	Paisaje	-1	4	2	4	2	1	1	4	4	2	2	-36	Negativo Moderado
Contingencias	Físico	Sedimentos: calidad físico-química	-1	2	4	4	2	2	1	4	4	1	4	-36	Negativo Moderado
Contingencias	Físico	Aguas marinas: calidad físico-química	-1	4	4	4	2	2	1	4	4	1	4	-42	Negativo Moderado
Contingencias	Físico	Aire: calidad físico-química	-1	4	1	8	1	2	4	1	4	1	2	-37	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Comunidades planctónicas	-1	8	4	4	2	2	1	4	4	1	4	-54	Negativo Alto
Contingencias	Biótico	Comunidades bentónicas	-1	8	4	4	2	2	1	1	4	1	4	-51	Negativo Alto
Contingencias	Biótico	Comunidad demersal-pelágica	-1	4	4	4	2	2	1	1	4	1	4	-39	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Torugas marinas	-1	4	4	4	2	2	1	1	4	1	4	-39	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Aves costeras y marinas	-1	4	4	4	2	2	1	1	4	1	4	-39	Negativo Moderado
Contingencias	Biótico	Mamíferos marinos	-1	4	4	4	2	2	1	1	4	1	4	-39	Negativo Moderado

PROYECTO FLNG GSM ETAPA 2	Medio	Factor Ambiental/ Social	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Contingencias	Biótico	Áreas de importancias para la conservación	-1	2	4	4	2	2	1	1	1	1	4	-30	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Salud y seguridad laboral	-1	2	1	8	1	1	1	1	1	1	2	-24	Negativo Bajo
Contingencias	Socio Económico Cultural	Circulación naval	-1	2	1	8	1	1	1	1	1	1	2	-24	Negativo Bajo
Contingencias	Socio Económico Cultural	Infraestructura portuaria	-1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	2	-21	Negativo Bajo
Contingencias	Socio Económico Cultural	Aspectos Jurídico Administrativos	-1	2	8	4	2	2	4	1	1	1	4	-41	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Opinión Pública	-1	8	8	8	2	2	4	4	1	1	4	-66	Negativo Alto
Contingencias	Socio Económico Cultural	Organización social y comunitaria	1	8	8	4	2	2	4	4	1	1	4	62	Positivo Alto
Contingencias	Socio Económico Cultural	Economía local	-1	2	4	4	1	2	4	1	1	1	4	-32	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Economía regional	-1	2	8	4	1	2	4	1	1	1	4	-40	Negativo Moderado
Contingencias	Socio Económico Cultural	Paisaje	-1	4	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-33	Negativo Moderado

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

5.3 MATRIZ RESUMEN

PROYECTO FLNG GSM - ETAPA 2		Etapa de construcción								Etapa de operación				
		Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Aproximación costera	Tendido del gasoducto submarino	Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Posicionamiento, puesta en marcha y ensayos de la FLNG	Contingencias	Operación FLNG	Proceso de licuefacción	Despacho de GNL	Operaciones de apoyo	Contingencias
Físico	Planicie intermareal y Lecho submarino				-36	-25	-35							
	Sedimentos: calidad físico-química				-24	-24	-24		-36					-36
	Aguas marinas: calidad físico-química				-31	-28	-31		-42	-24	-31			-42
	Aire: calidad físico-química		-25	-25	-25			-25	-33	-24		-25	-25	-37
Biótico	Comunidades planctónicas				-31	-25	-28		-47	-21	-27	-41		-54
	Comunidades bentónicas		-38		-42	-31	-38		-47		-24	-32		-51
	Comunidad demersal-pelágica			-28	-27	-24	-31		-35			-41	-41	-39
	Torugas marinas			-28	-27	-20	-27		-35			-41	-41	-39
	Aves costeras y marinas		-36	-30	-36	-20	-27		-35	-36		-41	-41	-39
	Mamíferos marinos			-28	-27	-20	-27		-35			-41	-41	-39
	Áreas de importancias para la conservación													-30
Socio Económico Cultural	Circulación y movilidad	-28	-48						-30					
	Salud y seguridad laboral								-35					-24
	Salud y seguridad de la comunidad	-22	-24	-17					-29					
	Género	-27	-30											
	Circulación naval			-33					-24				-40	-24
	Infraestructura portuaria	-35		-33					-24				-33	-21
	Uso de la Costa	-27	-46		-33				-38					
	Aspectos Jurídico Administrativos			-41					-54					-41
	Opinión Pública	33		-41					-70					-66
	Organización social y comunitaria	37		41					74					62
	Economía local	39		36									29	-32
	Economía regional	47										40		-40
	Paisaje		-24	-30					-23	-42		-36	-36	-33
	Patrimonio arqueológico / paleontológico				-41	-35	-41							

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

6. CONCLUSIONES

Argentina cuenta, en Vaca Muerta (Cuenca Neuquina), con una de las reservas de gas no convencional más grandes del mundo, por un total estimado en aproximadamente 300 TCF. Con un consumo interno de aproximadamente 1,5 TCF/año, resulta claro que para poder poner en valor dichas reservas se deben volcar al mercado internacional.

En este contexto, se espera que el Proyecto FLNG GSM genere para el país importantes beneficios, entre los cuales se pueden enumerar:

i. Puesta en valor de las reservas de gas natural disponibles, que de otro modo no se desarrollarían o lo harían muy tardíamente.

ii. Mayores ingresos provinciales a través de las regalías asociadas a esa mayor producción.

iii. Empleo directo e indirecto para el desarrollo de los campos gasíferos, la construcción de infraestructura y la operación del buque FLNG.

iv. Impacto positivo en la actividad de las economías regionales donde se desarrolle el proyecto.

v. Flujo de divisas positivo, dado que la totalidad de la producción será exportable tanto a nivel regional como global.

vi. Mejora de la balanza comercial energética por el aumento de exportaciones.

vii. Posicionamiento del país como un proveedor global, seguro y confiable de GNL.

Independientemente a la fundamentación del proyecto, la presente evaluación de impactos ambientales tiene como objetivo identificar los aspectos del proyecto que representan un potencial impacto para el ambiente y evaluar sus posibles efectos, permitiendo de esta manera diseñar recomendaciones y establecer las medidas de gestión ambiental necesarias para prevenir, reducir, manejar los impactos negativos, e incluso magnificar los eventuales impactos positivos.

Así, se evalúan las interacciones que podrían llegar a producirse entre las acciones con incidencia ambiental derivadas de los distintos componentes del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2 y los factores del entorno susceptibles de ser influidos por tales acciones. De este modo, el análisis incluye las interacciones sobre el Medio Natural (factores físicos y bióticos) y el Medio Social (factores socio-económicos y culturales).

Consideraciones Generales

Los impactos de la **Etapa Constructiva** de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM son prácticamente los mismos que los impactos de la Etapa Constructiva de los Componentes Off Shore de la Etapa 1 del proyecto, ya que se trata de la instalación del mismo tipo de infraestructura. No obstante, los impactos de esta Etapa 2 se encuentran diferidos en el tiempo respecto a los impactos de la Etapa 1. Razón por la cual, no hay superposición de impactos, salvo en lo que respecta a la ocupación del espacio con las obras de infraestructura.

Pero en la **Etapa Operativa**, el funcionamiento de la FLNG MKII se suma al funcionamiento de la FLNG Hilli Episeyo, superponiéndose así los impactos vinculados a la operación del sistema. Es aquí en donde cobran relevancia los impactos acumulativos, e incluso los impactos sinérgicos.

A los fines de la presente evaluación de impactos ambientales, se contemplo el funcionamiento de la FLNG Hilli Episeyo como condición de base a partir de donde evaluar los impactos del funcionamiento de la FLNG MKII, incorporando al análisis los efectos de ambos sistemas operando en simultáneo.

En el caso de las **Contingencias** vinculadas a la etapa operativa, en este caso no se duplicaron los potenciales impactos, porque la probabilidad que ocurran dos eventos contingentes en el mismo momento es extremadamente baja. No obstante, de acuerdo al **Análisis de Riesgos Ambientales** elaborado en el marco del presente estudio (ver Anexo 6-9), la presencia de los dos buques FLNG incrementa los riesgos del proyecto, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia. En este contexto, se pone de manifiesto la importancia de contar con un Plan de Contingencias que incluya el funcionamiento de ambos buques FLNG, integrando esfuerzos en las áreas de prevención, control y mitigación de posibles eventos contingentes.

Medio Natural

En el Entorno Natural se identifican impactos negativos de moderada y baja importancia. Solo se identificaron impactos negativos de alta importancia como consecuencia de eventos contingentes. No se identificaron impactos positivos.

Los impactos negativos de moderada importancia durante la **Etapa Constructiva** se concentran en las tareas de Aproximación costera e Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG, fundamentalmente dado el carácter permanente de algunos impactos sobre el lecho del intermareal (restinga) y el lecho submarino.

Durante esta etapa, la megafauna marina (tortugas, aves y mamíferos) se verá afectada fundamentalmente por el Movimiento de embarcaciones sobre la traza del gasoducto submarino y la posición de amarre del buque FLNG.

En cuanto a potenciales contingencias, se considera la ocurrencia de un derrame de hidrocarburos desde una de las embarcaciones vinculadas a las obras, cuya extensión no tendrá magnitudes significativas, de acuerdo a los criterios de seguridad que se contemplan en el marco del Proyecto FLNG GSM.

Durante la **Etapa Operativa**, los impactos negativos de moderada importancia están relacionados fundamentalmente con el **movimiento de embarcaciones** entorno a la FLNG MKII (Despacho de GNL y Operaciones de apoyo), que se suma al movimiento de embarcaciones entorno a la FLNG Hilli Episeyo, afectando especialmente a la megafauna marina. Este aumento del tráfico marítimo representa una amenaza significativa tanto por la probabilidad de que ocurran **colisiones** como por la **contaminación sonora**.

En el marco de este estudio de impacto ambiental se llevó a cabo un **Estudio de Impacto Acústico Subacuático** (ver Anexo 6-2) para peces, tortugas y mamíferos marinos, donde se analiza el ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de ambos buques FLNG.

De acuerdo a los resultados de este estudio, no se esperan lesiones auditivas temporales ni permanentes en peces, tortugas ni mamíferos marinos producto del ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de los dos buques FLNG vinculados al proyecto. No obstante, esto no significa que no puedan producirse cambios comportamentales en los organismos demersal-pelágicos y la megafauna marina, como los que han sido descriptos ampliamente en este informe. Estos efectos cobran mayor relevancia cuando consideramos la sensibilidad de las especies presentes en el área.

Finalmente, es importante resaltar el carácter acumulativo que tiene este impacto, ya que el efecto se incrementa con el aumento del movimiento de embarcaciones y el ruido submarino de origen antrópico.

Por otro lado, con la presencia de dos buques FLNG en una misma área operativa, cobran relevancias los impactos derivados de las descargas del sistema refrigerante y el proceso de ósmosis inversa durante el **Proceso de Licuefacción** (descargas con una temperatura mayor y una concentración de sales mayor, respectivamente, a la condición de base).

Para analizar el impacto del incremento de la temperatura y la salinidad del agua, se llevó a cabo la **Modelación de las Plumas Térmica y de Salinidad desde la FLNG MKII** (ver Anexo 6-4), donde se evalúa la extensión y la magnitud de las plumas térmica y de salinidad ante diferentes condiciones climáticas. Y dado que la operación de la FLNG MKII se efectuará estando la FLNG Hilli Episeyo en funcionamiento dentro de su área de influencia, se modelan las descargas de ambas FLNG funcionando en simultáneo.

De acuerdo a los resultados de la modelación, la presencia de la descarga de la FLNG MKII genera un campo de incremento de temperatura que se superpone con el de la FLNG Hilli Episeyo, por lo cual la acción de cada FLNG induce un incremento de temperatura también en el entorno de la otra.

En función de los lineamientos de la Guía IFC (2017) para Instalaciones de GNL, el agua de refrigeración debe descargarse a las aguas superficiales en un lugar que permita la máxima mezcla de la columna térmica para garantizar que la temperatura esté dentro de los 3°C de la temperatura ambiente en el borde de una zona de mezcla que debe tener en cuenta la calidad del agua ambiental, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación. En este sentido, la modelación realizada permite observar que solo se registraría una superación de 3°C de la condición de base de la temperatura del agua en un escenario de calma y únicamente en superficie. Esta superación no se extendería a más de 100 metros de la FLNG Hilli Episeyo y 400 metros de la FLNG MKII, únicamente en las capas más superficiales y considerando el peor escenario.

En cuanto al incremento de la salinidad, los resultados obtenidos muestran que, en este caso, la superposición entre los campos de incremento de salinidad generados por ambas FLNG es débil, encontrándose en general por debajo de un incremento de 0,001 PSU, alcanzando en algunos escenarios y en las capas superficiales el rango de 0,003 PSU. Este incremento representa un 0,01% del valor típico de la salinidad del agua marina en el área de estudio.

En tanto, la **Operación del buque FLNG** no supone prácticamente impactos negativos moderados sobre los factores del Medio Natural, con excepción de la contaminación lumínica que puede afectar el comportamiento de las aves.

En cuanto a potenciales contingencias, el **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los más significativos para los factores del Medio Natural son:

- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

La presencia de los dos buques FLNG incrementa los riesgos del proyecto, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo para un Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII) y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua (desde la FLNG MKII).

De acuerdo a los resultados de la **Modelización de un Derrame de HC** (70 m^3 de HFO) desde la FLNG (Anexo 6-5), si el derrame no es controlado, es muy probable que los hidrocarburos lleguen a la costa. En en ese sentido, las condiciones de viento predominantes que favorecerían el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas, tiempo suficiente para que se implementan las medidas de contención necesarias para evitar este impacto.

Finalmente, si bien no se esperan impactos directos sobre las **Áreas Protegidas** cercanas al Proyecto FLNG GSM (ANP Bahía de San Antonio, 20 km; PN Islote Lobos, 30 km; ANP Caleta de los Loros, 70 km), los resultados de esta modelización, da cuenta de una potencial afectación en caso que no exista una respuesta de contención. En este estudio, se evaluaron las trayectorias de la mancha de hidrocarburos ante diferentes condiciones climáticas y la evolución de los parámetros de masa suspendida y espesor de la película superficial. Se estima de esa manera un rango de posibles posiciones y tiempos de arribo a la costa de acuerdo a los forzantes climáticos. De acuerdo a los resultados obtenidos, si el derrame accidental de 70 m^3 de Gas Oil no es controlado, existe la posibilidad de alcanzar las áreas protegidas presentes en el área de Estudio.

El escenario del Derrame de HC modelado respode a una falla en el procedimiento de abastecimiento de gasoil al buque FLNG. Este tipo de combustible se utiliza para los generadores de energía (esenciales y de emergencia), los motores de las bombas de incendio y como combustible de respaldo para las calderas. Su uso en la FLNG es circunstancial. El combustible será provisto por proveedores locales y se espera una frecuencia de abastecimiento de 1-2 veces al año.

Este tipo de operaciones de abastecimiento de combustible son operaciones rutinarias para este tipo de embarcaciones, si bien son operaciones críticas que requieren ser cuidadosamente planificadas y realizadas de acuerdo con los procedimientos establecidos a bordo. La gran mayoría de las transferencias de combustible se realizan sin incidentes, aunque muy ocasionalmente pueden ocurrir contingencias. Y en la mayoría de los casos se deben a errores humanos. Si bien hay numerosa bibliografía y estadísticas sobre incidentes de derrame durante la carga o descarga de un buque petrolero, lo que implica la transferencia de miles de toneladas de combustible, se ha encontrado muy poca información sobre los accidentes ocurridos en las actividades de reabastecimiento. Chura (2021) realiza un estudio estadístico de los derrames producidos en operaciones de abastecimiento de combustible realizadas en el gran puerto marítimo de Novorossiysk (Rusia) en el período 2015 – 2020, dando cuenta de una frecunacia de accidentes de 2,9x10-4. Por su parte, Spouge (2019) estima que la frecuencia general de derrame de una tonelada o más de petróleo durante la carga o descarga de un petrolero en el puerto es de 1,1x 10-5 por operación de transferencia, es decir, aproximadamente 1 de cada 100.000 transferencias.

En definitiva, es importante señalar que esta potencial contingencia tiene una probabilidad muy baja de ocurrencia. No obstante, resulta importante considerar estos potenciales escenarios adbversos para el diseño de un Plan de Respuesta adecuado ante estos eventos contingentes.

En el marco del presente estudio también se llevó a cabo la **Modelación de la Dispersión de una Nube de Metano** (ver Anexo 6-8) para determinar zonas de impacto, expresadas en concentración de metano y fracción de mezcla explosiva (LEL[6]). Se analizaron cinco años de meteorología para la ubicación del proyecto, se determinaron escenarios de liberación accidental de GNL y se modeló la extensión de la atmósfera explosiva en cada situación de emergencia. Pero en ninguno de los escenarios planteados se encontraron concentraciones de referencia de alerta (100%LEL o 60%LEL) en la línea de costa. Este análisis también contempló la presencia de la FLNG Hilli Episeyo 3,5 km al sur de la FLNG MKII. En este caso, la nube de metano alcanzaría la ubicación de la FLNG Hilli Episeyo poco antes de los 5 minutos de ocurrido dicho evento, con una concentración igual al 10% del LEL[7]. Esta situación implica la posibilidad de formación de una mezcla combustible, aunque con una probabilidad de ignición menor y de bajo riesgo (zona amarilla). La concentración de metano iría aumentando hasta llegar a un máximo de 37.500 ppm, equivalente a aproximadamente el 75% del LEL a los 12 minutos de originado el evento y luego comenzaría a disminuir, estando unos 5 minutos en total por encima del 60% del LEL (zona naranja de riesgo moderado). Bajo este contexto pueden formarse bolsas de llama y de existir una fuente de ignición en la FLNG Hilli Episeyo se estaría condiciones de peligro de incendio para esta unidad.

Para este análisis se definió el escenario de emergencia más pesimista tomando de referencia el reporte de “SANDIA NATIONAL LABORATORY (2008 y 2004)”, en el que un acto de sabotaje con el ataque de un tercero genera una perforación de hasta 2,5 m de diámetro, vaciando el total del contenido de un tanque lleno. Este escenario se plantea como el posible más desfavorable, tanto por la magnitud de la emisión como por las condiciones meteorológicas adversas

Medio Social

Como ya se mencionó, los impactos asociados a la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM ofrecen los mismos resultados que los registrados para los Componentes Off Shore de la Etapa 1 del proyecto.

En el entorno social se han identificado los impactos positivos asociados al desarrollo de la construcción y la operación. Estos se relacionan con la demanda de mano de obra, bienes y servicios; el movimiento de todo tipo de embarcaciones, vehículos y maquinarias; y actividades asociadas a los procesos de producción y operación del buque licuefactor. Los impactos positivos de estas acciones se verían reflejados predominantemente en la economía local y regional, la opinión pública y la organización social comunitaria.

Sin embargo, también se identifica como riesgo la falta de gestión adecuada de las expectativas económicas locales y provinciales. El desajuste entre las expectativas de desarrollo económico local y la realidad de la contratación externa subraya la importancia de implementar programas de capacitación y desarrollo de proveedores locales.

El Proyecto FLNG en el Golfo San Matías enfrenta múltiples desafíos que deben ser abordados de manera integral para asegurar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Desde una perspectiva reputacional, se requiere una estrategia clara de construcción de apoyo público, que incluya no solo la transparencia y la comunicación con los sectores actualmente favorables, sino también una respuesta efectiva a las preocupaciones planteadas por las partes interesadas cuyas demandas provienen del sector ambientalista.

[6] “Lower explosive limit” Límite Inferior de Explosividad

[7] “Lower explosive limit” Límite Inferior de Explosividad

Los impactos negativos más altos están relacionados con contingencias, tanto en la costa como en el área marítima. Pero la mayoría de los impactos negativos identificados son moderados o bajos que si se aplican correctamente los programas de prevención y gestión del Plan de Gestión Ambiental son impactos evitables. En este sentido, será crucial la experiencia de esta gestión durante la Etapa I del proyecto.

Es importante destacar que la demanda de mano de obra y bienes puede generar un impacto negativo moderado sobre el componente género, si el proyecto no tiene en cuenta la contratación de mano de obra femenina ni se brinda capacitaciones al personal sobre la prohibición y la erradicación de cualquier conducta violenta por razones de género, lo que favorecería a que se acrecenté la brecha de género existente. Además, todas las acciones relacionadas con la presencia y/o la circulación cotidiana de trabajadores en la zona de proyecto y entre la misma y las localidades cercanas (Las Grutas, SAO y SAE) podrán generar impactos negativos en relación con la vulneración de derechos por razones de género entre la población.

Además, en cuanto a la institucionalidad, podrían verse afectadas las instituciones y organismos de salud, seguridad y monitoreo ambiental, en cuanto a sus recursos escasos para atender la demanda del proyecto por lo que se evidencia la necesidad de una planificación detallada de colaboración y fortalecimiento institucional para mitigar los riesgos asociados a la implementación del proyecto.

El impacto en las actividades tradicionales de la región, como las pulperías, la pesca y el turismo, aunque limitado en algunos casos, podría generar tensiones si no se gestionan adecuadamente. La circulación en las zonas clave de pesca, como Fuerte Argentino, debe ser preservada mediante la implementación de medidas específicas y programas de mitigación para las familias de pulperos locales.

Finalmente, se identifica la necesidad de establecer un mecanismo de coordinación y planificación, con un enfoque en minimizar la interrupción de las actividades locales y asegurar la comunicación continua con las comunidades afectadas y partes interesadas. Se requiere de una gestión cuidadosa y una planificación estratégica para evitar conflictos y cumplir con las expectativas sociales y económicas que la región demanda.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abba, A.M., Varela, V., Cirignoli, S., Pereira, J.A., Bolkovic, M.L., Peker, S., Porini, G., Bustos, S., Degrati, M., Denuncio, P., Díaz, M.M., Villafañe, I., Grandi, M.F., Kowalewski, M., Loizaga de Castro, r., Martin, G., Mora, M., Negrete, J., Nieves, M., Ojeda, A., Palacios, R., Paviolo, A., Sanchez, M., Superina, M., Teta, P., Tognelli, M., y Ojeda, R. (2022). Categorización de los mamíferos de Argentina 2019: resumen y análisis de las amenazas. Mastozoología Neotropical, 29(1): e0654.

Abreo, N.A.S., Blatchley, D.D., y Thompson, K.F. (2023). Marine litter ingestion by a Bryde's whale (Balaenoptera edeni) in Mindanao, Philippines, and the need for consistent long-term recording of single-individual strandings. Journal of Cetacean Research and Management, 24 (1): https://doi.org/10.47536/jcrm.v24i1.403.

Adams, C. A., Fernández-Juricic, E., Bayne, E. M., & St. Clair, C. C. (2021). Effects of artificial light on bird movement and distribution: a systematic map. Environmental Evidence, 10, 1-28.

Aebischer, N. J., Coulson, J. C., & Colebrookl, J. M. (1990). Parallel long-term trends across four marine trophic levels and weather. Nature, 347(6295), 753-755.

Aguayo-Lobo, A. (1999). The cetaceans and their conservation perspectives. Estudios Oceanológicos, 18, 35–43.

Ainley, D. G., and Boekelheide, R. J. (1983). An ecological comparison of oceanic seabird communities of the south Pacific Ocean. Stud. Avian Biol. 8, 2–23.

Ainley, D. G., Podolsky, R., Deforest, L., Spencer, G., & Nur, N. (2001). The status and population trends of the Newell's shearwater on Kauai: insights from modeling. Studies in Avian Biology, 22, 108-123.

Albers, P.H., 2003. Petroleum and individual polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton Jr., G.A., Cairns Jr., J. (Eds.), Handbook of Ecotoxicology, second ed. Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 341–371.

Albouy, C., Delattre, V., Donati, G., Frölicher, T. L., Albouy-Boyer, S., Rufino, M., y Leprieur, F. (2020). Global vulnerability of marine mammals to global warming. Scientific Reports, 10(1): 1-12.

Alzugaray, L., Di Martino, M., Beltramino, L., Rowntree, V.J., Sironi, M., y Uhart, M.M. (2020). Anthropogenic debris in the digestive tract of a southern right whale (Eubalaena australis) stranded in Golfo Nuevo, Argentina. Marine Pollution Bulletin, 161: 111738.

Anderson ORJ, Phillips RA, Shore RF, McGill RAR, McDonald RA, Bearhop S. 2010. Element patterns in albatrosses and petrels: influence of trophic position, foraging range, and prey type. Environmental Pollution 158:98-107.

André M, Solé M, Lenoir M, Durfort M, Quero C, Mas A, Lombarte A, Van der Schaar M, López-Bejar M, Morell M, Zaugg S, Houégnigan L. 2011. Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. Frontiers in Ecology and the Environment 9:489-493.

Andrei, A. E., Smith, L. M., Haukos, D. A., & Johnson, W. P. (2007). Behavior of migrant shorebirds in saline lakes of the Southern Great Plains. Waterbirds, 30(3), 326-334.

Ashford, J.R., Rubilar, P.S., y Martin, A.R. (1996). Interactions between cetaceans and longline fishery operations around South Georgia. Marine Mammal Science, 12(3): 452-457.

Astudillo EA y Encinas VG (2019) Problemática de la contaminación lumínica en la región de Tarapacá y su efecto en golondrinas de mar. Red de Voluntarios Rescate Golondrinas de Mar Iquique, 153-169.

Atlas, R.M., Bartha, R., 1973. Fate and effects of polluting petroleum in the marine environment. Residue Rev. 49, 49–85.

Au, W.W.L. (1993). The sonar of dolphins. Springer-verlag, New York.

Aubin, D.J. (1977). Physiological and toxic effects on pinnipeds, Sea Mammals and Oil: Confronting

the Risks, J.R. Geraci and D.J. St. Aubin (eds.), Academic Press, San Diego, 103, 1990.

Australian Maritime Safety Authority (AMSA). 2007. http://www/EffectsofMaritime OilSpillsonWildlife.htm.

Avila, I.C., Kaschner, K., y Dormann, C.F. (2018). Current global risks to marine mammals: taking stock of the threats. Biological Conservation, 221: 44-58.

Awkerman J, Fukuda A, Higuchi H, Anderson D (2005) Foraging activity and submesoscale habitat use of waved albatrosses Phoebastria irrorata during chick-brooding period. Marine Ecology Progress Series 291: 289–300.

Azarm-Karnagh S., L. López Greco & S. Shafiei Sabet (2023). Annoying noise: effect of anthropogenic underwater noise on the movement and feeding performance in the red cherry shrimp, Neocaridina davidi. Frontiers in Ecology and Evolution. Vol. 11.

Barbraud, C., & Weimerskirch, H. (2006). Antarctic birds breed later in response to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(16), 6248-6251.

Barbraud, C., Rivalan, P., Inchausti, P., Nevoux, M., Rolland, V., & Weimerskirch, H. (2011). Contrasted demographic responses facing future climate change in Southern Ocean seabirds. Journal of animal ecology, 80(1), 89-100.

Barieri, E., & Colaco, F. L. (2013). Scientific Note First occurrence of Phoenicopterus chilensis (Molina, 1782) in the southern coast of São Paulo State. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 8(2), 152-155.

Barnett, P.R.O. (1971). Some changes in the intertidal sand communities due to thermal pollution.

Bartol, S.M. and Ketten, D.R. (2006). Turtle and tuna hearing. In: Swimmer, Y., Brill, R. (Eds.), Sea Turtle and Pelagic Fish Sensory Biology: Developing Techniques to Reduce Sea Turtle Bycatch in Longline Fisheries Technical Memorandum NMFS-PIFSC-7. National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA), US Department of Commerce, pp. 98–105.

Bastida, R. & Rodríguez, D. (2003). Mamíferos Marinos de Patagonia y Antártida. 1ra. Ed. Vázquez Mazzini Editores. Buenos Aires. 208pp.

Bastida, R., Rodríguez, D., Secchi, E. & da Silva, V. (2022). Mamíferos Acuáticos de Sudamérica y Antártida. Segunda Edición. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires, 366 pp.

Bastida, R.O., y Lichtschein, V. (1986). Capturas incidentales de pequeños cetáceos en el área de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires-Argentina). Actas I Reunión de Trabajo de Expertos en Mamíferos Acuáticos de América del Sud.

Baylis AMM, Zuur AF, Brickle P, Pistorius PA. 2012. Climate as a driver of population variability in breeding Gentoo penguins Pygoscelis papua at the Falkland Islands. Ibis 154:30-41.

Beaumont, N.J., Aanesen, M., Austen, M.C., Börger, T., Clark, J.R., Cole, M., ... y Wyles, K.J. (2019). Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. Marine Pollution Bulletin, 142: 189-195.

Bennie, J., Duffy, J. P., Davies, T. W., Correa-Cano, M. E., & Gaston, K. J. (2015). Global trends in exposure to light pollution in natural terrestrial ecosystems. Remote Sensing, 7(3), 2715-2730.

Benson, S.R. and Dutton, P.H. (2012) Sea turtles of the U.S. west coast. In: Seminoff, J.A., Wallace, B.P. (eds) Sea turtles of the Eastern Pacific: advances in research and conservation. The University of Arizona Press, Tucson, AZ, p 88−110.

Berón MP & Seco Pon JP. 2021. Fishing-gear related injuries and mortality of seabirds in coastal areas of south- western Atlantic, Argentina. Marine Ornithology 49:321-327.

Berson, D. M., Dunn, F. A., & Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. Science, 295(5557), 1070-1073.

Berta, A., Sumich, J.L. & Kovacs, K.M. (2015). Exploitation and Conservation. En: A. Berta, J. L.

Sumich, and K. M. Kovacs, editors. Marine Mammals (Third Edition). Academic Press, San Diego, 599-655.

Bertram, D. F., Mackas, D. L., & McKinnell, S. M. (2001). The seasonal cycle revisited: interannual variation and ecosystem consequences. Progress in Oceanography, 49(1-4), 283-307.

Besseling, E., Foekema, E.M., Van Franeker, J.A., Leopold, M.F., Kühn, S., Rebolledo, E.B. y Koelmans, A.A. (2015). Microplastic in a macro filter feeder: humpback whale Megaptera novaeangliae. Marine Pollution Bulletin, 95(1): 248-252.

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., & Chaloupka, M. Y. (2003). Survival probability estimates for immature green turtles (Chelonia mydas) in the Bahamas. Marine Ecology Progress Series, 252, 273-281.

Blight, L. K. 2011. Egg production in a coastal seabird, the Glaucous-winged Gull(Larus glaucescens) declines during the last century. PLoS One 6(7): e22027.

Bonnet-Lebrun, A. S., Catry, P., Clark, T. J., Campioni, L., Kuepfer, A., Tierny, M., & Wakefield, E. D. (2020). Habitat preferences, foraging behaviour and bycatch risk among breeding sooty shearwaters Ardenna grisea in the Southwest Atlantic. Marine Ecology Progress Series, 651, 163-181.

Bordino, P. y Albareda, D. (2004). Incidental mortality of Franciscana dolphin Pontoporia blainvillei in coastal gillnet fisheries in northern Buenos Aires, Argentina. Paper SC/56/SM11 presented at the International Whaling Commission Meeting, Sorrento, Italia.

Bowles A, Awbrey F, Jehl J. 1991. The effects of high-amplitude impulsive noise on hatching success: A reanalysis of the Sooty Tern incident. Canoga Park, BBN Labs INC, USA.

Brooke, R. K., Allan, D. G., Cooper, J., Cyrus, D. P., Dean, W. R. J., Dyer, B. M., ... & Taylor, R. H. (1999). Breeding distribution, population size and conservation of the Greyheaded Gull Larus cirrocephalus in southern Africa. Ostrich, 70(3-4), 157-163.

Brown AL. 1990. Measuring the effect of aircraft noise on seabirds. Environmental International 16:587-592.

Brownell Jr, R.L., Vernazzani, B.G., y Carlson, C.A. (2009). Vessel collision with a large whale off southern Chile. International Whaling Commission Scientific Committee SC/61/BC7.

Bugoni, L., & Vooren, C. M. (2005). Distribution and abundance of six tern species in southern Brazil. Waterbirds, 28(1), 110-119.

Burger, C., Schubert, A., Heinänen, S., Dorsch, M., Kleinschmidt, B., Žydelis, R., ... & Nehls, G. (2019). A novel approach for assessing effects of ship traffic on distributions and movements of seabirds. *Journal of environmental management*, *251*, 109511.

Burger, J. 1998. Effects of motorboats and personal watercraft on flight behavior over a colony of common terns. Condor, 100, 528-534.

Burger, J., & Gochfeld, M. (1991). Human activity influence and diurnal and nocturnal foraging of sanderlings (Calidris alba). The Condor, 93(2), 259-265.

Burger, J., & Staine, K. J. (1993). Nocturnal behavior of gulls in coastal New Jersey. Estuaries, 16, 809-814.

Burgherr, P. (2007). In-depth analysis of accidental oil spills from tankers in the context of global spill trends from all sources. *Journal of hazardous materials*, *140*(1-2), 245-256.

Burthe, S., Wanless, S., Newell, M.A., Butler, A. and Daunt, F. (2014) Assessing the vulnerability of the marine bird community in the western North Sea to climate change and other anthropogenic impacts. Marine Ecology Progress Series, 507, 277–295.

Buxton RT, Galvan R, Mckenna MF, White CL, Seher V. 2017. Visitor noise at a nesting colony alters the behaviour of a coastal seabirds. Marine Ecology Progress Series 570:233-246.

Cabrera-Cruz, S. A., Smolinsky, J. A., & Buler, J. J. (2018). Light pollution is greatest within migration passage areas for nocturnally-migrating birds around the world. Scientific reports, 8(1), 3261.

Cáceres-Saez, I., Haro, D., Blank, O., Aguayo-Lobo, A., Dougnac, C., Arredondo, C. y Guevara, S.R. (2019). Stranded false killer whales, Pseudorca crassidens, in Southern South America reveal potentially dangerous silver concentrations. Marine Pollution Bulletin, 145: 325-333.

Cáceres-Saez, I., Haro, D., Blank, O., Aguayo-Lobo, A., Dougnac, C., Arredondo, C., y Guevara, S.R. (2018). High status of mercury and selenium in false killer whales (Pseudorca crassidens, Owen 1846) stranded on Southern South America: A possible toxicological concern?. Chemosphere, 199: 637-646.

Campagna, C., Falabella, V. y Lewis, M. (2007). Entanglement of southern elephant seals in squid fishing gear. Marine Mammal Science, 23(2): 414-418.

Campanella F.; A. Collins Martin; F. Young Emma; V. Laptikhovsky; P. Whomersley & J. van der Kooij (2021). First Insight of Meso- and Bentho-Pelagic Fish Dynamics Around Remote Seamounts in the South Atlantic Ocean. Frontiers in Marine Science. Vol. 8

Campbell, E., Alfaro-Shigueto, J. y Mangel, J.C. (2017). “Whale entanglements in Peru: frequency and cost” 22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (Halifax).

Cappozzo, H.L., Negri, M.F., Pérez, F.H., Albareda, D., Monzón, F., y Corcuera, J.F. (2007). Incidental mortality of franciscana dolphin (Pontoporia blainvillei) in Argentina. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 6(2): 127-137.

Carney, K. M., & Sydeman, W. J. (1999). A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. *Waterbirds*, 68-79.

Carroll, M. J., Butler, A., Owen, E., Ewing, S. R., Cole, T., Green, J. A., ... & Bolton, M. (2015). Effects of sea temperature and stratification changes on seabird breeding success. Climate Research, 66(1), 75-89.

Chahouri, A., Elouahmani, A. y Ouchene, H. (2022). Recent progress in marine noise pollution: A thorough review Chemosphere, 291: 132983

Chambers, L. E. (2004). Delayed breeding in Little Penguins–evidence of climate change. Australian Meteorological Magazine, 53(1), 13-19.

Chan, A. A. Y. H., & Blumstein, D. T. (2011). Attention, noise, and implications for wildlife conservation and management. Applied Animal Behaviour Science, 131(1-2), 1-7.

Charette, M. R., Calmé, S., & Pelletier, F. (2011). Observation of nocturnal feeding in black vultures (Coragyps atratus). Journal of Raptor Research, 45(3), 279-280.

Chevallier, D., Maucourt, L., Charrier, I. et al. The response of sea turtles to vocalizations opens new perspectives to reduce their bycatch. Sci Rep 14, 16519 (2024). https://doi.org/10.1038/s41598-024-67501-z

Clark, J. M., y Agnew, D. J. (2010). Estimating the impact of depredation by killer whales and sperm whales on longline fishing for toothfish (Dissostichus eleginoides) around South Georgia. CCAMLR Science, 17, 163-178.

Clokie L., & Cooper, J. (2010). Brown skuas Stercorarius antarcticus incubate a Macaroni Penguin Eudyptes chrysolophus egg at Marion Island. Marine Ornithology, 38, 59-60.

Clokie L & Cooper, J. (2010). Brown skuas Stercorarius antarcticus incubate a Macaroni Penguin Eudyptes chrysolophus egg at Marion Island. Marine Ornithology, 38, 59-60.

Cohen, J. B., Gerber, B. D., Karpanty, S. M., Fraser, J. D., & Truitt, B. R. (2011). Day and night foraging of Red Knots (Calidris canutus) during spring stopover in Virginia, USA. Waterbirds, 34(3), 352-356.

Coleman, J., Hollyman, P. R., Black, A., & Collins, M. A. (2022). Blinded by the light: Seabird collision events in South Georgia. Polar Biology, 45(6), 1151-1156.

Commendatore, M., Yorio, P., Scenna, L., Ondarza, P. M., Suárez, N., Marinao, C., & Miglioranza, K. S. (2018). Persistent organic pollutants in sediments, intertidal crabs, and the threatened Olrog's gull in a northern Patagonia salt marsh, Argentina. *Marine pollution bulletin*, *136*, 533-546.

Commins, M. L., Ansorge, I., & Ryan, P. G. (2014). Multi-scale factors influencing seabird assemblages in the African sector of the Southern Ocean. Antarctic Science, 26(1), 38-48.

Consejo Federal Pesquero. (2015). Plan de acción nacional para reducir la interacción de mamíferos marinos con pesquerías en la República Argentina. 1ra Ed. Buenos Aires, Consejo Federal Pesquero. 168 pp.

Contreras-Balderas, A. J. (2005). Black-necked stilt (Himantopus mexicanus) breeding range extension in Mexico. The Southwestern Naturalist, 50(1), 84-85.

Cook, A. S., Dadam, D., Mitchell, I., Ross-Smith, V. H., & Robinson, R. A. (2014). Indicators of seabird reproductive performance demonstrate the impact of commercial fisheries on seabird populations in the North Sea. Ecological indicators, 38, 1-11.

Copello S, Quintana F. 2003. Marine debris ingestion by Southern giant petrels and its potential relationships with fisheries in the Southern Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin 46:1513-1515.

Copello S, Seco Pon JP, Favero M. 2013. Use of marine space by Black-browed albatrosses during the nonbreeding season in the Southwest Atlantic Ocean. Estuarine, Coastal and Shelf Science 123:34-38.

Copello S, Suárez N, Yorio P, Ravasi MT, Paz JA, García Borboroglu JP, Graña Grilli M, Favero M & Seco Pon JP. 2020. Distribution of Olrog´s gull (Larus atlanticus) during the non-breeding period: signals of partial migration. Bird Conservation International 30:661-670.

Corcuera, J., Monzón, F., Crespo, E.A., Aguilar, A., y Raga, J.A. (1994). Interactions between marine mammals and the coastal fisheries of Necochea and Claromecó (Buenos Aires Province, Argentina). Reports of the International Whaling Commission, 15: 283-290.

Coutant, C. C., & Brook, A. J. (1970). Biological aspects of thermal pollution I. Entrainment and discharge canal effects. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 1(1-4), 341-381.

Crespo, E.A., Corcuera, J., y López Cazorla, A. (1994). Interactions between marine mammals and fisheries in some coastal fishing areas of Argentina. En: Gillnets and Cetaceans (W. F. Perrin, G. P. Donovan & J. Barlow, eds.). Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 15), International Whaling Commission, Cambridge.

Crespo, E.A., Koen Alonso, M., Dans, S.L., García, N.A., Pedraza, S.N., Coscarella, M., y González, R. (2000). Incidental catches of dolphins in mid-water trawls for Argentine anchovy (Engraulis anchoita) off the Argentine shelf. Journal of Cetacean Research and Management, 2(1): 11-16.

Crespo, E.A., Lewis, M.N. y Campagna, C. (2007). Mamíferos Marinos: Pinnípedos y Cetáceos. En: El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina, 5: 125-148.

Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Dans, S.L., Koen Alonso, M., Reyes, L.M., Garcia, N.A., Coscarella, M. y Schiavini, A.C.M. (1997). Direct and indirect effects of the highseas fisheries on the marine mammal populations in the northern and central patagonian coast. Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science, 22:189-207.

Crespo, E.A., y Hall, M.A. (2002). Interactions Between Aquatic Mammals and Humans in the Context of Ecosystem Management. En: Evans, P.G.H., Raga, J.A. (eds) Marine Mammals. Springer, Boston, MA., 463-490.

Croxall, J. P., S. H. M. Butchart, B. Lascelles, A. J. Stattersfield, B. Sullivan, A. Symes, and P. Taylor. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment.

Cruz, S. M., Hooten, M., Huyvaert, K. P., Proaño, C. B., Anderson, D. J., Afanasyev, V., & Wikelski, M. (2013). At–sea behavior varies with lunar phase in a nocturnal pelagic seabird, the swallow-tailed gull. PLoS One, 8(2), e56889.

Culik BM, RP Wilson, ATWakes, y F Sanudo (1991) Oil pollution of Antarctic penguins: Effects on energy metabolism and physiology. Mar. Pollut. Bull 22:388-391

Curcio N, Svendsen G, Romero A, Arias M, González R y Dans S. 2017. Variaciones estacionales en la composición de ensambles multiespecíficos de alimentación en el Golfo San Matías. V Congreso Nacional de Conservación de la Biodiversidad. Las Grutas, Río Negro, Argentina.

Cushing DA, Kuletz KJ, Sousa L, Day RH, Danielson SL, Labunski EA, Hopcroft RR (2023) Differential response of seabird species to warm- and cold-water events in a heterogeneous cross-shelf environment in the Gulf of Alaska. Mar Ecol Prog Ser :HEATav2. https://doi.org/10.3354/meps14239

D'Agostino, V.C., Degrati, M., Santinelli, N., Sastre, V., Dans, S.L., y Hoffmeyer, M.S. (2018). The seasonal dynamics of plankton communities relative to the foraging of the southern right whale (Eubalaena australis) in northern Patagonian gulfs, Península Valdés, Argentina. Continental Shelf Research, 164: 45-57.

Dalla Rosa, L. y Secchi, E.R. (2007). Killer whale (Orcinus orca) interactions with the tuna and swordfish longline fishery off southern and south–eastern Brazil: a comparison with shark interactions. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 87: 135–140.

Dans, S.L., Koen Alonso, M., Pedraza, S.N. y Crespo, E.A. (2003). Incidental catch of dolphins in trawling fisheries off Patagonia, Argentina: can populations persist? Ecological applications, 13(3): 754-762.

Davis Jr, W. E. About the Cover: Hudsonian Godwit. Bird Observer, 41(4), 9.

Davis, R. W. (2019). Marine mammals: adaptations for an aquatic life. Springer Nature.

Day, R. H., Rose, J. R., Prichard, A. K., & Streever, B. (2015). Effects of gas flaring on the behavior of night-migrating birds at an artificial oil-production island, Arctic Alaska. Arctic, 367-379.

De La Peña M. 2015. Aves argentinas. Incluye nidos y huevos. Tomo 1. Eudeba y Ediciones Universidad Nacional del Litoral, Buenos Aires y Santa Fe.

Deason, E. E. (1980). Grazing of Acartia hudsonica (A. clausi) on Skeletonema costatum in Narragansett Bay (USA): influence of food concentration and temperature. Marine Biology, 60, 101-113.

Dehnhard, N., Poisbleau, M., Demongin, L., Ludynia, K., Lecoq, M., Masello, J. F., & Quillfeldt, P. (2013). Survival of rockhopper penguins in times of global climate change. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 23(5), 777-789.

Denuncio, P., Bastida, R., Dassis, M., Giardino, G., Gerpe, M., y Rodríguez, D. (2011). Plastic ingestion in Franciscana dolphins, Pontoporia blainvillei (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. Marine Pollution Bulletin, 62(8): 1836-1841.

Denuncio, P., Mandiola, M.A., Bagnato, R., De León, M.C., Gana, J.C.M., Dassis, M., Giardino, G. y Rodríguez, D. (2017b). Ingestión de plásticos en el Zifio de Hector (Mesoplodon hectori) varado en la costa de la Provincia de Buenos Aires: ¿es la causa de su muerte? XII Encuentro Biólogos En Red. Mar del Plata, Argentina.

Denuncio, P., Mandiola, M.A., Perez Salles, S., Machado, R., Ott, P.H., De Oliveira, L.R. y Rodriguez, D. (2017a). Marine debris ingestion by the South American Fur Seal from the Southwest Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin, 122(1): 420-425.

DeRuiter, S. and LarbiDoukara, K. (2012). Loggerhead turtles dive in response to air gun sound

exposure. *Endanger. Species Res*. 16, 55–63. http://dx.doi.org/10.3354/esr00396.

Descamps, S., Ramírez, F., Benjaminsen, S., Anker-Nilssen, T., Barrett, R. T., Burr, Z. & Lavergne, S. (2019). Diverging phenological responses of Arctic seabirds to an earlier spring. Global Change Biology, 25(12), 4081-4091.

Descamps, S., Tarroux, A., Lorentsen, S. H., Love, O. P., Varpe, Ø., & Yoccoz, N. G. (2016). Large-scale oceanographic fluctuations drive Antarctic petrel survival and reproduction. Ecography, 39(5), 496-505.

Desforges, J.P., Hall, A., McConnell, B., Rosing-Asvid, A., Barber, J.L., Brownlow, A. y Dietz, R. (2018). Predicting global killer whale population collapse from PCB pollution. Science, 361(6409): 1373-1376.

Di Iorio, L. y Clark, C.W. (2010). Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. Biology letters 6: 51–54.

Diamond, A. W., & Devlin, C. M. (2003). Seabirds as indicators of changes in marine ecosystems: ecological monitoring on Machias Seal Island. Environmental monitoring and assessment, 88, 153-181.

Dias, L.A., Litz, J., Garrison, L., Martinez, A., Barry, K. y Speakman, T. (2017). Exposure of cetaceans to petroleum products following the Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico. Endangered Species Research, 33: 119-125.

Ditmer, M. A., Francis, C. D., Barber, J. R., Stoner, D. C., Seymoure, B. M., Fristrup, K. M., & Carter, N. H. (2021). Assessing the vulnerabilities of vertebrate species to light and noise pollution: expert surveys illuminate the impacts on specialist species. Integrative and Comparative Biology, 61(3), 1202-1215.

Dolman, S., V. Williams-Grey, R. Asmutis-Silvia y S. Isaac. (2006). Vessel collisions and cetaceans: what happens when they don't miss the boat. A WDCS Science Report. England. 25 p.

Dorado-Correa AM, Rodríguez-Rocha M y Brumm H (2016) Anthropogenic noise, but not artificial light levels predicts song behaviour in an equatorial bird. Royal Society Open Science 3:160231.

Dunnet GM. 1977. Observations on the effects of low-flying aircraft at seabird colonies on the coast of Aberdeenshire, Scotland. Biology Conservation 12:55-63.

Durant, J. M., Anker-Nilssen, T., & Stenseth, N. C. (2003). Trophic interactions under climate fluctuations: the Atlantic puffin as an example. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 270(1523), 1461-1466.

Durant, J. M., Stenseth, N. C., Anker-Nilssen, T., Harris, M. P., Thompson, P. M., & Wanless, S. (2004). Marine birds and climate fluctuation in the North Atlantic. Marine ecosystems and climate variation: the North Atlantic, 95-105.

Eckert, S., Bowles, A. and Berg, E. (1998). The effect of seismic air gun surveys on leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) during the nesting season. Final Rep. to BHP Pet. Ltd.

Eguchi, T., Bredvik, J., Graham, S., Le Roux, R., Saunders, B. y Seminoff, J.A. (2020). Effects of a power plant closure on home ranges of green turtles in an urban foraging area. Endangered Species Research. 41: 265-277.

Eguchi, T., Bredvik, J., Graham, S., LeRoux, R., Saunders, B. and Seminoff, J.A. (2020) Effects of a power plant closure on home ranges of green turtles in an urban foraging area. Endang Species Res 41:265-277. https://doi.org/10.3354/esr01027

Eguchi, T., Seminoff, J.A., LeRoux, R.A., Dutton, P.H. and Dutton, D.L.(2010) Abundance and survival rates of green turtles in an urban environment: coexistence of humans and an endangered species. Mar Biol 157: 1869−1877

Elenwo, E. I., & Akankali, J. A. (2015). The effects of marine pollution on Nigerian coastal resources. Journal of Sustainable Development Studies, 8(1).

Enstipp M, Daunt F, Wanless S, Humphreys E, Hamer K, Benvenuti S, Grémillet D (2006) Foraging energetics of North Sea birds confronted with fluctuating prey availability. In: Boyd IL, Wanless S, Camphuysen CJ (eds) Top predators in marine ecosystems. Pág. 191-210. Cambridge University Press.

Erbe, C., Dunlop, R., y Dolman, S. (2018). Effects of Noise on Marine Mammals. In book: Effects of Anthropogenic Noise on Animals (Chapter 10, pp. 277-309). Hans Slabbekoorn, Robert J. Dooling Arthur N. Popper, Richard R. Fay Editors (Editors). Springer Handbook of Auditory Research.

Escalante R (1970) Aves marinas del Río de la Plata y aguas vecinas del Océano Atlántico. Barreiro y Ramos, Montevideo.

Esteves, J.L., Harris, G., Musmeci, J.M., Palla, J. y Sánchez, J.P. 1997. Primer Censo de contaminación costera de la República Argentina. Informes Técnicos del Plan de Manejo de la Zona Costera Patagónica - Fundación Patagonia Natural (Puerto Madryn). 41: 1-23.

Faria, F. A., Bugoni, L., Nunes, G. T., Senner, N. R., & Repenning, M. (2023). Spring migration of a Neotropical shorebird, the Rufous-chested Plover, Charadrius modestus, between southern Brazil and the sub-Antarctic Falkland/Malvinas Islands. Polar Biology, 46(4), 373-379.

Fasola, M., & Canova, L. (1993). Diel activity of resident and immigrant waterbirds at Lake Turkana, Kenya. Ibis, 135(4), 442-450.

Favero M, Blanco G, Copello S, Seco Pon JP, Patterlini CA, Mariano-Jelicich R, García GO, Berón MP. 2013. Seabird bycatch in the Argentinean demersal longline fishery. Endangered Species Research 19:187-199.

Favero M, Blanco G, García GO, Copello S, Seco Pon JP, Frere E, Quintana F, Yorio P, Rabuffetti F, Canete G & Gandini P. 2011. Seabird mortality associated to ice trawlers in the Patagonian Shelf: effect of discards in the occurrence of interactions with fishing gear. Animal Conservation 14:131-139.

Favero, M. (1996). Foraging ecology of pale-faced sheathbills in colonies of southern elephant seals at King George Island, Antarctica. Journal of Field Ornithology, 292-299.

Félix, F., y Van Waerebeek, K. (2005). Whale mortality from ship strikes in Ecuador and West Africa. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 55-60.

Fernández EF, Seco Pon JP, García GO y Miglioranza KSB. 2023. The Magellanic penguin as a bioindicator of organochlorine pesticides and current use pesticide on the northern Argentinean coast. SETAC Latin America 15th Biennial Meeting. Presencial, Montevideo, Uruguay. 17 al 20 de septiembre.

Finneran, J.J. y Branstetter, B.K. (2013). Effects of noise on sound perception in marine mammals. Animal communication and noise, 273–308.

Fiori, S.M. y Zalba, S.M. (2003). Potential impacts of petroleum exploration and exploitation on biodiversity in a Patagonian Nature Reserve, Argentina. Biodiversity and Conservation, 12: 1261–1270. https://doi.org/10.1023/A:1023091922825.

Fish, F. E. (1997). Biological designs for enhanced maneuverability: analysis of marine mammal performance. En: Tenth International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology: Proceedings of the Special Session on Bio-Engineering Research Related to Autonomous Underwater Vehicles (pp. 109-117).

Force, M. P., Santora, J. A., Reiss, C. S., and Loeb, V. J. (2015). Seabird species assemblages reflect hydrographic and biogeographic zones within Drake Passage. Polar Biol. 38, 381–392. doi: 10.1007/s00300-014-1594-7

Ford, J.K.B. y Fisher, H.D. (1982). Killer whale dialects as an indicator of stocks in British Columbia. Reports of the International Whaling Commission 32: 671–679.

Fossi, M.C., Panti, C., Guerranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L., y Minutoli, R. (2012). Are

baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (Balaenoptera physalus). Marine Pollution Bulletin, 64(11): 2374-2379.

FOWLER GS, WINGFIELD JC Y BOERSMA PD (1995) Hormonal and reproductive effects of low levels of petroleum fouling in the Magellanic penguin (Spheniscus magellanicus). The Auk 112: 382-389.

Franco-Trecu, V., Szephegyi, M.N., Doño, F., Forselledo, R., Reyes, F., Passadore, C. y Inchausti, P. (2019). Marine mammal bycatch by the industrial bottom trawl fishery at the Río de la Plata Estuary and the adjacent Atlantic Ocean. Latin American Journal of Aquatic Research, 47(1): 89-101.

Fraser, G. S., & Carter, A. V. (2018). Seabird attraction to artificial light in Newfoundland and Labrador's offshore oil fields: documenting failed regulatory governance. Ocean Yearbook Online, 32(1), 265-282.

Frederiksen M, Edwards M, Mavor RA, Wanless S (2007) Regional and annual variation in black-legged kittiwake breeding productivity is related to sea surface temperature. Mar Ecol Prog Ser 350: 137−143

Frederiksen, M., Harris, M. P., Daunt, F., Rothery, P., & Wanless, S. (2004). Scale-dependent climate signals drive breeding phenology of three seabird species. Global Change Biology, 10(7), 1214-1221.

Frere, E.; Quintana, F. & Gandini, P. 2005. Cormoranes de la costa patagónica: estado poblacional, ecología y conservación. Argentina. El Hornero 20: 35-52.

Fritts, T. H., & McGehee, M. A. (1982). Effects of petroleum on the development and survival of marine turtle embryos. Technical Memorandum NMFS-SEFC-91.

Gamarra-Toledo, V., Plaza, P., Inga, G., Gutiérrez, R., García-Tello, O., Valdivia-Ramírez, L., y Lambertucci, S.A. (2023). Mass Mortality of Sea Lions Caused by Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Virus. Emerging Infectious Diseases, 29(12): 2553-2556.

Gandini, P., Boersma, P. D., Frere, E., Gandini, M., Holik, T., & Lichtschein, V. (1994). Magellanic penguins (Spheniscus magellanicus) affected by chronic petroleum pollution along coast of Chubut, Argentina. The auk, 111(1), 20-27.

García Borboroglu P, Boersma PD, Ruoppolo V, Reyes L, Rebstock GA, Griot K, Rodríguez Heredia S, Adornes AC y da Silva RP (2006) Chronic oil pollution harms Magellanic penguins in the Southwest Atlantic. Marine Pollution Bulletin 52: 193–198.

García-Borboroglu, P., Boersma, P. D., Ruoppolo, V., Pinho-da-Silva-Filho, R., Corrado-Adornes, A., Conte-Sena, D., & Serra, S. (2010). Magellanic penguin mortality in 2008 along the SW Atlantic coast. Marine Pollution Bulletin, 60(10), 1652-1657.

Garthe, S., & Hüppop, O. (1996). Nocturnal scavenging by gulls in the southern North Sea. Colonial Waterbirds, 232-241.

Gaston, K. J., Gaston, S., Bennie, J., & Hopkins, J. (2015). Benefits and costs of artificial nighttime lighting of the environment. Environmental Reviews, 23(1), 14-23.

Gausland I. 2000. The impact of seismic surveys on marine life. The Leading Edge 19:903-905.

GESAMP. (1984). Thermal discharges in the marine environment. IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UNEP. Joint group of experts on the scientific aspects of marine pollution. Reports and Studies No. 24.

Giardino, G.V., Gana, J.C., De León, M.C., Mandiola, M.A., Dassis, M., Denuncio, P. y Rodríguez, D.H. (2022). Occurrence and anthropogenic-derived mortality of humpback whales (Megaptera novaeangliae) along the northern coast of Argentina, 2003–2021. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 1-16.

Gjerdrum, C., Ronconi, R. A., Turner, K. L., & Hamer, T. E. (2021). Bird strandings and bright lights at coastal and offshore industrial sites in Atlantic Canada. *Avian Conservation & Ecology*, *16*(1).

Godard-Codding, C. A. y Collier, T.K. (2018). The effects of oil exposure on cetaceans. In Marine Mammal Ecotoxicology (Cap. 3; pp. 75-93). Academic Press.

González Carman, V., Acha, E.M., Maxwell, S.M., Albareda, D., Campagna, C. and Mianzan, H. (2014). Young green turtles, Chelonia mydas, exposed to plastic in a frontal area of the SW Atlantic. Marine Pollution Bulletin 78:56-65.

González Carman, V., Álvarez, K., Prosdocimi, L., Inchaurraga, M.C., Dellacasa, R., Faiella, A., Echenique, C., González, R., Andrejuk, J., Mianzan, H., Campagna, C. and Albareda, D. (2011) Temperate SW Atlantic: a feeding and developmental habitat for endangered sea turtles. *Marine Biology Research*. 7: 500-508

González-Solís J, Santera C, Ruiz X. 2002. Metals and selenium as bioindicators of geographic and trophic segragation in giant petrels Macronectes spp. Marine Ecology Progress Series 244:257-264.

González-Zevallos D, Yorio P, Caille G. 2007. Seabird mortality at trawler warp cables and a proposed mitigation measure: a case of study in Golfo San Jorge, Patagonia, Argentina. Biological Conservation 136:108-116.

González-Zevallos D, Yorio P, Svagelj WS. 2011. Seabird attendance and incidental mortality at shrimp fisheries in Golfo San Jorge, Argentina. Marine Ecology Progress Series 432:125-135.

González–Zevallos D, Yorio P. 2006. Seabird use of discards and incidental captures at the Argentine hake trawl fishery in the Golfo San Jorge, Argentina. Marine Ecology Progress Series 316:175-183.

Goodall R.N.P., Galeazzi, A.R., Leatherwood S., Miller K.W., Cameron I.S., Kastelein R.K. y Sobral A.P. (1988). Studies of Commerson's dolphins, Cephalorhynchus commersonii, off Tierra del Fuego, 1976 - 1984, with a review of information on the species in the South Atlantic. Report of the International Whaling Commission Special Issue,9: 3-70 pp.

Goodall R.N.P., Schiavini A.C.M., y Fermani C. (1994). Net fisheries and net mortality of small cetaceans off Tierra del Fuego, Argentina. Report of the International Whaling Commission Special Issue, 15: 295 - 304.

Goodall, R.N.P. (2002). Spectacled porpoise Phocoena dioptrica. En: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G. (eds.). Encyclopedia of marine mammals (pp. 1158-1161). Academic Press, San Diego.

Goodall, R.N.P. y Cameron, I.S. (1980). Exploitation of small cetaceans off southern South America. Report of the International Whaling Commission, 30: 445-450.

Goodall, R.N.P. y Schiavini, A.C.M. (1995). On the biology of the spectacled porpoise, Australophocaena dioptrica. Report of the International Whaling Commission Special Issue, 16: 411–453.

Gordon J, Gillespie D, Potter J, Frantzis A, Simmonds MP, Swift R, Thompson D. 2003. A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. Marine Technology Society Journal 37:16-34.

Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Simmonds, M.P. and Thompson, D. (2003). A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. Mar. Technol. Soc. J. 16–34.

Gouveia, C. S. (2022). Light Pollution as a Seabirds' Conservation Threat. In Volume 1: Seabird Biodiversity and Human Activities (pp. 213-223). CRC Press.

Gray, C.A., y Kennelly, S.J. (2018). Bycatches of endangered, threatened and protected species in marine fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 28(3): 521-541.

Grémillet D, Pichegru L, Kuntz G, Woakes AJ, Wilkinson S, Crawford RJM y Ryan PG (2008). A junk food hypothesis for gannets feeding on fishery waste. Proceedings on the Royal Society, Biological Series 275:1149-1156.

Guerra-Correa, C. G., C. M. Guerra-Correa, P. D. Bolados, A. Silva, and P. Garfias. (2008). Sea turtle congregations in discrete temperate shoreline areas in cold Northern Chilean coastal waters. In Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, compilers A. F. Rees, M. Frick, A. Panagopoulou, and K. Willams, 211–212. Washington, DC: NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569, 262 p.

Guinet, C., Chastel, O., Koudil, M., Durbec, J. P., & Jouventin, P. (1998). Effects of warm sea–surface temperature anomalies on the blue petrel at the Kerguelen Islands. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 265(1400), 1001-1006.

Hague, E.L., Sparling, C.E., Morris, C., Vaughan, D., Walker, R., Culloch, R.M., Lyndon, A.R., Fernandes, T.F. y McWhinnie, L.H. (2022) Same Space, Different Standards: A Review of Cumulative Effects Assessment Practice for Marine Mammals. Frontiers in Marine Science, 9:822467. doi: 10.3389/fmars.2022.822467

Hamann, M., M. H. Godfrey, J. A. Seminoff, K. Arthur, P. C. R. Barata, K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, A. C. Broderick, L. M. Campbell, C. Carreras, P. Casale, M. Chaloupka, S. K. F. Chan, M. S. Coyne, L. B. Crowder, C. E. Diez, P. H. Dutton, S. P. Epperly, N. N. FitzSimmons, A. Formia, M. Girondot, G. C. Hays, I. J. Cheng, Y. Kaska, R. Lewison, J. A. Mortimer, W. J. Nichols, R. D. Reina, K. Shanker, J. R. Spotila, J. Tomás, B. P. Wallace, T. M. Work, J. Zbinden and B. J. Godley. (2010). Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. Endangered Species Research 11:245-269.

Handbook of the Birds of the World and BirdLife International (2020). Handbook of the Birds of the World and BirdLife International digital checklist of the birds of the world. Version 5. Available at: http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/HBW-BirdLife_Checklist_v5_Dec20.zip.

Haney, J. C. (1987). Effects of a Gulf Stream warm-core ring on summer seabird distribution in the northwest Atlantic Ocean 1. Limnology and oceanography, 32(3), 665-673.

Hansen KA, Hernandez A, Mooney TA, Rasmussen MH, Sørensen K, Wahlberg M. 2020. The common murre (Uria aalge), an auk seabird, reacts to underwater sound. The Journal of the Acoustical Society of America 147:4069.

Hansen KA, Maxwell A, Siebert U, Larsen ON, Wahlberg M. 2017. Great cormorants (Phalacrocorax carbo) can detect auditory cues while diving. Naturwissenschaften 104:45-51.

Hayes, F. E., & Hayward, J. L. (2020). Nocturnal copulation in Glaucous-winged Gulls Larus glaucescens. Marine Ornithology 48: 55-59.

Hazel, J., Lawler, I. R., Marsh, H., & Robson, S. (2007). Vessel speed increases collision risk for the green turtle Chelonia mydas. Endangered Species Research, 3, 105-113.

Helms, R.C., Costa, D.P., DeBruyn, T.D., O'Shea, T.J., Wells, R.S. Williams, T.S. (2005). Overview of Effects of Oil Spills on Marine Mammals.

Hermannsen, L., Beedholm, K., Tougaard, J., & Madsen, P. T. (2019). High frequency ship noise in shallow water environments: Implications for the communication range of toothed whales. Marine Pollution Bulletin, 140, 409-419.

Hermannsen,. L., Mikkelsen, L., Tougaard, J., Beedholm, K., Johnson1, M., y Madsen, P.T. (2019). Recreational vessels without Automatic Identification System (AIS) dominate anthropogenic noise contributions to a shallow water soundscape. Scientific Reports, 9:15477 | https://doi.org/10.1038/s41598-019-51222-9

Hernandez, M. M., Favero, M., & Seco Pon, J. P. (2024). Effect of environmental variability on seabird assemblages across the Brazil–Malvinas Confluence during the austral winter. Marine Biology, 171(2), 51.

Hipfner, J. M. (2012). Effects of sea-surface temperature on egg size and clutch size in the Glaucous-winged Gull. Waterbirds, 35(3), 430-436.

Hockin, D., Ounsted, M., Gorman, M., Hill, D., Keller, V., & Barker, M. A. (1992). Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments. Journal of Environmental Management, 36(4), 253-286.

Hoffmann M, Hilton-Taylor C, et al. 2010. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. Science 330:1503-1509.

Hofmeyr, G.J.G. y Bester, M.N. (2002). Entanglement of pinnipeds at Marion Island. South African Journal of Marine Science, 24(1): 383-386.

Holt, M.M., Tennessen, J.B., Hanson, M.B., Emmons, C.K., Giles, D.A., Hogan, J.T., & Ford, M.J. (2021). Vessels and their sounds reduce prey capture effort by endangered killer whales (Orcinus orca). Marine Environmental Research, 170, 105429.

Huang, F., Lin, J., & Zheng, B. (2019). Effects of thermal discharge from coastal nuclear power plants and thermal power plants on the thermocline characteristics in sea areas with different tidal dynamics. Water, 11(12), 2577.

Hyrenbach, K. D., & Veit, R. R. (2003). Ocean warming and seabird communities of the southern California Current System (1987–98): response at multiple temporal scales. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 50(14-16), 2537-2565.

Hyrenbach, K. D., Veit, R. R., Weimerskirch, H., Metzl, N., & Hunt Jr, G. L. (2007). Community structure across a large-scale ocean productivity gradient: marine bird assemblages of the southern Indian Ocean. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 54(7), 1129-1145.

Im, J., Joo, S., Lee, Y., Kim, B. Y. y Kim, T. (2020). First record of plastic debris ingestion by a fin whale (Balaenoptera physalus) in the sea off East Asia. Marine Pollution Bulletin, 159: 111514.

Imber, M. J. (1975). Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. Journal of the Ornithological Society of New Zealand, 302.

Jacobsen, J.K., Massey, L. y Gulland, F. (2010). Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (Physeter macrocephalus). Marine Pollution Bulletin, 60: 765– 767.

Jauniaux, T., Haelters, J., Degraer, S. y Coignoul, F. (2013). Fatal plastic impaction in a minke whale (Balaenoptera acutorostrata). In 3rd Scientific meeting of the Faculty of Veterinary Medicine.

Jebakumar, J.P.P., Nandhagopal, G., Babu, B.R. y Ragumaran, V. (2018). Impact of coastal power plant cooling system on planktonic diversity of a polluted creek system. Marine Pollution Bulletin. 133: 378-391. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.053.

Jensen, A.S. y Silber, G.K. (2004). Large whale ship strike database. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR. January 2004: 37p.

Jensen, F. H., Bejder, L., Wahlberg, M., Aguilar de Soto, N., Johnson, M., & Madsen, P. T. (2009). Vessel noise effects on delphinid communication. Marine Ecology Progress Series, 395, 161-175.

Jensen, F. H., Bejder, L., Wahlberg, M., Soto, N. A., Johnson, M., & Madsen, P. T. (2009). Vessel noise effects on delphinid communication. Marine Ecology Progress Series, 395, 161-175.

Jepsen, E.M., y de Bruyn, P.N. (2019). Pinniped entanglement in oceanic plastic pollution: A global review. Marine Pollution Bulletin, 145: 295-305.

Jia, H. L., Zheng, S., Xie, J., Ying, X. M., & Zhang, C. P. (2016). Influence of geographic setting on thermal discharge from coastal power plants. Marine Pollution Bulletin, 111(1-2), 106-114.

Jiménez, S., Domingo, A., Brazeiro, A., Defeo, O., & Phillips, R. A. (2015). Marine debris ingestion by albatrosses in the southwest Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, *96*(1-2), 149-154.

Jokiel PL, SL Coles. 1974. Effects of heated effluents on hermatypic corals at Kahe Point, Oahu. Pacif. Sci. 28: 1-18.

Jones RS, RH Randall. 1973. A study of biological impact caused by natural and man-induced changes on a tropical reef. Univ. Guam. Mar. Lab. Tech. Rep. NO.7.

Jones, S., Calvo, R., Rolón, M. C. J., Tettamanti, G., Vera, D. G., and Prosdocimi, L. (2024). Sea turtle bycatch in Argentina: A qualitative assessment in commercial vessels. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 34(4), e4157. https://doi.org/10.1002/aqc.4157

Kennedy VS. 2004. Thermal Pollution. En: Encyclopedia of Energy. Editor: Cleveland CJ. Pág. 79-89. Elsevier.

Kennedy, V.S. (2004). Thermal pollution. Encyclopedia of Energy. Pages 79-89. https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00416-2.

Kenyon, K.W. y Kridler, E. (1969). Laysan albatrosses swallow indigestible matter. The Auk, 86(2): 339-343.

Keogan, K., Daunt, F., Wanless, S., Phillips, R. A., Walling, C. A., Agnew, P., & Lewis, S. (2018). Global phenological insensitivity to shifting ocean temperatures among seabirds. Nature Climate Change, 8(4), 313-318.

Keogan, K., Daunt, F., Wanless, S., Phillips, R. A., Walling, C. A., Agnew, P. & Lewis, S. (2018). Global phenological insensitivity to shifting ocean temperatures among seabirds. Nature Climate Change, 8(4), 313-318.

Kirby, J. S., Stattersfield, A. J., Butchart, S. H., Evans, M. I., Grimmett, R. F., Jones, V. R., & Newton, I. (2008). Key conservation issues for migratory land-and waterbird species on the world's major flyways. *Bird Conservation International*, *18*(S1), S49-S73.

Kooyman, G.L., Davis, R.W. y Castellini, M.A. (1977). Thermal conductance of immersed pinniped and sea otter pelts before and after oiling with Prudhoe Bay crude, Fate and Effects of Petroleum Hydrocarbons in Marine Ecosystems and Organisms, D.A. Wolfe (ed.), Pergamon Press, Oxford, 151.

Kooyman, G.L., Gentry, R.L. y McAllister, W.B. (1976). Physiological Impact of Oil on Pinnipeds, R.N.W.F.C.N.M.F. Service (ed.), NOAA, Department of Commerce, Seattle.

Krüger, L., Paiva, V. H., Colabuono, F. I., Petry, M. V., Montone, R. C., & Ramos, J. A. (2016). Year-round spatial movements and trophic ecology of Trindade Petrels (Pterodroma arminjoniana). Journal of Field Ornithology, 87(4), 404-416.

Kühn, S., Bravo Rebolledo, E.L. y Franeker, J.A.V. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. Marine anthropogenic litter: 75-116.

Kuletz, K., Cushing, D., & Labunski, E. (2020). Distributional shifts among seabird communities of the Northern Bering and Chukchi seas in response to ocean warming during 2017–2019. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 181, 104913.

Kunnasranta M, Hyvärinen H. y Sorjonen, J. (1996). Underwater vocalizations of Ladoga.

La Sala LF, Petracci PF, Smits JE, Botte S, Furness RW. 2011. Mercury levels and health parameters in the threatened Olrog's Gull (Larus atlanticus) from Argentina. Environmental Monitoring Assessment 181:1-11.

Lafferty, K. D., Porter, J.W., Ford and Susan E. (2004). Are Diseases Increasing in the Ocean?*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35(1), 31–54. doi:10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105704

Laist, D.W. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. En: Coe, J.M., Rogers, D.B. (eds.), Marine Debris – Sources, Impacts and Solutions (pp. 99–139). Springer-Verlag, New York.

Laist, D.W. y Reynolds, J.E. (2005). Influence of power plants and other warm-water refuges on Florida Manatee. Marine Mammal Science. 21: 739-764.

Laist, D.W., Knowlton, A.R., Mead, J.G., Collet, A.S., y Podesta, M. (2001). Collisions between ships and whales. Marine Mammal Science, 17(1): 35-75.

Langford, T. E. L. (2001). Thermal discharges and pollution. Encyclopedia of Ocean Sciences (Second Edition), 10–17. doi:10.1016/B978-012374473-9.00051-5.

Lascelles, B.G., Taylor, P.R., Miller, M.G.R., Dias, M.P., Oppel, S., Torres, L., Hedd, A., Le Corre, M., Phillips, R.A., Shaffer, S.A., Weimerskirch, H. and Small, C. (2016), Applying global criteria to tracking data to define important areas for marine conservation. Diversity Distrib., 22: 422-431.

Laughlin, S. B. (2001). Energy as a constraint on the coding and processing of sensory information. Current opinion in neurobiology, 11(4), 475-480.

Lavender, A., Bartol, S., Bartol, I., (2012). Hearing capabilities of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) throughout ontogeny. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), The Effects of Noise on Aquatic Life.

Le Bohec, C., Gauthier-Clerc, M., Gendner, J. P., Chatelain, N., & Le Maho, Y. (2003). Nocturnal predation of king penguins by giant petrels on the Crozet Islands. Polar Biology, 26(9), 587-590.

Le Corre, M., Ollivier, A., Ribes, S., & Jouventin, P. (2002). Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). Biological conservation, 105(1), 93-102.

Leguia, M., Garcia-Glaessner, A., Muñoz-Saavedra, B., Juarez, D., Barrera, P., Calvo-Mac, C. y Lescano, J. (2023). Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) in marine mammals and seabirds in Peru. Nature Communications, 14(1): 5489

Lenhardt, M.L. (1994). Seismic and very low frequency sound induced behaviors in captive loggerhead marine turtles (*Caretta caretta*). Pages 238-241 in K.A. Bjorndal, A.B. Bolten, D.A.Johnson, and P.J. Eliazar (eds) Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351, 323 pp

Leopold, M. F., Philippart, C. J., & Yorio, P. (2010). Nocturnal feeding under artificial light conditions by Brown-hooded Gull (Larus maculipennis) in Puerto Madryn harbour (Chubut Province, Argentina). Hornero, 25(2), 55-60.

Leveau LM (2020) Artificial light at night (ALAN) is the main driver of nocturnal feral pigeon (Columba livia f. domestica) foraging in urban areas. Animals 10:554.

Lewison, R., Wallace, B., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Maxwell, S.M. and Hazen, E.L. (2013). Fisheries bycatch of marine turtles: lessons learned from decades of research and conservation. En: Wyneken J, Lohmann KJ, Musick JA (eds) The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Ratón. pp. 329-352.

Lindy Weilgart, Ph.D. (2018). The Impact Of Ocean Noise Pollution On Fish And Invertebrates. Oceancare & Dalhousie University.

Lipsky, J.D. y Brownell Jr, R.L. (2018). Right Whale Dolphins: Lissodelphis borealis and L. peronii. En: Encyclopedia of marine mammals (pp. 813-817). Academic Press.

Litz J.A., Baran M.A., Bowen-Stevens S.R., Carmichael R.H., Colegrove K.M., Garrison L.P., Fire S.E., Fougeres E.M., Hardy R., Holmes S. (2014). Review of historical unusual mortality events (UMEs) in the Gulf of Mexico (1990- 2009): providing context for the multi-year northern Gulf of Mexico cetacean UME declared in 2010. Diseases of Aquatic Organisms 112(2): 161–175

Lohmann, K. J., & Lohmann, C. M. F. (1996). Detection of magnetic field intensity by sea turtles. Nature, 380(6569), 59-61.

Lohmann, K. J., Witherington, B. E., Lohmann, C. M. F., & Salmon, M. (1997). Orientation, navigation, and natal beach homing in sea turtles. In Lutz, P. L., & Musick, J. A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles (pp. 107-135). CRC Press.

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(4), 191-198.

Lourenço, P. M. (2012). Southern Lapwings Vanellus chilensis may take advantage of artificial illumination during night foraging. Wader Study Group Bull, 119, 61.

Lusher, A. L., Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Rogan, E., y O'Connor, I. (2018). Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge. Environmental Pollution, 232: 467-476.

Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B. and Lutz, P.L. (1997). Human impacts on sea turtle survival. En: Lutz PL, Musick JA (eds) The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Ratón. pp. 387-410.

Lyman, E. (2012). 2012 Season Summary Large Whale Entanglement Threat and Reports Received Around the Main Hawaiian Islands. Hawaiian Islands Humpback Whale National Marine Sanctuary: 1-12.

Maccarone, A. D., Brzorad, J. N., & Stone, H. M. (2010). Nest-activity patterns and food-provisioning rates by Great Egrets (Ardea alba). Waterbirds 33(4), 504-510.

MacDougall, H. G., McGarvie, L. A., Halmagyi, G. M., Curthoys, I. S., & Weber, K. P. (2013). The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction. PloS one, 8(4), e61488.

Madrak, S.V., Lewison, R.L., Seminoff, J.A. and Eguchi, T. (2016) Characterizing response of East Pacific green turtles to changing temperatures: using acoustic telemetry in a highly urbanized environment. Anim Biotelem 4: 22

Magaña, H.A., Contreras, C., Villareal, T.A. (2003). A historical assessment of Karenia brevis in the western Gulf of Mexico. Harmful Algae 2(3):163–171.

Mahr, K., Griggio, M., Granatiero, M., & Hoi, H. (2012). Female attractiveness affects paternal investment: experimental evidence for male differential allocation in blue tits. Frontiers in Zoology, 9, 1-8.

Mandiola, A., Blanco, G. y Rodríguez, D.H. (2017). Evaluación de interacciones con Mamíferos Marinos en la pesquería de anchoíta certificada bajo estándares del Marine Stewardship Council. Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Mar del Plata al medio socio–productivo. Vol. IV. UNMdP, Mar del Plata. (ISBN: 978-987-544-494-2).

Mandiola, A., Gribaudo, C.A, Cáceres-Saez, I., & García, N.A. (2019). Physeter macrocephalus. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Mandiola, A., Gribaudo, C.A, Cáceres-Saez, I., & García, N.A. (2019). Physeter macrocephalus. En: SAyDS–SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: http://cma.sarem.org.ar.

Mandiola, M. A., Mauna, C., Lertora, P., Firpo, C., Mango, V., Menuce, F., De Leon, C.; Arenas,M. y Rodriguez, D. (2023). "Informe de investigación: Interacciones entre mamíferos marinos y la pesquería de centolla (Lithodes santolla) en el Área Central, durante las temporadas 2020-21 y 2021-22". Informe del INIDEP Nº 05/2023.

Mandiola, M.A. (2015). Evaluación de la presencia de lobos marinos de dos pelos Sudamericanos (Arctocephalus australis) en aguas de la provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. UNMdP, Argentina.

Mandiola, M.A., Mauna, A.C., Lértora, H.P., Firpo, C.A., Mango, V.G., Munuce, F.N., Arenas, M.A. y Rodríguez D. (2024). Interacciones entre mamíferos marinos y la pesquería de centolla (Lithodes santolla) en el Área Central, durante la temporada 2022-2023. Inf Investigación INIDEP Nº XXX/24, xx pp.

Mann, D., Hill-Cook, M., Manire, C., Greenhow, D., Montie, E., Powell, J., Wells, R., Bauer, G., Cunningham-Smith, P., Lingenfelser, R., DiGiovanni, R., Stone, A., Brodsky, M., Stevens, R., Kieffer, G., Hoetjes, P. (2010). Hearing loss in stranded odontocete dolphins and whales. PLoS One 5, e13824. http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0013824

Marín Gómez OH (2022) Artificial light at night drives earlier singing in a Neotropical bird. Animals 12:1015.

Martin Lopez, L. M., Aguilar de Soto, N., Madsen, P. T., & Johnson, M. (2022). Overall dynamic body acceleration measures activity differently on large versus small aquatic animals. Methods in Ecology and Evolution, 13(2), 447-458.

Martin, G. R. (1990). The visual problems of nocturnal migration. In Bird migration: physiology and ecophysiology (pp. 185-197). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Martin, G. R., & Brooke, M. D. L. (1991). The eye of a procellariiform seabird, the Manx shearwater, Puffinus puffinus: visual fields and optical structure. Brain, Behavior and Evolution, 37(2), 65-78.

Martin, K.J., Alessi, S.C., Gaspard, J.C., Tucker, A.D., Bauer, G.B. and Mann, D.A., (2012). Underwater hearing in the loggerhead turtle (*Caretta caretta*): a comparison of behavioral and auditory evoked potential audiograms. J. Exp. Biol. 215, 3001–3009. http://dx.doi.org/10.1242/jeb.066324.

Masello, J. F., Pagnossin, M. L., Sommer, C., & Quillfeldt, P. (2006). Population size, provisioning frequency, flock size and foraging range at the largest known colony of Psittaciformes: the Burrowing Parrots of the north-eastern Patagonian coastal cliffs. Emu-Austral Ornithology, 106(1), 69-79.

Mauna, C., Firpo, C., Mango, V., y Lértora, P. (2018). Medidas de mitigación de la captura incidental de mamíferos marinos sugeridas para la pesquería de centolla. Informe de Investigación INIDEP, 042/21, 24pp.

McCauley, S.J. and Bjorndal, K.A. (1999). Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. *Conserv. Biol*. 13:925-929.

Merkel, F. R., & Johansen, K. L. (2011). Light-induced bird strikes on vessels in Southwest Greenland. Marine Pollution Bulletin, 62(11), 2330-2336.

Merkel, F. R., Labansen, A. L., Autzen, T. F., Simon, M., & Hermannsen, L. (2023). Quantifying marine traffic intensity in Northwest Greenland and the potential disturbance of two seabird colonies. *Marine Pollution Bulletin*, *194*, 115398.

Mihursky J.A. y Kennedy, V.S. (1967), Water temperature criteria to protect aquatic life. American Fisheries Society, Special Publication No. 4, 20–32.

Miles, W. T., Parsons, M., Close, A. J., Luxmoore, R., & Furness, R. W. (2013). Predator-avoidance behaviour in a nocturnal petrel exposed to a novel predator. Ibis, 155(1), 16-31.

Mills, J. A., J. W. Yarrall, J. M. Bradford-Grieve, M. J. Uddstrom, J. A. Renwick and J. Merilä. 2008. The impact of climate fluctuation on food availability and reproductive performance of planktivorous Red-billed Gull Larus novaehollandiae scopulinus. Journal of Animal Ecology 77: 1129-1142.

Milton, S. L., & Lutz, P. L. (2003). Physiological and genetic responses to environmental stress. In Lutz, P. L., & Musick, J. A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles (Vol. 2, pp. 163-197). CRC Press.

Moein, S.E., Musick, J.A., Keinath, J.A., Barnard, D.E., Lenhardt, M. and George, R., (1994). Evaluation of Seismic Sources for Repelling Sea Turtles from Hopper Dredges. Final Rep. Submitt. to U.S. Army Corps Eng. Waterw. Exp. Stn.

Montevecchi, W. (2006). Influences of artificial light on marine birds in Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, eds C. Rich and T. Longcore (Washington, D.C: Island Press), 94–113.

Mooney TA, Smith A, Naesbye LO, Hansen KA, Rasmussen M. 2020. A field study of auditory sensitivity of the Atlantic puffin Fratercula arctica. Journal of Experimental Biology 223:jeb228270.

Muñoz, J., Forselledo, R., Domingo, A., & Jiménez, S. (2023). Interspecific variability in plastic ingested by Procellariiformes off the Uruguayan coast. *Marine Pollution Bulletin*, *197*, 115725.

Myrberg AA Jr. 1990. The effects of man-made noise on the behaviour of marine mammals. Environmental International 16:575-586.

National Oceanic and Atmospheric Administration Marine Debris Program. (2014). Report on the entanglement of marine species in marine debris with an emphasis on species in the United States. Silver Spring. MD., 28.

Negri, M.F., Denuncio, P., Panebianco, M.V., y Cappozzo, H.L. (2012). Bycatch of franciscana dolphins Pontoporia blainvillei and the dynamic of artisanal fisheries in the species' southernmost area of distribution. Brazilian Journal of Oceanography, 60: 149-158.

Nelms, S. E., Barnett, J., Brownlow, A., Davison, N. J., Deaville, R., Galloway, T. S., y Godley, B. J. (2019). Microplastics in marine mammals stranded around the British coast: ubiquitous but transitory? Scientific Reports, 9(1): 1-8.

Nelms, S.E., Alfaro-Shigueto, J., Arnould, J.P., Avila, I. C., Nash, S.B., Campbell, E. y Godley, B. J. (2021). Marine mammal conservation: over the horizon. Endangered Species Research, 44: 291-325.

Nieuwenhuys, R., ten Donkelaar, H. J., Nicholson, C., & Nieuwenhuys, R. (1998). Amphioxus. The Central Nervous System of Vertebrates: Volume 1/Volume 2/Volume 3, 365-396.

Nowacek, D.P., Thorne, L.H., Johnston, D.W. y Tyack, P.L. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. Mammal Review 37: 81–115. https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00104.x

O'Hara, J. and Wilcox, J.R. (1990). Avoidance responses of loggerhead turtles, *Caretta*, to low frequency sound. Copeia 1990(2):564-567

Odell, D.K. y McClune, K.M. (1999). False killer whale Pseudorca crassidens (Owen, 1846). Handbook of marine mammals, Vol. 6: The second book of dolphins and the porpoises (S.H. Ridgway y R. Harrison, eds.). Academic Press, San Diego.

Ogawa, M. y Kimura, S.S. (2023) Variations in echolocation click characteristics of finless porpoise in response to day/night and absence/presence of vessel noise. PLoS ONE 18(8): e0288513. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288513

Ojija, F. (2015). Ecology and influence of age and habitats on the diurnal activity patterns of Cattle egret (Bubulcus ibis). International Journal of Scientific and Technology Research, 4, 107-111.

Oro, D., de León, A., Minguez, E., & Furness, R. W. (2005). Estimating predation on breeding European storm-petrels (Hydrobates pelagicus) by yellow-legged gulls (Larus michahellis). Journal of Zoology, 265(4), 421-429.

Ortiz C (2013) Nocturnal feeding of the Chiguanco Thrush Turdus Chiguanco (Turdidae) under artificial light. The Biologist 11:331-332.

Padula, A.D., Machado, R., Milmann, L., de León, M.C., Gana, J.C., Wickert, J.C., y Denuncio, P.E. (2023). Marine debris ingestion by odontocete species from the Southwest Atlantic Ocean: Absence also matter. Marine Pollution Bulletin, 186: 114486.

Parente, C.L., Lontra, J.D. and Araújo, M.E. (2006). Occurrence of sea turtles during seismic surveys in Northeastern Brazil. *Biota Neotrop*. http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032006000100004.

Patisaul, H. B., & Adewale, H. B. (2009). Long-term effects of environmental endocrine disruptors on reproductive physiology and behavior. Frontiers in behavioral neuroscience, 3, 674.

Paz J, Seco Pon JP, Kruger L, Favero M & Copello S. 2021. Is there sexual segregation in the habitat selection of Black-browed albatrosses wintering in the south-west Atlantic? Emu 121:167-177.

Paz, D. (1992). Gaviotín Sudamericano (Sterna hirundinacea) nidificando en Río Negro. Nuestras Aves, (26).

Peck, D. R., Smithers, B. V., Krockenberger, A. K., & Congdon, B. C. (2004). Sea surface temperature constrains wedge-tailed shearwater foraging success within breeding seasons. Marine Ecology Progress Series, 281, 259-266.

Peng C, Zhao X, Liu G. 2015. Noise in the sea and its impacts on marine organisms. International Journal of Environmental Research and Public Health 12:12304-12323.

Pérez Roda, M.A., Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M. y Medley, P. (2019). A third assessment of global marine fisheries discards. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633. Rome, FAO. 78 pp.

Pérez-Macri, G. y Crespo, E.A. (1989). Survey of the franciscana, Pontoporia blainvillei, along the Argentine coast, with a preliminary evaluation of mortality in coastal fisheries. Biology and Conservation of the River Dolphins. Occas. pap. IUCN SSC, 3, 57-63.

Pérez-Venegas, D.J., Toro-Valdivieso, C., Ayala, F., Brito, B., Iturra, L., Arriagada, M. y Galbán-Malagón, C. (2020). Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. Marine Pollution Bulletin, 153: 110966.

Petry, M. V., & Fonseca, V. D. S. (2002). Effects of human activities in the marine environment on seabirds along the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ornitologia Neotropical*, *13*(2), 137-142.

Phalan, B., Phillips, R. A., Silk, J. R., Afanasyev, V., Fukuda, A., Fox, J., ... & Croxall, J. P. (2007). Foraging behaviour of four albatross species by night and day. Marine Ecology Progress Series, 340, 271-286.

Piatt, J. F. (1990). The aggregative response of common murres and Atlantic puffins to schools of capelin (Vol. 14, pp. 36-51).

Pieniazek, R. H.; R. K. Beach; G. M. Dycha; M. F. Mickle & D. M. Higgs (2023) Navigating noisy waters: A review of field studies examining anthropogenic noise effects on wild fish. Special Collection: Fish Bioacoustics: Hearing and Sound Communication. *J. Acoust. Soc. Am.* 154, 2828–2842 (2023)

Piniak, W., Mann, D., Eckert, S.A. and Harms, C.A. (2012). Amphibious hearing in sea turtles. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), The Effects of Noise on Aquatic Life,pp. 83–87 http://dx.doi.org/10.1007/978–1-4419-7311-5.

Pocklington, R. (1979). An oceanographic interpretation of seabird distributions in the Indian Ocean. Mar. Biol. 51, 9–21. doi: 10.1007/BF00389026

Podestá, J., Franke, I., Barona, D., & Aponte, H. (2022). Comportamiento de Calidris alba (Scolopacidae) en el Humedal Costero Poza de la Arenilla, la Punta, Callao, Perú. Acta zoológica mexicana, 38.

Poeta, G., Staffieri, E., Acosta, A. T. y Battisti, C. (2017). Ecological effects of anthropogenic litter on marine mammals: A global review with a “black-list” of impacted taxa. Hystrix, 28(2): 253.

Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., ... and Tavolga, W. N. (2014). Sound exposure guidelines. In ASA S3/SC1. 4 TR-2014 Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI (pp. 33-51). Springer, Cham.

Povedano HE. 2016. Aves de la provincia de Río Negro. Identificación, Distribución y Estatus. Primera Edición del Autor. La Plata.

Prosdocimi L, Teryda NS, Navarro GS, Carthy RR. 2020. Use of remote sensing tools to predict focal áreas for sea turtle conservation in the south-western Atlantic. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.1–11.https://doi. org/10.1002/aqc.3478

Prosdocimi L., Bruno I., Diaz L., González-Carman V., Albareda D.A. and Remis M.I. (2014). Southernmost Reports of the Hawksbill Sea Turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), in Argentina. Herpetological Review 45(1) 1-5

Pugh, A. R., & Pawson, S. M. (2016). Artificial light at night potentially alters feeding behaviour of the native southern black-backed gull (Larus dominicanus). Notornis, 63(1), 37-39.

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Quadri Adrogué A, Gómez-Ramírez MP, García-Fernandez AJ, Seco Pon JP, García GO & Miglioranza KSB. 2021a. Feather mercury levels in beached Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*) in northern Argentina during the non-breeding season. Environmental Science and Pollution Research 29:24793-24801.

Quadri Adrogué A, Seco Pon JP, García GO, Castano MV, Copello S, Favero M & Milgioranza KSB. 2021b. Chlorpyrifos and persistent organic pollutants in feathers of the Near Threatened Olrog's Gull in southeastern Buenos Aires Province, Argentina. Environmental Pollution 272:115918.

Quillfeldt P, Michalik A, Veit-Kohler G, Strange IJ, Masello JF. 2010. Inter-annual changes in diet and foraging trip lengths in a small pelagic seabird, the thin-billed prion Pachyptila belcheri. Marine Biology 157:2043_50.

Quillfeldt P, Strange IJ, Masello JF. 2007. Sea surface temperatures and behavioural buffering capacity in thin-billed prions Pachyptila belcheri: Breeding success, provisioning and chick begging. Journal of Avian Biology 38:298_308.

Quillfeldt, P., & Masello, J. F. (2013). Impacts of climate variation and potential effects of climate change on South American seabirds–a review. Marine Biology Research, 9(4), 337-357.

Quiroga, M. A., Leon, E. J., Olguin, P. F., & Beltzer, A. H. (2013). Diet of Black-crowned Night-herons (Nycticorax nycticorax) in a wetland of the Paraná River´ s alluvial valley.

Ramos, J. A., Maul, A. M., Ayrton, V., Bullock, I., Hunter, J., Bowler, J. & Pacheco, C. (2002). Influence of local and large-scale weather events and timing of breeding on tropical roseate tern reproductive parameters. Marine Ecology Progress Series, 243, 271-279.

Ramos, K., Machado, R. y Schiavetti, A. (2020). Operational interactions between sea lion species (Otariinae) and commercial fisheries. Ethnobiology and Conservation, 9: 22.

Read, A.J., Drinker, P. y Northridge, S. (2006). Bycatch of marine mammals in U.S. and global fisheries. Conservation Biology, 20: 163–169.

Rebolledo, E.B., y van Franeker, J.A. (2015). Impact of marine debris on Antarctic fur seals Arctocephalus gazella at Cape Shirreff: diet dependent ingestion and entanglement: Preliminary results. IMARES.

Recabarren-Villalón, T., Ronda, A. C., La Sala, L., Sanhueza, C., Díaz, L., Pirani, L. S. R. & Arias, A. H. (2023). First assessment of debris pollution in the gastrointestinal content of juvenile Magellanic penguins (Spheniscus magellanicus) stranded on the west south Atlantic coasts. *Marine Pollution Bulletin*, *188*, 114628.

Reckendorf, A., Seidelin, L., & Wahlberg, M. (2023). Marine Mammal Acoustics. In Marine Mammals: A Deep Dive into the World of Science (pp. 15-31). Cham: Springer International Publishing.

Reed, T. E., Harris, M. P., & Wanless, S. (2015). Skipped breeding in common guillemots in a changing climate: restraint or constraint?. Frontiers in Ecology and Evolution, 3, 1.

Reeves, R.R., Smith, B.D. Crespo, E.A. y Notarbartolo di Sciara, G. (2003). Dolphins, Whales and Porpoises: 2002– 2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans. UCN/SSC. Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 139p.

Regehr HM, & Montevecchi WA, 1997. Interactive effects of food shortage and predation on breeding failure of black-legged kittiwakes: indirect effects of fisheries activities and implications for indicator species. Mar. Ecol. Progr. Ser. 155: 249–260

Ribic, C. A., & Ainley, D. G. (1997). The relationships of seabird assemblages to physical habitat features in Pacific equatorial waters during spring 1984–1991. ICES Journal of Marine Science, 54(4), 593-599.

Ribic, C. A., Ainley, D. G., & Spear, L. B. (1992). Effects of El Niño and La Niña on seabird assemblages in the Equatorial Pacific. Marine Ecology Progress Series, 109-124.

Richard, F. J., Gigauri, M., Bellini, G., Rojas, O., & Runde, A. (2021). Warning on nine pollutants and their effects on avian communities. Global Ecology and Conservation, 32, e01898.

Richardson, J.W., C.R. Greene, Jr., C.I. Malme, and D.H. Thomson. (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego. 576 pp.

Ridgway, S.H., Wever, E.G., McCormick, J.G., Palin, J. and Anderson, J.H., (1969). Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*. 884–890.

Robert, M., & McNeil, R. (1989). Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. Ibis 131(1), 69-79.

Rodgers JA, Schwikert ST (2003) Buffer zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by airboats in Florida. Waterbirds 26:437-443

Rodrigues, P., Aubrecht, C., Gil, A., Longcore, T., & Elvidge, C. (2012). Remote sensing to map influence of light pollution on Cory's shearwater in São Miguel Island, Azores Archipelago. European Journal of Wildlife Research, 58, 147-155.

Rodríguez A, Orozco-Valor PM y Sarasola JH (2021) Artificial light at night as a driver of urban colonization by an avian predator. Landscape Ecology 36:17-27.

Rodríguez Heredia SA, Alvarez KC y Loureiro JD (2008) Aves marinas empetroladas: guía práctica para su atención y manejo de aves empetroladas. Primera edición. Fundación Mundo Marino, Buenos Aires.

Rodríguez, A., Burgan, G., Dann, P., Jessop, R., Negro, J. J., & Chiaradia, A. (2014). Fatal attraction of short-tailed shearwaters to artificial lights. PLoS One, 9(10), e110114.

Rodríguez, A., García, D., Rodríguez, B., Cardona, E., Parpal, L., & Pons, P. (2015). Artificial lights and seabirds: is light pollution a threat for the threatened Balearic petrels?. Journal of Ornithology, 156, 893-902.

Rodríguez, A., Moffett, J., Revoltós, A., Wasiak, P., McIntosh, R. R., Sutherland, D. R., et al. (2017). Light pollution and seabird fledglings: targeting efforts in rescue programs. J. Wildl. Manage. 81, 734–741. doi: 10.1002/jwmg.21237

Rodríguez, A., Rodríguez, B., Curbelo, Á. J., Pérez, A., Marrero, S., & Negro, J. J. (2012). Factors affecting mortality of shearwaters stranded by light pollution. Animal Conservation, 15(5), 519-526.

Rodríguez, D., Firpo, C., Mauna, C., Flaminio, J.L. y Mandiola, M.A. (2020). Informe preliminar con estimación de tasas de captura de mamíferos marinos en la pesquería de la centolla de 2004 a 2018. Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FAO y FMAM. Proyecto "Fortalecimiento de la Gestión y Protección de la Biodiversidad Costero Marina en Áreas Ecológicas Clave y la Aplicación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP)" (Argentina). 18 pág.

Rodríguez, D., Flaminio, J.L., Bernasconi, J.F., Mauna, C., Tombesi, M.L., Navarro, M.G., Pérez, M.R., y Mandiola, M.A. (2023). "Informe de Asesoramiento y Tranferencia. Evaluación de las Capturas Incidentales de Mamíferos Marinos en pesquerías industriales del Mar Argentino registradas por el Programa de Asistentes de Investigación Pequera del INIDEP, durante el período 2014-2018". Informe del INIDEP Nº 02/2023.

Rodriguez, P., Aubrecht, C., Gil, A. et al. (2012). Remote sensing to map influence of light pollution on Cory's shearwater in São Miguel Island, Azores Archipelago. Eur J Wildl Res 58, 147–155.

Roessler MA, JC Zieman. 1969. The effects of thermal additions on the biota of southern Biscayne Bay, Florida. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 22nd Ann. Sess., pp. 136-145.

Romero, M.A., Flórez, L., Ocampo Reinaldo, M., Machado, R., Coller, M., y Crespo, E.A. (2024). Bycatch in the balance: the trawl fisheries impact on South American sea lions in San Matias Gulf, with comments on other species. Marine Mammal Science, en prensa.

Romero, MA., Dans, S., González, R., Svendsen, G., García, N., y Crespo, E. (2011). Solapamiento trófico entre el lobo marino de un pelo Otaria flavescens y la pesquería de arrastre demersal del

Golfo San Matías, Patagonia, Argentina. Latin American journal of aquatic research, 39(2), 344-358.

Ronconi, R. A., Allard, K. A., & Taylor, P. D. (2015). Bird interactions with offshore oil and gas platforms: Review of impacts and monitoring techniques. Journal of Environmental Management, 147, 34-45.

Ruberg, E.J., Elliott, J.E., Williams, T.D. 2021. Review of petroleum toxicity and identifying common endpoints for future research on diluted bitumen toxicity in marine mammals Ecotoxicology (2021) 30:537–551 https://doi.org/10.1007/s10646-021-02373-x

Ryan, P. G., Ryan, E. M., & Glass, J. P. (2021). Dazzled by the light: the impact of light pollution from ships on seabirds at Tristan da Cunha. Ostrich, 92(3), 218-224.

Ryder, R. A. (1967). Distribution, migration and mortality of the White-faced Ibis (Plegadis chihi) in North America. Bird-Banding, 38(4), 257-277.

Sage B. 1979. Flare up over North Sea birds. New Sci., 81 (1979), pp. 464-466

Sánchez-Gonzále z K, Aguirre-Obando OA y Ríos-Chelén AA (2021) Urbanization levels are associated with the start of the dawn chorus in vermilion flycatchers in Colombia. Ethology, Ecology & Evolution 33:377–393.

Sapoznikow A, Quintana F. 2002. Evidence for Rock shags Phalacrocorax magellanicus and Imperial cormorants P. atriceps leaving their nests at night. Marine Ornithology 30, 34-35.

Savigny C, Firstater F, González R, Caille G. 2005. Aves marinas en el golfo San Matías: Interacciones con la pesquería del Calamar Illex argentinus. Patagonia Argentina. En XI Reunión Argentina de Ornitología, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Sayigh, L.S. (2013). Cetacean acoustic communication. Biocommunication of animals, 275-297.

Schiavini A, Yorio P, Gandini PA, Raya Rey A, Boersma PD. 2005. Los Pingüinos de las costas argentinas: estado poblacional y conservación. El Hornero 20:5-23.

Schoeman, R. P., Patterson-Abrolat, C., y Plön, S. (2020). A global review of vessel collisions with marine animals. Frontiers in Marine Science, 7: 292.

Schreiber EA, Burger J. 2002. (Editors). Biology of Marine Birds. CRC Press, USA.

Schroeder, B. A., & Foley, A. M. (1995). Marine turtle conservation in the United States. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-361, 1-139.

Schuyler, Q., Hardesty, B.D., Wilcox, C. and Townsend, K. (2013). To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. PLoS ONE 7(7):e40884.

Scolaro, J.A & A.M. Suburo 1991. Maximum diving depths of the Magallanic penguin. J. Field Ornithol. 62: 204-210.

Scott A. Flemming, Richard B. Lanctot, Courtney Price, Mark L. Mallory, Susanne Kühne, Mark C. Drever,Tom Barry, and Jennifer F. Provencher (2022). Shorebirds ingest plastics too: what we know, what we do not know, and what we should do next. Environmental Reviews 30: 537–551.

Seco Pon JP, Beltrame O, Marchovecchio J, Favero M & Gandini P. 2011. Trace metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn) in feathers of Black-browed Albatross Thalassarche melanophris attending the Patagonain Shelf. Marine Environmental Research 72:40-45.

Seco Pon JP, Beltrame O, Marchovecchio J, Favero M, Gandini P. 2012. Assessment of trace metals concentrations in feathers of White-chinned petrels Procellaria aequinoctialis attending waters of the Patagonian Shelf. Environment and Pollution 1:29-37.

Seco Pon JP, Copello S, Moretinni A, Lértora HP, Bruno I, Bastida J, Mauco L, Favero M. 2013. Seabird and marine-mammal attendance and by-catch in semi-industrial trawl fisheries in near-shore waters of northern Argentina. Marine and Freshwater Research 64:537-548.

Seco Pon JP, Gandini P & Favero M. 2007. Effect of longline configuration on seabird mortality in the Argentine semi-pelagic Kingclip *Genypterus blacodes* fishery. Fisheries Research 85:101-105.

Seco Pon JP, Pereyra PJ. 2021. First evidence of anthropogenic debris in nests of the Kelp Gull (Larus dominicanus) from a small semi-desert Argentinean coastal ecosystem. Marine Pollution Bulletin 170:112650.

Seco Pon JP. 2014. Asociación de aves marinas pelágicas a la flota argentina de arrastre de altura - una caracterización integral de las interacciones y desarrollo de una estrategia de conservación para especies con estado de conservación amenazado. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Seco Pon, J.P., Copello, S., Moretinni, A., Lértora, H.P., Bruno, I., Bastida, J. y Favero, M. (2013). Seabird and marine-mammal attendance and by-catch in semi-industrial trawl fisheries in near-shore waters of northern Argentina. Marine and Freshwater Research, 64(3): 237-248.

Seco Pon, J.P., Mandiola, A., Copello, S., Rodriguez, D., Flaminio, J.L., Blanco, G. y Favero, M. (2020). Informe con la caracterización de las interacciones de aves y mamíferos marinos en la pesquería de anchoíta bonaerense. Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FAO y FMAM. Proyecto “Fortalecimiento de la Gestión y Protección de la Biodiversidad Costero Marina en Áreas Ecológicas Clave y la Aplicación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP)” (Argentina). 42 pág.

Segre, P. S., Gough, W. T., Roualdes, E. A., Cade, D. E., Czapanskiy, M. F., Fahlbusch, J., ... & Goldbogen, J. A. (2022). Scaling of maneuvering performance in baleen whales: larger whales outperform expectations. Journal of Experimental Biology, 225(5), jeb243224.

SERNAPESCA - Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (2023). Influenza Aviar. http://www.sernapesca.cl/influenza-aviar.

Silva R, Medrano F, Teje da I, Terán D, Peredo R, Barros R, Colodro V, Gonzále z P, Gonzále z V, Guerra-Correa C, Hodum P, Keitt B, Luna-Jorquera G, Malinarich V, Malle a G, Manríquez P, Nevins H, Olmedo B, Páez-Godoy J, de Rodt G, Rojas F, Sanhueza P, Suazo CG , Toro F y Toro-Barros B (2020) Evaluación del impacto de la contaminación lumínica sobre las aves marinas en Chile: Diagnóstico y propuestas. Ornitología Neotropical 31:13-24.

Sitters, H.P., P.M. Gonzalez, T. Piersma, A.J. Baker & D.J. Price. 2001. Day and night feeding habitat of Red Knots in Patagonia: Profitability versus safety? J. Field Ornithology 72: 86–95

Southall, B.L., Finneran, J.J., y Reichmuth, C. (2019) Marine mammal noise exposure criteria: updated scientific recommendations for residual hearing effects. Aquatic Mammals.

St Clair, J. J., Herrmann, P., Woods, R. W., & Székely, T. (2010). Female-biased incubation and strong diel sex-roles in the Two-banded Plover Charadrius falklandicus. Journal of Ornithology, 151, 811-816.

St. Aubin, D.J. (1976). Physiological and toxic effects on pinnipeds, Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks, J.R. Geraci and D.J. St. Aubin (eds.), Academic Press, San Diego, 103, 1990.

Stolen, E. D. (2003). The effects of vehicle passage on foraging behavior of wading birds. *Waterbirds*, *26*(4), 429-436.

Stone, C.J. and Tasker, M.L. (2006). The effects of seismic air guns on cetaceans in UK waters. *J. Cetac. Res. Manage*. 8, 255–263.

Suárez, N., & Yorio, P. (2005). Foraging patterns of breeding dolphin gulls Larus scoresbii at Punta Tombo, Argentina. Ibis, 147(3), 544-551.

Suazo CG, Schlatter RP, Arriagada AM, Cabezas LA, Ojeda J. 2013. Fishermen's perceptions of interactions between seabirds and artisanal fisheries in the Chonos archipelago, Chilean Patagonia. Oryx 47:184-189.

Suazo, C. G., Arriagada, A. M., Baessolo, L., Castro, M., & Salas, M. A. (2012). Notes on breeding biology and ecology of Chilean Skua (Stercorarius chilensis) in sub-Antarctic archipelagos of western Patagonia. Ornitología Neotropical, 23(2), 9.

Sullivan, L., Brosnan, T., Rowles, T.K., Schwacke, L., Simeone, C. y Collier, T. K. (2019). Guidelines for Assessing Exposure and Impacts of Oil Spills on Marine Mammals. NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-62, 82 p.

Sydeman, W. J., Thompson, S. A., & Kitaysky, A. (2012). Seabirds and climate change: roadmap for the future. Marine Ecology Progress Series, 454, 107-117.

Syposz, M., Gonçalves, F., Carty, M., Hoppitt, W., and Manco, F. (2018). Factors influencing Manx shearwater grounding on the west coast of Scotland. IBIS 160, 846–854. doi: 10.1111/ibi.12594

Taylor, C.J.L. (2006). The effects of biological fouling control at coastal and estuarine power stations. Marine Pollution Bulletin. 53: 30–48. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.

Telfer, T. C., Sincock, J. L., Byrd, G. V., & Reed, J. R. (1987). Attraction of Hawaiian seabirds to lights: conservation efforts and effects of moon phase. Wildlife Society Bulletin (1973-2006), 15(3), 406-413.

Thackeray, S. J., Henrys, P. A., Hemming, D., Bell, J. R., Botham, M. S., Burthe, S., & Wanless, S. (2016). Phenological sensitivity to climate across taxa and trophic levels. Nature, 535(7611), 241-245.

Thackeray, S. J., Sparks, T. H., Frederiksen, M., Burthe, S., Bacon, P. J., Bell, J. R., & Wanless, S. (2010). Trophic level asynchrony in rates of phenological change for marine, freshwater and terrestrial environments. Global Change Biology, 16(12), 3304-3313.

Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I.A., Luna, N. y Zavalaga, C. (2018). Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to subtropical gyres—fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific. Frontiers in Marine Science, 238.

Tomita, N., Niizuma, Y., Takagi, M., Ito, M., & Watanuki, Y. (2009). Effect of interannual variations in sea-surface temperature on egg-laying parameters of black-tailed gulls (Larus crassirostris) at Teuri Island, Japan. Ecological Research, 24, 157-162.

Troy, J., Holmes, N., Veech, J., and Green, M. (2013). Using observed seabird fallout records to infer patterns of attraction to artificial light. Endanger. Species Res. 22, 225–234. doi: 10.3354/esr00547

Tuite, C. H., Owen, M., & Paynter, D. (1983). Interaction between wildfowl and recreation at Llangorse lake and Talybont Reservoir, South Wales. *Wildfowl*, *34*(34), 48-63.

Turner-Tomaszewicz, C. and Seminoff, J.A. (2012): Turning Off the Heat: Impacts of Power Plant Decommissioning on Green Turtle Research in San Diego Bay, Coastal Management, 40:1, 73-87

Turpie J. K., y Hockey, P. A. (1993). Comparative diurnal and nocturnal foraging behaviour and energy intake of premigratory grey plovers Pluvialis squatarola and whimbrels Numenius phaeopus in South Africa. Ibis, 135(2), 156-165.

Urmston, J., Hyrenbach, K. D., & Swindle, K. (2022). Quantifying wedge-tailed shearwater (Ardenna pacifica) fallout after changes in highway lighting on Southeast O'ahu, Hawai'i. Plos one, 17(3), e0265832.

Ursino, C., Rebolo Ifrán, N., & Gorleri, F. (2022). Impactos de la contaminación lumínica en las aves con especial foco en la Argentina. El Hornero 37(2), 4-4.

Van Waerebeek, K.O., Baker, A.N., Félix, F., Gedamke, J., Iñiguez, M., Sanino, G.P. y Wang, Y. (2007). Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 43-69.

Vanstreels, R. E. T., Gallo, L., Serafini, P. P., Santos, A. P., Egert, L., & Uhart, M. M. (2021). Ingestion of plastics and other debris by coastal and pelagic birds along the coast of Espírito Santo, Eastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, *173*, 113046.

Vanstreels, R. E., Durant, A., Santos, A. P., Santos, R. G., Sarmiento, A. M., Rossi, S., ... and Uhart, M. M. (2023). Exploring the relationship between environmental drivers and the manifestation of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*) in eastern Brazil. Plos one, 18, e0290312.

Visser, M. E. & Both, C. (2005). Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. Proc. R. Soc. B 272, 2561–2569.

Visser, M. E., Both, C. & Lambrechts, M. M. (2004). Global climate change leads to mistimed avian reproduction. Adv. Ecol. Res. 35, 89–110.

Wahl, T. R., Ainley, D. G., Benedict, A. H., and DeGange, A. R. (1989). Associations between seabirds and water-masses in the northern Pacific Ocean in summer. Mar. Biol. 103, 1–11. doi: 10.1007/BF00391059

Wallace, B.P., et al. (2010). Global patterns of marine turtle bycatch. Conservation Letters, 3(3), 131-142.

Wallace, B.P., Kot, C.Y., DiMatteo, A.D., Lee, T., Crowder, L.B. and Lewison, R.L. (2013). Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. Ecosphere 4: art40.

Weeks, S. J., Steinberg, C., & Congdon, B. C. (2013). Oceanography and seabird foraging: within-season impacts of increasing sea-surface temperature on the Great Barrier Reef. Marine Ecology Progress Series, 490, 247-254.

Werner, T.B., Northridge, S., Press, K.M. y Young, N. (2015). Mitigating bycatch and depredation of marine mammals in longline fisheries. ICES Journal of Marine Science, 72(5): 1576-1586.

Wever, E.G. and Vernon, J.A. (1956). Auditory responses in the common box turtle. Proceedings of the National Academy of Sciences, Washington, D.C. 42: 962-965.

Wiese F.K., W.A. Montevecchi, G.K. Davoren, F. Huettmann, A.W. Diamond, J. Linke. 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the North-west Atlantic. Mar. Pollut. Bull., 42,1285-1290.

Wilhelm, S.I. & Boyne, A.W. 2006. Evaluation of Seabird Observations Collected from 2001-2003 by the Oil and Gas Observer Program. Canadian Wildlife Service Technical Report Series No. 464. Atlantic Region.

Witherington, B. E. (2002). Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of downwelling near a Gulf Stream front. Marine Biology, 140(4), 843-853.

Wright, A. J., N. Aguilar Soto, A. L. Baldwin, M. Bateson, C. M. Beale, C. Clark, T. Deak, E. F. Edwards, A. Fernández, A. Godinho, L. T. Hatch, A. Kakuschke, D. Lusseau, L. M. Romero, L. S. Weilgart, B. A. Wintle, G. Notarbartolo-di-Sciara and V. Martin. (2007). Anthropogenic noise as a stressor in animals: a multidisciplinary perspective. International Journal of Comparative Biology 20(2): 250-273.

Yamamoto T, Takahashi A, Yoda K, Katsumata N (2007) The lunar cycle affects at-sea behaviour in a pelagic seabird, the streaked shearwater, Calonectris leucomelas. Animal Behaviour 76: 1647–1652.

Yancey, M. R., & Forys, E. A. (2010). Black Skimmers feed when light levels are low. Waterbirds, 33(4), 556-559.

Yanju Ma, Chi-Yeung Choi, Alex Thomas, Luke Gibson (2022) Review of contaminant levels and effects in shorebirds: Knowledge gaps and conservation priorities. Ecotoxicology and Environmental Safety 242:113868. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113868

Yanosky, A.A., Escalante, A., Schuchmann, K. and Kittlein, M. (2000) Ecologı´a de una Comunidad de Aves Vadeadoras en el Nordeste Argentino. In: Cabrera, E., Mercolli, C. and Resquin, R. (eds.), Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica, pp. 219 – 236. Cites-Py, Fundacio´ n Moise´s Bertoni, University of Florida, Asuncio´ n.

Yeates, L.C., y Houser, D.S. (2008). Thermal tolerance in bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) The Journal of Experimental Biology 211, 3249-3257. doi:10.1242/jeb.020610

Yorio P, Bertellotti M, García Borboroglu P. 2005. Ecología y conservación de gaviotas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. El Hornero 20:53-74.

Yorio P, Frere E, Gandini P y Harris G (Eds.) 1998. Atlas de la distribución reproductiva de aves marinas en el litoral patagónico argentino. Fundación Patagonia Natural y Wildlife Conservation Society, Buenos Aires.

Yorio, P. & Caille, G. 1999. Seabird interactions with coastal fisheries in northern Patagonia: use of discards and incidental captures in nets. Waterbirds 22:201-216.

Yorio, P. (2005). Estado poblacional y de conservación de gaviotines y escúas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. El Hornero, 20(1), 75-93.

Yorio, P., Marinao, C., Kasinsky, T., Ibarra, C., & Suárez, N. (2020). Patterns of plastic ingestion in Kelp Gull (Larus dominicanus) populations breeding in northern Patagonia, Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, *156*, 111240.

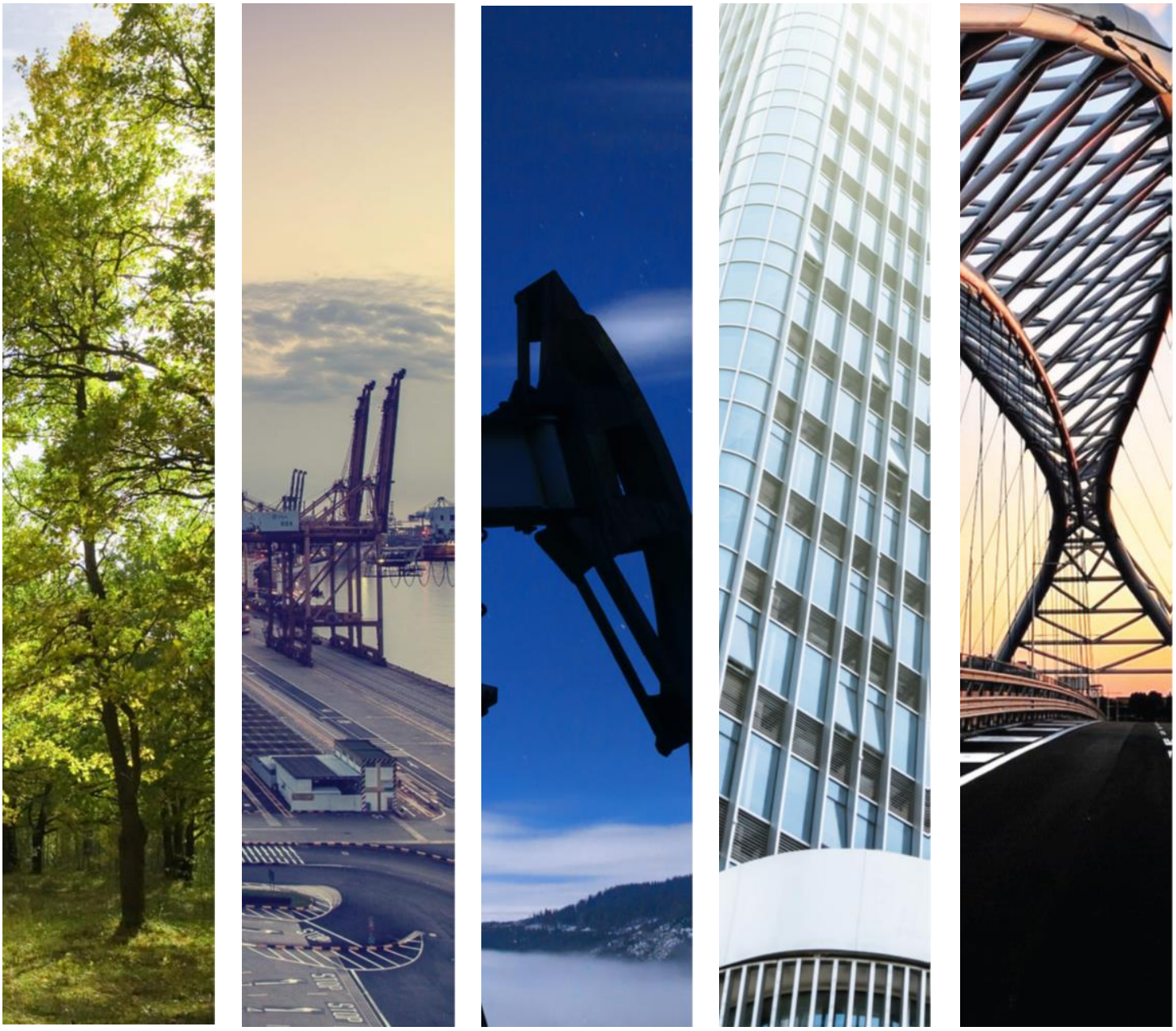
Yorio, P., Suárez, N., Quintana, F., & Gatto, A. (2005). Nocturnal activity in breeding Olrog's Gulls (Larus atlanticus). Ornitología Neotropical, 16(1), 13.

Zapata, M. J., Sullivan, S. M. P., & Gray, S. M. (2019). Artificial lighting at night in estuaries—Implications from individuals to ecosystems. Estuaries and Coasts, 42, 309-330.

Zumpano, F., Copello, S., Cabral, V., Favero, M., & García, G. (2024). Interaction between coastal birds and recreational fisheries in Argentine: Incorporating the social dimension to improve effectiveness of conservation and management measures in a key estuarine reserve. *Marine Policy*, *167*, 106278.

8. ANEXOS

- **ANEXO 6-1: ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO AÉREO**
- **ANEXO 6-2: MODELACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DEL RUIDO SUBMARINO**
- **ANEXO 6-3: MODELACIÓN HIDRODINÁMICA**
- **ANEXO 6-4: MODELACIÓN DE LAS PLUMAS TÉRMICA Y DE SALINIDAD DESDE LA FLNG MKII**
- **ANEXO 6-5: MODELIZACIÓN DE DERRAME DE HIDROCARBUROS LÍQUIDOS**
- **ANEXO 6-6: MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LAS EMISIONES GASEOSAS**
- **ANEXO 6-7: ANÁLISIS DE IMPACTO PAISAJÍSTICO**
- **ANEXO 6-8: MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE METANO**
- **ANEXO 6-9: ANÁLISIS DE RIESGOS AMBIENTALES**
- **ANEXO 6-10: SENSIBILIDAD DE MEGAFAUNA MARINA**



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 7: Medidas de Gestión Ambiental y Lineamientos para el Plan de Gestión Ambiental

Junio 2025

CAPÍTULO 7: MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL Y LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5

2. MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL 7

2.1 ETAPA CONSTRUCTIVA 9

2.1.1 Medida C1 – Seguimiento Ambiental de la Obra 9

2.1.2 Medida C2 – Gestión Ambiental General de Obra 10

2.1.3 Medida C3 – Diseño del Tendido del Ducto Submarino y Regulación Actividades Zonas Adyacentes 11

2.1.4 Medida C4 – Gestión de la Megafauna Marina y Costera 13

2.1.5 Medida C5 – Monitoreo Ambiental 14

2.1.6 Medida C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales 15

2.1.7 Medida C7 – Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático 16

2.1.8 Medida C8 – Gestión de Impactos sobre el Paisaje 17

2.1.9 Medida C9 – Gestión Social 18

2.1.10 Medida C10 – Comunicación y Participación 20

2.1.11 Medida C11 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral 21

2.1.12 Medida C12 – Gestión de Circulación de Vehículos y Maquinarias 23

2.1.13 Medida C13 – Gestión Interferencias Navegación 25

2.2 ETAPA OPERATIVA 26

2.2.1 Medida O1 – Seguimiento Ambiental de la Operación 26

2.2.2 Medida O2 – Gestión Ambiental General de la Operación 27

2.2.3 Medida O3 – Gestión de Agua de Enfriamiento 28

2.2.4 Medida O4 – Gestión de Emisiones Gaseosas 30

2.2.5 Medida O5 – Gestión de la Megafauna Marina y Costera 32

2.2.6 Medida O6 – Monitoreo Ambiental 33

2.2.7 Medida O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales 34

2.2.8 Medida O8 – Gestión Social 36

2.2.9 Medida O9 – Comunicación y Participación 38

2.2.10 Medida O10 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral 39
2.2.11 Medida O11 – Gestión de Circulación de Vehículos y Maquinarias 41
2.2.12 Medida O12 – Gestión Interferencias Navegación 42
2.3 CIERRE Y ABANDONO 43
2.3.1 Medida A1 – Cierre y Abandono de Instalaciones 43
3. LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 44
3.1 PLAN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (PPA) 45
3.1.1 Programa de Seguimiento Ambiental 45
3.1.2 Programa de Gestión de Permisos y Habilitaciones 47
3.1.3 Programa de Capacitación para el Personal 48
3.1.4 Programa de Manejo del Tránsito y Señalización 50
3.1.5 Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos a Bordo 52
3.1.6 Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones, Equipos y Maquinaria 59
3.1.7 Programa de Manejo de Sustancias Peligrosas a Bordo 60
3.1.8 Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos 62
3.1.9 Programa de Manejo y Protección de Megafauna Marina y Costera 64
3.1.10 Programa de Auditorías Ambientales 67
3.1.11 Programa de Abandono o Retiro 69
3.2 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL (PMA) 70
3.2.1 Programa de Monitoreo de Ruidos 71
3.2.2 Programa de Monitoreo de Calidad de Aire 72
3.2.3 Programa de Monitoreo de las Plumas de Temperatura y Salinidad 73
3.2.4 Programa de Monitoreo de Calidad de Agua 74
3.2.5 Programa de Monitoreo de Comunidades Planctónicas, Bentónicas e Icticas 76
3.2.6 Programa Monitoreo Megafauna Marina y Costera 78
3.3 Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias (PPRE) 80
3.3.1 Objetivos 80
3.3.2 Responsable 81
3.3.3 Identificación de Contingencias 81

3.3.4 Clasificación de Contingencias 81
3.3.5 Organización ante Contingencias 82
3.3.6 Fases de una Contingencia 82
3.3.7 Estrategias de Manejo de Contingencias 83
3.3.8 Centros Médicos y Fuerzas Provinciales de Referencia 83
3.3.9 Acciones de Emergencia Específicas 84
3.3.10 Procedimiento para la Comunicación de Contingencias 94
3.4 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL (PGS) 94
3.4.1 Objetivo 94
3.4.2 Responsables 94
3.4.3 Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria 95
3.4.4 Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad 102
3.4.5 Programa de Acción de Género (PAG) 103
3.4.6 Programa de Seguridad e Higiene Laboral 105
3.4.7 Programa de Contratación de Mano de Obra Local 107
3.4.8 Programa de Contratación Servicios y Desarrollo de Proveedores Locales 109
3.4.9 Programa Integral de Protección a Pulperos y Restauración de Servicios Ecosistémicos 110
3.4.10 Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación 112
3.4.11 Programa de Monitoreo de Pesquerías 113
3.4.12 Programa de Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático 113
4. BIBLIOGRAFÍA 115

1. INTRODUCCIÓN

Tal como se detalló en capítulos anteriores, el Proyecto FLNG en el Golfo San Matías (Proyecto FLNG GSM) es un proyecto de la empresa SOUTHERN ENERGY S.A. que consiste, en una primera instancia, en la instalación de una Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG Hilli Episeyo) en el Golfo San Matías para la producción de gas natural licuado (GNL) con una capacidad nominal de 2,4 MTPA (millones de toneladas por año).

En el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (2024), correspondiente a esta primera etapa, se realizó una evaluación de los posibles impactos ambientales asociados a las acciones del proyecto. Sobre la base de su caracterización y valoración, fue posible establecer una serie de medidas de gestión ambiental tendientes a la prevención, la mitigación, la compensación y/o el control de los impactos ambientales más significativos, las cuales fueron estructuradas en Programas de Gestión e integrados en un primer esquema del Plan de Gestión Ambiental (PGA).

En el presente Estudio de Impacto Ambiental se lleva a cabo la evaluación ambiental de la segunda etapa del Proyecto FLNG GSM, el cual consiste en la ampliación de la capacidad de procesamiento de gas natural mediante la incorporación de una segunda Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG MKII), con una capacidad nominal de 3,5 MTPA (millones de toneladas por año).

Los impactos de la Etapa Constructiva de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM son prácticamente los mismos que los impactos de la Etapa Constructiva de los Componentes Off Shore de la Etapa 1 del proyecto, ya que se trata de la instalación del mismo tipo de infraestructura. Por lo tanto, las medidas de gestión ambiental planteadas para la primera etapa son aplicables a esta segunda etapa del proyecto.

Dado que se comenzará con la construcción de la Etapa 1 del proyecto, para luego continuar con la construcción de la Etapa 2, es posible que estas medidas puedan ser revisadas antes del inicio de esta segunda etapa en base a la experiencia obtenida durante la ejecución de la primera etapa.

En cambio, en el caso de los impactos de la Etapa Operativa, el funcionamiento de la FLNG MKII se suma al funcionamiento de la FLNG Hilli Episeyo, superponiéndose así los impactos vinculados a la operación de ambos sistemas. Por lo tanto, se espera que la gestión ambiental de la Etapa 2 del proyecto se sume a la gestión ambiental que se encuentre ejecutándose para la Etapa 1.

No obstante, es posible que sea necesario modificar o ampliar algunas de las medidas de gestión ambiental previstas para la Etapa 1 del proyecto, considerando ahora la incorporación de la Etapa 2. Tal es el caso de las medidas vinculadas al Plan de Monitoreo Ambiental, que deben ahora abarcar un área de control más amplia que contenga las áreas de influencia de ambos buques FLNG, y las medidas vinculadas al Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias, que deben considerar las posibles interacciones entre ambos sistemas en caso de una contingencia. .

Es importante señalar que en el presente capítulo se establecen los lineamientos del Plan de Gestión Ambiental del Proyecto FLNG GSM. La versión definitiva de este plan deberá ser presentada a la Autoridad antes del inicio de las actividades constructivas y, posteriormente, antes del inicio de la fase operativa, una vez que se cuente con todas las definiciones correspondientes.

SOUTHERN ENERGY S.A. será el principal responsable de velar por el cumplimiento del PGA, sin perjuicio de las atribuciones de las autoridades de aplicación.

Durante la etapa constructiva muchos de los programas deberán ser implementados por una empresa Constructora (CONTRATISTA). Es importante mencionar que la misma aún no se encuentra definida y surgirá del proceso de licitación que se lleve adelante en el marco de la materialización del proyecto. Quedará a criterio del SOUTHERN ENERGY S.A. (quien actuará como COMITENTE) definir una figura de inspección para el control de estas tareas.

Resulta importante mencionar que existen dos funciones separadas. Por un lado, el COMITENTE será el responsable del seguimiento de la obra y aprobará las certificaciones controlando la ejecución del PGA. No obstante, los incumplimientos o violaciones serán seguidos por las autoridades pertinentes, quienes exigirán el cumplimiento al responsable del proyecto (COMITENTE).

Durante la etapa operativa y abandono, el principal responsable de la implementación del PGA será SOUTHERN ENERGY S.A. empresa que tendrá la figura de OPERADOR.

Nuevamente, los incumplimientos o violaciones serán seguidos por las autoridades pertinentes.

2. MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Las medidas del presente PGA deberán acompañar el desarrollo del proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del ambiente, incluyendo tanto los aspectos que hacen a la integridad del medio natural como aquellos que aseguran una adecuada calidad de vida para la comunidad involucrada.

Resulta importante mencionar que la etapa de identificación de medidas necesarias a ser tomadas constituye un aspecto clave del proceso de elaboración de cualquier proyecto de obra o actividad, en tanto permite incorporar a su diseño, procedimientos constructivos, presupuestos y evaluaciones financieras conforme a las necesidades que surgen de una adecuada consideración ambiental. Pero igualmente clave es la materialización de dichas medidas, previsiones y recomendaciones, lo cual depende por un lado de una adecuada planificación y programación de las actividades, de la asignación de recursos humanos y materiales, del monitoreo, del control de gestión y del control de calidad, y por otro, aunque no menos importante, de un adecuado gerenciamiento y oportuna toma de decisiones que sólo puede surgir de una organización eficiente y de un verdadero compromiso con el tema.

En este sentido, resulta importante mencionar que existen diferentes medidas de protección ambiental las cuales son citadas a continuación:

- **Medidas preventivas:** evitan la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad.

- **Medidas correctoras o de mitigación propiamente dichas:** para impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar acciones y efectos.

- **Medidas compensatorias:** dirigidas a impactos inevitables. No evitan la aparición de los efectos, ni los anulan, atenúan o corrigen, pero contrarrestan de alguna manera la alteración generada por los mismos.

- **Medidas de seguimiento y/o control:** a través de monitoreos que permiten prevenir y/o definir medidas mitigatorias o de compensación durante la etapa constructiva y/o operativa.

Puntualmente, como parte del presente estudio se intenta privilegiar las medidas preventivas.

En el caso de los **impactos positivos**, lo que se busca es incrementar los mismos a través de **medidas potenciadoras**.

La definición de estas medidas está estrechamente relacionada a la naturaleza de los impactos, pero también a la factibilidad técnica y la viabilidad económica para llevarlas a cabo.

En importante mencionar que las medidas de gestión ambiental deben responder a las normas vigentes y a las guías aplicables más reconocidas en cada materia.

Cada medida adoptada se ha estructurado en función de los atributos establecidos por la norma NAG Nº153:

1. **Impacto(s)**: Se identifican los impactos a los que va dirigida la medida de gestión, proponiéndose al menos una medida para cada impacto.

2. **Acciones**: Se especifican las acciones que generan el impacto que se pretende prevenir, mitigar o compensar.

3. **Áreas de aplicación**: Se detallan las zonas donde se implementará la medida, con especial atención a áreas sensibles.

4. **Tipos de medidas**: Se clasifican como potenciadoras, preventivas, correctivas, compensatorias o de control.

5. **Descripción técnica**: Se especifican las características técnicas de cada medida, con un nivel de detalle acorde a su complejidad.

6. **Bibliografía de referencia**: Se cita la bibliografía técnica o científica que respalda la validez de los procedimientos recomendados.

7. **Duración**: Se establecen los plazos y momentos en que deben ejecutarse las medidas, de acuerdo con las acciones generadoras de impacto.

8. **Organismos de referencia**: Se identifican los organismos relevantes que pueden tener incumbencia o brindar asistencia técnica.

9. **Periodicidad de fiscalización**. Cuando corresponde se establece la frecuencia recomendada, a fin de controlar el grado de cumplimiento de las medidas propuestas.

10. **Indicadores de efectividad**: Cuando corresponde se establecen indicadores que permitan evaluar su grado de efectividad.

Para las medidas que requieren estudios o mediciones, se detallan aspectos como las variables a medir, ubicación y frecuencia de los muestreos, técnicas empleadas, y estándares de referencia, tanto legales como técnicos.

2.1 ETAPA CONSTRUCTIVA

2.1.1 Medida C1 – Seguimiento Ambiental de la Obra

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA OBRA	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la construcción del proyecto).
2. Acciones	Construcción del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Para garantizar la efectiva implementación de las medidas y programas de prevención, correctivos, compensatorios y/o de control, destinados a minimizar los impactos significativos identificados durante la etapa constructiva se deberá implementar, en el marco del proyecto FLNG GSM, un **Programa de Seguimiento Ambiental** de la Obra de acuerdo a los lineamientos establecidos en el PGA. En igual sentido, se deberán gestionar los permisos y habilitaciones necesarios para el desenvolvimiento del proyecto FLNG GSM en acuerdo con el marco legal vigente. La medida busca cumplir en tiempo y forma con todos los requerimientos ambientales. También prevenir la detención del avance de las obras por tiempo indeterminado debido a planteos judiciales (amparos) y/o desvíos de los aspectos formales. A tales efectos, se deberá adoptar un sistema que permita organizar y controlar el cumplimiento en forma dinámica de todas las gestiones, permisos requeridos, y aspectos formales / contractuales asociados al proyecto. Para esto se deberá implementar el **Programa de Gestión de Permisos y Habilitaciones** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. Para estructurar y organizar el proceso de verificación sistemático, periódico y documentado de las medidas de mitigación y programas de gestión se deberá llevar adelante un **Programa de Auditorías Ambientales** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	Ley Provincial M Nº 3266 / Decreto Provincial M Nº 656 NAG-153 Resolución SE 338/12 Resolución SE 951/15
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE – Municipio - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos ambientales significativos. Cumplimiento de aspectos formales. No interrupción del avance de las obras por planteos judiciales / amparos. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control.

2.1.2 Medida C2 – Gestión Ambiental General de Obra

GESTIÓN AMBIENTAL GENERAL DE OBRA	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de los impactos que podrían ser generados por las tareas típicas de obras).
2. Acciones	Construcción del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Area de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Para llevar adelante una adecuada gestión ambiental y social de la obra, se deberá: - Desarrollar e implementar un **Programa de Capacitación al Personal** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. Las tareas a llevar a cabo requieren necesariamente contar con personal capacitado con la adecuada responsabilidad para con el ambiente y el medio social, pleno conocimiento de responsabilidades y derechos en materia de seguridad e higiene laboral y, respeto para con la comunidad involucrada. - Desarrollar e implementar el **Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos a Bordo** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA, cumpliendo con la legislación aplicable en la materia. Esto permitirá asegurar la correcta segregación, traslado y disposición final de los residuos y efluentes producidos en el marco del funcionamiento de las embarcaciones. - Implementar un **Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones, Equipos y Maquinaria** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA, para la prevención, mitigación y control de impactos en la operación de equipos y maquinarias. - Implementar el **Programa de Manejo de Sustancias Peligrosas a Bordo** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA, para garantizar el adecuado manejo y acopio de combustible y sustancias peligrosas durante la obra a fin de minimizar los eventuales impactos ambientales que pudieran ocasionar.
6. Bibliografía de referencia	-
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE – Municipio - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos ambientales significativos Cumplimiento de aspectos formales. No interrupción del avance de las obras por planteos judiciales / amparos. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control

2.1.3 Medida C3 – Diseño del Tendido del Ducto Submarino y Regulación Actividades Zonas Adyacentes

DISEÑO DEL TENDIDO DEL DUCTO SUBMARINO Y REGULACIÓN DE ACTIVIDADES EN ZONAS ADYACENTES	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Modificación de la planicie intermareal y lecho submarino Modificación de la calidad físico-química sedimentos, agua marina y aire Afectación comunidades biológicas
2. Acciones	Aproximación costera Tendido del gasoducto submarino
3. Áreas de aplicación	Traza del ducto Zonas de trabajo aledañas
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	La zona afectada por la construcción del ducto deberá ser la estrictamente necesaria, esto será particularmente importante en la aproximación costera. En la medida de lo posible se buscará no superar los 15 metros de ancho. Se deberán definir claramente las áreas de obra y restringir el acceso a áreas de restinga no intervenidas. Para esto se deberán utilizar barreras físicas para evitar el ingreso no autorizado. Estas barreras deberán ser adecuadas para no ser arrastradas por el viento o la marea. Se deberán diseñar las tareas de obra a lo largo del día de acuerdo al pronóstico de mareas, garantizando que no se incorporen residuos ni elementos al cuerpo de agua. En la zona costera la zanja deberá permanecer abierta el menor tiempo posible, tratando en la medida de lo posible de no superar los 10 días de corrido para el tiempo efectivo de permanencia de zanja destapada, según lo establecido en la Norma NAG 153. En relación a la ejecución de voladuras mediante el uso de explosivos, será necesario que el almacenamiento, transporte y preparación de explosivos y accesorios esté a cargo de una empresa especialista en el tema o personal calificado. La manipulación y uso de explosivos sólo podrá ser realizada por personal autorizado y de acuerdo a la normativa vigente del Registro Nacional de Armas (RENAR). Se deberá implementar el **Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. Una vez definidos los planes específicos para excavación en restinga (voladuras), se deberá analizar si se requiere implementar alguna medida adicional de gestión. Verificar que la remoción de los sedimentos sea la imprescindible para la ejecución de la obra.
6. Bibliografía de referencia	NAG 100 NAG 153 Resolución SE 951/15 Normativa vigente del Registro Nacional de Armas (RENAR).
7. Duración	El tiempo que dure la instalación del ducto submarino.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAR – SE – RENAR - PNA

DISEÑO DEL TENDIDO DEL DUCTO SUBMARINO Y REGULACIÓN DE ACTIVIDADES EN ZONAS ADYACENTES	
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Zona de trabaja afectada igual o menor a la definida por la norma Cumplimiento de aspectos normados Ausencia de afectación de infraestructura ajena a la obra Ausencia de Ruidos y Vibraciones que resulten molestos para la fauna o usuaria de la zona de costa (ej. Pulperos).

2.1.4 Medida C4 – Gestión de la Megafauna Marina y Costera

GESTIÓN DE LA MEGAFAUNA MARINA Y COSTERA	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación a tortugas marinas, aves marinas y costeras y mamíferos marianos
2. Acciones	Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra Movimiento de todo tipo de embarcaciones Aproximación Costera Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG
3. Áreas de aplicación	Costa Traza del ducto
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Se deberá implementar el **Programa de Manejo y Protección de Megafauna Marina y Costera**, siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	NAG 153
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de alteración de riqueza y diversidad de fauna observada en inmediaciones de obra

2.1.5 Medida C5 – Monitoreo Ambiental

MONITOREO AMBIENTAL	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación del Medio Natural
2. Acciones	Construcción del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Control
5. Descripción técnica	Se deberá monitorear la implementación de las medidas de mitigación definidas para la etapa constructiva asociadas a la minimización, prevención, corrección o compensación de los potenciales impactos ambientales negativos identificados. También resultará importante contar con un plan de monitoreo que permita realizar el análisis del contraste entre lo estimado previamente y lo posteriormente acontecido, de manera de aportar herramientas a los procesos de evaluación ambiental y permitir un manejo adaptativo de las medidas de gestión propuestas e implementadas. En el proceso de predicción de los impactos existen limitaciones al realizar estimaciones precisas sobre los escenarios futuros donde concurren distintas variables que pueden ser, incluso, extrínsecas al propio proyecto. En general, estas incertidumbres se trasladan a las evaluaciones ambientales previas en predicciones muy conservadoras y que luego podrían no verificarse. En este marco se deberá implementar un **Plan de Monitoreo Ambiental** (siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA) el cual permita desarrollar las diferentes tareas sistemáticamente, con el fin de verificar el cumplimiento de las obligaciones y la eficacia de las medidas de control y de manejo implementadas. Se deberá implementar el Plan de Monitoreo el cual debe abarcar los siguiente Programas: • **Programa de monitoreo ruidos**
6. Bibliografía de referencia	-
7. Duración	Durante el periodo de obra
8. Organismos de referencia	SACC - ENARGAS
9. Periodicidad de fiscalización	Ver PGA – **Plan de Monitoreo Ambiental**
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de Impactos Ambientales Significativos

2.1.6 Medida C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales

GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración de la calidad físico-química de aire, agua y sedimento Afectación comunidades biológicas
2. Acciones	Contingencias
3. Áreas de aplicación	Area de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	Se deberá desarrollar un **Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias** (ver lineamientos PGA) a implementar durante la etapa constructiva, el que deberá contar con información adecuada para el manejo de los distintos eventos y sus afectaciones en caso de ocurrir. Es importante mencionar que la implementación adecuada de todos los programas formulados en obra favorecerá la disminución del riesgo de ocurrencia de este tipo de eventos. A priori se consideran los siguientes eventos: • Accidentes vehiculares • Accidentes laborales • Incendios • Derrames de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas • Evacuación de heridos • Hombre al agua • Colisión de embarcaciones El éxito de la implementación de las medidas dependerá de la preparación del personal para lo cual se deberá contar con un **Programa de Capacitación al Personal** (ver PGA).
6. Bibliografía de referencia	Ley Nacional 27.287
7. Duración	Durante el período de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – PNA - SE
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Respuesta durante simulacros. Ausencia de impactos ambientales significativos.

2.1.7 Medida C7 – Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático

GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación del patrimonio arqueológico subacuático
2. Acciones	Construcción de caminos de acceso Preparación del terreno
3. Áreas de aplicación	Traza del ducto Frentes de obra Zona de obradores
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	Los datos sobre características y ubicación de hallazgos arqueológicos subacuáticos corresponden a bienes culturales “no renovables”. Como tales, se deberá asegurar la protección de estos a través del cumplimiento de las medidas recomendadas como parte de un **Programa de Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático** (siguiendo los lineamientos que se presentan en el PGA).
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Ley 3.041, Decreto Reglamentario 1.150/03
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SPCC - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de alteración del patrimonio arqueológico subacuático

2.1.8 Medida C8 – Gestión de Impactos sobre el Paisaje

GESTIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL PAISAJE	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Modificación del Paisaje
2. Acciones	Movimiento de embarcaciones, vehículos y maquinaria
3. Áreas de aplicación	Aproximación costera Inmediaciones de la traza del ducto subacuático
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	Durante la etapa constructiva la presencia de embarcaciones, vehículos, maquinarias, equipos, etc. provocarán una afectación sobre el paisaje. Por la ubicación de las obras y la naturaleza de estas no es posible evitar este impacto. Sin embargo, será crucial sostener una adecuada gestión ambiental de la obra para evitar la intensificación de esta alteración. En este sentido se deberá: - Mantener el orden y la limpieza en todas las zonas de obra costeras y en las embarcaciones, implementando adecuadamente las medidas de gestión de residuos (donde será crucial por los fuertes vientos contenedores con tapa), de materiales sueltos, delimitaciones y cartelería en buen estado, etc. Para la implementación de las mismas se deberán que seguir los lineamientos establecidos en el **Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos a Bordo** (ver PGA). - Adecuar a lo estrictamente necesario las fuentes lumínicas para minimizar afectaciones en período nocturno. - Realizar el correcto desmontaje y remoción de estructuras, identificación y la remediación de potenciales pasivos ambientales que pudieran quedar en la zona de aproximación costera siguiendo los lineamientos establecidos en el **Programa de Identificación y Gestión de Potenciales Pasivos y Áreas Degradadas** establecido en el EIA de los Componentes On Shore del Proyecto FLNG GSM (Etapa 1).
6. Bibliografía de referencia	NAG-153
7. Duración	Durante el periodo de obra. El restablecimiento de la vegetación se extenderá luego al período de operación.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de residuos dispersos, materiales fuera de lugar o cartelería en mal estado. Ausencia de estructuras o sitios contaminados

2.1.9 Medida C9 – Gestión Social

GESTIÓN SOCIAL	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la construcción del proyecto).
2. Acciones	Construcción del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva, Correctora y Compensatoria.
5. Descripción técnica	La medida se encuentra integrada con diversos programas que cubren de manera integral y acabada las problemáticas sociales identificadas como consecuencia de la ejecución del Proyecto. Entre las que se encuentran las posibles afectaciones negativas a la circulación y la movilidad, el recurso pesquero y la biodiversidad, la salud y la seguridad de la comunidad y de los trabajadores/as. Se destaca como principal demanda de las partes interesadas hacia el proyecto instancias de comunicación y participación, así como también el debido monitoreo de los impactos ambientales con acceso a la información de los resultados para diferentes sectores de la sociedad civil y/o instituciones públicas de investigación. Se considera especialmente la perspectiva de género en tanto que la afluencia de trabajadores contratados puede dar lugar a afectaciones sobre la población que habita en el área de influencia del Proyecto. Entre las principales afectaciones existe el riesgo de que se generen conflictos entre trabajadores contratados y subcontratados y la población local, e incluso afectaciones directas sobre la misma, como producto de conductas inadecuadas del personal. Esta medida busca potenciar los posibles impactos positivos en la economía local y regional, así como en el fortalecimiento institucional y la participación de la comunidad. Para minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos, la empresa y los contratistas implementarán los siguientes aspectos de gestión social: **Plan de Gestión Social.** Este plan implica abordar sistemáticamente la diversidad y complejidad de aspectos sociales vinculados a la implementación del Proyecto y a la asignación de un responsable en la Gestión Social para tales fines. Dentro de sus tareas se encuentran la implementación y el monitoreo de los siguientes Programas: - **Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria** - **Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad** - **Programa de Acción de Género** - **Programa de Seguridad e Higiene Laboral** - **Programa de Contratación de Mano de Obra Local** - **Programa de Contratación de Servicios y Desarrollo de Proveedores Locales** - **Programa Integral de Protección a Pulperos y Restauración de Servicios Ecosistémicos** Asimismo, la Gestión Social se vincula especialmente con el Plan de Gestión Ambiental en el **Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos** por la posible afectación a la salud y

GESTIÓN SOCIAL	
	seguridad de la comunidad y con el **Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias**.
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Normas IFC
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos sociales significativos. Cumplimiento de aspectos formales. No interrupción del avance de las obras por planteos judiciales / amparos. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control. Cantidad de denuncias por violencia y/o discriminación por razones de género vinculada al personal del proyecto. Porcentaje de población local empleada directamente por el proyecto y cantidad de prestadores de servicios locales contratados en la cadena de suministros. Número de accidentes con víctimas fatales o lesionados de vehículos y maquinarias asociadas al proyecto Número de incidentes con miembros de la comunidad o actores resueltos satisfactoriamente.

2.1.10 Medida C10 – Comunicación y Participación

COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la construcción del proyecto).
2. Acciones	Construcción del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctora
5. Descripción técnica	El derecho de la población a estar debidamente informada garantizando su participación debe sostenerse durante todo el ciclo del Proyecto FLNG GSM. Las tareas previstas para satisfacer tal objetivo deben planificarse y diseñarse a detalle previamente a cualquier movilización de equipo a la zona. En este sentido, se ha considerado pertinente que las tareas de comunicación se realicen en el marco del **Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria** el que deberá seguir los lineamientos establecidos en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	Acuerdo Escazú (Ley 27.566) NAG 153 Normas IFC
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Porcentaje de partes interesadas del total identificado que participaron en las actividades del plan. Porcentaje de inquietudes, quejas o sugerencias resueltas o atendidas de manera satisfactoria. Número de comunicaciones o actualizaciones proporcionadas a la comunidad sobre el avance/ etapas del proyecto.

2.1.11 Medida C11 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral

GESTIÓN DE MANO DE OBRA, SALUD Y SEGURIDAD LABORAL	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación sobre la Salud y Seguridad Laboral Afectación sobre la Seguridad Patrimonial Afectación a la Actividad Ganadera Incremento de la violencia y/o discriminación por razones de Género Oposición al Proyecto por expectativas no cumplidas en la contratación de mano de obra y servicios locales (Opinión Pública) Maximizar beneficios en la Economía Local y Regional Maximizar beneficios en el Mercado de Trabajo
2. Acciones	Construcción del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	Con el objetivo de realizar una adecuada gestión de la mano de obra, salud y la seguridad laboral durante la obra del Proyecto, para la etapa de construcción se deberán desarrollar los siguientes Programas: - **Programa de Capacitación para el Personal** - **Programa de Seguridad e Higiene Laboral** - **Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad** Además, debido a que se recomienda la contratación de bienes y servicios a nivel local y/o regional (en caso de que los mismos no se encuentren localmente) para maximizar los impactos positivos desprendidos del proyecto en la esfera local y regional (Economía Local y Economía Regional), minimizar impactos negativos sobre la opinión pública y con relación a potenciales situaciones de inequidad económica y/o acceso desigual a oportunidades de trabajo o negocio se proponen los siguientes Programas: - **Programa de Contratación de Mano de Obra Local** - **Programa de Contratación de Servicios y Desarrollo de Proveedores Locales** - **Programa de Acción de Género** Se deben seguir los lineamientos de estos programas según lo establecido en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Normas IFC OHSAS 18001, ISO 45001
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales

GESTIÓN DE MANO DE OBRA, SALUD Y SEGURIDAD LABORAL	
10. Indicadores de efectividad	Porcentaje de capacitaciones realizadas al personal en estas temáticas Número de denuncias, quejas y reclamos recibidos por conductas inapropiadas del personal Cantidad de sanciones y/o medidas tomadas por incumplimiento del Código de Conducta. Cantidad de denuncias por violencia y/o discriminación por por conductas inapropiadas del personal. Evaluación del cumplimiento con normas internacionales (OHSAS 18001, ISO 45001) en seguridad y salud laboral. Gravedad de los accidentes laborales medidos. Tasa total de incidentes reportables registrados en informes de seguridad. Cantidad de mano de obra local contratada en relación con el total de empleados/as. Porcentajes de mujeres y hombres contratados en el proyecto para asegurar una distribución equitativa de oportunidades laborales. Número de incidentes de vandalismo reportados por mes o por trimestre en el área de influencia del proyecto. Número de incidentes reportados y registrados sobre la seguridad patrimonial registrados en el área de proyecto por mes o trimestre (robos de ganado, rotura de infraestructura productiva ganadera o de vivienda rural, intrusiones a la Planta Compresora de TGS-SAO). Número de incidentes de caza furtiva detectados o denunciados en la zona del proyecto.

2.1.12 Medida C12 – Gestión de Circulación de Vehículos y Maquinarias

GESTIÓN DE CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIAS	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación de la Circulación y Movilidad Afectación sobre la Salud y Seguridad Laboral Afectación sobre la Salud y Seguridad de la Comunidad Afectación sobre la Seguridad Patrimonial Afectación a la Actividad Ganadera Afectación a las actividades de uso de la costa
2. Acciones	Demanda de Mano de Bienes y Servicios Movimiento de vehículos y maquinarias Obrador/es Contingencias
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	La circulación y operación de vehículos y maquinarias vinculados a las obras pueden generar ruidos molestos, polvo en suspensión y ciertas interferencias sobre la circulación vial. Para evitar y minimizar tales afectaciones todos los vehículos y maquinarias asociados a la etapa constructiva deberán estar en óptimas condiciones y someterse a mantenimientos periódicos. A su vez, se detallarán las rutas asociadas al traslado de materiales e insumos notificando a las autoridades y a la comunidad y se instalarán señalizaciones para alertar sobre los puntos/ temas de importancia (bajadas de punto de interés turístico, accesos a viviendas rurales, cerramiento de tranqueras, velocidad máxima, desvíos, etc.). Los sitios de mayor sensibilidad serán. Por tierra, el acceso al campo (RN3), debiéndose prever reducción de velocidades, señalización horizontal que alerte sobre la entrada y salida de camiones, presencia de banderilleros y/o seguimiento con vehículo de asistencia y alerta frente a situaciones especiales de movimiento de maquinarias y/o equipos de gran porte, etc. Asimismo, en la RN A025 en el sector de las inmediaciones del ingreso/ egreso al puerto de San Antonio Este (SAE) el incremento del tránsito por el movimiento de materiales, insumos y/o personal en época estival aumenta el riesgo de la salud y seguridad de la comunidad y del personal vinculado al proyecto. Asimismo, se podrá ver un incremento de la circulación por traslado de mano de obra y bienes y servicios en la RP2 de acceso a Las Grutas. En la costa se debe proveer las posibles interferencias de la circulación del camino de los pulperos. Si se requiriese el corte total de una arteria se deberá contar con el permiso correspondiente de la autoridad de aplicación y alertar a la población a través de los principales medios de comunicación local y con señalización. Además, se deberá considerar la comunicación con operadores turísticos vinculados a visitas al Fuerte Argentino. Las medidas preventivas y mitigatorias se estructurarán en dos planes complementarios y articulados: - **Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria** - **Programa de Manejo del Tránsito y Señalización**

GESTIÓN DE CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIAS	
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Normas IFC
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Cantidad de comunicaciones con partes interesadas vinculadas a la divulgación del Programa de Manejo del Tránsito. Cantidad de días de interrupción de vías de circulación asociadas al área de influencia del proyecto por actividades de construcción. Número de días o eventos en los que las actividades de pesca de pulpito fueron interrumpidas o afectadas las obras del proyecto. Cantidad de sanciones por parte de los organismos de control de tránsito. Índice de accidentes/ incidentes de coaliciones de vehículos vinculados al proyecto.

2.1.13 Medida C13 – Gestión Interferencias Navegación

GESTIÓN INTERFERENCIAS NAVEGACIÓN	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	- Interferencia en el tráfico normal de embarcaciones. - Interferencia con la actividad pesquera. - Interferencia con potenciales actividades acuáticas.
2. Acciones	Demanda de mano de obra, bienes y servicios. Movimiento de todo tipo de embarcaciones. Aproximación Costera Contingencias
3. Áreas de aplicación	Costa y Golfo San Matías Traza del ducto Puerto SAE
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Existe una potencial interferencia en el tráfico marítimo normal de embarcaciones, teniendo en cuenta que en el Golfo se desarrollan la pesca comercial y artesanal, y actividades turísticas y deportivas náuticas (avistaje de fauna marina, buceo, navegación, etc.). La circulación de embarcaciones en el área marítima podría tener impactos por potenciales colisiones y/o interferencias en la navegación y en actividades acuáticas. A tales fines se establece un **Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación**.
6. Bibliografía de referencia	Ley de Navegación (Ley 20.094) Ley de PNA (Ley 18.398) NAG 153
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC– SPCC - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Cumplimiento de aspectos formales. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control. Índice de accidentes/ incidentes de coaliciones de embarcaciones vinculadas al proyecto.

2.2 ETAPA OPERATIVA

2.2.1 Medida O1 – Seguimiento Ambiental de la Operación

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA OPERACIÓN	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la operación proyecto).
2. Acciones	Operación del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Area de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Para garantizar la efectiva implementación de las medidas y programas de prevención, correctivos, compensatorios y/o de control, destinados a minimizar los impactos significativos identificados durante la etapa operativa se deberá implementar, en el marco del proyecto FLNG GSM, un Programa **de Seguimiento Ambiental** de la Operación de acuerdo a los lineamientos establecidos en el PGA. En igual sentido, se deberán gestionar los permisos y habilitaciones necesarios para el desenvolvimiento del proyecto FLNG GSM en acuerdo con el marco legal vigente. La medida busca cumplir en tiempo y forma con todos los requerimientos ambientales. A tales efectos, se deberá adoptar un sistema que permita organizar y controlar el cumplimiento en forma dinámica de todas las gestiones, permisos requeridos, y aspectos formales / contractuales asociados al proyecto. Para esto se deberá implementar el **Programa de Gestión de Permisos y Habilitaciones** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. Para estructurar y organizar el proceso de verificación sistemático, periódico y documentado de las medidas de mitigación y programas de gestión se deberá llevar adelante un **Programa de Auditorías Ambientales** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	Ley Provincial M Nº 3266 / Decreto Provincial M Nº 656 NAG-153 Resolución SE 338/12 Resolución SE 951/15
7. Duración	Durante el periodo de operación.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE – PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento Trimestral / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos ambientales significativos. Cumplimiento de aspectos formales. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control

2.2.2 Medida O2 – Gestión Ambiental General de la Operación

GESTIÓN AMBIENTAL GENERAL DE LA OPERACIÓN	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de los impactos que podrían ser generados por las tareas típicas de operación).
2. Acciones	Operación del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Para llevar adelante una adecuada gestión ambiental y social durante la operación del proyecto, se deberá: - Desarrollar e implementar un **Programa de Capacitación al Personal** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. Las tareas a llevar a cabo requieren necesariamente contar con personal capacitado con la adecuada responsabilidad para con el ambiente y el medio social, pleno conocimiento de responsabilidades y derechos en materia de seguridad e higiene laboral y, respeto para con la comunidad involucrada. - Desarrollar e implementar el **Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos a Bordo** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA, cumpliendo con la legislación aplicable en la materia. Esto permitirá asegurar la correcta segregación, traslado y disposición final de los residuos y efluentes producidos en el marco del funcionamiento de las embarcaciones. - Implementar el **Programa de Manejo de Sustancias Peligrosas a Bordo** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA, para garantizar el adecuado manejo y acopio de combustible y sustancias peligrosas durante la operación a fin de minimizar los eventuales impactos ambientales que pudieran ocasionar.
6. Bibliografía de referencia	-
7. Duración	Durante el periodo de operación
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento Trimestral / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos ambientales significativos Cumplimiento de aspectos formales. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control

2.2.3 Medida O3 – Gestión de Agua de Enfriamiento

GESTIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración de la calidad físico-química de las aguas marinas Afectación comunidades biológicas
2. Acciones	Operación de las FLNG MKII y Hilli Episeyo Proceso de Licuefacción
3. Áreas de aplicación	Entorno cercano a la Unidad
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Varios procesos de las unidades FLNG MKII y Hilli Episeyo generan cantidades significativas de calor, el cual es disipado a través de intercambiadores de calor de cada buque alimentados por agua de mar. La demanda total de agua de enfriamiento se divide en varios sistemas, cada uno con su propia instalación de descarga. La máxima temperatura de descarga podrá alcanzar a lo sumo una diferencia de 7ºC con la temperatura a la cual se capta el agua. La guía del IFC (2017) sobre medio ambiente, salud y seguridad para las plantas de gas natural licuado (GNL) del Banco Mundial (IFC), determina que el agua fría o de refrigeración se descargará en las aguas superficiales en una ubicación que facilite al máximo la mezcla y enfriamiento de la columna de agua térmica para garantizar que la temperatura no supere en 3°C la temperatura ambiente en el perímetro de la zona de mezcla. Al respecto, **los resultados de la modelación realizada en el marco del presente EIA permitieron comprobar el cumplimiento de esta condición en todos los escenarios considerados.** Es tal sentido, se deberá monitorear la temperatura de vuelco del efluente. Para esto la unidad cuenta con un sistema de monitoreo por un sistema de alarma. En caso de ser superados los 7° se activarán dos enfriadores centrales y dos bombas principales de refrigeración de agua de mar en servicio. Adicionalmente se deberán monitorear las temperaturas en las inmediaciones de la unidad. Para esto se deberá desarrollar e implementar el **Programa de Monitoreo de las Plumas de Temperatura y Salinidad**, siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. Además, debido a la desinfección, se realizará una electrólisis para la producción de cloro, el cual se origina en las moléculas de sal del agua oceánica. Este compuesto estará presente en el agua de vertido junto con subproductos como el hipoclorito, aunque se considera que estos no determinan una afectación del agua marina ni sus ecosistemas, teniendo en cuenta que se disocian rápidamente al entrar en contacto con el agua de mar. La concentración de cloro libre en las descargas de agua de enfriamiento debe mantenerse por debajo de 0,2 partes por millón (ppm), y deberá ser muestreada en el punto de descarga (IFC, 2017). No obstante, se deberá desarrollar e implementar el **Programa de Monitoreo de Calidad de Agua**, siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	IFC (2017)

GESTIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	
7. Duración	Durante el periodo de operación
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE – PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento Mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos ambientales significativos

2.2.4 Medida O4 – Gestión de Emisiones Gaseosas

GESTIÓN DE EMISIONES GASEOSAS	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Modificación de la calidad físico-química del aire
2. Acciones	Operación las FLNG MKII y Hilli Episeyo Despacho de GNL Operaciones de Apoyo de los buques
3. Áreas de aplicación	Entorno cercano a la Unidad
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Durante la operación de las unidades FLNG MKII y Hilli Episeyo, la principal contribución de emisiones será la combustión de gas en los equipos de generación de energía y los motores de los compresores, que generan energía eléctrica y mecánica en las facilidades de ambos buques. La quema durante el venting también es una fuente de emisiones, aunque es un evento de corta duración. La combustión regular de GNL en los motores y de diésel marino (en condiciones operativas no normales o de emergencia) resultarán en emisiones de partículas, óxidos de nitrógeno (NOX) y dióxido de azufre (SO2), así como en gases de efecto invernadero, específicamente dióxido de carbono (CO2) y metano (CH4). También se emiten COVs. Como parte del presente EIA se analizaron las concentraciones máximas modeladas de CO, SO2, NOx, PM10. Los resultados obtenidos dan cuenta que, para todos los compuestos analizados, las concentraciones ambientales resultan en todos los casos muy inferiores a las normas de calidad tomados como referencia. No obstante, estos resultados, se deberá implementar un **Programa de Monitoreo de Calidad de Aire**, siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. Los buques deberán cumplir con el Anexo VI de MARPOL, el cual limita contaminantes de escape incluidos SOx, NOx, MP. Se prohíbe las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono. Se deberá cumplir con lo definido en el Anexo VI respecto a la incineración a bordo y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV). Los conductos de evacuación de efluentes gaseosos a la atmósfera exterior, provengan o no de sistemas de tratamiento, deberán ser diseñados de forma tal que permitan una óptima dispersión del efluente, contar con orificio/s de toma de muestra según corresponda y con medios de fácil acceso y sujeción seguro. Se deberá cumplir con la Disposición UR 9 23/2012 de PNA que aprueba las “Normas para prevenir la Contaminación Atmosférica proveniente de los Buques” donde se establecen lineamientos respecto a las emisiones de NOX y el combustible utilizado. Se deberá gestionar con PNA el Certificado de Prevención de la Contaminación Atmosférica. Los buques deberán contar con el cálculo del índice de eficiencia energética y deberán informar su indicador de intensidad de carbono (CII) operacional anual obtenido y de su calificación, según lo establecido en las enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL (2022). De esta manera, los buques deberán asumir el compromiso de mejorar su desempeño ambiental y avanzar hacia la descarbonización del sector.

GESTIÓN DE EMISIONES GASEOSAS	
6. Bibliografía de referencia	Ley 20.284: Normas de Calidad del Aire: Anexo II.
7. Duración	Durante el periodo de operación
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE – PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento trimestral / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos ambientales significativos

2.2.5 Medida O5 – Gestión de la Megafauna Marina y Costera

GESTIÓN DE LA MEGAFAUNA MARINA Y COSTERA	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación a tortugas marinas, aves marinas y costeras y mamíferos marianos
2. Acciones	Operación de las FLNG MKII y Hilli Episeyo Despacho de GNL Operaciones de Apoyo
3. Áreas de aplicación	Entorno cercano a la Unidad
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	Se deberá: - Implementación del **Programa de Manejo y Protección de Megafauna Marina y Costera**, siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA. - Se deberá llevar adelante el monitoreo de fauna de acuerdo con el **Programa de Monitoreo de Megafauna Marina y Costera** siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	NAG 153
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento trimestral / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de alteración de riqueza y diversidad de fauna observada en inmediaciones de obra

2.2.6 Medida O6 – Monitoreo Ambiental

MONITOREO AMBIENTAL	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación del Medio Natural
2. Acciones	Operación del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Area de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Control
5. Descripción técnica	Se deberá monitorear la implementación de las medidas de mitigación definidas para la etapa operativa del Proyecto GSM y de las FLNG MKII y Hilli Episeyo, asociadas a la minimización, prevención, corrección o compensación de los potenciales impactos ambientales negativos identificados. También resultará importante contar con un plan de monitoreo que permita realizar el análisis del contraste entre lo estimado previamente y lo posteriormente acontecido, de manera de aportar herramientas a los procesos de evaluación ambiental y permitir un manejo adaptativo de las medidas de gestión propuestas e implementadas. En el proceso de predicción de los impactos existen limitaciones al realizar estimaciones precisas sobre los escenarios futuros donde concurren distintas variables que pueden ser, incluso, extrínsecas al propio proyecto. En general, estas incertidumbres se trasladan a las evaluaciones ambientales previas en predicciones muy conservadoras y que luego podrían no verificarse. En este marco se deberá implementar un **Plan de Monitoreo** (siguiendo los lineamientos establecidos en el PGA) el cual permita desarrollar las diferentes tareas sistemáticamente, con el fin de verificar el cumplimiento de las obligaciones y la eficacia de las medidas de control y de manejo implementadas. Se deberá implementar el Plan de Monitoreo el cual debe abarcar los siguiente Programas: • **Programa de monitoreo ruidos** • **Programa de calidad de aire** • **Programa de monitoreo de las plumas de temperatura y salinidad** • **Programa de monitoreo de calidad de agua** • **Programa de monitoreo de comunidades planctónicas, bentónica e ícticas** • **Programa de monitoreo de megafauna marina y costera**
6. Bibliografía de referencia	-
7. Duración	Durante el periodo de operación
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Ver PGA – **Plan de Monitoreo Ambiental**
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de Impactos Ambientales Significativos

2.2.7 Medida O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales

GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración de la calidad físico-química de aire, agua y sedimento Afectación comunidades biológicas Afectación áreas de importancia para la conservación
2. Acciones	Contingencias
3. Áreas de aplicación	Area de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	La Resolución SE 338/12 (Condiciones para la localización de la Terminal Portuaria destinada a operaciones de Gas Natural Licuado y requerimientos de protección ambiental) y la Resolución SE 951/15 (Reglamento técnico para el transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos por ductos submarinos y las normas de protección ambiental aplicables a ductos submarinos que transportan hidrocarburos líquidos y gaseosos) establecen la necesidad de desarrollar Análisis de Riesgos. En este marco SOUTHERN ENERGY S.A. deberá desarrollar y presentar ante la Secretaría de Energía un análisis HAZID – HAZOP en donde se identificarán escenarios de riesgo y se definirán medidas de mitigación a implementar. Se deberá desarrollar un **Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias** a implementar durante la etapa operativa, el que deberá contar con información adecuada para el manejo de los distintos eventos y sus afectaciones en caso de ocurrir. Es importante mencionar que la implementación adecuada de todos los programas formulados en obra favorecerá la disminución del riesgo de ocurrencia de este tipo de eventos. A priori se consideran los siguientes eventos: • Accidentes vehiculares • Accidentes laborales • Incendios • Fuga de gas natural desde el gasoducto terrestre • Derrames de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas • Evacuación de heridos • Hombre al agua • Colisión de embarcaciones • Fuga de gas natural desde el gasoducto subacuático • Derrame de GNL al agua A tales efectos se deberá tener en cuenta el **Plan de Contingencia** (ver PGA). El éxito de la implementación de las medidas dependerá de la preparación del personal para lo cual se deberá contar con un **Programa de Capacitación al Personal** (ver PGA).
6. Bibliografía de referencia	Resolución SE 338/12 - Resolución SE 951/15 Ley Nacional 27.287
7. Duración	Durante el período de operación.

GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES	
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SE
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento trimestral / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Respuesta durante simulacros. Ausencia de impactos ambientales significativos.

2.2.8 Medida O8 – Gestión Social

GESTIÓN SOCIAL	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la operación del proyecto).
2. Acciones	Operación del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva, Correctora y Compensatoria.
5. Descripción técnica	La Medida se encuentra integrada con diversos programas que cubren de manera integral y acabada las problemáticas sociales identificadas como consecuencia de la operación del Proyecto. Entre las que se encuentran las posibles afectaciones negativas en la circulación y movilidad, a la salud y seguridad de la comunidad y de trabajadores/as. Se destaca como principal demanda de las partes interesadas hacia el proyecto instancias de comunicación y participación, así como también el debido monitoreo de los impactos ambientales con acceso a la información de los resultados para diferentes sectores de la sociedad civil y/o instituciones públicas de investigación. Asimismo, esta Medida busca potenciar los posibles impactos positivos en la economía local y regional, así como en el fortalecimiento institucional y la participación de la comunidad. Para minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos, la empresa y contratistas implementarán en su organización los siguientes aspectos de gestión social: **Plan de Gestión Social.** Este plan implica abordar sistemáticamente la diversidad y complejidad de aspectos sociales vinculados a la implementación del Proyecto y a la asignación de un responsable en la Gestión Social para tales fines. Dentro de sus tareas se encuentran la implementación y el monitoreo de los siguientes Programas: - **Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria** - **Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad** - **Programa de Acción de Género** - **Programa de Seguridad e Higiene Laboral** - **Programa de Contratación de Mano de Obra Local** - **Programa de Contratación de Servicios y Desarrollo de Proveedores Locales** - **Programa Integral de Protección a Pulperos y Restauración de Servicios Ecosistémicos** Asimismo, la Gestión Social se vincula especialmente con el **Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias**.
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Normas IFC
7. Duración	Durante el periodo de operación.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC

GESTIÓN SOCIAL	
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos sociales significativos. Cumplimiento de aspectos formales. No interrupción del avance de las obras por planteos judiciales / amparos. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control. Cantidad de denuncias por violencia y/o discriminación por razones de género vinculada al personal del proyecto. Porcentaje de población local empleada directamente por el proyecto y cantidad de prestadores de servicios locales contratados en la cadena de suministros. Número de accidentes con víctimas fatales o lesionados de vehículos y maquinarias asociadas al proyecto Número de incidentes con miembros de la comunidad o actores resueltos satisfactoriamente. Registro de Partes involucradas en Simulacros frente a eventos contingentes (que apliquen)

2.2.9 Medida O9 – Comunicación y Participación

COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la operación del proyecto).
2. Acciones	Operación del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctora
5. Descripción técnica	El derecho de la población a estar debidamente informada garantizando su participación debe sostenerse durante todo el ciclo del Proyecto FLNG GSM. Las tareas previstas para satisfacer tal objetivo deben planificarse y diseñarse a detalle previamente a cualquier movilización de equipo a la zona. En este sentido, se ha considerado pertinente que las tareas de comunicación se realicen en el marco del **Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria** el que deberá seguir los lineamientos establecidos en el PGA.
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Normas IFC
7. Duración	Durante el periodo de operación.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Porcentaje de partes interesadas del total identificado que participaron en las actividades del plan. Porcentaje de inquietudes, quejas o sugerencias resueltas o atendidas de manera satisfactoria. Número de comunicaciones o actualizaciones proporcionadas a la comunidad sobre el avance/ etapas del proyecto.

2.2.10 Medida O10 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral

GESTIÓN DE MANO DE OBRA, SALUD Y SEGURIDAD LABORAL	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación sobre la Salud y Seguridad Laboral Afectación sobre la Seguridad Patrimonial Incremento de la violencia y/o discriminación por razones de Género Oposición al Proyecto por expectativas no cumplidas en la contratación de mano de obra y servicios locales (Opinión Pública) Afectación a la Actividad Ganadera Maximizar beneficios en la Economía Local y Regional Maximizar beneficios en el Mercado de Trabajo
2. Acciones	Operación del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	Con el objetivo de realizar una adecuada gestión de la mano de obra, salud y la seguridad laboral durante la operación del Proyecto, se deberán desarrollar los siguientes Programas: **- Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad** - **Programa de Capacitación para el Personal** - **Programa de Seguridad e Higiene Laboral** Además, debido a que se recomienda la contratación de bienes y servicios a nivel local y/o regional (en caso de que los mismos no se encuentren localmente) para maximizar los impactos positivos desprendidos del proyecto en la esfera local y regional (Economía Local y Economía Regional), minimizar impactos negativos sobre la opinión pública y con relación a potenciales situaciones de inequidad económica y/o acceso desigual a oportunidades de trabajo o negocio se proponen los siguientes Programas: **- Programa de Contratación de Mano de Obra Local** **- Programa de Contratación de Servicios y Desarrollo de Proveedores Locales** **- Programa de Acción de Género** Se deben seguir los lineamientos de estos programas según lo establecido en el PGA
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Normas IFC OHSAS 18001, ISO 45001
7. Duración	Durante el periodo de operación.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales

GESTIÓN DE MANO DE OBRA, SALUD Y SEGURIDAD LABORAL	
10. Indicadores de efectividad	Porcentaje de capacitaciones realizadas al personal en estas temáticas Número de denuncias, quejas y reclamos recibidos por conducta inapropiada del personal Cantidad de sanciones y/o medidas tomadas por conducta inapropiada del personal Cantidad de denuncias por violencia y/o discriminación por razones de género vinculada al personal del proyecto. Evaluación del cumplimiento con normas internacionales (OHSAS 18001, ISO 45001) en seguridad y salud laboral. Gravedad de los accidentes laborales medidos. Tasa total de incidentes reportables registrados en informes de seguridad. Cantidad de mano de obra local contratada en relación con el total de empleados/as. Porcentajes de mujeres y hombres contratados en el proyecto para asegurar una distribución equitativa de oportunidades laborales. Número de incidentes de vandalismo reportados por mes o por trimestre en el área de influencia del proyecto. Número de incidentes reportados y registrados sobre la seguridad patrimonial registrados en el área de proyecto por mes o trimestre (robos de ganado, rotura de infraestructura productiva ganadera o de vivienda rural, intrusiones a la Planta Compresora de TGS-SAO). Número de incidentes de caza furtiva detectados o denunciados en la zona del proyecto.

2.2.11 Medida O11 – Gestión de Circulación de Vehículos y Maquinarias

GESTIÓN DE CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIAS	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Afectación de la Circulación y Movilidad Afectación sobre la Salud y Seguridad Laboral Afectación sobre la Salud y Seguridad de la Comunidad
2. Acciones	Mantenimiento del gasoducto Contingencias
3. Áreas de aplicación	Área de Influencia Social del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva y Correctiva
5. Descripción técnica	La circulación y operación de vehículos vinculados a la operación pueden generar ciertas interferencias sobre la circulación vial. En el caso de las contingencias, si bien se trata de eventos de poca probabilidad de ocurrencia y acotados en el tiempo, pueden ocasionar impactos sobre la circulación local, afectando la visibilidad de las vías de circulación por humo o polvo, o por un aumento de la circulación para la asistencia de la contingencia, etc. Para evitar y minimizar tales afectaciones todos los vehículos y maquinarias asociados a la etapa operativa deberán estar en óptimas condiciones y someterse a mantenimientos periódicos. Los sitios de mayor sensibilidad serán. Por tierra, el acceso al campo (RN3) y la RN A025 en el sector de las inmediaciones del ingreso/ egreso al puerto de San Antonio Este (SAE) el incremento del tránsito por el movimiento de personal en época estival aumenta el riesgo de la salud y seguridad de la comunidad y del personal vinculado al proyecto. Asimismo, se podrá ver un incremento de la circulación por traslado de mano de obra y bienes y servicios en la RP2 de acceso a Las Grutas. Las medidas preventivas y mitigatorias se estructurarán en dos planes complementarios y articulados: ▪ **Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria** ▪ **Programa de Manejo del Tránsito y Señalización**
6. Bibliografía de referencia	NAG 153 Normas IFC
7. Duración	Durante el periodo de operación.
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS - SPCC
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Cantidad de comunicaciones con partes interesadas vinculadas a la divulgación del Programa de Manejo del Tránsito. Cantidad de días de interrupción de vías de circulación asociadas al área de influencia del proyecto por actividades operativas. Cantidad de sanciones de los organismos de control de tránsito. Índice de accidentes/ incidentes de coaliciones de vehículos vinculados al proyecto.

2.2.12 Medida O12 – Gestión Interferencias Navegación

GESTIÓN INTERFERENCIAS NAVEGACIÓN	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Interferencia en el tráfico normal de embarcaciones. Interferencia con la actividad pesquera. Interferencia con potenciales actividades acuáticas.
2. Acciones	Operaciones de apoyo Contingencias
3. Áreas de aplicación	Entorno cercano a las FLNG MKII y Hilli Episeyo Puerto SAE Golfo San Matías
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	La circulación de embarcaciones relacionadas con operaciones de apoyo y/o contingencias en el área marítima podría tener impactos por potenciales colisiones y/o interferencias en la navegación y en actividades acuáticas. A tales fines se establece un **Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación**.
6. Bibliografía de referencia	Ley de Navegación (Ley 20.094) Ley de PNA (Ley 18.398) NAG 153
7. Duración	Durante el periodo de obra.
8. Organismos de referencia	SACC– SPCC - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Seguimiento mensual / Auditorias Anuales
10. Indicadores de efectividad	Cumplimiento de aspectos formales. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control Índice de accidentes/ incidentes de coaliciones de embarcaciones vinculadas a la operación del proyecto

2.3 CIERRE Y ABANDONO

2.3.1 Medida A1 – Cierre y Abandono de Instalaciones

CIERRE Y ABANDONO DE INSTALACIONES	
1. Impacto(s) a corregir o prevenir o compensar	Alteración del ambiente natural y social (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por el abandono del proyecto).
2. Acciones	Abandono del Proyecto FLNG GSM
3. Áreas de aplicación	Area de Influencia del Proyecto FLNG GSM
4. Tipo	Preventiva, Correctiva y Control
5. Descripción técnica	La vida útil del Proyecto FLNG GSM es de 20 años, durante los cuales las FLNG MKII y Hilli Episeyo se encontrarán ancladas en el Golfo San Matías, produciendo GNL a partir del gas natural (proceso de licuefacción). Esta estimación dependerá de las condiciones de operación y mantenimiento. El abandono de las instalaciones se da al terminar la vida útil del proyecto y quedar el mismo fuera de operación permanente. En este caso, se deberá definir el Plan de Abandono siguiendo los lineamientos establecidos en el **Programa de Abandono o Retiro** que se presenta en el PGA. Serán aplicables durante esta etapa las medidas definidas para la construcción del proyecto ya que el abandono implicará tareas similares.
6. Bibliografía de referencia	Ley Provincial M Nº 3266 / Decreto Provincial M Nº 656 NAG-153 Resolución SE 338/12 Resolución SE 951/15
7. Duración	Período de abandono
8. Organismos de referencia	SACC – ENARGAS – SE – Municipio - PNA
9. Periodicidad de fiscalización	Período de abandono
10. Indicadores de efectividad	Ausencia de impactos ambientales significativos. Cumplimiento de aspectos formales. Inexistencias de sanciones por parte de los organismos de control

3. LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental, se presentan los lineamientos generales del Plan de Gestión Ambiental (PGA), que establece las bases para la adecuada protección del ambiente durante las distintas etapas del proyecto.

Este plan deberá ser desarrollado en detalle por la empresa CONTRATISTA y por SOUTHERN ENERGY S.A., quienes serán responsables de ajustarlo a las particularidades de cada etapa.

Además de cumplir con los lineamientos propuestos en este EIA, el PGA deberá adaptarse a las normativas y dictámenes emitidos por las autoridades de aplicación que surjan del proceso de evaluación ambiental, así como a las modificaciones y ajustes que puedan surgir en el transcurso del desarrollo del proyecto.

El Plan de Gestión Ambiental deberá ser dinámico, es decir, se deberán actualizar sus contenidos a fin de mejorar el desempeño ambiental. La revisión del Programa de Gestión Ambiental deberá efectuarse con una frecuencia no menor a una cada tres años. En esa revisión, se deberán evaluar los objetivos logrados y fijar las metas por alcanzar.

El plan ha sido divido en 4 secciones principales:

- Plan de Protección Ambiental (PPA)
- Plan de Monitoreo Ambiental (PMA)
- Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias (PPRE)
- Plan de Gestión Social (PGS)

Los lineamientos incluidos abarcan la etapa constructiva y la etapa de funcionamiento (y eventualmente de abandono) del proyecto. De este modo, el mismo se integra por programas aplicables exclusivamente a una u otra etapa y por programas comunes a ambas, como es el caso por ejemplo del Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Gaseosos, etc.

Los mismos deberán ejecutarse en el marco de la gestión ambiental adaptativa, en un proceso sistemático e iterativo de revisión y mejora continua.

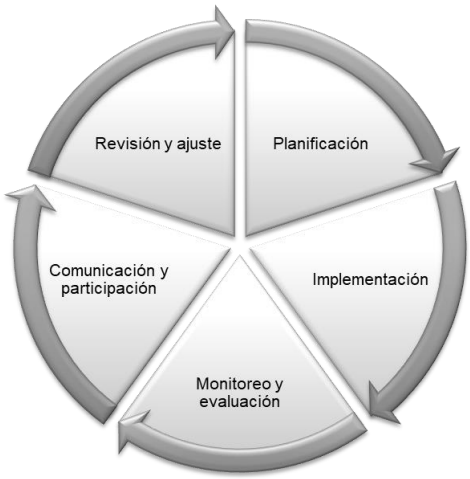


Figura 1. Esquema de Gestión Adaptativa y Mejora Continua en el PGA.

Tanto los Programas como la Organización que aquí se presenta no son de carácter taxativo, pudiendo tanto la CONTRATISTA como SOUTHERN ENERGY S.A. adaptar los contenidos y lineamientos aquí desarrollados a una estructura propia.

3.1 PLAN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (PPA)

El Objetivo de este plan es la minimización, prevención, corrección o compensación de los potenciales impactos ambientales negativos identificados.

Se encuentra compuesto por los siguientes programas:

- Programa de seguimiento ambiental
- Programa de gestión de permisos y habilitaciones
- Programa de capacitación para el personal
- Programa de manejo de residuos y efluentes líquidos a bordo
- Programa de mantenimiento y control de vehículos, embarcaciones, equipos y maquinaria
- Programa de manejo de sustancias peligrosas a bordo
- Programa de transporte, almacenamiento, manejo y uso de explosivos
- Programa de manejo y protección de la megafauna marina y costera
- Programa de auditorías ambientales
- Programa de abandono de instalaciones

3.1.1 Programa de Seguimiento Ambiental

3.1.1.1 Objetivo

El Programa de Seguimiento del Ambiental tiene como principal objetivo garantizar la efectiva implementación de las medidas y programas de prevención, correctivos, compensatorios y/o de control, destinados a minimizar los impactos significativos identificados durante la etapa constructiva, operativa y de abandono del Proyecto FLNG GSM en Rio Negro.

Los objetivos específicos del programa son los siguientes:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas de mitigación previstas.
- Comprobar la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y/o compensatorias establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los ajustes o adaptaciones necesarios.
- Detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Elaboración de Informes de Seguimiento.

3.1.1.2 Responsables

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la CONTRATISTA. SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que las mismas cumplan con la correcta implementación del programa.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.1.1.3 Procedimiento

Para el adecuado cumplimiento de los designios de este programa, el cual aplica de manera trasversal a todas las Medidas de Mitigación y Programas de Gestión, se considera necesaria la definición de los responsables.

Para la etapa constructiva del proyecto, la CONTRATISTA deberá designar un/una **Representante Técnico y/o Representante Legal de la Obra** quien será el responsable del desarrollo de la misma. Por ser responsable de la obra deberá cumplir y hacer cumplir los requerimientos del Plan de Gestión Ambiental, teniendo en cuenta las tareas que se desarrollan, las medidas preventivas y de mitigación en función de los peligros existentes, vigilando el cumplimiento de todo el personal a su cargo directo y subcontratado, así como, posibles externos.

Asimismo, la CONTRATISTA deberá designar una persona física como **Responsable Ambiental (RA)** especializado/a en Gestión Ambiental de Obras de magnitud similar a la presente. El/la mismo/a será el/la encargado/a de coordinar la gestión ambiental y supervisar la de los Subcontratistas así como la implementación del Plan de Gestión Ambiental. También, será responsable de supervisar las tareas de mediciones, monitoreos y estudios especiales. Será el/la encargado/a de proponer las medidas correctivas necesarias en caso de detectar desvíos. Deberá asesorar en relación a las mejores prácticas ambientales a aplicar en situaciones derivadas de la obra.

El/la Responsable Ambiental deberá estar en permanente contacto con SOUTHERN ENERGY S.A., encargado de verificar que se cumpla con todas las medidas de protección y recomendaciones destinadas a eliminar o mitigar posibles impactos negativos en el medio ambiente y aquellas destinadas a potenciar los impactos positivos, haciendo cumplir las especificaciones técnicas y socioambientales.

En igual sentido, durante la operación, la SOUTHERN ENERGY S.A. deberá designar una persona física como **Responsable Ambiental** del proyecto.

Se recomienda designar una persona física como **Responsable del Plan de Gestión Social (PGS)** especializado/a en gestión de aspectos sociales y relacionamiento con la comunidad, desde la etapa preparatoria del inicio de la ejecución de la construcción. El/la Responsable del PGS actuará como interlocutor/a en todos los aspectos sociales entre SOUTHERN ENERGY S.A. y los actores sociales del área de afectación directa y deberá garantizar la correcta ejecución del Plan de Gestión Social.

Tanto para la construcción como para la operación la CONTRATISTA/OPERADORA deberá también designar una persona física como **Responsable en Seguridad e Higiene** especializada en Gestión de Obras de magnitud similar a la presente. El/la mismo será encargado de las tareas asociadas con la seguridad del personal y el ambiente laboral complementado las tareas llevadas adelante por el/la Responsable en Gestión Ambiental.

El/la **Responsable Ambiental** (o el personal a su cargo) inspeccionará la obra/operación regularmente para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación y programas definidos. Para su seguimiento se confeccionarán listas de chequeo organizadas según las actividades del proyecto que permitan evaluar, en función de los indicadores pertinentes, la efectividad de las medidas implementadas para mitigar los impactos negativos y proponer los cambios necesarios cuando lo considere oportuno.

Las tareas de control permanente se deberán realizar mediante la utilización de una serie de planillas de control, las cuales incorporarán todas las medidas propuestas para cada uno de los programas desarrollados para cada fase del proyecto. Estas deberán ser completadas por el **Responsable Ambiental** o algún miembro de su equipo.

En base a la utilización de todos estos documentos, se espera lograr la efectiva verificación de la implementación de las medidas y programas propuestos, así como el correcto registro de las mismas de forma tal de facilitar el seguimiento de su implementación.

Adicionalmente, el/la **Responsable Ambiental** deberá elaborar informes de seguimiento, informando el avance y registrando el modo de implementación de las medidas y programas. Estos informes incluirán las observaciones realizadas, las novedades, las recomendaciones y la eficacia de las medidas aplicadas.

Los mismos deberán estar a disposición de las autoridades de aplicación que los soliciten.

Se sugiere que los informes de seguimiento tengan una frecuencia mensual durante la etapa constructiva. Luego, durante la operación, los informes pueden ser trimestrales.

3.1.2 Programa de Gestión de Permisos y Habilitaciones

3.1.2.1 Objetivo

El objetivo del programa es gestionar los permisos y habilitaciones necesarios para el desenvolvimiento del Proyecto FLNG GSM, en acuerdo con el marco legal vigente.

3.1.2.2 Responsables

SOUTHERN ENERGY S.A será la responsable de gestionar permisos y habilitaciones previos a la etapa licitatoria del proyecto, siendo la promotora del mismo.

El programa será luego aplicable a las acciones llevadas adelante por la CONTRATISTA en relación a la etapa de construcción, siendo SOUTHERN ENERGY S.A la encargada de verificar la correcta implementación del programa.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A responsable de aplicar el programa.

3.1.2.3 Procedimiento

Se deberán obtener los permisos y habilitaciones ambientales y los permisos de utilización, aprovechamiento o afectación de los recursos correspondientes.

Por otra parte, se deberá:

- Realizar la gestión de los permisos y autorizaciones que no aparecen en el listado del Plan de Gestión Ambiental y que fueran requeridos por parte de las Autoridades de Aplicación.
- Mantener en vigencia los respectivos permisos y autorizaciones otorgados.
- Informar a las Autoridades de Aplicación de los permisos obtenidos, gestiones y actividades desarrolladas, resultados de inspecciones y/u observaciones efectuadas por el organismo otorgante del permiso.
- Guardar registro de cada autorización y permiso obtenido, gestiones y actividades desarrolladas, resultados de inspecciones y/u observaciones efectuadas por el organismo otorgante del permiso.
- En caso de que el permiso deba ser gestionado por una Subcontratista, la CONTRATISTA/ SOUTHERN ENERGY S.A será responsable de constatar la existencia del mismo, siendo aplicables las consideraciones anteriormente realizadas.

En particular en lo que refiere a las operaciones de los Buques Metaneros, las unidades FLNG MKII y Hilli Episeyo y las embarcaciones de apoyo[1], estas quedarán sujetas a las exigencias de la Ley de la Navegación (Ley 20.094) y las reglamentaciones marítimas dictadas en su consecuencia, cuya fiscalización se encuentra bajo la órbita de la PNA. Esta autoridad, con capacidad técnica exclusiva en materia específica de operatorias de buques en aguas jurisdiccionales, ha incorporado normas internacionales en el plexo del REGINAVE de aplicación al caso, y otras disposiciones emanadas de su autoridad sobre toda embarcación flotante.

Se deberá controlar el cumplimiento de los requisitos y las exigencias formales de los Buques Metaneros y las unidades FLNG MKII y Hilli Episeyo conforme la normativa aplicable a la materia.

SOUTHERN ENERGY S.A. deberá fiscalizar el cumplimiento de estos requisitos y exigencias, tanto para los Buques Metaneros como de las unidades FLNG MKII y Hilli Episeyo, verificando la existencia de certificados, documentos formales y autorizaciones pertinentes.

Se deberá mantener un registro actualizado que documente el efectivo cumplimiento de las normas asociadas a las actividades de los Buques Metaneros y ambas unidades FLNG.

Es importante señalar que el presente listado debe ser actualizado conforme la actualización de la normativa aplicable.

3.1.3 Programa de Capacitación para el Personal

3.1.3.1 Objetivo

Las tareas a llevar a cabo requieren necesariamente contar con personal capacitado a fin de llevar adelante el Plan de Gestión Ambiental con la adecuada responsabilidad para con el ambiente y el medio social, pleno conocimiento de responsabilidades y derechos en materia de seguridad e higiene laboral y, respeto para con la comunidad involucrada.

Así, el objetivo es capacitar a todo el personal de obra y operación sobre cuestiones ambientales, sociales, seguridad e higiene y relaciones con la comunidad para garantizar una adecuada gestión ambiental del Proyecto FLNG GSM, segura, y de respeto para con los potenciales afectados y/o interesados en el proyecto.

3.1.3.2 Responsables

Este programa es responsabilidad de la CONTRATISTA durante la Etapa Constructiva, SOUTHERN ENERGY S.A deberá corroborar la correcta implementación del mismo.

Durante la operación y abandono SOUTHERN ENERGY S.A. será el responsable de llevar adelante el programa.

Dependiente del tema en particular, la capacitación será liderada por el Responsable Ambiental, el Responsable Social y el Responsable en Seguridad e Higiene.

También se deberá considerar la participación de especialistas en cuestiones en comunidades acuáticas, megafauna marina y costera entre otros en el caso de las capacitaciones puntales sobre tales temáticas previstas.

[1] Entre los que se encuentran el buque de apoyo PSV (Dynamic Positioning Navigation System Type DP2) de cada FLNG; los remolcadores que asistirán a los buques metaneros y las FLNG; y las lanchas de traslado de insumos y personal.

3.1.3.3 Procedimientos

Se recomienda que para organizar las actividades y materiales de capacitación se categorice a los empleados y trabajadores de acuerdo con su nivel dentro de la empresa en por lo menos tres grupos: trabajadores sin calificación, trabajadores de nivel medio, trabajadores de nivel superior. De esta manera, se podrán adaptar con mayor facilidad los contenidos, los procedimientos y el lenguaje, a las características y necesidades de cada una de las poblaciones-meta.

A continuación, se menciona los principales temas de capacitación que deberán formar parte del proceso de inducción del personal.

Tabla 1. Principales temas de capacitación.

Módulo	Temáticas
Proyecto y capacitaciones en general	Introducción a la obra/proyecto, características principales y particulares constructivas y operacionales. Nociones básicas y generales sobre ambiente, seguridad e higiene y relaciones con la comunidad. Proceso de capacitaciones.
Gestión Ambiental	Principales impactos ambientales identificados en relación al Proyecto FLNG GSM y medidas de mitigación y programas del PGA a implementar. La importancia del mismo y responsabilidad de cada trabajador en su ejecución. Gestión de Residuos, Emisiones y Efluentes Uso eficiente del agua y energía Mantenimiento y limpieza de frentes de obra / operación Manejo responsable de vehículo, equipos y maquinarias para minimización de ruidos, vibraciones, emisiones Carga y descarga de materiales en sitios adecuados, etc. Manejo de sustancias contaminantes-peligrosas Manejo de explosivos Procedimientos para evitar la contaminación de sedimentos y agua Etc.
Seguridad e Higiene	Normas de seguridad e higiene vigentes Normas viales vigentes EPP Prevención de riesgos, manejo de contingencias y emergencias Medicina preventiva y del trabajo Higiene y seguridad industrial Primeros auxilios Colocación de vallados, señalizaciones Manejo defensivo Etc.
Relaciones con la Comunidad	Pautas de buenas conductas, respeto a la población rural y local y al compañero/a Cuestiones de género

Módulo	Temáticas
Cuidado aspectos biológicos	Protección de la fauna local Identificación de especies protegidas y planes para evitar su impacto Procedimientos de rescate y relocalización de fauna
Arqueología y paleontología	Reconocimiento de indicios de restos fósiles o artefactos arqueológicos (cerámicas, herramientas líticas, huesos, etc.). Identificación de áreas con mayor probabilidad de contener restos arqueológicos o fósiles, basadas en los trabajos de Línea de Base. Procedimientos a seguir en caso de hallazgos fortuitos durante la excavación o movimientos de tierra.

El programa deberá contar con un cronograma de capacitaciones, seguimiento y registro (de acuerdo a lo definido en el **Programa de Seguimiento Ambiental**), asimismo debe ser evaluado periódicamente con el fin de detectar el nivel de efectividad, de éxito o de fracaso de este, permitiendo realizar los ajustes que se consideren necesarios.

Se recomienda que tanto la CONTRATISTA como SOUTHERN ENERGY S.A. implementen un **Código de Conducta** vinculante para todos sus empleados directos e indirectos, con el objetivo de asegurar vínculos respetuosos y armónicos entre la población local y los trabajadores; así como la creación y mantención de un ambiente de trabajo libre de discriminación y/o violencia por razones de género, identidad de género, orientación sexual, identidad cultural o religión. El mismo podría ser trabajado y firmado en su primera inducción.

Se realizarán reuniones de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente cumplimentando la legislación y normas vigentes, con el fin de revisar los aspectos medioambientales de la obra/proyecto y detectar posibles desviaciones o fallas y reforzar o afianzar conocimientos relacionados con la materia. Las reuniones quedarán documentadas.

3.1.4 Programa de Manejo del Tránsito y Señalización

3.1.4.1 Objetivo

El objetivo del programa es la implementación de medidas de prevención y control de impactos producto de la circulación de vehículos y maquinarias durante la etapa de construcción, operación y abandono del Proyecto FLNG GSM.

3.1.4.2 Responsable

Este programa es aplicable a todas las actividades de tránsito y circulación de vehículos y maquinaras en los diferentes frentes de obra y obrador durante las tareas de construcción y durante la operación y abandono.

La CONTRATISTA debe cumplir este programa y además verificar el cumplimiento de este por parte de sus Subcontratistas. SOUTHERN ENERGY S.A. será responsable de controlar la correcta implementación del programa durante la etapa de construcción.

SOUTHERN ENERGY S.A. será la responsable de la aplicación del presente programa durante la vida útil del proyecto y en la fase de abandono.

3.1.4.3 Procedimiento

Regular y ordenar la circulación vial en las zonas de obra, considerando el manejo de los vehículos y maquinarias asociados a la misma y el de espacios públicos afectados con el fin de evitar accidentes, minimizar las molestias a la población circundante (limitada en el caso del área de estudio) y prevenir el deterioro de la infraestructura vial existente.

Todos los conductores deberán respetar las normas viales vigentes y ser instruidos sobre las mismas en el marco del **Programa de Capacitación al Personal**.

Todos los vehículos involucrados deberán tener la documentación exigida por normativa en regla. Se deberá realizar un mantenimiento periódico de los mismos y deberá llevarse registro de mantenimiento según el **Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Equipos y Maquinaria**.

Asimismo, debe considerarse para el traslado de maquinaria o vehículos especiales (con cargas que superen los límites previstos o la circulación de vehículos que excedan las dimensiones máximas permitidas en la normativa), la obligatoriedad de obtener una autorización especial otorgada por la Autoridad de Aplicación (Vialidad Provincial/Nacional) donde se consignen las condiciones de transporte y las arterias por las que puedan circular.

Con el objetivo de minimizar las interferencias producidas en el tránsito y los potenciales accidentes viales, producto del movimiento de maquinarias y vehículos de gran porte asociados a la etapa de construcción, se llevará a cabo la instalación de señalización transitoria y cartelería de avisos en los sectores adyacentes los sitios de obra.

Este señalamiento precautorio deberá mantenerse en perfectas condiciones y será actualizado periódicamente en función de las diversas acciones que se desarrollen. Se dispondrán dispositivos luminosos para evitar accidentes en horario nocturno.

Especialmente el programa de transporte deberá tener detalles de las rutas asociadas al traslado de materiales e insumos notificando a las autoridades y la comunidad, y se instalarán señalizaciones para alertar sobre los puntos de importancia. Específicamente se identificaron a priori como puntos más sensibles:

- El trayecto entre el puerto **San Antonio Este (SAE)** con la RN3 por **RN A025**. En el sector de las inmediaciones del ingreso/ egreso al puerto de San Antonio Este (SAE) se debe prestar especial atención a la temporada turística de enero a marzo, cuando el flujo de personas y vehículos aumenta significativamente.
- El acceso al campo desde la RN3 siendo que actualmente no hay dársena de giro ni señalización adecuada.
- El camino de los pulperos en las inmediaciones de la formación geológica Fuerte Argentino al interrumpir el paso que posee mayor intensidad en verano por: pescadores artesanales de pulpito, pescadores deportivos y turistas en general.

Como norma general no podrá obstruirse completamente ningún camino o puente. Toda vez que sea necesario desviar o detener temporalmente el tránsito (una mano) se utilizarán banderilleros con indumentaria reflectiva. Asimismo, se asegurará la correcta protección con vallados efectivos y el señalamiento de seguridad adecuado de calles, caminos y cualquier otra vía pública en la que haya resultado imprescindible su cierre parcial al tránsito. En caso de ser necesario, se colocarán balizas luminosas para el señalamiento nocturno de los vallados. La implementación de estos caminos alternativos y/o cortes temporales deberá ser comunicada a la población en tiempo y forma.

Se establecerán horarios de circulación de máquinas y equipos, los cuales no podrán circular en horarios crepusculares o nocturnos, que serán debidamente comunicados a la población e instituciones pertinentes (Municipio, instituciones, población rural, etc.).

Se establecerá señalización provisional necesaria destinada a conductores y peatones acerca de peligros y prohibiciones, especialmente en los lugares donde se realicen actividades de riesgo potencial para trabajadores y habitantes (por ej. operación de maquinaria pesada, disposición de residuos, riesgo eléctrico, etc.).

En los casos en que deba bloquearse el tránsito se deberá notificar con antelación a las autoridades municipales y provinciales. Tales bloqueos deberán ser lo más acotados posibles en tiempo. También se deberá informar a la población local a través de los medios de comunicación locales. Para esto se establecerán articulaciones con el **Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria**.

En la medida que avance la construcción, deberá realizarse el mantenimiento adecuado de los caminos afectados por las obras y que, debido al tránsito pesado y maquinaria, sufran roturas o deterioros que comprometan la circulación.

3.1.5 Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos a Bordo

3.1.5.1 Objetivo

El objetivo del es realizar una correcta gestión de las sustancias, residuos sólidos y semisólidos y efluentes líquidos generados a bordo de las embarcaciones (incluidas las FLNG MKII y Hilli Episeyo durante la etapa operativa), en el marco del Proyecto FLNG GSM durante la etapa de construcción y durante la etapa de operación y abandono del proyecto, de acuerdo con los requerimientos de la normativa nacional, provincial y municipal.

Los objetivos específicos a cumplir son:

- La prevención de la contaminación ambiental, evitando afectar los medios socioeconómico, cultural, estético, biológico y físico.
- La reducción con eficiencia de la cantidad de residuos y efluentes generados en las embarcaciones.
- La clasificación, orden y, en los casos que correspondiera, separación y almacenaje de residuos.
- El control del manejo, transporte, tratamiento, reciclado, reutilización y/o destino final de los residuos y efluentes
- El registro de todos los trámites de gestión hasta la eliminación total del residuo y disposición final del efluente.

3.1.5.2 Responsable

Este programa es aplicable a los residuos y efluentes generados por la CONTRATISTA y SOUTHERN ENERGY S.A.

Durante la construcción la CONTRATISTA deberá cumplir este programa y además verificar el cumplimiento del mismo por parte de sus Subcontratistas. Durante la operación SOUTHERN ENERGY S.A. deberá gestionar los residuos y efluentes.

3.1.5.3 Procedimiento

3.1.5.3.1 Gestión de Residuos Sólidos

General

Se adoptarán métodos y equipamientos adecuados para la recolección, almacenamiento y disposición rutinaria de los residuos sólidos y semisólidos, fueran domésticos, industriales, patógenos o peligrosos (especiales).

Se adoptará una política de prevención y disminución al mínimo de los volúmenes potenciales de residuos. Los CONTRATISTAS y proveedores también asumirán esta política y en su caso recibirán instrucciones para la aplicación de dicha política. Se combinarán metodologías que promuevan la reducción en la fuente y el reciclaje.

Los CONTRATISTAS serán responsables del control de la descarga de residuos generados en el curso de sus actividades y ofrecerán medios adecuados para su remoción. **Los residuos se llevarán a puerto para su entrega al sistema de recepción correspondiente, se prohíbe la descarga de basuras en las aguas del golfo**

Todos los miembros de la tripulación serán informados y entrenados acerca del sistema de recolección y clasificación de basuras y las medidas de prevención de la contaminación mediante la implementación del **Programa de Capacitación al Personal** y **Código de Conducta**.

Todos los residuos generados en cualquier embarcación de trabajo serán recogidos en contenedores adecuados, con tapa para evitar la acumulación de agua de lluvia, ubicados en lugares estratégicos y separados en categorías codificadas por colores y con su etiqueta identificatoria.

Cuando los residuos generados a bordo sean gestionados en tierra, se tomará como referencia tanto el Convenio 79/78 de MARPOL y la normativa provincial. Respecto del Convenio MARPOL, se tomarán las especificaciones puntuales de los residuos típicos de las FLNG MKII y Hilli Episeyo, y de la normativa provincial, se tomará para la segregación de los residuos más típicos, por lo que serán clasificados en línea con lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Emisiones Gaseosas en Tierra (ver EIA de los Componentes On Shore del Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

a) Residuos Asimilables a Domiciliarios e Industriales (Basuras)

En el marco del presente programa y de acuerdo a lo establecido en el REGINAVE se entiende:

- *Basuras:* Son toda clase de restos de víveres – salvo el pescado fresco y porciones del mismo – así como los residuos restantes de las faenas domésticas y trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio. El término no incluye sustancias como hidrocarburos, las aguas servidas ni las sustancias nocivas líquidas.

Al respecto, **se prohíbe la descarga de basuras en las aguas del golfo**. **La descarga de residuos deberá efectuarse en las instalaciones o servicios de recepción, debiendo conservarse a bordo en depósitos adecuados a tal fin.**

De todos modos, los buques que efectúen navegación de manera tal que el alejamiento de los puertos (como es el caso de los metaneros) les impida conservar a bordo los restos de víveres sin peligro de putrefacción, podrán arrojar al agua, siempre y cuando sean previamente desmenuzados por un triturador que satisfaga las condiciones establecidas por la PNA (REGINAVE, Título 8, Capítulo 3).

Todos los buques llevarán instalados rótulos en los que se notifique a la tripulación las prescripciones sobre eliminación de basura que figuren en las Reglas 3, 4 y 5 del Anexo V del MARPOL 73/78 y en los artículos 803.0201, 803.0202, 803.0203 y 203.0204 del REGINAVE, los cuales estarán localizados en lugares apropiados para que la tripulación pueda observarlos con asiduidad.

En los casos que corresponda (Según Ordenanza Marítima 2/98) se contará a bordo con un plan de gestión de basura que incluirá los procedimientos para la recolección, el almacenamiento, el tratamiento y la evacuación de basura, incluyendo la manera de utilizar el equipo a bordo. Dicho plan se ajustará a las directrices que se presentan como Anexo I de la Ordenanza 6/98.

Se deberá llevar a bordo el libro de registros de basuras (LRB), el cual se ajustará al Anexo II de las Ordenanza 6/98. Para los buques extranjeros (licuefacción y metaneros) se podrá adoptar otro modelo siempre que el mismo contenga similares indicaciones a las establecidas en el modelo especificado. En el mencionado libro se especificarán todas las operaciones de descarga e incineración de basuras, así como también los casos de eliminación, derrame o pérdida accidental que se produzcan, cumpliendo con la regla 9 del Anexo V del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)

Los buques alcanzados por la Ordenanza 2/98 deberán tener a bordo el Certificado de Prevención de la Contaminación por Basuras o, en el caso de buques extranjeros (licuefacción y metanero) deberán tener la constancia de Supervisión para la Prevención de la Contaminación por Basuras (Anexos III y IV Ordenanza 2/98).

En caso de procederse con la incineración a bordo, ésta deberá realizarse en conformidad con la especificación normalizada para los incineradores a bordo, Resolución MEPC 59 (33) elaborada por la Organización Marítima Internacional (OMI) y a la Ordenanza 01/03 de Prefectura Naval Argentina referido a los requisitos que deben reunir los incineradores de residuos a bordo de artefactos navales y buques para la eliminación de residuos sólidos generados en buques, conforme al Anexo V correspondiente de MARPOL. Estos incineradores no podrán utilizarse para la destrucción de ciertos residuos peligrosos como los PCBs, los plásticos PVC o las mezclas de hidrocarburos.

Respecto de las grandes embarcaciones, como buques metaneros y la unidad de licuefacción, se deberá contar con la disponibilidad a bordo de un compactador de basura u otros sistemas alternativos que permitan la disminución del volumen.

b) Residuos Líquidos (Aguas Sucias), cuyas especificaciones se establecen en punto 3.1.5.3.2.

c) Residuos Peligrosos (Especiales)

Los residuos peligrosos incluyen materiales que debido a su naturaleza y cantidad son potencialmente peligrosos para la salud humana y el ambiente. Por lo tanto, requieren procedimientos especiales para su manejo, almacenamiento y disposición con el fin de eliminar y/o controlar su peligrosidad.

Se extremarán las medidas de cuidado para evitar derrames accidentales de hidrocarburos y/o aceites. Todas las reparaciones y el mantenimiento de los equipos y maquinarias utilizadas durante la construcción serán responsabilidad del CONTRATISTA seleccionado y deberán realizarse en lugares habilitados a tal fin.

Los efluentes de **residuos peligrosos nunca deberán ser descargados al agua** y deberán almacenarse para ser entregados a un receptor certificado a tal efecto.

El aceite recuperado de los separadores de agua aceitosa se almacenará en un tanque de residuos de aceite. Luego, este aceite se llevará a tierra para su disposición adecuada a cargo de una empresa habilitada.

En relación a las baterías, las mismas serán devueltas en forma inmediata al proveedor de estos insumos para realizar su recambio. Si por algún motivo debieran ser almacenadas, estas serán ubicadas bajo techo evitando derrames. Aquellos restos de materiales considerados como Residuos Peligrosos (especiales) deberán ser entregados en puerto a Empresas Certificadas para su disposición final.

d) Manejo de Hidrocarburos, cuyas especificaciones se establecen en punto 3.1.5.3.2.

e) Residuos Patógenos

Los residuos patogénicos serán enteramente manejados por las empresas encargadas de los servicios médicos. Dichas empresas deberán almacenar los residuos en bolsas de nylon de por lo menos 40 micrones, las que a su vez serán depositadas en recipientes metálicos con tapas de cierre hermético, los que deberán ser esterilizados luego de su uso como condición indispensable para su reutilización.

El personal que retire los residuos patológicos estará capacitado acerca de sus riesgos. Asimismo, contará siempre con elementos de protección personal adecuados a su función (gafas protectoras, guantes de cirugía, delantal, etc.). Toda empresa que brinde servicios médicos deberá presentar, al momento de su calificación, su procedimiento de eliminación de residuos patológicos al Responsable Ambiental del CONTRATISTA.

3.1.5.3.2 Gestión Efluentes líquidos

Se adoptarán métodos y equipamientos adecuados para la recolección, almacenamiento y disposición de los residuos líquidos, así estos fueran aguas sucias, patógenos o peligrosos (especiales).

Aguas Sucias

Se considera como aguas sucias:

a) Aguas residuales: efluentes procedentes de cualquier tipo de inodoros, urinarios y retretes.
b) Agua de sentina: aquella que contiene trazas de aceites y fluidos procedentes de las áreas con maquinaria del buque (similarmente, en el caso de los buques de apoyo).
c) Drenajes de agua de lluvia y lavados de cubierta y procesos

Las aguas sucias serán tratadas y dispuestas según Anexo IV de MARPOL 73/78, ratificado por Argentina mediante la Ley 24.089.

a) Aguas Residuales

Las aguas residuales sanitarias deberán ser enviadas a una planta de tratamiento para el ajuste de parámetros de vuelco. Se deberá dar cumplimiento a los requisitos de MARPOL especificados por la Resolución MEPC 227(64) de la Organización Marítima Internacional para el Anexo IV de MARPOL de la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques.

No obstante, la descarga al mar del agua tratada deberá cumplir los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías.

b) Agua de Sentina

Respecto al agua aceitosa, tanto los buques FLNG MKII y Hilli Episeyo, como los buques de apoyo y los utilizados para la construcción deberán estar equipados con un sistema de separación de aceite en agua a fines de cumplir con el límite de descarga al mar para el agua de sentina que debe tener un contenido de aceite inferior a 15 mg/l.

El agua ya tratada, que cumple con las especificaciones de calidad, podrá ser descarga al mar. No obstante, esta descarga deberá cumplir los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías.

c) Drenajes de Agua de Lluvia y Lavados de Cubierta y Procesos

Respecto al agua de lavado y de lluvia, las embarcaciones estarán equipadas con sistemas de drenaje que conducen el agua, que puede arrastrar sustancia contaminante, al sistema de tratamiento para agua oleosa.

En particular para las FLNG MKII y Hilli Episeyo, la escorrentía de aguas pluviales contaminadas debe ser tratada mediante un sistema de separación de aceite y agua capaz de lograr una concentración de aceites y grasas que no supere los 10 mg/L (IFC, 2017).

En caso de no contar con las instalaciones para su debido tratamiento, las aguas sucias deberán ser almacenadas a bordo, en tanques de retención con capacidad suficiente, dotados de un conducto que corra hacia el exterior en forma adecuada para descargar las aguas sucias en las instalaciones de recepción existentes en los puertos.

Las unidades de licuefacción FLNG MKII y Hilli Episeyo disponen de instalaciones para el tratamiento de los efluentes generados, con el fin de cumplir con los parámetros de descarga establecidos en la normativa vigente. Sin embargo, las embarcaciones solo podrán descargar aguas sucias con la expresa autorización de la PNA. En caso de no contar con dicha autorización, el buque está equipado con tanques para el almacenamiento de efluentes y residuos líquidos, cuyo contenido puede ser transferido a otras embarcaciones menores para su transporte hasta el puerto y posterior tratamiento.

Descarte de agua con alta concentración de sales del proceso de ósmosis inversa

Producto de la producción de agua dulce para consumo del personal a bordo y lavado de cubierta, se generará agua con alta concentración de sales que se descargan directamente al mar.

La descarga deberá realizarse lejos de la costa y en cumplimiento con las especificaciones de MARPOL y los requerimientos particulares que pueda definir la PNA para el Golfo San Matías.

Fluido de prueba hidrostática

Cumpliendo con lo establecido en las Directrices de Medio Ambiente, Salud y Seguridad para Instalaciones de GNL de la IFC (2017). El descarte de agua dulce en la prueba hidrostática deberá cumplir con los siguientes parámetros de vuelco:

- **Contenido total de hidrocarburos:** 10 mg/l
- **pH:** 6–9
- **DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno):** 25 mg/l
- **DQO (Demanda Química de Oxígeno):** 125 mg/l

- **SST (Sólidos Suspendidos Totales):** 35 mg/l
- **Fenoles:** 0,5 mg/l
- **Sulfuros:** 1 mg/l
- **Metales contaminantes prioritarios[2]** (total): 5 mg/l
- **Cloruros:**1200 mg/l (máximo)

Hidrocarburos

La descarga de residuos de hidrocarburos y sus mezclas deberá efectuarse en las instalaciones de recepción aptas a bordo, o en caso de que no las hubiere, deberán eliminarse por medios autorizados por la Prefectura de forma que no contaminen el medio ambiente. De todas formas, **no se permitirá el vertido de hidrocarburos cuyo contenido de hidrocarburo exceda los 15 ppm.**

Los residuos de hidrocarburos se almacenarán a bordo hasta que puedan ser dispuestos por una empresa certificada en la materia. Se pondrán en ejecución medidas preventivas que impidan derrames. En caso de derrame deberán utilizarse los métodos aprobados por la Prefectura Naval Argentina (Ordenanza Nº 8/98) y las recomendaciones de MARPOL 73/78, Anexo 1, Reglamento para la Prevención de la Contaminación de Petróleo – Reglamento 26 de SOPEP.

Agua de Lastre

Para la Gestión del Agua de Lastre en los buques FLNG MKII y Hilli Episeyo, se deberá cumplir los requerimientos establecidos en la Ordenanza Nº 7/17 de PNA, en relación a la descarga del agua y sedimentos de los buques.
Durante el viaje desde su lugar de origen hasta su lugar de destino, el agua de lastre se intercambiará en alta mar de acuerdo con la Convención de Agua de Lastre de la OMI. De esta manera, no se transportarán organismos/especies marinas potencialmente invasivas desde el puerto de salida para su liberación en el puerto de destino. Esta salvaguardia ambiental es un requisito para todas las embarcaciones involucradas en el comercio internacional.

En el sitio de amarre de cada una de las FLNG, el agua de mar de lastre que se tome en el barco se obtendrá localmente durante la descarga de GNL a los buques metaneros; esta misma agua de mar será bombeada nuevamente cuando el buque FLNG se haga más pesado con el llenado de sus tanques de almacenamiento durante el proceso de producción de GNL.

Las principales especificaciones que se deberán cumplir respecto del agua de lastre se listan a continuación:

Agregado N° 2 - Prescripciones de Gestión y Control Aplicables a los Buques, Artefactos Navales u otras Construcciones Flotantes:

- Plan de Gestión de Agua de Lastre

  Cada buque llevará a bordo y aplicará un plan de gestión del agua de lastre, aprobado por la Autoridad Marítima (PNA), donde indicará los procedimientos de seguridad para el buque y la tripulación relativos a la gestión del agua de lastre, medidas y prácticas para implantar las prescripciones sobre dicha agua, evacuación de sedimentos en mar y tierra, procedimientos para coordinar la gestión del agua a bordo junto con las autoridades, entre otros requisitos.

[2] Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Zn

- Libro de Registro del Agua de Lastre

  Cada buque llevará a bordo un Libro Registro del Agua de Lastre, que podrá ser un sistema electrónico de registro o estar integrado en otro libro o sistema de registro, y que contendrá como mínimo la información especificada en el Apéndice II “Modelo de Libro Registro del Agua de Lastre”, del “Convenio BWM, 2004”.

- Gestión y Cambio del Agua de Lastre para Buques

  Para la gestión del agua de lastre de los buques, se aplicarán las prescripciones establecidas en la Regla B-3 “Gestión del agua de lastre para los buques”, del “Convenio BWM, 2004”, en su forma enmendada.

  Siempre que sea posible, efectuarán el cambio del agua de lastre a por lo menos 200 millas náuticas de la tierra más próxima y en aguas de 200 m. de profundidad como mínimo, teniendo en cuenta las directrices elaboradas al respecto por la Organización.

  En los casos en que el buque no pueda efectuar el cambio del agua de lastre de conformidad con lo dispuesto anteriormente, tal cambio del agua de lastre se llevará a cabo teniendo en cuenta dichas directrices y tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, y en todos los casos por lo menos a 50 millas náuticas de la tierra más próxima y en aguas de 200 m de profundidad como mínimo.

  En las zonas marítimas donde la distancia a la tierra más próxima o la profundidad no cumpla con lo dicho anteriormente, la Autoridad Marítima podrá designar zonas en las que se permita al buque efectuar el cambio del agua de lastre.

- Gestión de los sedimentos. Se respetará lo definido en la normativa de referencia.

- Funciones de los Oficiales y Tripulantes. Se respetará lo definido en la normativa de referencia.

<u>Agregado N° 3 - Normas para la Gestión del Agua de Lastre:</u>

- Norma para el cambio del Agua de Lastre (Regla D-1 del “Convenio BWM, 2004”)

  Los buques que efectúen el cambio del agua de lastre de conformidad con la Regla D-1 del “Convenio BWM, 2004”, lo harán con una eficacia del 95%, como mínimo, de cambio volumétrico del agua de lastre

  Existen tres métodos para efectuar el cambio del agua de lastre: el método secuencial, el método de flujo continuo y el método de dilución.

- Norma de eficacia de la gestión del agua de lastre (Regla D-2 del “Convenio BWM,2004”)

  Los buques que efectúen la gestión del agua de lastre conforme a lo dispuesto en la Regla D-2 del “Convenio BWM, 2004”, descargarán menos de 10 organismos viables por m^3 cuyo tamaño mínimo sea igual o superior a 50 micras y menos de 10 organismos viables por ml cuyo tamaño mínimo sea inferior a 50 micras y superior a 10 micras, la descarga de los microbios indicadores no excederá de las concentraciones especificadas en dicha regla.

- Prescripciones relativas a la aprobación de los sistemas de gestión del agua de lastre

  Los sistemas de gestión del agua de lastre utilizados para cumplir lo dispuesto en la Ordenanza 7/17 y en el "Convenio BWM, 2004", estarán aprobados por PNA, de conformidad con las Directrices elaboradas por la Organización.

  Los sistemas de gestión del agua de lastre en los que se utilicen sustancias activas o preparados que contengan una o varias sustancias activas para cumplir lo dispuesto en el "Convenio BWM, 2004", deberán ser aprobados por la OMI con arreglo a un procedimiento elaborado por la propia Organización.

  Los sistemas de gestión del agua de lastre utilizados para cumplir lo dispuesto en la Ordenanza y en el "Convenio BWM, 2004", deberán ser seguros para el buque, su equipo y su tripulación.

- Prototipos de tecnologías de Agua de Lastre. Se deberán considerar las tecnologías definidas en la normativa de referencia.

3.1.6 Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones, Equipos y Maquinaria

3.1.6.1 Objetivo

El objetivo del programa es la implementación de medidas de prevención, mitigación y control de impactos en la operación de vehículos, embarcaciones, equipos y maquinarias durante la construcción del Proyecto FLNG GSM.

3.1.6.2 Responsable

Este programa es aplicable a todas las actividades de operación de vehículos, embarcaciones, equipos y maquinaras en los diferentes frentes de obra durante las tareas de construcción.
La CONTRATISTA deberá cumplir este programa y además verificar el cumplimiento del mismo por parte de sus Subcontratistas. SOUTHERN ENERGY S.A. será responsable de controlar la correcta implementación del programa durante la etapa de construcción.

3.1.6.3 Procedimiento

Las afectaciones derivadas de la operación de vehículos, embarcaciones, maquinarias y equipos de gran porte refieren a la emisión de gases, posibles pérdidas de fluidos y combustible, la generación de ruidos y vibraciones y la remoción de material particulado asociado a su circulación.

Algunos de estos efectos son propios de las actividades que se desarrollan y los equipos que se utilizan y no pueden ser suprimidos, aunque si minimizados, como lo son la generación de ruidos, polvos y vibraciones.

Este programa se estructura con el objetivo de llevar adelante una serie de acciones tendientes a minimizar la ocurrencia de afectaciones que pudieran asociarse con tareas de mantenimiento y prevenirse a través de aplicación de procedimientos de control y reparación periódicos.

Para el caso de los vehículos, embarcaciones y equipos que operen en obra se priorizará la utilización de equipamiento nuevo y bien mantenido. Se deberán realizar controles tendientes a verificar los elementos de seguridad del vehículo, como así aquellos vinculados con los aspectos de combustión, verificando el tipo de gases que se emiten por los escapes y por ende identificando si el proceso de combustión resulta eficiente o no.

Cuanto más completa sea la combustión de los equipos menores probabilidades existirán de generar gases asociados a hidrocarburos no quemados, que confieren el mayor riesgo para los receptores cercanos.

Para los vehículos, se considera válido el certificado de Revisión Técnica Obligatoria (RTO) como documentación que acredite el estado de los vehículos (La RTO debe realizarse todos los años, salvo en vehículos particulares 0 km que tienen un plazo de gracia de 2 años. Cumplido ese plazo, deben realizarla).

Adicionalmente a la verificación vehicular se llevará a cabo la inspección de las conexiones de fluidos, cárter y todas aquellas partes que contengan aceites, lubricantes o líquido hidráulico, tendiente a evitar pérdidas menores de los equipos y vehículos al momento de su operación.

Los cambios de fluidos se realizarán en todos los casos en el obrador o en talleres habilitados para tal fin.

Al momento de registrar los equipos de las subcontratistas que estarán asignadas a los trabajos, se abrirá un registro por equipo y maquinaria, referido a su dominio donde se incorporarán los resultados de las inspecciones, siendo necesario contar con la inicial para ser incorporados a la nómina. El control inicial del vehículo no podrá exceder los 6 meses de antigüedad.

3.1.7 Programa de Manejo de Sustancias Peligrosas a Bordo

3.1.7.1 Objetivo

El presente programa está destinado a establecer los criterios para el manejo y acopio de combustible y sustancias peligrosas, a fin de minimizar los eventuales impactos ambientales que pudieran ocasionar.

3.1.7.2 Responsable

Este programa es aplicable a las sustancias almacenadas a bordo por la CONTRATISTA y SOUTHERN ENERGY S.A.

Durante la construcción la CONTRATISTA deberá cumplir este programa y además verificar el cumplimiento del mismo por parte de sus Subcontratistas. Durante la operación SOUTHERN ENERGY S.A. deberá gestionar los productos a bordo.

3.1.7.3 Procedimiento

Se confeccionará una lista de todos los materiales peligrosos utilizados. Se dispondrá de Planillas de Datos Químicos (Material Safety Data Sheets) para todas las sustancias usadas o transportadas por los CONTRATISTAS en sus embarcaciones. Las planillas contendrán instrucciones específicas acerca de su disposición.

En relación a las FLNG MKII y Hilli Episeyo, ambas cuentan con un sector específico para el abastecimiento de fuel oil pesado (HFO), diesel (DO) y lubricantes (lub oil). Respecto a su almacenamiento, los tanques de HFO y de DO son tanques de fondo doble en el casco.

El aceite lubricante y los productos químicos necesarios para la normal operación de los buques FLNG MKII y Hilli Episeyo serán almacenados en recipientes y sectores adecuados para tales fines.

Respecto al abastecimiento de etileno, propano e iso-pentano se realiza mediante el suministro de 'isotainers', los cuales se ubican en el área de almacenamiento en cubierta y a partir de un sistema de transferencia se envían estos refrigerantes a los tanques de almacenamiento permanente en el lado de estribor.

El abastecimiento de amina también se realiza mediante 'isotainers' que desde la cubierta se conectan a tanques de almacenamiento.

Se utilizará un sistema de identificación y etiquetado para todas las sustancias peligrosas. Todos los contenedores, conductos y otros instrumentos utilizados para el manipuleo de este tipo de sustancias serán etiquetados informando de sus contenidos al personal del proyecto.

Durante el uso, almacenamiento y manipulación de sustancias peligrosas deberán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Información sobre las sustancias y sus propiedades físicas.
- Precauciones necesarias para su uso.
- Requerimientos específicos para su almacenamiento.
- Tratamiento médico en caso de ingestión, inhalación, etc.

En cuanto a la carga y provisión de combustible, el personal afectado a dichas tareas deberá ser capacitado al respecto en el marco del **Programa de Capacitación al Personal**.

Con el fin de mitigar eventuales contingencias (derrames o incendios) todos los sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas contarán con los siguientes elementos:

- Extintores de incendios
- Kit para control de derrames, integrado por: barreras y material absorbente granulado, guantes, bolsas, protectores oculares y pala plástica.
- Hojas de seguridad de los productos, debiéndose respetar las medidas establecidas en cada hoja.

Cabe destacar que los derrames de combustibles acarrean la obligatoriedad de gestionar los mismos como residuos peligrosos, remitiéndose al **Programa de Manejo de los Residuos y Efluentes Líquidos a Bordo.**

Para la carga de combustible y lubricantes, los buques deberán cumplir con las verificaciones dispuestas en la Lista de Verificaciones para la Prevención de la Contaminación en Operaciones de Carga y Descarga a Granel de Hidrocarburos o sus Derivados, según la Ordenanza Marítima Nº 1/93 de la Prefectura Naval Argentina. Según el tipo de buque, cada uno de ellos deberá contar a bordo con los equipos, dispositivos y sistemas obligatorios definido en el artículo 801.0301 del REGINAVE.

Para las operaciones de carga de combustible mediante operación de alijo, deberá solicitarse autorización ante la PNA y llevar adelante las siguientes verificaciones, en referencia a la Ordenanza Marítima Nº 3/81 y REGINAVE (Título 8, Capítulo 1, Sección 2):

- Lista de verificación, previa la operación de alijo.
- Lista de verificación, antes del amarre de los buques involucrados en la operación de alijo.
- Lista de verificación, previa a la transferencia de carga.
- Lista de verificación, previa a las maniobras de desarme.

Se confeccionará un **Libro de Registro de Hidrocarburos** según lo estipula la Ordenanza 7/97 de la Prefectura Naval Argentina, con el fin de cumplir con las exigencias de MARPOL. En el Agregado N° 2 de dicha ordenanza se muestra un modelo de dicho Libro.

Las embarcaciones deberán contar con un Procedimiento de Respuesta ante Derrames de Hidrocarburos.

3.1.8 Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos

3.1.8.1 Objetivo

El objetivo del programa es la implementación de medidas de prevención, mitigación y control de impactos en las actividades donde se requiera el uso de explosivos durante la construcción del Proyecto FLNG GSM.

3.1.8.2 Responsable

La CONTRATISTA deberá cumplir este programa y además verificar el cumplimiento del mismo por parte de sus Subcontratistas. SOUTHERN ENERGY S.A. será responsable de controlar la correcta implementación del programa durante la etapa de construcción.

3.1.8.3 Procedimiento

Este programa tiene como objetivo establecer un almacenamiento, manejo y uso adecuados y seguros, de los materiales explosivos y sus accesorios, previniendo y mitigando los potenciales impactos asociados a las tareas de excavaciones con voladuras.
Todo CONTRATISTA que para el desarrollo de sus trabajos deba transportar, almacenar, manipular o usar explosivos debe dar cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Ley Nacional de Armas y Explosivos Nº 20.249 y su Decreto Reglamentario Nº 302/83, y sus modificaciones.
- Normas establecidas por el fabricante.

El transporte, almacenamiento y preparación de los explosivos y sus accesorios deberá estar a cargo de una empresa especializada en el tema con personal calificado, que esté autorizado (autorización previa y vigente) y de acuerdo a la normativa vigente del ANMaC (ex RENAR). El personal deberá contar con acreditaciones que demuestren su capacidad para operar y manipular estos materiales.

Transporte

Regulado por el Capítulo V del Decreto Reglamentario Nº 302/83. El transporte hacia las obras deberá efectuarse bajo las condiciones de seguridad de personas y carga, con señalizaciones claras tanto para el personal de la obra como para los usuarios de las rutas afectadas.

Almacenamiento

Regulado por el Capítulo IX del Decreto Reglamentario Nº 302/83. Se deberá almacenar la cantidad mínima de materiales explosivos y sus accesorios tal que permita realizar las obras de construcción eficientemente, según el cronograma de uso establecido.

Con el fin de evitar explosiones accidentales se deberá contar con instalaciones y procedimientos adecuados para el almacenamiento y manejo de los materiales explosivos.

En cuanto a los polvorines, deberán cumplir todas las disposiciones vigentes y estar aprobados.

El sitio, la custodia, la forma de almacenamiento y la manipulación de los materiales explosivos, deberá tener en cuenta las normas de seguridad de las Fuerzas Armadas que permitan garantizar que no se pongan en peligro las vidas humanas y el medio ambiente.

Manejo

Se deberá contar con protocolos de manejo para evitar la contaminación edáfica.

Uso

El uso de explosivos deberá limitarse únicamente a las actividades que lo requieran.

El empleo de estos materiales deberá ser por parte de personal experto, la CONTRATISTA debe tener en el frente de trabajo, previo a la ejecución de la voladura, todos los accesorios e instrumentos que el manejo y uso de explosivos exige.

La CONTRATISTA deberá contar con autorización previa de la SACC y el Municipio cada vez que quiera realizar las voladuras, para lo cual deberá presentar una solicitud indicando ubicación, fecha y hora en que se efectuará la misma.

Una vez finalizada la tarea, se deberá verificar que no haya remanentes de materiales explosivos en las áreas afectadas, en especial explosivos sin destruir o detonar. La disposición de los envases vacíos se efectuará según el Capítulo X del Decreto Reglamentario Nº 302/83 que norma la destrucción de explosivos.

Se deberán efectuar **Acciones de ahuyentamiento** de fauna previo al uso de explosivos, dentro del radio de alcance. Estas prácticas deberán ser coordinadas con la SACC. Se consideran como posibles acciones de ahuyentamiento de fauna estímulos visuales, olfativos y /o auditivos. Entre ellos, se puede mencionar el uso de siluetas, papel metalizado, reflectores, humo y la reproducción de sonidos. De acuerdo a los picos de actividad de la fauna a lo largo de una jornada, el ahuyentamiento se realizará preferentemente en las primeras horas del día, al atardecer y en horario nocturno.

Se realizará un cercamiento de la zona de trabajo, de manera de evitar el ingreso de personas. Los equipos a ser utilizados deben estar en buenas condiciones.

La CONTRATISTA deberá acordar con SOUTHERN ENERGY S.A. los lugares de depósito de los materiales de demolición (teniendo en cuenta la amplitud de marea), cumpliendo con todas las disposiciones contractuales y reglamentaciones nacionales, provinciales o municipales vigentes sobre el tema. Estos lugares se deberán restaurar y/o acondicionar de manera de asemejarse a las condiciones previas a la obra.

Las actividades deberán ser apropiadamente señalizadas, programadas y en conocimiento en cuanto a alcance, magnitud y ubicación para todo el personal afectado a la obra. La CONTRATISTA deberá destinar, para cada voladura que deba ejecutar, una cantidad adecuada de señaleros, debidamente implementados con banderines color rojo o amarillo, cuya función sea controlar el acceso de vehículos y personas a la zona de voladura.

Se deberá comunicar previamente a la población localizada a una distancia menor o igual a 10 km, respecto al tipo de trabajos y su fecha de realización.

Se deberá contar con un registro de operaciones que involucren explosivos, EPP para el personal afectado a las mismas y refugios.

Asimismo, se deberá disponer de medidas especiales ante los efectos de gases, proyecciones y material particulado. Donde sea necesario se deberán colocar telas metálicas, lonas resistentes o cualquier otro elemento que sirva de protección frente a las proyecciones.

3.1.9 Programa de Manejo y Protección de Megafauna Marina y Costera

3.1.9.1 Objetivo

El objetivo del programa es la implementación de medidas de prevención y mitigación de impactos sobre la megafauna marina y costera durante la construcción, operación y abandono del Proyecto FLNG GSM.

3.1.9.2 Responsable

La CONTRATISTA será la responsable de implementar y cumplir este programa y además verificar el cumplimiento del mismo por parte de sus Subcontratistas durante la etapa de obra.

Durante la operación será SOUTHERN ENERGY S.A. la responsable de garantizar el cumplimiento de la misma.

SOUTHERN ENERGY S.A. también será responsable de controlar la correcta implementación del programa durante la etapa de construcción.

3.1.9.3 Procedimiento

Estarán categóricamente prohibidas las prácticas de pesca y/o recolección de fauna silvestre y de sus subproductos (nidos, huevos, otros). Se intensificarán los controles de cualquier daño o perjuicio al ambiente natural. El personal que incurra en una falta será sancionado.

Se capacitará al personal de obra en preservación de la fauna silvestre local (**ver Programa de Capacitación al Personal**).

Se deberá prestar especial cuidad a la presencia ejemplares de ballenas Franca Austral (*Eubalaena Australis*) habiéndose registrado en el Golfo San Matias un incremento en los últimos años.

Esta especie de ballena ha sido declarada Monumento Natural Nacional por Ley 23.094, aunque ésta tiene por ámbito de aplicación los lugares sujetos a la jurisdicción exclusiva de la Nación. En igual sentido, la Ley M Nº 4066 declara Monumento Natural, en el ámbito de las aguas jurisdiccionales de la Provincia de Río Negro y sujeto a las normas establecidas por la Ley Provincial Nº 2669, a esta especie. Esta Ley ha sido reglamentada por Resolución Nº 769 (de 03-08-2015) y por la misma se aprueba el Plan de Manejo Anual de Ballena Franca Austral 2015 y el mapa con zonas controladas.

En línea con lo establecido en la Disposición PNA 373/21:

- Estará terminantemente prohibido el acercamiento a una distancia menor a los 200 metros con respecto a cetáceos y ejemplares de ballenas Franca Austral, de las embarcaciones del proyecto en jurisdicción de la Prefectura San Antonio Oeste.

- De producirse colisiones con cetáceos o en caso de observarse y/o constatarse esta situación, los patrones/capitanes de las embarcaciones involucradas deberán informar de inmediato al Responsable Ambiental y este a la SACC a los efectos de dar correspondiente seguimiento cuando se observen especímenes con lesiones que pudieran haber sido producidas por colisiones de embarcaciones.

- Se deberán adoptar recaudos de vigilancia, navegando dentro de lo posible a la velocidad mínima de maniobra, manteniendo en todo momento la gobernabilidad de las embarcaciones que naveguen en el Golfo San Matías, prestando mayor atención durante la temporada de ballenas (fundamentalmente entre los meses de junio y octubre).

- De advertirse la presencia de cetáceos en el Golfo San Matías, en períodos fuera de temporada, se debe poner en conocimiento a la SACC y a la PNA.

En línea con la Ley M Nº 4567, que declara al Delfín Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) especie protegida en la Provincia de Río Negro (en los términos de la Ley Provincial Q Nº 2056):

- Estarán terminantemente prohibidas las actividades de acercamiento de las embarcaciones a esta especia, así como toda otra que impacte negativamente sobre esta especie y su hábitat.

En particular para la etapa constructiva, durante las actividades de pilotaje se deberán efectuar **Acciones de ahuyentamiento** de megafauna. Estas prácticas deberán ser coordinadas con la SACC y PNA. Se consideran como posibles acciones de ahuyentamiento de fauna estímulos auditivos siguiendo los siguientes pasos:

- **Definición de zonas de exclusión**: se recomienda establecer una zona alrededor del sitio de pilotaje donde se controle la presencia de megafauna marina, deteniéndose las actividades si algún animal ingresa en esta área.

- **Empleo de dispositivos acústicos de disuasión**: se recomiendo utilizar dispositivos que emitan sonidos de baja frecuencia para ahuyentar temporalmente a la megafauna marina fuera de las áreas de pilotaje. Estos sonidos deberán ser suaves para minimizar el impacto, pero efectivos en alejar a los animales de zonas peligrosas.

- **Realizar un inicio gradual del trabajo**: se recomienda que las actividades de pilotaje comiencen con niveles de ruido bajos, incrementándolos gradualmente. Esto permitirá que los animales perciban el ruido creciente y se alejen del área antes de que el sonido llegue a niveles perjudiciales.

Durante la fase operativa del proyecto, para minimizar y controlar el impacto lumínico sobre la fauna, especialmente las aves, en el área de emplazamiento de las FLNG MKII y Hilli Episeyo, donde no hay actividad con luz actualmente, será crucial diseñar estrategias que minimicen la interferencia con los patrones naturales de comportamiento de las especies locales. En este sentido, se deberá:

- **Eliminar luces innecesarias en cubierta**

- **Analizar la posibilidad de uso de luces de baja intensidad**. Instalar luces con la menor intensidad posible, suficientes para cumplir con los requisitos de seguridad operativa, pero minimizando el resplandor hacia el cielo y el entorno.

- **Emplear espectro lumínico adecuado**. Utilizar luces de colores a las cuales las aves son menos sensibles (por ejemplo color ámbar o rojizas)

- **Implementar iluminación intermitente y temporal**. Utilizar sistemas de iluminación con sensores de movimiento que se activen solo cuando haya actividad humana en cubierta.

- **Registrar el impacto**. Llevar un registro de la siniestralidad de aves en cubierta y en la costa.

El cuanto al potencial impacto acústico sobre la megafauna, el análisis de Modelación de la Propagación del Ruido Submarino desarrollado en el marco del presente EIA (ver Anexo 6-2) muestra que la afectación de las distintas especies de fauna acuática por las hélices de las embarcaciones, asumiendo conservativamente que todas ellas se encuentran emitiendo simultáneamente desde un único punto, sería extremadamente improbable dado que los animales deberían encontrase en un entorno muy cercano a estas embarcaciones y no alejarse de allí. Por otro lado, el estudio del potencial impacto acústico aéreo (ver Anexo 6-1) muestra que el ruido producido por la operación en simultáneo de los buques MKII y Hilli Episeyo, con un nivel de emisión conjunto estimado de 119 dB(A), dejaría de afectar a aves a una distancia de 312 metros de la fuente. No obstante, se deberá llevar adelante el **Programa de Monitoreo de Ruidos**, el que permitirá el seguimiento del ruido generado durante la etapa de operación.

En igual sentido, mediante el **Programa de Monitoreo de Calidad de Agua** y **el Programa de Monitoreo de las Plumas de Temperatura y Salinidad** se realizará el seguimiento de los parámetros que podrían ser afectados por el desarrollo del proyecto y eventualmente generar un impacto indirecto sobre la megafauna.

También se deberá desarrollar un **Programa de Monitoreo de Megafauna Mariana y Costera**, de manera de contrastar lo estimado previamente y lo posteriormente acontecido, permitiendo un manejo adaptativo de las medidas de gestión propuestas e implementadas.

Finalmente se recomienda implementar medidas de **monitoreo para evaluar el posible impacto acumulativo de las actividades en el Golfo**. Estas acciones deberán ser coordinadas por las autoridades competentes, como la SACC y la PNA, mientras que las empresas involucradas deberán proporcionar los recursos necesarios para su desarrollo.

En este sentido se propone:

- **Llevar adelante el registros de varamientos costeros**. Se sugiere realizar monitoreos una vez por mes. Esto permitirá relevar toda la información, es lo que tarda en descomponerse el material.

- **Censo anual en las colonias reproductivas de aves y mamíferos** en áreas naturales protegidas cercanas al proyecto (las cuales fueron descriptas en la LBA). En particular destinados a:

  a) Análisis de la tendencia en la abundancia poblacional de pingüino de Magallanes
  b) Análisis de la tendencia en la abundancia poblacional de lobo marino de un pelo
  c) Análisis de la tendencia en la abundancia relativa de ballena franca austral

  Nota: a) se obtiene de censos de primavera en Parque Nacional Islote Lobos; b) se obtiene de censos de verano de los apostaderos en el GSM; c) se obtiene de censos aéreos costeros entre Puerto Lobos y El Cóndor

- **Monitoreo por Drones o Imágenes Satelitales.** Se sugiere considerar el eventual uso de drones o imágenes satelitales. Esta técnica permite captar imágenes aéreas de áreas grandes y de difícil acceso para detectar y seguir grandes grupos de megafauna, especialmente en áreas costeras y de alimentación.

3.1.10 Programa de Auditorías Ambientales

3.1.10.1 Objetivo

El objetivo del Programa de Auditoría Ambiental es estructurar y organizar el proceso de verificación sistemático, periódico y documentado, del grado de cumplimiento del PGA en el marco del Proyecto FLNG GSM.

Representará un mecanismo para comunicar los resultados a SOUTHERN ENERGY S.A. (durante la Construcción) y a las Autoridad de Aplicación (durante a construcción y toda la vida útil del proyecto). Servirá para corregir o adecuar los desvíos (o no conformidades) detectados a los documentos, prácticas o estándares estipulados.

3.1.10.2 Responsable

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la CONTRATISTA. SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que las mismas cumplan con la correcta implementación del programa.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.1.10.3 Procedimiento

Las auditorías ambientales deberán ser realizadas por un auditor individual o por un equipo de auditores conformado por una combinación adecuada de especialidades. Los auditores deberán tener experiencia en técnicas de auditoría ambiental, ciencias ambientales básicas, legislación ambiental y en la actividad de transporte o distribución de gas.

En este caso, teniendo en cuenta la ubicación del proyecto se recomienda que, además de un auditor con conocimiento en el funcionamientos de gasoductos y procesos de licuefacción, las auditorías involucren como mínimo la presencia en el grupo auditor de especialistas en el medio natural del Golfo San Matias, siendo recomendada la presencia de profesionales del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni” o de un grupo de profesionales con experiencia probada en el área.

Para asegurar la objetividad del proceso de auditoría, de sus hallazgos y conclusiones, los miembros del equipo de auditoría serán independientes de las actividades que auditan, siendo objetivos, y estando libres de tendencias y de conflictos de intereses.

En el marco del presente programa se deberán considerar los lineamientos establecidos por la norma ASTM N° 1527/13 y la norma ISO 19.011 de “Directrices para la auditoría de los sistemas de la calidad y/o gestión ambiental”.

Esta última Norma proporciona orientación sobre los principios de auditoría, la gestión de programas de auditoría, la realización de auditorías de sistemas de gestión de la calidad y auditorías de sistemas de gestión ambiental, así como sobre la competencia de los auditores de sistemas de gestión de la calidad y ambiental.

Esta norma es aplicable a todas las organizaciones que tienen que realizar auditorías internas o externas de sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental o que gestionar un programa de auditoría.

A continuación se presentan los lineamientos generales, quedando a cargo de los auditores responsables de la ejecución de la auditoría, el diseño final de la misma:

1. **Objetivo y Alcance.** Se deberán plantear, junto con el auditado, los objetivos y el alcance de la auditoría.

2. **Definición de criterios de auditoría.** Se deberán establecer los criterios de auditoría, es decir, identificar las referencias frente a las cuales se determinará el grado de cumplimiento de las medidas y programas de gestión ambientales adoptados.

3. **Métodos de Control**. Para llevar adelante el control de la implementación se deberá llevar adelante:

    a. **Confección de lista de chequeo**: serán identificados las medidas y las acciones del PGA a controlar. Adicionalmente se sumarán requerimientos normativos y dictámenes emitidos por las autoridades de aplicación que surjan del proceso de evaluación ambiental.

    b. **Recolección de evidencia de auditoría.** Se recolectará evidencia de gestión. Se deberá recolectar únicamente la información verificable como evidencia de auditoría y la misma deberá ser registrada. Es importante destacar que, en toda auditoría, la evidencia se basa en muestras de la información disponible. Por lo tanto, hay un cierto grado de incertidumbre en la auditoría y la misma se deberá tener o en cuenta durante todo el proceso y a la hora de sacar las conclusiones.

    c. **Revisión de la documentación.** Previo a la auditoría *in situ,* la documentación del auditado deberá ser revisada y contrastada con los criterios de auditoría.

    d. **Relevamiento de Campo.** Se realizará visita de campo.

4. **Hallazgos de auditoría.** Los hallazgos de auditoría se deberán generar a partir del contraste de la evidencia de auditoría frente a los criterios de auditoría, teniendo en cuenta la documentación recibida y lo visto en campo. Se identificarán los desvíos y se incluirán las fortalezas y oportunidades de mejora.

5. **Informes de auditoría**. Los informes incluirán los siguientes contenidos mínimos:

    a. Identificación de las instalaciones
    b. Objetivos y alcance de la auditoría
    c. Criterios de auditoría
    d. Período cubierto por la auditoría
    e. Identificación del equipo auditor
    f. Identificación del personal auditado
    g. Resumen del proceso de auditoría con los informes específicos de los desvíos o no conformidades detectados
    h. Conclusiones de la auditoría

6. **Tipos y frecuencias de auditorías.** Si bien se deberán acordar con las Autoridades de Aplicación, en principio se considera:

    a. Auditorias de la construcción. Durante la etapa de construcción, el RA realizara inspecciones periódicas generando un informe por mes siguiendo lo establecido en el **Programa de Seguimiento Ambiental**. Se deberá contratar un equipo auditor de manera anual.

b. Auditorias de la operación y mantenimiento. Durante la etapa de operación y mantenimiento el RA realizara inspecciones periódicas generando un informe trimestral siguiendo lo establecido en el **Programa de Seguimiento Ambiental**. Se deberá contratar un equipo auditor de manera anual.

c. Informe de auditoría final. Se producirá un Informe Final, una vez concluida la etapa de construcción y la de abandono o retiro. El informe final registrará la cantidad de eventos generadores de impacto ambiental efectivamente ocurridos durante la etapa en consideración. Constará de una síntesis estadística de dichos eventos y las conclusiones generales.

3.1.11 Programa de Abandono o Retiro

3.1.11.1 Objetivo

El objetivo del programa es la implementación de medidas de prevención y control de impactos producto del abandono de las instalaciones del Proyecto FLNG GSM una vez cumplida su vida útil.

3.1.11.2 Responsables

SOUTHERN ENERGY S.A. será la responsable del desarrollo e implementación del presente programa.

3.1.11.3 Procedimiento

La vida útil del Proyecto FLNG GSM dependerá de las condiciones de operación y mantenimiento.

El abandono de las instalaciones se da al terminar la vida útil del proyecto y quedar el mismo fuera de operación permanente. En este caso, SOUTHERN ENERGY S.A. deberá definir el Programa de Abandono correspondiente, estando estructurado dentro del Sistema de Gestión Ambiental que diseñe e implemente.

Llegado el momento, los buques FLNG MKII y Hilli Episeyo se desconectarán de sus sistemas de amarre SSY y partirán hacia sus nuevos destinos. En ese momento, SOUTHERN ENERGY S.A. deberá definir un Plan de Cierre para las instalaciones (gasoductos e instalaciones superficiales, sistema de amarre SSY y planta compresora) conforme a las normas NAG-100 y NAG-153 de ENARGAS.

El alcance del proceso de cierre será acordado entre las partes intervinientes y las autoridades sectoriales y jurisdicciones provinciales antes de iniciar dicha etapa.

Algunos de los aspectos que deberá considerar y desarrollar el programa corresponden a los siguientes:

- Desafectación y remoción (en caso de ser así definido) de las instalaciones fijas.
- Retiro, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos generados como consecuencia de dicha desafectación.
- Inventario y clasificación de potenciales pasivos: en este sentido deberá formularse un Plan de recomposición de los mismos, en caso que existieran, contando con el reaseguro de los recursos necesarios para su ejecución.

- Acondicionamiento paisajístico del predio (aproximación costera), de acuerdo a los parámetros naturales del área afectada.

Antes de proceder al abandono deberá remitir a la autoridad de aplicación (SACC, SE, ENARGAS y PNA) el programa detallado a seguir, el cual deberá contener los siguientes requerimientos mínimos:

- **Detalle de las instalaciones**: deberá describir en forma detallada cada una de las instalaciones a desafectar (incluyendo la ubicación y descripción del lugar, características técnicas, motivo de la desafectación, etc.) y su vinculación con otras existentes, en caso de corresponder. A esa descripción se debe adjuntar un plano o un mapa de ubicación georreferenciado.
- **Actualización de Línea de Base Ambiental**. Se deberá realizar la caracterización del ambiente al momento de realizar el abandono. Para esto se deberán analizar los monitoreos realizados durante la operación, los cuales deberán ser complementados con campañas adicionales de ser necesario.

- **Definición de Retiro o Abandono**. En base al detalle de las instalaciones y la actualización de la LBA se definirá la mayor o menor conveniencia ambiental entre efectuar el abandono o el retiro de la cañería y las instalaciones. Siempre se debe tener como primera opción la posibilidad de dar continuidad a la operación y, cuando esta no sea viable, decidir el mejor uso o aprovechamiento de las instalaciones.

- **Identificación de Principales Impactos**. Una vez definidos los pasos necesarios para realizar el retiro o abandono se deberán identificar los impactos ambientales asociadas a estas tareas.

- **Definición de Medidas de Gestión Ambiental**. Tomando como base el Plan de Gestión desarrollado en el marco del EsIA para la etapa de Construcción se deberán ajustar los programas para el retiro o abandono.

Una vez aprobado el programa de abandono o retiro de instalaciones por la Autoridad de Aplicación, SOUTHERN ENERGY S.A. podrá comenzar el proceso.

En el caso de **retiro**, se deberá llevar a cabo una Auditoría de cierre de tercera parte, con el correspondiente Informe de Auditoría que deberá ser presentado y aprobado por la Autoridad de Aplicación (SACC, SE y ENARGAS).

En el caso de abandono, se ejecutarán **monitoreos o controles ambientales (auditorias periódicas)** para controlar la efectividad de las acciones realizadas.

3.2 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL (PMA)

El presente plan tiene como objetivo monitorear la implementación de las medidas de mitigación definidas asociadas a la minimización, prevención, corrección o compensación de los potenciales impactos ambientales negativos identificados.

Resulta importante contar con un plan de monitoreo que permita realizar el análisis del contraste entre lo estimado previamente y lo posteriormente acontecido, de manera de aportar herramientas a los procesos de evaluación ambiental permita realizar el análisis del contraste entre lo estimado previamente y lo posteriormente acontecido, de manera de aportar herramientas a los procesos de evaluación ambiental y permitir un manejo adaptativo de las medidas de gestión propuestas e implementadas.

Se encuentra compuesto por los siguientes programas:

- Programa de monitoreo de ruidos
- Programa de monitoreo calidad de aire
- Programa de monitoreo de las plumas de temperatura y salinidad
- Programa de monitoreo de calidad de agua
- Programa de monitoreo de comunidades plantónicas, bentónicas e ícticas
- Programa de monitoreo de megafauna marina y costera

3.2.1 Programa de Monitoreo de Ruidos

3.2.1.1 Objetivo

Es objetivo de este programa es realizar el seguimiento del ruido generado durante la etapa de construcción, operación y abandono del Proyecto FLNG GSM.

La evaluación del potencial impacto acústico del proyecto sobre la población y la fauna local se realizó en base a información teórica del ruido generado por las diferentes componentes. Estos valores suelen estar sobredimensionados ya que rara vez operan de manera simultánea todos los equipos. No obstante esto, resultará fundamental realizar el seguimiento de este aspecto, permitiendo validar las conclusiones arribadas en el presente estudio. En caso de comprobarse algún desvío deberán definirse medidas de mitigación adicionales.

3.2.1.2 Responsable

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la CONTRATISTA. SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que las mismas cumplan con la correcta implementación del mismo.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.2.1.3 Procedimiento

En relación al potencial impacto acústico aéreo (ver Anexo 6-1), los resultados indican que el grado de afectación por las operaciones de tendido del gasoducto tramo submarino 2 (en torno a los 115 dB) alcanzaría hasta una distancia de aproximadamente 400 m desde la zona de aproximación costera.

Considerando el carácter predictivo de este tipo de estudios es de crucial importancia llevar a cabo un programa de monitoreo del ruido y aplicar medidas de mitigación para atenuar cualquier afectación que se registre.

En este sentido, durante la construcción, las mediciones deberán ser realizadas con una frecuencia trimestral. Luego de los primeros 12 meses de obra, en base a los resultados obtenidos, SOUTHERN ENERGY S.A. junto con la SACC analizarán la necesidad de ajustar la frecuencia definida.

Para monitorear el ruido ambiente en el área de estudio se realizarán mediciones *in situ* acorde a los lineamientos especificados en la Norma IRAM 4062/21-2 en un punto sobre la costa.

Tabla 2. Coordenadas geográficas del sitio de medición de ruido ambiente propuesto.

Sitio de Medición	Latitud	Longitud
RMV3	41° 07’ 38’’S	65° 09’ 36,5’’O

Cada vez, se realizarán mediciones cubriendo las 3 franjas horarias definidas en la normativa:

- Período Diurno (De 8 a 20 hs)
- Período de Descanso (De 6 a 8 hs)
- Período Nocturno (De 22 a 6 hs)

Las mediciones se realizarán con un decibelímetro DEC 004, Marca TES, Modelo 1353S, N° de serie 12050288; bajo las siguientes condiciones:

- Filtro: A
- Rango: 40-100dBA
- Respuesta: Slow
- Duración: 1 segundo

Para el análisis del efecto sobre la fauna se podrá tomar como los documentos de la EPA (1971, 1980) y el documento sobre Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa publicado por el Servicio de Evaluación Ambiental de Chile publicó un (2022).

Para la etapa de Operación se deberá realizar una medición al inicio de la operación para validar las predicciones realizadas en el Estudio de Impacto Acústico.

El estudio de Modelación de la Propagación del Ruido Submarino (ver Anexo 6-2) muestra que la afectación de las distintas especies de fauna acuática por las hélices de las embarcaciones asumiendo conservativamente que todas ellas se encuentran emitiendo simultáneamente desde un único punto, sería extremadamente improbable dado que los animales deberían encontrase en un entorno muy cercano a estas embarcaciones y no alejarse de allí.

Por otro lado, el estudio del potencial impacto acústico aéreo (ver Anexo 6-1) muestra que el ruido producido por la operación en simultáneo de los buques FLNG MKII y Hilli Episeyo, con un nivel de emisión estimado de 119 dB(A), dejaría de afectar a aves a una distancia de 312 metros de la fuente.

3.2.2 Programa de Monitoreo de Calidad de Aire

3.2.2.1 Objetivo

Este programa tiene por objetivo controlar la calidad del aire ambiental conforme las normas de calidad tomadas para referencia, durante la Operación de las unidades FLNG MKII y Hilli Episeyo.

3.2.2.2 Responsable

SOUTHERN ENERGY S.A. será la encargada de la implementación del programa.

3.2.2.3 Procedimiento

Conforme las principales emisiones gaseosas provenientes de la operación de las FLNG MKII y Hilli Episeyo, se controlarán los siguientes parámetros de calidad de aire en un punto sobre la costa y con una frecuencia estacional:

- Óxidos de Azufre (SOx),
- Óxidos de Nitrógeno (NOx),

- Monóxido de Carbono (CO)
- Material Particulado menor a 10 micrones (PM10)
- Material Particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5)
- COVs

Tabla 3. Coordenadas geográficas del sitio de muestreo de calidad de aire propuesto.

Sitio de Muestreo	Latitud	Longitud
CA3	41°07’36’’S	65°09’30’’O

Los resultados serán contrastados con la Ley 20.284: Normas de Calidad del Aire: Anexo II. Adicionalmente se deberá realizar la comparación con la normativa de la Provincia de Buenos Aires y sus estándares de calidad de aire fijados por el Decreto 1.074/18, siendo éstos todavía más exigentes que los estándares nacionales y equivalentes a los estándares de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USA-EPA).

Todas las mediciones realizadas deberán registrarse e identificarse fehacientemente a través de la identificación de coordenadas geográficas, metodologías de toma de muestra y análisis de los parámetros, de forma tal que puedan ser contrastadas entre sí.

Las mediciones deberán ser realizadas con una frecuencia trimestral. Luego de los primeros 12 meses de operación, en base a los resultados obtenidos, el SOUTHERN ENERGY S.A. junto con la SACC analizarán la necesidad de ajustar la frecuencia definida.

3.2.3 Programa de Monitoreo de las Plumas de Temperatura y Salinidad

3.2.3.1 Objetivos

El objetivo del Programa es llevar un control de la temperatura y la salinidad de las descargas del sistema de enfriamiento y el proceso de ósmosis inversa, tanto de la FLNG MKII como de la FLGN Hilli Episeyo.

3.2.3.2 Alcance

SOUTHERN ENERGY S.A. deberá implementar este programa.

3.2.3.3 Procedimiento

Como primera medida, se controlará la temperatura y la salinidad de vuelco de los efluentes del sistema de enfriamiento y el proceso de ósmosis inversa, respectivamente, antes de su descarga al mar.

Para el control de la temperatura, las unidades cuentan con un sistema de monitoreo con alarma. En caso de ser superados los 7° se activarán dos enfriadores centrales y dos bombas principales de refrigeración de agua de mar en servicio.

Adicionalmente se monitoreará la temperatura y la salinidad en las inmediaciones de cada unidad. El monitoreo asegurará una alerta temprana, ante situaciones anómalas de temperatura y salinidad del efluente.

Para la temperatura se deberá considerar que una diferencia de 2-3°C es potencialmente perjudicial para la fauna local, particularmente cerca del lecho (fauna bentónica). Para la salinidad se deberá controlar no superan valores de incrementos de 0,05 PSU, lo cual es inferior a un 0,1% de los valores normales en el agua marina

Se deberá realizar la medición de temperatura y salinidad a 300, 500 y 1000 metros de cada unidad en 4 direcciones para cada distancia. En cada punto se deberá medir la temperatura y la salinidad en superficie, a 5 metros, 10 metros y 15 metros de profundidad y en el fondo.

Los valores registrados deberán ser comparados con valores registrados en sitios control. Para esto de deberá medir la temperatura y la salinidad en 2 puntos, uno al Norte y otro al Sur, a aproximadamente 5 km de distancia del área operativa del proyecto, a una distancia de la costa similar a la de la ubicación del sitio de amarre.

Las mediciones deberán ser realizadas con una frecuencia mensual. Luego de los primeros 12 meses de operación, en base a los resultados obtenidos, el SOUTHERN ENERGY S.A. junto con la SACC analizarán la necesidad de ajustar la frecuencia definida.

3.2.4 Programa de Monitoreo de Calidad de Agua

3.2.4.1 Objetivo

Es objetivo de este programa es realizar el seguimiento de la calidad del agua durante la operación del Proyecto FLNG GSM. Un monitoreo regular permitirá detectar cualquier incumplimiento en la gestión de los efluentes generados a bordo de la FLNG MKII y la FLNG Hilli Episeyo, asegurando que las descargas se realicen de manera controlada o que se traten adecuadamente antes de ser vertidas al Golfo San Matias.

3.2.4.2 Responsable

SOUTHERN ENERGY S.A. será la encargada de la implementación del programa.

3.2.4.3 Procedimiento

El programa de monitoreo buscará verificar que la FLNG MKII y la FLNG Hilli Episeyo (y eventualmente los metaneros) cumpla con las regulaciones locales e internacionales sobre el manejo y disposición de efluentes. Estas normativas establecen límites de contaminación y prohíben o limitan la descarga de ciertos contaminantes.

En particular el programa busca el control del efecto del vertido de:

- Descargas del sistema de enfriamiento
- Descargas del proceso de ósmosis inversa
- Aguas residuales
- Agua de sentina
- Drenajes
- Agua de lastre

Las mediciones serán realizadas en el entorno cercano a los buques FLNG MKII y FLNG Hilli Episeyo, en 4 direcciones, abarcando conjuntamente el área de influencia de ambas unidades de licuefacción y puntos de control.

Para la caracterización del agua se prevén como mínimo tres jornadas de trabajo (de manera conjunta con la obtención de muestras de plancton) en la que se realizará mediciones de variables fisicoquímicas mediante CTD en el perfil de la columna de agua y una salida vía terrestre a los sitios intermareales.

En total se analizarán 25 muestras de agua (11 estaciones de muestreo a 5 m y fondo de profundidad y 3 puntos intermareales).

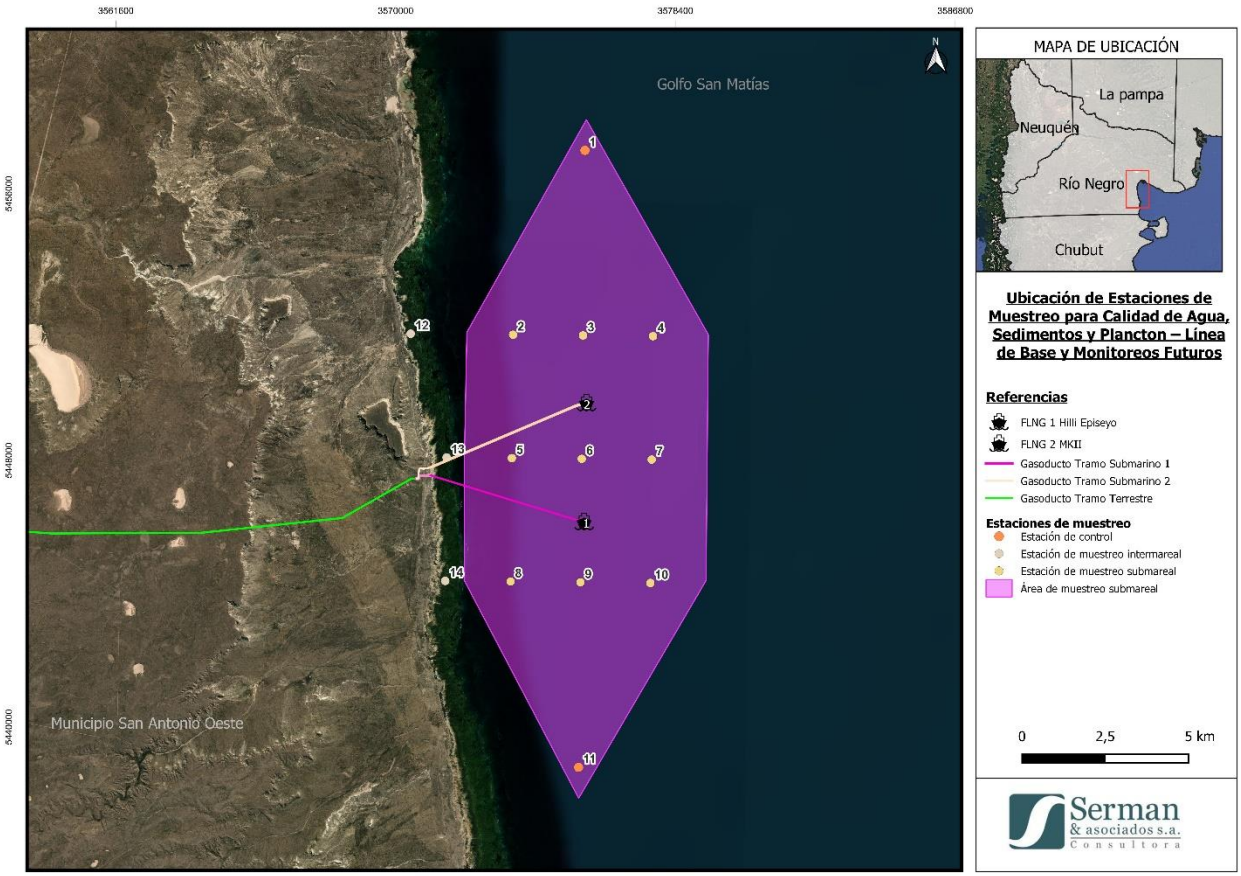


Figura 2. Esquema de relevamiento propuesto considerando conjuntamente el área de influencia de ambas unidades de licuefacción.

Todas las mediciones realizadas serán registradas e identificadas fehacientemente a través de la identificación de coordenadas geográficas, metodologías de toma de muestra y análisis de los parámetros, de forma tal que puedan ser contrastadas entre sí.

Las mediciones serán realizadas con una frecuencia trimestral (estacional). Luego de los primeros 12 meses de operación, en base a los resultados obtenidos, el SOUTHERN ENERGY S.A. junto con la SACC y PNA analizarán la necesidad de ajustar la frecuencia definida.

La lista de parámetros de agua fue confeccionada en función de los requerimientos establecidos por la Autoridad para la Etapa 1 del proyecto (construcción y operación). Se incluyen los parámetros requeridos en el marco del Programa de Monitoreo de Calidad de Agua junto con los requeridos en el Programa de Monitoreo de Comunidades Planctónicas. No se incluyen cloro ni hipoclorito, dado que no se encuentran naturalmente presentes en el ambiente. Asimismo, se reemplaza DQO por OD, por considerarse una denominación más adecuada.

Tabla 4. Parámetros que se propone analizar en las muestras de agua.

Determinación	Tipo de muestra	Método
pH	agua	SM - 4500- H+ B
Conductividad eléctrica	agua	SM 2510 B y CTD
Sólidos Disueltos totales	agua	SM 2540 B
Temperatura	agua	SM 2550 B y CTD
Salinidad	agua	CTD
Carbonatos	agua	SM 2320 B
Bicarbonatos	agua	
Fluorescencia de clorofila	agua	CTD
Turbidez	agua	CTD
SST	agua	SM 2540 D
Oxígeno disuelto	agua	SM 4500 O G
Profundidad	agua	CTD
Nitratos	agua	SyP II.6
Nitrito	agua	SyP II.7
Sulfatos	agua	SM 4500-SO_4^{2-}
Amonio	agua	SyP II.9
Fosfato	agua	SyP II.2
Fósforo	agua	SyP II.2.2
Silicato	agua	SyP II.5
DBO5	agua	SyP I.3
Coliformes fecales	agua	Número Más Probable (NMP)
Metales pesados en agua	Plomo, Cromo, Cadmio, Zinc, Níquel, Mercurio, Cobre, Estaño, Arsénico.	ICP-OES
Metales pesados en sedimentos		DIGESTION ÁCIDA. ICP-OES
Grasas Y Aceites	agua	EPA1664b
BTE'x	agua	EPA 5021-8015
Sustancias fenólicas	agua	HPLC
Hidrocarburos totales	agua	EPA 3510-EPA 8015
HPA's en agua	PAH: Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (ghi) perileno, Benzo (a) pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno (1,2,3-cd) Pireno y Fenantreno	EPA 3510 - EPA 8270

3.2.5 Programa de Monitoreo de Comunidades Planctónicas, Bentónicas e Icticas

3.2.5.1 Objetivo

Es objetivo de este programa es realizar el seguimiento de las comunidades planctónicas, bentónicas y pesquerías presentes en el área del proyecto durante la operación del Proyecto FLNG GSM.

3.2.5.2 Responsable

SOUTHERN ENERGY S.A. será la encargada de la implementación del programa.

3.2.5.3 Procedimiento

Los parámetros a ser analizados se detallan en la Tabla 4, donde se incluyen:

Calidad de agua

- Variables físico-químicas (temperatura, salinidad, fluorescencia de clorofila, turbidez, oxígeno disuelto y profundidad).
- Nutrientes inorgánicos disueltos: nitrato, nitrito, amonio, fosfato, silicato.
- Demanda biológica de oxígeno.

Sitios de muestreo: en total se analizarán 25 muestras (11 estaciones de muestreo a 5 m y fondo de profundidad y 3 puntos intermareales). La ubicación se detalla en Figura 2.

Metodología: a) mediante perfiles de CDT; b) y c) mediante muestreo con botellas Niskin.

Periodicidad: trimestral

Comunidades bentónicas

En relación al monitoreo de las comunidades bentónicas submareales se plantea la realización de un relevamiento con un buque pesquero de pequeño porte para realizar 12 estaciones de pesca con rastra bentónica en el sector submareal. Para el monitoreo de las comunidades bentónicas intermareales se plantea 1 muestreo localizado en un sitio del sector intermareal.

Comunidades planctónicas

Para el monitoreo de las comunidades plantónicas, en total se analizarán 25 muestras de plancton (11 estaciones de muestreo a 5 m y fondo de profundidad y 3 puntos intermareales).

Para el monitoreo de plancton se realizarán arrastres oblicuos de red minibongo con mallas 68 y 200 µm de poro para colectar muestras de micro y mesoplancton y bongo con mallas de 500 µm de por para la colecta de muestras de macroplancton. En ambos casos se estimará el volumen filtrado utilizando flujómetros.

Comunidades ícticas

Adicionalmente se analizará la presencia de ictioplancton en las muestras de agua recolectadas en el marco del monitoreo de las comunidades planctónicas del área.

Las embarcaciones y buzos considerados para el trabajo deberán contar con las correspondientes habilitaciones profesionales por parte de la PNA.

En tal sentido, se propone la siguiente frecuencia de monitoreos.

Tabla 5. Resumen campañas estacionales bióticas

Factor Ambiental		Parámetros / Indicadores	Puntos de Muestreo	Frecuencia
Ambiente Costero – Marino	Flora	Incluido dentro de los relevamientos de Plancton y Bentos		
	Comunidades Bentónicas	Composición de especies (riqueza). Frecuencia de ocurrencia en los lances (ocurrencia en porcentaje de individuos y ocurrencia en porcentaje de los lances). Abundancia total y densidad comunitaria. Biomasa bentónica total. Indicadores funcionales (grupos tróficos). Presencia de especies bentónicas exóticas.	13 puntos (12 puntos de muestreo submareal y 1 punto intermareal).	Estacional
	Comunidades Plantónicas	Densidad de picoplancton heterotrófico y autotrófico (bacterias, picocianobacterias y picoeucariotas). Densidad total y composición taxonómica de nano- y microplancton (fitoplancton y microzooplancton). Densidad total y composición taxonómica de mesoplancton (mesozooplancton e ictioplancton). Proporción relativa de holo y meroplancton. Presencia de especies de fitoplancton potencialmente nocivas.	En total se analizarán 25 muestras de plancton (11 estaciones de muestreo a 5 m y fondo de profundidad y 3 puntos intermareales)	Estacional

3.2.6 Programa Monitoreo Megafauna Marina y Costera

3.2.6.1 Objetivo

Es objetivo de este programa realizar el seguimiento de la abundancia y la diversidad de especies de megafauna (aves, mamíferos y tortugas marinas) presentes en el área del proyecto durante la operación del Proyecto FLNG GSM. Este monitoreo será crucial para detectar tempranamente las posibles interacciones entre las acciones del proyecto y la megafauna local.

3.2.6.2 Responsable

SOUTHERN ENERGY S.A. será la encargada de la implementación del programa.

3.2.6.3 Procedimiento

Como parte del trabajo de prevé realizar:

1) Control de la presencia de aves, tortugas y mamíferos marinos presentes en el área operativa del proyecto y un sector con menor influencia antropogénica (Islote Lobos).

2) Caracterización sonora de la ocurrencia de mamíferos marinos en el área operativa del proyecto y un sector sin actividad antrópica (cercano a Islote Lobos)

3) Caracterización sonora del ruido antropogénico en dos sectores con distinto impacto antropogénico (sector cercano al área operativa del proyecto y un sector cercano a Islote Lobos).



Figura 3. Zonas de trabajo. Sector rojo correspondiente al área operativa del proyecto. Sector Amarillo: indica la zona de menor impacto antrópico, correspondiente a Islote Lobos.

Para esto se llevará a cabo la siguiente metodología de trabajo:

La presencia de megafauna en sectores expuestos a distintas presiones antropogénicas se realizará a partir del desarrollo de dos metodologías complementarias:

a. Conteos directos a través de monitoreos visuales desde una embarcación semirrígida con motor fuera de borda

Se realizarán censos desde embarcaciones de las especies de megafauna marinas (aves/tortugas y mamíferos marinos) presentes en: 1) sector cercano al área operativa del proyecto, y 2) sector sin actividad antrópica (Islote Lobos). Se registrarán las especies observadas, el número de animales presentes, el comportamiento de los mismos y la localización geográfica.

b. Relevamientos de megafauna (aves/tortugas/mamíferos marinos varados muertos en las costas)

Se relevará la presencia de ejemplares de megafauna marina varada/muerta en la costa. Para ello se realizarán 2 recorridos costeros en diferentes sectores del Golfo San Matías: 1) sector cercano al área operativa del proyecto, y 2) sector sin actividad antrópica (cercano a Islote Lobos). De cada ejemplar hallado se colectará información de especie, talla, sexo, estado de conservación.

c. Monitoreos acústicos de mamíferos marinos y ruido antropogénico con hidrófonos autocontenidos.

Se propone realizar la identificación y la caracterización de la señal acústica y paisaje sonoro de las especies de mamíferos marinos y ruido antrópico, en dos sectores del Golfo San Matías (área operativa del proyecto e Islote Lobos). Este estudio se realizará a partir de la colocación de un hidrófono autocontenido (Sountrap) el cual será fondeado en cada uno de los sitios propuestos. El equipo permanecerá fondeado y grabando durante al menos 5 días en cada sector.

En tal sentido, se propone la siguiente frecuencia de monitoreos.

Tabla 6. Resumen campañas estacionales bióticas

Factor Ambiental		Parámetros / Indicadores	Puntos de Muestreo	Frecuencia
Ambiente Costero – Marino	Flora	Incluido dentro de los relevamientos de Plancton y Bentos		
	Reptiles	Especie Número de individuos Comportamiento (alimentación, socialización, reproducción) Posición geográfica.	Muestreo en distintas franjas horarias Observaciones visuales directas desde embarcaciones: transectos de monitoreo Observaciones visuales directas desde la costa: puntos fijos de observación El relevamiento se realizará tanto en la zona del proyecto como en el sitio control.	Estacional
	Aves			
	Mamíferos marinos			

3.3 PLAN DE PREPARACIÓN Y RESPUESTA A EMERGENCIAS (PPRE)

Como se menciona al inicio de este documento, tanto la CONTRATISTA como SOUTHERN ENERGY S.A. podrán adaptar los contenidos y lineamientos aquí desarrollados a una estructura propia de Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias.

3.3.1 Objetivos

El propósito del plan es promover la seguridad de todo el personal asociado a las actividades durante la construcción y de operación y abandono del Proyecto FLNG GSM, así como de la población local, y la protección del medio antrópico y natural adyacente.

Los objetivos específicos son:

- Proveer una guía de las principales acciones a tomar ante una contingencia / emergencia.
- Minimizar los efectos de una contingencia / emergencia una vez producida, desarrollando acciones de control, contención, recuperación y en caso de ser necesario, restauración de los daños.
- Capacitar al personal en materia de seguridad, prevención y cuidado del ambiente, así como su rol dentro del Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias (en el marco del Programa de Capacitación al Personal).

- Cumplir con las normas y los procedimientos establecidos por los organismos internacional, nacionales y provinciales competentes, de acuerdo a la política de protección ambiental para las actividades llevadas a cabo.

Su elaboración deberá estar en línea con la Ley Nacional 27.287, sancionada con el fin de actualizar, organizar y coordinar el manejo de situaciones de emergencia o riesgo, cualquiera fuese su origen. La norma crea el Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil con el objeto de integrar las acciones y articular el funcionamiento de los organismos del Gobierno Nacional, los Gobiernos provinciales y municipales, junto con las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil, para fortalecer y optimizar las acciones destinadas a la reducción de riesgos, el manejo de la crisis y la recuperación de situaciones afectadas por acontecimientos de origen natural o antrópico, que pueden incluir, incendios, inundaciones o incluso accidentes industriales.

3.3.2 Responsable

La CONTRATISTA deberá cumplir este programa y además verificar el cumplimiento del mismo por parte de sus Subcontratistas. SOUTHERN ENERGY S.A. será responsable de controlar la correcta implementación del programa durante la etapa de construcción.

Durante la etapa operativa y abandono, el principal responsable de la implementación del PGA será SOUTHERN ENERGY S.A.

3.3.3 Identificación de Contingencias

El PCA deberá contemplar todas las contingencias probables para cada una de las etapas de construcción, operación, mantenimiento, desafectación y abandono o retiro del sistema.

Al respecto durante la construcción pueden producirse algunas situaciones de emergencia frente a las cuales es necesario disponer de un procedimiento de tratamiento adecuado, oportuno y eficiente. Las contingencias posibles durante la construcción incluyen:

a) Derrames de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas
b) Incendios
c) Evacuación y traslado de heridos
d) Hombre al Agua
e) Colisión de embarcaciones.

Adicionalmente, durante la operación se identificaron:

f) Una fuga de gas natural desde un gasoducto submarino (enterrado)
g) Un derrame de GNL (a -162 °C) al agua (desde alguna de las FLNG)

En caso de originarse cualquier evento de contingencia antes mencionado en alguna de las componentes del sistema (FLNG MKII y Hilli Episeyo, gasoductos y/o estructuras asociadas), se deberá interrumpir la operación de todo el sistema. Esto a los efectos de prevenir cualquier tipo de interacciones que puedan sucederse las FLNG entre sí mismas.

3.3.4 Clasificación de Contingencias

Los distintos tipos de posibles incidentes serán clasificados según la gravedad y magnitud de la emergencia en:

Incidentes de Grado 1: Se trata de un siniestro operativo menor, que afecta localmente equipos de la CONTRATISTA/OPERADOR, generando un pequeño o limitado impacto ambiental, sin ocasionar daño a personas.

Incidente de Grado 2: Se trata de un siniestro operativo mayor, que afecta a equipos de la CONTRATISTA/OPERADOR y bienes de terceros, generando un impacto ambiental considerable y pudiendo ocasionar daño a personas.

3.3.5 Organización ante Contingencias

A los efectos de responder ante las situaciones de emergencia identificadas anteriormente, se deberá disponer de procedimientos de acción específicos para cada tipo de contingencia. Las acciones de estos procedimientos serán coordinadas por el Representante Técnico de la Obra/Jefe del Proyecto FLNG GSM, el Puerto de San Antonio Este y PNA.

A continuación, se indican, a modo orientativo, las misiones y funciones del personal ante emergencias (Tabla 7), las cuales podrán ser adaptadas por el operador de cada embarcación siempre que se cubran, adecuadamente, todos los puestos ante una emergencia.

Tabla 7. Cargo y misión asignada frente a una emergencia.

Cargo	Misión Asignada
Capitán	Comando General
Primer Oficial	Jefe de Respuesta
Jefe de Máquinas	Mantener los servicios esenciales Parada de equipos no esenciales

A los efectos de responder ante las situaciones de emergencia identificadas anteriormente, se dispondrá de procedimientos de acción específicos para cada tipo de contingencia. Las acciones de estos procedimientos serán coordinadas por el Jefe de Respuesta. Además, la compañía operadora deberá contar con un Responsable en Seguridad e Higiene y un Responsable Ambiental.

3.3.6 Fases de una Contingencia

Las fases de una contingencia se dividen en detección, notificación, evaluación e inicio de la reacción y control.

- Detección y Notificación

A los efectos de responder ante situaciones de emergencia cada embarcación dispondrá de un procedimiento específico de acción ante contingencias.

Las contingencias o emergencias que se produzcan en la zona marítima serán coordinadas por el Capitán de la embarcación, serán notificadas SOUTHERN ENERGY S.A., quienes darán aviso a la autoridad de aplicación (SACC, Municipio, SE, ENARGAS, PNA según corresponda).

- Evaluación e Inicio de la Acción

Una vez producida la contingencia y evaluada por el Responsable de Seguridad e Higiene y eventualmente el Responsable Ambiental, se iniciarán las medidas de control y de contención de la misma.

- Acción ante Emergencias

Los contratistas organizarán y capacitarán personal integrante de la dotación normal, para que, en caso de ocurrir una contingencia realicen las funciones requeridas.

- Control

El control de una contingencia exige que el personal embarcado esté debidamente capacitado para actuar bajo una situación de emergencia. Este control implica la participación de personal propio como también la contratación de terceros especializados que aplicarán los procedimientos vigentes.

3.3.7 Estrategias de Manejo de Contingencias

- Medidas Preventivas

Se realizarán simulacros de emergencias a los efectos de asegurar que el personal cuente con experiencia previa en cuanto a sus tareas y obligaciones en el caso de una emergencia.

Se cumplirá con las medidas de prevención de contingencias definidas en los procedimientos elaborados para cada contingencia identificada.

- Equipos Requeridos ante Emergencias

Los elementos de protección personal y equipos requeridos ante situaciones de emergencia serán los especificados en el Manual de Seguridad e Higiene.

A su vez, en cada embarcación mayor y en las bases de apoyo, se preverá un sector especial donde se ubicarán elementos y materiales para el combate de derrames.

3.3.8 Centros Médicos y Fuerzas Provinciales de Referencia

Los centros médicos identificados en la zona son:

- **H.A.P. Las Grutas**
  Hospital Área Programa “VIOLETA VILLALOBOS"
  Tel/Fax: 2934-468867
  Mail: hospitallasgrutas@outlook.com.ar
  Dirección postal: Buyayisky 670
  Mail: saludmentallasgrutas@gmail.com
  Complejidad: III

- **H.A.P. San Antonio Oeste**
  Hospital Área Programa “Dr. ANIBAL SERRA"
  Tel/Fax: 02934-421084 / 430472
  Tel: 2934-430468
  Mail: serviciosaludmentalsao@gmail.com

- **H.A.P. Sierra Grande**
  Hospital Área Programa “Dr. Osvaldo Pablo Bianchi"
  Tel/Fax: 02934-481092
  Mail: smcsierragrande@hotmail.com
  Dirección postal: Av. Antártida Argentina Esq. Av. del Minero (C.P.8532 -Sierra Grande)

Los bomberos voluntarios identificados en la zona son:

- **Bomberos Voluntarios de Las Grutas**
  Dirección: Manuel Choique s/n
  Las Grutas - CP: (8521)
  Tel/Fax: (02934) 497000
  Mail: bomberoslasgrutas@hotmail.com

- **Bomberos Voluntarios San Antonio Oeste**
  Dirección: Av. Yrigoyen 160
  Teléfono: (02934) 421251
  Mail: bomberos_sao@hotmail.com.ar

- **Bomberos Voluntarios de Sierra Grande**
  Dirección: Calle 117 y 106
  Teléfono: (02934) 481163
  Mail: bomberossg@yahoo.com.ar

Las dependencias de PNA identificadas en la zona son:

- **Prefectura San Antonio Oeste**
  Dirección: Brown 20 (CP 8520)
  Teléfono: 02934-421202

Los destacamentos policiales identificados en la zona son:

- **Comisaría 29° Las Grutas**
  Dirección: Calle San Carlos de Bariloche 555, R8521 Las Grutas, Río Negro
  Teléfono: 02934 49-7096

- **Comisaría 10º San António Oeste**
  Dirección: San Martín 525, San Antonio Oeste, Río Negro
  Teléfono: 02934 42-1213

- **Comisaría 13º Sierra Grande**
  Dirección: Maipú, R8532 Sierra Grande, Río Negro
  Teléfono: 02934 48-1007

3.3.9 Acciones de Emergencia Específicas

3.3.9.1 Acciones ante a) Derrames de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas

El Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias ante Derrames será desarrollado conforme a la reglamentación local y las recomendaciones de la OMI (procedimiento Shipboard Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP) Reglamento 26 de MARPOL; 73/78).

La regla 37 del Anexo I Convenio MARPOL establece la obligatoriedad de elaborar un Plan de Emergencia de a bordo en caso de contaminación por hidrocarburos. La regla 17 del Anexo II establece que los buques alcanzados deberán llevar a bordo un Plan de emergencia de a bordo contra la contaminación del mar por sustancias nocivas líquidas. De esta manera, ambos planes se pueden combinar en un único Plan de Emergencia para sustancias peligrosas. La Ordenanza Nº8-98 (DPMA) establece que el Plan de Emergencia deberá presentarse a PNA y contribuirá al Plan Nacional de Contingencia (PLANACON) mencionado en el REGINAVE. Su elaboración debe cumplir con los lineamientos detallados en las directrices de las Resoluciones MEPC.54(32), MEPC.86(44), MEPC.85(44) y MEPC.137(53). Se encontrará estructurado en secciones:

- Sección 1: Preámbulo, incluye los objetivos y la utilización del plan.

- Sección 2: Prescripciones de notificación, indica que se debe notificar tanto por una descarga probable como efectiva. Además, se harán notificaciones de seguimiento para informar acerca del desarrollo de los acontecimientos hasta que finalice la contingencia. La información comunicada incluirá los volúmenes de hidrocarburos derramados o con peligro de derrame. Se debe detallar los puntos de contacto con la autoridad, el puerto u otros actores de interés.

- Sección 3: Medidas para controlar las descargas. En esta sección se especifican las medidas de prevención y control a implementar tanto durante las operaciones normales como en situaciones de emergencia. Se debe indicar quién es la persona responsable a bordo y describir las funciones específicas que cumplen cada uno los tripulantes involucrados, facilitando así la toma de decisiones. Se proporcionan planos del buque, diagramas de las operaciones y toda información adicional necesaria para un mejor entendimiento de las intervenciones planificadas.

- Sección 4: Coordinación a nivel nacional y local. Refiere a la capacidad de dar respuesta ante un suceso. Por un lado, el buque deberá llevar a bordo indumentaria de protección personal y los elementos necesarios para controlar un potencial derrame de hidrocarburos que pudiera ocurrir en la cubierta. Se proveerá información sobre la ubicación y el modo de utilización de dicho equipamiento. Adicionalmente, la coordinación eficaz y rápida entre el buque y la Administración local constituye un factor vital para reducir a un mínimo los efectos del derrame.

- Sección 5: Información adicional no obligatoria. En este punto se adiciona información que se considera oportuna.

El plan estructurado como se indicó contendrá toda la información e instrucciones operacionales para actuar frente a una emergencia. En los apéndices figurarán los nombres, números de teléfonos, télex, etc., de los diversos puntos de contacto a que se hace referencia en el plan, junto con otros materiales de referencia.

En toda oportunidad que el personal en general se encuentre trabajando en una contingencia por derrame deberán dar estricto cumplimiento a las normas de seguridad establecidas por el Capitán con el fin de evitar la producción de chispas que puedan dar origen a una explosión y/o a un incendio.

En caso de un derrame será necesaria una acción rápida, tendiente a remediar inmediatamente tal contingencia. Esto efecto puede ser observado en detalle en la Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos (Anexo 6-5). Como se observa, en caso de un derrame existirá una tendencia de migración del producto como resultado de la acción de la corriente, el oleaje y del viento. Si bien en muy baja intensidad, en caso de no aplicar las acciones de control, el derrame podría alcanzar eventualmente Áreas Naturales Protegidas.

Por tal motivo, ni bien sea detectado el derrame se colocarán barreras de contención. **El derrame difiere del resto de las contingencias en que, si el personal está adiestrado y observa las normas de seguridad, es muy poco probable que haya peligro inmediato para la integridad y/o la vida humana.**

Asimismo, en caso de originarse de un derrame en alguna de los buques MKII y/o Hilli Episeyo, se deberá interrumpir la operación de todo el sistema, es decir de ambas FLNG. Esto a los efectos de prevenir cualquier tipo de interacciones que puedan sucederse las unidades entre sí mismas.

Estas normas serán aplicables tanto al personal propio como al contratado y a toda persona o entidad o empresa que preste algún tipo de servicio durante la construcción y operación.

Las tareas específicas a llevar adelante durante la contingencia de un derrame son las que se enumeran a continuación:

a) Alerta - Se tomarán las acciones necesarias para salvar vidas y se evacuará a todo el personal afectado

- Se informará a los responsables
- Se determinará la magnitud del hecho
- Se implementarán procedimientos de control

b) Control del derrame - Se determinará el origen del derrame y se impedirá que se continúe derramando el contaminante

- Se informará inmediatamente al Responsable de Seguridad e Higiene y al Responsable Ambiental.
- Se interrumpirán otras actividades.
- Se obtendrá toda la información necesaria sobre el tamaño, extensión y los contaminantes derramados.

El Responsable de Seguridad e Higiene y el Responsable Ambiental determinarán **si es necesaria la contratación de empresa especializada en control y remediación de derrame.** Se asegurará el cumplimiento de la legislación vigente en todo momento.

El Jefe de Máquinas y la tripulación deberá contener la dispersión del producto y colectarlo, siempre y cuando sea un derrame de características menores, para su posterior recuperación, usando equipos y materiales aptos. Si el derrame fuera de dimensiones mayores se avisará inmediatamente a los Responsable de Seguridad e Higiene y de Medio Ambiente, para que tome las medidas pertinentes al caso.

Como medida preventiva, todas las embarcaciones estarán provistas de material absorbente con capacidad de retención de derrames tanto en agua como en cubierta.

La comunicación se establecerá de la forma más rápida posible. En previsión, deberá siempre existir un teléfono celular cargado y reservado para situaciones de emergencia.

El Jefe Respuesta coordina con el Capitán las acciones a seguir y el apoyo de equipos y personal a solicitar.

Una vez que el derrame ha sido controlado, se efectuará un estudio de las causas del accidente y se determinan las medidas correctivas necesarias para evitar su repetición.

3.3.9.2 Acciones ante b) Incendios

El fuego se clasifica en cuatro clases: A, B, C y D, cuyas características y método de control se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 8. Clase de fuego

FUEGO CLASE A	Son los que se producen en combustibles sólidos (madera, papel, tejidos, trapos, goma y plástico), con producción de cenizas y donde el ÓPTIMO efecto extintor se logra enfriando los materiales con agua o soluciones acuosas para reducir la temperatura de ignición. Usar extintores clase A o ABC.
FUEGO CLASE B	Son los que se producen en combustibles líquidos y gases inflamables (derivados del petróleo, aceite, brea, esmalte, pintura, grasas, alcoholes, acetileno, etc.) sin producción de cenizas y en los cuales la acción extintora se logra empleando un agente capaz de actuar AHOGANDO el fuego, interponiéndose entre el combustible y el oxígeno del aire, o bien penetrando en la zona de llama e interrumpiendo las reacciones químicas que en ella se producen. Aquí se pueden utilizar, por ejemplo: Espumas extintoras, anhídrido carbónico y/o polvo químico. Usar extintores clase B o ABC.
FUEGO CLASE C	Son los que se producen sobre instalaciones eléctricas. Por su Naturaleza, la extinción debe hacerse con agentes no conductores de la electricidad (anhídrido carbónico – Halon BCF – polvos químicos). Usar extintores clase C o ABC.
FUEGO CLASE D	Son los que se producen en metales combustibles en ciertas condiciones cuyo control exige técnicas muy cuidadosas con agentes especiales. (magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, etc.)

En cada caso se deberán utilizar agentes extintores compatibles tal como se señala en el siguiente cuadro.

Tabla 9. Compatibilidad de agentes extintores

AGENTE EXTINTOR					
FUEGO	AGUA	POLVO ABC	CO_2	ESPUMA	HALON 1211
A	SI	SI	NO	SI	SI
B	NO	SI	SI	SI	SI
C	NO	SI	SI	NO	SI

Estos dos cuadros deberán ser colocados en lugares visibles en lugares estratégicos de las embarcaciones. Se deberá contar con un mínimo de 1 extintor ABC de 15 kg o con 1 extintor ABC de 10 kg cada 200 m^2.

Se colocarán en lugares visibles y accesibles del buque, cuadros con los roles de zafarranchos, lugares de reunión y los accesos para llegar a los mismos; y además un plano o croquis de lucha contra incendios donde figuren la ubicación de los dispositivos de lucha.

Ante un incendio se realizarán toques de alarma con el pito del buque o con el timbre de alarma del puente, que consistirá en un toque corto y uno largo repetido. De existir en el buque una red de altoparlantes, los toques de alarma serán complementados con una llamada de emergencia: "incendio en la zona... (e indicación precisa del lugar del buque)".

El Jefe de Respuesta tratará con el personal disponible de bloquear la instalación afectada, mientras recibe la ayuda externa. El Capitán encargará a una persona de dar aviso a las siguientes reparticiones en el orden en que se indica:

- Bomberos
- Prefectura Naval Argentina
- Hospital
- Comisaría
- Emergencias

La comunicación se establecerá de la forma más rápida posible. En previsión, deberá siempre existir un teléfono celular cargado y reservado para situaciones de emergencia.

El Jefe de Respuesta coordina con el Capitán las acciones a seguir y el apoyo de equipos y personal a solicitar. Dispone el pedido de ayuda médica, independientemente que hasta el momento no se hayan producido víctimas.

Una vez que el incendio ha sido controlado, se efectuará un estudio de las causas del accidente y se determinan las medidas correctivas necesarias para evitar su repetición.

Los buques de carga deberán contar con los dispositivos de detección y lucha contra incendios establecidos por la PNA, conforme a lo dispuesto en la Convención sobre Seguridad de la Vida Humana en el Mar, y sus respectivas enmiendas (REGINAVE, Título 1, Capítulo 4 y Disposición PNA 42/05).

Debido a que las pinturas, insecticidas, aplicaciones en aerosol y la mayoría de los removedores de pintura son inflamables, deberá tomarse los siguientes recaudos:

- No se los deberán utilizar cerca de llamas abiertas u otra fuente de ignición
- Se deberán leer las etiquetas de los envases
- No se reutilizarán envases que hayan contenido combustibles o líquidos inflamables para otro uso que no sea el mismo para el cual fueron destinados
- Dos situaciones en las que se puede generar riesgo de incendio son soldadura de juntas y colocación de revestimiento de las juntas soldadas en campo con mantas termocontraíbles, donde se usan sopletes con llama viva quemando gas. En tales casos se intensificarán todas las medidas de control necesarias para evitar incendios.

Los buques deberán contar con los dispositivos de detección y lucha contra incendios establecidos por la PNA, conforme a lo dispuesto en la Convención sobre Seguridad de la Vida Humana en el Mar, y sus respectivas enmiendas (REGINAVE, Título 1, Capítulo 4 y Disposición PNA 42/05).

3.3.9.3 Acciones ante c) Evacuación de Heridos

En caso de registrarse, conjuntamente con la emergencia ambiental, accidentes que involucren a personal del ejecutor o de terceros, se procederá a evacuar al o los heridos.

En las embarcaciones se deberá contar con camillas para traslado.

El Jefe de Respuesta pide auxilio al Capitán y solicita ayuda conforme a la cantidad de personal a evacuar, dando un detalle sumario de las razones de evacuación.

Los heridos siempre deberán ser evacuados a un centro urbano para su atención. Sin embargo, en todos los casos se tratará de brindar un primer auxilio por los acompañantes de los lesionados, hasta que se produzca la llegada al centro de atención (ver Punto 3.3.8).

En función de la gravedad de la lesión se determinará la forma de traslado y si será con o sin asistencia profesional.

3.3.9.4 Acciones ante d) Hombre al agua

Se deberá contar con al menos una rosca salvavidas, con silbato y baliza.

El Jefe de Respuesta da aviso del incidente y dispone las siguientes acciones:

- Tirar una rosca salvavidas y marcar la posición en el GPS
- Iniciar la maniobra de hombre al agua
- Si no es posible realizar la maniobra desde la embarcación, enviar inmediatamente una lancha de rescate (por ejemplo, las de aprovisionamiento u otra).
- Radiar a la Prefectura Naval Argentina
- Llamar a Emergencias
- Encargar a una persona el seguimiento permanente de la posición del náufrago
- Adopción de medidas para que una vez rescatado el náufrago se analice el incidente y se proceda a la instauración de las medidas de seguridad pertinentes.

En caso de que el incidente incluya la caída de equipamiento al agua una vez rescatados los náufragos se deberá evaluar con la Prefectura Naval Argentina los riesgos a la navegación y delimitar la zona riesgosa hasta el rescate/retiro de los equipos.

3.3.9.5 Acciones ante e) Colisión de embarcaciones

En relación al área de influencia del proyecto, resulta importante mencionar que el tráfico marítimo es bajo. Se ha identificado la presencia de buques pesqueros y de carga, estos últimos en su ruta de entrada y salida del puerto.

En particular para la etapa de operación, se establecerá un área de seguridad alrededor del punto de amarre de cada buque FLNG, cuya extensión deberá ser acordada con la PNA. Solo las embarcaciones autorizadas por las unidades FLNG MKII y Hilli Episeyo podrán ingresar a esta zona de exclusión. Dentro del dicha área, el buque MKII y Hilli Episeyo controlará y monitoreará todas las operaciones y establecerá restricciones de seguridad.

Los buques MKII y Hilli Episeyo cuentan con sistemas de comunicación y protocolos para la coordinación segura y eficiente de las operaciones de carga de GNL y otros servicios de apoyo.

A fines de evitar accidentes, incluida la colisión con otras embarcaciones, la aproximación del metanero será a muy baja velocidad (no podrá superar 1 nudo) dentro de la zona de restricción y con un ángulo de 30° respecto al sistema de amarre SSY. Asimismo, se aplicarán una serie de maniobras seguras para el transvase ship to ship y el desamarre, como el alejamiento inicial del metanero en ángulo recto al buque por una distancia de al menos 100 m antes de maniobrar para salir de manera segura.

No obstante esto, el riesgo de colisión de embarcaciones existirá siempre que el proyecto demande el movimiento de las mismas. Estas pueden deberse entre otras situaciones a:

- Condiciones meteorológicas adversas que provoquen mala visibilidad o mares agitados;
- Fallo mecánico de los sistemas de propulsión o dirección;
- Fallos en la gestión de HSE, incluidos procedimientos inadecuados/control procedimental de los movimientos del buque;
- Errores humanos, incluidos mala marinería, planificación inadecuada, mala navegación, guardia inadecuada, malas prácticas por negligencia, etc.

En este sentido, respecto a las condiciones meteorológicas, se deberá:

- Consultar de manera permanente los Pronósticos Meteorológicos.
- No realizar navegación a menos que las condiciones sean las adecuadas
- Respetar en todo momento lo definido por PNA y la OMI

Respecto a las embarcaciones, se deberá:

- Realizar revisiones periódicas, cumpliendo con lo establecido por PNA y la OMI.
- Contar con el equipo mínimo necesario para afrontar emergencias mecánicas y médicas, cumpliendo con lo establecido por PNA y la OMI.
- Contar con radio de comunicaciones o equipo de telefonía celular, cumpliendo con lo establecido por PNA y la OMI.

Respecto a los conductores, se deberá:

- Capacitar a todos los capitales sobre los aspectos asociados a las normas de seguridad, cumpliendo con lo establecido por PNA y la OMI.

Ante la ocurrencia de accidentes se seguirán los siguientes procedimientos:

- Determinar el estado de los ocupantes y que no hayan sufrido heridas graves.
- Si hay heridos, brindar primeros auxilios y seguir los pasos indicados en el Punto 3.3.9.3
- Verificar si hay daños estructurales en la embarcación.
- Asegurar que todas las personas a bordo lleven chalecos salvavidas.
- Determinar si la embarcación está tomando agua o corre el riesgo de hundirse.
- Si la embarcación está en peligro inminente, preparar los botes salvavidas y toma medidas para evacuar.
- Emitir señal de socorro a través del radio VHF (canal 16[3]), informando a la Prefectura Naval Argentina o a las autoridades locales de la colisión, indicando las coordenadas exactas en el Golfo San Matías.

[3] El canal 16 ha sido designado por la Organización Marítima Internacional (OMI) como el canal de emergencia para la radiocomunicación marítima a nivel mundial.

- Si la embarcación comienza a hundirse, intentar sellar cualquier vía de agua con los medios disponibles a bordo.
- Usar bombas de achique para reducir el ingreso de agua.
- Evaluar si es necesario echar el ancla para evitar que las corrientes marinas o el viento en el golfo desplacen la embarcación hacia áreas peligrosas, como bancos de arena o zonas rocosas.
- Permanecer en contacto continuo con PNA hasta llegada de asistencia.

3.3.9.6 Acciones ante f) una fuga de gas natural desde un gasoducto submarino (enterrado)

Al detectarse una fugar de gas en el gasoducto submarino de alguno de los sistemas asociados al buque MKII y/o Hilli Episeyo, se deberá:

- Proceder al cierre de válvulas submarinas.
- Evaluar la necesidad implementar técnicas de dispersión para mitigar los impactos del gas liberado.
- Contratar operadores con experiencia en intervenciones en aguas profundas o en ambientes marinos para realizar reparaciones o contenciones.
- Coordinar las tareas de respuesta y reparación con PNA
- Tras la reparación, realizar pruebas de presión y calidad para asegurar que la fuga ha sido completamente contenida.
- Realizar inspección final. Realizar una verificación detallada antes de restablecer el suministro de gas.
- Una vez asegurado que todo está bajo control, reiniciar el flujo de gas de forma controlada y paulatina.

En caso de originarse este tipo de eventos en cualquiera de los sistemas asociados a buques MKII y/o Hilli Episeyo, se deberá interrumpir la operación de todo el sistema, es decir de ambas FLNG. Esto a los efectos de prevenir cualquier tipo de interacciones que puedan sucederse las unidades entre sí mismas..

3.3.9.7 Acciones ante g) un derrame de GNL (a -162 °C) al agua (desde la FLNG)

Los buques MKII y Hilli Episeyo cuentan con un estudio HAZID, en el cual se han identificado y documentado los **Peligros de Accidentes Mayores** (MAH, por sus siglas en inglés) asociados a las operaciones de la FLNG. A partir de esta metodología de análisis, se proponen una serie de medidas de prevención, control y mitigación lo cual facilita la integración con otros estudios de seguridad. Cada FLNG (MKII y Hilli Episeyo MKII y Hilli Episeyo) se dividió en áreas o nodos, y para cada uno de ellos se analizaron los peligros más relevantes y se recomendaron diversas acciones de actuación.

Durante la descarga de GNL, en caso de detectarse un escape de GNL (incluida la liberación de vapor), el buque metanero o la unidad FLNG deben detener inmediatamente la transferencia de carga o activar su sistema de desconexión de emergencia (ESD), según corresponda. Si se forma una nube de gas que amenace la FLNG, el sistema de diluvio (cortina de agua) puede ser utilizado para controlar la nube de gas. Las operaciones se reanudarán cuando se haya identificado y controlado la causa de la pérdida. El buque metanero también deberá mantener una cortina de agua en el lado del barco en el sector de los brazos de carga.

Respecto al almacenamiento de GNL, los cuatro (4) tanques esféricos tipo Moss® del buque MKII y los seis (6) tanques esféricos tipo Moss® de la Hilli Episeyo están diseñados estructuralmente para contener la carga en caso de una fuga y equipados con sistemas detección.

El GNL es un líquido criogénico, peligroso para el personal debido a la baja temperatura, el GNL no quema. Toda liberación de GNL a la atmósfera se calentará y se evaporará a GN. El GN es un gas inflamable, no tóxico, más liviano que el aire a temperaturas ambiente. En una atmósfera abierta, en condiciones no contenidas, el GN no es explosivo. Los límites inflamables del GN en el aire son entre 5 y 15%. Puede haber una ligera variación en los límites inflamables debido a la composición real del GN.

Aunque no es tóxico, el GN y el nitrógeno gaseoso (generado del nitrógeno líquido de evaporación) pueden desplazar el aire en un área determinada, brindando una atmósfera deficiente de los niveles de oxígeno necesarios para la vida humana.

En cualquier caso, de emisión de GNL o GN, la fuente de la emisión deberá aislarse y asegurarse de inmediato. La decisión de forzar la evaporación de cualquier pileta de GNL líquido se hará ejerciendo el buen juicio después de considerar condiciones predominantes del viento y la capacidad del personal de respuesta de controlar la dirección del movimiento de la nube de vapor de GN que se generará.

Todas las respuestas ante derrames de GNL a bordo de cada FLNG o de los metaneros estarán bajo el control ejecutivo del Capitán. Si hay más de un barco presente en la zona de operación será de suma importancia la buena comunicación entre los Capitanes de los mismos.

Definición del Tamaño del Derrame y Respuestas

- **Derrame Clase I**. Una pequeña emisión de gas natural, sin acumulación del líquido del GNL. La nube de vapor de este tipo de emisión es inflamable solamente en las cercanías inmediatas de la emisión. Si se encendiera el gas, el principal riesgo de incendio sería sobre la FLNG.

- **Derrame Clase II**. Una pequeña fuga de GNL que forma una pequeña pileta de líquido ya sea en una bandeja de goteo o no. El GNL está limitado a un área, y no hay peligro de que la fuga aumente de tamaño. La nube de vapor de este tipo de emisión es inflamable solamente en la inmediata vecindad de la emisión. El contacto directo con el GNL acumulado es peligroso para el personal de la FLNG.

- **Derrame Clase III**. Una fuga moderada de GNL que forme una pileta de líquidos o llene una bandeja de goteo. La nube de vapor inflamable de esta fuga de GNL, si se enciende, puede poner en peligro al personal de la FLNG y causar daños menores al equipo.

- **Derrame clase IV**. Corresponde a un derrame de GNL que fluya por el área de contención primaria. La nube de vapor inflamable y la columna de llama potencial de este derrame de volumen es una amenaza seria al personal y al equipo del buque.

  Respuesta Derrame Clase I – IV: Se realizará la activación de la Parada de Emergencia (ESD), durante los cual se producirá el cierre de toda válvula relacionada y otros sistemas para detener la descarga de flujo. Todo el personal se reunirá en una localización segura. El personal encargado de la respuesta actuará según se requiera. En todo el esfuerzo por controlar los derrames de GNL, el personal no deberá exponerse a riesgos innecesarios. En este sentido, el personal deberá entrar a una nube de vapor solamente si está adecuadamente autorizado y usa ropa de protección y el equipo adecuado para respirar. Antes de ingresar a un área peligrosa, el personal de respuesta a emergencias y el personal suplemente deberán estar adecuadamente equipados e informados. La persona que entra a un área peligrosa debe usar un arnés adecuado con la cuerda salvavidas atada y tendida. Se monitoreará y documentará todo el proceso. Dependiendo de la severidad de la emisión

y de la habilidad del equipo de respuesta del barco para manejar la situación, se deberá notificar a Prefectura Naval Argentina. La responsabilidad de manejar la emergencia es el Capitán del barco de acuerdo a sus planes de emergencia.

- **Derrame clase V.** Una emisión de GNL que genere suficiente vapor para que la nube visible se extienda más allá de la zona de operación de la FLNG. La nube de vapor inflamable de este derrame es un peligro serio para el personal de la terminar y un riesgo potencial para las personas fuera de la zona.

  Respuesta Derrame Clase V: Si en cualquier momento la nube de vapores de GN alcanza tal magnitud que se extiende fuera del barco, o tal suceso parece inminente, los Capitanes de los barcos realizarán las acciones adecuadas para impedir que la nube de vapor se ponga en contacto con una fuente de ignición. Esto incluirá transmisiones de Seguridad y Urgencia por el canal 16 de VHF a través de otros medios para advertir a los barcos locales sobre el peligro inminente.

- **Derrame clase VI**. Una fuga de GNL que provoque un derrame en el agua. El barco puede dañarse seriamente con este tipo de derrame y producirse una gran nube de vapor que se produce cuando el GNL llega al agua. Puede haber serios peligros para el personal de la terminal y el ambiente. Deben tomarse medidas de control de daños y realizarse una cuidadosa evaluación para asegurar que la estabilidad del barco no esté comprometida que desencadene en un derrame aún peor.

  Al respecto, en el Anexo 6-8 se presenta la Modelación de la Dispersión de las Emisiones Gaseosas de Emergencia, en el cual se observa que para el caso de estudio, la zona de riesgo alto llega hasta 2.6 km desde el buque y la zona de riesgo moderado llega hasta una distancia de 4 km desde la fuente. La línea de costa solo es expuesta a las condiciones de bajo riesgo, no afectándose ningún centro poblado.

  Respuesta Derrame Clase VI: Si en algún momento se derrama GNL en el agua en cantidades tales que exista un riesgo reconocible para las personas o los equipos el Capitán del barco tomará las acciones adecuadas para evitar que la nube de vapor entre en contacto con una fuente de ignición. Se realizarán las transmisiones de Seguridad y urgencia a Prefectura Naval Argentina y a otros barcos locales del peligro inminente.

- **Derrame clase VII**. Una gran emisión de vapor de los venteos de los tanques del barco de, líneas de vapor, o líneas de gas combustible o la rotura de una tubería. La emisión de vapor de este tipo puede no tener impacto sobre ninguno de los sistemas en uso: sin embargo, deben considerarse como un derrame y realizarse la acción adecuada en este manual tomado para proteger el medo ambiente.

  Respuesta Derrame Clase VII: Grandes cantidades de vapor de GNL o de gas natural pueden liberarse de las rejillas de ventilación del tanque o válvulas de desfogue. De éstas, solamente las fallas en la línea que se producen dentro de espacios reducidos presentan una posibilidad de explosión.

En caso de originarse este tipo de eventos en cualquiera de los sistemas asociados a buques MKII y/o Hilli Episeyo, se deberá interrumpir la operación de todo el sistema, es decir de ambas FLNG. Esto a los efectos de prevenir cualquier tipo de interacciones que puedan producirse las unidades entre sí mismas.

Resulta importante mencionar que estos eventos tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia. No obstante, cada unidad FLNG MKII y Hilli Episeyo, y los metaneros deberán contar con un Plan de Emergencias que contemple todas las acciones a seguir en caso de un derrame, las cuales derivarán del estudio de riesgo específicamente elaborado para el proyecto en cuestión.

3.3.10 Procedimiento para la Comunicación de Contingencias

En los casos de emergencia, sólo la persona designada para tal fin estará autorizada a dar respuestas a la prensa y a los medios de comunicación en general.

Se elaborará un informe dentro de las 24 horas de la ocurrencia de los hechos. Contendrá como mínimo estos aspectos:

- Naturaleza del incidente
- Causa del incidente
- Detalles breves de la contingencia
- Detalles sintéticos de las acciones tomadas hasta el momento
- Forma en que se hizo el seguimiento
- Definición si el incidente está concluido o no.
- Todos los Informes de Incidentes serán numerados secuencialmente.

Durante la construcción la empresa CONTRASTISTA comunicará a SOUTHERN ENERGY S.A., previamente en forma oral, y posteriormente en forma escrita, los detalles más relevantes de la contingencia.

SOUTHERN ENERGY S.A será la responsable de informar los eventos a las Autoridades de Aplicación (PNA, SACC, SE, ENARGAS, Municipio).

3.4 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL (PGS)

3.4.1 Objetivo

El objetivo del Plan de Gestión Social (PGS) es abordar sistemáticamente la diversidad y complejidad de aspectos sociales vinculados a la implementación del Proyecto FLNG GSM, asegurando que todos los planes, programas y medidas específicos diseñados en el marco del PGA sean correctamente implementados.

Se trata de que las acciones concretas relativas a la vinculación con la comunidad en general (ver Partes Interesadas identificadas en la Línea de Base Ambiental (Capítulo 5) se desarrollen armoniosamente a través de un proceso documentado.

3.4.2 Responsables

SOUTHERN ENERGY S.A. deberá garantizar y supervisar la implementación de este plan durante la etapa constructiva pudiendo colaborar con la CONTRATISTA en aspectos puntuales debido a su rol como responsable y promotor del Proyecto. Las medidas que se plantean para la etapa operativa quedan bajo su responsabilidad de ejecución.

Como fuera establecido en el **Programa de Seguimiento Ambiental**, se recomienda designar una persona física como **responsable de la Gestión Social especializado/a en gestión de aspectos** sociales y relacionamiento con la comunidad, desde la etapa preparatoria del inicio de la ejecución de la construcción. El/la responsable del PGS actuará como interlocutor/a en todos los aspectos sociales entre SOUTHERN ENERGY S.A. y los actores sociales del área de afectación directa y deberá garantizar la correcta ejecución del Plan en tal instancia.

La Gestión Social podrá ser contenida en el marco de la Política de la Empresa, con sus programas particulares, en este sentido deberán incorporarse a la misma los contenidos mínimos aquí delineados. Para una presentación ordenada de estos contenidos en este documento se expone el PGS integrado por los programas que se enlistan a continuación:

- Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
- Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad
- Programa de Acción de Género
- Programa de Seguridad e Higiene Laboral
- Programa de Contratación de Mano de Obra Local
- Programa de Contratación de Servicios y Desarrollo de Proveedores Locales
- Programa Integral de Protección a Pulperos y Restauración de Servicios Ecosistémicos
- Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación

3.4.3 Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria

3.4.3.1 Objetivo

El programa tiene como objeto garantizar el derecho de la población a estar debidamente informada sobre las características del Proyecto FLNG GSM y los posibles efectos que este podría tener sobre el ambiente.

3.4.3.2 Responsables

SOUTHERN ENERGY S.A. es la responsable de las tareas comunicacionales a desarrollar en relación con el origen y diseño del Proyecto en general, sus principales hitos de avance a lo largo de todo el ciclo y las consecuencias de este.

La CONTRATISTA será la responsable, durante la etapa constructiva, de brindar información sobre el avance de las obras y alteraciones directas que por su desarrollo se puedan evidenciar. A su vez, deberá implementar un mecanismo para la atención de la demanda ciudadana (quejas, reclamos, consultas, etc.). SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que la misma cumpla con la correcta implementación del programa.

Durante la etapa constructiva, la CONTRATISTA deberá mantener debidamente informado a SOUTHERN ENERGY S.A. sobre los avances de las obras, mientras que este último deberá estar disponible para la pronta respuesta a consultas que puedan registrarse y que excedan la responsabilidad de la empresa constructora.

SOUTHERN ENERGY S.A. es el responsable de las tareas comunicacionales a desarrollar durante la operación y el abandono del Proyecto.

3.4.3.3 Procedimiento

- Definición del sector a cargo de la implementación del Programa y de personas responsables específicos del mismo a nivel local;

- Comunicación y organización interna de las distintas áreas de la empresa a fin de que todas las áreas implementen el Plan o puedan identificar las acciones que requieran de la implementación de este;
- Capacitación interna de los/as empleados/as del Proyecto en los distintos aspectos del Plan y del Mecanismo de Gestión de Inquietudes y Conflictos (MGIyC).
- Ante cualquier inquietud presentada por parte de la comunidad local, la persona **Responsable del Plan de Gestión Social (PGS)** deberá propiciar el diálogo y responder con información fidedigna en conjunto, de ser necesario, con quien sea la persona **Responsable Ambiental (RA)**, documentando dicho proceso y respetando las costumbres y creencias de la comunidad.

El Programa debe describir todas las instancias previstas de comunicación entre el proyecto y sus Partes Interesadas. Así, con debida anticipación deberá definirse:

- Identificación las principales partes interesadas receptoras del Plan (por ejemplo, áreas gubernamentales de la provincia de Rio negro, del municipio de SAO, representantes de la organización de la sociedad civil, Organizaciones Ambientales, empresas locales, población rural, etc.);
- Identificar los canales comunicativos a utilizar con cada uno de ellos;
- Selección de los principales temas a comunicar;
- Determinación de los momentos claves o propicios para la comunicación.

El Programa podrá articularse en base a los siguientes procedimientos, que son de aplicación efectiva durante toda la vida del proyecto:

A. Rondas informativas previas al inicio de obra.
B. Aviso de obra y señalización preventiva.
C. Mecanismo de Gestión de Inquietudes y Conflictos (MGIyC).

El área responsable deberá trabajar de manera coordinada con los/as profesionales contratados/as para distintos fines, por ejemplo:

- Profesionales/ Especialistas a cargo del Programa de Capacitación para el Personal (descrito en el PPA)
- Profesional/ especialista a cargo del Programa de Manejo de Tránsito y Señalización (descrito en el PPA)
- Profesional/ Especialistas a cargo del Programa de Acción de Género (PAG)
- Profesionales/ Especialistas a cargo del componente Patrimonio Arqueológico Subacuático

El Programa de Comunicación vigente para el presente proyecto deberá considerar las mejores estrategias de comunicación a partir de un diagnóstico de los canales de comunicación más utilizados por la población destinataria.

Será una prioridad de este Programa de comunicación incluir información clara y establecer la realización de talleres, así como un diálogo constante para asegurar que la comunidad esté bien informada. Se trata de una estrategia clave y mencionada por diferentes partes interesadas durante el relevamiento de percepción, para lograr que la comunidad entienda los detalles del proyecto, especialmente en lo que se refiere a la diferencia entre el GNL y el oleoducto.

Además, hay grandes expectativas en torno al empleo y la contratación de servicios que el proyecto podría generar. Proporcionar información clara y oportuna ayudará a gestionar estas expectativas, ya que si se incrementan sin ser atendidas o cumplidas, podrían volverse un factor adverso para el desarrollo de la obra y en la opinión pública.

Las rondas informativas y participativas presenciales con partes interesadas locales deberán ser realizadas en las localidades de San Antonio Oeste, Las Grutas y en la zona rural del AISD. Se realizará una difusión y convocatoria amplia para garantizar la presencia de todos los beneficiarios y la población del área de influencia del proyecto.

Además de las instancias presenciales de comunicación, se deberán diseñar otras formas de comunicación: carteles, folletos, radio, mensajes de texto, WhatsApp, etc. Los medios utilizados deben tener en cuenta la capacidad de los diferentes miembros de la comunidad para acceder a ellos y las condiciones de conectividad local, a fin de asegurar que la comunicación llegue a todos los grupos de igual manera.

En la implementación de todas las instancias, deberán realizarse esfuerzos por incorporar las inquietudes de los actores sociales consultados en el proceso de toma de decisiones sobre el proyecto, ya sea previo o durante la instancia de construcción.

A continuación, se detallan las actividades de comunicación que, de mínima, deberá llevar a cabo el/la responsable en relación con las distintas partes interesadas del proyecto.

3.4.3.3.1 Rondas Informativas previas al inicio de obra

Al menos 30 días corridos antes del inicio de obras, por medio del/la responsable del Plan de Comunicación y en coordinación con el/la responsable del PGS, se establecerán instancias de comunicación (pudiendo ser más de una instancia) poniendo al alcance de las Partes Interesadas, principalmente las afectadas, las características del proyecto a ejecutar y los estudios ambientales desarrollados hasta ese momento. El objetivo de estas instancias realizar la comunicación del proyecto y realizar una gestión de las expectativas de empleo, así como consultas o inquietudes sobre aspectos ambientales, de monitoreo, de cronograma de obra, etc.

Las reuniones informativas iniciales con estas Partes Interesadas deberían abordar los siguientes temas como mínimo:

- Presentación de la empresa y las contratistas.
- Presentación del Proyecto:
    - Objetivos.
    - Actividades y acciones principales (i.e. ubicación de las locaciones y otras instalaciones, etc.).
    - Caminos por utilizar para el tránsito de vehículos y maquinarias; caminos nuevos a construir.
    - Fecha de inicio de obras, el cronograma tentativo, las tareas a desarrollar y los aspectos necesarios a coordinar para lograr una buena convivencia entre el proyecto y la respectiva Parte Interesada.
- Presentación de los criterios ambientales para el desarrollo del proyecto:
    - Contenidos del Estudio de Impacto Ambiental y Social, con una clara identificación de los impactos identificados.

- Consideraciones sobre las Medidas de Mitigación y Programas de Gestión, detallando todas las medidas consideradas para la mitigación de impactos.
- Describir las instancias de comunicación y las vías de acceder al Mecanismo de Gestión de Inquietudes y Conflictos (MGIyC).
- Dar a conocer las acciones previstas para mitigar potenciales afectaciones a la población del área de proyecto por conductas inadecuadas del personal de la Contratista y sus subcontratistas. Se informará a la población que en el marco del proyecto resultan inaceptables la violencia y/o discriminación por razones de género, identidad de género, orientación sexual, identidad cultural o religión.

Estas reuniones iniciales resultan una oportunidad para convenir de forma conjunta los aspectos relevantes propios de cada actor o grupo de actores. Es importante que en estas instancias se propicie la participación y decisión conjunta, y la coordinación -en la medida de lo posible- de las obras con las actividades que se desarrollan en el territorio impactado directamente por el Proyecto.

3.4.3.3.2 Aviso de obra y señalización preventiva

El procedimiento de aviso de obra se fortalecerá a partir de folletería, carteles y comunicación a través de medios de comunicación local. Se brindará información sobre las características y alcances del proyecto, pero especialmente orientada a informar a las partes interesadas acerca de:

- Los lineamientos de este Programa para asegurar el frente de obra.
- Cronograma de cortes viales programados.
- Cronograma de obras en inmediaciones de sitios de interés social y cultural, y en áreas de tránsito peatonal.
- Indicaciones de zonas restringidas al paso para personas ajenas al Proyecto.

SOUTHERN ENERGY S.A. y la Contratista tendrán como responsabilidad realizar avisos de divulgación en los canales de comunicación de mayor alcance en el AISD de la obra, debidamente documentadas, donde se informará la duración de las interrupciones y desvíos, incluyendo mensajes preventivos sobre accidentes viales acorde a las medidas de Manejo de Circulación de Vehículos y Maquinarias (ver Plan de Manejo del Tránsito y Señalización).

Asimismo, deberá emplazar en todos los frentes de obra activos carteles donde se indique el nombre de la empresa contratista, la actividad que se está desarrollando y el número de teléfono gratuito y dirección de email a las que un potencial interesado pueda comunicarse o gestionar una inquietud (ver Mecanismo de Gestión de Inquietudes y Conflictos).

3.4.3.3.3 Medidas específicas:

- Garantizar una comunicación fluida entre el proyecto y la Secretaría de Hidrocarburos, en especial comunicar los planes de contingencia.
- Establecer una articulación con autoridades gubernamentales locales y provinciales, en especial a las fuerzas de seguridad local, bridando información sobre el Programa de Manejo del Tránsito y Señalización.

- Establecer comunicaciones con pulperos:
    - Dar aviso sobre las interferencias y momentos de obra en el el camino de los pulperos en las inmediaciones de la formación geológica Fuerte Argentino al interrumpir el paso que posee mayor intensidad en verano por: pescadores artesanales de pulpito, pescadores deportivos y turistas en general. (ver Programa Integral de Protección a Pulperos y Restauración de Servicios Ecosistémicos).
- Establecer comunicaciones con sector de pesca artesanal y Dirección de Pesca de SAO para gestionar de manera eficaz tanto las expectativas positivas como las negativas:
    - Informar claramente sobre el equipamiento de los barcos que ingresarán al Golfo en relación al proyecto
    - Divulgar la evaluación de impactos y medidas de gestión y monitoreo ambiental sobre el recurso pesquero del Golfo San Matías (ver Programa de Monitoreo de Pesquerías).
    - Informar sobre posible demanda de servicios y mano de obra local del Proyecto.
- Establecer comunicación para operadores turísticos y turistas del Fuerte Argentino :
    - Actividades que promuevan el acceso a la información sobre riesgos para los/as turistas para que no accedan obra los sitios de obra.
    - Comunicaciones con operadores turísticos asociados al Fuerte Argentino y la afectación que tendrá en el desarrollo de los servicios la construcción del gasoducto.
    - La construcción del gasoducto y apertura y cierre de zanja del componente posibilitarán el acceso a nuevos sitios y servicios turísticos que pueden resultar riesgosos para la salud y seguridad de turistas durante la etapa de construcción si no están correctamente señalizados.
    - Para su ejecución la persona responsable del Plan de Comunicación en colaboración con los/as responsables del Plan de Manejo de Tránsito y Señalización y el Plan de Prevención de Emergencias y Contingencias, deberán establecer actividades para evitar el acceso de turistas a la zona de obras.
- Establecer comunicación con productor ganadero Ea. La Paula para:
    - Brindar detalles del proyecto, de la potencial reducción de la zona para el pastoreo del ganado y consensuar evitar interferencias en el movimiento del ganado con las operaciones de la obra.
    - Definir actividades preventivas para asegurar la Seguridad Patrimonial (algunas de las cuales se consignan más adelante en el Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad).

3.4.3.4 Mecanismo de Gestión de Inquietudes y Conflictos (MGIyC)

El Mecanismo tiene como objeto facilitar la interacción entre el proyecto y la comunidad; recepcionar todo tipo de inquietudes, reclamos o quejas y resolver situaciones potencialmente conflictivas mediante el diálogo y la negociación.

El MGIyC funcionará en todas las áreas de influencia del proyecto, desde el momento que dé comienzo la obra, y se extenderá hasta el fin de esta, siendo SOUTHERN ENERGY S.A. responsable de su implementación en la figura que designe a tales fines.

La implementación del MGIyC deberá arbitrar medios y mecanismos transparentes para facilitar la recepción de inquietudes de las partes interesadas del Proyecto y responder a las mismas a fin de solucionarlas y de anticipar potenciales conflictos.

Deberá implementarse de modo tal que resulte accesible a todos los miembros de la comunidad y brinde resultados justos, equitativos y duraderos, en un plazo razonable después de iniciado el reclamo. Asimismo, debe darse a publicidad para que sea conocido por todas las partes interesadas.

En los casos en los que no sea posible evitar conflictos, deberá promover la negociación y esforzarse en alcanzar la resolución de este de forma que todos los actores involucrados (incluyendo el Proyecto) se vean beneficiados con la solución.

En la implementación se deberá asegurar entonces que el MGIyC.

- Sea implementado en toda el área de influencia del Proyecto.
- Provea un proceso predecible, transparente y creíble para todas las partes interesadas.
- Brinde un marco de confianza, respeto y confidencialidad a todas las partes interesadas que presenten una inquietud.
- Ofrezca resultados que sean considerados justos, equitativos, efectivos y duraderos, previendo además que los mismos ocurran en un lapso adecuado de tiempo desde la presentación de la inquietud.

El MGIyC debe ser implementado atendiendo, por lo menos, a los siguientes aspectos:

- Comenzar tempranamente en el ciclo del Proyecto y continuar durante toda la vida de este.
- Asegurar la accesibilidad a todas las partes interesadas y miembros de la comunidad, incluyendo a los grupos más vulnerables (por ejemplo: mujeres, jóvenes, etc.).
- Desarrollar procedimientos culturalmente apropiados que consideren y respeten las diversidades culturales en cuanto a competencias (i.e. para la recepción de inquietudes), formas de negociación, estructura social y formas de administrar el tiempo, entre otros.
- Publicitar masivamente y mantener múltiples puntos de recepción en los que se pueda dejar inquietudes a fin de que MGIyC sea conocido por todas las partes interesadas del Proyecto.

3.4.3.4.1 Recepción y Registro de Inquietudes, Quejas y Reclamos

Los mecanismos para la recepción son:

- Se instalará un buzón de sugerencias y/o libro de quejas en cada uno de los frentes de Obra.
- Se habilitará un teléfono y una dirección de email exclusiva para recibir inquietudes a cargo de la empresa.
- El/la responsable del PGS podrá recibir las sugerencias, quejas y reclamos que surjan de la interacción con la población rural del área de afectación y que deberán ser registradas y debidamente monitoreadas para su resolución; dejando asentado las respuestas y resoluciones adoptadas, y verificará la efectividad de los mecanismos existentes, supervisándolo para todos los componentes del Proyecto.

Estos mecanismos deberán ser informados y regularmente publicitados (i.e. folletos, cartelería pública, medios radiales locales, etc.) y estar siempre disponibles para cualquier parte interesada que quisiera acercar una inquietud en las oficinas de la empresa y en los frentes de obra.

Toda inquietud que ingrese por cualquier medio debe ser registrada y archivada en una carpeta especial.

3.4.3.4.2 Evaluación de Inquietudes, Quejas y Reclamos

En caso de que la inquietud se trate de una duda o consulta de información con respecto a cualquier componente del Proyecto, la misma deberá ser siempre considerada y respondida.

En caso de que inquietud se trata de una queja o reclamo con respecto a cualquier componente del Proyecto, deberá evaluarse la pertinencia de la inquietud para considerarla como apropiada o para rechazarla.

En caso de que el reclamo o la queja sean rechazadas, el reclamante deberá ser informado por la empresa de la decisión y de los motivos de esta. Para ello, deberá brindarse información pertinente, relevante y entendible de acuerdo con las características socioculturales del reclamante. El reclamante debe dejar una constancia de haber sido informado, la misma será archivará junto con la inquietud.

3.4.3.4.3 Respuesta a Inquietudes

En caso de que la inquietud se considere válida, la misma deberá ser atendida y respondida por la empresa en un lapso no mayor a 10 días consecutivos.

La información que se brinde debe ser pertinente, relevante y entendible de acuerdo con las características socioculturales de quién consulta. Éste último debe dejar una constancia de haber sido informado y satisfecho su consulta, la misma será archivará junto con la inquietud.

En caso de que la inquietud se trate de una queja o reclamo con respecto a cualquier componente del Proyecto que haya sido considerado como apropiado, la empresa deberá ponerse en contacto con el reclamante
Implementada la solución, el reclamante deberá dejar una constancia de conformidad y cierre del reclamo; la misma será archivada junto con la inquietud.

3.4.3.4.4 Monitoreo

En toda inquietud de queja o reclamo que fue cerrada con conformidad por parte del reclamante, la empresa realizará un monitoreo sistemático durante un lapso razonable de tiempo a fin de comprobar que los motivos de queja o reclamo fueron efectivamente solucionados.

La persona responsable de la Gestión Social elevará un reporte periódico sobre el MGIyC para ser incorporado al registro del MGIyC. El reporte deberá incluir, entre otros, cantidad y descripción de inquietudes recibidas, estatus de las respuestas y soluciones propuestas.

En función de toda la información registrada y monitoreada se elaborará un índice de inquietudes quejas o conflictos solucionados sobre la cantidad total de casos registrados a través del mecanismo.

3.4.3.4.5 Solución de Conflictos

Finalmente, en el caso que no pueda llegarse a un acuerdo entre el emisor de la queja y los responsables del proyecto, sea por una inquietud rechazada o por no llegar a un acuerdo en la solución a implementar, la empresa deberá mediar para llegar a una conformidad entre las partes del modo que crea adecuado (entre otros: promover la participación de terceros técnicos u otros estatales, invitar a mesas de diálogo, mediaciones, conciliaciones, etc.).

3.4.4 Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad

3.4.4.1 Objetivo

El objetivo principal es fomentar relaciones respetuosas y armoniosas entre la población local y los trabajadores, garantizando una buena conducta de todo el personal del Proyecto FLNG GSM. Esto incluye la prevención y mitigación de posibles incidentes de violencia, asegurando un entorno de convivencia seguro y pacífico para todas las partes involucradas.

3.4.4.2 Responsables

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la empresa CONTRATISTA. Y SOUTHERN ENERGY S.A. será la encargada de verificar que se cumpla con la correcta implementación del programa.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.4.4.3 Procedimiento

3.4.4.3.1 Medidas generales

SOUTHERN ENERGY S.A. establecerá un conjunto de normas, principios y valores que guíen el comportamiento y las acciones de los empleados directos e indirectos incluidos en el Proyecto FLNG GSM.

Se recomienda en este sentido, la confección de un Código de Conducta que deba ser firmado por todo el personal de la firma y/o contratados. La firma del Código de Conducta suele ser obligatoria, incluyendo niveles de supervisión, gerencia y dirección. Su difusión y firma suele ser parte del proceso de inducción del personal directo e indirecto.

Antes del inicio de las obras, la empresa Contratista deberá expresar claramente las expectativas de la empresa como empleador y proporcionará directrices prácticas para ser implementadas y atendidas por todo el personal en materia de conducta. Se espera que, como mínimo, incluya entres sus contenidos y lineamientos lo siguiente:

- Prohibición explicita de cualquier conducta de acoso sexual u hostigamiento contra las mujeres, niñas/os de la comunidad, así como contra trabajadoras/es de la empresa.
- Prohibición explícita del consumo de alcohol y/o drogas en el obrador, los frentes de obra y los trayectos *in itinere*.
- En los trayectos in itinere deberá ser respetada una conducta adecuada, garantizando la seguridad y tranquilidad de la comunidad vecina a la obra.

Se deberá establecer un protocolo de procedimientos de reporte y de respuestas a conductas inaceptables por parte del personal.

La estricta adherencia a los principios de conducta establecidos deberá darse en el trato con la población del área de influencia del Proyecto, clientes, proveedores, y/o compañeros/as de trabajo.

Se deberán asegurar las capacitaciones periódicas para todo el personal de la empresa y de la Contratista para reforzar y profundizar los contenidos. Las mismas serán llevadas adelante durante todo el período de ejecución del proyecto, y se deberán abordar de forma progresiva.

Para ello, deberán elaborar y presentar para la aprobación de SOUTHERN ENERGY S.A. un cronograma de capacitaciones periódicas al personal directo e indirecto de la Contratista en temas relacionados. Las capacitaciones se incluirán en el Programa de Capacitación Ambiental y Social y su implementación se coordinará con la Contratista.

3.4.4.3.2 Medidas particulares

- Informar a las instituciones de salud (hospitales), bomberos y fuerzas de seguridad locales sobre el Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias y el Programa de Salud y Seguridad de Higiene Laboral.
- Prevenir la afectación de la seguridad de la población local por ingreso no autorizado a predios y caminos de obra.
- Asegurar que las acciones del proyecto se lleven a cabo bajo la premisa del cuidado de la seguridad de la población.
- Incorporar la perspectiva de género, especialmente en los temas vinculados al respeto de la población local.
- Evitar y/o compensar por la afectación a las actividades ganaderas (sea animales o infraestructura asociada) de la Ea. La Paula, para ello serán coordinadas por la persona responsable de las siguientes actividades preventivas ante posibles conflictos que podrían acontecer con la población rural afectada:
    - Respetar la infraestructura rural (tranqueras, alambrados, zonas de pastaje y circulación de animales, etc.).
    - Realizar una correcta señalización en la zona de obras.
    - Cerrar tranqueras y respetar alambrados.
    - Compensar económicamente a los propietarios de la estancia en caso de que ocurran roturas de infraestructura.
    - Recolectar todos los restos de insumos y tareas, suelos contaminados, se retirará todo tipo de árido u otro material ajeno al medio, acopiado y/o disperso.
    - Todos los restos se dispondrán en contenedores según sus diferentes características y serán tratados según lo indicado en el Programa de Gestión de Residuos del Proyecto.
    - No deberá quedar en la superficie de la estancia ningún objeto residual que pueda constituir una obstrucción o peligro para el transito dentro de las mismas.
    - Recomponer la infraestructura rural asociada que fueran afectadas por el proyecto asegurando la provisión de mano de obra y materiales necesarios.

3.4.5 Programa de Acción de Género (PAG)

3.4.5.1 Objetivo

El Programa tiene como objetivo evitar y prevenir posibles impactos en la vulneración de los derechos de mujeres, niños, niñas y adolescentes presentes en el AISD del Proyecto FLNG GSM y asegurar que el personal que trabaje para SOUTHERN ENERGY S.A. y contratistas cumplan con las políticas de buena conducta en la materia.

El proyecto debe gestionarse de acuerdo con la legislación nacional e internacional para erradicar las violencias hacia las mujeres, niños, niñas y adolescentes. Y es recomendable considerar las buenas prácticas internacionales en la materia (ej. incorporación de la perspectiva de género en proyectos de infraestructura financiados por organismos internacionales que contemplan medidas de prevención de la violencia de género dentro del personal involucrado en el proyecto y de este hacia el entorno en el que se emplaza).

Los principios que se buscan promover son los siguientes:

- Respeto a las personas: son inaceptables el acoso, el abuso, la intimidación, la falta de respeto y consideración o cualquier tipo de agresión física o verbal.
- Equidad de género: se garantizará, sin discriminación de género, el mismo trato y oportunidades para todo el personal de obra.

3.4.5.2 Responsables

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la CONTRATISTA. SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que la misma cumpla con la correcta implementación del programa.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.4.5.3 Procedimiento

SOUTHERN ENERGY S.A. establecerá procedimientos de reporte, protocolo de respuestas a conductas inaceptables y medidas de rendición de cuentas internas ante situaciones de violencia de género. Se listan lineamientos a considerar:

- Establecer medidas específicas que eviten posibles situaciones de violencia de género o algún tipo de vulneración de los derechos humanos de la población local, en función de posibles acciones del proyecto (trabajo de contratistas).
- Generar espacios de promoción de identidades igualitarias para comprender que la masculinidad hegemónica es un tipo de construcción del género y así evitar la reproducción de estereotipos que puedan promover prácticas nocivas para la salud, situaciones de violencia y/o discriminación entre las personas.
- Promover la participación de mujeres en instancias de consulta y divulgación de la información en el Plan de Comunicación que tengan perspectiva de género.
- Propiciar la contratación de mujeres en distintas tareas.
- Articular con áreas gubernamentales vinculadas a la atención de la violencia por razones de género en el área de proyecto (municipio de SAO y Gobernación Rio Negro) para dar correcta prevención y atención de casos de violencia de género en caso de ser reportado en el mecanismo de quejas, reclamos y sugerencia y/o mediante cualquier otra forma de comunicación con representantes del Proyecto.
- Informar a la población local sobre las medidas tomadas.
- Hacer un monitoreo de las medidas implementadas en el marco del Programa y tomar medidas correctivas.

- Diseñar un protocolo de reporte y respuesta a casos de violencia por razones de género que cuente con enfoque en las victimas o personas sobrevivientes y en el marco de su operación (incluyendo a Contratistas y Subcontratistas). Antes del inicio de las obras deberá diseñar y aprobar tales protocolos y procedimientos (sean propios de la empresa y/o de empresas contratistas).[4]
- Tendrá como marco a la Ley 27.501 de 2019, donde se reconoce formalmente el acoso callejero como una modalidad de violencia de género, ampliando el marco de la Ley 26.485 de Protección Integral para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia contra las Mujeres. La ley tipifica las modalidades de violencia y destaca que el acoso en el espacio público es una de las formas más comunes y visibles de violencia que deben ser atendidas y erradicadas.
- Ante un caso de denuncia de violencia de género la persona responsable del PGS y/o especialista vinculado a la implementación del Plan de Acción de Género se podrá en contacto de inmediato con las autoridades locales expertas en la materia, como así también con las autoridades provinciales para garantizar el tratamiento adecuado de la persona víctima de violencia con asesoramiento específico.

A continuación, se comparten las líneas telefónicas gratuitas para recibir asesoramiento:

- **Línea 144 Nivel Nacional**. Brinda atención, asesoramiento y contención para situaciones de violencias por motivos de género, las 24 horas, de manera gratuita y en todo el país. También recepcionan por WhatsApp y descargando la app (ver: https://www.argentina.gob.ar/linea-144)
- **Línea 911 Nivel Nacional:** Para casos de riesgo y emergencia.
- **Línea 145 Nivel Nacional:** Contra la Trata de Personas. Gratuita, anónima y nacional. Disponible las 24 horas durante todo el año.

A nivel local, en cuanto a la atención de denuncias de violencia por razones de género, en SAO cuentan con una Comisaría de la Familia, Oficina municipal de la Mujer y un área de Mujeres, Géneros y Diversidades. La Fiscalía de SAO también recibe las denuncias espontáneas.

3.4.6 Programa de Seguridad e Higiene Laboral

3.4.6.1 Objetivo

El objetivo es realizar una adecuada gestión de la salud y la seguridad laboral del Proyecto FLNG GSM. Así como también, propiciar la creación y mantención de un ambiente de trabajo libre de discriminación y/o violencia por razones de género, identidad de género, orientación sexual, identidad cultural o religión.

[4] A fines orientativos podrá consultarse la Guía para el Prestatario - Respuesta ante Incidentes Ambientales, Sociales y de Salud y Seguridad Ocupacional para Proyectos de Inversión Financiados por el Banco Mundial cuenta con una Guía para el Abordaje de los Casos de Violencia de Género- Anexo 2. (Mayo 2019). Disponible en línea en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/6_guia_para_el_prestatario_-_respuesta_ante_incidentes_ambientales_sociales_y_de_salud_y_seguridad_ocupac.pdf

3.4.6.2 Responsables

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la CONTRATISTA. SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que la misma cumpla con la correcta implementación del programa.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.4.6.3 Procedimiento

- Todo el personal de obra del contratista y subcontratistas deberá contar con ART, cobertura de asistencia médica, capacitaciones para trabajo seguro y equipos de protección personal (EPP) adecuados de acuerdo cada tarea desarrollada (ley N°19.587, Dec. 351/79 y modif., Dec. 911/96).
- El contratante será el responsable frente a las autoridades pertinentes y a terceros, del cumplimiento de sus obligaciones, acorde con las leyes y reglamentaciones en materia de Higiene y Seguridad vigentes, con la ley sobre Riesgos de Trabajo y de la transferencia de responsabilidades a sus subcontratistas y proveedores.
- Todo trabajador que ingrese a la Obra deberá disponer de capacitación sobre las medidas de Higiene y Seguridad, de Riesgos del Trabajo y del Programa de Contingencias, implementadas para la ejecución del Proyecto. Para el cumplimiento de este requerimiento, el responsable de Higiene y Seguridad del Contratista preparará cursos simplificados a dictarse previo a la incorporación de los trabajadores y en forma sistemática durante todo el desarrollo de la obra.
- Todo trabajador que ingrese a la Obra deberá disponer de vestimenta adecuada y de medios de seguridad acorde con cada puesto y ambiente de trabajo, y recibirá capacitación previa al inicio de sus tareas, sobre el correcto uso y mantenimiento de los elementos de seguridad provisto por la Contratista, para cada tipología de trabajo y características particulares del terreno en el que se realice la tarea. Para el cumplimiento de este requerimiento, el responsable de Higiene y Seguridad del Contratista preparará cursos simplificados.
- La empresa contratante será responsable de los exámenes médicos y del cumplimiento de los requerimientos de la Legislación vigente en materia de Medicina del Trabajo, en particular de los análisis médicos reglamentados por la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, según el Artículo 9º del Decreto 1338/96 y toda otra legislación que lo reemplace, modifique o complemente, y los aconsejados por las Autoridades Sanitarias de cada zona en particular, adoptando todos los controles y requerimientos que indiquen. Es obligación del Contratista disponer de los servicios autorizados necesarios para cumplir con estos exámenes.
- La empresa contratante deberá desarrollar capacitaciones en materia de Higiene y Seguridad Laboral. Deberá instruir al personal sobre la manipulación de diferentes residuos que se generen en la obra. Deberá disponer de equipos extintores en los diferentes frentes de obra, obradores y vehículos que se vean afectados en las tareas de obra.
- Todo el personal deberá tener una capacitación en torno al:
    - Relacionamiento adecuado con la comunidad (buena conducta.)
    - Protocolo de reporte y respuesta a casos de Violencia por razones de Género.
    - Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad.
- En el Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias, es crucial considerar que:
    - En el área rural no hay señal telefónica, lo que complica la comunicación en situaciones de emergencia.

  - Las instituciones de salud en la región enfrentan varios desafíos, uno de ellos es la alta demanda estacional, especialmente durante la temporada turística, que supera su capacidad instalada. El Hospital de Las Grutas, enfrenta limitaciones en cuanto a equipamiento, como la falta de un tomógrafo y deficiente cantidad de ambulancias En la localidad de SAO además del Hospital se cuenta con un policlínico privado cuya capacidad de atención es menor a la de los hospitales locales pero sí posee internación y quirófano.

- Se recomienda, especialmente para la temporada de verano, implementar medidas de prevención contra la **deshidratación** y los **problemas gastrointestinales**, ya que la alta demanda estacional durante la temporada turística supera la capacidad instalada del hospital.
- También se debe incluir en los Planes de salud y seguridad del personal el **suero antiofídico de arañas**.
- Se debe involucrar a las instituciones locales de salud y seguridad en la realización de simulacros de contingencias.
- La empresa contratante deberá señalizar todos los frentes de obra adecuadamente para prevenir riesgos de accidentes de los operarios.
- La persona responsable de supervisas la Higiene y Seguridad del Contratista, en la etapa constructiva, emitirá un informe de situación a SOUTHERN ENERGY S.A. indicando las acciones pertinentes para efectuar los ajustes necesarios.
- Tomando como antecedente la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) por coronavirus COVID-19, y a partir de la emergencia sanitaria declarada en Argentina desde marzo de 2020, resulta necesario tener presente lineamientos y recomendaciones de buenas prácticas entendiendo que la empresa contratante es la principal responsable de garantizar condiciones de trabajo seguras en el sitio del Proyecto, incluyendo iniciar, mantener y supervisar todas las precauciones y programas de salud y seguridad que resguarden a sus trabajadores como así también la seguridad de toda la población.
- Para la etapa de operación se deberá asegurar el cumplimiento de lo antes indicado para el personal involucrado en esta etapa.

3.4.7 Programa de Contratación de Mano de Obra Local

3.4.7.1 Objetivo

El objetivo principal del programa será promover, en el marco del Proyecto FLNG GSM, la reducción de la afluencia de trabajadores a través de la contratación de mano de obra local dentro de las posibilidades de especialización, en todo momento que esto sea posible.

3.4.7.2 Responsables

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la CONTRATISTA. SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que la misma cumpla con la correcta implementación del programa.
Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.4.7.3 Procedimiento

Tanto SOUTHERN ENERGY S.A. como la Contratista promoverá la reducción de la afluencia de trabajadores a través de la contratación de mano de obra local dentro de las posibilidades de especialización, en todo momento que esto sea posible. Para ello deberá contactarse antes del inicio de las obras con las autoridades locales para conocer la disponibilidad de mano de obra local.

El área encargada de la contratación de mano de obra deberá estipular los procedimientos de contratación para cada categoría de empleo. Los mismos deberán ser puestos a consideración con los organismos pertinentes que también participen del proceso (sean sindicatos, áreas de gobierno, ONG o universidades). Estos procedimientos deberán estar en un formato claro y accesible para la población en general y ser difundidos.

Actividades:

- Definición y planificación de contratación de mano de obra calificada y no calificada para el periodo de construcción.
- Identificación y articulación con socios estratégicos.
- Formación de potencial mano de obra.
- Mecanismos transparentes de registro y selección de solicitantes.
- Articulación con el Plan de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria para garantizar la efectiva difusión de todas las actividades que se realicen en medios de comunicación locales, principalmente de las instancias de formación y selección de personal.
- Establecer en el pliego de licitación un porcentaje mínimo de contratación de mano de obra local.
- Realizar un reporte periódico de dotación de personal local (población del área de afectación) asignado a la obra.
- Establecer sitios de recepción de CV de manera articulada con la Oficina de empleo municipal y/o con otros actores locales vinculados al tema, poner a disposición los datos de contacto (teléfono, mail, correo electrónico) para la recepción de consultas.
- Al momento de la selección de mano de obra se deberá priorizar a aspirantes residentes en el área de influencia directa de la obra, de manera de garantizar la generación de empleo local.
- Identificar y articular con socios estratégicos (ver Capítulo 5: Línea de Base Ambiental) cuya participación es fundamental para el buen desarrollo del programa. Los convenios de colaboración favorecen a la corresponsabilidad de las acciones, buscan satisfacer demandas compartidas y pueden brindar respuestas integrales. Entre los posibles socios estratégicos se cuentan:
    - Secretaría de Trabajo de la provincia de Rio negro y Gobierno Municipal del AISD: son quienes podrían recibir el principal impacto de población en busca de trabajo en el proyecto, reciben demandas de trabajo y atienden a la población desempleada.
    - UOCRA y SOMU: sindicatos de obreros de la construcción y de personal marítimo. Es quien selecciona la mano de obra a contratar a partir de sus registros. Ambos sindicatos cuentan con instancias de capacitaciones a trabajadores/as ocupados/as y desocupados/as; en articulación con el Estado y otras instituciones.
    - Instituciones de investigación de biología marina con perfil profesional para la realización de monitoreos del PGA, como por ejemplo ESCIMAR y CIMAS.

- Otras áreas de investigación tecnológica como, por ejemplo, el INVAP, que tiene disponibilidad de profesionales y técnicos/as.

- Adoptar la perspectiva de Género acorde al Programa de Acción de Género (y especialista a cargo) para contemplar criterios para garantizar la equidad de género en la contratación. Por ejemplo, se pueden generar mecanismos para garantizar la inclusión de mujeres en sectores de trabajo altamente masculinizados tales como:
  - Formación en equidad de género al personal de la empresa encargado de la selección y contratación de mano de obra.
  - Formación en equidad de género a todo organismo o institución que participe como socio estratégico del Programa.
  - Garantizar la equidad de género en todas las instancias de formación, desde su diseño y hasta su aplicación: dirigirlas explícitamente tanto a hombres como a mujeres, garantizar su difusión en espacios frecuentados por mujeres, definir cupos de participación (por ejemplo, que ningún género pueda ocupar más del 80% de las vacantes para un curso); contemplar horarios de cursos en los que puedan asistir mujeres, etc.
  - Generar convenios con los gobiernos municipales y otros socios estratégicos que explícitamente propicien la inclusión de las mujeres en el mercado laboral.
  - Incorporar la perspectiva de género en todas las instancias de comunicación del Programa: uso de lenguaje no sexista, mención explícita a la participación y/o posibilidad de participación de las mujeres.

3.4.8 Programa de Contratación Servicios y Desarrollo de Proveedores Locales

3.4.8.1 Objetivo

El objetivo principal del programa será priorizar el uso de bienes y servicios del mercado local para el desarrollo del Proyecto FLNG GSM.

3.4.8.2 Responsables

Durante la etapa constructiva, la puesta en práctica de este programa será responsabilidad de la CONTRATISTA. SOUTHERN ENERGY S.A. será el encargado de verificar que la misma cumpla con la correcta implementación del programa.

Durante la operación y abandono será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.4.8.3 Procedimiento

- Realizar un relevamiento y evaluación de proveedores de bienes y servicios relacionados con las necesidades de la obra y el personal en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, por ejemplo:
  - Transporte de material.
  - Alquiler de maquinarias.
  - Servicios de viandas.
  - Materiales de construcción (canteras, corralones), ferreterías.
  - Subcontratación de servicios (baños químicos, casillas para el campamento, transporte de residuos, limpieza, etc.).

- Hospedaje de personal.

- Establecer parámetros (legales, administrativos, de calidad, etc.) del bien o servicio a contratar;
- Favorecer los convenios con organismos públicos, cámaras de comercio o empresas privadas locales para la adquisición de bienes y servicios;
- Generar un sistema de capacitaciones para proveedores locales, que incluya: normativa y procedimientos, condiciones de seguridad e higiene, etc.
- Aplicar condiciones compras y contrataciones transparentes: implica la aplicación de mecanismos anticorrupción.
- En el caso de los servicios que podría prestar la población local y/o regional, la persona responsable de la Gestión Social deberá identificar aquellos posibles servicios que podrían ser brindados por la población del AISD, como, por ejemplo:
    - En relación con los servicios marítimos, se debe dar prioridad a la mano de obra local vinculada al sector náutico, como los barcos y lanchas que puedan prestar servicios al proyecto.
    - También es necesario gestionar la creación de sectores de acopio en áreas industriales o en tierras fiscales, aprovechando la delegación de Las Grutas para coordinar estos esfuerzos y ofrecer servicios adicionales que complementen las actividades del proyecto.
    - Contratar servicios con mano de obra no calificada para la realización de tareas como:
        - Limpieza de obrador
        - Lavado de ropa
        - Provisión de alimentos (pan, queso, carne, etc.)

- En articulación con el Plan de Acción de Género se debe considerar especialmente la perspectiva para propiciar una equidad de oportunidades y acceso de empleo a mujeres.

3.4.9 Programa Integral de Protección a Pulperos y Restauración de Servicios Ecosistémicos

3.4.9.1.1 Objetivo

El Programa tiene como objetivo:

- Evitar y prevenir posibles impactos de la construcción y operación del proyecto en la pesca del pulpito en tanto que forma parte de los servicios ecosistémicos de la costa y restinga utilizados por población en condiciones de vulnerabilidad social.
- Establecer un definición clara de las zonas de pesca y la magnitud del impacto esperado sobre sus medios de vida.
- Ajustar la estrategia de comunicación al nivel de comprensión de los sectores más vulnerables, quienes suelen tener bajos niveles de instrucción educativa.

El pulpito representa un servicio ecosistémico de valor económico y ecológico al ser un recurso pesquero realizado tradicionalmente por grupos familiares de Las Grutas y San Antonio Oeste, cuya captura sostenible contribuye tanto al sustento económico familiar de subsistencia como de interés en el servicio gastronómico local y como especie integrante de la biodiversidad.

De acuerdo con la Norma de Desempeño 6 (NP6) sobre la Conservación de la Biodiversidad y la Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos de la IFC, los proyectos que afecten ecosistemas críticos deben desarrollar planes para mitigar impactos negativos sobre los servicios ecosistémicos, y en algunos casos, restaurarlos o proporcionar alternativas que sean cultural y económicamente viables para las comunidades dependientes, como los pescadores artesanales.

3.4.9.1.2 Responsable

SOUTHERN ENERGY S.A. será la responsable de implementar los procedimientos que garanticen los objetivos planteados. Podrá delegar actividades bajo su supervisión a la CONTRATISTA.

3.4.9.1.3 Procedimiento

Antes del inicio de las obras la persona responsable del Plan de Gestión Social de SOUTHERN ENERGY S.A. coordinará una reunión inicial (o las instancias que fueran necesarias) con representantes de las Asociaciones de Pulperos locales para:

- Difundir información sobre riesgos para las familias que realizan la actividad de pesca de pulpitos en la zona de restinga del proyecto (ver Programa de Comunicación para la Información y Participación).
- Identificar y mapear los grupos familiares afectados en la zona de costa.
- Identificar los grupos familiares que utilizan el camino de los pulperos entre Fuerte Argentino y la Isla de los Pájaros (alrededor de 20 km al sur del área del proyecto).
- Acordar mecanismos de participación y consulta a lo largo del ciclo del proyecto.
- Las actividades relacionadas con realizar acuerdos con la población de pulperos afectada y/o beneficiada podrán establecerse en coordinación y participación con representantes de partes interesadas gubernamentales como la Dirección de Pesca de SAO y el municipio de SAO.

En torno a los resultados, se evaluarán y tomarán medidas para:

- Establecer un cronograma de trabajo que evite interrumpir o bloquear el camino de los pulperos en los meses de verano. Se sugiere que las obras en la costa se realicen entre los meses de temporada baja, de abril a octubre, cuando hay una menor circulación tanto de pulperos como de turistas.
- En caso de afectar la circulación del camino en verano establecer una alternativa de paso para las familias que tienen sus sitios de pesca en torno al proyecto y/o hacia el sur.
- Monitorear la disponibilidad del recurso pesquero mediante la identificación de las comunidades pesqueras afectadas por las actividades del proyecto, con un enfoque en la definición clara de las zonas de pesca y la magnitud del impacto esperado sobre sus medios de vida. Este es un paso clave para entender cómo el proyecto podría modificar los servicios ecosistémicos que utilizan los pescadores, como recursos pesqueros, calidad del agua y biodiversidad. Se pueden implementar mecanismos de monitoreo ambiental con la participación de los pescadores locales para asegurar que los ecosistemas no se degraden más allá de lo aceptable.
- Establecer Planes de restauración ecológica que aseguren la compensación por la pérdida temporal o permanente de servicios ecosistémicos críticos.
- Articular con el Programa de Contratación de Mano de Obra Local y de contratación de proveedores para evaluar la posible capacitación y/o contratación prioritaria a proveedores locales.

SOUTHERN ENERGY S.A. comunicará a la CONTRATISTA sobre los lineamientos de este Programa y podrá delegar las tareas que considere necesarias para que se cumplan con los requerimientos señalados.

3.4.10 Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación

3.4.10.1 Objetivo

Prevenir los impactos por potenciales colaisiones y/o interferencias en la navegación de embarcaciones involucradas en el proyecto.

3.4.10.2 Responsables

Este programa es aplicable a todas las actividades de operación de embarcaciones durante las tareas de construcción y de operación.

Será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa. La CONTRATISTA deberá cumplir este programa y además verificar el cumplimiento del mismo por parte de sus Subcontratistas. SOUTHERN ENERGY S.A. será responsable de controlar la correcta implementación del programa durante la etapa de operación.

3.4.10.3 Procedimiento

- Cumplir con las exigencias de la Ley de Navegación (Ley 20.094) y las reglamentaciones marítimas y fluviales dictadas en su consecuencia cuya fiscalización se encuentra bajo la órbita de PNA. En este contexto tanto los buques de matrícula mercante nacional como los buques de bandera extranjera, que naveguen aguas jurisdiccionales argentinas, cumplirán con lo establecido en el REGINAVE y con las ordenanzas sancionadas por PNA.
- Establecer rutas de tránsito marítimo claras y señalizadas para las embarcaciones comerciales y de hidrocarburos, separadas de las áreas de pesca artesanal y conservación marina.
- Determinar zonas de exclusión temporales o permanentes en áreas con biodiversidad sensible o gran actividad pesquera, como zonas donde se encuentran bancos de pulpo, merluza o zonas turísticas. Ajustar las rutas de navegación o implementar restricciones temporales en función de las vedas pesqueras y temporadas de desove de especies clave para evitar impactos sobre la actividad pesquera.
- Brindar capacitación a los operadores de embarcaciones en prácticas seguras de navegación y en la protección del entorno marino, incluyendo el manejo de derrames y otras emergencias (Plan de Gestión Ambiental y Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias).
- Establecer límites de velocidad y tecnologías para la reducción del ruido submarino en áreas sensibles, como las zonas donde se avistan ballenas y delfines.
- Implementar normativas rigurosas sobre la descarga de aguas de lastre, residuos y materiales contaminantes de las embarcaciones para proteger la calidad del agua y los hábitats marinos.
- Comunicar itinerarios de tareas, fechas y áreas de ejecución e influencia del proyecto a las Autoridades correspondientes (PNA).
- Implementar un sistema de vigilancia con tecnología GPS y AIS (Sistema de Identificación Automática) para monitorear en tiempo real la ubicación y movimiento de las embarcaciones.

- Detectar y registrar infracciones o situaciones de riesgo para la seguridad y establecer medidas de corrección
- Se establecerá un proceso de comunicación con actores clave involucrados en asuntos pesqueros (p. ej. Secretaría de Pesca, PNA, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), representantes de empresas o asociaciones pesqueras) para coordinar la planificación del uso de las áreas marítimas, a fines de evitar interferencias que afecten tanto a las actividades pesqueras y/o campañas de investigación (prospección) del INIDEP.

3.4.11 Programa de Monitoreo de Pesquerías

3.4.11.1 Objetivo

El presente programa tiene como objetivo realizar el análisis del contraste entre lo estimado previamente y lo posteriormente acontecido, de manera de aportar herramientas a los procesos de evaluación ambiental permita realizar el análisis del contraste entre lo estimado previamente y lo posteriormente acontecido, de manera de aportar herramientas a los procesos de evaluación ambiental y permitir un manejo adaptativo de las medidas de gestión propuestas e implementadas.

3.4.11.2 Responsables

Será SOUTHERN ENERGY S.A. la encargada de la implementación del programa.

3.4.11.3 Procedimiento

Se deberán analizar:

a) Tendencia en la biomasa total de merluza
b) Estructura demográfica de merluza
c) Tendencia en los desembarcos de especies blanco de todas las pesquerías

Nota: a) y b) se obtienen de campañas de investigación pesquera (serie REDE); c) se obtiene de las estadísticas oficiales de desembarcos

Este Programa deberá vincularse con el Programa de Comunicación para la Información y Participación en la medida específica de Comunicación con pescadores artesanales y partes interesadas vinculadas al sector marítimo del Golfo San Matías.

3.4.12 Programa de Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático

3.4.12.1 Objetivo

El objetivo del programa es proteger el patrimonio arqueológico submarino en conformidad con lo dispuesto por Ley Nacional N° 25.743/03 (Decreto Reglamentario Nacional Nº 1022/2004) de "Protección del Patrimonio Paleontológico y Arqueológico" y la Ley F Nº 3.041 (reglamentada por el Decreto Provincial F Nº 1150/2003) de "Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de la Provincia". Definir medidas de prevención y establecer un protocolo de actuación frente a la realización de las tareas de construcción off-shore del Proyecto FLNG GSM.

3.4.12.2 Responsable

SOUTHERN ENERGY S.A. será la responsable de implementar los procedimientos que garanticen los objetivos planteados.

3.4.12.3 Procedimiento

Con el objetivo de evaluar de forma preliminar el potencial arqueológico del área, con foco en la existencia de restos vinculados a la navegación en tiempos históricos, en el marco del presente EIA se llevó adelante un estudio de antecedentes desde el punto de vista documental.
Dicha información deberá ser complementada con los resultados de los estudios batimétricos y geofísicos previos a la construcción de proyecto con el objeto de detectar, identificar y visualizar todas las anomalías que se encuentren sobre el lecho del mar en dicha área.

En caso de detectarse anomalías sobre el lecho marino se deberá realizar una comprobación. Para esto se pueden realizar actividades de buceo profesional con supervisión arqueológica. Los materiales que eventualmente sean hallados deberían ser registrados mediante foto, video y medidas básicas, para su posterior identificación. La evaluación del potencial arqueológico de la zona que comprende aguas a mayor profundidad a las que se puede bucear se podría realizar a partir del análisis de los resultados obtenidos en la etapa de detección de anomalias y del monitoreo mediante equipos de video subacuáticos.

4. BIBLIOGRAFÍA

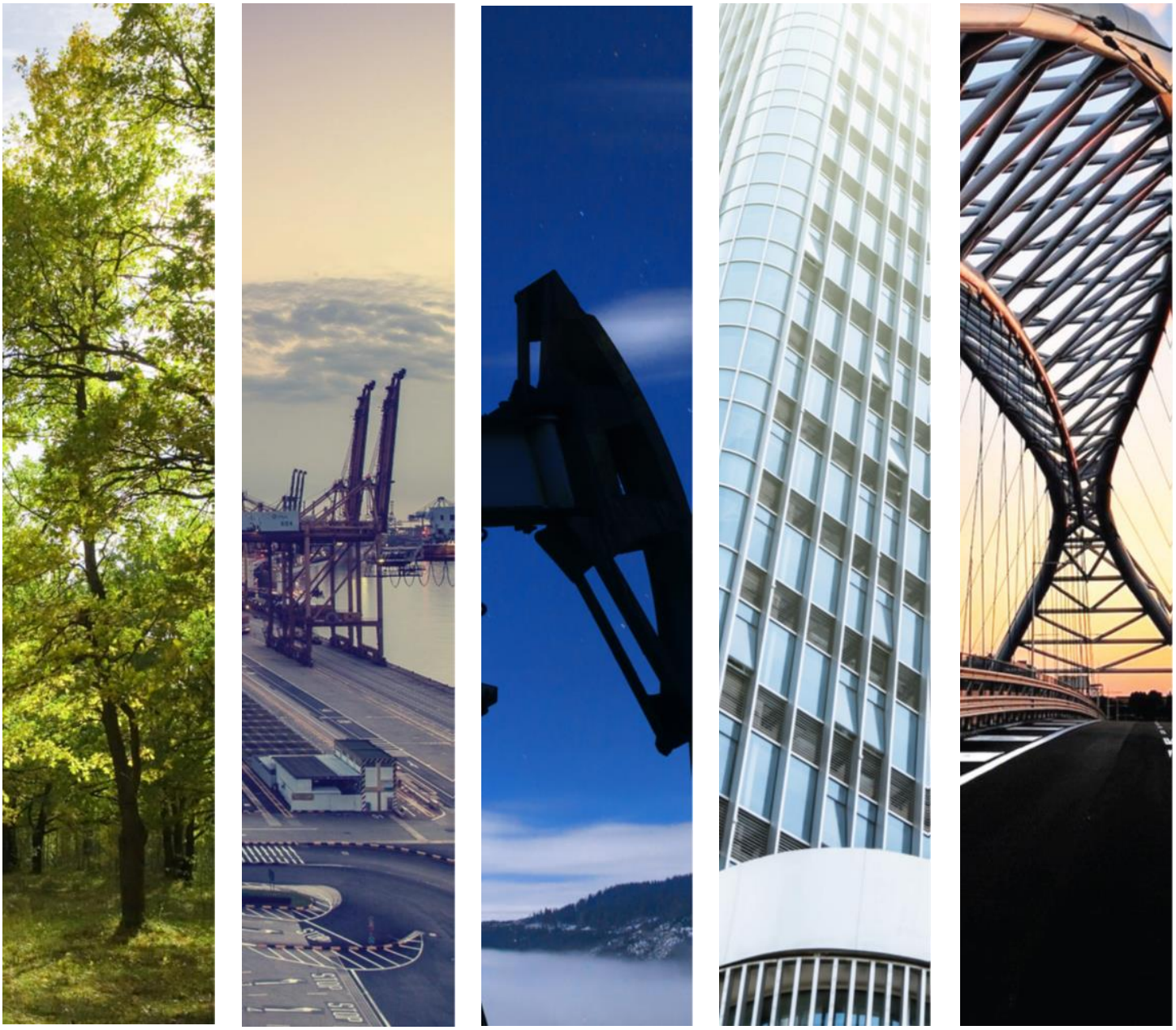
EPA. (1971). Effects of Noise on Wildlife and Other Animals.

EPA. (1980). Effects of Noise on Wildlife and Other Animals. Review of Research since 1971.

GASTON, K.J T. W. DAVIES, J. BENNIE AND J. HOPKINS (2012). Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments
IFC (2017). Environmental, Health, And Safety Guidelines for Liquefied Natural Gas Facilities. 24pp.

REILLY, C.E.; LARSON, J.; AMERSON, A.M.; STAINES, G.J.; HAXEL, J.H.; PATTISON, P.M. (2022) Minimizing Ecological Impacts of Marine Energy Lighting. J. Mar. Sci. Eng. 2022, 10, 354. https://doi.org/10.3390/jmse 10030354.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE CHILE. (2022). *Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y evaluación de impactos por ruido submarino*. Recuperado de: https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2022/08/31/dt_ruido_submarino.pdf



Serman & asociados s.a.
Consultora
SOLUCIONES QUE GENERAN CONFIANZA

Estudio de Impacto Ambiental
Proyecto FLNG en el Golfo San Matías
Etapa 2: Buque MKII
Río Negro, Argentina

Capítulo 8: Resumen Ejecutivo

Junio 2025

CAPÍTULO 8: RESUMEN EJECUTIVO

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN 3
2. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL 6
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
3.1 NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA 8
3.1.1 Ampliación de Planta Compresora 8
3.1.2 Gasoducto Tramo Submarino 2 8
3.1.3 Dispositivo de Amarre SPM 9
3.2 UNIDAD FLOTANTE DE LICUEFACCIÓN 9
3.3 ETAPA CONSTRUCTIVA 11
3.4 ETAPA OPERATIVA 12
3.5 CIERRE Y ABANDONO 12
4. DEFINICIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA 12
4.1 ÁREAS DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE NATURAL 12
4.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANTRÓPICO 14
5. LÍNEA DE BASE AMBIENTAL 16
5.1 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS 16
5.2 COMUNIDADES BENTÓNICAS 17
5.3 MAMÍFEROS MARINOS 18
5.4 ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN 20
6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES 21
6.1 CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL 21
6.2 CONCLUSIONES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL 23
6.3 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO FLNG GSM – ETAPA 2 28
7. MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL Y LINEAMIENTOS PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 29
7.1 GESTIÓN AMBIENTAL PARA ETAPA CONSTRUCTIVA 31
7.2 GESTIÓN AMBIENTAL PARA ETAPA OPERATIVA 37

1. PRESENTACIÓN

El presente informe constituye la continuación del **Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG en el Golfo San Matías** (Proyecto FLNG GSM) de la empresa SOUTHERN ENERGY. El mismo fue elaborado por la Consultora SERMAN & ASOCIADOS en el marco de la Ley Provincial 3.266 y su Decreto Reglamentario 656/2004.

El Proyecto FLNG GSM consiste en una primera instancia, en la instalación de una Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG Hilli Episeyo) en el Golfo San Matías para la producción de gas natural licuado (GNL) con una capacidad nominal de 2,4 MTPA (millones de toneladas por año).

El gas natural para abastecer a la FLNG Hilli Episeyo se tomará del Gasoducto Gral. San Martín (GGSM, operado por TGS), aguas abajo de la Planta Compresora San Antonio Oeste (PC SAO, operada por TGS). Para el traslado del gas natural se prevé la construcción de un Gasoducto constituido por un tramo terrestre y un tramo submarino hasta la FLNG Hilli Episeyo en el Golfo San Matías. El tramo terrestre del gasoducto tendrá una longitud de 14 km entre la Cabecera, donde se prevé instalar una Planta Compresora que asegure un caudal de gas natural de 12 MMSCMD (mil millones de metros cúbicos estándar por día), y la Terminal, ubicada en un predio sobre la costa, desde donde se iniciará el tramo submarino del gasoducto de 5 km hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG Hilli Episeyo.

La FLNG Hilli Episeyo estará fondeada en el Golfo San Matías, a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino[1], que se localiza a 35 km al sur de Las Grutas (Departamento de San Antonio, Provincia de Río Negro).

El proceso de licuefacción implica el enfriamiento del gas natural (que a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso) hasta su temperatura de condensación a presión atmosférica (-162°C) cuando pasa a estado líquido, para reducir su volumen y permitir así su almacenamiento y transporte a través de buques metaneros (buques *carriers*). El producto GNL (gas natural en estado líquido) se trasvasará desde la FLNG Hilli Episeyo a buques metaneros para su despacho mediante una operación conocida como *ship to ship* (transferencia de carga entre buques).

El Estudio de Impacto Ambiental de esta **primera etapa** del Proyecto FLNG GSM de la empresa SOUTHERN ENERGY fue elaborado por la consultora SERMAN & ASOCIADOS y presentado a la Secretaria de Ambiente y Cambio Climático en octubre de 2024 (Expediente N° 157712-SEYA-2024), quien emitió las correspondientes resoluciones aprobatorias de los componentes on shore y off shore del Proyecto FLNG GSM en abril de 2025 (RESOL-2025-247-E-GDERNE-SAYCC#SGG y RESOL-2025-322-E-GDERNE-SAYCC#SGG, respectivamente).

El Proyecto FLNG GSM contempla una **segunda etapa** que consiste en la ampliación de la capacidad de procesamiento de gas natural mediante la incorporación de una segunda Unidad Flotante de Licuefacción (que denominaremos FLNG MKII) con una capacidad de producción nominal de 3,5 MTPA. La nueva FLNG MKII estará fondeada a 3,5 km al norte de la primera FLNG Hilli Episeyo y a la misma distancia de la costa (4,5 km) frente al Fuerte Argentino.

La incorporación de una nueva FLNG demandará la construcción de un nuevo tramo submarino de gasoducto, para trasportar el gas natural hasta la FLNG MKII, la instalación de un nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para la FLNG MKII y la ampliación de la capacidad de la Planta Compresora en la Cabecera del tramo terrestre del gasoducto, para asegurar un caudal de gas natural de 30 MMSCMD para el abastecimiento de ambas FLNG en simultáneo.

[1] Formación geológica de interés turístico local.

El presente documento constituye el Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM de la empresa SOUTHERN ENERGY. El mismo es elaborado por la misma consultora SERMAN & ASOCIADOS en el marco de la Ley Provincial 3.266 y su Decreto Reglamentario 656/2004.

El alcance del presente EIA comprende:

- **FLNG MKII.** Nuevo buque FLNG con una capacidad de producción de 3,5 MTPA ubicado 3,5 km al norte del primero (FLNG Hilli Episeyo) y a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino.
- **Gasoducto tramo submarino 2.** Nuevo tramo submarino de gasoducto de 5 km que se proyecta desde la Terminal del tramo terrestre del gasoducto hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.
- **SSY 2.** Nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.

La Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM contempla, además, la ampliación de la Planta Compresora para garantizar la presión requerida de ingreso para ambas FLNGs en simultáneo; aunque cabe mencionar que dicha ampliación de la Planta Compresora se encuentra fuera del alcance del presente Estudio de Impacto Ambiental y será presentada como Adenda a la DIA otorgada mediante RESOL-2025-247-E-GDERNE-SAYCC#SGG en el Expediente ya citado, N° 157712-SEYA-2024, todo ello siguiendo lo indicado por la Autoridad de Aplicación en la Nota NO-2025-00555008-GDERNE-SSCYF#SAYCC.

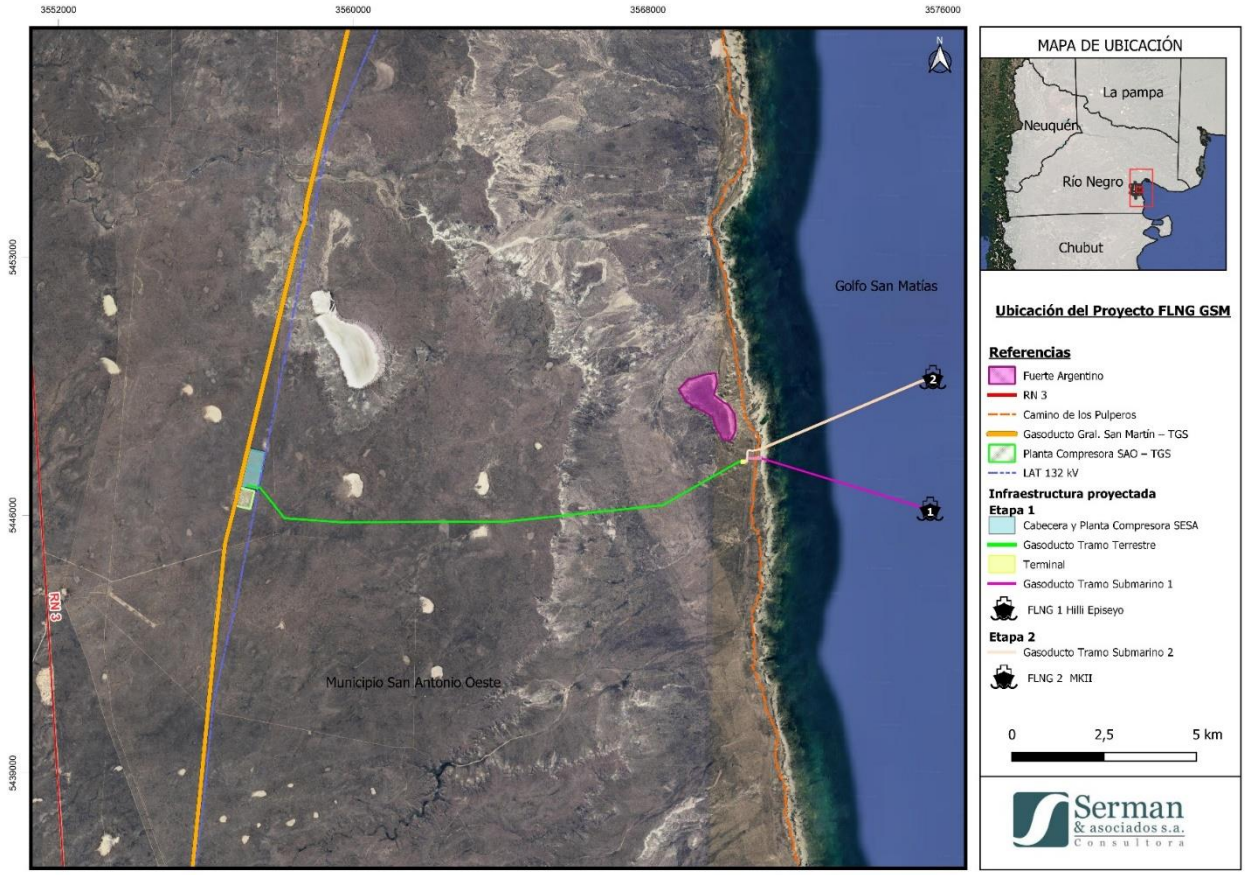


Figura 1. Ubicación del Proyecto FLNG en Golfo San Matías, Provincia de Río Negro.

Objetivo

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) tiene como objetivo fundamental identificar aquellos aspectos ambientales de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM que resulten de mayor significación para el ambiente, de manera tal de brindar las medidas de gestión ambiental necesarias para prevenir, reducir, manejar e incluso compensar las potenciales afectaciones que puedan generarse en las distintas etapas. Para esto, resulta fundamental conocer los aspectos del proyecto que puedan modificar el medio, detallar las características del ambiente natural y antrópico que definen el área de implantación del mismo y finalmente analizar sus vinculaciones identificando potenciales afectaciones.

Alcance

El desarrollo de la **Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM** contempla la infraestructura necesaria para el abastecimiento de gas natural y el amarre de la nueva FLNG MKII, la operación de la nueva FLNG MKII para la producción de GNL y su despacho a través de buques metaneros, y los servicios de soporte necesarios para esta operatoria.

Marco Normativo

Tal como se definió en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (donde se evaluó la Etapa 1 del Proyecto FLNG GSM), las características de este proyecto determinan la existencia de intervenciones por parte de diferentes autoridades de carácter sectorial o jurisdiccional que establecen implicancias que requerirán una gestión articulada ante diferentes autoridades competentes, existiendo alguna de ellas con un papel clave para la aprobación del mismo.

En el presente se ha adoptado el criterio metodológico de destacar una o más autoridades claves o centrales para la aprobación del proyecto (siguiendo en cierta forma el modelo del derecho comparado de identificar un organismo coordinador (*Lead Agency*) o autoridad de aplicación con poder decisorio central para el proyecto, dejando a salvo la participación y las competencias de otros organismos. En este sentido, el proyecto tendrá como autoridades claves a la Autoridad Ambiental de la Provincia de Río Negro – **Secretaría de Ambiente y Cambio Climático** – en lo que hace al uso y la conservación de los recursos, aspectos de ordenamiento, planes, etc., la **Secretaría de Energía** y el **ENARGAS**, en lo que hace a la obra en sí misma (gasoducto); la **Prefectura Naval Argentina** y la **Agencia Nacional de Puertos y Navegación**, en lo que respecta a las instalaciones portuarias y tránsito naval.

Así, el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en la Provincia de Río Negro se encuentra regulado en la **Ley Provincial 3.266** y su **Decreto Reglamentario 656/2004**, la cual lo considera como un instrumento necesario para la conservación del ambiente en todo el territorio de la provincia a los fines de resguardar los recursos naturales dentro de un esquema de desarrollo sustentable, siendo sus normas de orden público.

Es importante tener presente que esta ley considera a la EIA como procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir o mitigar, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, puedan causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes en la provincia. De ahí que todo proyecto de obras o actividades capaces de modificar, directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una Resolución Ambiental (RA), expedida por la Autoridad Ambiental Provincial. La RA constituye la última etapa de la EIA, y es requisito indispensable para que los organismos públicos centralizados o descentralizados de la administración pública provincial y/o municipal con competencia en la obra y/o actividad, puedan autorizar la ejecución de las obras o actividades.

2. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

En marco del EsIA se efectúa un análisis del marco legal e institucional a nivel nacional y subnacional con el fin de abordar los aspectos regulatorios con implicancias socio-ambientales para la instalación de un buque licuefactor de gas natural para la producción y exportación de GNL en el Golfo San Matías, incluyendo la etapa de construcción y posterior operación de los componentes on-shore y off-shore mencionados, abarcativo de las labores de mantenimiento y lineamientos para la formulación del Plan de Gestión Ambiental.

En la República Argentina, y desde la reforma constitucional de 1994, con la inclusión del derecho al ambiente y el mandato del desarrollo sostenible como directriz de las políticas públicas, la protección del ambiente cobra una importancia en el diseño y la construcción de toda obra de infraestructura. Luego de la sanción de la Ley General del Ambiente en consecuencia del mandato surgido de la reforma de 1994, los regímenes de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se han transformado en esquemas generales de "habilitación ambiental", en principio en cabeza de las autoridades competentes de cada jurisdicción provincial, atendiendo a que el dominio de los recursos naturales y en consecuencia la potestad de regular y proteger el ambiente, recae en estas, por imperativo también de la citada reforma constitucional.

Cada provincia, conforme a su marco reglamentario, caracteriza y encuadra las actividades productivas conforme sus particularidades (mediante listado, fórmula polinómica, envergadura, listado, etc.). Sin perjuicio de esta "regla general" de la jurisdicción local en materia ambiental, convergen en muchos casos, otras potestades o facultades regulatorias de carácter técnico y a veces muy específico, de tipo sectorial, que, en muchos casos, abordan y contemplan aspectos ambientales y de desempeño.

Convergen pues, las potestades ambientales generales propias de cada jurisdicción, con las sectoriales o de naturaleza específica o con perfil técnico, propias de organismos competentes, como es en el caso bajo análisis, del ENARGAS, tratándose de una instalación de licuefacción y terminal de logística para la exportación de GNL, en función de sus competencias regulatorias y técnicas sobre las actividades de transporte de gas. En forma similar, convergen potestades de tipo regulatorio técnico, más allá de la evaluación ambiental, en lo que hace a los aspectos de seguridad y ambiente en materia de gas, transporte, operaciones portuarias, donde inciden las potestades de la cartera de energía o, en el caso marítimo, la Prefectura Naval Argentina (PNA), en este último caso, con una fuerte impronta del derecho internacional en lo que atañe a los aspectos técnicos, surgidos en el contexto de la Organización Marítima Internacional (OMI).

El procedimiento de EIA, por lo tanto involucra una instancia a nivel nacional más bien de corte y perfil técnico, con protagonismo de las áreas de energía, ambiente y autoridades marítimas (PNA) en lo que atañe a las consideraciones técnicas, de diseño, seguridad y ambientales; con incidencia de ENARGAS, en articulación estrecha con el cumplimiento de las instancias de EIA, conforme a las potestades de la Provincia de Río Negro y, en menor medida y de manera incidental, a organismos locales o el municipio, en lo que hace a aspectos operativos portuarios o urbanísticos.

El proyecto tendrá como autoridades claves a la Secretaría de Energía, el ENARGAS en lo que hace a la obra en sí, las instalaciones portuarias asociadas con sus normas de seguridad y ambiente; y las Autoridades Ambientales correspondientes a la Provincia de Río Negro y municipales en lo que hace a aspectos locales, urbanísticos, planes, etc.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Tal como se describió en el Apartado 1, el Proyecto FLNG en el Golfo San Matías (Proyecto FLNG GSM) es un proyecto de la empresa SOUTHERN ENERGY S.A. que consiste, en una **primera etapa**, en la instalación de una Unidad Flotante de Licuefacción (FLNG Hilli Episeyo) en el Golfo San Matías para la producción de gas natural licuado (GNL) con una capacidad nominal de 2,4 MTPA (millones de toneladas por año).

Además el Proyecto FLNG GSM contempla una **segunda etapa** que consiste en la ampliación de la capacidad de procesamiento de gas natural mediante la incorporación de una segunda Unidad Flotante de Licuefacción (denominada FLNG MKII) con una capacidad de producción nominal de 3,5 MTPA.

La nueva FLNG MK II estará fondeada a 3,5 km al norte de la primera FLNG Hilli Episeyo y a la misma distancia de la costa (4,5 km) frente al Fuerte Argentino.

El presente **Estudio de Impacto Ambiental de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM** comprende la evaluación ambiental de los siguientes componentes:

- **FLNG MKII.** Nuevo buque FLNG con una capacidad de producción de 3,5 MTPA ubicado 3,5 km al norte del primero (FLNG Hilli Episeyo) y a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino.
- **Gasoducto tramo submarino 2.** Nuevo tramo submarino de gasoducto de 6 km que se proyecta desde la Terminal del tramo terrestre del gasoducto hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG.
- **SSY 2.** Nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.

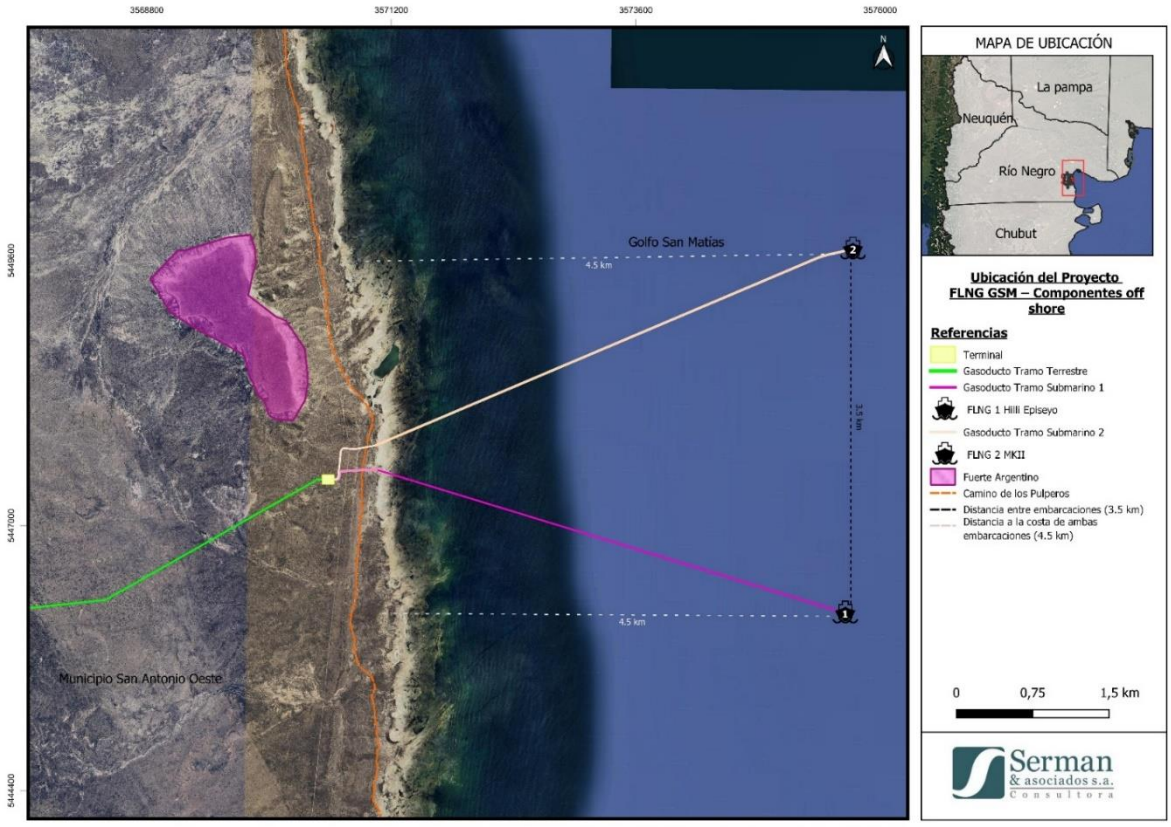


Figura 2. Ubicación del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2.

3.1 NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

Para el abastecimiento de la FLNG MKII se emplearán las mismas instalaciones on shore evaluadas en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1). El gas natural será tomado del Gasoducto Gral. San Martín (GGSM) y procesado en la Planta Compresora ubicada en la Cabera del gasoducto terrestre, con el fin de otorgarle las condiciones de presión requeridas.

El gasoducto terrestre, evaluado en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), abastecerá de gas natural a ambas FLNG en funcionamiento simultáneo. En la Terminal de este gasoducto terrestre, ubicada en el predio costero del proyecto, se ubica el punto desde el cual se derivan dos gasoductos submarinos: uno para abastecer a la FLNG Hilli Episeyo (gasoducto submarino 1), evaluado en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1); y otro para abastecer a la FLNG MKII (gasoducto submarino 2) que se propone para esta Etapa 2.

En la Terminal del predio costero, evaluada también en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), se instalarán facilidades para la operación de ambos gasoductos.

3.1.1 Ampliación de Planta Compresora

Para alcanzar el caudal de gas natural requerido para el funcionamiento en simultáneo de las dos FLNG, será necesario realizar una ampliación de la capacidad de procesamiento de la Planta Compresora evaluada en el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

Con la ejecución de la ampliación de la capacidad de la Planta Compresora, el Proyecto FLNG GSM podrá alcanzar el procesamiento de un caudal total de gas natural de 30 MMSCMD.

No obstante, tal como se mencionó anteriormente, **la ampliación de esta instalación no se encuentra comprendida dentro del alcance del presente Estudio de Impacto Ambiental**.

3.1.2 Gasoducto Tramo Submarino 2

El denominado gasoducto tramo submarino 2 consta de un tramo menor terrestre, de aproximadamente 675 metros de extensión, que se proyecta desde el predio costero (donde ingresa el gasoducto terrestre, propiamente dicho) hasta el punto Tie-In donde inicia el tramo submarino, de aproximadamente 6 kilómetros de extensión.

El límite entre el tramo terrestre y el tramo submarino está determinado por un muerto de anclaje con una junta de aislamiento cercano a la orilla y una válvula de seccionamiento (Tie-In). El muerto de anclaje, suele ser un bloque de hormigón enterrado que proporciona un punto fijo en la tubería submarina que absorbe la expansión potencial que la tubería puede experimentar debido a la diferencia de temperatura durante la instalación (entre las condiciones ambientales de verano e invierno) y la operación (entre la temperatura del gas de transporte y el agua de mar). La junta de aislamiento se utiliza para separar el sistema de protección catódica entre el ducto on shore (conectado a un sistema de corriente impresa desde on shore) y el ducto off shore (proporcionada por ánodos de brazalete). La válvula de seccionamiento (o aislamiento) permite cortar el flujo en caso de emergencia o durante tareas de mantenimiento.

En el otro extremo del ducto submarino se ubica un PLEM (en inglés, *Pipeline End Manifolf*) que es un dispositivo que permite conectar o desconectar la tubería con otros componentes del sistema de manera segura.

3.1.3 Dispositivo de Amarre SPM

El dispositivo de amarre SPM (por sus siglas en inglés *Single Point Mooring*) para el buque MKII se denomina SSY (por sus siglas en inglés *Submerged Swivel and Yoke*). Cabe mencionar que esta es misma tecnología de amarre planteada para el buque FLNG Hilli Episeyo, evaluado en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

El dispositivo consta de una base de amarre piloteada con una torreta giratoria que sostiene un brazo de yoke con cadenas de amarre. La base está fijada al lecho marino mediante pilotes. La torreta transfiere las fuerzas de amarre desde el brazo de yoke a la base y también sostiene el swivel[2] en la dirección a través de la cual pasa la línea de flujo de gas (*riser*). El sistema permite una rotación de 360° de la FLNG alrededor de la posición de la base. El brazo de yoke está conectado en 2 puntos a la proa de la FLNG mediante cadenas gemelas, que le otorgan al buque un grado de liberad en torno a un punto fijo en respuesta de las condiciones de oleaje, viento y corrientes, contribuyendo a la estabilidad de la carga y el amortiguamiento de los movimientos.

3.2 UNIDAD FLOTANTE DE LICUEFACCIÓN

La Unidad Flotante de Licuefacción propiamente dicha (FLNG) es un buque que tiene la capacidad de recibir, procesar y enfriar gas natural (que a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso) para pasarlo a estado líquido (conocido como GNL) mediante el uso de refrigerantes, permitiendo su almacenamiento y transporte mediante buques metaneros (*LNG carriers*). Este proceso se denomina *licuefacción*.

El buque FLNG que será utilizado en el Proyecto FLNG GSM Etapa 2 es el MKII perteneciente a la compañía GOLAR. Esta unidad originalmente fue un buque metanero (*LNG carrier*) convertido en una FLNG. El buque metanero era un buque moderno tipo Moss fabricado en el año 2004.

La conversión se lleva a cabo en dique seco insertando una nueva sección del casco en la parte media del transportador de GNL lo que permitirá espacio para la instalación de equipos y sistemas para el pretratamiento de gas, licuefacción de gas y sus utilidades que se organizarán en la cubierta principal y dentro de los espacios debajo de la cubierta de la nueva sección media.

El concepto de conversión FLNG se denomina Golar FLNG Mark II o MkII. Este concepto se desarrolla como la próxima generación de FLNG y es una evolución del Mark I, desarrollado para el FLNG Hilli y FLNG Gimi.

Para el concepto FLNG MKII, las partes superiores se desarrollaron como módulos de proceso prefabricados y completados mecánicamente que se elevaron a la nueva sección central del buque, con equipos y paquetes adicionales.

Las características principales de este buque se indican en la Tabla 1.

[2] Swivel es conexión giratoria que cuenta con componente mecánico que evita el enredo o torsión de la manguera

Tabla 1. Características del buque FLNG MKII que se utilizará en Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM.

Característica	Valor	Observaciones
Operador	Golar LNG	
Longitud	392,4 m	
Manga	61 m	
Calado	27 m	Profundidad mínima requerida para operación.
Sistemas de Amarre		
Soft Yoke System	15 a 50 m	
Single Point Mooring (SPM)	50 a 250 m	
Proceso de Licuefacción		
Proceso	2 trenes PRICO	2 turbocompresoras por tren
Capacidad Nominal	3,5 MTPA	MTPA: millones de toneladas por año (de LNG)
Volumen Almacenado	147.000 m^3 LNG	
Presión de Ingreso	50-70 barg	Mínima adoptada: 50 barg
Capacidad de Descarga	10.000 m^3/h LNG	

El FLNG recibirá gas de alimentación de una fuente externa y contará con el equipo necesario para su limpieza, pretratamiento y licuefacción. El GNL se almacenará a bordo y se descargará en buques metaneros comerciales.

El buque GOLAR MKII utiliza el proceso de licuefacción PRICO® exclusivo de Black & Veatch. La licuefacción implica el enfriamiento del gas natural hasta su temperatura de condensación a presión atmosférica (-162°C) para reducir el volumen de gas.

La producción nominal de GNL del buque GOLAR MKII es de 3,5 MTPA (2 trenes PRICO®) y su capacidad de almacenamiento es de 147.000 m^3 de GNL (4 tanques esféricos tipo Moss®).

Previo a la licuefacción, el gas de alimentación debe ser tratado para eliminar impurezas (dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, agua e hidrocarburos más pesados) para proteger los componentes y el rendimiento del sistema.

El despacho del GNL se hace a buques metaneros (buques de casco doble diseñados para el transporte de GNL a bajas temperaturas). El buque metanero se coloca paralelo al buque FLNG (con ayuda de remolcadores), en una posición que se conoce como *buques abarloados (ship to ship)*. La transferencia del GNL se hace por medio de 4 brazos rígidos, con sistema de *quick release* (liberación rápida) y sistema de retorno de gases, con una capacidad de carga de 10.000 m^3 por hora.

Tal como se mencionó, el buque FLNG MKII se mantiene amarrado al fondo marino en una posición fija a través de un sistema de amarre SSY que asegura su estabilidad y seguridad durante la operación bajo condiciones hidrometeorológicas normales y extremas. El sistema está montado en la parte delantera del buque, con pivote y elevador flexible. La parte integral de este sistema es la base de un pilote de anclaje triangular que se coloca en el fondo marino con un área total de 200 m^2. Este sistema de amarre permite una rotación del buque de 360°.

Desde tierra, el gas natural es transportado desde la Terminal del predio costero por un gasoducto tramo submarino 2 hasta un sistema de recepción PLEM (por sus siglas en inglés, *Pipeline end Manifold*) acoplado al sistema de amarre del buque FLNG. El ducto se conecta a un *riser* flexible que transporta el gas natural desde el fondo marino hasta el buque FLNG.

El buque FLNG incluye una serie de sistemas y procesos auxiliares para gestionar la producción, el almacenamiento y el despacho de GNL, así como para garantizar la seguridad operativa, la gestión de residuos, el tratamiento de aguas residuales y la generación de energía.

El buque MKII tendrá una dotación similar al FLNG Hilli Episeyo: 90 personas a bordo en operaciones normales y hasta 180 en operaciones no habituales y programadas, como por ejemplo tareas de mantenimiento mayores y puestas en servicio.

Algunos aspectos del buque MKII en materia ambiental:

- Consumo nominal interno de 10,5% de la energía total ingresada al sistema
- Sistema de gestión de residuos, con retiro de estos hacia continente.
- Sistema de recolección y tratamiento de efluentes cloacales, cumpliendo con los parámetros de vertido impuesto por la normativa internacional.
- Posee un *flare* (antorcha) para emergencias, el cual solo tendrá encendido el piloto durante la operación regular.
- Monitoreo de emisiones de dióxido de carbono (CO_2).
- Tiene una toma de agua de mar para enfriamiento, cumpliendo un diferencial de temperatura máximo de +3°C.

3.3 ETAPA CONSTRUCTIVA

La construcción del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2 en su conjunto está prevista para el inicio de las obras es junio de 2028 y para la finalización de las mismas es marzo de 2029.

Las tareas constructivas del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2 comprenden:

- El montaje de la vinculación entre el gasoducto terrestre (evaluado en el EIA antecedente del Proyecto FLNG GSM – Etapa 1) y el Tie-In del gasoducto submarino para el abastecimiento de la FLNG MKII.
- El tendido de un gasoducto submarino para el abastecimiento de la FLNG MKII de aproximadamente 6 kilómetros de extensión.
- El montaje del dispositivo de amarre de la FLNG MKII (SPM, por su denominación en inglés: Single Point Mooring).
- Vinculación del dispositivo de amarre con la FLNG MKII mediante cadenas y abastecimiento del gas natural mediante *riser* o tubería flexible.

Una vez finalizadas las obras, se movilizará el buque MKII desde su actual ubicación hasta el Golfo San Matías.

Para la ejecución del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2, se utilizarán los mismos obradores e instalaciones detallados en el EIA antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1).

3.4 ETAPA OPERATIVA

La vida útil del Proyecto FLNG GSM es de 20 años, durante los cuales la FLNG MKII se encontrará anclada en el Golfo San Matías, produciendo GNL a partir del gas natural (proceso de licuefacción). El gas natural será abastecido a través de un gasoducto dedicado conformando por un tramo terrestre y un tramo submarino. El gasoducto está diseñado para un caudal operativo de 30 MMSCMD, considerando el funcionamiento de las dos FLNG en funcionamiento simultáneo (FLNG Hilli Episeyo y FLNG MKII).

Soporte Logístico de la FLNG

Para el soporte del funcionamiento de la FLNG MKII, es utilizará el mismo centro de soporte logístico indicado en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLGN GMS Etapa 1, es decir el centro que se instalará en el Puerto San Antonio Este. Esta ubicación responde a que éste será el puerto logístico del proyecto, desde donde se abastecerá y dará asistencia a la FLNG y los buques metaneros.

Esto incluye las actividades de transporte y transferencia de suministros y personal. También, se descargarán los residuos y efluentes generados abordo para darle un tratamiento acorde según lo indica la normativa.

Respecto al despacho de GNL, se deberá dar autorización a los buques metaneros y remolcadores que ingresen al área de exclusión de la FLNG, así como monitorear la operación de descarga. Además, se brindará asistencia y coordinación ante eventuales contingencias o situaciones de emergencia.

El centro logístico utilizará los servicios del puerto para la gestión de residuos, efluentes y abastecimiento energético.

Para el soporte del funcionamiento de la FLNG MKII se utilizará el mismo personal del Centro de Soporte Logístico que fue informado en el EIA Proyecto FLGN GMS Etapa 1.

3.5 CIERRE Y ABANDONO

El abandono de las instalaciones tendrá lugar al término de la vida útil del proyecto y quedar el mismo fuera de operación permanente. Llegado el momento, los buques FLNG se desconectarán de sus sistemas de amarre SSY y partirán hacia sus nuevos destinos. En ese momento, SOUTHERN ENERGY S.A. deberá definir un Plan de Cierre para las instalaciones (gasoductos e instalaciones superficiales, sistema de amarre SSY y planta compresora) conforme a las normas NAG-100 y NAG-153 de ENARGAS.

Para la desafectación de las instalaciones se podrá optar entre dos alternativas: el abandono o el retiro. La decisión de la alternativa de desafectación seleccionada deberá estar justificada técnicamente como la opción ambiental más idónea, considerando también trámites de baja de las servidumbres y la conformidad de los propietarios.

4. DEFINICIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA

4.1 ÁREAS DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE NATURAL

El **Área de Influencia Natural Directa (AIND)** es la escala territorial natural donde se podrían generar las afectaciones directas de las obras y acciones propuestas sobre los factores físicos y bióticos del ambiente.

Para la delimitación del área de influencia directa del componente natural se utiliza, en primera instancia, los lineamientos establecidos por la Norma NAG-153 para la definir el Área de Influencia Directa de proyectos de gasoductos. En segunda instancia, se recurrió a los resultados de la modelación de la propagación submarina del ruido generado por los buques en movimiento (potencial afectación fisiológica de los organismos marinos producto de la contaminación sonora); y los resultados de la modelación de las descargas de los efluentes desde el buque FLNG (potencial afectación sobre la calidad del agua).

El **Área de Influencia Natural Indirecta (AINI)** es la escala territorial natural donde se podrían generar las afectaciones indirectas de las obras y acciones propuestas sobre los factores físicos y bióticos del ambiente.

Para la delimitación del **área de influencia indirecta del componente natural** se consideran los impactos vinculados a efectos sobre el comportamiento de los organismos y los resultados de las modelaciones de potenciales contingencias que podrían desencadenarse durante la ejecución del proyecto.

En el **ámbito costero-marino** se recurrió a los resultados de la modelación de la propagación submarina del ruido generado por los buques en movimiento (potencial afectación comportamental de los organismos marinos producto de la contaminación sonora); los resultados de la modelación de un derrame de hidrocarburos durante la provisión de la FLNG (potencial afectación sobre la calidad del agua); y el análisis del alcance de un potencial incendio producto de una fuga de GNL.

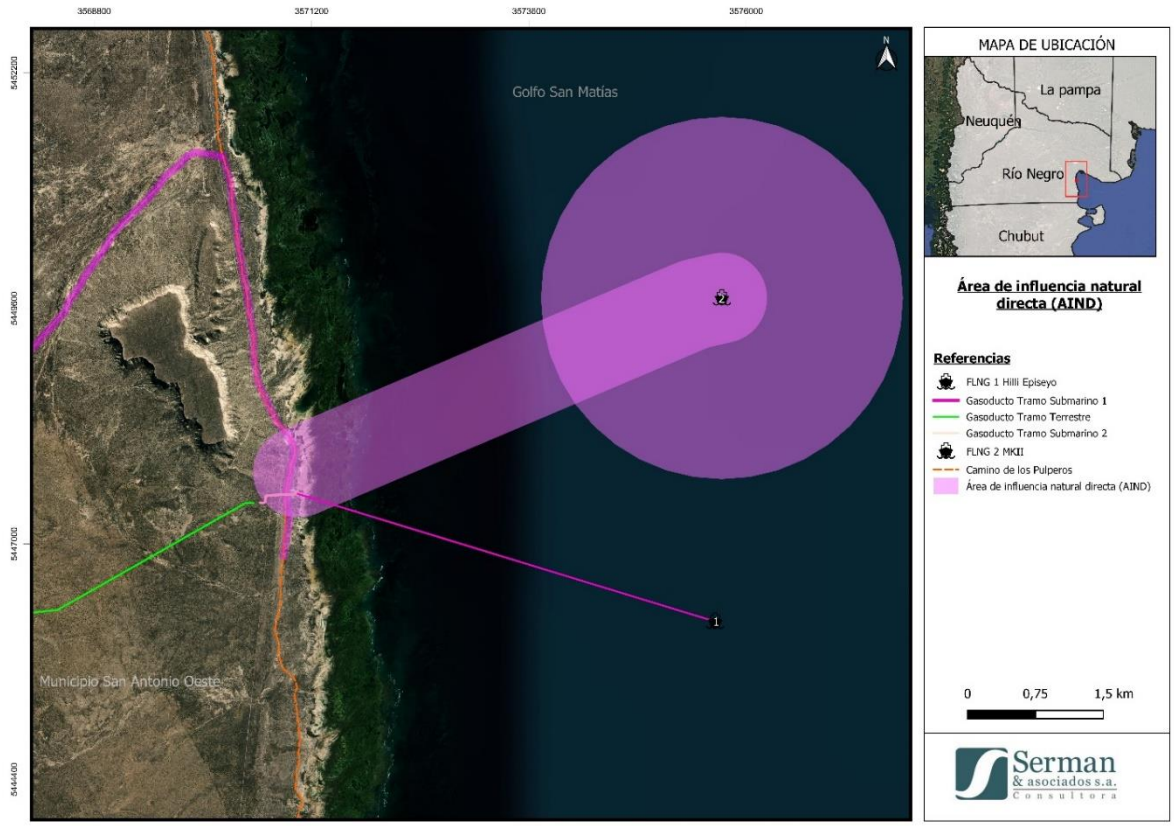


Figura 3. Proyecto FLNG GSM– Etapa 2. Área de Influencia Natural Directa (AIND).

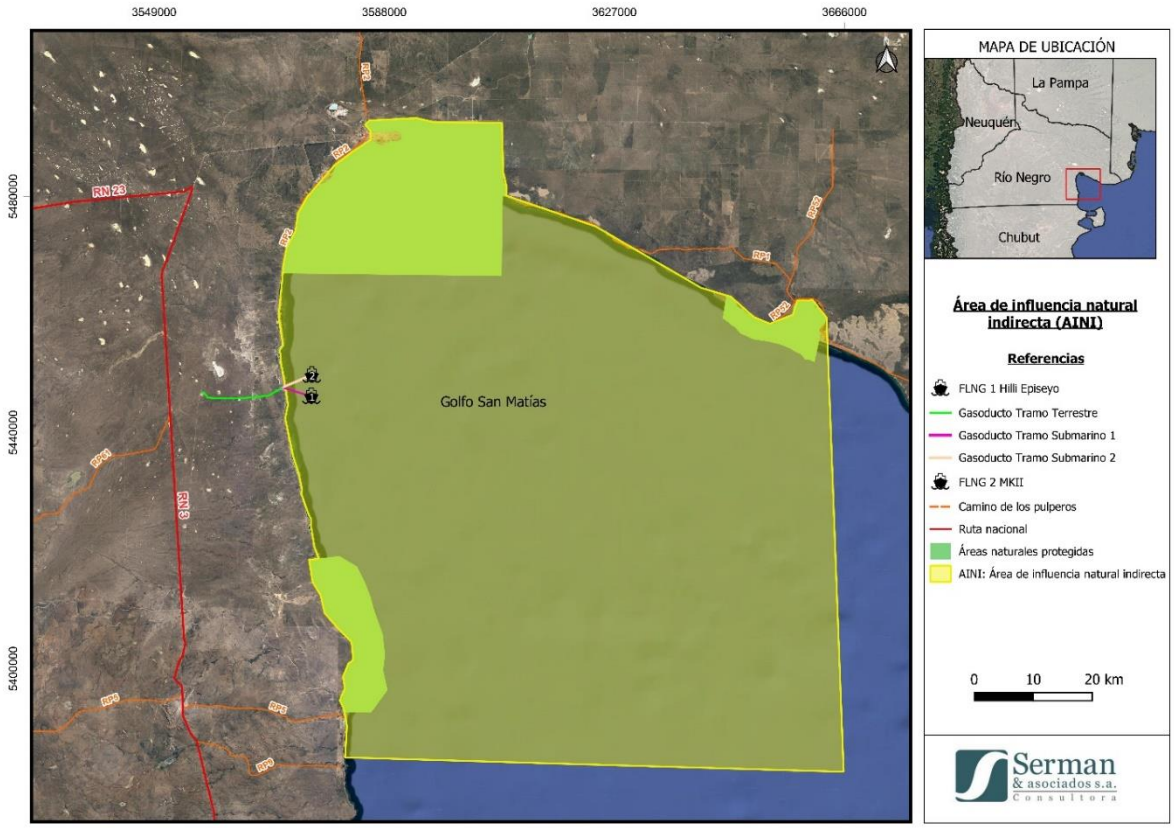


Figura 4. Proyecto FLNG GSM– Etapa 2. Área de Influencia Natural Indirecta (AINI).

4.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL COMPONENTE ANTRÓPICO

Las áreas de influencia sociales están compuestas por la población y las actividades de la misma con posibilidad de ser afectadas y/o influenciadas por el proyecto en sus distintas dimensiones.

El área de influencia del medio antrópico también incluye a los actores sociales (partes interesadas) de los ámbitos estatales y no estatales (empresarial, organizaciones de la sociedad civil, grupos de investigación, etc.) de alcance local, nacional y regional que pueden tener relación con el proyecto; que pueden ser afectados por el mismo y/o que pueden generar interés e influencia sobre sobre el proyecto.

El **Área De Influencia Social Directa (AISD)** es la escala territorial social donde se podrían generar las mayores afectaciones del proyecto y las relaciones directas del mismo, de acuerdo a las obras y acciones propuestas.

El **Área de Influencia Social Indirecta (AISI)** es la escala territorial social donde se podrían generar relaciones indirectas del proyecto con el medio antrópico, aunque no afectaciones específicas (incluidas en el AISD), de acuerdo a las acciones propuestas por el proyecto. El AISI incluye la totalidad del AISD.

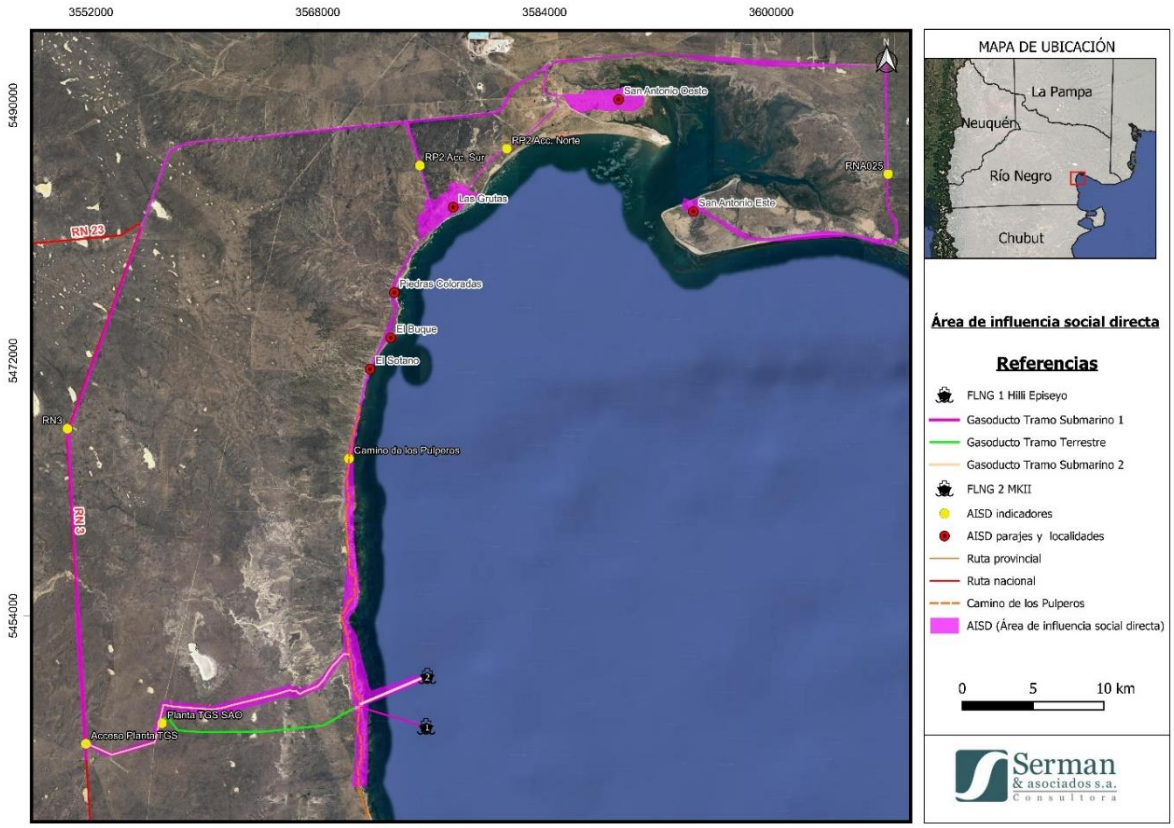


Figura 5. Proyecto FLNG GSM - Etapa 2. Área de Influencia Social Directa (AISD).

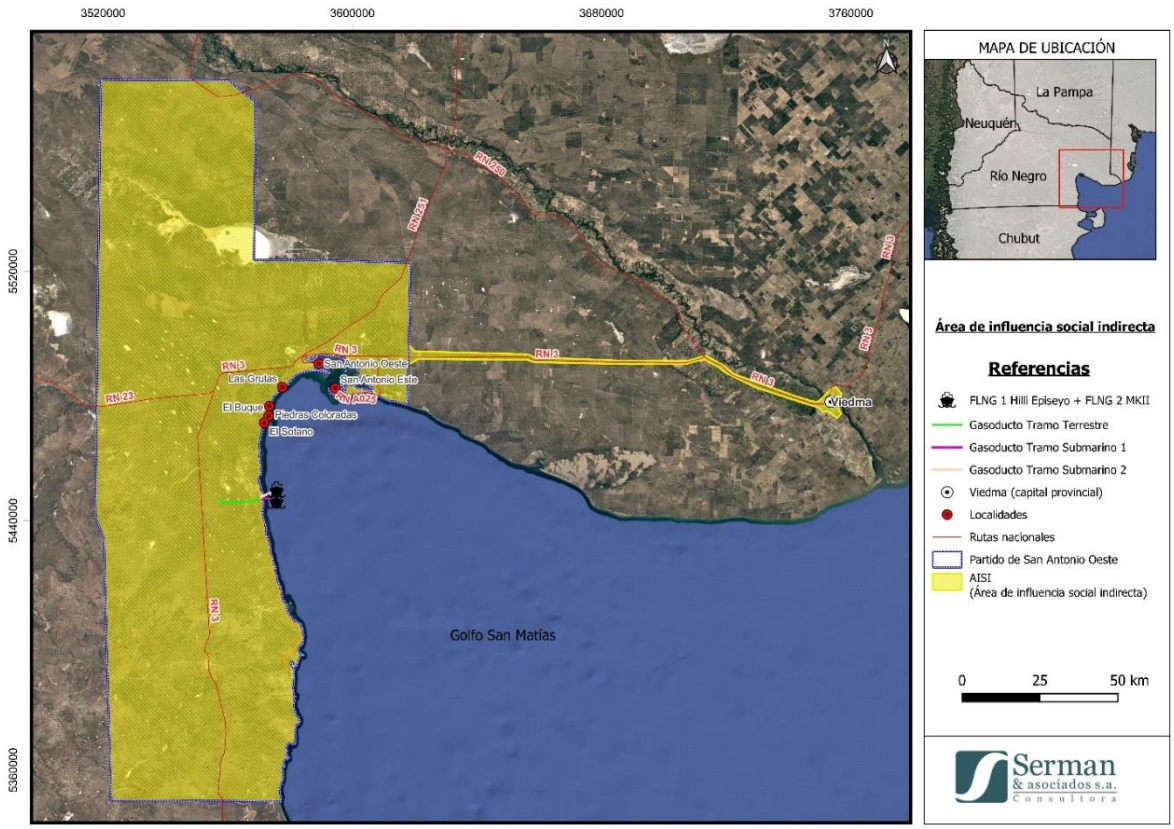


Figura 6. Proyecto FLNG GSM – Etapa 2. Área de Influencia Social Indirecta (AISI).

5. LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

Teniendo en cuenta que la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM se desarrolla en el mismo ámbito geográfico que la Etapa 1, y el corto plazo de tiempo transcurrido desde el desarrollo de la Línea de Base Ambiental elaborada para el Estudio de Impacto Ambiental antecedente (Proyecto FLNG GSM – Etapa 1), se toma como válida para el presente Estudio de Impacto Ambiental la mencionada Línea de Base, la cual se encuentra desarrollada en los siguientes apartados:

- **Medio Físico** (ver Anexo 5-1)
- **Medio Biótico** (ver Anexo 5-2)
- **Medio Social** (ver Anexo 5-3)

Esta Línea de Base se complementa con nuevos relevamientos sitio-específicos y ampliatorios, diseñados en función de la ubicación precisa de los componentes de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM y la posibilidad de completar relevamientos de información; a saber:

- **Muestreo y caracterización de las comunidades bentónicas.** Al tratarse de comunidades sésiles son especialmente sensibles a los efectos del proyecto. Además, su distribución está fuertemente vinculada a la ubicación específica, por lo que es necesario conocer con precisión la composición de las comunidades presentes sobre la traza del nuevo tramo de gasoducto submarino y sitio de amarre y operación de la nueva FLNG MK II.
- **Muestreo y caracterización de las comunidades planctónicas.** Al tratarse de comunidades de baja movilidad, son especialmente sensibles a los efectos del proyecto. Además, su distribución está fuertemente vinculada a la ubicación específica, por lo que es necesario conocer con precisión la composición de las comunidades presentes sobre la traza del nuevo tramo de gasoducto submarino y sitio de amarre y operación de la nueva FLNG MK II.
- **Registro de mamíferos marinos.** Dado que el aumento del ruido antrópico submarino es una de las principales preocupaciones en torno a su posible efecto sobre la presencia de mamíferos marinos en el área del proyecto, se propuso realizar una nueva campaña de registro de ruido submarino, discriminando entre el ruido generado por los mamíferos marinos (vocalizaciones) y el ruido antrópico, en la zona de operación del proyecto y en una zona más antropizada.

5.1 COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

Para complementar la Línea de Base Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM, se realizaron nuevos relevamientos en el sitio diseñados en función de la ubicación precisa de los componentes de la Etapa 2 y la posibilidad de completar relevamientos de información.

La campaña de muestreo de plancton realizada en mayo de 2025 tuvo como objetivo actualizar la línea de base ambiental del área de influencia del Proyecto FLNG GSM, con foco en las comunidades fitoplanctónica, zooplanctónica e ictioplanctónica. La elección de esta comunidad biológica como objeto de estudio prioritario se fundamenta en su alta sensibilidad a cambios ambientales y su rol clave en la estructura y funcionamiento del ecosistema marino. El plancton responde de manera rápida a las alteraciones físico-químicas del entorno, funcionando como un excelente indicador temprano de impacto antrópico o natural. En este contexto, el muestreo detallado de su composición, densidad y distribución espacial aporta información crítica para evaluar riesgos ecosistémicos y orientar acciones de manejo ambiental.

Las condiciones físico-químicas registradas en mayo de 2025 en los tres sitios muestreados coinciden con lo descripto por Carreto et al. (1974) y con los resultados de las campañas realizadas en invierno de 2024 en el marco de la línea de base ambiental del EIA antecedente, caracterizándose por una columna de agua mayormente homogénea, típica de los meses fríos en el Golfo San Matías (GSM). Esta homogeneización, producto de la ruptura estacional de la termoclina que se establece en primavera-verano, favorece la mezcla vertical y la disponibilidad de nutrientes en la capa superficial, aunque también reduce la estratificación térmica y, por lo tanto, la acumulación de biomasa fitoplanctónica.

En línea con este patrón, la campaña de mayo de 2025 evidenció una densidad celular total de fitoplancton inferior a la registrada en campañas de invierno y primavera previas (2024), aunque con una riqueza taxonómica y composición de grandes grupos comparable. Las muestras submareales estuvieron dominadas por flagelados nanoplanctónicos no identificados, mientras que el sitio intermareal presentó una comunidad dominada por diatomeas ticoplanctónicas. Los dinoflagelados, en cambio, mostraron escasa representación, en contraste con lo observado en muestreos realizados en condiciones de mayor temperatura.

Se identificaron especies potencialmente nocivas, como *Prorocentrum lima* y *Pseudo-nitzschia* spp., aunque no se registraron quistes ni individuos de *Alexandrium catenella* ni *Dinophysis* spp., que habían sido observados en campañas anteriores. A pesar de sus bajas densidades, la presencia de estos taxones subraya la importancia de sostener un monitoreo continuo, especialmente en períodos propicios para floraciones algales.

En cuanto al zooplancton, el sitio intermareal presentó las mayores densidades, destacándose la abundancia de foraminíferos bentónicos, lo cual sugiere procesos locales de resuspensión del sedimento, consistentes con la alta proporción de formas bentónicas también observadas en el fitoplancton. La comunidad zooplanctónica mostró mayor equitatividad que en campañas anteriores y se destacó la ausencia de copépodos del género *Paracalanus* y cladoceros del género *Evadne*. Asimismo, se registró una densidad relativamente alta de huevos, en comparación con el muestreo de invierno, pero no mayores a las halladas en primavera. Las muestras submareales de este muestreo tuvieron las densidades más altas de larvas de peces hasta el momento, en concordancia con los ciclos reproductivos de especies costeras en esta época del año.

5.2 COMUNIDADES BENTÓNICAS

Para complementar la Línea de Base Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto FLNG GSM, se realizaron nuevos relevamientos en el sitio diseñados en función de la ubicación precisa de los componentes de la Etapa 2 y la posibilidad de completar relevamientos de información.

En abril/mayo de 2025 se llevaron a cabo dos campañas de muestreo destinadas a actualizar la línea de base ambiental de las comunidades bentónicas intermareales y submareales del área de influencia del Proyecto FLNG GSM. Estas comunidades son especialmente sensibles a las perturbaciones físicas y químicas del ambiente, debido a su escasa movilidad y su fuerte dependencia de las condiciones locales del sustrato y la calidad del agua. Ante la incorporación de un segundo buque FLNG y considerando los posibles efectos acumulativos de las plumas térmica y de salinidad, se definió un nuevo diseño muestral. Este se extendió espacialmente hacia el norte respecto del área previamente evaluada, con el objetivo de reforzar y complementar la información obtenida para el EIA antecedente.

Al comparar cualitativamente los datos de riqueza específica entre las tres campañas (junio y octubre de 2024, y abril/mayo de 2025), se observa una variabilidad importante en la estructura de las comunidades bentónicas tanto intermareales como submareales. En el intermareal, la última campaña muestra una riqueza específica relativamente alta y homogénea, que supera en general a la registrada en octubre de 2024 y junio de 2024.

En el caso del submareal, el patrón es más complejo. En octubre de 2024 se registraron los valores más altos de riqueza específica en el submareal profundo y también en el somero, evidenciando una comunidad bentónica diversa y estable en esa época. En cambio, en abril/mayo de 2025 se observa una disminución generalizada en la riqueza submareal, con valores mucho más variables y, en algunos casos, marcadamente bajos. La campaña de junio de 2024 presentó una riqueza intermedia. Estas comparaciones sugieren que ambas comunidades bentónicas podrían estar experimentando fluctuaciones temporales significativas, relacionadas con la estacionalidad.

Por otra parte, cabe destacar que en todas las campañas se registró la presencia del cangrejo introducido *Carcinus maenas* en la zona intermareal, especie que fue detectada por primera vez en el Golfo San Matias en 2021.

5.3 MAMÍFEROS MARINOS

Dado que el aumento del ruido antrópico submarino es una de las principales preocupaciones en torno a su posible efecto sobre la presencia de mamíferos marinos en el área del proyecto, se realizó una nueva campaña de registro de ruido submarino, discriminando entre el ruido generado por los mamíferos marinos (vocalizaciones) y el ruido antrópico, en la zona de operación del Proyecto FLNG GSM (sector con menor grado de antropización) y en una zona más próxima a Las Grutas y el puerto de San Antonio Este (sector con mayor grado de antropización).

La información obtenida en esta nueva campaña, llevada a cabo en el otoño de 2025, se complementa con la información obtenida durante las campañas antecedentes (invierno y primavera de 2024; ver Anexo 5-2: LBA – Medio Biótico) para aportar al análisis del aumento del ruido antrópico y sus potenciales efectos sobre este grupo de organismos.

Durante mayo de 2025 se realizó una campaña con el objetivo de caracterizar el sonido antrópico y la presencia de mamíferos marinos en dos sectores con distintos niveles de antropización.

Para ello se propusieron distintos objetivos particulares:

- Determinación visual de la presencia de mamíferos marinos presentes en sectores con distintos niveles de antropización.
- Caracterización sonora de la presencia de mamíferos marinos presentes en un sector con mayor grado de antropización y un sector con menor grado de antropización.
- Determinación de la ocurrencia de embarcaciones mediante acústica pasiva en dos sectores con distintos niveles de antropización.

Monitoreo Acústico de Cetáceos y Ruido Submarino

El ambiente acústico submarino, conocido como *soundscape*, está compuesto por sonidos generados por: organismos vivos (*biophonias*); fenómenos naturales, como el viento, la lluvia o la actividad sísmica (*geophonias*); y por actividades humanas (*anthropophonias*) (Buscaino et al., 2023; Duarte et al., 2021). Estos tres componentes interactúan de forma dinámica y estructuran el entorno sonoro que habitan los organismos marinos. Para muchas especies, el sonido es una herramienta esencial que permite la navegación, la detección de presas y depredadores, y la comunicación intraespecífica. Sin embargo, la creciente presencia de fuentes de ruido antropogénico (como el tráfico marítimo, la exploración sísmica, los parques eólicos o las maniobras navales) puede generar alteraciones significativas en este entorno, interfiriendo en las señales biológicas, enmascarando sonidos vitales o incluso provocando respuestas fisiológicas y comportamentales adversas (Erbe et al., 2016; 2022). En casos extremos, el ruido puede ocasionar pérdida auditiva, desorientación y mortalidad en diversas especies. Comprender y caracterizar el *soundscape* marino resulta entonces clave para evaluar el impacto de las actividades humanas sobre la ecología acústica y el bienestar de la fauna marina.

Los mamíferos marinos emiten una amplia gama de sonidos, desde los infrasonidos de las ballenas (misticetos) hasta los ultrasonidos de los odontocetos. Estas vocalizaciones cumplen diversas funciones, como señales de contacto, advertencia, cortejo o agresión (Sayigh, 2014). Por ejemplo, las ballenas francas utilizan llamadas ascendentes como contacto y un pulso fuerte ('*gunshot*') para cortejo o agresión, aunque las hembras también lo producen. Las ballenas jorobadas en busca de alimento emiten llamadas tonales para arrear presas o coordinar movimientos de grupo. Por su parte, los odontocetos utilizan clics de ecolocalización (entre ~10 y ~150 kHz) para navegar y cazar; mientras que utilizan las llamadas tonales o 'silbidos' (entre ~1 y ~50 kHz) y sonidos de pulso-ráfaga para la comunicación (Au, 1993; Giardino et al., 2024). Algunas especies de odontocetos también usan clics para comunicarse, y los delfínidos, como las orcas y los calderones, pueden organizar sus silbidos y pulsos en secuencias estructuradas.

- Detecciones Acústicas de los Mamíferos Marinos

Los registros acústicos obtenidos en las campañas realizadas en el marco de la evaluación ambiental del proyecto FLNG GSM han permitido la identificación de especies de mamíferos marinos presentes en sectores en donde no fueron registradas mediante censos en embarcaciones. Por otro lado, esta información es muy valiosa dado que, para muchas especies presentes en el Golfo San Matías, hay muy poca información acerca de su repertorio acústico, por lo que la información obtenida en las campañas es fundamental como línea de base.

En líneas generales, durante la campaña de octubre de 2024 (primavera), se registró una mayor cantidad de emisiones acústicas de cetáceos en comparación con la campaña de mayo de 2025 (otoño). Lo mismo sucedió con los registros visuales, los cuales fueron más abundantes y diversos en primavera, en relación a los observados en otoño; lo que indicaría un uso más intensivo del Golfo San Matías en la temporada primaveral por parte de los mamíferos marinos.

Los registros acústicos también permitieron identificar comportamientos no registrados en los monitoreos realizados en embarcaciones, como la presencia de animales alimentándose en un sector de bajo grado de antropización.

Al comparar los registros obtenidos con el hidrófono *Soundtrap* en la campaña de primavera 2024, correspondiente al monitoreo en un sector de bajo grado de antropización, con los registros obtenidos en la campaña de otoño 2025, correspondiente a un sector de mayor grado de antropización, se observan diferencias, las cuales podrían estar atribuidas principalmente a la estación del año, y a la cercanía de la costa a la cual se encontraba el equipo.

El presente estudio constituye el primer registro acústico documentado de diversas especies en la zona. Se detectaron diversas especies de cetáceos odontocetos, incluyendo marsopa espinosa, delfín oscuro, delfín común y delfín nariz de botella de Lahille, así como también vocalizaciones de ballena franca austral, evidenciando una rica variedad de vocalizaciones que abarcan desde clics de alta frecuencia para ecolocalización, trenes de click de comunicación y hasta silbidos de diversas formas y frecuencias. Los patrones circadianos observados muestran picos de actividad acústica al amanecer, crepúsculo y en horarios nocturnos, especialmente para delfines comunes y nariz de botella, con una reducción significativa durante las horas centrales del día en zonas con menor presencia. Estos ritmos reflejan comportamientos naturales relacionados con alimentación, comunicación y otras actividades vitales. En este contexto, se sugiere que las estrategias de manejo del tránsito marítimo en la región consideren restringir o minimizar el tránsito en los períodos de mayor actividad acústica de mamíferos marinos, especialmente en las franjas horarias de amanecer y anochecer. Esta medida contribuiría a reducir el enmascaramiento acústico y la perturbación de la fauna, favoreciendo la conservación de estas especies y la sostenibilidad de sus hábitats. La integración de datos acústicos con observaciones directas y estudios regionales es fundamental para diseñar políticas de gestión marina adaptativas y basadas en evidencia científica.

- Análisis del Ruido Antropogénico

El análisis de ruido antropogénico se realizó a partir del análisis de la información obtenida con el hidrófono autocontenido *Soundtrap* en un sector de bajo grado de antropización (octubre de 2024) y un sector de mayor grado de antropización (mayo de 2025).

En 2025, en la zona considerada como de mayor grado de antropización, se registraron niveles promedio de presión sonora aproximadamente 2,7 dB superiores a los registrados en 2024. Esta diferencia sugiere una mayor presencia o intensidad de fuentes de ruido antropogénico en el sector más antropizado respecto al sector menos antropizado.

- Conclusiones

Los patrones de variación temporal y espectral del ruido acústico registrados en las campañas presentaron similitudes con los reportados en el Mediterraneo (Buscaino et al., 2016), donde se evidenciaron tendencias estacionales bien definidas en bandas bajas y altas de presión sonora en áreas marinas protegidas. De manera análoga, la mayor intensidad de ruido en ciertas bandas de frecuencia y horarios específicos puede relacionarse con fenómenos naturales, como el ruido de olas asociado a vientos en invierno, y con actividades biológicas, como peces y crustáceos. Sin embargo, en nuestro estudio, la diferencia principal radica en el incremento sostenido del ruido antropogénico durante la campaña de 2025, que superó en aproximadamente 2,7 dB los niveles registrados durante la campaña de 2024, acompañado por una mayor frecuencia y continuidad de eventos de alto ruido probablemente vinculados a un aumento del tráfico marítimo. Este escenario contrasta con los ambientes protegidos donde, aunque se documenta ruido antropogénico frecuente (hasta 13 pasos de embarcaciones por hora), el ruido natural todavía juega un rol importante en la estructura acústica y en los ciclos biológicos. La presencia de ruido antropogénico intenso y constante puede causar efectos de enmascaramiento sobre señales biológicas relevantes, reduciendo potencialmente la efectividad de la comunicación y, en consecuencia, afectando procesos ecológicos clave (Erbe et al., 2022). Por ello, nuestros resultados subrayan la necesidad de profundizar en la evaluación del impacto del ruido antropogénico en los ecosistemas marinos, especialmente en zonas con incremento reciente de actividades humanas.

Los resultados obtenidos en 2025, que evidencian un aumento sostenido y una mayor variabilidad en los niveles de ruido antropogénico, guardan relación con observaciones realizadas en parques eólicos marinos del Reino Unido, donde la actividad de embarcaciones, especialmente durante fases de instalación, produjo una reducción significativa en la detección acústica de marsopas. En dicho estudio, la intensidad y tipo de actividad naval (anclaje, carga de pilotes e instalación) se asociaron con disminuciones de hasta un 33% en la presencia detectada de cetáceos, además de mostrar diferencias espaciales vinculadas a las técnicas de instalación y manejo de embarcaciones (Benhemma-Le Gall et al., 2023). Estos hallazgos subrayan cómo las operaciones humanas en áreas marinas pueden alterar de manera directa los patrones acústicos y la presencia de especies sensibles. En consonancia, la mayor frecuencia e intensidad de eventos de alto ruido en nuestro sitio de muestreo de mayo de 2025 podrían estar relacionados con un tráfico marítimo más intenso, que probablemente impacta en el comportamiento de la fauna local a través del enmascaramiento acústico.

5.4 ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN

En el ámbito geográfico del Golfo San Matías y parte de la plataforma continental adyacente se han establecido varias áreas protegidas costero marinas, bajo el amparo de las diferentes jurisdicciones provinciales y nacional, las cuales, en términos generales, tienen por finalidad la preservación y la protección de diversas especies marinas, sus comunidades biológicas, ambientes y hábitats.

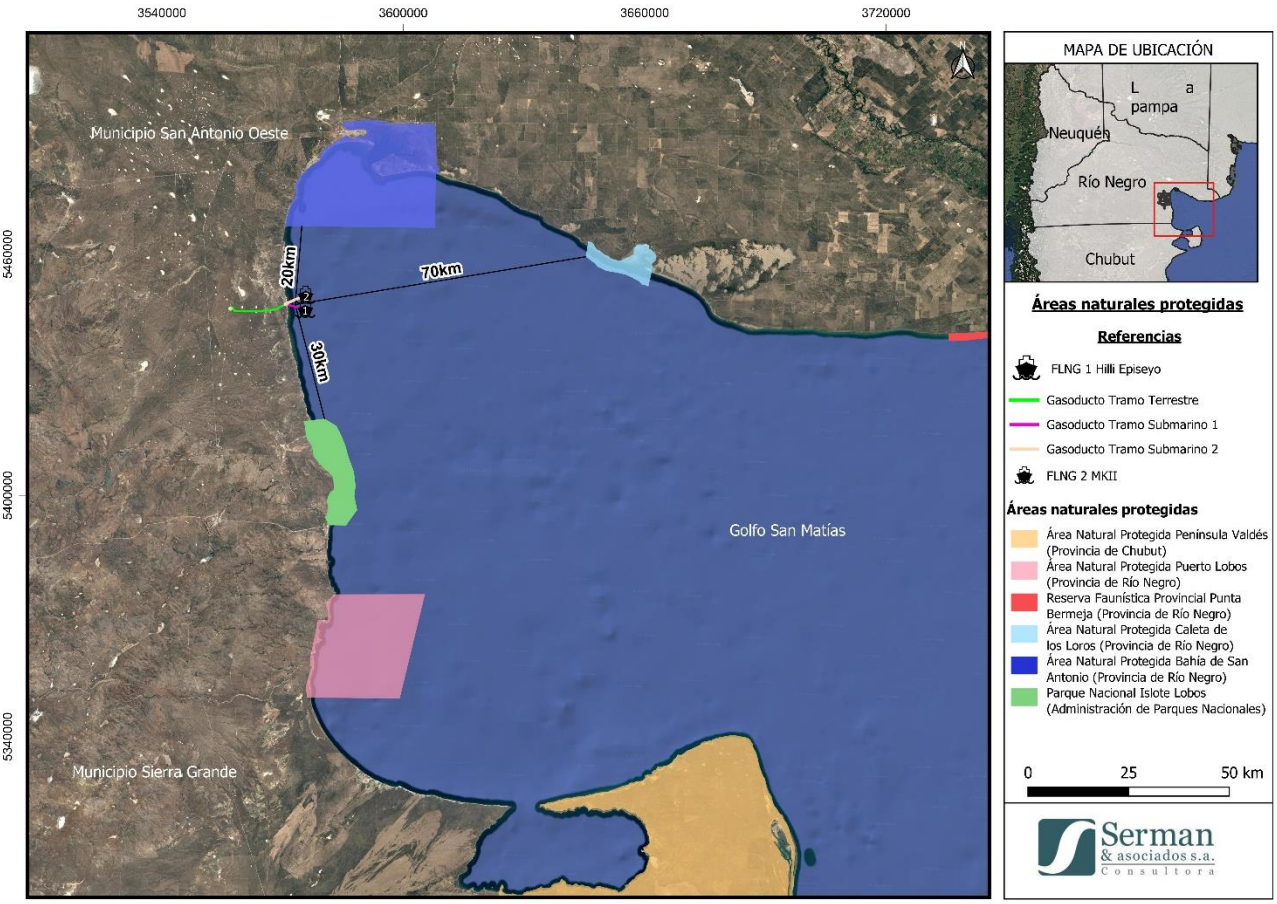


Figura 7. Áreas naturales protegidas (ANP) costero marinas sobre jurisdicción de las provincias de Río Negro y Chubut en el Golfo San Matías.

El listado de las áreas protegidas marinas consideradas de importancia en el marco de esta línea de base ambiental con relación al presente proyecto incluye a las siguientes:

- Reserva Faunística Provincial Punta Bermeja (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Caleta de los Loros (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Bahía de San Antonio (Provincia de Río Negro)
- Parque Nacional Islote Lobos (Administración de Parques Nacionales)
- Área Natural Protegida Puerto Lobos (Provincia de Río Negro)
- Área Natural Protegida Península Valdés (Provincia de Chubut)

6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

La presente evaluación ambiental comprende los siguientes componentes:

- ❖ FLNG MKII. Nuevo buque FLNG con una capacidad de producción de 3,5 MTPA ubicado 3,5 km al norte del primero (FLNG Hilli Episeyo) y a 4,5 km de la costa frente a Fuerte Argentino.
- ❖ Gasoducto tramo submarino 2. Nuevo tramo submarino de gasoducto de 6 km que se proyecta desde la Terminal del tramo terrestre del gasoducto hasta el dispositivo de amarre y abastecimiento de la FLNG.
- ❖ SSY 2. Nuevo dispositivo de amarre y abastecimiento para el buque FLNG MKII.

En el marco del proceso de evaluación de los potenciales impactos ambientales, se llevaron a cabo **Estudios Especiales** que facilitaron la valoración de los mismos. Estos Estudios Especiales se presentan como Anexos a este Capítulo 6, a saber:

- Estudio de Impacto Acústico Aéreo (Anexo 6-1)
- Modelación de la Propagación del Ruido Submarino (Anexo 6-2)
- Modelación Hidrodinámica (Anexo 6-3)
- Modelación de las Plumas Térmica y de Salinidad desde la FLNG MKII (Anexo 6-4)
- Modelización de Derrame de Hidrocarburos Líquidos (Anexo 6-5)
- Modelación de la Dispersión de las Emisiones Gaseosas (Anexo 6-6)
- Análisis de Impacto Paisajístico (Anexo 6-7)
- Modelación de la Dispersión de una Nube de Metano (Anexo 6-8)
- Análisis de Riesgos Ambientales (Anexo 6-9)
- Sensibilidad de Megafauna Marina (Anexo 6-10)

Particularmente, el **Análisis de Riesgos Ambientales** identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados con la operación del sistema, a saber:

- Fuga de gas natural desde el gasoducto submarino (Suceso A)
- Derrame de GNL al agua (desde la FLNG MKII) (Suceso B)
- Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII) (Suceso C)
- Colisión de embarcaciones (Suceso D)
- Derrame de GNL desde el Buque FLNG MKII y dispersión de una nube de metano que alcance al Buque FLNG Hilli Episeyo (Suceso E)

El objetivo de este análisis es la estimación cualitativa de que un determinado evento pueda presentar situaciones de riesgo para el ambiente, que debidamente clasificadas en cuanto a su probabilidad y severidad, permitan establecer criterios de acción y de respuestas acordes a su magnitud.

Los eventos *Fuga de gas natural desde el ducto submarino* (Suceso A), *Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso C) y *Colisión de embarcaciones* (Suceso D) presentan un Riesgo Muy Bajo. Estos sucesos tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia (Frecuencia Improbable: 1) que compensaría en el cálculo de riesgo a las Consecuencias Graves (4) sobre el entorno.

El *Derrame de GNL al Agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso B) presenta una probabilidad de ocurrencia mayor (Frecuencia Probable: 3) y Consecuencias Graves (4) sobre el entorno, resultando en un Riesgo Medio.

En el caso de un *Derrame de GNL desde el buque FLNG MKII y dispersión de una nube de metano que alcance al buque FLNG Hilli Episeyo* (Suceso E), si bien presenta Consecuencias Graves (4) su baja probabilidad (Frecuencia Improbable: 1) hace que resulte en un Riesgo Muy Bajo.

En el Análisis de Riesgos Ambientales también se analizan los efectos sobre la estimación cualitativa del riesgo que produce la presencia de ambos Buques FLNG en simultáneo de acuerdo con sus ubicaciones y la distancia entre ellos, considerando que los eventos contingentes contemplados son esencialmente los mismos.

La presencia de los dos buques FLNG incrementa los riesgos del proyecto, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en Riesgos Bajos para los eventos *Fuga de gas natural desde el ducto submarino* (Suceso A), *Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso C) y *Colisión de embarcaciones* (Suceso D) y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un *Derrame de GNL al Agua (desde la FLNG MKII)* (Suceso B).

Así, a partir del Análisis de Riesgos Ambientales fue posible identificar los potenciales eventos contingentes vinculados con la Etapa Operativa del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2, y contar con una estimación cualitativa del riesgo asociado, en función de la probabilidad de ocurrencia del evento y las consecuencias negativas que se desencadenarían sobre el ambiente.

6.2 CONCLUSIONES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Argentina cuenta, en Vaca Muerta (Cuenca Neuquina), con una de las reservas de gas no convencional más grandes del mundo, por un total estimado en aproximadamente 300 TCF. Con un consumo interno de aproximadamente 1,5 TCF/año, resulta claro que para poder poner en valor dichas reservas se deben volcar al mercado internacional.

En este contexto, se espera que el Proyecto FLNG GSM genere para el país importantes beneficios, entre los cuales se pueden enumerar:

i. Puesta en valor de las reservas de gas natural disponibles, que de otro modo no se desarrollarían o lo harían muy tardíamente.
ii. Mayores ingresos provinciales a través de las regalías asociadas a esa mayor producción.
iii. Empleo directo e indirecto para el desarrollo de los campos gasíferos, la construcción de infraestructura y la operación del buque FLNG.
iv. Impacto positivo en la actividad de las economías regionales donde se desarrolle el proyecto.
v. Flujo de divisas positivo, dado que la totalidad de la producción será exportable tanto a nivel regional como global.
vi. Mejora de la balanza comercial energética por el aumento de exportaciones.
vii. Posicionamiento del país como un proveedor global, seguro y confiable de GNL.

Independientemente a la fundamentación del proyecto, la presente evaluación de impactos ambientales tiene como objetivo identificar los aspectos del proyecto que representan un potencial impacto para el ambiente y evaluar sus posibles efectos, permitiendo de esta manera diseñar recomendaciones y establecer las medidas de gestión ambiental necesarias para prevenir, reducir, manejar los impactos negativos, e incluso magnificar los eventuales impactos positivos.

Así, se evalúan las interacciones que podrían llegar a producirse entre las acciones con incidencia ambiental derivadas de los distintos componentes del Proyecto FLNG GSM – Etapa 2 y los factores del entorno susceptibles de ser influidos por tales acciones. De este modo, el análisis incluye las interacciones sobre el Medio Natural (factores físicos y bióticos) y el Medio Social (factores socio-económicos y culturales).

Consideraciones Generales

Los impactos de la **Etapa Constructiva** de la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM son prácticamente los mismos que los impactos de la Etapa Constructiva de los Componentes Off Shore de la Etapa 1 del proyecto, ya que se trata de la instalación del mismo tipo de infraestructura. No obstante, los impactos de esta Etapa 2 se encuentran diferidos en el tiempo respecto a los impactos de la Etapa 1. Razón por la cual, no hay superposición de impactos, salvo en lo que respecta a la ocupación del espacio con las obras de infraestructura.

Pero en la **Etapa Operativa**, el funcionamiento de la FLNG MKII se suma al funcionamiento de la FLNG Hilli Episeyo, superponiéndose así los impactos vinculados a la operación del sistema. Es aquí en donde cobran mayor los impactos acumulativos, e incluso los impactos sinérgicos.

A los fines de la presente evaluación de impactos ambientales, se contemplo el funcionamiento de la FLNG Hilli Episeyo como condición de base a partir de donde evaluar los impactos del funcionamiento de la FLNG MKII, incorporando al análisis los efectos de ambos sistemas operando en simultáneo.

En el caso de las **Contingencias** vinculadas a la etapa operativa, en este caso no se duplicaron los potenciales impactos, porque la probabilidad que ocurran dos eventos contingentes en el mismo momento es extremadamente baja. No obstante, de acuerdo al **Análisis de Riesgos Ambientales** elaborado en el marco del presente estudio (ver Anexo 6-9), la presencia de los dos buques FLNG incrementa los riesgos del proyecto, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia. En este contexto, se pone de manifiesto la importancia de contar con un Plan de Contingencias que incluya el funcionamiento de ambos buques FLNG, integrando esfuerzos en las áreas de prevención, control y mitigación de posibles eventos contingentes.

Medio Natural

En el Entorno Natural se identifican impactos negativos de moderada y baja importancia. Solo se identificaron impactos negativos de alta importancia como consecuencia de eventos contingentes. No se identificaron impactos positivos.

Los impactos negativos de moderada importancia durante la **Etapa Constructiva** se concentran en las tareas de Aproximación costera e Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG, fundamentalmente dado el carácter permanente de algunos impactos sobre el lecho del intermareal (restinga) y el lecho submarino.

Durante esta etapa, la megafauna marina (tortugas, aves y mamíferos) se verá afectada fundamentalmente por el Movimiento de embarcaciones sobre la traza del gasoducto submarino y la posición de amarre del buque FLNG.

En cuanto a potenciales contingencias, se considera la ocurrencia de un derrame de hidrocarburos desde una de las embarcaciones vinculadas a las obras, cuya extensión no tendrá magnitudes significativas, de acuerdo a los criterios de seguridad que se contemplan en el marco del Proyecto FLNG GSM.

Durante la **Etapa Operativa**, los impactos negativos de moderada importancia están relacionados fundamentalmente con el **movimiento de embarcaciones** entorno a la FLNG MKII (Despacho de GNL y Operaciones de apoyo), que se suma al movimiento de embarcaciones entorno a la FLNG Hilli Episeyo, afectando especialmente a la megafauna marina. Este aumento del tráfico marítimo representa una amenaza significativa tanto por la probabilidad de que ocurran **colisiones** como por la **contaminación sonora**.

En el marco de este estudio de impacto ambiental se llevó a cabo un **Estudio de Impacto Acústico Subacuático** (ver Anexo 6-2) para peces, tortugas y mamíferos marinos, donde se analiza el ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de ambos buques FLNG.

De acuerdo a los resultados de este estudio, no se esperan lesiones auditivas temporales ni permanentes en peces, tortugas ni mamíferos marinos producto del ruido subacuático generado por los propulsores de las embarcaciones que operarán alrededor de los dos buques FLNG vinculados al proyecto. No obstante, esto no significa que no puedan producirse cambios comportamentales en los organismos demersal-pelágicos y la megafauna marina, como los que han sido descriptos ampliamente en este informe. Estos efectos cobran mayor relevancia cuando consideramos la sensibilidad de las especies presentes en el área.

Finalmente, es importante resaltar el carácter acumulativo que tiene este impacto, ya que el efecto se incrementa con el aumento del movimiento de embarcaciones y el ruido submarino de origen antrópico.

Por otro lado, con la presencia de dos buques FLNG en una misma área operativa, cobran relevancias los impactos derivados de las descargas del sistema refrigerante y el proceso de ósmosis inversa durante el **Proceso de Licuefacción** (descargas con una temperatura mayor y una concentración de sales mayor, respectivamente, a la condición de base).

Para analizar el impacto del incremento de la temperatura y la salinidad del agua, se llevó a cabo la **Modelación de las Plumas Térmica y de Salinidad desde la FLNG MKII** (ver Anexo 6-4), donde se evalúa la extensión y la magnitud de las plumas térmica y de salinidad ante diferentes condiciones climáticas. Y dado que la operación de la FLNG MKII se efectuará estando la FLNG Hilli Episeyo en funcionamiento dentro de su área de influencia, se modelan las descargas de ambas FLNG funcionando en simultáneo.

De acuerdo a los resultados de la modelación, la presencia de la descarga de la FLNG MKII genera un campo de incremento de temperatura que se superpone con el de la FLNG Hilli Episeyo, por lo cual la acción de cada FLNG induce un incremento de temperatura también en el entorno de la otra.

En función de los lineamientos de la Guía IFC (2017) para Instalaciones de GNL, el agua de refrigeración debe descargarse a las aguas superficiales en un lugar que permita la máxima mezcla de la columna térmica para garantizar que la temperatura esté dentro de los 3°C de la temperatura ambiente en el borde de una zona de mezcla que debe tener en cuenta la calidad del agua ambiental, el uso del agua receptora, los receptores potenciales y la capacidad de asimilación. En este sentido, la modelación realizada permite observar que solo se registraría una superación de 3°C de la condición de base de la temperatura del agua en un escenario de calma y únicamente en superficie. Esta superación no se extendería a más de 100 metros de la FLNG Hilli Episeyo y 400 metros de la FLNG MKII, únicamente en las capas más superficiales y considerando el peor escenario.

En cuanto al incremento de la salinidad, los resultados obtenidos muestran que, en este caso, la superposición entre los campos de incremento de salinidad generados por ambas FLNG es débil, encontrándose en general por debajo de un incremento de 0,001 PSU, alcanzando en algunos escenarios y en las capas superficiales el rango de 0,003 PSU. Este incremento representa un 0,01% del valor típico de la salinidad del agua marina en el área de estudio.

En tanto, la **Operación del buque FLNG** no supone prácticamente impactos negativos moderados sobre los factores del Medio Natural, con excepción de la contaminación lumínica que puede afectar el comportamiento de las aves.

En cuanto a potenciales contingencias, el **Análisis de Riesgos Ambientales** (ver Anexo 6-9) identifica y analiza los principales eventos contingentes vinculados a la Etapa Operativa del proyecto. Entre ellos, los más significativos para los factores del Medio Natural son:

- **Derrame de GNL al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Medio, con una probabilidad media de ocurrencia (entre 1 vez al año y 1 vez en 10 años) y potenciales consecuencias ambientales graves.
- **Derrame de HC al agua (desde la FLNG)**: Riesgo Muy Bajo, con una baja probabilidad de ocurrencia (menor de 1 vez en 50 años) que compensa las potenciales consecuencias ambientales críticas.

La presencia de los dos buques FLNG incrementa los riesgos del proyecto, fundamentalmente debido al aumento de la probabilidad de ocurrencia, resultando en un Riesgo Bajo para un Derrame de hidrocarburos al agua (desde la FLNG MKII) y alcanzando un Riesgo Muy Alto en el caso de un Derrame de GNL al Agua (desde la FLNG MKII).

De acuerdo a los resultados de la **Modelización de un Derrame de HC** (70 m^3 de HFO) desde la FLNG (Anexo 6-5), si el derrame no es controlado, es muy probable que los hidrocarburos lleguen a la costa. En en ese sentido, las condiciones de viento predominantes que favorecerían el arribo del derrame a las localidades de Piedras Coloradas, Las Grutas y, con menor probabilidad, al puerto de San Antonio Este, corresponden a vientos del Sur y Suroeste. En todos los escenarios analizados, el tiempo estimado de arribo a la costa supera las 60 horas, tiempo suficiente para que se implementan las medidas de contención necesarias para evitar este impacto.

Finalmente, si bien no se esperan impactos directos sobre las **Áreas Protegidas** cercanas al Proyecto FLNG GSM (ANP Bahía de San Antonio, 20 km; PN Islote Lobos, 30 km; ANP Caleta de los Loros, 70 km), los resultados de esta modelización, da cuenta de una potencial afectación en caso que no exista una respuesta de contención. En este estudio, se evaluaron las trayectorias de la mancha de hidrocarburos ante diferentes condiciones climáticas y la evolución de los parámetros de masa suspendida y espesor de la película superficial. Se estima de esa manera un rango de posibles posiciones y tiempos de arribo a la costa de acuerdo a los forzantes climáticos. De acuerdo a los resultados obtenidos, si el derrame accidental de 70 m^3 de Gas Oil no es controlado, existe la posibilidad de alcanzar las áreas protegidas presentes en el área de Estudio.

El escenario del Derrame de HC modelado respode a una falla en el procedimiento de abastecimiento de gasoil al buque FLNG. Este tipo de combustible se utiliza para los generadores de energía (esenciales y de emergencia), los motores de las bombas de incendio y como combustible de respaldo para las calderas. Su uso en la FLNG es circunstancial. El combustible será provisto por proveedores locales y se espera una frecuencia de abastecimiento de 1-2 veces al año.

Este tipo de operaciones de abastecimiento de combustible son operaciones rutinarias para este tipo de embarcaciones, si bien son operaciones críticas que requieren ser cuidadosamente planificadas y realizadas de acuerdo con los procedimientos establecidos a bordo. La gran mayoría de las transferencias de combustible se realizan sin incidentes, aunque muy ocasionalmente pueden ocurrir contingencias. Y en la mayoría de los casos se deben a errores humanos. Si bien hay numerosa bibliografía y estadísticas sobre incidentes de derrame durante la carga o descarga de un buque petrolero, lo que implica la transferencia de miles de toneladas de combustible, se ha encontrado muy poca información sobre los accidentes ocurridos en las actividades de reabastecimiento. Chura (2021) realiza un estudio estadístico de los derrames producidos en operaciones de abastecimiento de combustible realizadas en el gran puerto marítimo de Novorossiysk (Rusia) en el período 2015 – 2020, dando cuenta de una frecunacia de accidentes de 2,9x10-4. Por su parte, Spouge (2019) estima que la frecuencia general de derrame de una tonelada o más de petróleo durante la carga o descarga de un petrolero en el puerto es de 1,1x 10-5 por operación de transferencia, es decir, aproximadamente 1 de cada 100.000 transferencias.

En definitiva, es importante señalar que esta potencial contingencia tiene una probabilidad muy baja de ocurrencia. No obstante, resulta importante considerar estos potenciales escenarios adbversos para el diseño de un Plan de Respuesta adecuado ante estos eventos contingentes.

En el marco del presente estudio también se llevó a cabo la **Modelación de la Dispersión de una Nube de Metano** (ver Anexo 6-8) para determinar zonas de impacto, expresadas en concentración de metano y fracción de mezcla explosiva (LEL[3]). Se analizaron cinco años de meteorología para la ubicación del proyecto, se determinaron escenarios de liberación accidental de GNL y se modeló la extensión de la atmósfera explosiva en cada situación de emergencia. Pero en ninguno de los escenarios planteados se encontraron concentraciones de referencia de alerta (100%LEL o 60%LEL) en la línea de costa. Este análisis también contempló la presencia de la FLNG Hilli Episeyo 3,5 km al sur de la FLNG MKII. En este caso, la nube de metano alcanzaría la ubicación de la FLNG Hilli Episeyo poco antes de los 5 minutos de ocurrido dicho evento, con una concentración igual al 10% del LEL[4]. Esta situación implica la posibilidad de formación de una mezcla combustible, aunque con una probabilidad de ignición menor y de bajo riesgo (zona amarilla). La concentración de metano iría aumentando hasta llegar a un máximo de 37.500 ppm, equivalente a aproximadamente el 75% del LEL a los 12 minutos de originado el evento y luego comenzaría a disminuir, estando unos 5 minutos en total por encima del 60% del LEL (zona naranja de riesgo moderado). Bajo este contexto pueden formarse bolsas de llama y de existir una fuente de ignición en la FLNG Hilli Episeyo se estaría condiciones de peligro de incendio para esta unidad.

Para este análisis se definió el escenario de emergencia más pesimista tomando de referencia el reporte de “SANDIA NATIONAL LABORATORY (2008 y 2004)”, en el que un acto de sabotaje con el ataque de un tercero genera una perforación de hasta 2,5 m de diámetro, vaciando el total del contenido de un tanque lleno. Este escenario se plantea como el posible más desfavorable, tanto por la magnitud de la emisión como por las condiciones meteorológicas adversas

Medio Social

Como ya se mencionó, los impactos asociados a la Etapa 2 del Proyecto FLNG GSM ofrecen los mismos resultados que los registrados para los Componentes Off Shore de la Etapa 1 del proyecto.

En el entorno social se han identificado los impactos positivos asociados al desarrollo de la construcción y la operación. Estos se relacionan con la demanda de mano de obra, bienes y servicios; el movimiento de todo tipo de embarcaciones, vehículos y maquinarias; y actividades asociadas a los procesos de producción y operación del buque licuefactor. Los impactos positivos de estas acciones se verían reflejados predominantemente en la economía local y regional, la opinión pública y la organización social comunitaria.

Sin embargo, también se identifica como riesgo la falta de gestión adecuada de las expectativas económicas locales y provinciales. El desajuste entre las expectativas de desarrollo económico local y la realidad de la contratación externa subraya la importancia de implementar programas de capacitación y desarrollo de proveedores locales.

El Proyecto FLNG en el Golfo San Matías enfrenta múltiples desafíos que deben ser abordados de manera integral para asegurar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Desde una perspectiva reputacional, se requiere una estrategia clara de construcción de apoyo público, que incluya no solo la transparencia y la comunicación con los sectores actualmente favorables, sino también una respuesta efectiva a las preocupaciones planteadas por las partes interesadas cuyas demandas provienen del sector ambientalista.

[3] “Lower explosive limit” Límite Inferior de Explosividad

[4] “Lower explosive limit” Límite Inferior de Explosividad

Los impactos negativos más altos están relacionados con contingencias, tanto en la costa como en el área marítima. Pero la mayoría de los impactos negativos identificados son moderados o bajos que si se aplican correctamente los programas de prevención y gestión del Plan de Gestión Ambiental son impactos evitables. En este sentido, será crucial la experiencia de esta gestión durante la Etapa I del proyecto.

Es importante destacar que la demanda de mano de obra y bienes puede generar un impacto negativo moderado sobre el componente género, si el proyecto no tiene en cuenta la contratación de mano de obra femenina ni se brinda capacitaciones al personal sobre la prohibición y la erradicación de cualquier conducta violenta por razones de género, lo que favorecería a que se acrecenté la brecha de género existente. Además, todas las acciones relacionadas con la presencia y/o la circulación cotidiana de trabajadores en la zona de proyecto y entre la misma y las localidades cercanas (Las Grutas, SAO y SAE) podrán generar impactos negativos en relación con la vulneración de derechos por razones de género entre la población.

Además, en cuanto a la institucionalidad, podrían verse afectadas las instituciones y organismos de salud, seguridad y monitoreo ambiental, en cuanto a sus recursos escasos para atender la demanda del proyecto por lo que se evidencia la necesidad de una planificación detallada de colaboración y fortalecimiento institucional para mitigar los riesgos asociados a la implementación del proyecto.

El impacto en las actividades tradicionales de la región, como las pulperías, la pesca y el turismo, aunque limitado en algunos casos, podría generar tensiones si no se gestionan adecuadamente. La circulación en las zonas clave de pesca, como Fuerte Argentino, debe ser preservada mediante la implementación de medidas específicas y programas de mitigación para las familias de pulperos locales.

Finalmente, se identifica la necesidad de establecer un mecanismo de coordinación y planificación, con un enfoque en minimizar la interrupción de las actividades locales y asegurar la comunicación continua con las comunidades afectadas y partes interesadas. Se requiere de una gestión cuidadosa y una planificación estratégica para evitar conflictos y cumplir con las expectativas sociales y económicas que la región demanda.

6.3 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO FLNG GSM – ETAPA 2

Para la determinación de la significación del Impacto se aplicó la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernandez-Vitora (1997), mediante la que se evaluó cada potencial impacto identificado previamente en función de su Importancia, que se resume a continuación:

$$I = \pm [3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Mc]$$

Donde:

± = signo
I = Importancia del Impacto
i = Intensidad o grado probable de destrucción
Ex = Extensión o área de influencia del impacto
Mo = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del Impacto
Pe = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
Rv = Reversibilidad
Si = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos provocados por el impacto
Ac = Acumulación o efecto de incremento progresivo
Ef = Efecto
Pr = Periodicidad
Mc = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

En función de este modelo los valores extremos de la Importancia pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, el impacto ambiental ha sido clasificado de acuerdo con la siguiente escala:

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significación	Valoración	Significación	Valoración
Menor a 25	Bajo	Menor a 25	Bajo
Entre 26 y 50	Moderado	Entre 26 y 50	Moderado
Mayor a 51	Alto	Mayor a 51	Alto

A continuación se presenta la matriz con los valores de Importancia para cada interacción Acción del proyecto – Factor del ambiente.

PROYECTO FLNG GSM - ETAPA 2		Etapa de construcción								Etapa de operación				
		Demanda de mano de obra, bienes y servicios	Movimiento de vehículos y maquinaria por tierra	Movimiento de todo tipo de embarcaciones	Aproximación costera	Tendido del gasoducto submarino	Instalación del dispositivo de amarre de la FLNG	Posicionamiento, puesta en marcha y ensayos de la FLNG	Contingencias	Operación FLNG	Proceso de licuefacción	Despacho de GNL	Operaciones de apoyo	Contingencias
Físico	Planicie intermareal y Lecho submarino				-36	-25	-35							
	Sedimentos: calidad físico-química				-24	-24	-24		-36					-36
	Aguas marinas: calidad físico-química				-31	-28	-31		-42	-24	-31			-42
	Aire: calidad físico-química		-25	-25	-25			-25	-33	-24		-25	-25	-37
Biótico	Comunidades planctónicas				-31	-25	-28		-47	-21	-27	-41		-54
	Comunidades bentónicas		-38		-42	-31	-38		-47		-24	-32		-51
	Comunidad demersal-pelágica			-28	-27	-24	-31		-35			-41	-41	-39
	Torugas marinas			-28	-27	-20	-27		-35			-41	-41	-39
	Aves costeras y marinas		-36	-30	-36	-20	-27		-35	-36		-41	-41	-39
	Mamíferos marinos			-28	-27	-20	-27		-35			-41	-41	-39
	Áreas de importancias para la conservación													-30
Socio Económico Cultural	Circulación y movilidad	-28	-48						-30					
	Salud y seguridad laboral								-35					-24
	Salud y seguridad de la comunidad	-22	-24	-17					-29					
	Género	-27	-30											
	Circulación naval			-33					-24				-40	-24
	Infraestructura portuaria	-35		-33					-24				-33	-21
	Uso de la Costa	-27	-46		-33				-38					
	Aspectos Jurídico Administrativos			-41					-54					-41
	Opinión Pública	33		-41					-70					-66
	Organización social y comunitaria	37		41					74					62
	Economía local	39		36									29	-32
	Economía regional	47										40		-40
	Paisaje		-24	-30					-23	-42		-36	-36	-33
	Patrimonio arqueológico / paleontológico				-41	-35	-41							

7. MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL Y LINEAMIENTOS PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

A partir del análisis de impacto se elaboraron una serie de recomendaciones a tener en cuenta para la correcta gestión ambiental del proyecto, las cuales deberán ser luego implementadas a través de Programas de Gestión, integrados en un Plan de Gestión Ambiental (PGA).

Estas medidas deberán acompañar el desarrollo del proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del ambiente, incluyendo tanto los aspectos que hacen a la integridad del medio natural como aquellos que aseguran una adecuada calidad de vida para la comunidad involucrada.

SOUTHERN ENERGY S.A. será el principal responsable de velar por el cumplimiento del PGA, sin perjuicio de las atribuciones de las autoridades de aplicación.

Durante la etapa constructiva muchos de los programas deberán ser implementados por una empresa Constructora (CONTRATISTA). Es importante mencionar que la misma aún no se encuentra definida y surgirá del proceso de licitación que se lleve adelante en el marco de la materialización del proyecto. Quedará a criterio del SOUTHERN ENERGY S.A. (quien actuará como COMITENTE) definir una figura de inspección para el control de estas tareas.

Resulta importante mencionar que existen dos funciones separadas. Por un lado, el COMITENTE será el responsable del seguimiento de la obra y aprobará las certificaciones controlando la ejecución del PGA. No obstante, los incumplimientos o violaciones serán seguidos por las autoridades pertinentes.

Durante la etapa operativa y abandono, el principal responsable de la implementación del PGA será SOUTHERN ENERGY S.A. empresa que tendrá la figura de OPERADOR.

Nuevamente, los incumplimientos o violaciones serán seguidos por las autoridades pertinentes.

Además de cumplir con los lineamientos propuestos en este EIA, el PGA deberá adaptarse a las normativas y dictámenes emitidos por las autoridades de aplicación que surjan del proceso de evaluación ambiental, así como a las modificaciones y ajustes que puedan surgir en el transcurso del desarrollo del proyecto.

Los programas deberán ejecutarse en el marco de la gestión ambiental adaptativa, en un proceso sistemático e iterativo de revisión y mejora continua.

A continuación, se presenta el resumen de las medidas y programas de gestión definidos para el Proyecto FLNG GSM.

7.1 GESTIÓN AMBIENTAL PARA ETAPA CONSTRUCTIVA

Tabla 2. Medidas y Programas de Gestión Ambiental para la Etapa Constructiva.

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Alteración del ambiente natural y social en general	Negativo Moderado	C1 – Seguimiento Ambiental de la Obra (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la construcción del proyecto).	Programa de Seguimiento Ambiental
			Programa de Gestión de Permisos y Habilitaciones
			Programa de Auditorías Ambientales
		C2 - Gestión Ambiental General de Obra (engloba la gestión de los impactos que podrían ser generados por las tareas típicas de obras)	Programa de Capacitación al Personal
			Programa de Manejo del Obrador y Depósitos Temporales
			Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Gaseosos
			Programa de Manejo de Sustancias Peligrosas
			Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones, Equipos y Maquinaria
			Programa de Manejo de Tránsito y Señalización
			Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Gaseosos a Bordo
			Programa de Manejo de Sustancias Peligrosas a Bordo
Modificación de la Planicie intermareal y Lecho submarino	Negativo Moderado-Bajo	C3 – Diseño del Tendido del Ducto submarino y Regulación Actividades en Zonas Adyacentes	Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Alteración de la calidad físico-química de los sedimentos	Negativo Moderado-Bajo	C3 – Diseño del Tendido del Ducto submarino y Regulación Actividades en Zonas Adyacentes	Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Alteración de la calidad físico-química de las aguas marinas	Negativo Moderado	C3 – Diseño del Tendido del Ducto submarino y Regulación Actividades en Zonas Adyacentes	Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Modificación de la calidad físico-química del aire	Negativo Moderado-Bajo	C2 - Gestión Ambiental General de Obra	Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones, Equipos y Maquinaria
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación de las comunidades planctónicas y bentónicas	Negativo Moderado-Bajo	C3 – Diseño del Tendido del Ducto submarino y Regulación Actividades en Zonas Adyacentes	Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación comunidad demersal-pelágica	Negativo Moderado-Bajo	C2 - Gestión Ambiental General de Obra	Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones, Equipos y Maquinaria
		C3 – Diseño del Tendido del Ducto submarino y Regulación Actividades en Zonas Adyacentes	Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
		C2 - Gestión Ambiental General de Obra	Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones, Equipos y Maquinaria

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Afectación a tortugas marinas, aves marinas y costeras y mamíferos marianos	Negativo Moderado-Bajo	C3 – Diseño del Tendido del Ducto submarino y Regulación Actividades en Zonas Adyacentes	Programa de Transporte, Almacenamiento, Manejo y Uso de Explosivos
		C4 – Gestión de la Megafauna Marina y Costera	Programa de Manejo y Protección de Megafauna Marina y Costera
		C5 – Monitoreo Ambiental	Programa de Monitoreo de Ruidos
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación del patrimonio arqueológico subacuático	Negativo Moderado	C7 - Gestión del Patrimonio Arqueológico subacuático	Programa de Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático
Modificación del paisaje	Negativo Bajo	C8 – Gestión de Impactos sobre el Paisaje	Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos a Bordo
			Programa de Identificación y Gestión de Pasivos y Áreas Degradadas
Modificación de la calidad físico-química del aire	Negativo Moderado - Bajo	C2 - Gestión Ambiental General de Obra	Programa de Mantenimiento y Control de Vehículos, Embarcaciones y Maquinaria
			Programa de Manejo del Obrador y Depósitos Temporales
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación a la circulación y movilidad	Negativo Moderado	C2 - Gestión Ambiental General de Obra	Programa de Manejo del Tránsito y Señalización
		C6 - Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
			Programa de seguridad e higiene laboral

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Afectación de la Salud y Seguridad Laboral	Negativo Moderado-Bajo	C11 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	Programa de Capacitación para el Personal
			Programa de contratación de mano de obra local
			Programa de contratación de servicios y desarrollo de proveedores locales
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación de la Salud y seguridad de la Comunidad	Negativo Moderado-Bajo	C9 –Gestión Social	Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
		C11 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	Programa de Capacitación para el Personal
			Programa de Salud y Seguridad de la Comunidad
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Género	Negativo Moderado	C9 –Gestión Social	Programa de acción de género
		C11 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	
Afectación de la Circulación Naval	Negativo Moderado-Bajo	C13 – Gestión Interferencias Navegación	Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación Infraestructura portuaria	Negativo Moderado-Bajo	C13 – Gestión Interferencias Navegación	Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
			Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Uso de la Costa	Negativo Moderado	C12 – Gestión de Circulación de Vehículos y Maquinarias	Programa de Manejo del Tránsito y Señalización
		C9 – Gestión Social	Programa Integral de Protección a Pulperos y Restauración de Servicios Ecosistémicos
		C10 – Comunicación y Participación	Programa de Monitoreo de Pesquerías Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
Aspectos Jurídico Administrativos	Negativo Moderado-Bajo	C9 – Gestión Social	Plan de Gestión Social
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
		C10 – Comunicación y Participación	Plan de Contingencias Ambientales
Opinión Pública	Negativo Moderado-Alto	C10 – Comunicación y Participación	Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
		C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Organización social y comunitaria	Positivo Moderado-Alto	C6 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Gestión Social
		C9 – Gestión Social	Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
		C10 – Comunicación y Participación	Plan de Contingencias Ambientales
Economía Local	Positivo Moderado	C11 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	Programa de contratación de mano de obra local
			Programa de contratación de servicios y desarrollo de proveedores locales
Economía Regional			Programa de contratación de mano de obra local

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
	Positivo Moderado	C11 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	Programa de contratación de servicios y desarrollo de proveedores locales

7.2 GESTIÓN AMBIENTAL PARA ETAPA OPERATIVA

Tabla 3. Medidas y Programas de Gestión Ambiental para la Etapa Operativa. Componentes Off Shore.

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Alteración del ambiente natural y social en general	Moderado	O1 – Seguimiento Ambiental de la Operación (engloba la gestión de todos los impactos que podrían ser generados por la operación proyecto)	Programa de Seguimiento Ambiental
			Programa de Gestión de Permisos y Habilitaciones
			Programa de Auditorías Ambientales
		O2 - Gestión Ambiental General de la Operación (engloba la gestión de los impactos que podrían ser generados por las tareas típicas de operación)	Programa de Capacitación al Personal
			Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Gaseosos a Bordo
			Programa de Manejo de Sustancias Peligrosas a Bordo
Alteración de la calidad físico-química de los sedimentos	Moderado	O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Alteración de la calidad físico-química de las aguas marinas	Moderado-Bajo	O2 - Gestión Ambiental General de la Operación	Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Gaseosos a Bordo
		O3 – Gestión de Agua de Enfriamiento	Programa de Monitoreo de Calidad de Agua
		O6 – Monitoreo Ambiental	Programa de Monitoreo de las Plumas de Sobre temperatura
			Programa de Monitoreo de Calidad de Agua
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Modificación de la calidad físico-química del aire	Moderado-Bajo	O4 – Gestión de Emisiones Gaseosas	Programa de Monitoreo de Calidad de Aire
		O6 – Monitoreo Ambiental	Programa de Monitoreo de Calidad de Aire
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación de las comunidades planctónicas y bentónicas	Moderado-Alto	O2 - Gestión Ambiental General de la Operación	Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Gaseosos a Bordo
		O3 – Gestión de Agua de Enfriamiento	Programa de Monitoreo de Calidad de Agua
		O6 - Monitoreo Ambiental	Programa de monitoreo de comunidades planctónicas, bentónica e ícticas
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación comunidad demersal-pelágica	Moderado	O2 - Gestión Ambiental General de la Operación	Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Gaseosos a Bordo
		O3 – Gestión de Agua de Enfriamiento	Programa de Monitoreo de Calidad de Agua
		O6 - Monitoreo Ambiental	Programa de monitoreo de comunidades planctónicas, bentónica e ícticas
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación a tortugas marinas, aves marinas y costeras y mamíferos marianos	Moderado	O2 - Gestión Ambiental General de la Operación	Programa de Manejo de Residuos y Efluentes Líquidos y Gaseosos a Bordo
		O3 – Gestión de Agua de Enfriamiento	Programa de Monitoreo de Calidad de Agua

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
		C5 – Gestión de la Megafauna Marina y Costera	Programa de Manejo y Protección de Megafauna Marina y Costera
		O6 - Monitoreo Ambiental	Programa de Monitoreo de Ruidos
			Programa de Monitoreo de Megafauna Marina y Costera
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación áreas de importancia para la conservación	Moderado	O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación de la Salud y Seguridad Laboral	Negativo Bajo	O10 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	Programa de seguridad e higiene laboral
			Programa de Capacitación al Personal
			Programa de contratación de mano de obra local
			Programa de contratación de servicios y desarrollo de proveedores locales
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación de la Circulación Naval	Negativo Moderado-Bajo	O12 – Gestión Interferencias Navegación	Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Afectación Infraestructura portuaria	Negativo Moderado-Bajo	O12 – Gestión Interferencias Navegación	Programa de Manejo del Tránsito en la Navegación
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL

Potenciales Impactos Ambientales		Gestión Ambiental de los Impactos	
Impacto	Valoración	Medida	Programa
Aspectos Jurídico Administrativos	Negativo Moderado-Bajo	O8 – Gestión Social	Plan de Gestión Social
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
		O9 – Comunicación y Participación	Plan de Contingencias Ambientales
Opinión Pública	Negativo Moderado-Alto	O9 – Comunicación y Participación	Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Organización social y comunitaria	Positivo Moderado-Alto	O9 - Comunicación y Participación	Plan de Gestión Social Programa de Comunicación para la Información y Participación Comunitaria
		O7 – Gestión y Prevención de Contingencias Ambientales	Plan de Contingencias Ambientales
Economía Local	Positivo Moderado	O10 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	Programa de contratación de mano de obra local
	Negativo Moderado		Programa de contratación de servicios y desarrollo de proveedores locales
Economía Regional	Positivo Moderado	O10 – Gestión de Mano de Obra, Salud y Seguridad Laboral	Programa de contratación de mano de obra local
	Negativo Moderado		Programa de contratación de servicios y desarrollo de proveedores locales

Ing. Mariano Miculicich
REPRESENTANTE LEGAL