

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE “3D”
ÁREAS AUS_105, AUS_106 Y MLO_121, ARGENTINA

CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES

FEBRERO DE 2023

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	7
2.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO	8
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES	10
3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	12
3.1 INTRODUCCIÓN	12
3.1.1 Antecedentes de reuniones profesionales vinculadas con efectos de la sísmica marina y protocolos para minimizar impactos	12
3.1.2 Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición sobre los organismos marinos	13
3.2 MAMÍFEROS MARINOS	18
3.2.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	18
3.2.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	28
3.2.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	30
3.2.4 Derrames de combustible	31
3.2.5 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	35



3.3	PECES Y CEFALÓPODOS	36
3.3.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	37
3.3.2	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	54
3.3.3	Derrame de combustible	54
3.3.4	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos no peligrosos/peligrosos	56
3.4	COMUNIDADES BENTÓNICAS Y PLANCTON	56
3.4.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	56
3.4.2	Derrames de combustible	60
3.4.3	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos no peligrosos / peligrosos	61
3.5	AVES	62
3.5.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	62
3.5.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	66
3.5.3	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y al mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y de otras operaciones)	67
3.5.4	Derrames de combustible	68
3.5.5	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	69
3.6	ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES	70
3.6.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	70
3.6.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	71
3.6.3	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo y otras operaciones	72
3.6.4	Derrames de combustible	73
3.6.5	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos no peligrosos / peligrosos	73
3.7	PESQUERÍAS	73
3.7.1	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	74
3.7.2	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	81
3.7.3	Derrames de combustible	82
3.7.4	Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	82



3.8	TRÁNSITO MARÍTIMO	82
3.8.1	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	82
3.9	INFRAESTRUCTURA COSTA AFUERA	83
3.9.1	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	83
3.10	ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA	84
3.10.1	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	84
3.11	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	84
3.11.1	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	84
3.12	INFRAESTRUCTURA, RECURSOS Y USOS TERRESTRES	85
3.12.1	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	85
3.12.2	Derrames de combustible	85
3.13	AGUA SUPERFICIAL	86
3.13.1	Derrames de combustible	86
3.13.2	Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	86
3.14	AIRE	86
3.14.1	Emissiones gaseosas	86
4.	VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	91
4.1	METODOLOGÍA UTILIZADA	91
4.2	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	95
5.	MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	98
6.	IMPACTOS ACUMULATIVOS	106
6.1	INTRODUCCIÓN	106
6.2	ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE PRODUCIR IMPACTOS ACUMULATIVOS	107
6.3	HIPÓTESIS DE SOLAPAMIENTO TEMPORAL	114
6.3.1	Consideraciones iniciales	114
6.3.2	Influencia de la emisión de un segundo arreglo en la distancia de superación de umbrales	115
7.	BIBLIOGRAFÍA	118



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Interacciones Potenciales.	11
Tabla 2. Niveles de desplazamiento permanente del umbral auditivo (PTS) y temporal (TTS) para los distintos grupos auditivos. Fuente: Southall et al., 2019. Para presión acústica cero a pico (SPL pK) se suelen usar valores no ponderados. Para el nivel de exposición sonora (SEL) las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz to 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas o durante la duración real de la exposición (SELcum).	20
Tabla 3. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados.	21
Tabla 4. Valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria (adaptada de Popper et al., 2014)	42
Tabla 5. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados.	42
Tabla 6. Síntesis de los impactos identificados en peces (adaptado de Webster et al., 2018)	50
Tabla 7. Consumo de combustible total para cada buque.	88
Tabla 8. Factores de Emisión según combustible para la navegación.	88
Tabla 9. Potencial de Calentamiento Global (GWP) a 100 años.	89
Tabla 10. Emisiones Atmosféricas. Valores expresados en toneladas.	89
Tabla 11. Consumo de MGO motores del buque sísmico.	90
Tabla 12. Calificación de la Importancia (I) de los impactos.	94
Tabla 13. Matriz de Evaluación Impacto Ambiental	96
Tabla 14. Matriz resumen	97
Tabla 15. Jerarquía de mitigación (SAySD, 2019a)	98
Tabla 16. Matriz de impacto ambiental implementando medidas de mitigación	99
Tabla 17. Listado de medidas y programas	105
Tabla 18. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero.	116



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Audiograma típico de peces y mamíferos marinos del hemisferio norte (salvo la orca que es una especie cosmopolita) (Hearing threshold = umbral de audición; Frequency = Frecuencia; Cod = Bacalao; Dab o platija americana = Dab; Harbour hair seal = Harbour seal = foca común; Killer whale = Orca; Harbour porpoise= marsopa común). Fuente: Nedwell et al., 2003.	15
Figura 2. Audiograma típico para ballenas del hemisferio norte (Threshold = umbral; Frequency = Frecuencia; Beluga whale = beluga; Bottlenose Dolphin = delfín nariz de botella; PWS Dolphin = Delfín de raya blanca; Harbour porpoise= marsopa común). Fuente: Lawson et al., 2000.	15
Figura 3. Audiograma típico para pinnípedos (focas, leones marinos) (Threshold = umbral; Frequency = frecuencia; Harbour seal = foca común; N. Elephant Seal = elefante marino del norte; California Sea Lion = lobo marino de California; Northern Fur Seal = oso marino ártico). Fuente: Lawson et al., 2000.	16
Figura 4. Diagrama de presiones de una emisión de energía de aire comprimido y diagrama temporal de presiones sonoras no pesado (lineal) (Nedwell et al., 1999) (Sound pressure level in dB = nivel de presión sonora en dB; Frequency = frecuencia; Pressure = presión; Peak pressure = presión pico; Time = tiempo). Fuente: Nedwell et al., 1999.	17
Figura 5. Secuencia típica de presiones de una emisión de energía de aire comprimido filtradas según el audiograma de dos especies diferentes (Weighted pressure = nivel de presión sonora ponderado; Time = tiempo; Peak pressure = presión pico;). Fuente: Nedwell et al., 1999.	17
Figura 6. Trayectorias de mamíferos marinos del hemisferio norte (ballenas grises <i>Eschrichtius robustus</i>) sin y con operación de un buque sísmico, y líneas de iso-intensidad sonora (Kilometers West = Kilómetros al oeste; Kilometers North = Kilómetros al norte; Coast = Costa). Fuente: Gordon et al., 1998.	24
Figura 7. Trayectoria de un mamífero marino (ballena jorobada <i>Megaptera novaeanglia</i>) en cercanías de un buque sísmico operativo. Flechas azules: trayectoria de la ballena, flechas rojas: trayectoria del buque sísmico. Las flechas amarillas indican la posición de la ballena respecto de la posición del buque sísmico a determinado momento (position = posición; range = rango; speed = velocidad; array = arreglo; whale = ballena; air-gun = fuente de aire comprimido; on = encendido; off = apagado). Fuente: Gordon et al., 1998.	25
Figura 8. Intensidad sonora en función del volumen de la fuente de emisión de energía de aire comprimido (Airgun volume = volumen de la fuente de aire comprimido, cubic inches = pulgadas cúbicas). Fuente: Nedwell et al., 1999	26
Figura 9. Distancia desde la fuente en función del tiempo para un Aumento Gradual o Arranque Suave (Distance from seismic array = Distancia del conjunto sísmico; Time since gun start (minutes) = Tiempo desde el inicio de la descarga de la fuente sísmica (minutos); Escaping cetacean = Cetáceo que escapa). Fuente: Nedwell et al., 1999	27
Figura 10. Categoría de efectos de ruidos antrópicos vinculando la distancia a la fuente y la intensidad. Los daños ocurren cerca del origen de la fuente mientras el estrés ocurre a mayor distancia al reducirse la intensidad. TTS: umbral de cambio temporario; PTS: umbral de cambio permanente (adaptado de Putland et al., 2019).	40



- Figura 11. Área Operativa Sísmica AUS_105, AUS_106 y MLO_121 en relación al proyecto Fénix. Fuente: elaboración propia en base SIG del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix Área Cuenca Marina Austral I. Ezcurra & Schmidt S.A., 2022. 110
- Figura 12. Bloques linderos a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía. 113
- Figura 13. Ejemplo de comparación entre los valores de SPLpeakTOTAL y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes (Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°), comparando una sola fuente (arreglo emisor) con dos fuentes. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero. 117



CAPÍTULO 7 – EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

La presente sección del Capítulo 7, tiene como objetivo identificar y evaluar los principales aspectos del proyecto que representan potenciales impactos ambientales. Para ello, inicialmente, se analiza y establece la sensibilidad ambiental del área de influencia del proyecto (Parte 1). Una vez identificados, se diseñaron y se establecieron medidas de mitigación y de gestión ambiental (Capítulo 8 – Medidas de Mitigación y Plan de Gestión Ambiental) para prevenir, reducir, mitigar o compensar los mismos.

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la evaluación de las interacciones que podrían llegar a producirse entre los aspectos ambientales del proyecto y los factores del entorno susceptibles de ser influenciados por tales acciones. De este modo, el análisis incluye las interacciones sobre el medio natural (físico y biótico) y el antrópico. Para identificar la susceptibilidad de los factores afectados, en la Parte 1 del presente capítulo se presentó un Análisis de Sensibilidad Ambiental elaborado en base al desarrollo de la Línea de Base Ambiental (Capítulo 5).

Para la valoración de los impactos, el esquema del presente capítulo sigue fases diferentes. La primera involucra la identificación de las actividades o acciones del proyecto (Punto 2.1) que pueden generar impactos sobre los factores ambientales susceptibles de ser impactados. En la segunda fase se realiza la predicción de cómo las acciones del proyecto pueden afectar los componentes ambientales (físicos, biológicos o antrópico), en base a experiencias previas y evaluación del equipo interdisciplinario y se lleva adelante la evaluación de la magnitud o importancia de cada impacto (Punto 3). Finalmente, en base al desarrollo de esta sección, se presenta la matriz de impacto ambiental con la valoración de las interacciones de acuerdo a la metodología de evaluación implementada (ver Punto 4.2).

En función de los impactos identificados y jerarquizados, se diseñaron y establecieron las medidas de mitigación y de gestión ambiental que se detallan en el Capítulo 8, aplicando el principio conocido como jerarquía de mitigación. Teniendo en cuenta la implementación de estas medidas se confeccionó una matriz mitigada que permite visualizar los impactos del proyecto antes y después de la aplicación de las medidas de mitigación (ver Punto 5).

Finalmente, en este capítulo se incluye la evaluación de los potenciales impactos acumulativos del proyecto donde, desde una perspectiva de integración de la actividad con el entorno, se evalúa la interacción de los efectos de la actividad sísmica prevista con los efectos de otras actividades existentes o planificadas (ver Punto 6).

2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los potenciales impactos del proyecto Registro Sísmico Offshore “3D” de las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, se han identificado mediante un proceso sistemático por el cual las actividades (tanto las planificadas como las no planificadas) asociadas con el proyecto se han considerado con respecto a su potencial para interactuar con los factores ambientales.

Como herramienta para llevar a cabo esta identificación, se ha utilizado una Matriz de Interacciones Potenciales (Tabla 1). En esta matriz, las filas corresponden a las diversas acciones del proyecto que podrían actuar como fuente de impacto y los factores del medio relevantes para el entorno han sido listadas en las columnas.



Cada celda resultante en la Matriz de Interacciones Potenciales representa, por lo tanto, una interacción potencial entre una actividad del Proyecto y un factor del medio. Cada uno de los posibles impactos se ha clasificado en una de las dos categorías:

- Sin interacción (celda en blanco) o interacción probable sin impacto: donde es improbable que el Proyecto interactúe con el factor ambiental (por ejemplo, los proyectos que se desarrollan completamente en ambientes marinos pueden no tener interacción con el ambiente terrestre); o donde es probable que exista una interacción, pero es improbable que el impacto resultante cambie las condiciones de la línea de base; y
- Interacción potencial identificada (X): donde es probable que exista una interacción y el impacto resultante tiene un potencial razonable para causar un efecto en el factor receptor.

Este análisis preliminar permite evitar el análisis detallado de aquellos recursos sin potencial de ser afectados significativamente, y concentra el análisis en aquellos recursos con mayor riesgo de ser impactados.

Cabe señalar que el listado de acciones no pretende ser exhaustivo, sino más bien una identificación de los aspectos clave de las operaciones de prospección sísmica que tienen el potencial de interactuar con el ambiente/causar impactos ambientales. La lista de factores ambiental es también una lista focalizada de los aspectos clave del ambiente que se consideran vulnerables o importantes en el contexto de las actividades de estudios sísmicos marinos en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO

En base a la Descripción del Proyecto (Capítulo 4) dentro de las actividades ordinarias o eventos planificados se consideran las siguientes acciones:

- **Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido):** refiere a la emisión sonora submarina generada por las fuentes de energía de aire comprimido durante la adquisición de datos sísmicos.
- **Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico:** abarca la navegación de las embarcaciones en el Área Operativa Sísmica (AOs), durante la adquisición de datos sísmicos y la navegación del buque logístico (y eventualmente de las otras embarcaciones) desde / hacia el puerto de apoyo o Área Operativa Puerto (AOp) en el puerto de Puerto Deseado; y la presencia del equipo sísmico desplegado (fuente y cables sísmicos) durante la adquisición de datos sísmicos. La ruta de navegación o Área Operativa de Movilización (AOM) entre el AOs implica en promedio alrededor de 620 km que se recorren en cerca de 1,5 días (36 horas). Como se mencionó en la Descripción del proyecto (Capítulo 4). Ante una eventualidad podrá considerarse la utilización del puerto de Río Grande, pero sólo en caso de una urgencia, como una evacuación médica o necesidad de desembarcar a algún miembro del personal. Como opción secundaria, alternativa al puerto de Puerto Deseado, se considera el puerto de Ushuaia, es decir la utilización de este Puerto será eventual, sujeta a alguna situación que impida o dificulte la utilización del puerto de Puerto Deseado y que no pueda preverse en esta instancia. Sin embargo, este puerto es muy poco probable.



- **Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones):** involucra los aspectos ambientales asociados al funcionamiento normal de los buques y su mantenimiento. Comprende las emisiones sonoras que se producirán en superficie y en el agua por el funcionamiento de los buques involucrados en el proyecto, asociados principalmente con las hélices de propulsión; las emisiones lumínicas de las luminarias utilizadas en los buques; las emisiones gaseosas asociadas a la combustión de los motores para la propulsión y generación de energía en los buques, y otras operaciones asociadas generadoras de emisiones gaseosas (por ejemplo incineración de residuos). En cuanto a la generación de efluentes líquidos y residuos en las embarcaciones es dable señalar lo siguiente:
 - Generación de efluentes líquidos en los buques: La gestión inadecuada de las aguas residuales podría dar lugar a la contaminación del agua y a su vez, repercusiones secundarias en la vida acuática, los ecosistemas sensibles, etc. Sin embargo, las descargas de los buques en el medio marino cumplirán las normas del MARPOL 73/78, por lo que no se prevé que este aspecto de la operatoria de los buques tenga efectos significativos en ninguno de estos receptores.
 - Generación de residuos en los buques: La gestión inadecuada de los residuos podría dar lugar a la contaminación del agua, lo que podría tener efectos secundarios para la vida acuática y los ecosistemas sensibles, entre otros factores. No obstante, se prevé que la cantidad de residuos generados por las actividades de prospección sísmica sea baja. Estos se separarán y almacenarán a bordo de los buques asociados al proyecto, en espera de su adecuada disposición final en las instalaciones portuarias. Los residuos de alimentos se triturarán hasta 25 mm antes de su descarga en el mar, mientras que los desechos combustibles, por ejemplo, madera, papel y desechos en general, se incinerarán en un incinerador a bordo. De este modo, no se prevé que este aspecto de la operatoria de los buques tenga efectos significativos en ninguno de estos receptores.
- **Demanda de mano de obra y de bienes y servicios:** el desarrollo del proyecto requiere mano de obra calificada principalmente, aunque también incluye servicios básicos en cuanto a la operativa de navegación. Entre los insumos principales se encuentra el combustible que necesitan los buques para operar, suministros para mantenimiento y alimentos para la tripulación. El proyecto no requiere la construcción / desarrollo de bases logísticas en tierra, sino que se sirve de las instalaciones en los puertos existentes con capacidad para recibir operaciones de este tipo. El proyecto establece el puerto de Buenos Aires como puerto de escala (movilización / desmovilización) y al puerto de Puerto Deseado como puerto de suministros o servicios logísticos. En dichos puertos las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en los mismos.

Los **eventos no planificados, accidentales o contingencias** se consideran por separado de las actividades rutinarias, ya que sólo se producen como resultado de un fallo técnico, un error humano u otro tipo de emergencia. EQUINOR y los contratistas sísmicos mantendrán en todo momento un elevado desempeño operativo y el cumplimiento de las buenas prácticas de la industria. Sin embargo, como en la mayoría de los proyectos de esta naturaleza, existe, aunque baja, la probabilidad de que ocurra un evento accidental.



Se han identificado posibles eventos accidentales que pueden resultar en impactos ambientales potencialmente significativos durante el desarrollo del proyecto e incluyen:

- **Derrames de combustible:** considerando el derrame de combustible o aceites lubricantes utilizados por los buques del Proyecto.
- **Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos:** considerando las sustancias químicas utilizadas en los buques del proyecto para limpieza y mantenimiento y el manejo de los residuos generados a bordo.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Sobre la base del diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto se han identificado los factores ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto bajo análisis (ver Tabla 1). Tabla 1. Matriz de Interacciones Potenciales.

En función de las acciones identificadas en el apartado anterior y la posibilidad de que estas interactúen con el medio se identificaron los siguientes factores que no se espera sean afectados por el proyecto.

- **Geología:** Aunque el entorno geológico es relevante para el desarrollo del proyecto, los procesos geológicos no se verán alterados por el desarrollo del mismo.
- **Oceanografía:** Las actividades que se lleven a cabo desde el buque de prospección tendrán necesariamente en cuenta las condiciones oceanográficas locales y regionales. Las características de las corrientes oceánicas, la estratificación de la densidad de la columna de agua, la estructura vertical de las corrientes, entre otros factores, que se tendrán en cuenta durante la planificación, el funcionamiento y el postprocesamiento de datos de las actividades de prospección. No obstante, estos recursos oceanográficos no se verán afectados por las operaciones sísmicas bajo estudio.
- **Población:** No existen receptores cercanos al sitio del Proyecto. El Área Operativa Sísmica (AOs) se ubica costa afuera a aproximadamente 22 km de distancia del área costera más próxima en la provincia de Tierra del Fuego, más allá de las 12 millas del mar territorial. Dada la naturaleza del proyecto no se prevén interacciones entre el proyecto y la franja costera territorial. La exploración sísmica marina con técnicas modernas no produce pulsos significativos de ruido aéreo.
- **Patrimonio arqueológico:** El Área Operativa Sísmica (AOs) se ubica costa afuera en aguas abiertas. No se han detectado sitios de interés arqueológico en el área de estudio y las actividades del proyecto se desarrollan alejadas del lecho marino.

Se consideraron entonces un total de 13 factores incluyendo: 1) Agua superficial, 2) Aire, 3) Mamíferos marinos, 4) Peces y cefalópodos, 5) Bentos y plancton, 6) Aves, 7) Áreas protegidas y sensibles, 8) Actividad pesquera, 9) Tránsito Marítimo, 10) Infraestructura costa afuera, 11) Actividad hidrocarburífera, 12) Actividades económicas y 13) Infraestructuras, recursos y usos terrestres.



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

Tabla 1. Matriz de Interacciones Potenciales.

COMPONENTES AMBIENTALES ACCIONES		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO					MEDIO ANTRÓPICO							
		Agua superficial	Aire	Geología	Oceanografía	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Bentos y plancton	Aves	Áreas protegidas y sensibles	Actividad pesquera	Tránsito Marítimo	Infraestructura costa afuera	Actividad hidrocarbúfera	Actividades económicas	Población	Patrimonio arqueológico	Infraestructuras, recursos y usos terrestres
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121	Actividades planificadas																	
	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)					X	X	X	X	X	X							
	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico					X			X	X	X	X	X	X				
	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones gaseosas		X														
		Emisiones lumínicas de los buques								X	X							
		Emisiones sonoras de los buques					X	X		X	X							
		Generación de efluentes líquidos en los buques																
		Generación de residuos en los buques																
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios														X			X
	Eventos no planificados (contingencias)																	
Derrames de combustible	X				X	X	X	X	X	X							X	
Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	X				X	X	X	X	X	X								
	Sin interacción o Interacción sin impacto																	
X	Interacción potencial identificada																	



3. **EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

3.1 **INTRODUCCIÓN**

3.1.1 **Antecedentes de reuniones profesionales vinculadas con efectos de la sísmica marina y protocolos para minimizar impactos**

Existen numerosos estudios sobre los efectos potenciales de las operaciones sísmicas en los organismos marinos (en particular en los mamíferos marinos). Un hito en este sentido fue el “*Seismic and Marine Mammals Workshop*”, realizado en Londres en junio de 1998, que convocó a representantes de estas compañías, contratistas geofísicos, organismos reguladores ambientales y Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), junto con biólogos marinos, académicos y especialistas en bio-acústica, para desarrollar un entendimiento común del impacto de las operaciones sísmicas en los mamíferos marinos.

El evento fue organizado conjuntamente por el “Atlantic Margin Joint Industry Group”, la “International Association of Geophysical Contractors”, la “U.K. Joint Nature Conservation Committee” (JNCC), el “National Environment Research Council Sea Mammal Research Unit” y el “International Fund for Animal Welfare”, atrayendo a más de 100 delegados de Europa, Lejano Oriente y Estados Unidos.

Uno de los principales trabajos que se desarrolló a partir de ese evento es “The effects of seismic surveys on marine mammals” (Gordon et al., 1998; 2003), el cual fue realizado por un amplio grupo de especialistas y comprendía en gran medida los estudios antecedentes.

Para minimizar los eventuales efectos de la registración sísmica en los organismos marinos o en su comportamiento se hace obligatorio la implementación de medidas de mitigación.

A los efectos de determinar estas medidas con una base científica adecuada, se han realizado detallados estudios sobre la base de cientos de relevamientos sísmicos marinos efectuados en diferentes partes del mundo.

Particularmente, a partir del Workshop de 1998 se elaboró el informe “The effects of seismic activity on marine mammals in UK waters, 1998-2000” (Stone, 2003). En el mismo se reunieron 1.652 observaciones de mamíferos marinos (28.165 individuos) ocurridas durante 201 estudios sísmicos en las aguas del Reino Unido y algunas áreas adyacentes entre 1998 y 2000 (más dos estudios en 1997). Los resultados de estos estudios llevaron a desarrollar guías o pautas para minimizar el impacto sobre los mamíferos marinos.

En nuestro país, tomando referencias nacionales sobre la Evaluación de Impacto Ambiental, e internacionales sobre la temática, así como los estándares de la “Guía de Monitoramento da Biotá Marinha em Pesquisas Sísmicas Marítimas” de abril de 2018 (Guía de monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas marítimas de abril de 2018)” elaborada por el Instituto Brasileiro de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA), adaptados a la normativa y características de la fauna marina, se ha sancionado la Resolución MAYDS 201/2021 que establece el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas”. Este protocolo que será descripto con mayor detalle en el capítulo correspondiente a las medidas de mitigación (Capítulo 8), tiene por objetivo sistematizar la implementación de las medidas de mitigación de los potenciales efectos de la prospección sísmica costa afuera sobre la fauna marina; así como estandarizar la información generada sobre las ocurrencias y comportamientos de ejemplares o grupos de fauna que pudieran ser observados.



3.1.2 Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición sobre los organismos marinos

Como se describió anteriormente, las respuestas de los organismos marinos al sonido submarino se han investigado en la literatura científica durante muchos años y como producto de estos estudios se han propuesto criterios de umbral para varias especies y grupos de especies, si bien la mayor parte de los mismos se han limitado a estudios experimentales de laboratorio, notándose una importante falta de investigaciones en el ambiente natural y durante prospecciones sísmicas. Los umbrales suelen considerarse en términos de una o más mediciones diferentes del nivel de sonido y para diferentes niveles de impacto potencial que van desde el daño fisiológico hasta las respuestas de comportamiento.

Como se explicó en el Capítulo 4, existen diferentes métricas para expresar el nivel de una señal acústica, cada una de las cuales es más o menos adecuada a cada tipo de señal o tipo de efecto sobre los diferentes grupos de especies de fauna. Los sonidos suelen describirse con diversos parámetros acústicos, incluido el nivel de presión sonora (Sound Pressure Level, SPL) y el nivel de exposición sonora (Sound Exposure Level, SEL). El primero es una medida de la amplitud de presión o de su promedio en la duración del pulso y el segundo una medida de la energía sonora de la señal, por lo que depende tanto de su amplitud como de la duración de la misma. A su vez, el nivel de presión sonora puede definirse como un valor máximo, de pico positivo a pico negativo, de cero a pico o RMS (root mean square o valor cuadrático medio) lo cual lo complejiza aún más.

En la actualidad no existen conclusiones definitivas sobre la métrica más adecuada para expresar cada tipo de efecto sobre cada grupo de especies, y aún menos sobre los umbrales de ruido correspondientes (Redondo y Ruiz Mateo, 2017). Buena parte de la literatura disponible proporciona una mezcla de ambas métricas, aunque muchas fuentes de sonido se describen principalmente en unidades de nivel de presión. Para contemplar a estas dos medidas y tener en cuenta todas las características acústicas pertinentes que pueden afectar a los organismos marinos, a menudo se definen umbrales de doble criterio para la exposición al sonido, utilizando tanto la presión acústica como los niveles de exposición al sonido. Particularmente, una de las metodologías más recientes que cuenta con un consenso amplio es la propuesta por Southall et al., (2019), la cual considera una “métrica” dual para definir los umbrales de afectación, correspondiente a los valores de presión acústica cero a pico (SPL pk), y a los valores de exposición sonora (SEL) acumulados durante un cierto período de exposición a las emisiones sonoras.

Los mamíferos marinos son el grupo animal que más ha sido estudiado hasta el momento en cuanto a sus niveles auditivos y estructura de sus vocalizaciones, como así también del funcionamiento de los sistemas de ecolocalización de los cetáceos odontocetos. En este grupo los ruidos de alta intensidad pueden producir daños fisiológicos sobre la audición. Exposiciones menores pueden provocar pérdidas auditivas denominadas desplazamientos de umbrales (TS, por sus siglas del inglés *Threshold shift*), que pueden ser permanentes (PTS, por sus siglas del inglés *Permanent Threshold Shift*) o temporales (TTS, por sus siglas del inglés *Temporary Threshold Shift*) y, por lo tanto, los impactos fisiológicos se consideran generalmente a estos dos niveles:

- 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 grado de desplazamientos de umbrales (TS, por sus siglas del inglés *Threshold shift*) influyen la amplitud, duración, frecuencia y evolución temporal de la exposición al ruido. Para sonidos continuos, exposiciones de igual energía producen los mismos efectos aproximadamente. Para sonidos intermitentes, el grado de TS para una misma energía es menor que si el sonido es continuo porque se produce una cierta recuperación entre los intervalos de impulsos.

Las frecuencias emitidas por cetáceos del suborden odontoceti producen un amplio rango de sonidos, incluyendo silbidos, clics, sonidos pulsantes y de ecolocalización. Los rangos de frecuencia emitidos se encuentran entre los 100 Hz y los 20kHz, con niveles de entre 100 y 180 dB re 1 μ Pa. Por ejemplo, la Orca utiliza una frecuencia de llamado de 0,5 a 25 kHz, con un nivel de 160 dB re 1 μ Pa, y una frecuencia de ecolocalización de 12 a 25 kHz, con 180 dB re 1 μ Pa. Los delfines picudos utilizan una frecuencia de llamado de 0,8 a 24 kHz, con un nivel de 125 a 173 dB re 1 μ Pa, y una frecuencia de ecolocalización de 110 a 130 kHz, con 218 a 228 dB re 1 μ Pa (Richardson et al., 1995 en Pidcock et al., 2003).

Estos ejemplos muestran que el rango de frecuencias utilizado por los mamíferos marinos es generalmente superior al empleado en las prospecciones sísmicas (con algunas excepciones como las ballenas grises que escuchan muy bien a bajas frecuencias < 1 kHz). Para el presente proyecto, el máximo de emisiones de la fuente de energía de aire comprimido se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.

La capacidad auditiva de los mamíferos marinos es poco eficiente para los sonidos sísmicos, como puede verse en los audiogramas siguientes, que muestran el umbral de audición en función de la frecuencia, para diferentes especies, como focas (seal), marsopas (porpoise), ballenas (whale) y peces como el bacalao (cod) y la platija americana (dab). Puede apreciarse que los rangos de audición en frecuencia para los mamíferos marinos están en general desfasados con el rango correspondiente a los pulsos sísmicos que se produce típicamente en las frecuencias bajas, principalmente por debajo de 200-250 Hz, con su energía máxima entre 10-120 Hz y con un pico máximo de energía alrededor de los 50 Hz (Richardson et al., 1995).

Puede apreciarse que los peces tienen un rango de audición más similar que los mamíferos marinos al rango de frecuencias generado por la sísmica, por lo que estos últimos son menos afectados.



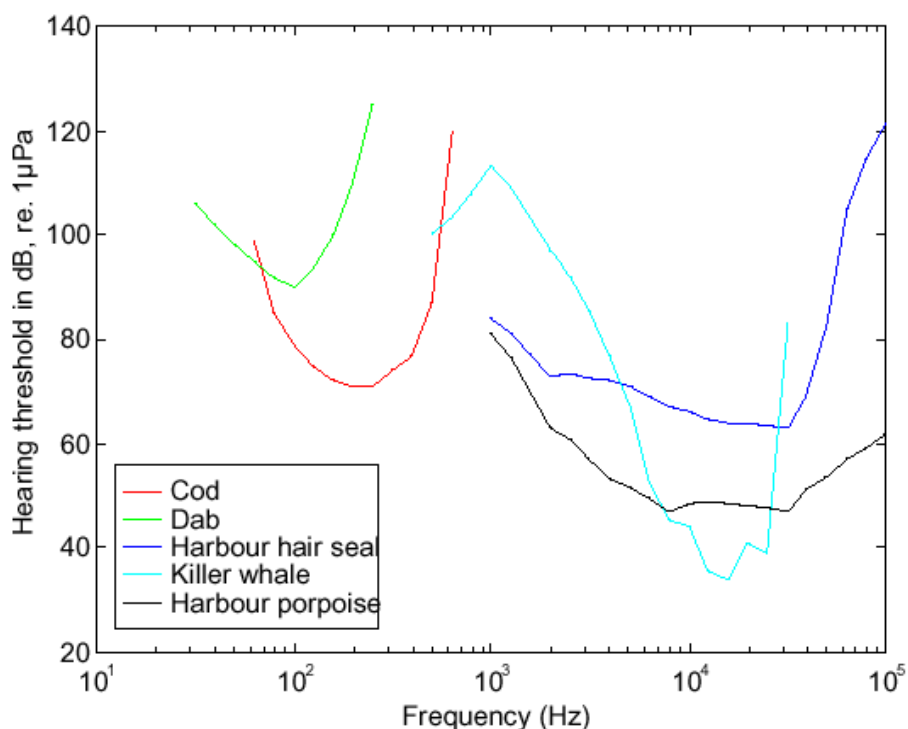


Figura 1. Audiograma típico de peces y mamíferos marinos del hemisferio norte (salvo la orca que es una especie cosmopolita) (Hearing threshold = umbral de audición; Frequency = Frecuencia; Cod = Bacalao; Dab o platija americana = Dab; Harbour hair seal = Harbour seal = foca común; Killer whale = Orca; Harbour porpoise= marsopa común). Fuente: Nedwell et al., 2003.

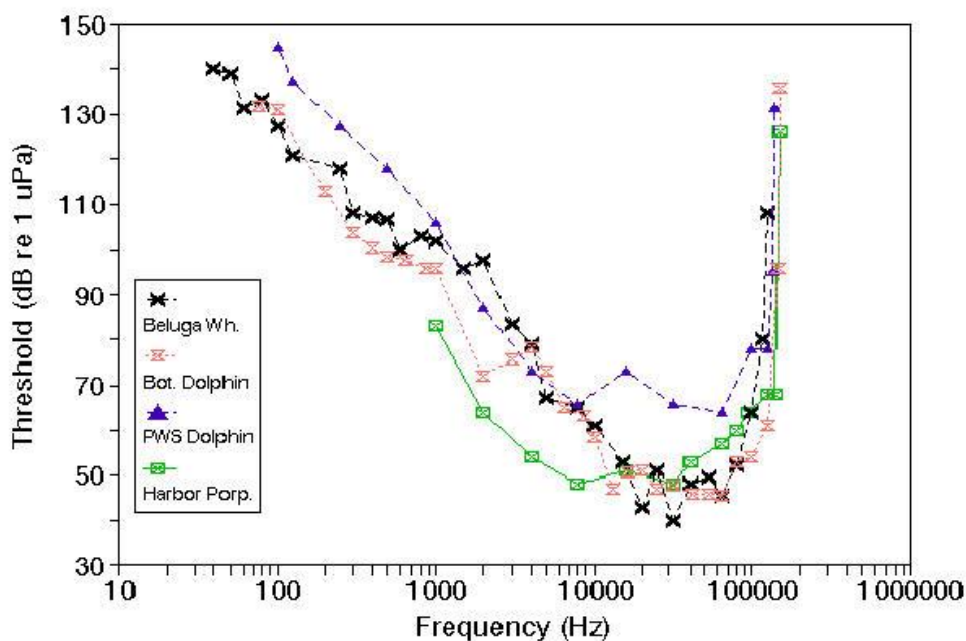


Figura 2. Audiograma típico para ballenas del hemisferio norte (Threshold = umbral; Frequency = Frecuencia; Beluga whale = beluga; Bottlenose Dolphin = delfín nariz de botella; PWS Dolphin = Delfín de raya blanca; Harbour porpoise= marsopa común). Fuente: Lawson et al., 2000.



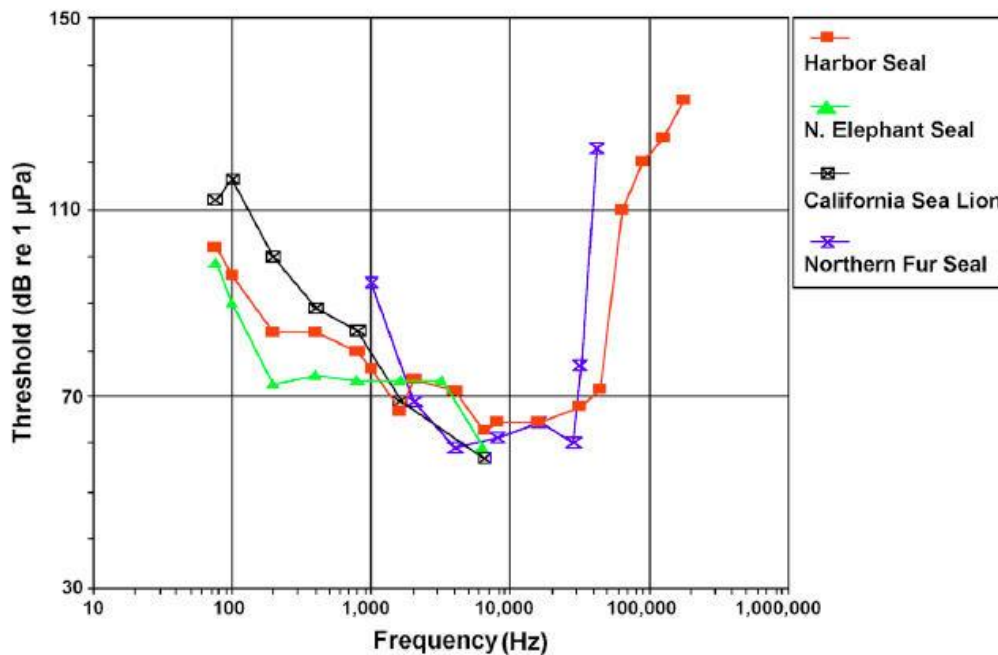


Figura 3. Audiograma típico para pinnípedos (focas, leones marinos) (Threshold = umbral; Frecuency = frecuencia; Harbour seal = foca común; N. Elephant Seal = elefante marino del norte; California Sea Lion = lobo marino de California; Northern Fur Seal = oso marino ártico). Fuente: Lawson et al., 2000.

Este hecho originó un interesante trabajo llevado a cabo por Subacoustech (Nedwell et al., 1999), en el cual se propone analizar la intensidad del sonido en función del “filtro” que ofrece la capacidad auditiva de cada especie.

El trabajo de campo consistió en efectuar medidas del sonido irradiado por una campaña sísmica 3D en los bloques 14/14a del Mar del Norte en 1998.

Además de expresar el sonido en dB como hasta ahora, en este trabajo se calcula un dBha (Especie), para el cual el sonido es “pesado” por un filtro dependiente de la frecuencia. El sufijo ha indicado que el sonido es pesado por la “habilidad de oír” (*hearing ability*) de la especie. El nivel expresado en esta escala es diferente para cada especie y corresponde a la percepción del sonido por la especie.

A continuación, se presenta el diagrama de presiones, no pesado, correspondiente a la emisión de energía de aire comprimido proveniente de una fuente de energía de aire comprimido, y su serie temporal, medidas a 10 m de profundidad y 3000 m de distancia de la fuente.



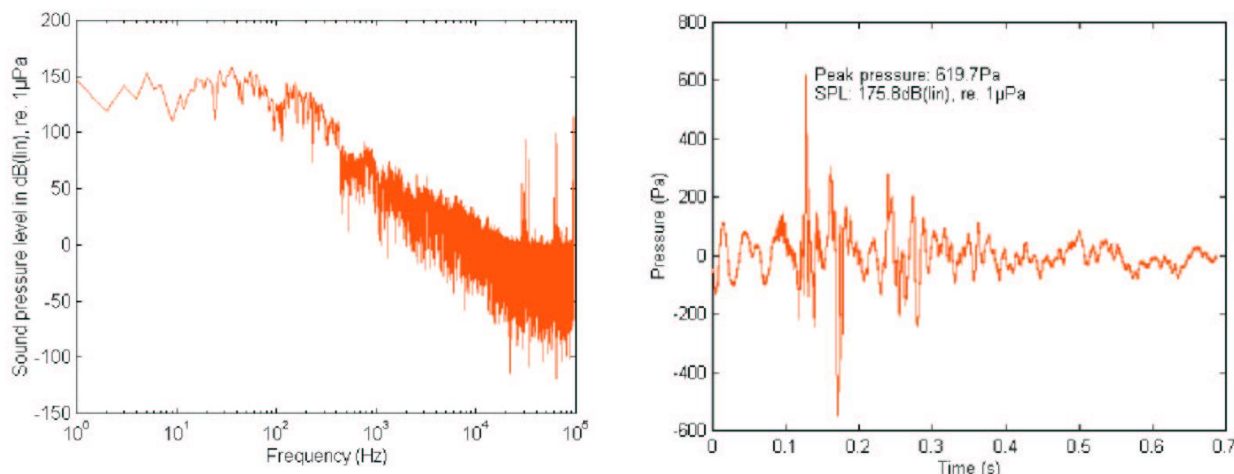


Figura 4. Diagrama de presiones de una emisión de energía de aire comprimido y diagrama temporal de presiones sonoras no pesado (lineal) (Nedwell et al., 1999) (Sound pressure level in dB = nivel de presión sonora en dB; Frecuency = frecuencia; Pressure = presión; Peak pressure = presión pico; Time = tiempo). Fuente: Nedwell et al., 1999.

En las siguientes figuras se representan, los diagramas filtrados correspondientes a un pez (bacalao) y un mamífero marino (foca), medidas en el mismo punto:

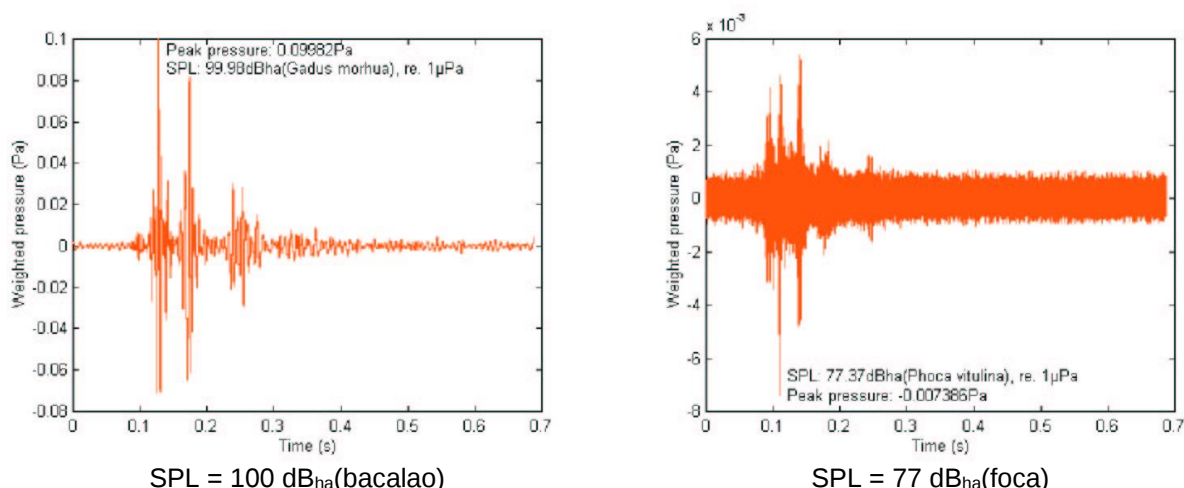


Figura 5. Secuencia típica de presiones de una emisión de energía de aire comprimido filtradas según el audiograma de dos especies diferentes (Weighted pressure = nivel de presión sonora ponderado; Time = tiempo; Peak pressure = presión pico;). Fuente: Nedwell et al., 1999.

Si se compara la Figura 4 (derecha) y la Figura 5, puede apreciarse el fuerte descenso que se produce en relación con el nivel de ruido sin filtrar (de 176 dB a 100 dB para el pez y a 77 dB para la foca), lo cual brinda una idea de la diferente resistencia al sonido que puede tener cada especie, y muestra la validez relativa de los valores de dB expresados en forma convencional.



En línea con este pensamiento y reconociendo que el establecimiento de los límites de seguridad para la exposición de los mamíferos marinos al ruido bajo el agua, es controvertido y adolece de una falta de pruebas suficientes, Southall y otros, (2007), realizaron una revisión exhaustiva de las evidencias disponibles, definiendo criterios de protección a los mamíferos marinos. Este informe se ha convertido en una referencia obligatoria en este tema y ha sido muy tenido en cuenta para el establecimiento de criterios por diversas Administraciones como el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS). En informes recientes, el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS por sus siglas del inglés National Marine Fisheries Service) (2018) y luego Southall et al. (2019) resumen particularmente los nuevos conocimientos obtenidos desde 2007. Este progreso llevó a ajustar los rangos funcionales de audición para las diferentes categorías de mamíferos marinos y a nuevos umbrales para el desplazamiento temporal (TTS) y el permanente (PTS).

3.2 MAMÍFEROS MARINOS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre los mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a posible perturbación física y riesgo de colisión);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones sonoras de los buques);
- Derrames de combustible; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.2.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

Las ondas sonoras se mueven a través de un medio transfiriendo energía cinética de una molécula a la otra. El mar es un ambiente lleno de sonidos. En el medio marino, los organismos marinos usan el sonido para muchas funciones vitales para informarse sobre su entorno, para detectar presas y predadores, para orientarse y para comunicarse socialmente (Hawkins y Popper, 2014).

Ciertos eventos naturales están asociados con situaciones de amenaza cercana para algunos organismos marinos, que presentan estrategias adaptativas desarrolladas evolutivamente para minimizar su exposición ante dichas fuentes predecibles de amenaza. Como ejemplo, las erupciones marinas con escapes de gases y lava pueden estar anunciados mediante ondas sonoras y sísmicas (Matsumoto et al., 2011), son percibidas por encima del ruido de fondo, y activando alarmas fisiológicas que se traducen en comportamientos de escape (Kaniklides, 2014). Otros sonidos extremadamente fuertes son considerados ruidos molestos o desagradables, que generan comportamientos de desplazamiento o evitación. La mayoría de los vertebrados marinos presenta mecanismos auditivos, pero es importante tener en cuenta que los animales también detectan ondas sonoras por mecanismos no auditivos (Wartzok y Ketten, 1999).

Los animales no han evolucionado con los ruidos antropogénicos, que son muy variados, no siguen patrones cíclicos naturales y tampoco son necesariamente predecibles en espacio y tiempo por los organismos.



Los animales que quedan expuestos a ruidos antropogénicos elevados o por tiempos prolongados pueden experimentar resonancia pasiva que genera daños directos de diversa magnitud que pueden ir desde hematomas pasando por ruptura de órganos hasta casos extremos de muerte por barotrauma (ej. por explosiones). Estos daños pueden provocar un corrimiento de los umbrales auditivos de manera temporaria (TTS) o permanente (PTS), comprometiendo las capacidades de comunicación y de detectar amenazas. Para evitar esta situación, se han desarrollado medidas de mitigación que alertan a los organismos de la presencia de una fuente de ruido intenso (ej. Protocolos de aumento gradual o *soft start*) y también lineamientos para calcular estos umbrales y definir distancias seguras para suspender la operatoria sísmica si un organismo de una especie de interés penetra dentro de dicho radio (NMFS, 2018; Prideaux, 2016).

El enmascaramiento es considerado una de las principales amenazas dadas por el ruido antropogénico. En este proceso el umbral de audición de un individuo se eleva por la presencia de otro sonido (enmascarante) (ANSI, 2008). Erbe y otros (2016) señalan que el sonido subacuático puede interferir con la capacidad de los organismos para recibir y procesar sonidos relevantes y podría potencialmente impactar en la aptitud física individual, pero todavía no hay suficiente información como para incorporarlo en las estrategias de regulación o los enfoques de mitigación.

Los ruidos antropogénicos pueden desplazar a los animales de áreas de cría, refugio o alimentación y también pueden enmascarar sonidos naturales como los de las presas, predadores o potenciales parejas reproductivas. Para muchos organismos, vertebrados en particular, los ruidos pueden generar además estrés, distracción, confusión y pánico, que pueden incidir en el crecimiento corporal, la reproducción, y la supervivencia de los individuos, afectando a su vez sus poblaciones a largo plazo (Popper et al., 2014, Hawkins y Popper, 2016).

3.2.1.1 Efectos del sonido sobre los mamíferos marinos

En la presente sección se hace un análisis y revisión de los impactos potenciales para los distintos grupos de mamíferos marinos, con énfasis en las especies de interés para el proyecto.

El alcance de los efectos varía dependiendo de las especies de mamíferos, nivel sonoro / proximidad a la fuente sísmica y actividad de preexposición (Dalen et al., 2007). Los efectos potenciales de la prospección sísmica en los mamíferos marinos incluyen la alteración del comportamiento (alimentación, reproducción, descanso, migración), desplazamiento localizado, cambio en las vocalizaciones, enmascaramiento de los sonidos necesarios para la comunicación y la navegación, estrés fisiológico, y lesiones físicas, incluidos los daños auditivos temporales o permanentes. Varios autores sugieren que los varamientos masivos inusuales, tanto de delfines como de ballenas, podrían estar relacionados con los estudios sísmicos en alta mar (por ejemplo, Engel et al., 2004; Southall et al., 2013) aunque hasta la actualidad no ha habido pruebas que las actividades de prospección sísmica o de perforación hayan causado la muerte en mamíferos marinos (Bröker, 2019). Según Castellote y Llorens, 2016, la especulación sobre vínculos entre el ruido de las prospecciones sísmicas y los varamientos de cetáceos están basados en una docena de eventos registrados, pero sin evidencia causal convincente. Asimismo, remarcan que ésta falta de evidencia no debe considerarse concluyente sino más bien como un reflejo de la ausencia de un análisis exhaustivo de las circunstancias. Hasta la actualidad no se conocen casos documentados con pruebas concluyentes de varamientos de mamíferos marinos directamente relacionados con estudios sísmicos, principalmente por la falta de estudios patológicos completos o adecuados para identificar las causas de la muerte de los individuos, por lo que la evidencia de dicha relación es de tipo contextual.



Una breve exposición a sonidos fuertes puede provocar un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS) (Davis et al., 2000). En los mamíferos marinos que no tienen comportamiento de evitación a la sísmica (por ejemplo, las focas) (Abgrall et al., 2008), la exposición prolongada a un sonido fuerte y continuo puede causar un cambio permanente del umbral de audición (PTS), con una pérdida de audición permanente.

Los grupos auditivos se usan especialmente para indicar la susceptibilidad de pérdida de audición debido a sonidos intensos (NIHL noise-induced hearing loss). Se considera que los riesgos de impactos auditivos se asocian con sonidos dentro del rango auditivo generalizado, mientras que fuera del rango ese riesgo de impacto es improbable o muy bajo (Yost, 2007; Finneran, 2015; Southall et al., 2019).

La Tabla 2 presenta los valores de sonidos a partir de los cuales se pueden verificar situaciones de impacto auditivo por corrimiento temporal (TTS) o permanente (PTS) de los umbrales auditivos. La presión acústica cero a pico (SPL pk o SPLpeak) 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 el nivel de exposición sonora (SEL) acumulado (SELcum) se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples.

Para fuentes móviles y de 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 (Sivle et al., 2015), usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Tabla 2. Niveles de desplazamiento permanente del umbral auditivo (PTS) y temporal (TTS) para los distintos grupos auditivos. Fuente: Southall et al., 2019. Para presión acústica cero a pico (SPL pK) se suelen usar valores no ponderados. Para el nivel de exposición sonora (SEL) las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz to 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas o durante la duración real de la exposición (SELcum).

Código	Grupo auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
		SPL pK ¹ (no ponderado)	SELcum ² (ponderado)	SPL pK 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 pK (L_p,0-pk,flat) Re: 1 µPa (flat: valores sin ponderar)

² SELcum (L_{E,p}, 24h) Re: 1µPa²s (valores ponderados en 24 hs 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 (275 Hz a 189 kHz) se encuentra por encima de las frecuencias con mayor intensidad sonora emitidas durante el relevamiento sísmico. Como se indica en el Capítulo 4, el máximo de emisiones de la fuente de energía de aire comprimido se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.

De acuerdo a la Modelación Acústica presentada en el Capítulo 6, cuyos resultados para el grupo de mamíferos se resumen en la Tabla 3, la condición de presión acústica cero a pico [SPL pk (0 – p)] más exigente se corresponde con el umbral de pérdida auditiva temporal (TTS) de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF). Este umbral se alcanza en un radio de unos 2.973 metros con centro en la fuente considerando la situación más conservativa (emisión con Azimut 90°, perpendicular a la dirección de avance del arreglo, en la zona de máxima profundidad, dado que en la dirección alineada con el avance del arreglo (Azimut 0°) y en la dirección transversal (Azimut 45°) la distancia obtenida es mucho menor que ésta). Por su parte, el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo resulta también para el grupo VHF, el cual se alcanza a 781 metros (emisión con Azimut 90°, perpendicular a la dirección de avance del arreglo, en la zona de máxima profundidad, dado que en la dirección alineada con el avance del arreglo (Azimut 0°) y en la dirección transversal (Azimut 45°) la distancia obtenida es mucho menor que ésta).

Tabla 3. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados.

Grupo Auditivo	SPLpeak	Profundidad mínima Uniforme (B0)			Profundidad Variable (BV8)			Profundidad máxima Uniforme (BA)		
		Azimu t 0° Dip 80°	Azimu t 45° Dip 80°	Azimu t 90° Dip 80°	Azimu t 0° Dip 80°	Azimu t 45° Dip 80°	Azimu t 90° Dip 80°	Azimut 0° Dip 80°	Azimut 45° Dip 80°	Azimut 90° Dip 80°
	dB re 1 µPa	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
PTS - LF	219	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
PTS - VHF	202	114	64	599	91	55	554	114	110	781
PTS - PW	218	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
TTS – LF	213	<50	<50	75	<50	<50	50	<50	<50	77
TTS – HF	224	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	370	217	1708	381	182	1656	381	348	2973
TTS – PW	212	<50	<50	89	<50	<50	55	<50	<50	87
TTS – PO	226	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50

Asimismo, como parte del Capítulo 6 se aplicó el criterio de nivel de exposición sonora (SEL) acumulado (SELcum) de manera de verificar si la distancia de exclusión mínima de 1.000 m establecida en la Resolución del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 201/2021 es suficiente para evitar la superación de los umbrales de pérdida auditiva permanente (PTS) para alguno de los grupos auditivos.



Para ello, se analizó el efecto de variar la duración del procedimiento de Aumento Gradual de la emisión entre el valor mínimo de 20 minutos y el máximo de 40 minutos, verificándose que a medida que se incrementa esta duración la acumulación de SELcum es inferior. Se concluyó que en esta zona de bajas profundidades, resulta necesario que la duración del aumento gradual sea mayor a 20 minutos, aunque la duración mínima difiere según sea el procedimiento de cálculo aplicado. Se aplicaron dos procedimientos diferentes, uno de los cuales, denominado de Emisión Dual, sólo considera los espectros de emisión para Azimut 0° (en el sentido de avance del arreglo) y 90° (perpendicular al mismo) que es mucho más intenso, mientras que el procedimiento de Emisión Interpolada incluye el espectro de emisión para Azimut 45° (transversal al avance), el cual posee menor intensidad que los otros dos. La situación más restrictiva de SELcum se genera para los cetáceos de frecuencias auditivas bajas (PTS – LF).

Del procedimiento de Emisión Dual, que es el más conservativo, surge que sería necesario que la duración del aumento gradual sea de al menos 35 minutos, pero alcanzando a los 25 minutos sólo la combinación 11 de las 22 combinaciones de fuentes que conforman el proceso, y si el receptor se encuentra en la línea de avance del arreglo, debería tener una velocidad de escape inicial de 4 m/s durante 30 minutos, la cual si bien conforme a la bibliografía se considera factible para un mamífero de tipo auditivo LF (Cetáceos de frecuencias bajas) como una ballena, resulta relativamente elevada.

La aplicación del procedimiento de Emisión Interpolada, que se considera más realista puesto que tiene en cuenta más adecuadamente la variabilidad de la energía emitida según el azimut entre el arreglo y el receptor, permite obtener resultados con un SELcum inferior al PTS LF, considerando una duración del procedimiento de aumento gradual de 30 minutos, y sin exceder los 2 m/s de velocidad de escape del receptor. Se ajustó la progresión inicial de la emisión de las combinaciones de fuentes, alcanzando la combinación 10 a los 20 minutos, lo cual si bien es una adecuación del procedimiento que sólo sería necesario cuando el receptor está a 1.000 m en la dirección de avance del arreglo, sería empleado preferentemente en todos los procesos de aumento gradual.

Por todo lo antedicho, a partir de los estudios realizados y en relación con los mamíferos marinos se puede concluir que para el criterio de nivel de exposición sonora (SEL) acumulado (SELcum) PTS la distancia de exclusión de 1.000 m requerida por las regulaciones nacionales aplicables es suficiente como parte de las medidas de mitigación, y que la duración mínima del procedimiento de aumento gradual de la emisión es de 30 minutos según la metodología de cálculo del SELcum que se considera más realista, con el condicionamiento de que la combinación 10° de fuentes se debe activar recién a los 20 minutos de iniciado el proceso. Esta condición se estableció dentro de las acciones de mitigación establecidas en el Plan de Gestión Ambiental del proyecto (ver Capítulo 8 Programa de monitoreo de fauna marina).

Para el grupo cetáceos de frecuencias auditivas bajas (LF) integrado por las ballenas, varios estudios han comprobado que la exposición aguda a ruidos a corta distancia genera desplazamientos espaciales, que generalmente perduran en tanto el ruido se mantenga (Southall et al., 2007). Las exposiciones crónicas de larga duración y también de mayor extensión espacial, generan desplazamientos que se extienden mientras se mantiene el ruido cambios en el comportamiento natural. Estudios de migraciones señalan que responden activamente a los ruidos desviándose, pero sin cambios significativos en la ruta de migración (Dunlop et al., 2013).



Por lo tanto, los hábitats de alimentación y la época de reproducción son aspectos claves para evaluar el impacto sonoro a nivel poblacional. En el Atlántico Noroccidental, Moulton y Holst (2010) observaron ballenas azules manteniendo mayores distancias de los buques sísmicos mientras las fuentes de aire comprimido estaban operativas. Los estudios realizados durante las prospecciones sísmicas en el Reino Unido de 1997 a 2000 informaron que si bien no hubo diferencias en las tasas de avistamiento de misticetos con buena visibilidad según la operatoria sísmica, las ballenas mostraron evasión localizada cuando las fuentes de energía sonora estaban en funcionamiento (Stone y Tasker, 2006). También está bien documentado que las ballenas azules cambian los patrones y frecuencias de vocalización durante los estudios sísmicos (Di Lorio y Clark, 2010).

Para las especies del grupo de cetáceos de frecuencias altas (HF) típicas de hábitats *offshore* se han hecho mediciones de desplazamientos y algunas medidas indirectas de disturbios como cambios en el comportamiento de vocalizaciones en zifios, delfines moteados atlánticos y delfines listados (Castellote, 2017). Los cachalotes expuestos de manera crónica a prospecciones sísmicas en el golfo de México no mostraron comportamiento de evitación, pero redujeron su velocidad de desplazamiento y también de alimentación (Miller et al., 2009). Finneran et al. (2015) realizaron observaciones en *Tursiops* en cautiverio. No observaron aumentos significativos en los umbrales psicofísicos, pero en la máxima exposición los delfines mostraron reacciones comportamentales que indicaban que eran capaces de anticipar y potencialmente mitigar los efectos de los sonidos pulsados a intervalos de tiempo fijos. Los problemas de desplazamiento espacial pueden generar efectos indirectos indeseables como desplazamientos de los delfines hacia áreas de pesca donde pueden quedar enredados en artes de pesca. En los cachalotes, frente a los sonidos de sonar, se han observado respuestas de evasión, de orientación, de comportamiento, de buceo, de vocalización, de alimentación y de distribución de grupo (Curé et al., 2021). Si bien se desconocen bastante las áreas reproductivas de estas especies, se pueden hacer algunas generalizaciones para ciertas especies. La distribución de los cachalotes está relacionada con la topografía (Pirrotta et al., 2011) y los individuos solitarios usan el hábitat de manera distinta que en grupos. La ocurrencia de giros oceánicos y áreas de topografía variada como cañones y montes submarinos deben ser considerados siempre como áreas sensibles para los cetáceos, aunque no haya registros o éstos no sean abundantes.

Para el grupo de cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), se considera que los impactos más probables se darán por desplazamiento de las áreas de acción habituales, incluyendo permanecer más tiempo en áreas profundas. Este grupo está integrado mayormente por especies que son predadores oportunistas, que explotan presas que son abundantes estacionalmente. Los cañones submarinos suelen ser áreas donde se concentran muchos individuos.

Para los grupos de pinnípedos, tanto los Carnívoros Fócidos (PW) como los Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros (PO), hay documentadas respuestas a ruidos antropogénicos, entre los que se incluyen corrimientos de umbrales auditivos, aullidos de alarma, y cesación de alimentación. Las actividades de sonorización sísmica podrían afectar diversas sensibilidades de los mamíferos vinculadas con su alimentación y captación de los movimientos de las presas.



3.2.1.2 Comportamiento evasivo de los mamíferos marinos

Algunos mamíferos marinos pueden evitar el daño potencial que puede provocar el ruido de emisiones de energía de aire comprimido, alejándose de la fuente. Para ello, deben determinar dónde está dicha fuente, sea mediante diferencias de fase (tiempo de llegada) a sus dos oídos, o por diferencias de intensidad.

Richardson et al., (1995) realizaron análisis de antecedentes sobre el comportamiento de mamíferos marinos, concluyendo que existe una gran diversidad de habilidades para las diferentes especies, dependiendo del rango de frecuencia, intensidad-duración del pico sonoro, morfología del lecho marino, etc. El sonido puede llegar también en forma directa y luego su eco por reflexión en el lecho. Las observaciones realizadas indican que los mamíferos marinos tienden a evitar las zonas con intenso ruido. El siguiente gráfico ilustra el movimiento registrado de un grupo de mamíferos marinos cuando la fuente de emisión de energía de aire comprimido está inactiva (parte superior) y cuando la misma se encuentra emitiendo energía de aire comprimido (parte inferior), pudiéndose apreciar en forma de círculos concéntricos las isolíneas de igual intensidad de sonido (en dB).

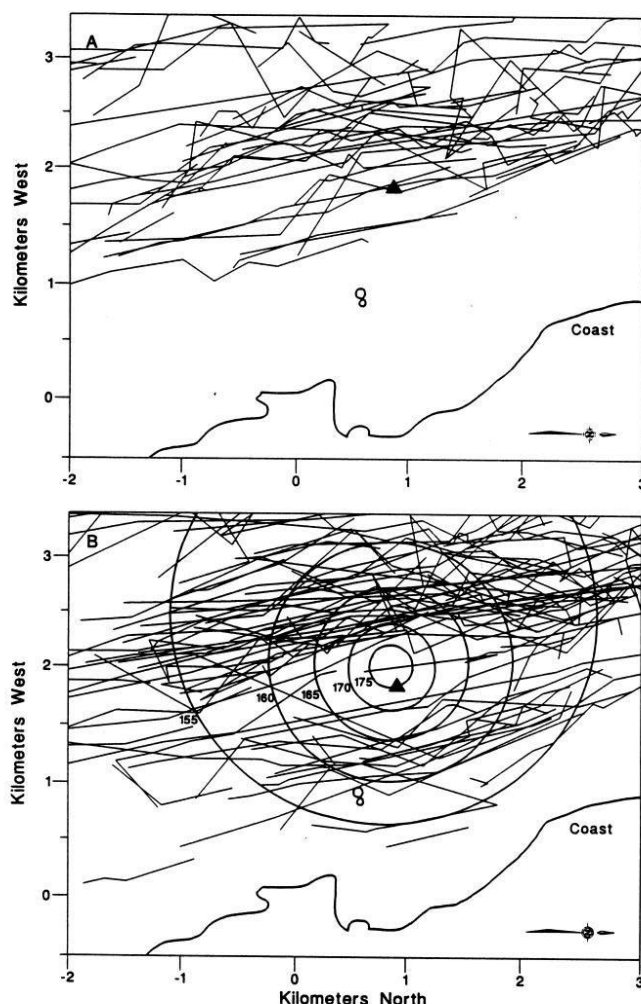


Figura 6. Trayectorias de mamíferos marinos del hemisferio norte (ballenas grises *Eschrichtius robustus*) sin y con operación de un buque sísmico, y líneas de iso-intensidad sonora (Kilometers West = Kilómetros al oeste; Kilometers North = Kilómetros al norte; Coast = Costa). Fuente: Gordon et al., 1998.



Existen diversos antecedentes que muestran un comportamiento similar, como el experimento típico que se presenta en la siguiente figura, que corresponde a un cruce entre una ballena jorobada (*Megaptera novaeanglia*) en el Golfo Exmouth Golfo en el oeste de Australia y un buque sísmico en operación (0,33I, 227 dB re. 1 m Pa² -m p-p). La ballena incrementó su velocidad de unos 7 a 20 km/h al pasar cerca de la línea de cruce, evitando que la distancia ballena-barco se reduzca a menos de 1,5 a 2 km. El gráfico de la izquierda muestra las trayectorias del buque, de la embarcación de seguimiento y de la ballena.

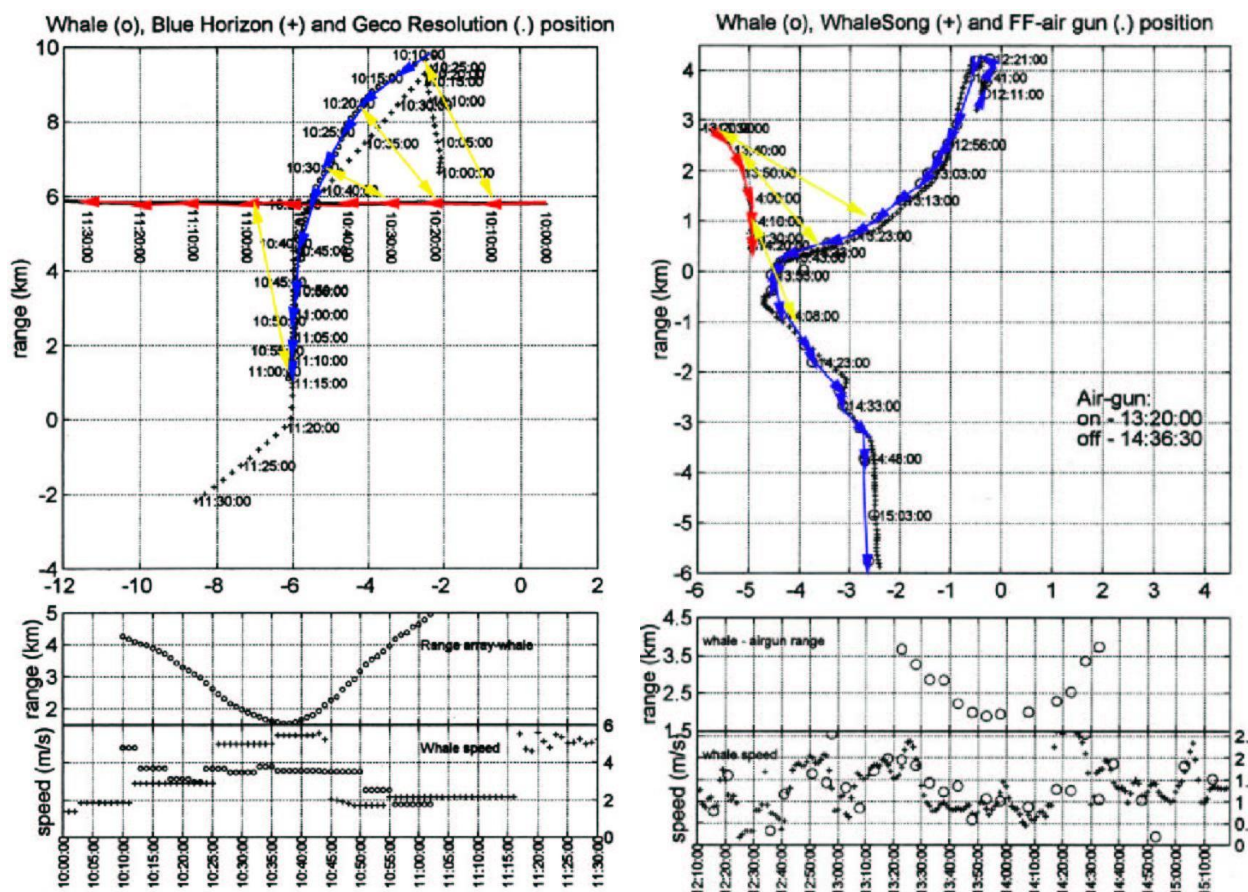


Figura 7. Trayectoria de un mamífero marino (ballena jorobada *Megaptera novaeanglia*) en cercanías de un buque sísmico operativo. Flechas azules: trayectoria de la ballena, flechas rojas: trayectoria del buque sísmico. Las flechas amarillas indican la posición de la ballena respecto de la posición del buque sísmico a determinado momento (position = posición; range = rango; speed = velocidad; array = arreglo; whale = ballena; air-gun = fuente de aire comprimido; on = encendido; off = apagado). Fuente: Gordon et al., 1998.

Otro ejemplo de alejamiento de la ballena jorobada (*Megaptera novaeanglia*) en el Golfo Exmouth Golfo en el oeste de Australia y un buque sísmico en operación (0,33I, 227 dB re. 1 m Pa² -m p-p). sin cruce de trayectorias se presenta en el gráfico de la derecha. Nuevamente, el animal evoluciona de forma de mantenerse alejado de la fuente sonora.

Teniendo en cuenta estas características del comportamiento animal, considerando que los mismos tienden a alejarse de la fuente sísmica, es importante que el nivel de ruido se vaya incrementando en forma progresiva, para que los animales no se vean sorprendidos por una emisión de energía de aire comprimido de alta intensidad, encontrándose a corta distancia de la fuente.



Este es el principio de aumento gradual del pulso sísmico (conocido también como arranque suave, *soft start* o *ramp up*), procedimiento de mitigación que es requerido en muchas partes del mundo. En particular, éste está contemplado en el protocolo para la implementación del monitoreo de la fauna marina en prospecciones sísmicas aprobado mediante Resolución MAYDS 201/2021.

En la práctica, dado que el sonido de una emisión de energía de aire comprimido de una fuente individual alcanza en general los 220 dB re 1 μ Pa-m, se van activando las fuentes en una lenta secuencia hasta alcanzar la máxima potencia, superior a 250 dB re 1 μ Pa-m reales, entre 20 y 40 minutos después del inicio.

En la siguiente figura se muestran resultados de un experimento realizado por Subacoustech (Nedwell et al., 1999) para medir la intensidad sonora en función del volumen de aire de la descarga, que indican una clara tendencia ascendente:

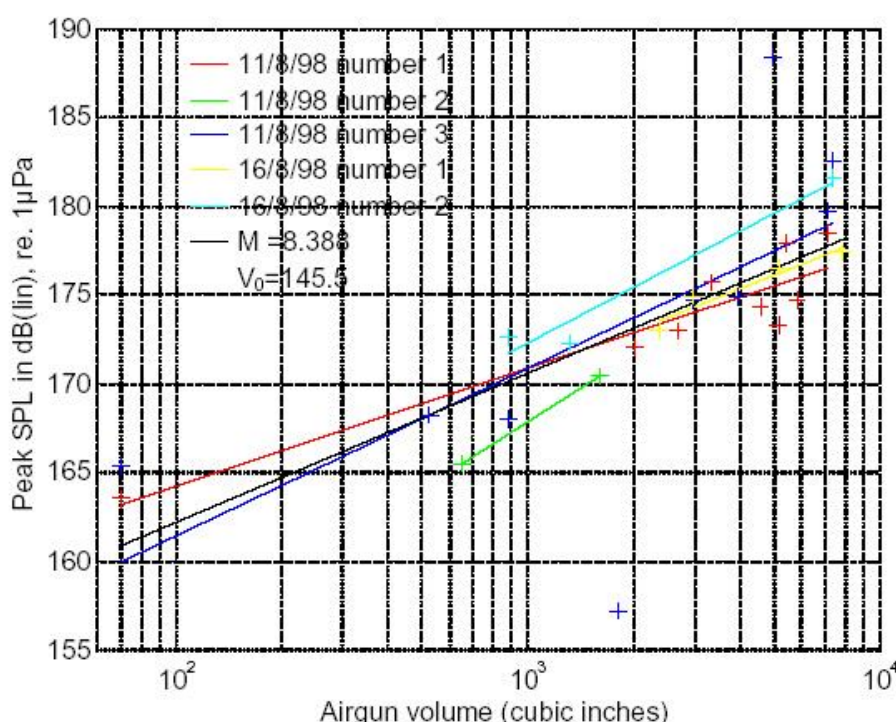


Figura 8. Intensidad sonora en función del volumen de la fuente de emisión de energía de aire comprimido (Airgun volume = volumen de la fuente de aire comprimido, cubic inches = pulgadas cúbicas). Fuente: Nedwell et al., 1999

En la Figura 9 se puede visualizar que este procedimiento puede ser suficiente para evitar el acercamiento de los mamíferos marinos a la fuente. En el mismo se muestran las distancias desde la fuente en que se encuentran las líneas de 160 dB re 1 μ Pa (posible umbral de comportamiento evasivo) y 196 dB re 1 μ Pa (posible umbral de daño considerado en el experimento).

Se muestra la distancia de la fuente correspondiente a un cetáceo que se aleje a una velocidad de 8 nudos (14 km/h) escapando de un buque que se mueve a 5 nudos (9 km/h), en la peor dirección posible (que es la dirección de avance del buque). La diferencia de velocidades será entonces de 3 nudos, y, en este ejemplo, puede apreciarse que el animal puede mantenerse a una distancia segura de la fuente.



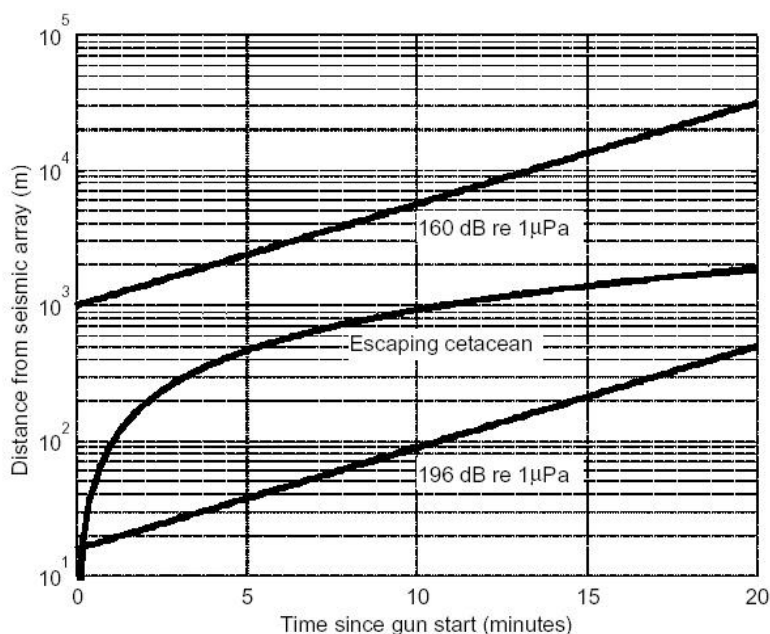


Figura 9. Distancia desde la fuente en función del tiempo para un Aumento Gradual o Arranque Suave (Distance from seismic array = Distancia del conjunto sísmico; Time since gun start (minutes) = Tiempo desde el inicio de la descarga de la fuente sísmica (minutos); Escaping cetacean = Cetáceo que escapa). Fuente: Nedwell et al., 1999

Si bien este procedimiento no garantiza que todos los mamíferos marinos podrán alejarse de la fuente lo suficiente en todas las circunstancias, es considerado una medida adecuada para minimizar los riesgos tanto para los individuos como para las poblaciones animales.

3.2.1.3 Importancia del impacto

De acuerdo al Análisis de Sensibilidad Ambiental (Capítulo 7 - Parte 1), el área donde se planifica la prospección sísmica tendría una función predominante como área de alimentación, y dado que existe un registro de cría de ballena franca austral en el área de estudio, la misma podría eventualmente ser usada como una zona de cría secundaria de esta especie (declarada Patrimonio Natural de la Argentina). Los periodos más sensibles serían las temporadas de primavera y verano, por lo que se ha asignado una sensibilidad alta en tanto que el otoño e invierno serían de moderada sensibilidad.

Para el área de influencia del proyecto se contabilizaron 40 especies de mamíferos marinos potencialmente presentes, de las cuales 23 especies se encuentran de manera permanente o frecuente. En el análisis individual, seis especies presentaron un índice de sensibilidad alta: ballena franca austral, ballena Sei, lobo marino de un pelo, lobo marino de dos pelos, chungungo y huillín (los dos últimos solo se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto), el resto fue calificada con moderada sensibilidad. La ballena franca y la ballena Sei, corresponden al grupo de cetáceos de baja frecuencia (LF) siendo la más frecuente en el área de estudio la ballena franca, en tanto que la ballena Sei se encuentra en peligro de extinción. El resto corresponde al grupo de pinnípedos otaridos y otros carnívoros (PO), siendo el lobo marino de dos pelos la especie más frecuente en el área de estudio ya que existen colonias en la Isla de los Estados e islotes del Canal Beagle, así como unas 10 colonias reproductivas en Islas Malvinas.



En este sentido es dable considerar que los controles existentes asociados con el proyecto incluyen el uso de un procedimiento de aumento gradual que se llevará a cabo cada vez que se active el conjunto de fuentes después de un período de inactividad (superior a 20 minutos) en el que el sonido se va incrementando gradualmente a lo largo de un período de tiempo, y la observación por parte de personal especializado que monitoreará que no haya presencia de mamíferos en los radios de exclusión establecidos entorno a las fuentes de emisión sonora antes de que la fuente sísmica sea activada procediendo al aumento gradual en cumplimiento de la Resolución MAYDS 201/2021 (ver Capítulo 8, medida: Procedimiento de barrido y aumento gradual).

Teniendo en cuenta la sensibilidad del área durante el periodo de primavera – verano, y que dentro del grupo de mamíferos marinos han quedado calificadas 6 especies con sensibilidad alta y las restantes 34 con sensibilidad moderada, la intensidad del impacto se considera alta. Durante el otoño, la intensidad del impacto se considera moderada. En cuanto a la extensión, considerando al grupo de misticetos y en particular los movimientos estacionales que realiza la Ballena Franca se ha considerado conservativamente como un impacto extenso. El efecto será de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de adquisición y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido. Los efectos, principalmente los comportamentales, pueden ser reversibles a mediano plazo. Usualmente el regreso a áreas con actividad sísmica suele darse en la escala de meses. Los estudios usualmente focalizan en un único efecto, pero esto no significa que no existan efectos sinérgicos ante el mismo impacto sonoro (por ej. cambios en el comportamiento sonoro más evasión). El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por ejemplo en el caso de alteración temporal de sus fuentes de alimentación -peces, invertebrados-); se considera para la evaluación el impacto directo ya que constituiría la peor condición, en tanto que como se verá más adelante no se prevén afectaciones de elevada magnitud sobre los niveles inferiores de la trama trófica que incidan sobre este componente. Se supone que el carácter exploratorio asociado a las emisiones será por única o escasas veces y se lo califica de irregular. Es a su vez un impacto mitigable, considerando la aplicación de los protocolos antes mencionados en cuanto a monitoreo visual por parte de los Responsables de la observación a bordo, radios de exclusión, aplicación de monitoreo acústico pasivo, etc. Por definición, los impulsos sísmicos producen un efecto acumulativo sobre los mamíferos. Considerando la condición más desfavorable que se daría cuando se realice el registro en el periodo de primavera – verano (se estima que la actividad sísmica se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024), la **Importancia del Impacto (I) de la Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) sobre los mamíferos marinos queda calificada como moderada.**

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del Impacto (I) resultante de acuerdo a la metodología matricial implementada (ver Punto 4.1) se presenta en la Tabla 13.

3.2.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

La navegación del buque sísmico y los de apoyo pueden presentar un riesgo físico potencial para los mamíferos marinos principalmente en el entorno de alta mar.



Se estima que las actividades duren como máximo 180 días y que en ellas participen el buque sísmico, el equipo sísmico remolcado y los buques de apoyo. El buque logístico participará a su vez en la transferencia de residuos, suministros y tripulación desde el buque sísmico al Puerto de Puerto Deseado, lo que podrá implicar un impacto fuera del Área Operativa Sísmica (AOs), pero limitado a las rutas de navegación.

Muchas especies de mamíferos marinos pueden ser vulnerables a las perturbaciones físicas o a las colisiones con buques en movimiento. La mayoría de los informes de colisiones implican a grandes ballenas (van Waerebeek et al., 2007). Las especies de mamíferos marinos que preocupan por la posible colisión con buques que operan a velocidad son principalmente las especies de movimiento lento y las especies de inmersión profunda mientras están en la superficie (por ejemplo, cachalotes, y zifios) (BOEM, 2014).

Las consecuencias de la colisión de un buque con un mamífero marino pueden variar desde una pequeña perturbación o lesión hasta el peor de los casos de muerte. Este riesgo se considera limitado dado el volumen relativamente bajo de tráfico relacionado con el Proyecto y la velocidad a la que se espera que se muevan las embarcaciones asociadas al mismo (menos de 5 nudos) y que el movimiento del buque sísmico es en general en línea recta, aunque el buque logístico puede moverse más rápido (10-12 nudos) mientras está en tránsito desde y hacia el Área Operativa Sísmica (AOs) durante las operaciones de reabastecimiento / cambios de tripulación. También el buque sísmico viajará más rápido (13 -15 nudos) durante la movilización / desmovilización al Área de AOs pero como se indicó en la Descripción de proyecto (Capítulo 4) estas operaciones se limitan a escasos días. La velocidad del barco es un factor clave para determinar la frecuencia y la gravedad de las colisiones con los mismos, y el potencial de colisión aumenta a partir de una velocidad de 15 nudos (NOAA, 2016).

Los efectos sobre el comportamiento como el riesgo de colisión suelen ser más significativos en el caso de buques pequeños y rápidos que cambian de dirección con frecuencia, a diferencia de los grandes y relativamente lentos buques asociados al proyecto (NOAA, 2019).

En general, se supone que la probabilidad de encuentro, y por lo tanto de impacto, es muy baja.

Como se mencionó anteriormente, la zona donde operarán los buques asociados al proyecto tendría una función predominante como área de alimentación. Los periodos más sensibles serían las temporadas de primavera y verano, por lo que se ha asignado una sensibilidad alta en tanto que el otoño e invierno serían de moderada sensibilidad. Si bien el proyecto abarcará una parte de este periodo de mayor sensibilidad (se estima que la actividad sísmica se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024), es probable que la trayectoria y movimientos asociados a los buques sísmicos y de apoyo no resulten significativos, teniendo en cuenta la vasta superficie del ambiente en aguas abiertas y la escasa cantidad de buques asociados al proyecto (3), por lo que la intensidad del impacto se considera baja. Además, las aguas que rodean a la embarcación de prospección durante la misma serán vigiladas por los Responsables de la Observación, para detectar la presencia de fauna marina vulnerable, según los términos que establece la Res. MAYDS 201/2021.

El alcance del impacto será puntual, dada la baja frecuencia de ocurrencia. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante el período de tiempo en que se desarrolle el proyecto y reversible en el corto plazo, ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar la campaña, y a su vez mitigable, considerando la aplicación de los protocolos antes mencionados. Teniendo en cuenta lo antedicho, la **Importancia del Impacto (I) de la Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico sobre los mamíferos marinos resulta baja.**



3.2.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)

3.2.3.1 Emisiones sonoras de los buques

Producto de la operación de los buques del proyecto, se producirán emisiones sonoras subacuáticas y aéreas.

La fuente dominante de ruido de los buques procede del funcionamiento de las hélices, incluida la cavitación y la propulsión, y la intensidad de este ruido está relacionada en gran medida con el tamaño y la velocidad del buque.

En líneas generales, a mayor tamaño o velocidad del buque, mayores serán los niveles de emisión (Richardson et al., 1995). Dependiendo del tamaño y la velocidad, los niveles de emisión pueden variar entre (Gotz et al., 2009):

- 160 – 175 dB re 1 μ Pa (SPL) para embarcaciones de hasta 50 m de eslora (usualmente empleadas para uso recreacional y deportes acuáticos)
- 165 – 180 dB re 1 μ Pa (SPL) embarcaciones medianas entre 50 y 100 m de eslora (como lo son, para el proyecto bajo estudio, el buque sísmico y los de apoyo)
- 180 – 190 dB re 1 μ Pa (SPL) embarcaciones de eslora superior a 100 m (buques portacontenedores/cargadores, superpetroleros y cruceros)

En el caso bajo estudio el buque sísmico operará a velocidades entre 4 y 5 nudos, mientras que los buques de apoyo podrán operar a mayores velocidades para efectivamente recorrer el área alrededor del buque sísmico.

Respecto a las dimensiones del BGP Prospector, cuenta con 100 m de eslora. En este sentido, se espera que el buque sísmico tenga el mayor impacto acústico del total de buques involucrados en la operatoria, con un nivel de emisión estimado de aproximadamente 180 dB re 1 μ Pa (SPL).

Bajo condiciones normales de operación y exceptuando los traslados del buque logístico, los impactos asociados a las emisiones de los buques de apoyo se encontrarán circunscriptos a las inmediaciones del buque sísmico dentro del Área Operativa Sísmica (AOs).

Por su parte, el buque sísmico operará a velocidades entre 4 y 5 nudos durante la obtención de datos sísmicos, mientras que los buques portacontenedores y otros buques de carga se trasladan a velocidades típicas de entre los 13 y 23 nudos, por lo que es poco probable que los niveles sonoros de los buques asociados al proyecto sean superiores a los de cualquier otro buque que opere normalmente en la zona. Asimismo, dado el escaso número de buques asociados al proyecto (3), no se espera que el volumen adicional de buques constituya un aumento significativo al tráfico de embarcaciones ya existente en el área de influencia del proyecto.

Dado que estos buques son generalmente silenciosos, la maquinaria y otros ruidos relacionados con la propulsión son transitorios y generalmente no se propagan a grandes distancias del buque. Durante cierta parte del tiempo que el buque sísmico esté navegando, estará operando sus fuentes de aire comprimido, por lo cual habrá periodos de tiempo limitados en los que el conjunto acústico no esté operativo, durante los cuales el sonido de los buques podrá ser la fuente de sonido predominante en el proyecto.



Los efectos sobre los mamíferos marinos del ruido producido por los buques sísmicos y de apoyo en movimiento carece aun de conclusiones firmes. Existe una amplia gama de informes de sus respuestas de comportamiento observadas, que difiere tanto entre especies y entre ellas. Se ha observado que varias especies de pequeños cetáceos dentados evitan las embarcaciones cuando se acercan a menos de 0,5-1,7 km (0,3-0,9 millas marinas), con informes ocasionales de evitación a distancias mayores (Richardson et al., 1995). Los informes de las respuestas de las especies de cetáceos a los buques de motor en movimiento son variables, tanto entre especies como temporalmente. Las ballenas francas del Atlántico Norte pueden cambiar comportamientos, específicamente el comportamiento de llamada (cambiando la frecuencia de llamada), para compensar el aumento de los ruidos de baja frecuencia, como es el ruido asociado con los buques (Parks et al., 2007). La mayoría de los zifios tienden a evitar acercarse a los buques (Würsig et al., 1998) y pueden sumergirse durante un período prolongado cuando se acercan a una embarcación (Kasuya, 1986). Por otro lado, los delfines pueden tolerar embarcaciones de todos los tamaños, a menudo acercándose y montando las olas de proa y popa (Shane et al., 1986). En otras ocasiones, las especies de delfines que se sabe que se sienten atraídas por los barcos los evitarán. Dicha evasión está a menudo relacionada con el acoso previo de los animales por parte de los barcos (Richardson et al., 1995) de la misma forma que ocurre con buques pesqueros, de transporte y de la Armada.

Teniendo en cuenta los antecedentes señalados, es conservador suponer que el ruido asociado a los buques de prospección relacionados con el proyecto puede, en algunos casos, provocar cambios de comportamiento en los mamíferos marinos individuales que se encuentran cerca de estos buques. Estos cambios de comportamiento pueden incluir maniobras evasivas, como bucear o cambiar la dirección y/o la velocidad de nado.

Basándose en el nivel de sonido generado por los buques, se espera que los impactos potenciales se limiten a efectos no fisiológicos como el cambio de comportamiento y la evitación localizada. Teniendo en cuenta el escaso número de buques asociado a las actividades del proyecto dentro del Área Operativa Sísmica (AOs) y en la presunción de que los individuos o grupos de mamíferos marinos pueden estar familiarizados con los diversos y frecuentes ruidos relacionados con los buques, los efectos del ruido de los buques sobre los mamíferos marinos podrían considerarse como poco significativos. En este caso la **Importancia del Impacto (I) de las Emisiones sonoras de los buques sobre los mamíferos marinos queda calificada como muy baja.**

3.2.4 Derrames de combustible

Otro impacto ambiental potencial que se deriva del proyecto es el relacionado con el riesgo inherente a derrames accidentales de combustible. Estos riesgos son comunes a todas las operaciones de buques, y deben ser manejados a través de la adecuada planificación de estas actividades y de las medidas a ser aplicadas en caso de ocurrir contingencias. Se espera que con tales medidas, se logre disminuir el riesgo de accidente evitando cualquier daño al ecosistema acuático.

En general, un derrame en los buques implica pequeñas cantidades. Los peligros asociados a los derrames de aceites y combustible durante el desarrollo del proyecto (que se consideran más plausibles) son:

- Fuga o derrame en la cubierta de pequeñas cantidades de aceite hidráulico o aceite lubricante en las cubiertas del buque sísmico y de las embarcaciones de apoyo.



El tamaño de los posibles derrames de aceite hidráulico o aceite lubricante en las cubiertas del buque sísmico y de las embarcaciones de apoyo se estima inferior a 50 litros (sobre la base de los análisis de frecuencia de fugas de la industria naviera¹). Esta cantidad se relaciona principalmente con la capacidad de los contenedores que se utilizan comúnmente, además de los volúmenes de aceite hidráulico contenidos en las mangueras de los equipos. En el caso de los derrames en la cubierta, la mayor parte del material derramado será contenido en las bandejas de recolección y dirigida a los tanques de sentina impidiendo su vertido al agua. Los contenedores utilizados en los buques para el almacenamiento de combustible varían en tamaño desde menos de un litro hasta 200 litros (tambores). Los tambores más grandes, de hasta 200 litros, pueden utilizarse para aceites como el aceite lubricante de motores, pero siempre se utilizarán y almacenarán en zonas internas y/o cercadas en las que cualquier derrame o fuga quedaría totalmente contenida a bordo.

- Pérdida de MGO (gas oil marino -diésel-) durante las operaciones de reabastecimiento de combustible, como resultado de una falla en la conexión de la manguera, la rotura de la manguera o el sobrellenado de tanques.

En el caso de derrames por sobrellenado, estos serán dirigidos al sistema de drenaje del buque y contenido en el sistema de tanques de slops. En el peor de los casos el volumen de MGO (gas oil marino -diésel-) derramado durante las operaciones de reabastecimiento podría darse debido a la pérdida total del contenido de la manguera de transferencia. En realidad, una hipótesis más probable es una fuga por un pequeño orificio o una grieta en la manguera (producidos por abrasión o daños mecánicos), que daría lugar a un brillo muy visible en la superficie del agua en el caso de que se produzca, lo que permitirá adoptar medidas para detener la fuga (por parte de los supervisores de la operación) antes de que se hayan derramado unos pocos litros. La bibliografía señala que un derrame en la transferencia de combustible en buques sísmicos oscila entre menos de 150 y los 2.000 litros (NOAA, 2016). El volumen mínimo de menos de 150 litros representa un derrame en el que las mangueras de desconexión rápida y de presión positiva funcionan correctamente. El volumen máximo de derrame de 2.000 litros representa un derrame en el que fallan las medidas de prevención de derrames o se rompen las líneas de combustible.

¹ Max Roser (2013) - "Oil Spills". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/oil-spills>



La probabilidad de un gran derrame de combustible es remota (BOEM, 2014; NOAA, 2016). La pérdida de todo el combustible del buque sísmico se considera particularmente improbable, ya que el mismo se almacena en una serie de tanques más pequeños con doble fondo (el buque sísmico BGP Prospector está dotado de 17 de combustible, los dos tanques más grandes tienen capacidades de 321 y 281 m³, el resto no supera los 200 m³) y es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente. Los tanques de combustible nunca se llenan al 100%, usualmente solo se llenan hasta un 90% de su capacidad. Además, las válvulas que conectan los tanques de combustible se mantienen cerradas, minimizando la pérdida de combustible si uno de los tanques se rompe, en tanto que las fugas en los depósitos de almacenamiento se dirigen a los tanques de agua de sentina oleosa. Solo en raras ocasiones una colisión entre buques puede provocar la ruptura del tanque de combustible y el vertido del mismo al agua. El análisis de las estadísticas de accidentes en el transporte acuático realizado por la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas (OGP, 2010) muestra que las colisiones entre buques representan sólo el 12% del total de pérdidas de buques y que la probabilidad de que esto ocurra es extremadamente baja. Cabe aclarar que dicha estadística considera el conjunto de buques tanques, unidades flotantes de producción, almacenamiento y transporte (FPSO por sus siglas en inglés) y barcas asociadas al transporte hidrocarburos, siendo que no se observan registros de contingencias en buques sísmicos dado que estas embarcaciones son escasas a nivel mundial. Para que esto ocurra, la colisión debe tener la fuerza suficiente para penetrar en el casco del buque en el lugar donde se encuentra el tanque de combustible, lo cual es poco probable. Además, el casco del buque sísmico tiene doble revestimiento. Por lo tanto, en el caso extremadamente improbable de que se rompa un tanque de combustible como resultado de una colisión, el tamaño máximo del derrame se correspondería con el volumen del tanque afectado. En este sentido es dable destacar que es muy improbable que una colisión de ese tipo ocurra durante la prospección sísmica ya que el buque sísmico y las embarcaciones de apoyo tendrán que cumplir con los procedimientos generales de seguridad marítima y de navegación (uso de luces, balizas, contacto por radio, etc.), sumado a la zona de exclusión de navegación que se establece entorno al buque sísmico y el equipo sísmico para su navegación segura (de hasta 4 km en el frente de la embarcación y a cada lado, y de hasta 12 km por detrás).

El potencial de impacto de un derrame de combustible depende en gran medida de la ubicación del derrame, de las condiciones meteorológicas en el momento de la liberación y de la rapidez con la que se despliegan los operativos de respuesta y limpieza. El diésel es un producto de petróleo refinado más ligero que el agua. Puede flotar en la superficie del agua o ser dispersado en la columna de agua por las olas. Se supone que el combustible derramado se extendería rápidamente hasta formar una capa de grosor variable y se rompería en bandas estrechas o hileras paralelas a la dirección del viento. El diésel es un destilado del petróleo crudo y no contiene los componentes más pesados que contribuyen a la mayor persistencia del petróleo crudo en el medio ambiente. Los pequeños derrames de diésel (200-20.000 litros) suelen evaporarse y dispersarse en un día o menos, incluso en aguas frías (BOEM, 2014); por lo tanto, rara vez el combustible permanece en la superficie para que los equipos de respuesta lo recuperen. Sin embargo, lo que comúnmente se denomina "diesel marino" suele ser un fuel oil intermedio más pesado que persiste más tiempo cuando se derrama. Cuando se derrama en el agua, el diésel se extiende muy rápidamente hasta formar una fina película de brillos arco iris y plateados, excepto el diésel marino, que puede formar una película más gruesa de colores un poco más apagados (BOEM, 2014). A su vez, existe la posibilidad de que una pequeña proporción de los componentes más pesados del combustible se adhiera a las partículas en la parte superior de la columna de agua y se hunda.



En aguas abiertas, donde se realizarán la mayoría de las actividades del proyecto, cualquier derrame de combustible diésel estaría sujeto a una rápida dispersión, meteorización, pérdidas por evaporación y disipación en toda la columna de agua, por lo que es probable que la extensión temporal y espacial de cualquier efecto adverso sea limitada.

Los efectos de un pequeño derrame de combustible que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, dependerían de las condiciones del mar en el momento del derrame. Con vientos fuertes y mares agitados, el MGO (gas oil marino -diésel-) se dispersaría rápidamente, y los efectos del derrame serían de poca relevancia. En aguas más tranquilas, la evaporación del diésel sería rápida y el área cubierta por la dispersión del combustible restante dependería de la velocidad y dirección del viento, y de la temperatura del agua.

El derrame puede afectar a los mamíferos marinos a través de varias vías: contacto superficial del combustible con la piel y otras membranas mucosas, inhalación de vapores concentrados de petróleo o ingestión del combustible (ingestión directa o por la ingestión de presas “empetroladas”). La posibilidad de que se produzcan impactos en los mamíferos marinos dependerá en gran medida del tamaño y la ubicación del vertido, así como de las condiciones meteorológicas en el momento del mismo.

Los mamíferos marinos son, por lo general, menos sensibles a los vertidos de combustible que las aves marinas, ya que tienden a evitar y alejarse de las zonas afectadas y a evitar cualquier comportamiento de cría o alimentación, reduciendo así los impactos fisiológicos directos, y regresando a medida que el entorno se recupera. Sin embargo, los mamíferos marinos siguen siendo sensibles a los impactos de los derrames de petróleo y, en particular, a los hidrocarburos y productos químicos que se evaporan del combustible, especialmente en los primeros días después de un derrame de tipo masivo.

El contacto directo del combustible con la superficie parece tener poco efecto nocivo en las ballenas, posiblemente debido a la eficacia de la piel como barrera a la toxicidad. Dado que los cetáceos tienen en su mayoría pieles lisas y zonas limitadas de pelaje, la posibilidad de que el combustible se adhiera a la especie es limitada, ya que el combustible tiende a adherirse a las superficies rugosas. Sin embargo, la especie puede verse afectada por la exposición al combustible en la superficie durante las emersiones a la superficie, lo que conlleva riesgos de aspiración que están presentes en los derrames frescos (GESAMP, 2002). Dicha exposición podría dañar las membranas mucosas o las vías respiratorias durante la salida a la superficie. El mayor peligro en ballenas es que tiendan a filtrar agua para una alimentación eventual, y las barbas queden con combustible adherido y ello dificulte su futura alimentación por mala filtración.

Dada la rápida evaporación del combustible, es probable que la extensión temporal y espacial de la mancha de combustible sea limitada, por lo que se espera que sólo puedan verse afectados mamíferos marinos a nivel individual, sin embargo esto no se considera significativo a nivel de población. Considerando la presencia de especies amenazadas en el área de influencia del proyecto, la pérdida de un ejemplar se estima de alta intensidad, su extensión puntual, es un impacto directo no reversible, pero acotado en el tiempo (temporal) porque la exposición a un impacto de este tipo está limitado a la duración del proyecto en todo caso. Tratándose de un evento accidental su periodicidad se computa como irregular, por lo que la **Importancia del Impacto (I) de los Derrames de combustible sobre los mamíferos marinos queda calificada como moderada.**



3.2.5 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

Los productos químicos que se utilizan a bordo durante las operaciones sísmicas se limitan a pequeñas cantidades de productos de limpieza, solventes y pinturas, básicamente. Estos productos químicos podrían derramarse accidentalmente durante su almacenamiento y/o manipulación e ingresar en el ambiente acuático a través del sistema de drenaje de la cubierta. Los productos químicos (por ejemplo, solventes y detergentes) se almacenan normalmente en pequeños contenedores de entre 5 y 25 litros y se almacenan/utilizan en zonas internas donde cualquier fuga se retendría a bordo y se limpiaría de acuerdo con los procedimientos asociados de limpieza de derrames.

El drenaje de la cubierta consta de dos áreas distintas:

- Drenaje de las áreas cubiertas (que contienen productos químicos y son áreas con riesgo de derrames) que están aisladas de la zona de cubierta abierta; y
- Las áreas de cubierta abierta que manejan la escorrentía de agua "no contaminada" (agua de lavado, agua de lluvia y rocío de mar) y drenan directamente al medio acuático.

Pueden producirse algunos derrames cuando se utilizan pequeños contenedores de productos químicos en zonas abiertas, donde existe el riesgo de que entren en el mar si se derraman. Dado el tamaño de los envases de los productos químicos, el volumen de líquido que podría liberarse se limita a los volúmenes de los envases individuales almacenados en la cubierta y es probable que sea pequeño. El volumen realista en la peor situación de derrame se evalúa en 25 litros.

En este sentido, los buques operan con hojas de seguridad (SDS, por sus siglas del inglés *Safety Data Sheet*) disponibles para los productos químicos a bordo que detallan los procedimientos de limpieza para cualquier derrame. A su vez, la tripulación recibe formación sobre estos procedimientos de limpieza de derrames.

Los productos químicos que se liberan en el mar pueden provocar una reducción de la calidad del agua con efectos directos o indirectos en los organismos marinos. En todo caso, los impactos se limitarían a la zona inmediata que rodea el punto de vertido, antes de la dilución con el agua de mar circundante.

En el entorno de mar abierto de la zona de estudio, se espera que una liberación se diluya y se disperse rápidamente y, por tanto, cualquier contaminación sería temporal y localizada. Con los controles implementados a bordo (por ejemplo, inspección, colocación de barreras, procedimientos de limpieza de derrames) se considera que tales incidentes son improbables por lo que el impacto se considera poco significativo.

Por otro lado, durante el desarrollo del proyecto, pueden producirse pequeñas cantidades de residuos sólidos no biodegradables y peligrosos.

Estos residuos se generarán, manipularán y almacenarán en los buques de acuerdo con el Programa de Gestión de Residuos de cada buque, que habrá adoptado la jerarquía de minimización de residuos para evitar su vertido al mar.



Los residuos sólidos no biodegradables/peligrosos se manipularán de acuerdo con el Programa de Gestión de Residuos del buque, que se rige por la política de "no arrojar por la borda residuos sólidos no biodegradables/peligrosos". En circunstancias normales, no debería producirse ningún impacto en el medio marino. Sin embargo, es posible que se produzca un vertido accidental al medio marino, especialmente en condiciones de mar agitado, cuando los artículos pueden rodar o salir despedidos de la cubierta.

A continuación se evalúan los impactos individuales:

- En el caso de material dispersado por el viento, el volumen será pequeño, pero en el caso de materiales como el plástico, pueden producirse impactos en animales individuales. Dada la presencia de especies amenazadas en la zona de estudio, el peor impacto posible se ha evaluado como la mortalidad de una especie protegida (un solo animal). Con los controles aplicados a bordo, los impactos de tales incidentes se consideran improbables y se evalúan como de **muy baja importancia**.
- Los residuos peligrosos derramados en el medio acuático pueden provocar una reducción de la calidad del agua con efectos directos o indirectos sobre los organismos marinos. Los impactos se limitarían a la zona inmediata que rodee el derrame, antes de la dilución con el agua de mar circundante. En el mar abierto de la zona de estudio, se espera que una liberación sea de pequeño volumen y se diluya y disperse rápidamente. Por lo tanto, la contaminación de las aguas circundantes sería temporal, localizada y recuperable. Con los controles aplicados a bordo, estos incidentes se consideran altamente improbables (véase la sección de derrames en cubierta) y el impacto se considera de **muy baja importancia**.

El análisis permite suponer que el impacto correspondiente a contingencias en la disposición de residuos y derrames accidentales, no debería ser significativo y resultaría de muy baja probabilidad de ocurrencia, si consideramos que los buques deben cumplir con todos los requisitos ambientales especificados por la normativa vigente y por los estándares de EQUINOR.

3.3 PECES Y CEFALÓPODOS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre la ictiofauna y cefalópodos presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones sonoras de los buques);
- Derrames de combustible; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos



3.3.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

Diversas investigaciones internacionales realizadas en laboratorios experimentales han demostrado que la energía del ruido generado durante los estudios sísmicos podría causar daños fisiológicos y/o respuestas conductuales de los peces e invertebrados (Carroll et al., 2017; Przeslawski et al., 2016). Las posibles repercusiones para la fauna marina se han clasificado en diferentes tipos (Hawkins y Popper, 2017):

- a) Efectos físicos y/o fisiológicos: Los daños en los tejidos y otros daños físicos o efectos fisiológicos, que son recuperables pero que pueden colocar a los animales en niveles más bajos de aptitud física, pueden hacerlos más abiertos a la depredación, a la alimentación y al crecimiento deficientes, o a la falta de éxito en la cría, hasta que se produzca la recuperación.
- b) Deterioro de la audición: Los cambios a corto o largo plazo en la sensibilidad auditiva (cambio de umbral temporal - TTS o cambio de umbral permanente - PTS) pueden, o no, reducir la aptitud y la supervivencia. El deterioro de la audición puede afectar a la capacidad de los animales para capturar presas y evitar a los depredadores, y también puede causar un deterioro en la comunicación entre los individuos; afectando al crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo.
- c) Enmascaramiento: La presencia de sonidos producidos por el hombre puede dificultar la detección de sonidos biológicamente significativos contra el ruido de fondo.
- d) Respuestas de comportamiento: Los cambios de comportamiento pueden producirse en una gran proporción de los animales expuestos al sonido, ya que esas respuestas pueden producirse a niveles de sonido relativamente bajos. Algunas de estas respuestas conductuales pueden tener efectos adversos.

3.3.1.1 Sensibilidad auditiva de los peces

Los peces pueden detectar sonidos en un diapasón de frecuencias comparativamente bajas del espectro, que oscilan entre varias decenas o centenas con umbrales que puede alcanzar excepcionalmente los 6.000-7.000 Hz (Popper y Fay, 1993). En los peces, el rango espectral de las frecuencias detectadas depende mucho de la presencia de las estructuras accesorias y de la especialización que posee (Kasumyan, 2005). Las especies más generalistas de la audición, que no tienen estructuras accesorias normalmente detectan sonidos a frecuencias por debajo de 1.000-1.200 Hz, mientras que ello se incrementa notablemente cuando existen especies con especializaciones pero que son menos comunes en peces marinos.



Prácticamente todas las investigaciones sobre los impactos de los sonidos subacuáticos antropogénicos se han centrado en el componente de presión del sonido (Carroll et al., 2017); muchos peces, especialmente las que carecen de una vejiga llena de gas, como todos los elasmobranquios e invertebrados marinos, son sensibles sólo al componente de movimiento de partículas del sonido (Edmonds et al., 2016; Solan et al., 2016). Los estudios sísmicos dan como resultado grandes componentes de movimiento de partículas horizontales (además de los componentes de presión). Para la evaluación de los impactos de las emisiones sísmicas es importante tener en cuenta que existen diferencias sustanciales en los efectos de las emisiones sobre el comportamiento y la sensibilidad auditiva de diferentes especies de peces (Popper y Fay, 2011; Popper et al., 2014). Los peces que carecen de vejiga natatoria sólo son sensibles al movimiento de las partículas de sonido y sólo muestran sensibilidad a una banda estrecha de frecuencias (por ejemplo, los peces planos Pleuronectiformes y Chondrichthyes). De tal modo, las especies de peces que carecen de una cavidad gaseosa, incluidos los peces sin mandíbula, los elasmobranquios (tiburones, rayas y patines), algunas especies de peces de agua dulce, algunos góbidos y algunos atunes y otras especies pelágicas y de aguas profundas, no son tan vulnerables a los traumatismos causados por los cambios extremos de presión acústica. Estas especies normalmente sólo son capaces de detectar sonidos de baja frecuencia (<1.500 Hz). Los peces cartilaginosos por su parte tienen mucha sensibilidad al sonido de baja frecuencia (~ 20 Hz a ~ 1.500 Hz) y la falta de una vejiga natatoria u otras cámaras llenas de gas en este grupo restringe su capacidad de detección al componente de movimiento de partículas del sonido (Myrberg, 2001; Casper et al., 2012). Estas especies detectan principalmente el movimiento de las partículas y no la presión sonora (Casper y Mann, 2007; 2009). Por otro lado, las pruebas sugieren que las especies pelágicas tienen una audición más sensible (umbrales a frecuencias más bajas) que las especies demersales (Casper, 2011).

En un segundo lugar se incluyen peces con una vejiga natatoria en la que ese órgano no parece desempeñar un papel en la audición. Estos peces son sensibles sólo al movimiento de las partículas y muestran sensibilidad sólo a una estrecha banda de frecuencias. Este grupo incluye salmónidos (Salmonidae) y algunos atunes (Scombridae), pero es probable que muchas otras especies también entren en esta categoría. Es importante señalar que las vejigas de gas, y su ubicación anatómica dentro del cuerpo, hacen que los peces sean más susceptibles a las lesiones por presión (presión sonora y barotraumatismo) en los oídos y en los tejidos corporales en general que las especies que carecen de vejigas de gas (Popper et al., 2014).

En el siguiente grado de sensibilidad se encuentran los peces con vejigas natatorias que están cerca, pero no íntimamente conectadas al oído. Estos peces son sensibles tanto al movimiento de las partículas como a la presión del sonido, y muestran un rango de frecuencia que se extiende hasta unos 500 Hz. Este grupo incluye a los peces bacalao (Gadidae), las anguilas (Anguillidae), algunos tamberos y corvinas (Sciaenidae), y tal vez otros peces. Finalmente, en el otro extremo del continuo se hallan peces que tienen estructuras especiales que unen mecánicamente la vejiga natatoria con el oído (órgano de Weber). Estos peces denominados ostareofisios son sensibles principalmente a la presión del sonido, aunque también detectan el movimiento de las partículas.



Las especies con varias estructuras accesorias pertenecen a diferentes órdenes tales como Osteoglossiformes, Elopiformes, Perciformes, Bericiformes, Clupeiformes, Cypriniformes, Siluriformes, Characiniformes y varios otros órdenes. Como estas especies oyen mejor que otras, es más probable que su audición se vea afectada por niveles más bajos de enmascaramiento, lo que podría dar lugar a mayores efectos de comportamiento. En los peces óseos, la proximidad de la vejiga natatoria al oído interno es un componente importante en la audición, ya que actúa como receptor de presión y vibra en fase con la onda sonora. El contacto directo de la vejiga con el laberinto o con los huesos circundantes del cráneo se puede encontrar en peces de diferentes grupos sistemáticos. En varios representantes de la familia Holocentridae (Beryciformes), este contacto se realiza por medio de la prolongación de protuberancias de la vejiga o terminar a una distancia del laberinto (Coombs y Popper, 1979). Las protuberancias de la vejiga natatoria son habituales en muchos peces pertenecientes al orden Gadiformes.

Las vibraciones de los otolitos resultan así tanto del componente de la velocidad de las partículas de sonido y el estímulo de la vejiga natatoria. En general, las especies de las que se sabe que poseen posibles especializaciones para la detección de la presión sonora (es decir, un cuerpo de gas cerca de los oídos o en contacto con ellos) tienen umbrales de presión sonora más bajos (55-83 dB re 1 μ Pa) en la mejor frecuencia, y responden a frecuencias más altas (200 Hz-3 kHz) que los peces que carecen de estas adaptaciones morfológicas (Ladich y Fay, 2013). Esto se debe a que el movimiento de las partículas se genera mucho más cerca del oído interno en las especies con estas conexiones. La proximidad de las cámaras de retención de gas y/o su conexión mecánica directa con el oído interno, permiten a los peces detectar la presión sonora y mejorar su capacidad auditiva al aumentar su gama de frecuencias detectables y disminuir su umbral de presión sonora (Lechner y Ladich, 2008; Popper et al., 2014). Este grupo de especies con este tipo de audición incluye algunos de los peces ardilla (Holocentridae), tambores y corvinas (Sciaenidae), arenques (Clupeidae). Por ejemplo, todos los clupeidos son capaces de detectar sonidos a unos 4 kHz, y un grupo de clupeidos de la subfamilia Alosinae puede detectar y responder a los sonidos ultrasónicos a más de 180 kHz (Mann et al., 1998; Mann et al., 2012; Popper et al., 2004). Algunas especies tienen una conexión física funcional entre la vejiga natatoria, o alguna otra cámara de gas, y el oído interno (Braun y Grande, 2008).

Aunque la energía de alta frecuencia de los impulsos sísmicos recibidos debe ser tomada en cuenta, los sonidos de baja frecuencia de los estudios sísmicos serían los más perjudiciales y los peces con sistemas auditivos especializados poseen umbrales más bajos y responden a frecuencias más altas. Las especies pelágicas también poseen umbrales menores a los demersales. Hay algunas pruebas de que las divisiones entre los peces definidas anteriormente pueden aplicarse no sólo a sus capacidades auditivas, sino también a los efectos en términos de lesiones sufridas por la exposición a sonidos de alto nivel (Popper et al., 2014). Los cambios repentinos de presión, ya sea de la presión hidrostática o de la presión sonora, pueden causar un movimiento rápido de las paredes de las cavidades llenas de gas, en particular de los sonidos impulsivos. Estos movimientos pueden provocar daños en los tejidos cercanos, como el riñón y las gónadas.



La pérdida de audición es una consecuencia directa del impacto de las ondas sísmicas y puede ser permanente o temporal. Se reconocen un umbral de cambio temporal (TTS) que representa la pérdida de la audición por un cierto período de la cual el pez se recupera usualmente dentro de un plazo de un día, mientras que el umbral de cambio permanente (PTS) no permite la recuperación. Si bien el nivel de TTS es menor al de PTS, el efecto acumulativo de las ondas en el nivel de TTS, particularmente si son emitidas en forma continua pueden ocasionar que el pez alcance el PTS. Ello es muy importante en las experiencias de exploraciones sísmicas ya que precisamente estas emisiones no son puntuales sino continuas a lo largo de varios días, generando un nivel de sensibilidad de exposición acumulativa. En este sentido, McCauley et al. (2000b) nota que aun cuando una especie pueda recibir una emisión de solo 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ (energía equivalente) en un área de 60x90 km en el curso de una prospección de un mes, el número de descargas representa una tasa diaria de 300 emisiones diarias sobre el mismo organismo si este solo se desplaza dentro del área de sísmica y no la abandona definitivamente. La Figura 10 presenta la relación entre los niveles umbrales y los efectos esperados debido al impacto de las ondas sísmicas.

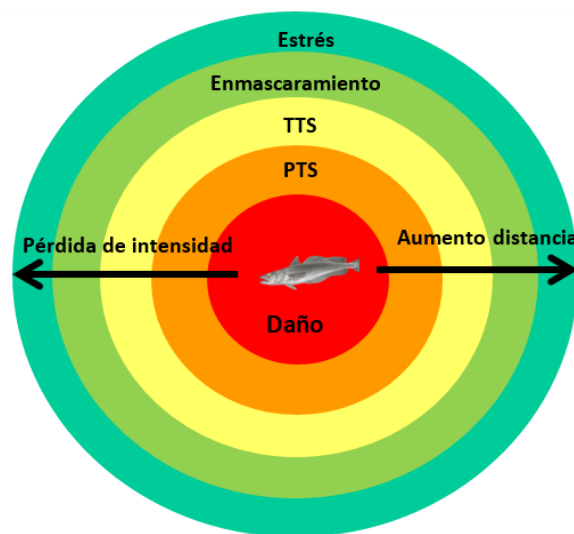


Figura 10. Categoría de efectos de ruidos antropogénicos vinculando la distancia a la fuente y la intensidad. Los daños ocurren cerca del origen de la fuente mientras el estrés ocurre a mayor distancia al reducirse la intensidad. TTS: umbral de cambio temporal; PTS: umbral de cambio permanente (adaptado de Putland et al., 2019).

El cambio de umbral temporal (TTS) ha sido corroborado en algunos peces, y su extensión es de duración y magnitud variable. Popper et al. (2014) sugieren que el TTS se produce a >186 dB de nivel de exposición sonora (SEL) acumulado (SELcum) para los peces sin vejiga natatoria usando la detección de movimiento de partículas, y <186 dB SELcum para los peces con una vejiga natatoria implicada en la audición. Los datos de la exposición a fuentes impulsivas sugieren que los efectos de los impulsos sísmicos serían mayores en peces con una vejiga natatoria (Casper et al., 2012). Los estudios de peces adultos enjaulados en una bahía poco profunda y expuestos a ondas sísmicas (0,33 l, nivel de la fuente a 1 m 222,6 dB re a 1 μPa p-p) a una distancia de 5-15 m, sufrieron extensos daños en el oído, sin evidencia de reparación casi 2 meses después de la exposición (McCauley et al., 2003).



Estos autores expusieron unas 15 especies de peces a impulsos sísmicos de diversa intensidad, manteniendo a los peces en cautividad y realizando los experimentos tras un periodo de aclimatación. Los peces mostraron respuestas de arranque o alarma tipo C (contracciones involuntarias de las fibras musculares de un lado del cuerpo, que provocan un fuerte arqueamiento general del pez) a altas intensidades. Asimismo, los resultados de los análisis del epitelio auditivo de *Chrysophrys auratus* mostraron ablación de las células. Sin embargo, los peces no mostraron signos hormonales de estrés a consecuencia del experimento. En estos estudios se mostró que el pargo (*Pagrus auratus*) enjaulado sufrió grandes daños a las células ciliadas situadas en el epitelio sensorial del oído interno, después de haber sido expuestos a sonidos de fuentes experimentales de aire comprimido durante dos periodos de tiempo con un descanso de 1:12 horas en medio. Los experimentos se realizaron a distancias desde 400-800 metros hasta 5 m de la jaula. El daño fue severo, sin evidencia de reparación ni reemplazo de las células sensoriales dañadas hasta 58 días después de la exposición. Las fuentes emitían a 223 dB re 1 μ Pa P-P 1m / 204 dB re 1 μ Pa RMS a 1m). El oído interno del pargo es típico de la mayoría de las especies comercialmente importantes (por ejemplo, el salmón, el atún, el bacalao, el eglefino), lo que hace que este estudio sea particularmente interesante.

Hay pruebas de lesiones en los órganos auditivos de los peces adultos por niveles de sonido inferiores a los que se espera que estén muy cerca de las fuentes sísmicas (McCauley et al., 2003). Las descargas repetidas de las fuentes de aire comprimido sobre peces enjaulados causaron graves daños a la sensibilidad de las células ciliadas del oído interno después de 18 horas de exposición, y las células dañadas no se recuperaron después de 58 días (DFO, 2011). Los niveles máximos de sonido correspondieron a los encontrados <500 m de la fuente (180-190 dB RMS). McCauley et al. (2000b) utilizando experimentos en jaulas indican que a 156-161 dB RMS los peces evidencian señales de alarma y que a partir de 171 dB RMS se inicia un proceso de desplazamiento del otolito. En definitiva, los peces con especializaciones auditivas poseen menores valores umbrales a la presión sonora y un rango de frecuencia más amplio que aquellas especies no especializadas y que solo son sensibles al movimiento de partículas (Popper et al., 2014).

Es dable señalar que en el estudio en el que se produjo algún daño auditivo (McCauley et al., 2003), los peces se mantuvieron en jaulas poco profundas para que no pudieran alejarse del sonido y se expusieron a siete pases directos elevados de una fuente de sonido sísmica en menos de tres horas (McCauley et al., 2003). Es decir que se expuso a los peces a fuentes de sonido sísmico más prolongadas a distancias mucho más cortas de lo que ocurriría normalmente. Este escenario nunca ocurriría en condiciones normales, lo cual resalta lo extremadamente poco probable que serían las lesiones o la pérdida de audición en peces durante estudios sísmicos reales realizados en el entorno natural porque los altos niveles de presión acústica (SPL) utilizados en el estudio de McCauley y otros (2003) no se encontrarían siete veces en menos de tres horas durante una prospección sísmica real.

Respecto a las larvas de peces, aunque se dispone de pocos datos las especies estudiadas parecen tener rangos de frecuencia auditiva similares a los de los adultos (y umbrales de sobresalto acústico similares) (Wright et al., 2011). Las vejigas natatorias pueden desarrollarse durante la etapa larval y pueden hacer que las larvas sean susceptibles de sufrir lesiones relacionadas con la presión (por ejemplo, barotrauma).



La Tabla 4, por su parte presenta los niveles umbrales para peces sin vejiga y con vejiga natatoria, diferenciándose aquellos que poseen aparato de Weber (ostareofisios). Se presenta el valor de presión acústica cero a pico (SPL pk) y de exposición sonora acumulado (SELcum). Los efectos en los tejidos de los peces pueden ser muy diferentes dependiendo del tiempo entre impactos de las ondas y la recuperación es posible con periodos de cierta separación entre sonidos. Carlson et al. (2007) sugirieron que para los peces de más de 2 g (larvas pequeñas), el valor de SELcum para el daño tisular no auditivo debería ser de 190 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$, y para los peces de menos de 1 g, sugirieron un SELcum de 183 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$. Asimismo, señalaron la importancia de que a medida que los peces crecen, el valor de exposición debe aumentar aún más. Recomendaron un valor conservador de 197 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ de SELcum para los peces de más de 8 g, y un valor superior a 213 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ de SELcum para los peces de más de 200 g. En todo caso Popper et al. (2006) en base a las ventajas y limitaciones de los diferentes tipos de medición que se utiliza sugieren aplicar umbrales de presión acústica cero a pico SPL pk (SPL peak) y de exposición sonora (SEL).

Tabla 4. Valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria (adaptada de Popper et al., 2014)

Tipo de pez	Nivel de mortalidad o mortalidad potencial	Nivel de recuperación	TTS
Sin vejiga natatoria (solo detección de movimiento de partículas)	>213 dB peak o >219 dB 24 h SELcum	>213 dB peak o >216 dB 24 h SELcum	>> 186 dB 24 h SELcum
Con vejiga natatoria no conectada al oído (solo detección de movimiento de partículas)	> 207 dB peak o 201 dB 24 h SELcum	>207 dB peak o >203 dB 24 h SELcum	>>186 dB 24 h SELcum
Con vejiga natatoria conectada al oído (principalmente detección de presión sonora)	>207 dB peak o 207 dB 24 h SELcum	>207 dB peak o 203 dB 24 h SELcum	>>186 dB 24 h SELcum

De acuerdo a la Modelación Acústica presentada en el Capítulo 6 y cuyos resultados para peces se resumen en la Tabla 5, la condición más exigente que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces con vejiga natatoria (tanto para los que la tienen conectada al oído como los que no) se alcanza a unos 263 metros de la fuente considerando la situación más conservativa (Profundidad máxima uniforme - Azimut 90°).

Para los peces sin vejiga natatoria este umbral se alcanza a los 77 metros de la fuente (Profundidad máxima uniforme - Azimut 90°).

Tabla 5. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados.

Grupo Auditivo	SPLpeak	Profundidad mínima Uniforme (B0)			Profundidad Variable (BV8)			Profundidad máxima Uniforme (BA)		
		Azimu t 0° Dip 80°	Azimu t 45° Dip 80°	Azimu t 90° Dip 80°	Azimu t 0° Dip 80°	Azimu t 45° Dip 80°	Azimu t 90° Dip 80°	Azimu t 0° Dip 80°	Azimu t 45° Dip 80°	Azimu t 90° Dip 80°
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Peces SIN vejiga natatoria	213	<50	<50	75	<50	<50	50	<50	<50	77
Peces CON vejiga natatoria ¹	207	<50	<50	236	<50	<50	180	56	54	263

¹ Comprende peces con vejiga natatoria no conectada al oído y con vejiga natatoria conectada al oído



En relación con la métrica del SELcum, de acuerdo al análisis realizado en el Capítulo 6, los peces con vejiga natatoria pueden encontrarse a 50 m del arreglo cuando comienza el aumento gradual, y si quedaran estáticos en ese lugar a medida que el buque se aleja, no se superaría el umbral de mortalidad potencial. Si estuviesen justo cerca de una línea de prospección y no se movieran cuando pasa el arreglo emitiendo a máxima potencia (lo cual es poco probable que ocurra pues se han documentado comportamientos evasivos), tampoco se superaría el umbral de mortalidad potencial si la distancia al arreglo fuese igual a 50 m.

Esto es válido también para los peces sin vejiga natatoria cuyo umbral de mortalidad potencial para SELcum es mayor. Se recuerda que mediante modelación se analizaron distancias a partir de los 50 m desde el arreglo, puesto que muy cerca del arreglo los valores del SEL y del SPL son inferiores a los estimados a partir del campo lejano, y el cálculo de la propagación de algunas frecuencias es poco preciso.

Si bien no se requiere ni es factible la implementación de medidas de mitigación adicionales con respecto a los peces, se puede apreciar que solamente serían afectados aquellos que se encuentren en un entorno muy cercano al arreglo, del cual muy probablemente se alejen tanto durante el proceso de aumento gradual, como durante la prospección de cada línea si el arreglo se acercara a la ubicación de estos.

3.3.1.2 Cambios en el comportamiento

Las respuestas conductuales a los sonidos impulsivos son variadas e incluyen un alejamiento de las fuentes de ruido (Dalen y Rakness, 1985; Dalen y Knutsen, 1987; Skalski et al., 1992; Engås et al., 1996; Wardle et al., 2001), cambios en la distribución de la profundidad (Chapman y Hawkins, 1969; Pearson et al., 1992), cambios espaciales en el comportamiento del cardumen (Slotte et al., 2004). También se han notificado tasas de captura más bajas después de estudios sísmicos (Løkkeborg y Soldal, 1993; Engås et al., 1996; Engås y Løkkeborg, 2002; Slotte et al., 2004; Løkkeborg et al., 2012).

Se ha informado que las descargas de fuentes acústicas provocan diversos grados de respuesta de sobresalto y alarma en los peces teleósteos, y hay algunos indicios de que una aparición repentina de sonidos también puede causar una respuesta de sobresalto en los tiburones (Myrberg et al., 1978). Una respuesta de sobresalto (comúnmente denominada respuesta de arranque en C) es una respuesta estereotipada que implica una contracción importante de la musculatura de un lado del cuerpo del pez formando una forma de C que normalmente apunta lejos de la fuente de sonido (Løkkeborg et al., 2012). Los experimentos de campo en jaulas han demostrado que la energía sonora transmitida por las fuentes de aire comprimido inicia este tipo de comportamiento en el pez roca en cautiverio (*Sebastes* spp.) (Pearson et al., 1992), la lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) (Santulli et al., 1999), carbonero (*Pollachius virens*), abadejo (*Pollachius pollachius*), bacalao (*Gadus morhua*), merlán (*Merlangius merlangus*) (Wardle et al., 2001), lanzón menor (*Ammodytes marinus*) (Hassel et al., 2004), y algunos peces de arrecife (*Lutjanus apodus*, *Lutjanus synagris*, *Chaetodipterus faber*) (Boeger et al., 2006). Otros cambios de comportamiento bajo la exposición al sonido incluían cambios de distribución vertical en los que los cardúmenes estacionarios de peces de roca negra colapsaban hasta el fondo, donde permanecían sin sincronizar, mientras que los bermellones y los peces de roca olivácea o bien subían en la columna de agua y remolinos a mayor velocidad o bien se acercaban al fondo y se quedaban casi inmóviles, todos ellos comportamientos que diferían de los observados en condiciones de control (Pearson et al., 1992). Dalen y Knutsen (1987), a su vez comentan que los peces demersales responden moviéndose hacia el fondo del océano, mientras que los peces pelágicos exhiben una respuesta de migrar fuera de la zona de influencia de las fuentes de energía sísmica.



Otras observaciones similares de comportamiento en respuesta al ruido de las emisiones sísmicas, incluidas respuestas de alarma y cambios en los patrones de formación de cardúmenes, posición en la columna de agua y velocidades de natación se observaron en el caso del pargo rosado (*Pagrus auratus*) y el trébol (*Pseudocaranx dentex*) cautivos frente a la costa de Australia Occidental (Fewtrell y McCauley, 2012). A medida que aumentaban los niveles de ruido de las fuentes de energía sísmica, los peces respondían nadando más rápido en grupos más estrechamente cohesivos y hacia el fondo de la jaula. Otras experiencias mostraron aumentos significativos en las respuestas de alarma en los peces expuestos a niveles de exposición sonora (SEL) que excedían los 147-151 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$, y se observó un aumento en la frecuencia de las respuestas de alarma a medida que aumentaba el nivel de sonido (Fewtrell y McCauley, 2012). Los peces cautivos volvieron a su posición previa a la exposición en un plazo de 31 minutos después de la señal final de la fuente de aire comprimido. Se sugiere que por encima de un umbral de nivel de la fuente de aire comprimido de alrededor de 171 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ se produce un rápido aumento de parámetros de desplazamiento absoluto del sistema auditivo de los peces, lo que indicaría que el comportamiento asociado y la respuesta y la susceptibilidad a los daños mecánicos aumentará en consecuencia.

Un aspecto importante con respecto al efecto de sobresalto en los peces es cuán lejos de la fuente de sonido el efecto se manifiesta. Hay relativamente poca investigación sobre ello y los resultados proporcionan evidencias diferentes y también a menudo contradictorias, lo que ha llevado a divergencias sobre cuales pueden ser las distancias mínimas que impactan sobre los peces. La distancia y la forma en que las ondas sonoras se propagan depende de las condiciones de salinidad y temperatura horizontales y verticales predominantes. Estas cambian a lo largo del año y a menudo de región a región. Algunos estudios sugieren que esa distancia podría ser hasta unas 20 millas pero los resultados muestran que las capturas aumentan o se reducen dependiendo de la especie y el arte de pesca. Por otra parte, la exposición sísmica tiene el potencial de provocar en los peces efectos de comportamiento a corto plazo. Se observan respuestas de sorpresa (por ejemplo, cambios en los patrones de natación, cambios en la distribución), observándose esos efectos a corto plazo hasta un radio de 30 km (Worcester, 2006). En algunos casos se observaron respuestas de comportamiento hasta en 5 km de distancia de la emisión de sonido (Santulli et al., 1999; Hassel et al., 2004). Sin embargo, los efectos de comportamiento suelen ser a corto plazo, siendo la duración del efecto menor que la duración de la exposición o igual a ésta, aunque éstas varían entre las especies e individuos, y dependen de las propiedades del sonido recibido. En algunos casos los patrones de comportamiento volvieron a la normalidad a los pocos minutos de comenzar el estudio indicando la habituación al ruido. Por consiguiente, se prevé que la importancia ecológica de esos efectos sea baja, excepto en los casos en que influyen en la actividad reproductiva. Engås et al. (1995) señalan que la reacción de escape de los peces en aguas abiertas representa un comportamiento para protegerse de los impactos de las ondas sísmicas.

² A los efectos prácticos la unidad se puede considerar referida al SEL



Se han observado diferentes magnitudes de reacciones de sobresalto y alarma en el caso de la lubina europea en un experimento de cautividad y del lanzón pequeño a distancias de hasta 2,5 y 5 km de una fuente sísmica, respectivamente (Santulli et al., 1999; Hassel et al., 2004). Unos pocos individuos mostraron una rápida respuesta de sobresalto ante las descargas de fuentes de aire comprimido a 2,5 km de la jaula, visible como un cambio repentino de la velocidad de natación y una curva pronunciada hacia un lado sincronizada con la emisión de la fuente de aire comprimido. La proporción de lubinas que exhibieron una respuesta de sobresalto aumentó a medida que la fuente de sonido de aire comprimido se aproximaba a menos de 800 m. Una vez que el conjunto sísmico se encontraba a menos de 180 m de la jaula, las lubinas se agruparon en la parte central del recinto y exhibieron una orientación aleatoria y parecieron más activas que las condiciones previas a la exposición. La respuesta de sobresalto dejó de ser evidente una vez que el buque pasó a ~ 1,5 km de distancia de la jaula, y en el plazo de una hora las lubinas confinadas recuperaron su estado normal (es decir, se reorientaron contra el flujo de la corriente) (Santulli et al., 1999). Hassel et al., (2004) también examinaron los posibles efectos de un conjunto de fuentes de aire comprimido en movimiento (con una fuente estimada de 256 dB re 1 μ Pa-m – no se especifica unidad -) en el comportamiento del lanzón menor en estado de cautividad. Los peces mostraron respuestas de sobresalto similares durante la exposición a las fuentes sonoras que aumentaron a medida que el conjunto sísmico se acercaba a las jaulas y se detuvieron una vez que cesó la descarga.

Por otro lado, peces adultos en jaulas en una bahía poco profunda y expuestos con intensidad de 222,6 dB re a 1 μ Pa p-p) a una distancia de 5-15 m, sufrieron un extenso daño en el oído, sin evidencia de reparación casi 2 meses después de la exposición (McCauley et al., 2003). Igualmente, McCauley et al. (2000b) experimentaron con diferentes especies a las que colocaron en jaulas a distancia variable de la fuente siendo la intensidad 146-195 dB re 1 μ Pa². Los peces cautivos mostraron una respuesta de "alarma" genérica de aumento de la velocidad de natación, movimiento hacia abajo, y se apretaron los cardúmenes a unos 2-5 km de una fuente de energía de aire comprimido. El modelado de la audición de los peces predice que a rangos de a menos de 2 km de una fuente de aire comprimido, el sistema auditivo de los peces podría sufrir daños, pero expresan que estos efectos no deben ser necesariamente trasladados a las poblaciones o pesquerías ya que puede existir comportamiento de evitación en el mar abierto. En contraste con estos resultados, los peces e invertebrados marinos monitoreados con una cámara de video en un arrecife costero no se movieron lejos de los sonidos de las fuentes de aire comprimido con niveles de presión máxima de hasta 218 dB (a 5,3 m en relación con 1 μ Pa pico a pico) (Wardle et al., 2001). El mayor riesgo de daño fisiológico de las fuentes de sonido sísmico es para las especies que se encuentran en arrecifes de aguas poco profundas o se congregan en aguas costeras para desovar o alimentarse, y aquellos que muestran una respuesta de alarma instintiva para esconderse en el lecho marino o en el arrecife en lugar de huir. Las especies de arrecife con vejiga natatoria son más susceptibles que los que no tienen este órgano. Tales especies pueden sufrir lesiones fisiológicas o audición severa y los efectos adversos pueden intensificarse y durar un tiempo considerable.



Los estudios sobre los cambios de comportamiento de los peces que nadan libremente y están expuestos a los sonidos de las fuentes sísmicas también se han llevado a cabo en aguas costeras. En el estudio de la distribución vertical de *Merlangius merlangus* se encontró que cambiaba en aguas más profundas durante un estudio sísmico (Chapman y Hawkins, 1969). En el caso de *Sebastes* spp. y *Micromesistius poutassou* (bacaladilla) se encontraron en aguas más profundas en períodos con descargas de las fuentes de aire comprimidos que durante los períodos sin descargas (Skalski et al., 1992; Slotte et al., 2004). Chapman y Hawkins (1969) investigaron las reacciones de la merluza plateada (*Merluccius bilinearis*), a una descarga intermitente con una fuente SPL de 220 dB re 1 μ Pa - m0-p. Los niveles de presión acústica recibidos se estimaron en 178 dB re 1 μ Pa 0-p. Antes de cualquier descarga los peces fueron localizados con ecosonda a una profundidad de 25 a 55 m. En aparente respuesta al sonido de las fuentes de energía sonora, los peces descendieron, formando una capa compacta a profundidades mayores de 55 m. Después de una hora de exposición al sonido los peces parecían haberse habituado, como indica su retorno al rango de profundidad de pre-exposición, a pesar de la continua descarga de la fuente de aire comprimido. La descarga cesó por un tiempo y al reanudarse, el pez volvió a descender a mayores profundidades, indicando sólo la habituación temporal.

Los estudios sobre el lanzón (*Ammodytes marinus*) confinado en una jaula, que es una especie sin vejiga natatoria en el Mar del Norte, revelaron reacciones distintas pero menores a los impulsos sísmicos (Hassel et al., 2004). No se encontró un aumento de la mortalidad durante este experimento. Dalen y Knutsen (1987) observaron que la distribución de varias especies diferentes a 100 - 300 m de profundidad cambió a lo largo de las líneas de curso de un buque sísmico que remolcaba un conjunto de fuentes de aire comprimido. Slotte et al. (2004) también observaron que diferentes especies (arenque del Atlántico y bacaladilla -*Micromesistius poutassou*-) de una zona en la que se habían producido descargas sísmicas estas especies se desplazaba fuera de la zona o a aguas más profundas (10-50 m de profundidad). Chapman y Hawkins (1969) mencionan que cuando se iniciaron los pulsos sísmicos la pescadilla *Merlangius merlangus* mostró un repentino movimiento hacia abajo, formando una capa más compacta por debajo de 30 brazas (55m, 192 dB re 1 μ Pa presión máxima). Después de una hora, los peces parecían acostumbrarse al sonido como evidenciado por un período durante el cual los peces ascendieron de manera constante. Los peces continuaron ascendiendo en la columna de agua cuando la fuente de aire comprimido se apagó. Cuando la fuente de aire comprimido se descargó de nuevo, se observó otra respuesta descendente. Asimismo, Wardle et al. (2001) notaron pequeños cambios en la posición del abadejo (*Pollachius pollachius*) en respuesta a la emisión sísmica. Sin embargo, las respuestas de sobresalto observadas en el carbonero (*Pollachius virens*) fueron provocadas por el estímulo visual asociado a la nube de burbujas provocada por los pulsos sísmicos.



Se ha estimado que los peces adultos reaccionan a un conjunto sísmico en funcionamiento a distancias de más de 30 km, y que se puede esperar un intenso comportamiento de evitación en un radio de 1 a 5 km (Nymand et al, 2000). En estudios noruegos se midieron disminuciones de la densidad de peces a distancias superiores a 10 km de los sitios de actividad sísmica intensiva (3D). Por consiguiente, pueden producirse efectos negativos en las poblaciones de peces si se ahuyenta a los peces adultos de las zonas de desove localizadas durante la temporada de desove. Fuera de las zonas de desove, es probable que las poblaciones de peces no se vean afectadas por la perturbación, pero los peces pueden ser desplazados temporalmente de importantes zonas de alimentación y de pesca (Slotte et al., 2004). Dalen et al. (1996) recomendaron que en las zonas con concentraciones de desove se eviten las descargas de fuentes de aire comprimido en una distancia de 50 km. En pruebas para verificar la reacción de la merluza y otros peces mesopelágicos se encontró que los mismos se desplazaron a aguas más profundas durante la exposición sísmica en comparación con los períodos sin descargas (20 y 50 m de profundidad respectivamente), indicando el movimiento vertical como una reacción a corto plazo. La densidad media de peces fue menor en el área de estudio sísmico, aumentando la abundancia a distancia. La densidad de peces pareció ser mayor a unos 37 km (20 millas marinas) del centro del área de estudio. Por su parte, los efectos de un estudio sísmico en 3D en Australia del Norte, no mostraron ningún efecto significativo de la sísmica en la abundancia o riqueza de especies de peces pomacéntricos (una familia que exhibe un alto grado de fidelidad al sitio) y no pomacéntricos. Otro estudio utilizó un sonar omnidireccional de pesca para investigar el comportamiento de los cardúmenes en tiempo real del arenque expuesto a un estudio sísmico 3D en la misma zona y no se observaron cambios en su tamaño, la velocidad o la dirección de la natación que podría atribuirse a la nave sísmica transmisora, ya que se acercaron desde una distancia de 27 a 2 km durante un período de 6 h (Peña et al., 2013). Para el caso de *Micromesistius* y *Clupea arengus* que son especies mesopelágicas, la densidad fue menor en el área sísmica (menos de 5 km) pero se incrementó a la distancia (Slotte et al., 2004).

Por su parte, Meekan et al. (2021) cuantificaron mediante el uso de video cámaras y marcas acústicas el impacto de prospecciones sísmicas sobre el número, tamaño y comportamiento de peces demersales de valor comercial (Lethrinidae, Lutjanidae, y Epinephelidae) que habitan en la plataforma del oeste de Australia. Se efectuaron emisiones similares a las que se efectúan en las prospecciones comerciales, comparándose la respuesta de los peces 1,3,5 meses antes de las emisiones y 1 y 2 meses después, que a su vez se compararon con un área control donde no se verificaban prácticas de exploración sísmica desde 10 años atrás. Como medidas de la propagación se utilizaron el cuadrado-medio, el nivel de exposición sonora (SEL), el nivel de presión pico a pico (P-P), el SEL acumulativo (SELcum). No se encontraron diferencias de cambios importantes en la composición, riqueza y abundancia de las especies que componen el ensamble de peces antes y después de los disparos respecto a la zona control. No se detectaron tampoco tendencias significativas de incremento o reducción a lo largo del tiempo de ninguna especie. Tampoco se observó cambios en la talla media de las especies blanco de las pesquerías (*Lethrinus punctulatus*, *Lutjanus sebae*, *Lutjanus vitta*, *Epinephelus areolatus*, *Epinephelus multinotatus* y *Plectropomus maculatus*). El uso de marcas acústicas (solo en *Lutjanus sebae*) no arrojó tampoco evidencias de una evasión activa ni abandono de la zona durante los dos meses posteriores a los experimentos.



Se concluye que los peces reaccionan al sonido de varias maneras. La forma más débil de respuesta conductual son los pequeños cambios en actividad de natación en la que el pez cambia de dirección y aumenta la velocidad de natación, mientras que, en el otro extremo, existe una rápida reacción de escape. McCauley et al. (2000b) sugieren que entre 161-168 dB re 1 mPa² se inicia una evitación activa de la fuente de sonido y que esto corresponde a un rango del conjunto de 3D medido de 1-2 km. Ello ha llevado a postular que valor por encima de este umbral pueden afectar el comportamiento de los peces más cercanos y por ende influir sobre las pesquerías próximas. Por otro lado, es concebible que el éxito del desove se vea afectado si, durante la migración a las zonas de desove o durante el desove, los peces cambian de comportamiento debido a la adquisición de datos sísmicos. El patrón de migración de desove puede cambiar y el desove puede estar más o menos desplazado en el tiempo y el espacio. En consecuencia, las larvas pueden perder la ventana de tiempo de las condiciones biológicas óptimas para la supervivencia y el crecimiento. En este sentido, es usual que se apliquen restricciones a la actividad sísmica en las zonas reproductivas y en las zonas donde se producen las migraciones de desove concentradas. Fuera de las zonas de desove, las poblaciones de peces probablemente no se vean afectados por la perturbación, pero aun así los peces pueden ser desplazados temporalmente de importantes zonas de alimentación y pesca (Engås et al., 2002; Slotte et al., 2004). Ello cobra particular interés cuando se trata de especies estenofagas que pueden así verse muy afectadas. Una distancia de 40-50 km podría ser considerada como una distancia conveniente para evitar mayores efectos de espantamiento.

3.3.1.3 Huevos y Larvas

Se considera que las larvas y huevos de peces no pueden evitar la onda de presión de las fuentes de aire comprimido y pueden morir a menos de 2 m de distancia, generándose lesiones subletales a menos de 5 m (Boertmann et al., 2009). Carroll et al., (2017); Se han realizado numerosos estudios que exponen experimentalmente los huevos y larvas de diversas especies de peces a las fuentes de aire (Booman et al., en Popper et al., 2014). En estos estudios se identificaron en general muertes y lesiones fisiológicas a muy corta distancia (<5 m) solamente. Por ejemplo, se registró una tasa de mortalidad del 40-50% para las larvas del saco vitelino (en particular para el rodaballo) a una distancia de 2 a 3 m, aunque las cifras de mortalidad para las larvas del saco vitelino de las anchoas a las mismas distancias eran menores. Los impactos del ruido en los huevos y larvas de peces marinos pueden incluir disminución de la viabilidad de los huevos, aumento de la mortalidad embrionaria o disminución del crecimiento larvario (Kostyuchenko, 1973; Booman et al., en Popper et al. 2014). Se demostró el aumento de las tasas de mortalidad (10-20%) en etapas posteriores (larvas, postlarvas y alevines) para varias especies en distancias de 1-2 m. También se han observado cambios en la flotabilidad de los organismos, en su capacidad para evitar los depredadores y los efectos que afectan al estado general de las larvas, de crecimiento y, por tanto, su capacidad de supervivencia. Las larvas de peces nadadores pueden ser más receptivas a los sonidos producidos por los conjuntos de sísmica, y la gama de efectos puede extenderse más para estas especies que para otras. Sætre y Ona (en Popper et al., 2014) calcularon que el número de larvas muertas durante un estudio sísmico típico es del 0,45% de la población total de larvas. Para especies como el bacalao, el arenque y capelán, la mortalidad natural se estima en un 5-15% por día de la población total para huevos y larvas. Esto disminuye a 1-3% por día una vez que la especie alcanza la edad 0, es decir, a aproximadamente 6 meses (Sætre y Ona, en Popper et al., 2014). En consecuencia, Dalen et al. (1996) concluyeron que la mortalidad es tan baja a nivel poblacional que se puede considerar que tiene un impacto despreciable sobre el reclutamiento de las poblaciones.



Los estadios larvarios se consideran a menudo más sensibles a los factores de estrés que etapas adultas (Byrne y Przeslawski, 2013), pero la exposición a la sísmica no revela diferencias entre la mortalidad de las larvas o en la abundancia de los peces (Dalen et al., 2007), cangrejos (Pearson et al., 1992), o vieiras (Parry et al., 2002). Sin embargo, los períodos intensos y prolongados de exposición a sonidos de baja frecuencia, como los adoptados para las vieiras (Booman et al., en Popper et al., 2014; Aguilar de Soto et al., 2013) puede aumentar las tasas de anormalidad y mortalidad, lo que indica que las larvas expuestas a las descargas de las fuentes de aire comprimido pueden ser vulnerables. Aguilar de Soto et al. (2013) produjeron pruebas de que la reproducción de los pulsos sísmicos durante el desarrollo de las larvas causó retrasos en el desarrollo y en el 46%, malformaciones corporales en las vieiras, que pueden afectar al reclutamiento de larvas de vieiras salvajes. En la Tabla 6 se presenta un resumen de los impactos esperados en peces de acuerdo a su estadio.



Tabla 6. Síntesis de los los impactos identificados en peces (adaptado de Webster et al., 2018)

Estadio de vida	Tipo de impacto	Impacto potencial de la prospección
Adultos y juveniles	Mortalidad	Muerte hasta 12 meses
	Impactos físicos	Daño en la línea lateral Daño en el sistema auditivo Daño en la vejiga natatoria
	Impactos fisiológicos	Incremento de cortisol, glucosa y lactato Pérdida de audición y cambios en los umbrales de audición Aumento de la ventilación
	Impactos de comportamiento	Atontamiento temporal Sobresalto y natación errática Cambio en la posición vertical Cambio en la posición horizontal Cambio en el comportamiento natatorio Cambio en el comportamiento reproductivo Enmascaramiento acústico Desplazamiento
	Impactos acumulativos y mortalidad	Efecto acumulativo de todos los efectos físicos y de comportamiento en la mortalidad directa e indirecta y capacidad reproductiva
	Impactos acumulativos y capturabilidad	Efecto acumulativo de todos los efectos físicos y de comportamiento en la capturabilidad de los peces mortalidad directa e indirecta y capacidad reproductiva
Huevos y larvas	Impactos físicos	Daño en el saco vitelino Disrupción en la audición/detección de movimiento Mal formación de la larva Cambio en el desarrollo larval
	Impactos de comportamientos	Cambio en el comportamiento natatorio Enmascaramiento acústico
	Impactos acumulativos y mortalidad	Efecto acumulativo de todos los efectos físicos y de comportamiento en la mortalidad directa e indirecta



3.3.1.4 Cefalópodos

Las investigaciones sugieren que los cefalópodos pueden ser receptivos a los sonidos de campo lejanos de las fuentes sísmicas, y con respuestas de alarma (por ejemplo, el chorro de tinta), cambios de comportamiento (agresión y desove), y de la posición en la columna de agua y las velocidades de natación (Fewtrell y McCauley, 2012). La respuesta de comportamiento va desde la atracción a un tono puro de 600 Hz (Maniwa, 1976), pasando por respuestas de sobresalto a niveles recibidos de 174 dB re 1 μPa^2 , hasta aumentar los niveles de respuestas de alarma una vez que los niveles han alcanzado los 156 - 161 dB re 1 μPa^2 (McCauley et al., 2000b; Fewtrell y McCauley, 2012). La afección de los pulsos sísmicos sobre cefalópodos ha sido estudiada experimentalmente por McCauley et al. (2000b), que midieron cambios en el comportamiento de natación de calamar roquero austral (*Sepioteuthis australis*) a 156- 161 dB re 1 μPa RMS. Estos calamares además mostraron reacciones de alarma, tales como descargas del saco de tinta o escape con propulsión a chorro, tras pulsos sísmicos repentinos con niveles recibidos de 174 dB re 1 μPa RMS, aunque las descargas fueron menores si el incremento de nivel se realizó de forma gradual. Los resultados de los experimentos en jaulas sugieren que los calamares alterarían significativamente su comportamiento a una distancia estimada de 2 a 5 km de una gran fuente sísmica que se aproxima, aunque las respuestas de alarma fueron más fuertes durante la primera exposición al ruido de las fuentes de aire comprimido en comparación con las exposiciones posteriores, lo que sugiere que los animales se acostumbraron al ruido a niveles bajos (Fewtrell y McCauley, 2012). De tal modo para estas especies y otros cefalópodos se asume una zona de 5 km de influencia acústica alrededor del punto de origen acústico. No se han observado mortalidades de cefalópodos directamente asociadas con la exposición a estudios sísmicos (DOF, 2016). Los estudios de laboratorio que expusieron a dos especies de calamar a una fuente sísmica de 260 dB re 1 μPa (en documento no especifica unidad) mostró que *Alloteuthis subulata* era tolerante a corto plazo, pero *Loligo vulgaris* sufrió daños grandes a niveles de 246 - 252 dB re 1 μPa 0-p dentro de los 3 - 11 minutos de exposición (Norris y Mohl 1983 en DOF, 2016). André et al. (2011) demostraron que los calamares pueden ser lesionados por ondas de barrido de 50-400 Hz en niveles de 157 dB SPL producidos continuamente hasta dos horas. Sin embargo, los experimentos de exposición en ambos de estos estudios son complicados de relacionar con los estudios sísmicos comerciales debido a los niveles de exposición o la duración del evento de exposición. Basándose en resultados de los experimentos en jaula, McCauley et al. (2000b) sugieren que el calamar alteraría significativamente su comportamiento a una distancia estimada de 2 a 5 km de una gran fuente sísmica. Dos varamientos en masa atípicos que implican nueve calamares gigantes, *Architeuthis dux*, fueron asociados con estudios sísmicos que se realizan simultáneamente en cañones submarinos cercanos donde estaban concentradas estas especies (Guerra et al., 2004; 2011). Dos especímenes sufrieron extensos daños de las fibras musculares internas, las branquias, los ovarios, el estómago y el tracto digestivo. Otros calamares probablemente estaban desorientados debido a daños extensos en sus estatolitos. Daños al epitelio sensorial también se observó en cuatro especies de cefalópodos costeros (*Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*, *Illex coindetii* y *Octopus vulgaris*) por exposición a dos horas de barridos de baja frecuencia al 100% de servicio (André et al., 2011; Solé, 2012; Solé et al., 2013). Fewtrell y McCauley (2012) también informaron que el calamar *Sepioteuthis australis*, expuesto a los pulsos sísmicos de una sola fuente de aire comprimido de 156- 161 dB re 1 μPa RMS mostraron reacciones de alarma, tales como descargas del saco de tinta o escape con propulsión a chorro, tras pulsos sísmicos repentinos con niveles recibidos de 174 dB RMS re 1 μPa , aunque las descargas fueron menores si el incremento de nivel se realizó de forma gradual.



Otra especie de calamar expuesta al ruido de las fuentes de energía sísmica mostró señal de alarma a 156-161 dB 1μPa RMS y una fuerte respuesta de sobresalto que implica la eyección de tinta y la natación rápida a 174 dB re 1μPa RMS (McCauley et al., 2000b). Estos autores sugieren que el umbral de comportamiento para el calamar es 161-166 dB 1μPa RMS.

3.3.1.5 Importancia del impacto

Las comunidades de peces (en sus diferentes estadíos) pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica en forma directa por la lesión a nivel individual o el desplazamiento temporal de estas especies hacia zonas menos disturbadas.

Según el Análisis de Sensibilidad Ambiental realizado (Capítulo 7 – Parte 1), los grupos de peces que se conoce están presentes en el área de influencia del proyecto incluyen especies con baja y moderada sensibilidad, en función de los criterios biológicos (incluida la sensibilidad auditiva, la actividad estacional, la distribución y el nicho trófico), ecológicos, de conservación y de interés pesquero analizados.

Los antecedentes científicos recopilados señalan que, si bien la sísmica afecta al comportamiento de los peces cerca de la fuente, la magnitud de este efecto no generaría cambios a largo plazo en el tamaño de las poblaciones de peces.

La modelación acústica establece que la condición más exigente (peces con vejiga natatoria) que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces, se encuentra para el presente proyecto en un radio de 263 metros de la fuente considerando la situación más conservativa (Profundidad máxima uniforme - Azimut 90°).

Al respecto, las medidas de mitigación existentes asociadas con el proyecto incluyen el uso de un protocolo de aumento gradual al comienzo de cada línea de adquisición de datos, en el que el sonido se va incrementando gradualmente a lo largo de un período de tiempo. Los niveles de sonido también aumentarán y disminuirán lentamente a medida que los buques se muevan. Esto permitiría que los peces con capacidad de evitación en las cercanías de la fuente de sonido se alejen antes de que los niveles de sonido se vuelvan perjudiciales. Por lo tanto, el riesgo de lesiones para los peces individuales es bajo y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas, en particular teniendo en cuenta que casi todas las especies identificadas en el área de influencia del proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma.

En cuanto a la actividad reproductiva, dentro de las 63 especies de peces analizadas, la zona de prospección se superpone con el área de reproducción de los Rajiformes (excepto *Amblyraja spp.*), Squaliformes, Carcharhiniformes y la sardina fueguina y no se puede descartar que coincida con el área de reproducción del róbalo y alguna de las especies de otros órdenes (Pleuronectiformes, Scorpaeniformes, Ophidiiformes, Perciformes y Scombriformes) debido a la falta de información sobre las mismas. En el caso de los Rajiformes, Squaliformes, Carcharhiniformes el periodo reproductivo presenta baja sensibilidad dado que el mismo es extenso y las especies tienen una amplia distribución.



El periodo reproductivo de las especies Scorpaeniformes, Ophidiiformes, Perciformes y Scombriformes, es estacional, y en el caso de los Pleuronectiformes y el Róbalo, además tienen una distribución más acotada, por lo cual podría superponerse temporalmente con el proyecto al comienzo del mismo (se estima que la actividad sísmica se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024, en tanto que la mayoría de las especies tiene su periodo reproductivo hacia fines del invierno e inicios de primavera). La sardina fueguina es una especie clave en el ecosistema marino por su rol en la cadena trófica, aun siendo abundante en el área de influencia del proyecto también posee una amplia distribución. El área de influencia del proyecto se superpone con el área de reproducción de la sardina fueguina, si bien no es un área exclusiva de reproducción. Según Cousseau et al, (2013) se han reconocido dos áreas de puesta de la sardina fueguina una se localiza en la región costera malvinense y la otra, en primavera y principios de verano se extiende prácticamente a toda el área de distribución costera patagónica.

Cabe destacar que el área de prospección sísmica no se superpone con el área de reproducción de las especies de peces óseos de reconocida importancia en la región sur: merluza de cola, bacalao austral, merluza austral, abadejo, merluza negra, polaca y savorín.

En tanto que para los estadíos tempranos de vida (huevos y larvas) que no pueden evitar la onda de presión sonora, la bibliografía recopilada indica que el daño está acotado a las zonas muy cercanas a la fuente (menos de 5 metros), por lo que la mortalidad es tan baja que se puede considerar que tiene un impacto despreciable a nivel poblacional. En este sentido, cabe señalar que el área de influencia del proyecto no se superpone con una zona de alta densidad de ictioplancton.

Por su parte, los antecedentes relevados señalan que no se ha observado mortalidad de cefalópodos directamente asociados con la exposición a estudios sísmicos, aunque es posible que presenten comportamientos de evitación en un área de influencia acústica acotada a las cercanías de la fuente de energía sísmica. Dado que el área de influencia del proyecto es marginal para su distribución y no posee valor crítico para la reproducción o cría de este grupo, el impacto de las exploraciones sísmicas en el área de influencia del proyecto será bajo a nivel poblacional.

De acuerdo con la metodología de valoración de impactos ambientales propuesta, en relación a los peces, el impacto debido a las actividades de prospección será de intensidad media considerando que algunos de los grupos ictícolas presentan sensibilidad moderada debido a factores como su sensibilidad auditiva o en relación al desarrollo de etapas de vida sensibles en el área de influencia del proyecto. En este sentido, las lesiones a nivel individual de los peces podrán registrarse en un espacio acotado a las proximidades de la fuente y por lo tanto pueden presentar un riesgo bajo a nivel poblacional (y mitigable considerando la medida de aumento gradual). Considerando el desplazamiento a zonas menos disturbadas, el impacto será de extensión parcial, de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serían los desplazamientos hacia zonas menos disturbadas, lo que retomará su estado inicial al finalizar las tareas de adquisición. El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por ejemplo en el caso de alteración temporal de sus fuentes de alimentación - peces, invertebrados-); se considera para la evaluación el impacto directo ya que constituiría la peor condición, en tanto que no se prevén afectaciones significativas sobre los niveles inferiores de la trama trófica que incidan sobre este componente. Se supone que el carácter exploratorio asociado a las emisiones será por única o escasas veces y se lo califica de irregular. Por definición los impulsos sísmicos producen un efecto acumulativo sobre los peces. Todo esto hace que **Importancia del Impacto (I) de la Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) sobre la fauna ictícola queda calificada como moderada.**



La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del Impacto (I) resultante de acuerdo a la metodología matricial implementada (ver Punto 4.1) se presenta en la Tabla 13.

En relación a los **cefalópodos**, como se mencionó anteriormente, el impacto será de baja intensidad a nivel poblacional, puntual y recuperable. El resto de los criterios de valoración resultan idénticos a los mencionados para peces, por lo tanto, el **impacto de la Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)** resultaría de **baja importancia**. En la matriz se presenta el impacto de mayor importancia referido al grupo de los peces.

3.3.2 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)

3.3.2.1 Emisiones sonoras de los buques

Anteriormente, en el punto 3.2.3.1, se describieron las emisiones sonoras que se asocian al funcionamiento de los buques involucrados en el proyecto. A continuación se evalúa como esas emisiones podrían afectar a la fauna íctica y cefalópodos presentes en el área de influencia del proyecto.

Los niveles de las fuentes sonoras de los buques por debajo de los que pueden causar mortalidad, daños fisiológicos/anatómicos o pérdida de audición pueden inducir respuestas de comportamiento como la evitación, la alteración de la velocidad y la dirección de natación y la alteración del comportamiento de cardumen (Sarà et al., 2007). Además, este ruido puede enmascarar sonidos que afectan a la comunicación entre los peces (Purser y Radford, 2011). Aunque el ruido de las embarcaciones aumentaría en el Área Operativa Sísmica (AOs) como resultado del desarrollo del mismo, se espera que los efectos negativos en el comportamiento de los peces sean a corto plazo y estén localizados en las zonas donde se concentra el aumento de la actividad. Teniendo en cuenta el escaso número de buques asociado a las actividades del proyecto dentro del **AOs** y en la presunción de que los individuos o grupos de peces y cefalópodos presentes en el área pueden estar familiarizados con los diversos y frecuentes ruidos relacionados con los buques, se espera que lo **Importancia del Impacto (I) de las Emisiones sonoras de los buques sobre los peces y cefalópodos sea de muy baja importancia**.

3.3.3 Derrame de combustible

Anteriormente, en el punto 3.2.4, se describieron los derrames de combustible plausibles de asociar al proyecto bajo estudio. A continuación se evalúa como estos eventos accidentales podrían afectar a la ictiofauna y cefalópodos presentes en el área de influencia del proyecto en el caso de su ocurrencia.

En el océano abierto, la mayoría de las especies pelágicas son muy móviles y los peces demersales viven a una profundidad relativamente grande en la columna de agua, por lo que es poco probable que entren en contacto con los derrames de la superficie. Los peces generalmente no emergen a la superficie del mar, sin embargo, es posible que los individuos se alimenten en la misma. Dado el limitado período de presencia de una mancha de diésel después de un vertido y su limitada extensión areal, los impactos para las especies de peces por ingestión se consideran poco significativos.



En la columna de agua los hidrocarburos disueltos pueden afectar físicamente a los peces si su exposición se produce durante un periodo prolongado (de semanas a meses). La asfixia por el recubrimiento de las branquias puede provocar efectos letales y subletales por la reducción del intercambio de oxígeno, y el recubrimiento de las superficies corporales puede provocar una mayor incidencia de irritación e infección. Los peces también pueden ingerir gotas de combustible o alimentos contaminados, lo que provoca una reducción del crecimiento. Los efectos serán mayores en los primeros metros superiores de la columna de agua y en las zonas cercanas al origen del derrame, donde es probable que las concentraciones de combustible sean más elevadas, por lo que no se espera que las comunidades de peces demersales se vean afectadas.

La fracción soluble en agua (fase disuelta) que contiene la fracción aromática es el componente más importante a la hora de evaluar los impactos en los peces. El MGO (gas oil marino -diesel-) tiene bajos niveles de aromáticos que se evaporan rápidamente luego del derrame (~24 horas), y las especies de peces, si se exponen, necesitarían tiempos de exposición sustancialmente largos (por ejemplo, 96 horas) para que se produzcan impactos.

En cuantos a los huevos y larvas de peces, existe la posibilidad de que se produzca una mortalidad localizada de los mismos debido a la reducción de la calidad del agua y a la toxicidad. Los huevos, las larvas y los peces jóvenes son comparativamente más sensibles al combustible (en particular a los hidrocarburos dispersos), como se ha demostrado en las pruebas de toxicidad en laboratorio; sin embargo, no hay registros de casos que sugieran que la contaminación por combustible tenga efectos significativos en las poblaciones de peces en mar abierto. Esto se debe, en parte, a que cualquier muerte de peces jóvenes inducida por el combustible suele ser de poca importancia en comparación con las pérdidas naturales de cada año por depredación natural y dado que los peces desovan en grandes áreas (PGS, 2018).

No se estima que los peces pelágicos que nadan libremente sufran daños a largo plazo por la exposición al derrame de combustible porque no se espera que los hidrocarburos disueltos en el agua sean suficientes para causar daños (ITOPF, 2010). Dada la limitada presencia espacial y temporal del derrame y el limitado número de peces potencialmente afectados, el impacto se evalúa como moderado.

No se espera que los impactos sobre los huevos y las larvas distribuidos en la columna de agua superior sean significativos dado el período temporal de deterioro de la calidad del agua y la extensión limitada del área afectada por el derrame. Dado que la dispersión de huevos/larvas está ampliamente distribuida en las capas superiores de la columna de agua, se espera que la deriva inducida por la corriente reemplace rápidamente cualquier población afectada por el combustible. El impacto se evalúa como moderado.

Al igual que para los peces, el diésel marino es tóxico para los invertebrados, y en determinadas circunstancias el contacto con un derrame de este combustible puede resultar letal. Durante la duración de un derrame de este tipo, las especies y las etapas de la vida que residen en la parte superior de la columna de agua son las que corren más riesgo de entrar en contacto con el combustible derramado. Sin embargo, los pequeños vertidos en aguas abiertas asociados a las transferencias de combustible se espera que tengan una extensión espacial limitada, y también una limitada duración siendo que se dispersan rápidamente y los componentes volátiles se evaporan. De este modo, si bien la gravedad o intensidad del impacto en zonas localizadas dependería de la ubicación del suceso, se espera que el **impacto** resulte de entre baja y **moderada importancia**. En la matriz se considera la situación más desfavorable (importancia moderada).



3.3.4 Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían de muy baja importancia en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido el **impacto sobre la fauna ictícola y cefalópodos se considera de igual manera de muy baja importancia.**

3.4 COMUNIDADES BENTÓNICAS Y PLANCTON

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las comunidades bentónicas y planctónicas presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Derrames de combustible; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

En cuanto a la presencia del equipo o cables sísmicos (*streamers*), es dable señalar que dado que el mismo se remolcará a una profundidad máxima de 12 de la superficie del agua, no hay posibilidades de que el equipo tenga repercusiones en los hábitats o las especies bentónicas.

3.4.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

3.4.1.1 Efectos de las operaciones sísmicas sobre las comunidades bentónicas y el plancton

Las respuestas conductuales de los invertebrados al movimiento de las partículas de la estimulación de baja frecuencia han sido medidas por numerosos investigadores (revisados en McCauley, 1994). Se informa de respuestas de no evasión por parte de los invertebrados de libre distribución (crustáceos), equinodermos y moluscos de las zonas de arrecifes sometidas a ondas sísmicas (Wardle et al., 2001). Para los invertebrados marinos, la exposición a la baja frecuencia del sonido puede causar daños anatómicos, aunque la investigación es limitada. Aunque muchos de los invertebrados no pueden sentir la presión de una onda de sonido o el componente de menor amplitud de los sonidos de alta frecuencia, los sonidos de baja frecuencia y alta amplitud pueden ser detectados a través de la mecano-receptores, particularmente en el campo cercano de tales fuentes de sonido (McCauley, 1994).



Los estudios científicos que han examinado los efectos de los estudios sísmicos en las vieiras (Parry et al., 2002; Harrington et al., 2010; Aguilar de Soto et al., 2013; Day et al., 2016), no han indicado que la sísmica puede causar una mortalidad catastrófica o a corto plazo en las vieiras con escenarios de exposición realistas. Harrington et al. (2010) evaluaron vieiras (*Pecten fumatus*) antes y dos meses después de la exposición a una fuente de energía con una presión de operación de 2000 psi. No encontraron evidencia de impactos a corto o largo plazo en la supervivencia o la salud de los adultos. Przeslawski et al. (2016) tampoco registraron ningún impacto de la exposición sísmica en el adulto dos meses después de la exposición al sonido máximo de niveles de exposición de 146 dB re 1 μ Pa².s. Day et al. (2016) encontraron que la exposición a una fuente sísmica (191 – 213 dB re 1 μ Pa p-p) no causó ninguna incidencia de mortalidad masiva inmediata, sin embargo, la exposición repetida (54 - 393 impulsos sonoros) aumentó significativamente la mortalidad, y el riesgo de mortalidad aumentó significativamente con el tiempo.

Sin embargo, se ha registrado sensibilidad a los sonidos de baja frecuencia para la langosta *Homarus americanus* (y varias otras especies de invertebrados (Packard et al., 1990; Turnpenny y Nedwell, 1994). Asimismo, se han observado efectos letales y subletales bajo condiciones experimentales en las que los invertebrados fueron expuestos a las fuentes de aire comprimido hasta cinco metros de distancia. Estas incluyen la reducción de las tasas de crecimiento y reproducción y cambios de comportamiento en los crustáceos (DFO, 2004; McCauley, 1994; McCauley et al., 2000b). En el cangrejo de las nieves (*Chionoecetes opilio*) en la costa atlántica del Canadá, por ejemplo, no se apreció daño fisiológico, pero sí en los efectos en el desarrollo de los huevos fertilizados a 2 m de distancia (Christian et al., 2003) con efectos de retraso en el desarrollo del embrión, la existencia de larvas más pequeñas, e indicaciones de una mayor pérdida de patas. Sin embargo, no se observó una mortalidad aguda o a largo plazo ni tampoco cambios en la supervivencia de los embriones o en la movilidad de las larvas después de la eclosión (DFO, 2004).

Por otro lado, Day et al. (2016) encontraron que la exposición a las armas de aire causó daños en los estatocistos en langostas de roca hasta un año después. Sin embargo, no se detectaron tales efectos en los cangrejos de nieve después de la exposición a 200 impulsos sonoros a intervalos de 10 s y 17- 31 Hz) (Christian et al., 2003). Por lo tanto, los resultados dispares entre estos estudios parecen deberse a las diferencias en los niveles de exposición al sonido y la duración, en algunos casos debido a la interferencia del tanque, aunque las diferencias específicas de los taxones en cuanto a la vulnerabilidad física al estrés acústico no puede ser descontada. Un bivalvo, *Paphia aurea*, mostró estrés acústico como se evidencia con la hidrocortisona, niveles de glucosa y lactato cuando se someten a un ruido sísmico (Moriyasu et al., 2004). Las tasas de captura también disminuyeron con la exposición al ruido sísmico el gasterópodo *Bolinus brandaris* (Moriyasu et al., 2004). Se observó que las vieiras comerciales (*Pecten fumatus*) y las vieiras de pasta (*Mimachlamys asperima*) procedentes de muestras de dragado e imágenes in situ tenían una gran variabilidad en cuanto a su abundancia y tamaño entre lugares y períodos de tiempo, pero esto no estaba relacionado con el estudio sísmico, ni se observó mortalidad de vieiras atribuible al estudio sísmico (Przeslawski et al., 2016). En Nueva Zelanda, larvas de vieira, *Pecten novaezelandiae*, expuesto a reproducciones de pulsos de baja frecuencia en el laboratorio mostraron importantes retrasos en el desarrollo y el cuerpo desarrollado anormalidades (Aguilar de Soto et al., 2013). En el Anexo I a este Capítulo se resume varios impactos en diferentes taxones de invertebrados.

En relación con el plancton, estudios experimentales han establecido que se producen daños severos o muerte sólo en una radio de pocos metros alrededor de las fuentes de emisión de energía de aire comprimido, donde los niveles de energía son máximos.



Respecto al zooplancton, se conoce poco acerca del efecto del ruido sísmico en estos organismos dado que carecen de estructuras auditivas, aunque son sensibles a cambios de presión y sus cuerpos generalmente tienen la misma densidad que el agua circundante.

McCauley et al. (2017) cuantificaron los impactos del zooplancton (abundancia y recuento de zooplancton muerto en relación con el total) antes y después de la exposición experimental a una prospección sísmica simulada con una única fuente de aire comprimido (150 in³ a una presión de funcionamiento de 2000 psi). Se emplearon técnicas bioacústicas para identificar los cambios en la distribución del zooplancton y se utilizaron muestras de red para estimar el cambio en la abundancia del zooplancton y la proporción de zooplancton muerto tras la exposición a la descarga de la fuente de aire comprimido. Se registró que la exposición experimental al ruido simulado de una fuente de aire comprimido provocó la disminución en la abundancia de zooplancton, y causó un aumento en la mortalidad de adultos y larvas de un nivel natural del 19%/día a un 45%/día, siendo en las larvas del krill del 100%. Esta mortalidad se observó hasta el rango máximo de 1,2 km muestreado, muy superior al previamente supuesto de 10 m, invalidando así la idea convencional de impacto limitado y localizado. En este estudio, los copépodos dominaron el mesozooplancton (0,2-20 mm) y no se evaluaron los impactos sobre el microzooplancton (0,02-0,2 mm) o el macrozooplancton (> 20 mm) (Richardson et al., 2017). El movimiento y la falta de detalles sobre la mezcla de la masa de agua, la advección y el conjunto de corrientes por encima de los flujos de marea a través de la zona de estudio dificultaron la interpretación de los resultados (Richardson et al., 2017) y no permitieron sacar conclusiones sobre la diferencia en la abundancia de zooplancton entre el Día 1 y el Día 2 (McCauley et al., 2017). Aunque no se pudo establecer la causa de la mortalidad, los autores sugieren que podría tener que ver con “Pelos sensoriales” que utilizan como mecanorreceptores sensoriales. Al perderse o dañarse esta estructura podrían no morir inmediatamente después de la exposición sino perder aptitud física y, por ende, tener un mayor riesgo de depredación a través del tiempo, así como verse afectada su orientación para las migraciones en vertical que realizan.

Richardson et al. (2017) analizaron, mediante una modelización, el impacto de las prospecciones sísmicas sobre el zooplancton en la plataforma del Noroeste de Australia. Los resultados arrojaron que existiría un impacto sustancial de la actividad sísmica en las poblaciones de zooplancton en una escala local dentro o cerca del área de la prospección, con una disminución máxima del 22% en las poblaciones de zooplancton en el área de afectación directa y 14% dentro de los 15 km del área de la realización de la sísmica. Sin embargo, a escala regional los impactos fueron mínimos: 2% en 150 km, y no discernible a mayor escala. También se encontró que el tiempo para que la biomasa del zooplancton se recuperara a una prospección sísmica dentro del área de afectación directa y hasta los 15 km fue sólo 3 días después de la finalización de las tareas. Las poblaciones de zooplancton se recuperaron rápidamente después de la exposición sísmica debido a su rápida tasa de crecimiento, y a la dispersión y mezcla de poblaciones desde dentro y fuera del área.



Más recientemente, Fields et al. (2019) expusieron zooplancton cautivo (copépodos *Calanus finmarchicus*) a pulsos sísmicos a varias distancias de hasta 25 m de una fuente sísmica. Los niveles de la fuente producidos se estimaron en 221 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$, comparables a los niveles de la fuente de campo lejano asociados a algunos estudios sísmicos a escala real. El estudio observó un aumento de las tasas de mortalidad inmediata de hasta el 30% de los copépodos en las muestras situadas a distancias de 5 m o menos de las fuentes en comparación con los controles. La mortalidad una semana después de la exposición fue significativamente mayor en un 9% en relación con los controles en los copépodos colocados a 10 m de las fuentes de aire comprimido. Los autores también informaron que no se produjeron efectos subletales a ninguna distancia superior a 5 m de la fuente sísmica. Los resultados del estudio indican que los efectos potenciales de los pulsos sísmicos para el zooplancton se limitan a una distancia de aproximadamente 10 m de la fuente sísmica. Fields et al. (2019) también señalan que las conclusiones del estudio de McCauley et al. (2017) son difíciles de conciliar con el conjunto de otras investigaciones disponibles y, por lo tanto, pueden proporcionar una estimación excesivamente conservadora de los posibles efectos de los pulsos sísmicos en el zooplancton.

3.4.1.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, tanto para el componente de bentos como para el plancton, para el área de influencia del proyecto no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas ni endemismos.

Las especies que integran el fitoplancton no se consideran especialmente sensibles para este tipo de proyectos y las zonas de máxima producción se superponen marginalmente con el área de influencia (AID + AII) del proyecto.

En relación al zooplancton, si bien el área de influencia directa (AID) no se superpone con altas densidades o frentes de máxima productividad, se registran en primavera-verano altas concentraciones de biomasa zooplanctónica principalmente de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii*. Estas especies son eslabones fundamentales en las redes tróficas. Por todo esto, se considera que el zooplancton presenta una sensibilidad intermedia durante los momentos de máxima productividad, es decir durante las estaciones de primavera y verano y baja durante el resto del año (otoño e invierno).

En cuanto a las comunidades bentónicas el área de influencia del proyecto presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año, siendo que resulta una muestra empobrecida de lo que ocurre a mayores profundidades. Los crustáceos decápodos constituyen uno de los grupos más conocidos, principalmente por su interés comercial. El más destacado en el área de influencia (AID + AII) del proyecto es la centolla patagónica *Lithodes santolla*.

Por su interés pesquero y ecológico, la sensibilidad de la centolla patagónica fue analizada de manera particular. De acuerdo a los resultados del Análisis de Sensibilidad Ambiental (Capítulo 7 – Parte 1), la misma fue calificada igualmente con sensibilidad moderada a la exploración sísmica. Esta especie presenta una elevada densidad poblacional a lo largo de todo el año en el área de influencia (AID + AII) del proyecto, con superposición de sus áreas de muda en invierno y reproducción y cría de juveniles en verano. Estas áreas no son exclusivas de la zona del proyecto, ya que hay núcleos de alta densidad también en la zona del Golfo San Jorge y en el Área central patagónica (Bahía Grande y Puerto San Julián). Los ejemplares más pequeños se distribuyen principalmente en sectores costeros del norte de Golfo San Jorge y Bahía Camarones y en áreas próximas al extremo sur del Golfo (Allega et al., 2020).



El comportamiento reproductivo, la biología larval y los primeros estadios de la especie *Lithodes santolla* son aspectos aún poco conocidos en el mar argentino (Lovrich 1997; Lovrich et al., 2014). La ausencia de larvas en los muestreos realizados en el Canal Beagle con redes planctónicas durante 2 años consecutivos y la disposición de las larvas en el fondo de los acuarios cuando son mantenidas en el laboratorio, hacen suponer que las larvas de esta especie tienen hábitos bentónico-demersales, tal como se supone que también sucede con las larvas de *Lithodes aequispina*. En este sentido, se remite en todo caso a lo evaluado bajo el punto 3.3.1.5 en relación a los estadios larvales, donde se indica que la bibliografía recopilada señala que el daño está acotado a las zonas muy cercanas a la fuente (menos de 5 metros), por lo que la mortalidad es tan baja que se puede considerar que tiene un impacto despreciable a nivel poblacional.

En relación al grupo de organismos bentónicos, se debe tener en cuenta que el buque sísmico operará siempre en aguas con profundidades entre 30 y 120 metros. En consecuencia, considerando que la bibliografía revisada señala que estos organismos pueden verse afectados en el campo cercano a las fuentes de sonido (5 metros de distancia) y que estas fuentes se ubicarán a una profundidad de 5 a 7 metros, no se prevé una afectación de este componente.

De acuerdo a lo antedicho, el impacto debido a las actividades de prospección se relaciona únicamente con la afectación del zooplancton (excluyendo la afectación de los huevos y larvas de peces que fue evaluada anteriormente – ver punto 3.3.1.3 -), el cual será de intensidad media teniendo en cuenta que la oferta de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii* no se limita a este sector y que las especies que la demandan se mueven en una amplia área de acción. Se considera que el impacto para el zooplancton en la columna de agua es a lo sumo parcial dado que como se mencionó, los efectos significativos podrán darse en todo caso dentro del área acotada en la que se encuentre operando la fuente sísmica. Como se describe en Richardson et al. (2017) las comunidades de zooplancton pueden comenzar a recuperarse durante la prospección, de modo que no se prevé una disminución continua del zooplancton durante toda la prospección y partes de la zona de estudio se repondrían a medida que avanza la sísmica. El momento del impacto es inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico, mientras que el efecto sería directo. Se supone que el carácter exploratorio asociado a las emisiones será por única o escasas veces y se lo califica de irregular. Todo esto hace que la **Importancia del Impacto (I) de la Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) sobre el plancton queda calificada como baja.**

En función de la baja afectación de este componente, se descarta que pueda existir un efecto negativo sobre los peces, aves y mamíferos marinos cuyo sustento alimenticio está conformado por estas comunidades.

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del Impacto (I) resultante de acuerdo a la metodología matricial implementada (ver Punto 4.1) se presenta en la Tabla 13.

3.4.2 Derrames de combustible

En el punto 3.2.4 se describieron los derrames de combustible plausibles de asociar al proyecto bajo estudio. En el caso de los pequeños derrames que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, existe la posibilidad de que los niveles tróficos inferiores queden expuestos a ellos.



Los invertebrados bentónicos suelen estar protegidos de la contaminación directa por combustible por su naturaleza flotante, aunque la profundidad de penetración del combustible en la columna de agua depende de la turbulencia. Dado que estas especies viven a una profundidad relativa en la columna de agua y es poco probable que entren en contacto con derrames en la superficie o se espongan al combustible dispersos en la columna de agua, no se espera que un derrame superficial de diésel de tamaño limitado afecte a esta fauna.

En cuanto al plancton, la exposición al combustible en la superficie o en la columna de agua puede provocar cambios en la composición de las especies, con disminuciones o aumentos de una o más especies o grupos taxonómicos. El fitoplancton también puede experimentar una disminución de las tasas de fotosíntesis (Goutz et al., 1984; Tomajka, 1985). En el caso del zooplancton, los efectos directos de la contaminación pueden incluir la asfixia, los cambios de comportamiento o los cambios ambientales que los hacen más susceptibles a la depredación (Chamberlain y Robertson, 1999).

El combustible disperso puede provocar impactos letales y subletales en una parte del plancton de la zona afectada cuando se superan los umbrales de concentración superficial o dispersión en la columna de agua. No obstante, dado que el plancton se distribuye de forma amplia pero irregular y se dispersa en la superficie de la columna de agua, se espera que la deriva inducida por la corriente reemplace rápidamente cualquier población afectada por el derrame (ECOS, 2001). Una vez que se restablezcan las condiciones de calidad del agua de fondo, las comunidades planctónicas se restablecerán rápidamente debido a la alta rotación de la población y al corto tiempo de generación que amortigua el potencial de disminución de la población a largo plazo (ITOPF, 2011).

Sobre la base de las limitadas áreas afectadas temporalmente por el combustible superficial y disperso, los impactos son a corto plazo (con recuperación en la escala de tiempo de días a semanas), recuperables y no se espera que tengan un impacto elevado en las poblaciones de plancton (la **Importancia del Impacto (I)** resulta **moderada**).

3.4.3 Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos no peligrosos / peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían de muy baja importancia en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido el impacto sobre las comunidades bentónicas y planctónicas se consideran de igual manera de **muy baja importancia**.



3.5 AVES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las aves presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a riesgo de colisión);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones lumínicas de los buques y las emisiones sonoras de los buques);
- Derrames de combustible; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.5.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

Se considera que las aves son, en general, más tolerantes a los ruidos antropogénico que los mamíferos. Los efectos del ruido en aire incluyen daños en el sistema auditivo y respuestas comportamentales. En aire exposiciones continuas a ruidos por niveles encima de 90-95 dB SPL causan TTS y por encima de 110 dB (a) SPL pueden provocar PTS (Dooling y Therrien, 2012).

Las aves marinas son especies anfibia, que tienen que escuchar en medios que poseen enormes diferencias en impedancia acústica. La mayoría de las aves marinas pasan la mayor parte de su vida en el mar. Los mecanismos para escuchar en cada medio pueden ser distintos, ya que poseen adaptaciones anatómicas para escuchar bajo el agua.

Si bien, la literatura general menciona que los posibles efectos de las actividades sísmicas sobre las aves marinas incluirían: (i) perturbación de las actividades usuales de alimentación, cría y patrones de migración; (ii) limitaciones en la alimentación debido a los efectos de los pulsos sísmicos sobre los peces que constituyen el alimento de las aves, y; (iii) afectaciones físicas de las aves que pasan mucho tiempo sumergidas en busca de alimento, existe una enorme carencia de información sobre observaciones de efectos fisiológicos y comportamentales de las aves marinas, en particular en relación a las prospecciones sísmicas.

Se presentan a continuación elementos específicos para la evaluación de impactos sobre las aves marinas, siguiendo la agrupación realizada respecto a las profundidades y la información disponible sobre la audición.



3.5.1.1 Efectos del sonido sobre las aves marinas

Buceadores de profundidad (P)

Al respecto, en los '80s se aplicaban técnicas de amedrentamiento para disminuir la mortalidad de pingüinos por detonaciones de explosivos subacuáticas durante operaciones de construcción o acceso portuario, como así también distribución y preparación de las cargas explosivas para que la mayor parte de la onda se dispersara en el aire. Cooper (1982) y Brown y Adams (1983) relatan que el uso de fuegos artificiales en el Océano Índico del tipo ensordecedor previo a las detonaciones funcionaba para espantar los pingüinos que estaban en las vecindades o flotando en la superficie, pero no para los que venían nadando por el fondo, que quedaban flotando inconscientes en la superficie y al recuperarse mostraban signos de concusión y falta de coordinación muscular, un indicador de PTS.

Los pingüinos se caracterizan por que su alimentación se realiza completamente bajo el agua. Emiten vocalizaciones desde la superficie mientras se desplazan entre sitios y también bajo el agua para alimentarse con ciertas presas (Thiebault et al., 2019; Sørensen, 2020), un comportamiento asociado posiblemente a la formación o cacería en grupos.

Pichegru et al. (2017) estudiaron las respuestas comportamentales del pingüino africano (*Spheniscus demersus*), antes, durante y luego de prospecciones sísmicas 2D realizadas dentro de un radio de 100 km de sus colonias reproductivas, mediante uso de GPS y los compararon con registros multianuales de la misma población. Los pingüinos buceaban en promedio a 30 m de profundidad, con inmersiones de hasta 3 minutos, en un rango de 30 – 40 km de sus colonias. Los pingüinos mostraron comportamiento de evasión fuerte de sus áreas de alimentación habituales durante la actividad sísmica, alimentándose significativamente más lejos del buque sísmico mientras este estaba en operación. Las aves revirtieron su comportamiento normal cuando cesaron las operaciones, aunque se desconoce si hubo efectos a largo plazo sobre el sistema auditivo de las aves. Los autores consideran que el comportamiento de evasión se debería probablemente a que los sonidos emitidos por los buques son ruidos molestos, disturbios, ya que en las prospecciones con ecosonda no registraron disminuciones de abundancia de sus peces presa. Los autores postulan que las actividades de prospección sísmica afectarían las comunicaciones grupales. En función de este estudio, teniendo en cuenta que los pingüinos son especies vulnerables a la extinción, y que las colonias muestran gran variabilidad en sus números poblacionales (e incluso muchas están disminuyendo debido a incrementos en lluvias y otros fenómenos climáticos y a problemas de interacción con las pesquerías), los autores recomiendan restringir las actividades de prospección sísmica a más de 100 km de las colonias reproductivas.

Se sabe que el éxito reproductivo del pingüino patagónico se relaciona con la distancia de la colonia al lugar de alimentación de los adultos, menor de 180 km y máxima a menos de 70 km (Boersma y Rebstock, 2009).

Para el pingüino penacho amarillo que anida en Isla de los Estados se conoce que fuera de la época de cría (invierno) suelen hacer viajes que en promedio no superan las distancias de 100 km de su área de anidación (Pütz et al., 2006).



Buceadores superficiales (B)

En este grupo se destacan los petreles buceadores que son aves de pequeño tamaño, especializados en preda mesozooplankton, particularmente eufáusidos y copépodos (Reid et al., 1997). Una parte significativa del día la pasan bajo el agua persiguiendo a sus presas, con valores promedio de 76 inmersiones por hora (Dunphy et al., 2015). Difieren de otros Procellariiformes en que durante la época de cría realizan viajes locales de alimentación que duran todo el día, alejándose a no más de 45 km en distancia lineal de la colonia y regresando a la noche (Dunphy et al., 2020).

No buceadores (NB)

Rubio et al. (2015) realizaron observaciones de aves marinas durante una campaña de prospección sísmica en una región próxima, aguas afuera del Río de la Plata. No encontraron relación entre la abundancia de aves marinas y la distancia al buque de prospección, pero estos resultados pueden interpretarse como sesgados ya que la observación de aves se hacía en paralelo durante las actividades de pesca, y casi la mayor abundancia de especies registradas correspondía a especies de este tipo.

Un estudio realizado muy cerca del área del proyecto (Seco Pon et al., 2019) evaluó la relación entre la abundancia de aves marinas y las distintas fases de una operación sísmica 3D destinada a la localización de yacimientos petrolíferos en alta mar frente a las costas de Tierra del Fuego, puntualmente en la Cuenca Austral, mediante observaciones directas realizadas en el puente de la embarcación siguiendo el método de transecta lineal para embarcaciones propuesto por Tasker et al. (1984). Las aves marinas resultaron más abundantes durante operaciones de exploración en ausencia de actividad de prospección sísmica (i.e., las fuentes de aire comprimido no se encontraban activas). Esto también sucedió cuando se consideraron dos grupos de aves marinas con hábitos de alimentación contrastante (buceadores y zambullidores superficiales/carroñeros). Este estudio proporciona evidencia de un comportamiento de evasión por parte de un ensamble de aves marinas a los sonidos generados por actividades antropogénicas en el mar argentino. Los resultados obtenidos en este estudio pueden ser explicados por un disturbio directo debido al sonido generado por la operación sísmica o por un cambio en la distribución de presas (principalmente peces e invertebrados) durante dicho periodo; esto último posiblemente debido a la actividad de prospección sísmica. Sin embargo, el señalado estudio no puede diferenciar estos dos efectos.

3.5.1.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, el área de influencia del proyecto es muy importante para las aves marinas durante todo el año, observándose el mayor número de especies durante los meses de primavera y verano. Si bien el Área Operativa Sísmica (AOs) no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras cercanas (aunque fuera de la zona de influencia directa del proyecto), siendo el área de reproducción más próxima Cabo Vírgenes ubicada a aproximadamente 70 km del Área Operativa Sísmica (AOs). En este sentido el área de influencia del proyecto se considera de media-alta (dependiendo de las especies) sensibilidad para las aves. Para la misma, se contabilizaron 55 especies potencialmente presentes de aves marinas, de las cuales 6 fueron calificadas con sensibilidad elevada y el resto con sensibilidad media (ver Análisis de Sensibilidad Ambiental – Capítulo 7 – Parte 1).



Como fuera mencionado, la zona denominada Aguas al Este de la Isla de Tierra del Fuego, zona que se superpone con el área de influencia del proyecto, se destaca como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados, por lo que ha sido definida como “sitio candidato” a ser considerado Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Según la información bibliográfica recolectada, se infiere que las aves marinas pueden dar cuenta fundamentalmente de cambios en el comportamiento durante la etapa de sonorización los cuales se revertirían cuando cesan las operaciones. Las investigaciones más recientes sugieren que se producen respuestas fundamentalmente conductuales de desplazamiento o evitación, pero el mismo puede ser dependiente de la respuesta de sus presas. Dado que los efectos del proyecto sobre los componentes de plancton y peces de los que la avifauna se alimenta, serán en todo caso temporales, esta respuesta de comportamiento podrá ser, a lo sumo, también temporal. En el caso del grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos, la bibliografía disponible señala que el comportamiento de evitación de sus áreas de alimentación podría deberse a que los impulsos sonoros provenientes de fuentes sísmicas interfieran con sus comunicaciones grupales.



De acuerdo a la metodología adoptada para la evaluación ambiental, el impacto debido a las actividades de prospección podría considerarse de intensidad alta considerando que la bibliografía consultada señala que la sonorización sísmica produce fundamentalmente efectos comportamentales sobre las aves marinas y que la zona de influencia del proyecto se considera sensible en particular para los pingüinos de penacho amarillo y patagónicos dado que, como se mencionó, el área de influencia del proyecto se superpone con un área destacada por su importancia para la alimentación de estas especies. En cuanto al alcance espacial, este efecto se califica como extenso para el grupo de buceadores en profundidad (representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos), teniendo en cuenta que la bibliografía sugiere una distancia de 100 km respecto de ciertas colonias reproductivas de pingüinos para descartar cualquier efecto sobre dichas poblaciones. De momento inmediato ya que el desarrollo de las acciones de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico, y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido. A su vez se trataría de un efecto directo, y mitigable considerando los protocolos a ser aplicados en cuanto a monitoreo visual por parte de los Responsables de la Observación, radios de exclusión, etc. Se supone que el carácter exploratorio asociado a las emisiones será por única o escasas veces y se lo califica de irregular. Considerando un impacto de intensidad alta sobre los pingüinos de penacho amarillo y patagónicos dado su mayor sensibilidad, la **Importancia del Impacto (I) de la Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) sobre las aves marinas queda calificada como moderada.** Para el resto de las aves presentes en el área de influencia del proyecto la calificación del impacto podría considerarse entre baja y moderada. En la matriz se presenta el impacto de mayor importancia referido al grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos.

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del Impacto (I) resultante de acuerdo a la metodología matricial implementada (ver Punto 4.1) se presenta en la Tabla 13.

3.5.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

Otro posible efecto para las aves marinas vinculados con la presencia de las embarcaciones y el equipo sísmico se relaciona con la atracción hacia los buques y la subsiguiente colisión o enredo.

Como parte del registro sísmico bajo estudio participarán 3 buques (el buque sísmico y las embarcaciones de apoyo). Este nivel de tráfico de buques no supone un aumento significativo en comparación con el tráfico de buques existente en aguas cercanas a la costa o en alta mar. Además, el buque sísmico durante el registro se mueve con relativa lentitud (4 a 5 nudos), lo que permitiría a las aves marinas apartarse fácilmente del camino del buque de prospección.

En este sentido, no se espera que la posibilidad de que las aves colisionen con un barco sea significativa para las aves individuales o sus poblaciones. No obstante, una serie de especies de aves marinas, incluyendo miembros de las familias Procellariidae, son generalmente atraídas por los buques. Se cree que esta atracción se debe a la atracción de la luz por la noche. Sin embargo, algunas aves se dedican a seguir a los barcos como estrategia de forrajeo, especialmente a barcos de pesca comercial o recreativa.



Sin embargo, el potencial de colisión con la embarcación o de enredo es muy bajo, ya que el buque sísmico se mueve a una velocidad relativamente baja (4 a 5 nudos) y el equipo sísmico (*streamer*) se remolcará detrás de los buques a profundidades de hasta 12 metros por debajo de la superficie. No existen pruebas empíricas que indiquen que estos tipos de aves marinas pueden enredarse en los arreglos sísmicos, a pesar del potencial de atracción hacia los mismos (BOEM, 2014). Dado que existe un bajo potencial de impacto por colisión con embarcaciones o por enredo; se espera que **el impacto asociado a la Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico sea de baja importancia para las aves individuales y sus poblaciones**. En todo caso este impacto podrá darse de manera muy localizada alrededor de los buques.

3.5.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y al mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y de otras operaciones)

3.5.3.1 Emisiones lumínicas de los buques

Las actividades sísmicas que requieren iluminación comprenden:

- La seguridad marina, en cuanto a la iluminación de navegación de los buques para proporcionar una clara identificación a otros usuarios marinos (prevención de colisiones);
- Iluminación de cubierta para permitir el movimiento seguro del personal alrededor de la cubierta durante horas de oscuridad; y
- Durante períodos discontinuos en las horas nocturnas, es posible que se requiera iluminación puntual para la inspección, despliegue y la recuperación del equipamiento sísmico en el agua (esto implicaría principalmente el uso de reflectores en la popa del buque sísmico que se enfocan hacia la fuente de sonido). Cabe señalar que las condiciones climáticas y de oleaje pueden impedir estas inspecciones en el agua en horas nocturnas por motivos de seguridad del personal.

La presencia y movimiento de las embarcaciones pueden provocar impactos en el comportamiento de las aves marinas. Como se mencionó anteriormente, el efecto de las luces y destellos provenientes de las embarcaciones como potenciales atractores de aves marinas con vuelo nocturno está muy documentado. Las luces artificiales pueden generar colisiones y mortalidad, particularmente en condiciones de mala visibilidad nocturna por la luna o las estrellas (bruma, neblina), en las cuales las aves pueden quedar desorientadas y estrellarse contra la embarcación o en cubierta, o quedar atrapadas entre el equipo sísmico desplegado en el agua. Esta atracción a las luces puede provocar asimismo que las aves vuelen en círculos alrededor de los buques, usando energía adicional, demorando su migración o su alimentación, lo que puede resultar en inanición. Estos riesgos son particularmente importantes para aquellas especies que se alimentan de presas que son bioluminiscentes y por lo tanto son atraídas naturalmente por las luces, como es para el área de influencia del proyecto la pardela cabeza negra, una de las especies con mayor abundancia en la zona de proyecto. Esta especie migradora está presente alimentándose en la zona durante la época reproductiva. Para capturar su alimento entre cardúmenes bucea zambulléndose a poca profundidad. Es una especie seguidora de barcos y puede presentar riesgo de colisión o enganche.



El nivel de impacto, sin embargo, depende de la ubicación de la iluminación en alta mar y las condiciones meteorológicas. Las aves tienden a ser atraídas por la iluminación durante las noches con niebla y/o con una cobertura de nubes superior al 80% (Van de Laar, 2007). Las aves que son atraídas por la luz gastarán energía para llegar a los buques, pero esto sólo causará un pequeño aumento en el gasto total de energía para el individuo.

Este impacto podrá producirse principalmente en el ambiente de alta mar pero puede extenderse al entorno cercano a la costa debido a los movimientos del buque de apoyo implicado en el reabastecimiento / cambios de tripulación.

Dada la naturaleza temporal y en constante movimiento de las fuentes de luz, no se esperan impactos de importancia para las especies de aves marinas. La perturbación será muy localizada, afectando sólo a un pequeño número de aves en alta mar y en el entorno cercano a la costa, ocurriendo periódicamente a lo largo del Proyecto. De este modo, **el impacto asociado a la Emisiones lumínicas de los buques queda calificado como de baja importancia para las aves.**

3.5.3.2 Emisiones sonoras de los buques

Otro posible efecto para las aves marinas y costeras vinculados con la presencia de las embarcaciones se relacionan con el ruido de los buques.

Algunas aves marinas descansan en la superficie del agua, rozan la superficie del agua o bucean a poca profundidad sólo durante períodos cortos. Debido a estos comportamientos, los miembros de estas familias no entrarían en contacto con el ruido subacuático de las embarcaciones, o el contacto sería tan breve que provocaría una escasa alteración de los patrones de comportamiento u otros efectos no perjudiciales. Por lo tanto, los impactos del ruido de los buques para estas aves marinas se considera de muy baja importancia.

Las aves marinas buceadoras, podrían ser susceptibles al ruido submarino generado por los buques de prospección. No obstante, el número de buques asociado al proyecto (3) no supone un aumento significativo del ruido ambiental existente, además el buque sísmico se mueve a baja velocidad y los niveles de ruido se disipan rápidamente con la distancia desde los buques. Por lo tanto, tampoco se espera que los impactos del ruido submarino de los buques sean significativos para este grupo de aves. **De este modo, la Importancia del Impacto (I) del ruido de las Emisiones sonoras de los buques para estas aves marinas se considera igualmente muy baja.**

3.5.4 Derrames de combustible

Anteriormente, en el punto 3.2.4 se describieron los derrames de combustible plausibles de asociar al proyecto bajo estudio. Este vertido accidental podría producirse tanto en alta mar como cerca de la costa, y las especies de aves marinas y costeras afectadas y el tipo de efecto diferirían en función de la ubicación del vertido (Wiese y Jones, 2001; Castege et al., 2007).



Si el accidente se produjera en aguas cercanas a la costa, las aves costeras y las aves marinas costeras, podrían verse afectadas directa o indirectamente. Los impactos directos incluirían el “empetrolamiento” físico de los individuos. Los efectos de los vertidos de petróleo en las aves costeras y marinas incluyen la posibilidad de que se produzcan daños en los tejidos y en los órganos a causa del combustible ingerido durante la alimentación y el acicalamiento por la inhalación de combustible, así como el estrés que podría dar lugar a interferencias en la detección de alimentos, la evitación de depredadores, la localización de especies migratorias y los problemas de respiración.

Los efectos indirectos podrían incluir la contaminación por combustible de los hábitats de nidificación y alimentación y el desplazamiento a lugares secundarios. La posibilidad de que se produzca una colisión con un buque es bastante baja, y la posibilidad de que se produzca un vertido es aún menor. Un evento accidental podría dar lugar a un vertido de combustible por parte de una de las embarcaciones del proyecto, pero tal evento tiene una probabilidad muy baja de ocurrir, y si ocurriera, se prevé que debido al tamaño relativamente pequeño del vertido, el área de impacto sería limitada.

Por lo tanto, no se espera que un derrame accidental de combustible en aguas cercanas a la costa provoque impactos significativos en estos tipos de aves costeras y marinas. La importancia del impacto sobre las aves costeras y las especies de aves marinas oscilarían entre muy baja y baja, dependiendo del momento y la ubicación. No obstante, dado la presencia de especies amenazadas, si se produjera un vertido accidental de combustible que las afecte se produciría un impacto de importancia moderada, ya que las aves son muy susceptibles a los impactos del combustible.

Si el suceso accidental se produjera en alta mar, el combustible flotaría en la superficie del agua. Existe la posibilidad de que las aves marinas se vean afectadas directa e indirectamente por el combustible derramado. Los impactos incluirían la lubricación del plumaje y la ingestión (resultante del acicalamiento). Los impactos indirectos podrían incluir la contaminación de los hábitats de alimentación y el desplazamiento a lugares secundarios. Teniendo en cuenta lo antedicho en cuanto al tamaño del derrame su impacto sería limitado. En tanto que la dispersión, erosión y evaporación reducirían la cantidad de combustible que permanezca en la superficie. La importancia del impacto para las aves marinas ante un incidente de derrame que involucre a los buques bajo estudio en alta mar oscilaría entre muy baja y baja. Igualmente, dado la presencia de especies amenazadas, si se produjera un vertido accidental de combustible que las afecte se produciría un impacto de importancia moderada, ya que, como se mencionó, las aves son muy susceptibles a los impactos del combustible. **De este modo, la Importancia del Impacto (I) del ruido de los Derrames de combustible para las aves queda calificado como moderada.**

3.5.5 Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían de muy baja importancia en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido la **Importancia del Impacto (I) sobre la avifauna se considera de igual manera de muy baja importancia.**



3.6 ÁREAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las áreas protegidas y sensibles presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a posible perturbación física y riesgo de colisión);
- Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones) (en cuanto a las emisiones lumínicas de los buques y las emisiones sonoras de los buques);
- Derrames de combustible; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.6.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

La Argentina cuenta con áreas legamente protegidas (Parques Nacionales, Provinciales y Municipales, Áreas Marinas Protegidas y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves - AICAs-) y otras áreas que, si bien han sido identificadas como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular, aún no se encuentran protegidas legalmente y por lo tanto son consideradas áreas sensibles, candidatas para su conservación. Este es el caso de las zonas identificadas como Áreas de alto valor de conservación como potenciales Áreas Marinas Protegidas (Falabella, 2014) y de las áreas identificadas por Dellacasa et al. (Dellacasa et al., 2018) como potenciales Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) (Dellacasa et al., 2018).

Tal como se mencionó anteriormente en el Análisis de Sensibilidad Ambiental (Capítulo 7 – Parte 1), tanto el Área Operativa Sísmica (AOs) como sus áreas de influencias directa (AID) e indirecta (All) no se superponen con ningún área legalmente protegida.

En cuanto a las áreas sensibles, tanto el área de influencia directa (AID) como el área de influencia indirecta (All) se superponen con la totalidad de la zona propuesta como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Aguas al Este de la Isla de Tierra del Fuego, sitio de importancia por ser sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin.

Por su parte, el área de influencia indirecta (All) se superpone parcialmente con dos Áreas de alto valor de conservación: Talud Austral y Frente Patagonia Austral, en alrededor del 5 y 12% respectivamente, y con la zona propuesta como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Aguas adyacentes a la Isla de los Estados (en alrededor de un 11%).

Si bien las mencionadas áreas no se encuentran al día de hoy legalmente protegidas, las mismas cumplen un rol ecológico y funcional muy importante para el ecosistema marino patagónico, claves para la estructura ecológica y funcional del Mar Argentino y de la región. En muchos casos, estas áreas son sitios en donde se reproducen numerosas especies de importancia económica (ejemplo anchoíta, desove de merluza, etc.). Es importante resaltar que todas estas áreas, se caracterizan por ser zonas de alta productividad y gran riqueza de especies.



Adyacentes al área de influencia indirecta (All) se han identificado también las siguientes áreas que se corresponden con zonas terrestres o costeras, no abarcando el ambiente marino: Reserva Natural Silvestre Isla de los Estados y Archipiélago de Año Nuevo, Reserva Provincial Ecológica, Histórica Isla de los Estados, la Reserva Provincial Cabo Vírgenes, las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) Península Mitre e Isla de los Estados, Islas de Año Nuevo e islotes adyacentes y el Sitio Ramsar Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego.

Por último, el área de influencia (AID + All) del proyecto se superpone con el área de alimentación de la ballena franca austral (Monumento Natural Nacional). No obstante, a diferencia de las áreas protegidas o sensibles, que son áreas estáticas previamente delimitadas y que están protegidas dentro del país, en este caso lo que se está protegiendo es una especie, que se mueve cientos de kilómetros por día, y que se encuentra protegida a nivel nacional e internacional.

3.6.1.1 Importancia del impacto

Si bien como se mencionó el Área Operativa Sísmica (AOs) y sus áreas de influencias directa (AID) e indirecta (All) no se superponen con ningún área protegida declarada, dada la sensibilidad y superposición con sitios identificados como de potencial importancia o propuestos para su protección (“sensibles”), se considera en forma precautoria, teniendo en cuenta los efectos evaluados anteriormente sobre los organismos que las conforman, que la intensidad del impacto es a lo sumo alta (ver puntos 3.2.1.3, 3.3.1.5, 3.4.1.2 y 3.5.1.2 en relación a los mamíferos marinos, peces y cefalópodos, comunidades bentónicas y plancton y aves, respectivamente). Considerando que el área de influencia directa (AID) del Área Operativa Sísmica se define porque los efectos de las emisiones de las fuentes sísmicas son máximos, es dable señalar que la zona propuesta como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Aguas al Este de la Isla de Tierra del Fuego, se encuentra en casi su totalidad comprendida en el AID. En este sentido el impacto directo se califica como extenso. El resto de las áreas sensibles se superponen con el All. Dichos efectos serán como ya mencionó, directos, e inmediatos durante un período de tiempo (180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024 que durará la adquisición sísmica). Los efectos se consideran reversibles a mediano plazo a la vez que mitigables (en el sentido que será aplicado el protocolo de mitigación previsto en la Res. MAYDS 201/2021, y que la calificación de “mitigable” también representa la mayor puntuación dentro de los efectos recuperables). Por todo esto, la **Importancia del Impacto (I) de la Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) sobre las áreas sensibles y protegidas queda calificada como moderada.**

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del Impacto (I) resultante de acuerdo a la metodología matricial implementada (ver Punto 4.1) se presenta en la Tabla 13.

3.6.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

En este ítem se encuentran involucradas todas las áreas sensibles y protegidas indicadas en la Parte 1 de este Capítulo con superposición con el Área Operativa Sísmica y la ruta de navegación donde el buque sísmico y los de apoyo navegarán.



Como se mencionó en el Análisis de Sensibilidad Ambiental (Capítulo 7 – Parte 1), las áreas naturales protegidas Parque Interjurisdiccional Marino Isla Pingüinos y la Reserva Natural Intangible Ría de Puerto Deseado quedan comprendidas dentro del área de influencia del proyecto en relación con el puerto de apoyo logístico (puerto de Puerto Deseado) y la ruta que une el mismo con el Área Operativa Sísmica (AOs). Esta ruta de navegación se extiende asimismo cruzando la potencial área marina a proteger Frente de Patagonia Austral (FPA). A su vez, el sector noreste del Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA) Ría Deseado e Islas Adyacentes se superpone con el área de influencia definida para el presente proyecto debido a su proximidad al puerto de Puerto Deseado. Estas reservas y áreas sensibles ya soportan un tránsito fluido de barcos pesqueros durante todo el año, con lo cual la presencia de los buques de apoyo cada 2 o 3 semanas en promedio a lo largo del proyecto y del conjunto de buques sísmicos (buque sísmico y buques de apoyo) al comienzo del proyecto, durante la movilización, y al final del mismo, durante la desmovilización, no representará un aumento importante en cuanto al tráfico marítimo.

En este sentido, se debe tener en cuenta que la navegación por fuera del Área Operativa Sísmica (AOs) está limitada a actividades puntuales y acotadas (movilización / desmovilización y reaprovisionamiento) por lo que no se espera que estas actividades impliquen un impacto potencial significativo sobre los recursos sensibles involucrados en las áreas protegidas y sensibles.

Como se mencionó anteriormente, el impacto producido en las áreas sensibles y protegidas dependerá en cierta medida del impacto generado en los organismos que la conforman. Tanto las aves como los mamíferos marinos presentan un valor de impacto bajo (ver punto 3.2.2 y 3.5.2 respectivamente) en cuanto a la navegación de los buques sísmicos y de apoyo, y también resultan puntuales, es decir que podrán darse de manera muy localizada alrededor de los buques.

Como se señaló anteriormente, la incorporación de los 3 buques que participarán en la prospección sísmica no supone un aumento significativo en comparación con el tráfico de buques existente en aguas cercanas a la costa o en alta mar. Por lo tanto, se determina que el impacto para las áreas protegidas y sensibles afectadas por el proyecto es de baja intensidad. Si bien la intensidad de los impactos es baja, los mismos son inmediatos, puntuales y directos y, de persistencia temporal, puesto que los buques sísmicos sólo estarán presentes entre primavera y otoño (septiembre 2023 – mayo 2024). Todos estos impactos son reversibles a corto plazo. De este modo, la **Importancia del Impacto (I) de la Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico sobre las áreas sensibles y protegidas queda calificada como baja.**

3.6.3 Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo y otras operaciones

3.6.3.1 Emisiones luminícas de los buques y emisiones sonoras de los buques

En los puntos anteriores se analizó la relación del Área Operativa Sísmica (AOs) y las zonas operativas del proyecto y sus áreas de influencia con las áreas protegidas declaradas o áreas sensibles. En particular, también se han analizado los efectos de las emisiones sonoras de los buques sobre los mamíferos marinos (punto 3.2.3.1) y los peces (punto 3.3.2.1). En el caso de las aves se han analizado los efectos de las emisiones sonoras de los buques (punto 3.5.3.2) y de las emisiones lumínicas (punto 3.5.3.1).



En todos los casos los impactos han sido calificados como de baja o muy baja importancia. No se espera que estas actividades impliquen un impacto sobre los recursos vulnerables involucrados en las áreas protegidas y sensibles diferentes a los evaluados.

3.6.4 Derrames de combustible

Como parte de la evaluación en el punto 3.2.4 se describieron los derrames de combustible plausibles de asociar al proyecto bajo estudio y se han analizado los efectos de los mismos sobre los mamíferos marinos (punto 3.2.4), los peces (punto 3.3.3), las comunidades bentónicas y el plancton (punto 3.4.2) y las aves (punto 3.5.4) siendo calificados como moderados.

Teniendo en cuenta las referidas evaluaciones, se considera que de producirse un derrame dentro de las áreas protegidas declaradas o áreas sensibles o en sus inmediaciones, estos impactos oscilarían entre menores y moderados, dependiendo del momento y la ubicación. Al respecto, cabe reiterar que tanto el Área Operativa Sísmica (AOs) como sus áreas de influencias directa (AID) e indirecta (AII) no se superponen con ningún área legalmente protegida.

3.6.5 Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos no peligrosos / peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos). En función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo, se ha evaluado que en cualquier situación, los impactos sobre el medio marino resultarían de muy baja importancia. De este modo, la **importancia del impacto sobre las áreas protegidas y sensibles se considera de igual manera de muy baja importancia.**

3.7 PESQUERÍAS

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre las pesquerías presentes en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido);
- Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico (en cuanto a la interferencia que puede producir la actividad en relación con la circulación de la flota pesquera que transita por el sector en búsqueda de zonas de captura); y
- Derrames de combustible;



3.7.1 Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)

3.7.1.1 Efectos de las operaciones sísmicas sobre las especies de interés pesquero

Pesquerías de Peces

El efecto de las fuentes de energía sísmica sobre las pesquerías, si bien ha sido considerado disruptivo, carece aún de conclusiones firmes (Carroll et al., 2017). Los resultados señalan que los efectos de los impactos sísmicos sobre la captura parecen variar entre los estudios, las especies y los tipos de artes de pesca. Varios estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes de energía sísmica tiene un impacto en la captura de peces, presumiblemente como resultado de los cambios en el comportamiento y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido (e.g. Pearson et al., 1992; Skalski et al., 1992; Engås et al., 1996; Engås y Løkkeborg, 2002; Slotte et al., 2004; Løkkeborg et al., 2012). Una reducción en la abundancia de peces y menores capturas han sido reportadas luego de actividad sísmica en diferentes estudios (e.g. Løkkeborg y Soldal, 1993; Engås et al., 1996; Engås y Løkkeborg, 2002; Slotte et al., 2004; Løkkeborg et al., 2012). La distancia de afectación de las emisiones sísmicas se puede extender por varios kilómetros. Se ha estimado que los peces adultos reaccionan a un conjunto sísmico operativo en distancias de más de 30 km, y que el intenso comportamiento de evasión puede ocurrir en un radio de 1 a 5 km.

En estudios noruegos se midió la disminución de la densidad de peces a distancias de más de 10 km de los sitios de pesca de la intensiva actividad sísmica de tipo 3D. Los posibles efectos de las operaciones sísmicas en la distribución de los peces han examinado la abundancia o la captura de algunas especies de teleósteos con resultados variables, posiblemente debido a efectos específicos de los aparejos y las especies (Løkkeborg et al., 2012). Por ejemplo, las capturas de arrastre y palangre de bacalao (*Gadus morhua*) y eglefino del Atlántico (*Melanogrammus aeglefinus*) han mostrado una caída del 45% y el 70%, respectivamente, cinco días después de los estudios sísmicos en el Mar de Barents (Engås et al., 1996). Engås et al. (1995) han demostrado que los estudios sísmicos en 3D (una descarga de aire comprimido cada 10 segundos y 125 m entre 36 líneas de 10 nm de largo) redujo las capturas (de arrastre y palangre) de bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) y el abadejo (*Melanogramma aeglefinus*) a 250-280 m de profundidad. Este ocurrió hasta 18 millas náuticas de distancia. Las capturas no volvieron a los niveles normales dentro de los 5 días después de las actividades sísmicas. Estos autores formularon la hipótesis de que la reducción de la captura fue muy probablemente el resultado de que los peces se alejaron de la zona sísmica debido a un comportamiento de evasión, pero esto no fue cuantificado. Skalski et al. (1992) sugirieron que los efectos en la pesca pueden ser transitorios, ocurriendo principalmente durante la exposición al sonido en sí.

Un análisis de las estadísticas oficiales de capturas de una zona con estudios sísmicos en dicha zona también mostró resultados muy diferentes (Vold et al., 2009 en Kyhn et al., 2011). Las tasas de captura de bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*), maruca (*Molva molva*), colmillo (*Brosme brosme*) y fletán (*Hippoglossus hippoglossus*) no se modificaron de manera significativa. Las tasas de captura de gallineta nórdica y rape (*Lophius piscatorius*) parecían aumentar, mientras que las tasas de captura de carbonero y eglefino capturados en redes de enmalle disminuían y las capturas con otros aparejos no se veían afectadas. La mayoría de los estudios sísmicos incluidos en el análisis eran bidimensionales y estaban dispersos en el tiempo y el espacio, por lo que no se esperaban grandes influencias en las pesquerías.



Por su parte Engås et al. (1996) analizaron los efectos de las sísmicas en dos pesquerías importantes que sufrieron un 45% reducción porcentual en el número de peces durante la descarga de los impulsos sonoros y una reducción del 64% una vez culminados los mismos. Las tasas de captura dentro del Área de Adquisición sísmica disminuyeron un 68% durante el relevamiento; en las zonas circundantes las capturas también fueron significativamente menores durante y después del relevamiento. Las tasas de abundancia y de captura no volvieron a los niveles previos durante el período de 5 días posteriores a la finalización del relevamiento sísmico. Prácticamente todos los grandes ejemplares de bacalao (más de 60 cm) salieron del área de emisión.

Se encontraron reducciones similares en las tasas de captura causadas por la actividad sísmica de pesqueros comerciales que casualmente operaban en los caladeros en los que se realizaban estudios sísmicos (Løkkeborg y Soldal, 1993). Este análisis encontró una reducción del 55-80% en las capturas de palangre de *Gadus morhua* y una reducción del 80-85% en la captura incidental de *Gadus morhua* en la pesca de arrastre de camarones. Un estudio en que se realizó una sola prospección sísmica en 2015 descubrió que de las quince especies comerciales examinadas, seis demostraron una mayor captura después del estudio, tres mostraron una reducción de la captura, y cinco especies no mostraron ningún cambio (Przeslawski et al., 2016). Después de la exposición en un caladero noruego, las capturas de redes de enmalle aumentaron sustancialmente para la gallineta nórdica (*Sebastes norvegicus*) y el fletán negro (*Reinhardtius hippoglossoides*) (en un 86% y 132%, respectivamente), mientras que las capturas con palangre de fletán negro y eglefino disminuyeron 16% y 25%, respectivamente, en comparación con los niveles previos a la emisión (Løkkeborg et al., 2012). Løkkeborg et al. (2010), por su parte, demostraron que las diferencias en las reacciones de las especies con el fletán negro, la gallineta y la maruca aumentando su nivel de actividad de natación, lo que hace que sean más propensos a ser tomados en redes de enmalle y reducir la eficiencia de la captura con palangre. Løkkeborg et al. (2012) encontró que las capturas con enmalladorean duplicaron sus capturas durante las emisiones comparado con registros previos. Engås et al. (1996) formularon la hipótesis de que la reducción de las tasas de captura de bacalao y eglefino del Atlántico con palangres y redes de arrastre comerciales era muy probablemente el resultado de que los peces se alejaron de la zona sísmica debido a un comportamiento de evitación, pero esto puede deberse en cambio a una menor capacidad de respuesta a los anzuelos cebados asociada a una respuesta de comportamiento de impactos relacionados con la pesca en la misma zona durante más de dos semanas (Skalski et al., 1992). Løkkeborg (1991), a su vez, señala reducciones de la tasa de captura de bacalao del 55 al 80% para los palangres colocados dentro de la zona de prospección sísmica. Los efectos persistieron durante 24 horas dentro de las 5 millas marinas de la prospección sísmica. Løkkeborg y Soldal (1993) concluyen que las operaciones sísmicas pueden influir considerablemente en las tasas de captura de bacalao en las pesquerías de palangre y de arrastre. Estas reducciones son probablemente debido a las respuestas de comportamiento de los peces a la fuente de sonido, incluido el movimiento hacia abajo y el alejamiento del área de estudio.



Por su parte, Turnpenny y Nedwell (1994) también informaron sobre los efectos de la descarga sísmica en pesquerías costeras de lubina en aguas poco profundas del Reino Unido (5 a 30 m de profundidad). El conjunto de fuentes de energía sísmica utilizado tenía un nivel de la fuente de 250 dB re 1 μ Pa m⁰-p. Se estimó que los niveles recibidos en las zonas de pesca eran de 163-191 dB re 1 μ Pa⁰-p. Utilizando las metodologías de marcado de peces y registro de capturas, se concluyó que no había ninguna migración distinguible de la zona afectada, ni tampoco alguna reducción en las capturas de róbalo en los días en que se descargaron las fuentes de aire comprimido. Parece así probable que los efectos sobre la pesca sean transitorios, y que ocurran principalmente durante la exposición al sonido en sí (Skalski et al., 1992). Engås et al. (1996), a su vez, observaron que la captura de bacalao con red de arrastre se redujo en un 69% en el área de relevamiento sísmico y en un 45-50% fuera del área de relevamiento. Las capturas de eglefino disminuyeron en un 68% dentro del área de prospección sísmica, en un 56% a 1,9-5,6 km y a 13-17 km de la prospección, y el 71% a 30-33 km del estudio. No se verificaron aumentos en la captura en 5 días. Las tasas de captura de los palangres se redujeron en un 45% en el área de estudio, 16% a 1,9-5,6 km del estudio y 25% a 13-17 km del estudio. No se observaron reducciones a 30-33 km de la zona de prospección sísmica. Las capturas palangreras de bacalao tendieron a aumentar después de la exposición, excepto en el punto más lejano donde las capturas disminuyeron. La Bella et al. (1996) no encontraron diferencias significativas con redes de arrastre utilizadas para evaluar la abundancia de *Merluccius merluccius* antes y después de las descargas de las fuentes de aire comprimido.

Otros estudios mostraron reducción de las tasas de captura del 40% al 80% y la disminución de la abundancia cerca de la zona sísmica en especies como el eglefino, el pez roca, el arenque, el lanzón y la bacaladilla (Dalen y Knutsen, 1987; Løkkeborg, 1991; Skalski et al., 1992; Engås et al., 1996; Hassel et al., 2004; Slotte et al., 2004). Estos efectos pueden durar hasta 5 días después de la exposición y a distancias de más de 30 km. Se han evidenciado reducciones similares en las tasas de captura (disminución del 52% en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en la pesca con caña y anzuelo dirigida a una especie demersal (*Sebastes* spp.). Los autores sugirieron que el mecanismo subyacente a la disminución de la CPUE no era la dispersión, sino más bien una menor capacidad de respuesta a los anzuelos cebados asociada a una respuesta conductual de alarma (Skalski et al., 1992).

En el caso del Mar Argentino existen escasos antecedentes de estudios orientados a verificar los impactos de las emisiones sísmicas en pesquerías. Un antecedente es proporcionado por Ezcurra y Schmidt (2010), donde se describen los resultados de un relevamiento sísmico que se acompañó con monitoreos de pesca antes, durante y después de las operaciones con el objetivo de obtención de un mayor conocimiento sobre el comportamiento de las comunidades epibentónicas y demersales frente a la actividad sísmica exploratoria, con especial referencia a la Merluza Común y el Langostino. No se observó ninguna anomalía y/o mermas en las capturas de merluza común, antes, durante y después de la campaña de prospección sísmica.

De acuerdo a la revisión realizada por Russell (2018), de los estudios experimentales y oportunistas realizados entre 1969 y 2005 sobre los efectos de las fuentes de energía sísmica en diferentes peces, la mayoría de los efectos se producen por arriba de los 160-170 dB1 μ Pa RMS y a distancia por lo general menores a 10 km.



Pesquerías de invertebrados

En el caso de pesquerías de invertebrados marinos, no se han detectado efectos potenciales de las señales sísmicas en las tasas de captura o en las abundancias de cefalópodos, bivalvos, gasterópodos, decápodos y estomatópodos entre los sitios expuestos a operaciones sísmicas y los no expuestos (Wardle et al., 2001; Parry et al., 2002; Christian et al., 2003; Parry y Gason, 2006; Courtney et al., 2015). Los efectos potenciales sobre las tasas de captura o las abundancias han sido probados en cefalópodos sin diferencias detectadas entre los sitios expuestos a operaciones sísmicas y los no expuestos (Carroll et al., 2017). Por lo tanto, es probable que los cefalópodos en el área de la sísmica puedan mostrar una respuesta de comportamiento a la sísmica y se alejan de la fuente. No hay suficiente información para medir la escala de este movimiento, y la distancia de desplazamiento, sin embargo, es probable que vuelvan a la zona una vez que la fuente sísmica ha pasado.

En el caso de las tasas de captura de cangrejos de nieve en los bancos de Terranova durante un estudio de efectos de los estudios sísmicos 2D no se apreció cambios en las tasas de captura (Morris et al., 2018). No se registraron reducción en las tasas de captura de camarones pardos (Webb y Kempf, 1998), langostinos (Steffe y Murphy 1992, en McCauley, 1994) o langostas de roca (Parry y Gason, 2006) en el campo cercano durante o después de los estudios sísmicos. Diversos actores indican que los estudios sísmicos no han tenido efecto en las tasas de captura de los crustáceos en el entorno de las áreas de emisión (Andriguetto-Filho et al., 2005; Parry y Gason, 2006), y poco efecto en invertebrados de arrecifes (crustáceos, echinodermos y moluscos) expuestos a las fuentes de energía sísmica (Wardle et al., 2001). Andriguetto-Filho et al. (2005) examinaron los rendimientos de la red de arrastre de fondo de una pesquería de camarones brasileña no selectiva antes y después de la exposición a la sísmica y no identificaron ningún cambio estadísticamente significativo en el rendimiento de la captura después de la exposición a actividad de prospección sísmica. Se afirmó que la limitada capacidad de dispersión de los camarones (en comparación con las especies de peces migratorios) sugería que cualquier intento de movimiento fuera del área de relevamiento no era detectable (DOF, 2016). Christian y otros (2003) identificaron que las capturas de cangrejo de nieve posteriores a la sísmica eran superiores a las capturas anteriores a la sísmica, pero esto fue probablemente debido a factores físicos, biológicos o de comportamiento no relacionados con la fuente sísmica. Concluyeron que no hubo una relación significativa entre la captura y la distancia de la fuente sísmica (niveles recibidos 197-237 dB re 1 μ Pa (p-p)). En un estudio realizado en la Isla de Man, Brand y Wilson (1996) evaluaron el efecto de la sísmica en estudios en el campo comparando la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) a largo plazo de las vieiras comerciales con la CPUE después de un estudio sísmico. No encontraron evidencia de que los estudios sísmicos afectaran la CPUE de las vieiras y en cambio, atribuyó una disminución (coincidente con un estudio sísmico 3D) a dos años de reclutamiento deficiente antes del estudio sísmico. En un estudio realizado por el Instituto de Investigación Marina y de Agua Dulce de Victoria (MAFRI), los efectos del ruido sísmico se midieron comparando la mortalidad y la fuerza del músculo aductor de vieiras desplegadas en una zona expuesta a los pases de un buque de reconocimiento que remolca un conjunto de 24 fuentes de aire comprimido en funcionamiento, con los que se encuentran en una zona de control a 20 km de la zona de ensayo (Parry et al., 2002). En este estudio se constató que la tasa de mortalidad y la fuerza del músculo aductor de las vieiras suspendidas en la columna de agua y expuestas a las emisiones de la fuente de aire comprimido (a una distancia mínima de 11,7 m) no era significativamente diferente de los controles.



3.7.1.2 Importancia del impacto

El impacto sobre el rendimiento de la actividad pesquera en el área de influencia del proyecto podría darse como resultado de la afectación del proyecto sobre la fauna ictícola y de invertebrados siendo que, como se ha evaluado anteriormente, dichas comunidades pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica. No obstante, como se señaló más arriba la incidencia de las actividades de adquisición sísmica carece aún de conclusiones uniformes respecto de su afectación sobre las capturas. Posiblemente cualquier probable efecto en los peces no se traduzca necesariamente en efectos a escala de población o interrupciones en la pesca. Si bien distintos estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes sísmicas tiene un impacto en la captura de peces, posiblemente como resultado de respuestas conductuales y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido, en general, se ha comprobado que los efectos sobre el comportamiento son a corto plazo y que la duración del efecto es inferior o igual a la duración de la exposición, aunque varían según las especies y los individuos, y dependen de las propiedades del sonido recibido.

En términos generales, las principales especies de interés pesquero en el área de influencia del proyecto en orden decreciente de desembarque son: merluza de cola, savorín, centolla, bacalao austral, calamar *Illex* y polaca. El resto de las especies o grupos de especie no contribuye significativamente a las capturas. No obstante, no todas las especies consideradas de interés poseen igual relevancia pesquera. La merluza de cola es la especie dominante en las capturas comprendiendo el 68,5% (1000,6 t) de los desembarques anuales promedio respecto del total de las capturas de las especies de relevancia (1.422 toneladas) provenientes del área de influencia del proyecto. Le siguen el savorín con el 11,7% (170,8 t), la centolla con el 7,6% (110,4 t), el bacalao austral con el 4,7% (68,4 t), el calamar *Illex* con el 3,4% (50,4 t) y la polaca con el 1,5% (21,5 t).

Como tendencia general, y considerando a todos los peces de importancia en conjunto, los mayores desembarques promedio de los últimos cinco años (2017-2021) se concentraron durante el primer y último trimestre del año, fueron bajos durante el segundo trimestre y nulos en dos de los tres meses del tercer trimestre (julio y agosto). En lo que respecta a la distribución espacial, el origen de los desembarques provenientes de los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 es muy escaso, levemente superior en el área de influencia directa (AID) y la gran mayoría provienen del área de influencia indirecta (AII). Las capturas se concentran espacialmente en el AII sobre el meridiano de 65° O y entre los paralelos 53° y 54° S. Presumiblemente, este sector se corresponda con el sector más profundo del área evaluada, donde existen caladeros de pesca de peces con arrastre de fondo. Este sector es utilizado en menor proporción por la flota potera dirigida a calamar *Illex*. El sector norte del bloque AUS_105 y el sector próximo del área de influencia directa (AID) es poco relevante en términos del total de captura, pero allí se concentra la captura con trampa.

Desde el área de influencia indirecta (AII) se desembarcan el 97,1% del total de toneladas. En los desembarques del AII se destaca una marcada temporalidad, siendo mayoritarios los desembarques durante el primer (49,8%) y el cuarto (38%) trimestre del año. Tanto en el área de influencia directa (AID) como en la indirecta (AII) la especie más relevante para la pesca es la merluza de cola, siendo en el AID acompañada por escasos desembarques de las otras tres especies de peces.



La distribución espacio-temporal de los desembarques de centolla difiere respecto de lo descripto para los peces. Los desembarques provienen del sector norte de las áreas evaluadas, tanto en el área de influencia indirecta (AII) como en la directa (AID) y en menor medida sobre los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Los desembarques se producen enteramente al este del meridiano 67° O, en la franja más costera y próxima a la desembocadura del estrecho de Magallanes. Se realizaron desembarques en 8 meses al año, pero se producen mayoritariamente en los meses de noviembre, diciembre y durante el primer trimestre del año.

En resumen, en el área de influencia indirecta (AII) se verifica la captura de las seis especies consideradas relevantes, siendo la primavera y el verano las estaciones del año más importantes en los desembarques de merluza de cola, savorín, bacalao austral y polaca. El mes de mayo es el más relevante para la pesca de calamar *Illex* en el AII, aunque es una magnitud menor considerando las estadísticas regionales y nacionales sobre esta especie. La centolla en el AII también se desembarca mayoritariamente en primavera y verano, pero los meses de junio y septiembre también aportan toneladas al promedio anual.

A nivel nacional, los volúmenes totales desembarcados de las principales especies de interés pesquero en el área de influencia del proyecto (merluza de cola, savorín, centolla, bacalao austral, calamar *Illex* y polaca) alcanzan las 167.851 toneladas promedio entre 2017 y 2021; mientras que las extracciones totales de dichas especies en el área de influencia del proyecto alcanzan las 1.422 toneladas. En porcentaje, este valor representa aproximadamente el 0,84%, el cual es un valor bajo. En términos generales, esto indica que la zona es relativamente poco importante para la pesca de dichas especies. En este contexto, y de acuerdo a los resultados del Análisis de Sensibilidad Ambiental (Capítulo 7- Parte 1), considerando a cada una de las especies en particular, se destaca que cuatro de ellas: merluza de cola, centolla, calamar *Illex* y polaca quedaron calificadas como de importancia baja. El bacalao austral es de importancia media y es capturado como fauna acompañante de la pesca dirigida a merluza de cola. El savorín fue la única calificada como de importancia alta.

Respecto a la flota que participa en la captura de merluza de cola, especie más desembarcada en el conjunto de las áreas evaluadas, se observa una repartición equitativa de desembarques entre los congeladores arrastreros y los buques surimeros. Existe un sitio preferencial de desembarque, siendo el puerto de Ushuaia el que recibe poco más de 9 de cada 10 toneladas desembarcadas. Sin embargo, especies como el bacalao austral y en menor medida el savorín son capturadas casi exclusivamente por buques arrastreros. Los puertos de descarga preferencial varían entre las especies mencionadas, siendo el puerto de Ushuaia el que recibe en cada caso más de la mitad del tonelaje.

Las prospecciones están previstas entre septiembre de 2023 y mayo de 2024 abarcando los meses en que se registra mayor actividad pesquera en el área, lo cual generaría algún tipo de interferencia con la flota pesquera. En lo que respecta estrictamente a los bloques MLO_121 y AUS_106, resulta claro que en función del origen y volúmenes de los desembarques de las especies de importancia para la zona, la interacción con cualquier tipo de flota en operación de pesca será muy baja. En el bloque AUS_105 y especialmente en su sector norte, al igual que en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII), se producen desembarques de centolla fundamentalmente durante noviembre y diciembre, meses que están comprendidos en la ventana operativa y cuando puede haber interacción entre los buques tramperos y la prospección. Sin embargo, el mes de junio también aparece como relevante para los desembarques de centolla y ese mes no se contempla en las prospecciones sísmicas.



En el área de influencia directa (AID) los volúmenes de desembarco son bajos y no se prevé interacción espacio temporal entre el buque sísmico y los buques en operatoria de pesca. En el área de influencia indirecta (AII) se producen los mayores valores de desembarque y el momento de prospección se solapa temporalmente con el de la operatoria de pesca. Particularmente se destaca el este del AII como caladero para merluza de cola, el bacalao austral, la polaca, el savorín y el calamar Illex. Estas especies se descargan desde una zona muy puntual del AII, ubicado en el rectángulo 5364, por lo que es esperable interacción entre el buque en prospección y la flota pesquera arrastrera y trampa.

De acuerdo a lo antedicho y considerando el volumen de los desembarcos en las áreas de adquisición en el contexto de su relevancia a nivel nacional, el impacto de la operatoria de las fuentes sísmicas sobre las pesquerías se estima de baja intensidad a nivel nacional, pero de moderada intensidad para el Área Operativa Sísmica, en particular para el sector del bloque AUS_105 en relación a los desembarque de centolla, y lo mismo puede mencionarse en particular para el área de influencia indirecta (AII) siendo que el momento de prospección se solapa temporalmente con el de la operatoria de pesca.

Teniendo en cuenta los volúmenes de especies desembarcados en cada área y que los desembarques se focalizan en sectores puntuales del área de influencia la extensión del impacto se consideró parcial. El momento de aparición del impacto se califica como inmediato dado que el efecto comenzará conjuntamente con el desarrollo de la acción de prospección y la persistencia será temporal, dado que ocurriría principalmente durante la exposición al sonido en sí y por lo tanto reversible en el corto plazo. A su vez se trataría de un efecto recuperable a posteriori de la adquisición y se lo califica de irregular (se supone que el carácter exploratorio asociado a las emisiones será por única o escasas veces). El impacto se estableció como directo ya que las emisiones de aire comprimido podrían modificar la distribución de las especies pescables o por la presencia del buque sísmico. Finalmente, se categorizó el efecto sin sinergia con otros efectos pero acumulativo por la duración de la ventana operativa.

Esta valoración, más lo presentado en este informe, hace que **el impacto de la Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido) sobre las pesquerías queda calificado como de moderada Importancia (I).**

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del Impacto (I) resultante de acuerdo a la metodología matricial implementada (ver Punto 4.1) se presenta en la Tabla 13.

Al respecto, se considera importante la comunicación del operador con el sector pesquero antes y durante las operaciones de registro para establecer la ubicación del esfuerzo pesquero actual y, cuando sea posible, minimizar las interferencias. A tales efectos el presente proyecto considera medidas específicas y un Programa de Comunicación para el Área Pesquera (ver Capítulo 8).

En principio, teniendo en cuenta que las actividades de relevamiento tendrán lugar en una campaña que se realizará abarcando principalmente los meses cálidos del año se considera que la interacción entre flotas será de las más altas posibles para la zona. Por ello, como se detalla en el Capítulo 8, se sugiere:

- Coordinar la planificación del uso de las áreas marítimas para evitar interferencias que afecten a las actividades pesqueras y/o actividades vinculadas al sector pesquero.
- Garantizar un proceso de comunicación efectivo con las Autoridades y actores clave involucrados en asuntos pesqueros.



3.7.2 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

Las tareas de prospección sísmica también pueden incidir sobre las pesquerías por la interferencia que puede producir la actividad en relación con la circulación de la flota pesquera que transita por el sector en búsqueda de zonas de captura.

Sin embargo, como fue mencionado previamente, en términos generales el área de influencia del proyecto es relativamente poco importante para la pesca de las especies de interés pesquero de la zona. Como se detalló anteriormente, para el Área Operativa Sísmica (AOs) donde navegará el buque sísmico, se identifican posibilidades de solapamiento variables con la actividad de pesca a lo largo de la ventana operativa de la exploración sísmica, pero en muy baja medida, dado que la gran mayoría de los desembarques proviene del área de influencia indirecta (AII).

Como se mencionó en el Capítulo 4, el proyecto empleará un buque sísmico para la adquisición y dos embarcaciones de apoyo. En cuanto a la presencia física del equipo sísmico, este consiste fundamentalmente en la colocación de 12 cables sísmicos de 6.000 m de longitud que ocupan un ancho de poco más de 800 metros, suspendidos a una profundidad de 12 metros. El buque sísmico navegará a una velocidad de entre 4 y 5 nudos por una ruta preestablecida siguiendo las líneas sísmicas y se establecerá una zona de exclusión de navegación de hasta 4 km en el frente de la embarcación y a cada lado, y hasta 12 km por detrás, en función del equipamiento sísmico.

El establecimiento de una zona de exclusión de seguridad alrededor del buque sísmico y su derrotero puede implicar restricciones temporales a la navegación de la flota pesquera. El buque sísmico navegará por una ruta predeterminada, lo que ayuda a evitar interferencias y conflictos con otros buques. Teniendo en cuenta que la adquisición de datos sísmicos es dinámica, es decir, que en función del avance en la prospección se irán restringiendo y habilitando áreas para la pesca de manera progresiva y que los caladeros de pesca están esparcidos diferencialmente en el Área Operativa Sísmica (AOs), con alguna mayor participación del sector del bloque AUS_105 en cuanto a la pesca de centolla, aunque de baja relevancia en función de los volúmenes de desembarque (el 88,4% de los desembarques de centolla en el área de influencia provienen del AII), se considera que las interferencias serán de intensidad baja. El impacto será directo, localizado (puntual) considerando la dimensión del área de seguridad del buque sísmico respecto del área de influencia del proyecto, aunque el momento se considera inmediato ya que en el lugar y momento de la navegación para exploración sísmica no se puede efectuar pesca.

El efecto es a su vez reversible y recuperable en el corto plazo, sin sinergia, simple y de forma irregular. Todo esto hace que la **Importancia del Impacto (I) de la Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico sobre la actividad de los buques pesqueros se clasifique como baja.**

En este sentido es dable señalar que el proyecto incluye un Programa de Comunicación para el Área Pesquera (ver Capítulo 8) que contempla el proceso de comunicación entre el operador y el sector pesquero antes y durante las operaciones del registro, además de la distribución de avisos de radionavegación y avisos a los navegantes durante los períodos de prospección sísmica para garantizar que se mantenga una comunicación continua (mediante informes periódicos) entre el buque de prospección y la industria pesquera y otros usuarios del mar. Esta comunicación periódica con los buques de pesca en las proximidades de las operaciones de prospección propuestas minimizaría la posible interrupción de las operaciones de pesca y el riesgo de enredos en las artes (esto último en virtud del establecimiento de la zona de exclusión principalmente).



Asimismo, es dable señalar que el proyecto establecerá un mecanismo para la resolución de quejas / reclamos que será comunicado ante los representantes de las pesquerías (tanto el proceso de elevación de una queja / reclamo como su posterior tratamiento) previo al inicio del proyecto (ver Capítulo 8: Programa de Atención a Quejas y Reclamos).

3.7.3 Derrames de combustible

Los impactos de los derrames de combustible sobre los peces y cefalópodos se han evaluado en el punto 3.3.3. El combustible disuelto en la columna de agua podrían afectar a los peces y a los estadíos de vida temprana (huevos y larvas). Esto puede reducir las tasas de captura y hacer que el recurso no sea seguro para el consumo, lo que conllevaría pérdidas económicas.

Asimismo, niveles significativos de combustible en la superficie pueden ensuciar los equipos utilizados para la captura de peces comerciales y transferir contaminantes a las capturas. Esto puede ocurrir por ejemplo cuando las redes de arrastre demersales y las trampas se recuperan a través de las manchas superficiales.

En casos de mayor magnitud, un derrame de combustible podría provocar el cierre temporal de alguna de las zonas de pesca.

Más allá de lo recién mencionado, es dable destacar que, en términos generales, el área de influencia del proyecto es relativamente poco importante para la pesca de las especies de interés pesquero locales, por lo que no se esperan afectaciones significativas en caso de ocurrencia de algún derrame.

Sin embargo, ante la eventualidad de la ocurrencia y debido al impacto que este pudiera tener en caso de suceder (aunque con baja probabilidad), la **Importancia del Impacto (I)** sobre este factor ha quedado calificada como **moderada**.

3.7.4 Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En el punto 3.2.5 se describieron los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/ o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían de muy baja importancia en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. Por lo tanto, **la importancia del impacto sobre la actividad pesquera se considera de muy baja importancia**.

3.8 TRÁNSITO MARÍTIMO

3.8.1 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

En relación al tránsito marítimo, se analizan las eventuales interferencias en el tráfico normal de embarcaciones que se encuentran en la ruta que une el Área Operativa Sísmica (AOs) con el Área Operativa Puerto (AOp) y los que navegan en la zona de proyecto.



En lo que respecta al tipo de embarcaciones que pueden divisarse en la zona correspondiente a la ruta de navegación o Área Operativa de Movilización (AOM) que conecta el puerto de Puerto Deseado definido para el presente proyecto como Área Operativa Puerto (AOP) y el Área Operativa Sísmica (AOs), se visualizan barcos pesqueros y buques de carga. La mayor densidad de las rutas marítimas se observa en la zona del puerto de Puerto Deseado como es de esperarse al ser el sitio de ingreso y salida de los buques, mientras que el AOs presenta una baja densidad.

La navegación en el área de influencia directa del Área Operativa Sísmica (AOs) se asocia por un lado, a buques pesqueros, no obstante, existe una baja interacción con la zona del proyecto como se mencionó anteriormente (Punto 3.7.2.). Por el otro lado, se relaciona posiblemente con las operaciones en los bloques productivos cercanos dado que se presume que las mismas incluyen movimientos de buques para transporte de personal y eventualmente materiales para mantenimiento. Como se mencionó anteriormente, EQUINOR ha establecido comunicación con TOTAL AUSTRAL S.A., operadora de dichos bloques, y mantendrá las vías de contacto mientras se desarrollen las actividades vinculadas a la prospección sísmica.

Por lo expresado anteriormente y debido a la sensibilidad media-baja atribuida a este factor y además, teniendo en cuenta que en caso de generarse eventuales interferencias las mismas podrán ser minimizadas a través de la planificación y comunicación eficaz con las autoridades portuarias y de Prefectura Naval, y los operadores de los bloques cercanos (ver Capítulo 8), la **Importancia del Impacto (I) sobre el tránsito marítimo** queda calificada como **baja**.

3.9 INFRAESTRUCTURA COSTA AFUERA

3.9.1 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

Como se mencionó anteriormente, sobre un pequeño sector en el margen noroeste del Área Operativa Sísmica (AOs), se identifica la traza del poliducto denominado “Gasolinoducto de exportación 24” con Línea MEG 4”, el cual pertenece a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A. Dado el tipo de infraestructura de la que se trata, el registro sísmico 3D no implicará la afectación de su normal funcionamiento. Todos los equipos sísmicos tendrán, como mínimo, 10 m de distancia libre desde el punto más superficial del fondo marino, por lo que los equipos sísmicos no serán arrastrados sobre la tubería. En todo caso, el registro sísmico podrá generar alguna interferencia muy menor para alguna operación eventual del operador del ducto, la que podrá ser minimizada a través de la planificación y comunicación eficaz entre las partes (ver Capítulo 8). Como se mencionó anteriormente, EQUINOR ha establecido comunicación con TOTAL AUSTRAL S.A. y mantendrá las vías de contacto mientras se desarrollen las actividades vinculadas a la prospección sísmica.

Asimismo, dentro del Área Operativa Sísmica (AOs) del proyecto se identifican siete pozos de hidrocarburos, no obstante los mismos se encuentran en la condición de “abandonados” (cinco pozos) o “inactivos” (dos pozos). De este modo, si bien esta infraestructura podría representar una interferencia en el desarrollo del registro, lo cual se considera en la planificación del mismo, al tratarse de pozos fuera de operación **no existirá una afectación**.



3.10 ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA

3.10.1 Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico

De los bloques de explotación linderos a las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121, el denominado Cuenca Marina Austral 1 (CAU) se encuentra actualmente en operación, mientras que los bloques Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y Leo, no serían aun productivos. Algunos sectores menores de estos bloques quedan comprendidos dentro del Área Operativa Sísmica (AOs).

Los pozos productivos pertenecientes al bloque CAU se encuentran por fuera del Área Operativa Sísmica (AOs) donde se llevará a cabo el registro y las maniobras de los buques asociados al mismo, e incluso por fuera de su área de influencia directa, por lo que estas actividades no se verán afectadas por el proyecto.

En todo caso, podrá darse alguna interferencia menor sobre las operaciones asociadas a dicho bloque productivo (CAU) o actividades planificadas en las áreas de explotación (CNOR, CSES, LEO y TASI), las que se estima podrían incluir movimientos de buques para transporte de personal, eventuales materiales para mantenimiento, etc. De este modo, la **Importancia del Impacto (I)** sobre este factor queda calificada como **baja**, a la vez que podrá ser minimizada a través de la planificación y comunicación eficaz con el operador de los mencionados bloques (TOTAL AUSTRAL S.A.) (ver Capítulo 8). Como se mencionó anteriormente, EQUINOR ha establecido comunicación con la operadora TOTAL AUSTRAL S.A. y mantendrá las vías de contacto mientras se desarrollen las actividades vinculadas a la prospección sísmica.

3.11 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

3.11.1 Demanda de mano de obra y de bienes y servicios

En cuanto a las actividades económicas, la demanda de servicios logísticos podrá tener alguna repercusión positiva muy focalizada en relación a las prestaciones que brinde el puerto de servicios logísticos (puerto de Puerto Deseado definido para el presente proyecto como Área Operativa Puerto -AOP-) y posiblemente en algunas otras localizaciones de manera indirecta en relación a otros suministros / servicios, pero en todo caso resultarían aspectos dispersos de escasa relevancia, que no incidirán sobre las economías locales. Lo mismo se puede mencionar en cuanto a la demanda de mano de obra, debido a la cantidad y calificación del personal requerido para el proyecto y el plazo de desarrollo del mismo, por lo que el impacto sobre las actividades económicas será, aunque positivo, de poca relevancia. De este modo, la **Importancia del Impacto (I)** sobre este factor queda calificada como **baja**.

A nivel macro económico el proyecto implica la primera etapa de exploración de hidrocarburos que sentará la base para planificar y continuar con las siguientes (perforación, explotación). Por lo tanto los beneficios que genera desde el punto de vista energético para el país, más allá de la demanda de mano de obra y servicios asociados en cada una de las etapas, avanzar con una exploración de hidrocarburos permite confirmar nuevas reservas hidrocarburíferas a explotar comercialmente. De esta manera el país fortalece su matriz energética para procurar su autoabastecimiento, mejorando la balanza comercial y a su vez con la visión de mejorar las exportaciones a futuro con un desarrollo potencial de las cuencas hidrocarburíferas *offshore* de Argentina. Como beneficio indirecto esas futuras exportaciones permitirán el ingreso de divisas tan necesarias para mejorar las reservas nacionales.



3.12 INFRAESTRUCTURA, RECURSOS Y USOS TERRESTRES

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre la infraestructura, recursos y usos terrestres presentes en el área de influencia de la base logística portuaria del proyecto incluyen:

- Demanda de mano de obra y de bienes y servicios; y
- Derrames de combustible

3.12.1 Demanda de mano de obra y de bienes y servicios

No se espera que el uso de los puertos existentes implique conflictos respecto de su uso actual. Dado que los buques asociados al proyecto tienen entre 40 a 100 metros de eslora requerirán un espacio de atraque modesto, y de todos modos el buque sísmico de mayor envergadura atracará en el puerto durante las etapas de movilización y desmovilización, y durante el periodo de prospección únicamente ante la eventualidad en la que sea inseguro permanecer en alta mar (ver Capítulo 4 – Condiciones de operación). Los puertos a ser utilizados como puerto de escala (movilización / desmovilización) y como puerto de servicios logísticos, Puerto de Buenos Aires y puerto de Puerto Deseado respectivamente, pueden acoger regularmente buques de carga mucho más grandes. Durante la prospección, los cambios de tripulación y la reposición de suministros se realizará cada 2 o 3 semanas mediante el buque logístico de menor envergadura.

Dado los servicios que ofrece actualmente el puerto de Puerto Deseado y el corto plazo del registro sísmico, no se prevé que la escala de los recursos y servicios terrestres demandados (combustible, suministros alimenticios, agua, disposición de residuos, etc.) sea sustancial para causar un impacto indirecto significativo en otros usuarios. La **Importancia del Impacto (I)** sobre este factor queda calificada como de **muy baja importancia**.

Como se mencionó en el Capítulo 4 (Descripción de Proyecto), como puerto secundario alternativo en caso de alguna emergencia, únicamente, dado que no se prevé como puerto operativo para aprovisionamiento, se podrá utilizar el puerto de Ushuaia. Si bien se incluyen estas opciones como de eventual “respaldo”, por ejemplo, en el caso improbable que el puerto de Puerto Deseado no pueda recibir a las embarcaciones del proyecto, el uso de este puerto durante el proyecto se considera muy poco probable. En última instancia, el impacto sobre este puerto será asimilable al evaluado para el puerto de Puerto Deseado.

3.12.2 Derrames de combustible

De producirse un derrame de combustible asociado al proyecto en el ámbito portuario, el funcionamiento de las instalaciones portuarias podría verse afectado temporalmente en función del despliegue de las acciones de respuesta. El derrame se abordaría mediante el uso de buques y capacidades locales de respuesta a derrames. No obstante, en función de los acotados volúmenes que estarían involucrados de darse un evento accidental de este tipo, que se vincularía más probablemente con fallas en las operaciones de transferencia de combustible (ver punto 3.2.4), este impacto se estima de **baja importancia**.



3.13 AGUA SUPERFICIAL

De acuerdo al análisis realizado en el Punto 2 que se resume en la Tabla 1, las acciones del proyecto que pueden causar impactos potenciales sobre la calidad del agua en el área de influencia del proyecto incluyen:

- Derrames de combustible; y
- Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos.

3.13.1 Derrames de combustible

En el punto 3.2.4 se describieron los derrames de combustible plausibles de asociar al proyecto bajo estudio.

Los efectos de un pequeño derrame de combustible que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, dependerían de las condiciones del mar en el momento del derrame. Con vientos fuertes y mares agitados, el MGO (gas oil marino -diesel-) se dispersaría rápidamente, y los efectos del derrame serían de poca relevancia. En aguas más tranquilas, la evaporación del diésel sería rápida y el área cubierta por la dispersión del combustible restante dependería de la velocidad y dirección del viento, y de la temperatura del agua.

Un derrame de combustible de estas características introduciría toxicidad temporal en las aguas superficiales. No obstante, sus efectos estarían a su vez limitados por el despliegue requerido de equipos de barrera durante las transferencias de combustible y el cierre automático de las líneas de combustible provocado por la disminución de la presión. En este sentido se prevé que los efectos sean locales y a corto plazo, por lo que el impacto se califica con **moderada importancia**.

3.13.2 Descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos

En puntos anteriores se han descrito los escenarios que podrían dar lugar a la descarga accidental de sustancias químicas y/o residuos sólidos (tanto peligrosos como no peligrosos), evaluándose que en cualquier situación los impactos sobre el medio marino resultarían de muy baja importancia en función de los escasos volúmenes que estarían involucrados y las medidas de prevención y respuesta a ser implementadas a bordo. En este sentido el **impacto** sobre la calidad del agua se considera de **muy baja importancia**.

3.14 AIRE

3.14.1 Emisiones gaseosas

Durante el desarrollo del proyecto, asociado a las siguientes actividades se generarán emisiones gaseosas:

- La combustión del combustible (diésel marino: MGO) para la propulsión de los buques y la generación de energía (continuamente);
- La combustión de residuos líquidos y sólidos en el incinerador del buque (intermitente); y



Los impactos ambientales potenciales asociados a las emisiones gaseosas son:

- Disminución localizada y temporal de la calidad del aire debido a los gases de combustión y las partículas emitidas procedentes de la combustión del diésel; y
- Contribución al efecto global de los gases de efecto invernadero (GEI).

El mecanismo de operación y desplazamiento del buque sísmico y los buques de apoyo es similar a las embarcaciones que ya navegan en la zona. El uso de combustible para los motores de propulsión, los generadores y cualquier incineración de residuos de residuos provocará emisiones gaseosas de GEI, como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), así como emisiones de partículas no GEI como los óxidos de azufre (SO_x), los óxidos nitrosos (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles (COVs) y material particulado.

Las emisiones gaseosas del proyecto están asociadas principalmente a la combustión del diésel marino (MGO) en los motores para la propulsión de los buques, por lo que la características de las emisiones estará asociada a la eficiencia del proceso de combustión y los sistemas de tratamiento de gases incorporados.

La emisión de partículas no GEI puede provocar una reducción de la calidad del aire local en términos de riesgo para la salud. No obstante, no se espera que producto de la combustión de combustibles y residuos en una ubicación tan remota repercuta en la salud o en la comodidad de los receptores situados en áreas terrestres a más de 22 km de distancia, ya que los vientos dispersarán y difundirán rápidamente los gases y las emisiones.

Estas emisiones gaseosas también implican una contribución a las emisiones de GEI (aunque muy pequeña) que contribuyen al calentamiento global (aunque de forma muy leve). Para evaluar el potencial impacto de las mismas se presenta el cálculo del volumen estimado de emisiones de GEI a generarse por las actividades de prospección sísmica en base a las características de las embarcaciones descriptas en el Capítulo 4.

Respecto al consumo de combustible, el buque sísmico cuenta con dos motores Rolls-Royce modelo B32:40L8P CD, que se ajusta plenamente a las regulaciones de emisiones IMO Tier II en el Anexo VI de la convención MARPOL 73/78. Estos motores consumen en total 35 toneladas diarias de MGO (por sus siglas en inglés *Marine Gas Oil*) que, en conjunto con los generadores y propulsores, totalizan un consumo de 50 toneladas diarias de MGO, según datos brindados por el cliente.

Por su parte, los buques de apoyo Candela S y logístico GEO SERVICE I, tendrán un consumo de 2 y 5 toneladas diarias de MGO, respectivamente.

Se considera que los buques tendrán un tiempo de operación máximo de 180 días, el buque de apoyo Candela S deberá acompañar al sísmico, al igual que el GEOSERVICE I mientras no esté realizando las operaciones de logística. Si bien este último, cuando realice escalas en el puerto de Puerto Deseado podrá permanecer atracado por algunas horas, estas escalas se realizarán cada 2 ó 3 semanas, por lo que para el cálculo de emisiones se mantienen 180 días de operación las 24 horas del día.

La siguiente tabla resume los consumos diarios y en a partir de estos, el consumo total a lo largo de la operatoria de prospección.



Tabla 7. Consumo de combustible total para cada buque.

Buque	Nombre	Combustible	Consumo de Combustible Diario (toneladas)	Tiempo Operativo (horas)	Consumo de Combustible Total (toneladas)
Sísmico	BGP PROSPECTOR	MGO	50	4.320	9.000
Apoyo/Remolcador	CANDELA S	MGO	2	4.320	360
Logístico	GEO SERVICE I	MGO	5	4.320	900

En cuanto a los Factores de Emisión se emplean los valores para navegación establecidos en el Inventario de Gases de Efecto Invernadero Nacional y en función de los poderes caloríficos que allí se expresan, y que coinciden con los factores de emisión presentados en las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”.

Tabla 8. Factores de Emisión según combustible para la navegación.

Parámetro	Factor de Emisión para Gasoil	Unidad
CO ₂	74,1	t/TJ
CH ₄	0,007	t/TJ
N ₂ O	0,002	t/TJ
NO _x	1,5	t/TJ
CO ₂	1	t/TJ
COVNM	0,2	t/TJ
SO ₂	0,036	t/TJ

Las emisiones para los buques propuestos se estiman cuantitativamente en base a las toneladas de combustible consumidas en el total de la operación exploratoria y factores de emisión indicados en la tabla precedente.

De esta manera, mediante la expresión:

$$\text{Emisión}_{ij} = (\text{Factor de Emisión})_{ij} \times (\text{Consumo de Combustible})_j$$

Se obtienen las emisiones de los distintos gases (subíndice i) para los diferentes buques (subíndice j).



Adicionalmente, para el proyecto bajo estudio, se calcula el Potencial de Calentamiento Global GWP por sus siglas en inglés *Global Warming Potential*, en toneladas de CO₂ equivalente, para un horizonte de 100 años. Como es habitualmente recomendado, se utilizan los valores expresados en el reporte más actual (Quinto Reporte de Evaluación, AR5) para los distintos gases de efecto invernadero indicados a continuación.

Tabla 9. Potencial de Calentamiento Global (GWP) a 100 años.

Gas de Efecto Invernadero (GEI)	Potencial de Calentamiento Global (GWP)
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

El GWP define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1 kg de gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. Es una medida de cuánto de una dada cantidad de GEI se estima que contribuye al calentamiento global. Es una escala relativa que compara el gas en cuestión con la misma masa de CO₂, cuyo GWP por convención es la unidad.

En este sentido los valores de la tabla anterior se relacionan mediante la siguiente expresión:

$$\text{CO}_2\text{eq} = \text{masa GEI} \times \text{GWP}_{\text{GEI}}$$

Para la obtención del GWP en toneladas CO₂eq.

En la siguiente tabla se resumen las emisiones atmosféricas para cada buque involucrado, el total según el compuesto gaseoso y el potencial de calentamiento global.

Tabla 10. Emisiones Atmosféricas. Valores expresados en toneladas.

Compuesto	Buque			Total
	Sísmico	Apoyo	Logístico	
CO ₂	28.676,70	1.147,07	2.867,67	32.691,44
CO	387,00	15,48	38,70	441,18
NO _x	580,50	23,22	58,05	661,77
N ₂ O	0,77	0,03	0,08	0,88
SO ₂	13,93	0,56	1,39	15,88
CH ₄	2,71	0,11	0,27	3,09
VOCs	77,40	3,10	7,74	88,24
GWP (tCO₂eq)	28.958	1.158	2.896	33.012

Por otra parte, conociendo las especificaciones técnicas de los motores principales del buque sísmico, y la normativa que cumplen en cuanto a emisiones gaseosas, se calculan las emisiones máximas durante la etapa operativa.



Tabla 11. Consumo de MGO motores del buque sísmico.

Motor		Potencia (kW)	Consumo Específico (g/kWh)	Tiempo operativo (h)	Consumo unitario (toneladas)	Consumo total (toneladas)
Tipo	Cantidad					
RRM Bergen B32:40L8P CD	2	4.000	184	4.320	3.180	6.359

Para el Buque Sísmico se pudo estimar como máximo un valor de 93,7 kg/h para emisiones de NOx y 404,6 toneladas para el total de la operación. Estos valores extremos surgen de considerar el valor Tier II OMI de 11,71 g/kWh, emisión específica máxima para 750 rpm. Es decir, que en realidad las emisiones serían siempre menores dado que por especificaciones del fabricante se cumple con dicha normativa.

Al respecto, cabe destacar que las emisiones máximas calculadas según las especificaciones técnicas de los motores y la normativa de emisiones a la que se ajustan, resultan inferiores respecto de aquellas calculadas a partir de factores de emisión, siendo estas últimas más generales. A su vez, es dable mencionar que la normativa regula el contenido de azufre en los combustibles, no las emisiones de SO₂, siendo para IMO Tier II de 0,1% (m/m).

Según la estimación de emisiones realizada, las actividades de adquisición sísmica generarán 33.012 toneladas de gases equivalentes a CO₂ en total (o lo que es lo mismo 0,033 MtCO₂eq). En comparación con los 364 MtCO₂eq (Millones de Toneladas de CO₂ equivalente) totales estimadas para el país en base al Inventario Nacional de GEI correspondientes al Tercer BUR³ elaborado en 2018-2019 (SAYDS, 2019b), se considera que el impacto del proyecto en las emisiones de GEI no es significativo.

El impacto en relación a las emisiones gaseosas del proyecto resulta con baja intensidad, localizado (puntual) alrededor del buque (se espera que se diluya y disipe rápidamente en el entorno mientras los buques se mueven), de persistencia temporal (duración del proyecto) y reversible en el corto plazo, por lo que su **importancia** se califica como **baja**.

³ Informe Bienal de Actualización



4. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para la identificación, evaluación y valoración de los potenciales impactos ambientales asociados al proyecto en estudio se siguió la metodología propuesta por Conesa Fernández – Vitora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia). Esta metodología integra en la cuantificación de los impactos los atributos de magnitud, temporalidad, sinergia y acumulación, entre otros, cumpliendo con lo requerido en el Anexo IV de la Resolución Conjunta 3/19 de las Secretarías de Gobierno de Energía y de Ambiente y es una de las herramientas de más amplia utilización (SAyDS, 2019a). En particular, se puede mencionar su utilización en proyectos de prospección sísmica marina nacionales e internacionales, por ejemplo, en los siguientes estudios:

- Serman & asociados, 2021. Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore 3D Áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114, Argentina para EQUINOR.
- Serman & asociados, 2017. Relevamientos Sísmico Offshore Talud “2D”, Argentina para YPF.
- Serman & asociados, 2017. Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore 3D Área “A” Santa Cruz, Argentina para ENAP SIPETROL.
- Serman & asociados, 2017. Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore 3D Área “B” Santa Cruz, Argentina para ENAP SIPETROL.
- Ezcurra & Schmidt S.A., 2012. Estudio de Impacto Ambiental y Social previo a la prospección sísmica costa afuera bloque centro Golfo San Jorge Marina Pan American Energy.
- Walsh, 2007. Estudio de Impacto Ambiental Prospección Sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48, Perú, para PETRO-TECH PERUANA S.A.

Los impactos se califican según su signo (positivo, negativo), intensidad (baja, media, alta, muy alta, total), extensión (puntual, parcial, extensa, total, crítica), entre otras variables, que se detallan de acuerdo al siguiente algoritmo:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

$\pm$ = 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.



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

El desarrollo de la ecuación de Importancia se realizó evaluando cada uno de los términos del algoritmo en conjunto con el grupo de especialistas intervinientes en el presente estudio, según la tabla orientativa que se presenta a continuación.

Signo		Intensidad (i)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
Neutro	0	Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		Importancia del Impacto	
Recuperable inmediato	1	$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

A continuación se describe el significado de los atributos de la matriz de importancia:



Signo
El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
Intensidad (i) ¹
Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.
Extensión (EX)
Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).
Momento (MO)
El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.
Persistencia (PE)
Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales.
Reversibilidad (RV)
Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.
Recuperabilidad (MC)
Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).
Sinergia (SI)
Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.
Acumulación (AC)
Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
Efecto (EF)
Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
Periodicidad (PR)
La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).
¹ En el presente estudio en la valoración se considera intrínsecamente la sensibilidad del componente afectado.



En función de este modelo los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. De acuerdo a la metodología, y según esa variación, los impactos negativos toman valores de importancia que los califican como *irrelevantes*, (inferiores a 25), *moderados* (valores entre 25 a 49), *severos* (valores entre 50 a 75) y *críticos* (mayores a 75). Estas calificaciones están extendidas y son comunes en la práctica de la evaluación ambiental y pueden ser denominadas de distintas formas, en general equivalentes, según la adaptación de la metodología y/o autor. Así los impactos *irrelevantes*, en general son denominados como “*bajos*”, siendo esta última la denominación que se adoptó en el presente estudio.

Conesa Fernández – Vitora (1997) expresa que los impactos con valores de importancia menores a 25 (bajos) son “compatibles” es decir que son aquellos “*cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras*”. No obstante, teniendo en cuenta las características de los proyectos de adquisición sísmica, se verifica que existen también impactos en los que el factor en cuestión sufriría una escasa alteración, o no serían detectables (esto es, no se puede establecer/detectar si una posible variación es de origen natural o no) pudiendo ser estos calificados de “*muy bajos*”. A su vez, teniendo en cuenta la aplicación secuencial de la jerarquía de mitigación (prevención, reducción, restauración, compensación de impactos) se identificó que también en el caso de algunos impactos bajos es factible aplicar medidas de prevención y/o reducción, que minimizan los mismos, pudiendo ser también éstos calificados de “*muy bajos*” luego de aplicadas las medidas de mitigación, como se verá más adelante en el Punto 5.

En la Tabla 12 se presentan las categorías o calificación de la Importancia (I) que pueden tomar los impactos.

Tabla 12. Calificación de la Importancia (I) de los impactos.

Impacto Positivo		Impacto Negativo		Significado
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación	
Muy bajo		Muy bajo		Aquéllos en los que el factor afectado sufre una alteración escasa o no detectable (esto es, no se puede establecer/detectar si una posible variación es de origen natural o no).
< 25	Bajo	< 25	Bajo	La recuperación es en general inmediata tras el cese de la actividad.
25 a 49	Moderado	25 a 49	Moderado	La recuperación puede no ser inmediata tras el cese de la actividad, pero en general son reversibles en el corto plazo.
50 a 75	Alto	50 a 75	Severo	El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado.
> 75	Relevante	> 75	Crítico	La afectación del mismo es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas preventivas y de reducción.



La ventaja de la aplicación de este tipo de matrices radica en su utilidad para determinar impactos de manera global a partir de un análisis integral y poco particularizado, en el que se evidencia rápidamente dónde se concentran los mayores impactos y a qué tipo o grupo de actividades del proyecto se le atribuyen. En él se identifican impactos de distintas etapas del proyecto. Además, este tipo de matrices permite determinar tanto impactos positivos como negativos, a partir de la incorporación de signos (+/-).

En este sentido, la presente evaluación permitió identificar los potenciales efectos e impactos ambientales asociados al proyecto, y a partir de ello, elaborar las medidas de mitigación y control más adecuadas a aplicar para evitar o minimizar los mismos (Capítulo 8 – Medidas de Mitigación y Plan de Gestión ambiental).

4.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se presenta la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto (Tabla 13).

Las columnas representan las acciones del proyecto que fueron identificadas como potenciales modificadores de los diferentes factores ambientales. Las filas, por su parte, corresponden a los mencionados factores ambientales. Luego de la evaluación, se presenta la Matriz Resumen de Impacto Ambiental (Tabla 14) con las interacciones entre acciones y factores de los potenciales impactos ambientales identificados y la valoración final obtenida.



Tabla 13. Matriz de Evaluación Impacto Ambiental

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121																
Acción		Medio	Factor Ambiental	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)	
Actividades planificadas																
Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)		Biótico	Mamíferos marinos	-	4	4	4	2	2	2	4	4	1	4	-43	
			Peces y cefalópodos		2	2	4	2	1	1	4	4	1	4	-31 (*)	
			Bentos y plancton	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24	
			Aves	-	4	4	4	2	1	1	4	4	1	4	-41 (**)	
		Áreas protegidas y sensibles	-	4	4	4	2	2	1	4	4	1	4	-42		
		Antrópico	Actividad pesquera	-	2	2	4	2	1	1	4	4	1	2	-29	
Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico		Biótico	Mamíferos marinos	-	1	1	4	2	1	1	1	1	2	4	-21	
			Aves	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24	
			Áreas protegidas y sensibles	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24	
		Antrópico	Actividad pesquera	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	2	-22	
			Tránsito marítimo	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24	
			Infraestructura costa afuera	-	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	-17	
			Actividad hidrocarburífera	-	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	-17	
Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones gaseosas	Físico	Aire	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24	
	Emisiones lumínicas de los buques	Biótico	Aves	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24	
			Áreas protegidas y sensibles	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	4	-24	
	Emisiones sonoras de los buques	Biótico	Mamíferos marinos												Muy bajo	
			Peces y cefalópodos												Muy bajo	
			Aves												Muy bajo	
			Áreas protegidas y sensibles												Muy bajo	
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios		Antrópico	Actividades económicas	+	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	16
				Infraestructuras, recursos y usos terrestres												Muy bajo
Eventos no planificados (contingencias)																
Derrames de combustible		Físico	Agua superficial	-	4	2	4	2	1	1	4	4	2	2	-36	
		Biótico	Mamíferos marinos	-	4	2	4	2	4	1	4	4	1	4	-40	
			Peces y cefalópodos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	1	4	-38	
			Bentos y plancton	-	2	1	4	2	1	1	4	4	1	2	-27	
			Aves	-	4	4	4	2	4	1	4	4	1	4	-40	
			Áreas protegidas y sensibles	-	4	2	4	2	4	1	4	4	1	4	-40	
		Antrópico	Actividad pesquera	-	4	2	4	2	2	1	4	1	1	4	-35	
			Infraestructuras, recursos y usos terrestres	-	1	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-24	
Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos		Físico	Agua superficial												Muy bajo	
		Biótico	Mamíferos marinos													Muy bajo
			Peces y cefalópodos													Muy bajo
			Bentos y plancton													Muy bajo
			Aves													Muy bajo
			Áreas protegidas y sensibles													Muy bajo
		Antrópico	Actividad pesquera													Muy bajo

Notas:

(*) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de peces, mientras que la valoración de la Importancia del impacto para el grupo de cefalópodos resulta baja.

(**) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos, por ser el que alcanza la mayor valoración dentro de las aves marinas.

REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación
Muy bajo		Muy bajo	
< 25	Bajo	< 25	Bajo
25 a 49	Moderado	25 a 49	Moderado
50 a 75	Alto	50 a 75	Severo
> 75	Relevante	> 75	Crítico



Tabla 14. Matriz resumen

COMPONENTES AMBIENTALES		MEDIO FÍSICO		MEDIO BIÓTICO					MEDIO ANTRÓPICO						
		Agua superficial	Aire	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Bentos y plancton	Aves	Áreas protegidas y sensibles	Actividad pesquera	Tránsito Marítimo	Infraestructura costa afuera	Actividad hidrocarbúfera	Actividades económicas	Infraestructuras, recursos y usos terrestres	
ACCIONES															
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121	Actividades planificadas														
	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)				-43	-31 (*)	-24	-38 (**)	-42	-29					
	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico				-21			-24	-24	-22	-24	-17	-17		
	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones gaseosas			-24										
		Emisiones lumínicas de los buques						-24	-24						
		Emisiones sonoras de los buques				Muy bajo	Muy bajo		Muy bajo	Muy bajo					
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios													16	Muy bajo
	Eventos no planificados (contingencias)														
	Derrames de combustible		-36		-40	-38	-27	-40	-40	-35					-24
Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos		Muy bajo		Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo						

Nota:

(*) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de peces, mientras que la valoración de la Importancia del impacto para el grupo de cefalópodos resulta baja.

(**) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos, por ser el que alcanza la mayor valoración dentro de las aves marinas.

REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación
Muy bajo		Muy bajo	
< 25	Bajo	< 25	Bajo
25 a 49	Moderado	25 a 49	Moderado
50 a 75	Alto	50 a 75	Severo
> 75	Relevante	> 75	Crítico



5. MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a la “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental” (SAyDS, 2019a) el abordaje de las medidas de mitigación considera el modelo conceptual de planificación temprana de la mitigación de impactos, conocido como principio de jerarquía de mitigación.

Este principio establece una secuencia de pasos, a implementar de forma concatenada y jerarquizada, que tienen como finalidad evitar, minimizar, restaurar y en última instancia compensar los impactos negativos significativos residuales con el objetivo de lograr como mínimo la pérdida nula y de preferencia una ganancia adicional de los valores ambientales, a escala del proyecto.

Tabla 15. Jerarquía de mitigación (SAySD, 2019a)

Evitar (Medida Preventiva)	La primera instancia consiste en prevenir los impactos ambientales, que se puede llevar a cabo a través de cambios tecnológicos, escala o ubicación del proyecto o alguno de sus componentes o actividades. Este tipo de medidas de prevención serán efectivas si se implementan en fases tempranas del ciclo del proyecto.
Minimizar (Medida de Mitigación)	El siguiente nivel busca reducir los impactos negativos que no pudieran ser evitados, tanto en su duración, magnitud o alcance. También pueden ser abordados desde los cambios tecnológicos, ubicación o escala del proyecto.
Restaurar (Medida de Restauración)	Comprende la recuperación de los valores del ambiente que son inevitablemente alterados por el proyecto, y solo cuando no puedan ser aplicables las medidas precedentes. Las acciones de restauración pueden ser implementadas durante la ejecución, operación y posterior al cierre del proyecto.
Compensar (Medida de Compensación)	Última etapa que se implementa sobre aquellos impactos negativos significativos residuales que no pudieron ser evitados, minimizados o restaurados. La compensación solo debe implementarse luego de que se hayan aplicado las instancias anteriores.

La prioridad en la mitigación es aplicar primero las medidas de mitigación a la fuente del impacto (es decir, evitar o minimizar la magnitud del impacto de la actividad asociada al proyecto), y luego abordar el efecto resultante sobre el recurso/receptor mediante medidas de restauración o compensación (es decir, reducir la importancia del efecto una vez que se hayan aplicado todas las mitigaciones razonablemente viables para reducir la magnitud del impacto).

A continuación se presenta la matriz resumen de impactos ambientales considerando la implementación de las medidas de mitigación confeccionadas para atender a los impactos del proyecto las cuales se detallan en el Capítulo 8. El nivel de impacto residual se ha asignado en forma cualitativa utilizando las categorías definidas en el punto 4.1. **Como resultado de la implementación de las medidas los impactos residuales han quedado calificados entre bajos y muy bajos.**

En la Tabla 17 se indica el tipo de medida aplicada de acuerdo a la jerarquía de mitigación (Tabla 15) y los programas del Plan de Gestión Ambiental con los que se vinculan. Estos últimos (programas) se describen asimismo en el Capítulo 8.



Tabla 16. Matriz de impacto ambiental implementando medidas de mitigación

Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
Actividades planificadas							
Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Peces y cefalópodos	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo (*)
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Plancton	Bajo	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Aves	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Áreas protegidas y sensibles	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
	Antrópico	Actividad pesquera	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	P4 y P5	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	Biótico	Mamíferos marinos	Bajo	M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	Bajo
				M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con la fauna marina	P2	
		Aves	Bajo	M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	Bajo
		Áreas protegidas y sensibles	Bajo	M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	Bajo
				M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con la fauna marina	P2	
	Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	P4 y P5	Bajo
				M15	Respuesta de consultas y reclamos	P15	
		Tránsito marítimo	Bajo	M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	P4	Muy bajo
		Infraestructura costa afuera	Bajo	M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	P4	Muy bajo



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102								
Acción		Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
					Código	Nombre	Código	
			Actividad hidrocarburífera	Bajo	M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	P4	Muy bajo
					M9	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas	P4	
					M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones gaseosas	Físico	Aire	Bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Bajo
	Emisiones lumínicas de los buques	Biótico	Aves	Bajo	M5	Prevención para avifauna	P2	Bajo
			Áreas protegidas y sensibles	Bajo	M5	Prevención para avifauna	P2	Bajo
	Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero)	Biótico	Mamíferos marinos	Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo
			Peces y cefalópodos	Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo
			Aves	Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo
			Áreas protegidas y sensibles	Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo
	Demanda de mano de obra y de bienes y	Antrópico	Actividades económicas	Bajo	M15	Contratación de personal local y compras locales	P13	Bajo



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
servicios		Infraestructuras, recursos y usos terrestres	Muy bajo	M14	Comunicación a la población	P12	Muy bajo
				M15	Respuesta de consultas y reclamos	P15	
Eventos no planificados (contingencias)							
Derrames de combustible	Físico	Agua superficial	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Peces y cefalópodos	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Bentos y Plancton	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Aves	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Áreas protegidas y	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo	



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
		sensibles		M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Antrópico	Actividad pesquera	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Infraestructuras, recursos y usos terrestres	Bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	Físico	Agua superficial	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10
M11					Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
Biótico		Mamíferos marinos	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Peces y cefalópodos	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Bentos y plancton	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Aves	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y	



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 2 – IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES)

Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
		Áreas protegidas y sensibles	Muy bajo			P11	Muy bajo
				M6	Salud y seguridad	P6 y P10	
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Antrópico	Actividad pesquera	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	

Nota:

(*) se considera la mitigación dada por la aplicación del aumento gradual en cuanto a los peces, en tanto que para el grupo de los cefalópodos el impacto resultó inicialmente bajo.



Tabla 17. Listado de medidas y programas

Código	Medida	Tipo de medida	Aspecto / Control
P1	PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA MARINA		
M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	Reducción	Controles de reducción
M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	Reducción	Controles de reducción
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles operativos
P2	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS NO RELACIONADOS CON EL SONIDO SOBRE LA FAUNA MARINA		
M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con la fauna marina.	Prevención / Reducción	Controles de reducción
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles operativos
M5	Prevención para avifauna	Reducción	Controles de reducción
P3	PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS FORTUITOS SOBRE ESPECIES DE HALLAZGO OCASIONAL		
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles de reducción
P4	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS		
M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	Reducción	Controles operativos
M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	Reducción	Controles operativos
M9	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas	Preventiva	Controles operativos
M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	Preventiva	Diseño / Cronología
P5	PROGRAMA DE COMUNICACIÓN PARA EL ÁREA PESQUERA		
M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	Reducción	Controles operativos
P6	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL		
M6	Salud y seguridad	Reducción	Controles operativos
M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	Reducción	Controles operativos
P7	PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO		
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
P8	PROGRAMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLE		
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P9	PROGRAMA DE OPERACIONES LOGÍSTICAS EN PUERTO DE APOYO		
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos



Código	Medida	Tipo de medida	Aspecto / Control
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
P10	PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS		
M6	Salud y seguridad	Reducción	Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P11	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL		
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P12	PROGRAMA DE COMUNICACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL		
M14	Comunicación a la población	Prevención	
P13	PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL LOCAL Y COMPRAS LOCALES		
M16	Contratación de personal local y compras locales	Reducción	
P14	PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO LEGAL		
M17	Cumplimiento legal	Reducción	Controles operativos
P15	PROGRAMA DE ATENCIÓN A QUEJAS Y RECLAMOS		
M15	Respuesta de consultas y reclamos	Prevención / Mitigación	
P16	PROGRAMA DE PREVENCIÓN COVID-19		

6. IMPACTOS ACUMULATIVOS

6.1 INTRODUCCIÓN

Si bien un impacto puede ser relativamente pequeño cuando se considera el proyecto o actividad por sí solo, este puede ser magnificado en combinación con los impactos de otros proyectos y actividades; estos efectos combinados se conocen como impactos "acumulativos".

Los impactos acumulativos pueden surgir como resultado de:

1. Interacciones entre impactos residuales independientes relacionados con el proyecto, lo que podría incluir el efecto de múltiples interacciones ambientales del proyecto (por ejemplo, sonido subacuático, interferencia por movimientos de embarcaciones, etc.) sobre un receptor o componente ambiental, siendo el efecto resultante mayor que cada impacto individual en forma aislada.
2. Interacciones entre los impactos residuales del proyecto de "Registro Sísmico Offshore 3D en las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121" en combinación con los impactos de otros proyectos y sus actividades conexas dentro de la misma zona de influencia. Este efecto puede producirse como resultado de los impactos combinados de varios proyectos, que individualmente podrían no ser significativos, pero que cuando se consideran conjuntamente podrían crear un efecto acumulativo significativo en un solo receptor o componente ambiental.

Los primeros han sido evaluados como parte del punto anterior dado que, por un lado, la metodología adoptada (Conesa Fernández – Vitora, 1997) considera particularmente este aspecto de los impactos; y por el otro, el proyecto considera un único foco de actuación, dado por el buque sísmico y su arreglo, y las embarcaciones de apoyo, los que irán cubriendo con su traslado todo el polígono a prospectar.



En este sentido, este punto del estudio se concentra en los segundos, los relacionados con la potencial interacción del proyecto con otras actividades o proyectos dentro del área de influencia.

La evaluación del impacto acumulativo comprende entonces lo siguiente:

- Identificar otros proyectos y actividades conocidas en las cercanías del proyecto de “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” con los que exista la posibilidad de que se produzcan impactos acumulativos.
- Evaluar la interacción del proyecto con otras actividades o proyectos desde el punto de vista espacial (es decir, los impactos están tan cerca en el espacio que sus efectos se superponen) y temporal (es decir, los impactos están tan cerca en el tiempo que el efecto de uno no se disipa antes de que se produzca el siguiente);
- Evaluar los posibles impactos acumulativos en los receptores ambientales potencialmente afectados por el “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” y los proyectos o actividades identificadas; y
- Cuando sea necesario, definir medidas para evitar, reducir o mitigar en la medida de lo posible cualquier impacto acumulativo potencialmente significativo.
-

6.2 ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE PRODUCIR IMPACTOS ACUMULATIVOS

A continuación, se presenta una descripción de las actividades y proyectos identificados entorno a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 con potencial de producir impactos acumulativos.

1 – Como se mencionó anteriormente, la interacción del proyecto con áreas costeras está básicamente limitada al uso de la infraestructura portuaria de Puerto Deseado por parte del buque logístico proveniente del Área Operativa Sísmica. Estas operaciones resultan rutinarias y no diferirán de las que normalmente lleva a cabo un buque pesquero o carguero que recala de otra navegación. Dada la escasa relevancia de este aspecto del proyecto, se descarta que posea un efecto acumulativo.

2 – En relación a la interacción de los efectos del proyecto con las actividades de pesca presentes, es dable señalar dos aspectos analizados anteriormente. Por un lado, el riesgo para los peces individuales es bajo, y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas; en particular considerando que la mayoría de las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. De este modo, los efectos sobre las poblaciones de peces comprenderían fundamentalmente respuestas comportamentales que podrían implicar el alejamiento temporal de las especies que se superponen con la zona de proyecto. Por el otro lado, y más relevante, en cuanto a la actividad o presión de pesca es dable señalar que la cantidad de productos de la pesca llevados a puerto desde el área de influencia del proyecto (AID + AII) tiene, en general, una baja representación en toneladas para los desembarques del país. En términos generales, esto indica que la zona es relativamente poco importante para la pesca de las especies de interés pesquero locales. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los peces sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada (el impacto sobre los peces en relación a la operación de las fuentes sísmicas quedó calificado como de importancia moderada – ver punto 3.3.1).



3 - En la línea de base ambiental (Capítulo 5 – Parte 4) se ha presentado la información sobre las actividades sísmicas 2D y 3D realizadas previamente en el área de estudio, a partir de lo cual se puede afirmar que en la totalidad de las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_122 se han realizado prospecciones 2D, y que el área AUS_105 ha sido prospectada parcialmente en 3D. De acuerdo a la información relevada, la campaña más reciente corresponde a una sísmica 2D realizada por Spectrum/TGS-Nopec 2D entre 2017 y 2018, la cual ha abarcado en su totalidad al bloque MLO_121 y a un sector del bloque AUS_106. Es dable señalar que en la industria sísmica y también en nuestro país se vienen implementando desde hace varios años procedimientos de aumento gradual para minimizar los posibles impactos sonoros subacuáticos en el entorno marino, con la participación de observadores de fauna marina y la ejecución de reportes, como por ejemplo se evidencia en los informes de TGS/Spectrum (TGS/Spectrum, 2020). En nuestro país el trabajo publicado por Mandiola et al. (2015), da cuenta, por ejemplo, de las observaciones realizadas por los biólogos a bordo del buque sísmico Geco Tritón durante diciembre 2006 a marzo de 2007, en el marco de una campaña sísmica realizada por YPF. Las diferencias temporales entre los estudios sísmicos pasados y los previstos, y el uso del procedimiento de aumento gradual permiten suponer que existe un alcance limitado de impactos acumulativos para los organismos marinos debido al sonido subacuático. Los impactos de las lesiones en los mamíferos y peces se minimizan a través del aumento gradual y los impactos de comportamiento son menores y temporales, como se ha evaluado anteriormente. Considerando que la fecha de inicio más temprana para el presente proyecto será septiembre de 2023, la campaña antecedente más reciente se distancia en más de 4 años. De este modo, no se producirá la afectación en periodos estacionales consecutivos de la misma área. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los organismos marinos y pesquerías sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada.

4 - Actividades del operador TOTAL AUSTRAL S.A. dentro de los bloques Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO adyacentes a los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. De estos, sólo el bloque CAU se encuentra actualmente en operación, mientras que los bloques CSES, CNOR, TASI y LEO, no serían aun productivos. Los pozos productivos pertenecientes al bloque CAU se encuentran por fuera del Área de Operativa Sísmica del proyecto, por lo que las actividades que se realizan en los mismos no se superpondrán con el registro sísmico. Si bien no se conoce el detalle de la logística de la operadora en el bloque productivo Cuenca Marina Austral 1, se presume que las operaciones incluyen movimientos de buques para transporte de personal y, eventualmente, materiales para mantenimiento. Estas actividades se llevarán a cabo durante todo el período de duración de la prospección sísmica, y refieren básicamente al tránsito marítimo. Los impactos del proyecto sobre el Tránsito Marítimo y las Actividades hidrocarburíferas fueron evaluados en el punto 3.8 y 3.10 respectivamente, y clasificados como de baja importancia. No se prevé que la interacción con las actividades de las concesiones linderas implique un impacto acumulativo más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada.



En este caso, además de la aplicación de las acciones previstas para la mitigación de las potenciales interferencias en la navegación (ver Capítulo 8), se considera necesario notificar a la operadora mencionada de las actividades que desarrollará EQUINOR en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Al respecto EQUINOR se ha contactado con TOTAL AUSTRAL para conocer sus planes respecto de cualquier actividad de interés para la adquisición sísmica planificada por EQUINOR. EQUINOR y TOTAL AUSTRAL han acordado una "Solicitud de permiso", en la que TOTAL AUSTRAL concede a EQUINOR ARGENTINA SA permiso para adquirir datos / operar (giros de los barcos, etc.) en las áreas de las licencias "Carina Sudeste", "Tauro-Sirius", "Carina" y "Fenix" (una copia de esta autorización se presenta en el Capítulo 4). Cabe resaltar que EQUINOR permanece en constante diálogo con TOTAL AUSTRAL en relación con las operaciones en la Argentina y si tales planes se modificaran en el período hasta el inicio de la adquisición, EQUINOR alineará su programa de adquisición con el de los vecinos y operadores de la licencia para evitar conflictos operativos (ver Capítulo 8 – Medidas de Mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas).

Por otro lado, dentro de la Cuenca Marina Austral 1, la empresa TOTAL ha presentado el proyecto Fénix que comprende la instalación de una plataforma, la perforación de 3 pozos horizontales, la construcción de un gasoducto de 36,5 km entre la plataforma existente, Vega Pléyade, y la plataforma a construir. De acuerdo al cronograma exhibido en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022) la fase de Transporte e Instalación de la Plataforma (Deck), Tuberías submarinas y Colectores 1 y 2, se llevará a cabo aproximadamente entre el tercer trimestre de 2023 y la primera parte del tercer trimestre de 2024. En este sentido, la fase constructiva del proyecto Fénix podrá coincidir temporalmente con el registro sísmico de EQUINOR que se estima se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024.

En la Figura 13 se puede observar la ubicación de la proyectada plataforma Fénix, el ducto que unirá dicha plataforma con la plataforma existente Vega Pléyade, y el área de exclusión de actividades definida en el proyecto por 2 millas náuticas (3,7 km) de radio en torno a la plataforma Fénix y a la traza del tendido de tuberías (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022). Se puede apreciar que la proyectada plataforma Fénix se ubica dentro del Área Operativa Sísmica, pero por fuera del Área de adquisición de datos (a una distancia de mínima de más de 3 km). Asimismo, alrededor de 30 km del ducto se proyectan dentro del Área Operativa Sísmica, atravesando el bloque AUS_105.



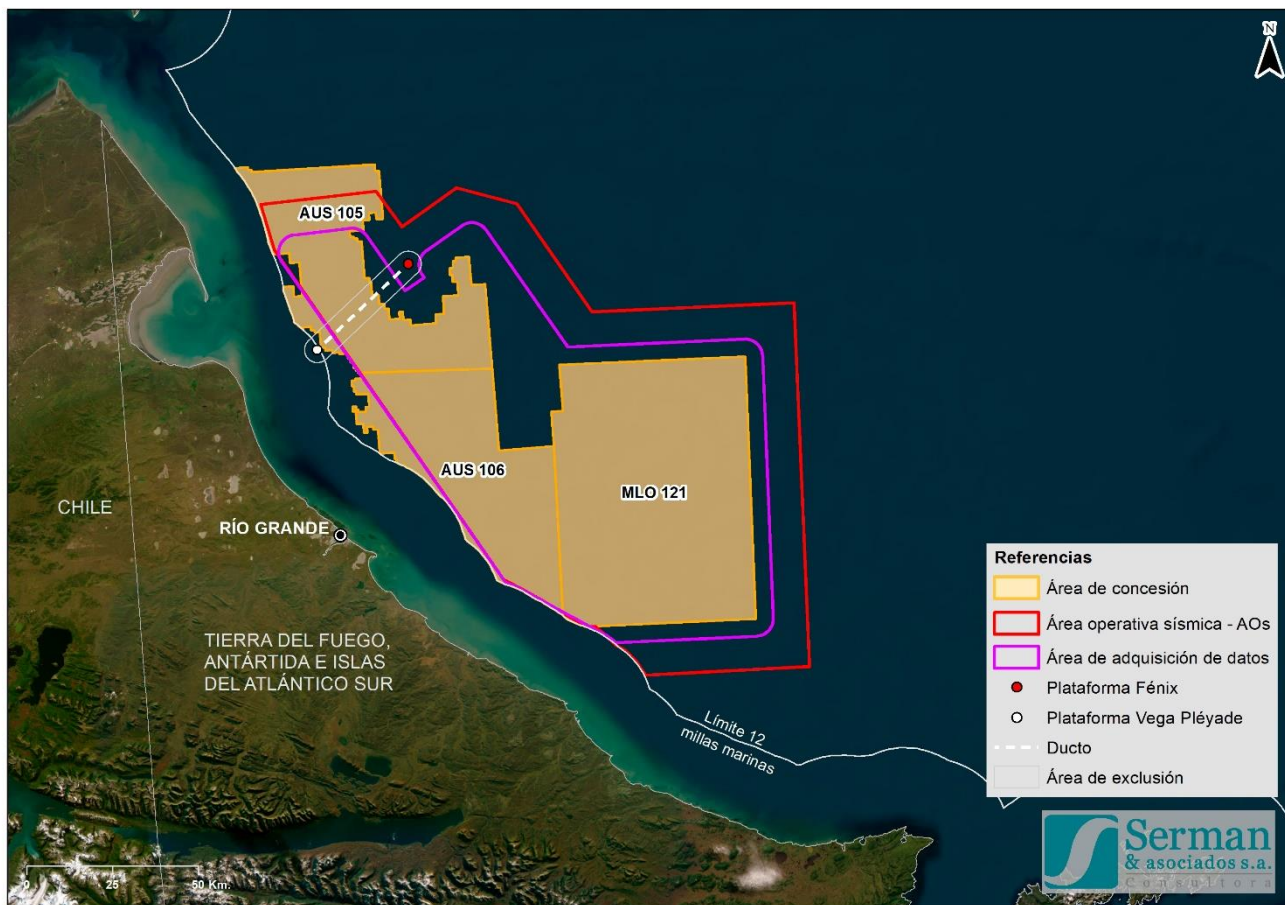


Figura 11. Área Operativa Sísmica AUS_105, AUS_106 y MLO_121 en relación al proyecto Fénix. Fuente: elaboración propia en base SIG del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix Área Cuenca Marina Austral I. Ezcurra & Schmidt S.A., 2022.

Se han identificado y analizado las acciones del proyecto Fénix que podrían interactuar con la adquisición sísmica bajo estudio. El análisis de dichas acciones se encuentra alineado con lo evaluado en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) del mencionado proyecto (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022) por lo cual se coincide con lo expuesto en el mismo. En el EsIA del proyecto Fénix se ha analizado, por un lado, la posibilidad de que las actividades incluidas en dicho proyecto que generan ruidos en el agua se superpongan temporal y espacialmente con proyectos de adquisición sísmica planteando los siguientes escenarios:

“...Escenario 1. Relevamiento sísmico simultáneo con el hincado de pilotes en Fenix

Dado que ambas acciones son periódicas podría haber interferencias y empobrecer la calidad de los datos de la sísmica aunque sin efecto sobre el hincado de pilotes.

Desde el punto de vista del proyecto de sísmica parece aconsejable:

- Evitar la simultaneidad o*
- Separar ambas acciones lo suficiente.*



Respecto de la simultaneidad, debe aclararse que mientras los relevamientos sísmicos duran meses, el hincado de pilotes tomará unas horas por lo que no será difícil arbitrar las medidas de mitigación correspondientes evitando impactos acumulativos.

Escenario 2. Relevamiento sísmico simultáneo con otras tareas que no sea el hincado de pilotes en Fenix...”

En relación al Escenario 1 (Relevamiento sísmico simultáneo con el hincado de pilotes en Fénix), desde el punto de vista del proyecto sísmico bajo estudio se considera como medida para no causar interferencias entre ambos proyectos: Evitar la simultaneidad (evitar la ejecución de la adquisición sísmica en los acotados periodos en que se lleven a cabo las operaciones de hincado de pilotes) manteniendo alejadas las operaciones sísmicas al menos 25 km del sitio donde se lleve a cabo el hincado de pilotes (plataforma Fénix). Esta distancia de 25 km se establece de manera conservativa considerando el análisis incluido en este estudio en cuanto a la operación simultánea de dos prospecciones sísmicas (ver Punto 6.3). Siendo que el hincado de pilotes, de acuerdo a los datos proporcionados por el estudio de Ezcurra y Schmidt (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022), representa una fuente de menor presión sonora (219 SPLrms dBr 1μ Pa@1m) que las fuentes sísmicas evaluadas, se puede afirmar que manteniendo las operaciones de hincado a más de 25 km de la adquisición sísmica no se alterarán sensiblemente las distancias en que superan los umbrales de presión acústica cero a pico (SPLpeak) permanente (PTS) y temporal (TTS), evitando de este modo impactos acumulativos. Teniendo en cuenta la superficie del área en que se adquirirán datos (alrededor de 9.933 km²) y que la adquisición sísmica podrá demandar hasta 180 días, será sencillo evitar la simultaneidad de operaciones en un radio de 25km desde el sitio de instalación de la plataforma, siendo que el hincado de pilotes es una actividad que demanda poco tiempo para su ejecución (horas).

Respecto al Escenario 2 (Relevamiento sísmico simultáneo con otras tareas que no sea el hincado de pilotes en Fenix) esta operación corresponde a la etapa de cierre y abandono del proyecto, la cuál no sucederá hasta dentro de muchos años, por lo que no existe la posibilidad de superposición temporal con las actividades sísmicas del proyecto bajo estudio.



Por otro lado, el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022) evaluó los impactos acumulativos debidos a las actividades simultáneas de dicho proyecto y una fuente sísmica sobre el uso del espacio marítimo. Establece que en el área de perforación se prevé la presencia de un buque del tipo *supply* en la proximidad de las plataformas y que se fijará una zona prohibida para navegar de 2 millas náuticas de radio desde cada una de las instalaciones. Así, considerando la plataforma y la tubería, la zona con prohibición de navegar para el proyecto Fénix tiene una superficie máxima de 313 km², y debe tenerse en cuenta que a medida que los buques a cargo del tendido de la tubería se desplacen habrá lugar para la navegación. Estas actividades se refieren básicamente al tránsito marítimo. Los impactos del proyecto Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 sobre el Tránsito Marítimo y las Actividades hidrocarburíferas fueron evaluados en el punto 3.8 y 3.10 respectivamente, y clasificados como de baja importancia. En cuanto al Tránsito Marítimo dado que el Área Operativa Sísmica presenta una baja densidad de tránsito de buques, no se prevé que la interacción con las actividades del proyecto Fénix por su característica temporal y dinámica implique un impacto acumulativo más significativo que el evaluado para el proyecto sísmico en forma aislada. Por el otro lado, en cuanto a la afectación de las Actividades hidrocarburíferas de TOTAL considerando que la zona de operaciones del proyecto Fénix podrá implicar la afectación máxima de 313 km², el espacio donde podrá existir una interacción entre las actividades de dicho proyecto y la adquisición sísmica bajo estudio representa menos del 3% de la superficie del Área Operativa Sísmica (que abarca unos 13.215 km²). Teniendo en cuenta lo anterior, y que tanto el tendido de la tubería como la adquisición sísmica a medida que se desplacen dejarán lugar para la navegación, será sencillo arbitrar las medidas de mitigación correspondientes efectuando las actividades de EQUINOR y TOTAL en forma coordinada de manera de minimizar las interferencias.

En todo lo que respecta a la potencial superposición de la adquisición sísmica con el proyecto Fénix se considera igualmente necesario notificar a la operadora mencionada de las actividades que desarrollará EQUINOR en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. En el caso que EQUINOR adquiera datos en la misma temporada que se desarrollará el proyecto Fénix u otras tareas en las áreas del operador TOTAL que no fueran consideradas en este estudio, EQUINOR alineará su programa de adquisición con el de los vecinos y trabajará junto con ellos para evitar cualquier riesgo potencial relacionado con conflictos en la adquisición, planificando las operaciones en forma coordinada con TOTAL / autoridades en todo momento, como se establece en el Capítulo 8 de este estudio (ver Medidas de Mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas). Como se mencionó anteriormente, EQUINOR permanece en constante diálogo con TOTAL en relación con las operaciones en la Argentina.

5 – Como se puede observar en la Figura 12 los bloques linderos al Área de Operativa Sísmica bajo estudio que formaron parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1 y han sido adjudicados (no se tiene información geográfica de los bloques declarados desiertos). El área AUS_105 linda al norte con el bloque AUS_104; en tanto que el área MLO_121 colinda al norte con los bloques MLO_115 y MLO_116, al este con el bloque MLO_122 y al sur con el bloque MLO_126. De acuerdo a la Resolución 276/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, la licitación de los bloques AUS_104 y MLO_126 se declaró desierta dado que no se recibieron ofertas para dichas áreas, mientras que el área MLO_122 fue adjudicada a la empresa TULLOW OIL PLC (quien cuenta con permiso de exploración expedido en octubre de 2019 por Resolución 598/2019). En junio de 2021, por Decreto de Necesidad y Urgencia 389/2021 se otorgaron los permisos exploratorios correspondientes a las áreas denominadas MLO_115 y MLO_116 a la compañía estatal INTEGRACIÓN ENERGÉTICA ARGENTINA S.A. (IEASA).



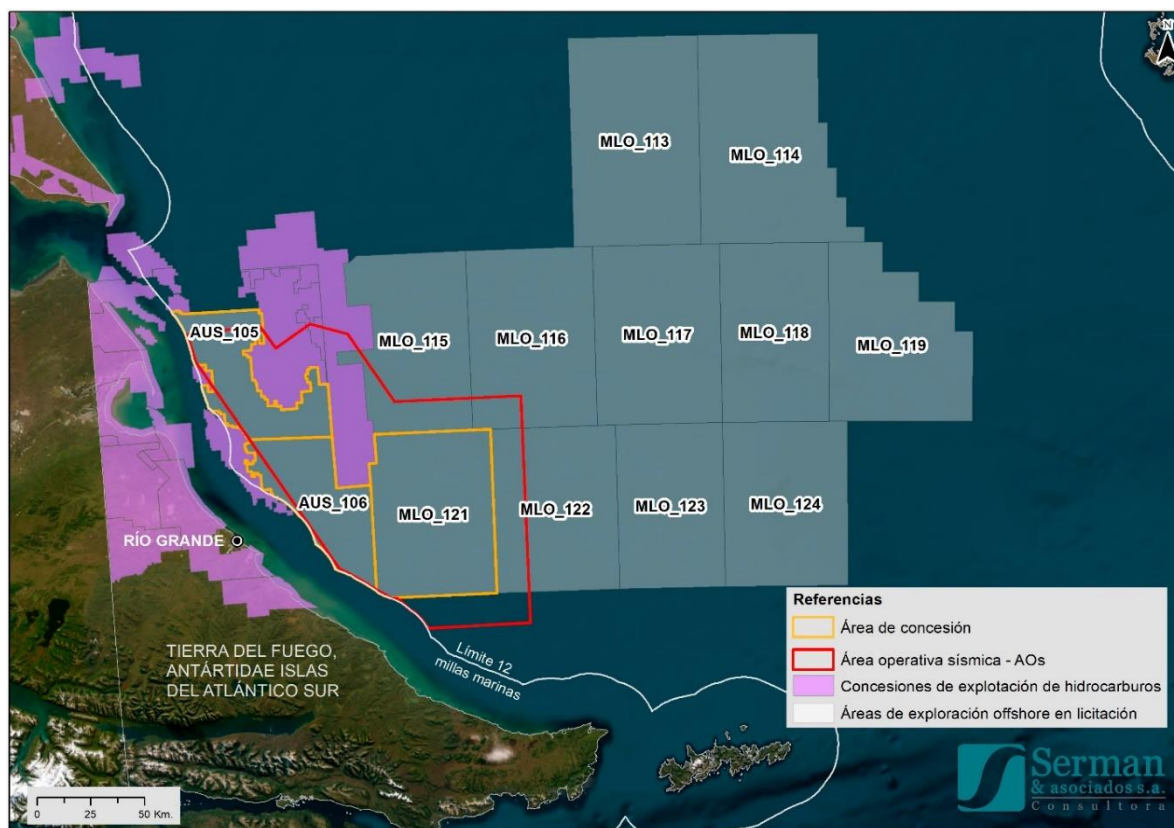


Figura 12. Bloques linderos a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía⁴.

En el caso que EQUINOR adquiera datos en la misma temporada que alguna de las compañías mencionadas, o que en el futuro pudieran planificarse exploraciones sísmicas en áreas cercanas que no fueran consideradas en este estudio, EQUINOR alineará su programa de adquisición con el de los vecinos y trabajará junto con ellos para evitar cualquier riesgo potencial relacionado con conflictos en la adquisición, planificando las operaciones en forma coordinada con los otros permisionarios / autoridades en todo momento. Al respecto, más adelante en este documento se incluye la evaluación de la hipótesis de solapamiento o superposición temporal en el caso de una eventual adquisición sísmica simultánea en áreas de concesión vecinas (ver Punto 6.3).

Cabe destacar que EQUINOR se ha contactado con TULLOW OIL PLC e IEASA en enero de 2023 para informar sus planes de adquisición sísmica y conocer los de ambas compañías. Mediante nota recibida el 6 de enero de 2023 por parte de TULLOW, ha informado que prevé realizar su plan de adquisición sísmica 3D en el área MLO_122 entre octubre de 2023 a marzo de 2024.

⁴ <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/hidrocarburos/mapas-del-sector-de-hidrocarburos>



En particular, la exploración sísmica del operador TULLOW coincidiría temporalmente con el registro sísmico de EQUINOR que se estima se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024. En este sentido, EQUINOR planea preliminarmente comenzar las operaciones en el sector más occidental del Área Operativa Sísmica y continuar hacia el este mientras TULLOW trabaja en MLO_122, también de oeste a este, de modo que siempre exista suficiente distancia entre las operaciones. Esto se definirá en detalle de forma coordinada entre ambas compañías más cerca de la fecha de inicio, de manera de procurar el mayor distanciamiento entre las operaciones. Cabe resaltar que EQUINOR permanece en constante conversación con TULLOW en relación con las operaciones en Argentina. Esta medida se considera en cuanto al desarrollo del relevamiento en el Capítulo 4 y se incluye en el PGA como parte de los compromisos asumidos por EQUINOR (ver Capítulo 8 – medida: Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas).

De todos modos, y en vistas que a futuro pudieran planificarse exploraciones sísmicas en áreas cercanas que no fueran consideradas al momento de la elaboración del presente documento, debe tenerse en cuenta que a los efectos de simplificar la logística y optimizar los costos, las empresas que deben realizar relevamientos sísmicos en una misma región, en general acuerdan contratar el mismo buque, en lugar de contratar buques diferentes para el desarrollo simultáneo. Por las características y especificidad de los relevamientos sísmicos, las empresas operadoras contratan a compañías de servicios que realizan estos trabajos en todo el mundo, contando éstas con la tecnología, los buques y las capacidades adecuadas a tal efecto. Estos buques sísmicos realizan campañas en Europa, África, Oceanía, etc. por lo que, en la planificación de una campaña sísmica, es necesario considerar la disponibilidad del buque con la tecnología adecuada y la ventana de tiempo apropiada para llevar a cabo la actividad (por cuestiones climáticas, administrativas, etc.). Dado que Argentina se encuentra muy alejada de otras áreas de exploración en el mundo (a excepción de las cuencas costa afuera de Brasil), y el número de buques sísmicos en actividad es acotado, la logística de cada campaña es muy compleja. En este sentido, se entiende que la comunicación entre distintas empresas permisionarias para la ejecución de sus correspondientes campañas sísmicas de manera coordinada, favorece a los aspectos de logística y planificación de sus proyectos para realizarlos sin solapamientos ni interferencias. En el PGA (Capítulo 8) se consideran estas acciones de comunicación y coordinación a llevar a cabo entre las distintas partes y empresas (ver medida: Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas).

6.3 HIPÓTESIS DE SOLAPAMIENTO TEMPORAL

Se ha evaluado la hipótesis de solapamiento o superposición temporal en el caso de una eventual adquisición sísmica simultánea en áreas de concesión vecinas del proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121”.

Se realizó un análisis con una hipótesis de solapamiento temporal de sísmicas a una distancia de 25 km de separación.

6.3.1 Consideraciones iniciales

Resulta pertinente realizar las siguientes consideraciones en cuanto a la eventual situación de que dos o más buques operen en simultáneo. Se debe tener en cuenta que la adquisición sísmica no se realizaría en proximidad el uno del otro, debido a la posibilidad de que existan interferencias en las tecnologías de emisión / recepción de las ondas sonoras que afecten a la calidad de los datos sísmicos.



Para el desarrollo de prospecciones simultáneas las autoridades regulatorias suelen requerir una distancia mínima de separación de unos 40 km entre dos buques de prospección sísmica en operación (BOEM, 2014; RPS, 2019a; RPS, 2019b, Santos Ltd, 2021). Este es el criterio aceptado por la Autoridad Nacional de Seguridad Petrolera y Gestión Ambiental de Australia (NOPSEMA) de manera conservadora para el desarrollo de operaciones simultáneas. Incluso sin esta separación requerida, en la práctica, los operadores suelen mantener una separación de unos 17,5 km (9,5 millas náuticas) entre sondeos concurrentes para evitar las interferencias (es decir, el solapamiento de las reflexiones recibidas de varios conjuntos de fuentes) (BOEM, 2014). Además, el conjunto de cables sísmicos suele tener longitudes superiores a los 8 km, por lo que es imperativo que cada buque de prospección mantenga las distancias adecuadas de separación por razones de seguridad y operativas. En resumen, es probable que la adquisición de estos relevamientos esté separada temporal y espacialmente como resultado de los siguientes factores:

- la necesidad de reducir la interferencia de datos;
- la necesidad de reducir los riesgos de seguridad asociados con el equipo remolcado; y
- el compromiso de las partes para evitar el solapamiento entre los relevamientos.

Teniendo en cuenta esta distancia de separación, no se prevé que el sonido subacuático de las fuentes sísmicas se combine para elevar significativamente los niveles de presión sonora a los que pueden estar expuestos los receptores sensibles. Más adelante en este documento se ha analizado la influencia que tendría un segundo arreglo operando simultáneamente, a una distancia de 25 km del primero, de manera de ilustrar lo antedicho.

Se entiende que la comunicación entre las distintas partes y empresas permisionarias para la ejecución de sus correspondientes campañas sísmicas de manera coordinada favorece a los aspectos de logística y planificación de sus proyectos para realizarlos sin solapamientos ni interferencias. En este sentido, en el Capítulo 8 del estudio se ha incluido la medida de Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas.

Asimismo, cabe recordar que previo a la realización de una campaña sísmica se debe cumplimentar con la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EsiA) (Resolución Conjunta N° 3/2019) y obtener la correspondiente Declaratoria de Impacto Ambiental. En la documentación presentada en cada EsiA se podrá verificar si habrá en el área de influencia del proyecto otras actividades de prospección simultáneas y evaluar la aplicación de las medidas de mitigación que correspondan.

6.3.2 Influencia de la emisión de un segundo arreglo en la distancia de superación de umbrales

A los efectos de ilustrar la influencia que tendría un segundo arreglo operando simultáneamente a una distancia de 25 km del primero, y considerando que las condiciones de emisión del mismo fueran iguales a las de EQUINOR, que la propagación del sonido fuera igualmente conservativa y que además el animal receptor se encontrara en el Azimut de máxima emisión (90°, perpendicular a la dirección de avance) con respecto a ambos arreglos (situación obviamente muy conservativa), se ajustó el valor de SPLpeak máximo para cada distancia a la primera fuente, sumando el valor correspondiente a la segunda fuente en forma constante.



Para dar un ejemplo, si el SPLpeak igual a 202 dB re 1 μ Pa para alcanzar el umbral de desplazamiento permanente (PTS) de ejemplares tipo VHF (Cetáceos de frecuencias muy altas) se alcanza a los 781 metros de distancia a la primera fuente, el segundo arreglo ubicado a 25 km de distancia del primero sumaría 179 dB re 1 μ Pa (23 dB menor), lo cual en el dominio lineal (que es el que realmente representa la emisión) es una intensidad igual al 0,5% de la anterior. Si se vuelve a buscar la distancia a la primera fuente para la cual el valor de SPLpeak es igual a 202 dB re 1 μ Pa en la nueva serie de valores incrementados, resulta igual a 782 metros (1 metro más).

En la siguiente tabla se muestran las distancias de superación de los diferentes umbrales comparando los obtenidos para la emisión de un solo arreglo con los resultantes de la presencia de un segundo arreglo operando simultáneamente, con todas las hipótesis conservativas anteriormente explicitadas. La única diferencia que se puede observar es en el umbral de desplazamiento temporal (TTS) del grupo de cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), el cual se incrementa unos 100 metros.

Tabla 18. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero.

		Un arreglo	Dos arreglos Simultáneos
Grupo Auditivo	SPLpeak	Distancia	Distancia
	dB re 1 mPa	(m)	(m)
PTS - LF	219	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50
PTS - VHF	202	781	782
PTS - PW	218	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria	213	77	77
Peces CON vejiga natatoria	207	263	263
TTS – LF	213	77	77
TTS – HF	224	<50	<50
TTS – VHF	196	2973	3079
TTS – PW	212	87	87
TTS – PO	226	<50	<50

Estos resultados muestran que aún efectuando hipótesis conservativas el efecto acumulado de una segunda prospección que se realice simultáneamente, no altera sensiblemente la distancia en que se superan los umbrales de presión acústica cero a pico (SPLpeak) permanente (PTS) y temporal (TTS), si el segundo arreglo se halla a una distancia mayor a 25 km.



Si se hace foco particular en los potenciales impactos a la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) como componente ambiental y social valorado, debido a la importancia del recurso por su declaración como Monumento Natural de la Argentina (Ley 23.094) se puede observar en la Tabla 18 para los cetáceos frecuencias de bajas (LF) (grupo en el que está incluida a la ballena franca austral), para ambos umbrales auditivos (PTS y TTS) se mantienen la misma distancia (<50 metros para PTS y 77 metros para TTS). O sea, una sísmica adicional en operación simultánea a una distancia de 25 km o mayor no produce ningún efecto adicional, incrementado o acumulativo.

Asimismo, cabe recordar que el Área de Exclusión establecida en la Res. MAYDS 201/2021 definida por un radio mínimo de 1.000 metros desde el centro del arreglo de las fuentes de aire comprimido (más exigente que el estándar internacional de 500 metros), supera la distancia de seguridad obtenida (782 metros) para el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) por las modelaciones matemáticas de propagación del sonido para el grupo auditivo más sensible (cetáceos de frecuencia auditiva muy alta -VHF-) bajo la hipótesis de dos arreglos simultáneos separados 25 km.

El siguiente gráfico (Figura 13) ilustra como se incrementa el nivel de presión sonora (SPL) cuando existen dos arreglos, siendo evidente que el efecto comienza a ser significativo recién para distancias superiores a 1 km de la primera fuente.

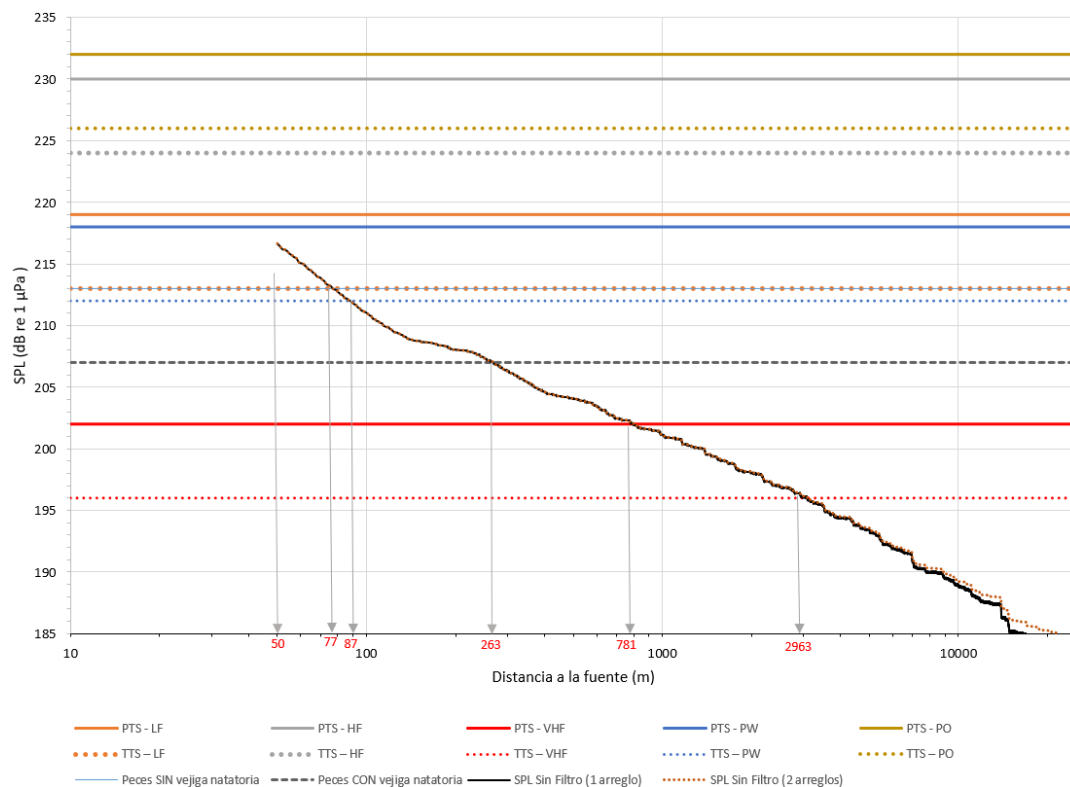


Figura 13. Ejemplo de comparación entre los valores de SPL_{peakTOTAL} y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes (Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°), comparando una sola fuente (arreglo emisor) con dos fuentes. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero.



Concluyendo el análisis y como se mencionó anteriormente, los potenciales impactos de la sísmica sobre los mamíferos marinos incluyen cambios en los estados comportamentales: la evasión, cambios en el comportamiento sonoro y respuestas fisiológicas al estrés, entre otros. Independientemente de la potencial existencia de efectos a largo plazo, se considera que desarrollan una reacción directa e inmediata a las fuentes sonoras. Para el grupo de cetáceos de frecuencias auditivas bajas (LF) integrado por las ballenas, varios estudios han comprobado que la exposición aguda a ruidos a corta distancia genera desplazamientos espaciales (efecto comportamental), que generalmente perduran en tanto el ruido se mantenga (Southall et al., 2007). Por lo tanto, el carácter temporal asociado a las emisiones sonoras será por única o escasas veces y se lo califica de irregular y a su vez mitigable considerando la aplicación de los protocolos antes mencionados tales como: establecimiento de un radio de seguridad conservativo, el procedimiento de arranque suave y progresivo de la sísmica la observación de la presencia de fauna marina por observadores calificados (Responsables de la observación a bordo) y la aplicación del monitoreo acústico pasivo (ver Capítulo 8). Estas son las medidas de mitigación que reducen el riesgo de daños al limitar la exposición de la fauna marina (JNCC, 2017) especialmente para los mamíferos marinos en general y la ballena franca austral en particular.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abgrall, P., V. D. Moulton, y W.J. Richardson (2008). Updaten Review of Scientific Information on Impacts of Seismic Survey on Marine Mammals, 2004-present. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Rec. Doc. 2008/087

Administración de Parques Nacionales (2020).
<https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/areas-marinas-protegidas>

AECOM (2015). SWAP 3D Seismic Survey Environmental & Socio-Economic Impact Assessment

Aguilar de Soto, N., Delorme, N., Atkins, J., Howard, S., Williams, J. y Johnson, M. (2013). Anthropogenic noise causes body malformations and delays development in marine larvae. Scientific Reports 3, 2831.

Allega, L., Braverman, M., Cabreira, A.G., Campodónico, S., Carozza, C.R., Cepeda, G.D., Colonello, J.H., Derisio, C., Di Mauro, R., Firpo, C.A., Gaitán, E.N., Hozbor, M.C., Irusta, C.G., Ivanovic, M., Lagos, N., Lutz, V.A., Marí, N.R., Militelli, M.I., Moriondo Danovaro, P.I., Navarro, G., Orlando, P., Pájaro, M., Prandoni, N., Prosdocimi, L., Reta, R., Rico, R., Riestra, C.M., Ruarte, C., Schejter, L., Schiariti, A., Segura, V., Souto, V.S., Temperoni, B. & Verón, E. (2020). Estado del conocimiento biológico pesquero de los principales recursos vivos y su ambiente, con relación a la exploración hidrocarburífera en la Zona Económica Exclusiva Argentina y adyacencias. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP, Mar del Plata, 119 pp.

André, M., Kaifu, K., Solé, M., Van Der Schaar, M., Akamatsu, T., Balastegui, A., Sánchez, A.M., Castell, J.V., (2016). Contribution to the understanding of particle motion perception in marine invertebrates. In: Popper, N.A., Hawkins, A. (Eds.). The effects of noise on aquatic life II. Springer, New York, 47–55 pp.

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. Front. Ecol. Environ. 9, 489-493.

Andriguetto-Filho, J.M., Ostrensky, A., Pie, M.R., Silva, U.A., y Boeger, W.A. (2005). Evaluating the impact of seismic prospecting on artisanal shrimp fisheries. Cont. Shelf Res. 25, 1720-1727.

ANSI [American National Standards Institute] (2008- 2013). American national standards acoustical terminology. Ansi/Asa S1. Melville, NY: Acoustical Society of America.



- Atlas de Sensibilidad Ambiental de la costa y el mar argentino. (2008). En: boltovskoy, D. (Ed.). [En línea] Buenos Aires. Disponible en: <http://atlas.ambiente.gov.ar/>
- Aubin, T. (2004). Penguins and their noisy world. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76 (2), 279-283. <https://doi.org/10.1590/s0001-37652004000200015>.
- Bartol, S.M., y Ketten, D.R. (2006). Turtle and tuna hearing. In: Swimmer, Y., 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, 98-105 pp.
- Barquete, V., Bugoni, L., Silva-Filho, R.P., y Adornes, A.C. (2006). Review of records and notes on king penguin (*Aptenodytes patagonicus*) and rockhopper penguin (*Eudyptes chrysocome*) in Brazil. *Hornero*, 21, 45-48. <http://www.scielo.org.ar/pdf/hornero/v21n1/v21n1a06.pdf>.
- Bastida, R., Roux, A., y Martínez., D. E. (1992). Benthic communities of the argentine continental shelf. *Oceanológica acta*, 15 (6), 687-698.
- Bastida, R. y Rodríguez, D. (2003). *Mamíferos Marinos de Patagonia y Antártida*. Vázquez Mazzini Editores, Argentina, ISBN 987-9132-08-04, 206pp.
- Bastida, R. Zamponi, M., Bremec, C., Roux, A., Genzano, G. y Elías, R. (2007a). Las comunidades bentónicas. En: *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. Tomo 5. El Ecosistema marino: 91-125. INIDEP. Mar del Plata. Argentina
- Bastida R, D Rodríguez, E Secchi y V DA Silva. (2007b). *Mamíferos Acuáticos*. Sudamérica. Antártida. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.
- Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Rosenberg, R., Wahlberg, M., Åstrand Capetillo, N., y Wilhelmsson, D., (2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife — A generalized Impact Assessment. *Environmental Research Letters* 9(3), 34012.
- Birdlife International (2004). Tracking ocean wanderers: the global distribution of albatrosses and petrels. Results from the global procellariiform tracking workshop, 1–5 september, 2003, Gordon's Bay, South Africa. Cambridge, UK: Birdlife International.
- Boeger, W.A., Pie, M.R., Ostrensky, A., y Cardoso, M.F. (2006). The effect of exposure to seismic prospecting on coral reef fishes. *Brazilian Journal of Oceanography* 54, 235-239.
- Boersma P.D. y Rebstock G.A. (2009). Foraging distance affects reproductive success in Magellanic penguins. *Mar Ecol Prog Ser* 375:263-275. <https://doi.org/10.3354/meps07753>
- Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K., Mosbech, A. (2010). Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters. National Environmental Research Institute Neri Technical Report N° 785.
- Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K., y Mosbech, A. (2009). Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 38 pp. – Neri Technical Report N° 723. <http://www.dmu.dk/pub/fr723.pdf>.
- Booman, C., H. Dalen, H. Heivestad, A. Levsen, T. van der Meeren, y K. Toklum (1996). Effekter av luftkanonskyting pa egg, larver og ynell (effects of airgun shooting on eggs, larvae, and personnel). Havforskningsinstituttet, ISSN 0071–5638.
- BOEM [Bureau of Ocean Energy Management] (2014). Atlantic OCS Proposed Geological and Geophysical Activities Mid-Atlantic and South Atlantic Planning Areas Final Programmatic Environmental Impact Statement. <https://www.boem.gov/sites/default/files/oil-and-gas-energy-program/GOMR/BOEM-2014-001-v1.pdf>



- Bourne, W., (1979). Birds and gas flares. Mar. Pollut. Bull. 10, 124e125
- Brand, A. R. y Wilson, U. A. (1996). Sesimic surveys and scallop fisheries. Unpublished report on the impact of a seismic survey on the 1994 islae of man queen scallop fisheries. Port Erin marine laboratory, University of Livepool, Port Erin, Isle of Manbraun.
- Braun, C.B., y Grande, T. (2008). Evolution of peripheral mechanisms for the enhancement of sound reception. Fish Bioacoustics, 99-144.
- Bremec C.; Schejter L.; Madirolas A.; Tripode M. (2006). Comunidades de aguas profundas: macrofauna bentónica de un cañón submarino localizado en la plataforma patagónica (43°35'S, 59°33'W). VI jornadas nacionales de ciencias del mar, Mar del Plata, Argentina.
- Bröker, K. C. (2019). An Overview of Potential Impacts of Hydrocarbon Exploration and Production on Marine Mammals and Associated Monitoring and Mitigation Measures. Aquatic Mammals, 45(6), 576-611.
- Brown, C. R., y Adams, N. J. (1983). The effect of underwater explosions on Rockhopper Penguins *Eudyptes chrysocome*. Cormorant 11, 68.
- Brunetti, N.E., Ivanovic, M.L., y Elena, B. (1998). Calamares Omastréfidos. En: El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 2. Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos. Boschi E. (Ed.):37-68.
- Brunetti, N. E. (1988). Contribución al conocimiento biológico-pesquero del calamar argentino (Cephalopoda, Ommastrephidae, *Illex argentinus*). Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires.
- Byrne, M., Przeslawski, R., (2013). Multistressor impacts ofwarming and acidification of the ocean on marine invertebrates' life histories. Integr. comp. biol. 53, 582–596.
- Campagna, C., Verona, C., y Falabella, V. (2006). Situación ambiental en la ecorregión del Mar Argentino. En: La situación ambiental Argentina 2005, Brown, A., Martinez Ortiz, A., Cerbi, M y Corcuera, J. (eds.). Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Campodónico, S y Escolar, M. (2019a). Evaluación de biomasa de vieira patagónica unidades de manejo F y G. Recomendaciones para el año 2019. Informe Técnico Oficial INIDEP 7, 21 pp.
- Campodónico, S., Escolar, M., Garcia J y Aubone., A. (2019b). Síntesis Histórica y estado actual de la pesquería de vieira patagónica *Zygoclamys patagonica* (King 1832) en la Argentina. Biología, Evaluación de biomasa y Manejo. Marine and Fisheries Sciences 32 (2): 125-148.
- Carneiro, A. P. B., Pearmain, E. J., Oppel, S., Clay, T. A., Phillips, R. A., Bonnet-Lebrun, A., Dias, M. P. (2020). A framework for mapping the distribution of seabirds by integrating tracking, demography and phenology. Journal of Applied Ecology. doi:10.1111/1365-2664.13568
- Carlson, T. J., Hastings, M. C., y Popper, A.N. (2007). Update on recommendations for revised interim sound exposure criteria for fish during pile driving activities. Available at http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/files/ct-arlington_memo_12-21-07.pdf.
- Carroll, A.G., Przeslawski, R., Duncan, A., Gunning, M., y Bruce, B. (2017). A critical review of the potential impacts of marine seismic surveys on fish and invertebrates. Marine Pollution Bulletin 114: 9-24.
- Casper, B.M. y Mann, D.A. (2007). Dipole hearing measurements in elasmobranch fishes. J. Exp. Biol. 75-81.
- Casper, B.M. y Mann, D.A. (2009). Field hearing measurements of the atlanticn sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae*. Journal of Fish Biology 75, 2768-2776.



- Casper, B. M. (2011). The ear and hearing in sharks, skates, and rays. 262-269 pages. In: Farrell, A. P., editor. Encyclopedia of Fish Physiology: From genome to environment. Academic press, San Diego.
- Casper, B.M., Popper, A.N., Matthews, F., Carlson, T.J., Halvorsen, M.B. (2012). Recovery of barotrauma injuries in Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* from exposure to pile driving sound. Plos One 7, p. e39593.
- Castège, I., Y. Lalanne, V. Gouriou, G. Hemery, M. Girin, F. D'Amico, C. Mouches, J. D'Elbee, L. Soulier, J. Pensu, D. Lafitte, y R. Pautrizel (2007). Estimating actual seabirds mortality at sea and relationship with oil spills: Lessons from the Prestige oil spill in Aquitaine (France). Ardeola 54(2):289-307.
- Castellote, M., Clark, C.W., y Lammers, M.O. (2012). Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. Biol. Conserv. 147, 115–22.
- Castellote, M., y Llorens, C. (2016). Review of the effects of offshore seismic surveys in cetaceans: are mass strandings a possibility?. In: Popper, A.N. y Hawkins, A. (Eds.). The effects of noise on aquatic life ii, advances in experimental medicine and biology.
- Castellote, M. (2017). Inshore Odontocetes. En: Prideaux, G. (Ed.). Technical support information to the CMS family guidelines on environmental impact assessments for marine noise-generating activities. Convention on Migratory Species of Wild Animals, Bonn. 13-15.
- Cepeda, G.D., Temperoni, B., Sabatini, M.E., Viñas, M.D., Derisio, C.M., Santos, B.A., Antaclo, J.C y Padovani, L.N. (2018). Zooplankton communities of the argentine continental shelf (sw atlantic, c.a. 34°-55° s, an overview. En: Hoffmeyer, M.S., Sabatini, M.E., Brandini, F.P., Calliari, D.I., y Santinelli I. H. (eds.). Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic. From the subtropical to the subantarctic realm. Springer, Cham, 171-199.
- Chamberlain, D.C.G.W y Robertson, S. (1999). Plankton. Guidelines for the Scientific Study of Oil Spill Effects.
- Chapman, C., y Hawkins, A. (1969). The importance of sound in fish behaviour in relation to capture by trawls. Fisheries and Aquaculture Report (FAO) 62 (3), 717-729.
- Chin, A., Kyne, P. M., Walker, T. I., y Mcauley, R. B. (2010). An integrated risk assessment for climate change: analysing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. Global Change Biology, 16(7), 1936–1953.
- Christian, J.R., Mathieu, A., Thompson, D.H., White, D., y Buchanan, R.A. (2003). Effects of seismic energy on snow crab (*Chionoecetes opilio*). Environmental Funds Project N° 144. Fisheries and Oceans Canada. Calgary: 106 pp.
- Christian, J. R., Mathieu, A., y Buchanan, R. A. (2004). Chronic effects of seismic energy on snow crab (*Chionoecetes opilio*). Environmental Funds Project N° 158. Fisheries and Oceans Canada. Calgary. 25p.
- Clay, T. A., Manica, A., Ryan, P. G., Silk, J. R. D., Croxall, J. P., Ireland, L., y Phillips, R. A. (2016). Proximate drivers of spatial segregation in non-breeding albatrosses. Scientific Reports, 6(1). doi:10.1038/srep29932
- Conesa Fernández– Vitoria, V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia)
- Cortes, E. (2000). Life history patterns and correlations in sharks. Reviews in Fisheries Science, 8, 299–344.
- Cook, F., y Mills, E. L. (1972). Summer distribution of pelagic birds off the coast of Argentina. Ibis 114, 245-151.



- Cook, S. L., y Forrest, T. G. (2005). Sounds produced by nesting leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). *Herpetological Review*, 36(4), 387-390.
- Coombs, S. y Popper, A. N. (1979). Hearing differences among Hawaiian squirrelfish (family Holocentridae) related to differences in the peripheral auditory system. *J. Comp. Physiol.* 132a, 203-207.
- Cooper, J., (1982). Methods of reducing mortality of seabirds caused by underwater blasting. *Cormorant*, 10, 109-113.
- Costa, M. (2016 -actualizado 2020). Pingüino de Penacho Amarillo del Sur *Eudytes Chrysocome chrysocome* (Forster, 1781). Aves Patagónicas - Proyecto Freebirds www.avespatagonicas.org <https://www.freebirds.com.ar/007.htm>.
- Courtney, A. J., Spillman C. M., Lemos, R. T., Thomas J., Leigh, G. M., y Campbell, A. B. (2015). Physical oceanographic influences on Queensland reef fish and scallops. Fisheries Research and Development Corporation and the Department of Agriculture and Fisheries, Queensland, Canberra.
- Cousseau, M.B y Perrotta, R.G. (2013). Peces marinos de Argentina: Biología, distribución, pesca. 4^a ed. Mar del Plata. Publicaciones especiales INIDEP 193 p.
- Crowell, S. C. (2016). Measuring in-air and underwater hearing in seabirds. In *The Effects of Noise on Aquatic Life II* (ed. N. A. Popper and A. Hawkins), pp. 1155-1160. New York, NY: Springer-Verlag
- Curé, C.; Isojunno, S.; Siemensma, M.L.; Wensveen, P.J.; Buisson, C.; Sivle, L.D.; Benti, B.; Roland, R.; Kvadsheim, P.H.; Lam, F.-P.A.; et al. (2021) Severity Scoring of Behavioral Responses of Sperm Whales (*Physeter macrocephalus*) to Novel Continuous versus Conventional Pulsed Active Sonar. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 444.
- Dalen, J. y Knutsen, G.M. (1987). Scaring effects on fish and harmful effects on eggs, larvae and fry by offshore seismic explorations. pp. 93-102. In: Merklinger, H.M. (Ed). *Progress in underwater acoustics*. Plenum press: New York.
- Dalen, J. y Raknes, A. (1985). Scaring effects on fish from three-dimensional seismic surveys. Report N° 8504. Institute of Marine Research. Bergen, Norway.
- Dalen, J., Ona, E., Soldal, A. V., y Sætre, R. (1996). Seismic investigations at sea; an evaluation of consequences for fish and fisheries. Institute of Marine Research, *Fisken og havet*, 9: 26 pp.
- Dalen, J., Dragsund, E., y Næss, A. (2007). Effects of seismic surveys on fish, fish catches and sea mammals. Report for cooperation group - fishery industry and petroleum industry, Norway. Dnv energy report - 2007-0512 rev 01. 33pp.
- Davis, R.W., Evans, W.E. y Würsig, B. (2000). Cetaceans, sea turtles and seabirds in the northern Gulf of México: distribution, abundance and habitat associations. OCS study mms 2000-03, us dept of the interior, geological survey, biological resources division and minerals management service, Gulf of Mexico ocs region, New Orleans, LA.
- Day, R. D., Mccauley, R., Fitzgibbon, Q. P., y Semmens, J. M. (2016). Assessing the impact of marine seismic surveys on southeast Australian scallop and lobster fisheries. *Frdc report 2012/008*. University of Tasmania, Hobart, 169 pp.
- Dellacasa, R. F., Rabuffetti, F. L., Tamini, L. L., Falabella V. y E. Frere. (2018) Sitios candidatos a AICA marinas: áreas costeras y pelágicas importantes para la conservación de las aves en el mar argentino. *Temas de Naturaleza y Conservación, Monografía de Aves Argentinas N° 11*. Buenos Aires, Argentina.
- Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., De Juana, E. (2017). *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Editions, Barcelona. <https://www.hbw.com>



Del Rio Iglesias, J.L., Acosta Yepes, J., Cristobo Rodriguez, J., Martínez Portela, J., Parra Descalzos, S., Tel, E., Vinas Diéguez, L., Muñoz Recio, A., Vilela Pérez, R., Jiménez, E.E., Patrocinio Ibarrola, T., Ríos Lopez, P., Almon Pazos, B., Blanco Pérez, R., Murillo Perez, J., Polonio Povedano, V., Fernandez Feijoo, J., Cabrero Rodríguez, A., Besada Montenegro, M.A.V., Schultze Prado, F., Franco Hernández, A. A., Bargiela Barros, J y García Blanco, X. (2012). Estudio de los ecosistemas marinos vulnerables en aguas internacionales del Atlántico Sudoccidental. Temas de Oceanografía 6, Instituto Español de Oceanografía, 242 pp.

De Ruiter, S., y Larbi Doukara, K. (2012). Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure. *Endanger. Species res.* 16, 55–63.

Di Tullio J.C., Gandra T.B.R. Zerbini A.N., Secchi E.R. (2016). Diversity and Distribution Patterns of Cetaceans in the Subtropical Southwestern Atlantic Outer Continental Shelf and Slope. *PLoS ONE* 11(5): e0155841. Doi:10.1371/journal.pone.0155841

DFO [Fisheries and Oceans Canada] (2016). Literature review of the potential effects of seismic air gun surveys on marine finfish and invertebrates in western australia. Draft prepared for seismic survey ecological risk assessment.

DFO [Fisheries and Oceans Canada] (2004). Review of scientific information on impacts of seismic sound on fish, invertebrates, marine turtles and marine mammals. – Dfo Can. Sci. Advis. Sec. Habitat status report 2004/002. http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/csas/status/2004/hsr2004_002_e.pdf.

DFO [Fisheries and Oceans Canada]. (2011). The marine environment and fisheries of Georges bank, Nova Scotia: consideration of the potential interactions associated with offshore petroleum activities. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. sci.* 2945: XXXV + 492pp.

Di Giacomo, A.S. (Ed.) (2007). Áreas de importancia para la conservación de las aves en Argentina. Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata. Buenos Aires, Argentina. 514 p.

Di Lorio, I. y Clarke, C.W., (2010). Exposure to seismic survey alters blue whale acoustic communication. *Biol. Lett.*, 6: 51-54.

Di Tullio JC, Gandra TBR, Zerbini AN, Secchi ER (2016) Diversity and Distribution Patterns of Cetaceans in the Subtropical Southwestern Atlantic Outer Continental Shelf and Slope. *PLoS ONE* 11(5): e0155841. Doi:10.1371/journal.pone.0155841

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay (DINARA) (2015). Evaluación de la actividad de prospección sísmica en la Plataforma Continental Uruguaya.

Dogliotti, A. I, Lutz, V. A., y Segura, V. (2014). Estimation of primary production in the southern argentine continental shelf and shelf-break regions using field and remote sensing data. *Remote Sens Environ* 140, 497–508.

Domingo, A., Jiménez, S., Abreu, M., Forselledo, R., y Yates, O. (2017). Effectiveness of tori line use to reduce seabird bycatch in pelagic longline fishing. *PLoS One* 12(9): e0184465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184465>.

Dooling, RJ, leek, M.R., y West, E.W. (2009). Predicting the effects of masking noise on communication distance in birds. *J. Acoust. Soc. Am.*, 125: 2517.

Dooling, R.J., y Therrien, S.C. (2012). Hearing in birds: What changes from air to water. In: Popper, A.N., y Hawkins, A. (Eds). The effects of noise on aquatic life. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Vol 730. Springer Verlag, New York, pp 77–82.



- Dunlop, R. A., Noad, M. J., Cato, D. H., Kniest, E., Miller, P. J. O., Smith, J. N., y Stokes, M. D. (2013). Multivariate analysis of behavioural response experiments in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). J. Exp. Biol. 216, 759-770. Doi: 10.1242/jeb.071498.
- Dunphy, B., Taylor, G., Landers, T., Sagar, R., Chilvers, B., Ranjard, L., y Rayner, M. (2015). Comparative seabird diving physiology: first measures of haematological parameters and oxygen stores in three New Zealand procellariiformes. Mar Ecol Prog Ser 523:187–198.
- Dunphy BJ, Vickers SI, Zhang J, Sagar RL, Landers TJ, Bury SJ, Hickey AJR, Rayner MJ (2020) Seabirds as environmental indicators: foraging behaviour and ecophysiology of common diving petrels (*Pelecanoides urinatrix*) reflect local-scale differences in prey availability. Mar Biol 167:53. <https://doi.org/10.1007/s00227-020-3672-4>
- ECOS Consulting (2001) – South East Regional Marine Plan, Impacts on the Natural System, Chapter 4 – Impacts of Petroleum, National Oceans Office, October 2001
- Edmonds, N.J., Firmin, C.J., Goldsmith, D., Faulkner, R.C., Daniel y Wood, T. (2016). A review of crustacean sensitivity to high amplitude underwater noise: data needs for effective risk assessment in relation to UK commercial species. Marine Pollution Bulletin, 108 (1–2), 5-11. ISSN 0025-326x, doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.006.
- Egevang, C., Stenhouse, I.J., Phillips, R.A., Petersen, A., Fox, J.W., y Silk, J.R.D. (2010). Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. Proc Natl Acad Sci USA 107: 2078–2081. <https://doi.org/10.1073/pnas.0909493107>.
- Engås, A., Løkkeborg, S., y Soldal, A.V. (1993) Effects of seismic shooting on catch availability of cod and haddock. Fiskeri og havet, 9, 1993, 117pp. Institute of Marine Research, Norway.
- Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E. y Soldal, A.V. (1995). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Can. J. Fish. Sci. 53: 2238-2249.
- Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E., y Soldal, A.V. (1996). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Can. J. Fish. Sci. 53: 2238-2249.
- Engås, S., y Løkkeborg, S. (2002). Effects of seismic shooting and vessel-generated noise on fish behaviour and catch rates. Bioacoustics, 12 (2002), pp. 313-316 [env/bio/files/ct-arlington_memo_12-21-07.pdf](https://www.biorxiv.org/content/10.1101/071498v1).
- Engel, M. H., Marcondes, M. C., Martins, C. C., Luna, F. O., Lima, R. P., y Campos, A. L. E. X. A. N. D. R. E. (2004). Are seismic surveys responsible for cetacean strandings? An unusual mortality of adult humpback whales in Abrolhos Bank, northeastern coast of Brazil. International Whaling Commission Document SC/56 E, 28.
- Erbe, C, Reichmuth, C, Cunningham, K., Lucke, C., y Dooling, R. (2016). Communication masking in marine mammals: a review and research strategy. Marine Pollution Bulletin, 103 (1-2), 15-38. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.12.007
- Escolar, M. (2010). Variaciones espacio-temporales en la comunidad de invertebrados bentónicos asociada al frente de talud. Equinodermos como caso de estudio. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Ezcurra & Schmidt S.A. (2022). Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix Área Cuenca Marina Austral I. Argentina. Consultado en febrero de 2023: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/proyecto-fenix-en-cuenca-marina-austral-cma-1>



- Ezcurra y Schmidt-Pan American Energy LLCs (2010). Monitoreo de poblaciones y comunidades epibentónicas y demersales de un sector del Golfo San Jorge, provincia de Santa Cruz. Informe final.
- Ezcurra y Schmitt SA. (2013). Estudio de Impacto Ambiental, Social y de Biodiversidad. Adquisición sísmica Offshore 3D, Área 3 - cuenca Punta del Este, República Oriental del Uruguay. Versión final, 377 pp.
- Falabella, V. (2014) Identificación de áreas de alto valor de conservación como potenciales áreas marinas protegidas. Informe elaborado durante la fase preparatoria del Proyecto GEF 5112-FAO/Secretaría
- de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Favero, M., y Silva Rodríguez, M.P. (2005). Estado actual y conservación de aves pelágicas que utilizan la Plataforma Continental Argentina como área de alimentación. Hornero V.20 N°1. Buenos Aires ene./ago. 2005 version on line. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0073-34072005000100007.
- Ferrara, C.R., Mortimer, J.A., y Vogt, R.C. (2014). First evidence that hatchlings of *Chelonia mydas* emit sounds. Copeia 2014, 245–247.
- Fenton, M. B., Jensen, F. H., Kalko, E. K.V., y Tyack, P. L. (2014). Sonar signals of bats and toothed whales. En: Surlykke, A., Nachtigall, P. E., Fay, R. R., y Popper, A. N. (Eds.). Biosonar (11-59 pp.). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9146-0_2.
- Fewtrell, J.L. y McCauley, R.D., (2012). Impact of air gun noise on the behaviour of marine fish and squid. Marine Pollution Bulletin 64 (2012) 984–993.
- Finneran, J.J. (2015). Noise-induced hearing loss in marine mammals: a review of temporary threshold shift studies from 1996 to 2015. The Journal of the Acoustical Society of America 138:3, 1702-1726. <https://doi.org/10.1121/1.4927418>.
- Finneran, J.J., Schlundt, C.E., Branstetter, B.K., Trickey, J.S., Bowman, V., y Jenkins, K. (2015). Effects of multiple impulses from as seismic airgun on bottlenose dolphin hearing and behavior. Journal of the Acoustical Society of America 137:1634-1646. Fish Behaviour and Catch rates. Bioacoustics 12, 31
- Finneran, J. J. (2016). Auditory weighting functions and TTS/PTS exposure functions for marine mammals exposed to underwater noise. San Diego, CA 92152-5001, SSC Pacific.
- Finneran, J.J., Schlundt, C.E., Branstetter, B.K., Trickey, J.S., Bowman, V., y Jenkins, K. (2015). Effects of multiple impulses from as seismic airgun on bottlenose dolphin hearing and behavior. Journal of the Acoustical Society of America 137:1634-1646. Fish Behaviour and Catch rates. Bioacoustics 12, 31
- FREPLATA. (2004). Análisis diagnóstico transfronterizo del Río de la Plata y su frente marítimo". Documento técnico. Proyecto protección ambiental del Río de la Plata y su frente marítimo. Proyecto pnud/gef/rla/99/g31
- Fromant, A., Bost, C.A., Bustamante, P., Carravieri, A., Cherel, Y., Delord, K., Eizenberg, Y. H., Miskelly, C.M, Arnould, J.P.Y. (2020). Temporal and spatial differences in the postbreeding behaviour of a ubiquitous Southern Hemisphere seabird, the common diving petrel. R. Soc. Open Sci. 7: 200670. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.200670>
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., y Garmendia, L. (2005). Evaluación de impacto ambiental. Pearson-Prentice may, Madrid. España
- Gausland, I. (2003). Seismic surveys impact on fish and fisheries. Norwegian oil industry association (OLF). 41pp. Available at <http://ebookbrowse.com/kausland-2003-seismic-surveys-impacton-fish-and-fisheries-pdf-d344170381>.



Geraci, J.R. y D.J. St. Aubin (1987). Effects of offshore oil and gas development on marine mammals and turtles. In: Boesch, D.F. and N.N. Rabalais, eds. Long term environmental effects of offshore oil and gas development. London and New York, NY: Elsevier Applied Science Publ. Ltd. Pp. 587-617.

GESAMP (2002) The 2002 Revised GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemical Substances carried by Ships Rep. Stud. GESAMP No 64. 126pp ISSN 1020-4873 ISBN 92-801-5131-2 <http://gesamp.imo.org>

Gilg, O., Moe, B., Hanssen, S. A., Schmidt, N. M., Sittler, B., Hansen, J., Bollache, L. (2013). Trans-Equatorial Migration Routes, Staging Sites and Wintering Areas of a High-Arctic Avian Predator: The Long-tailed Skua (*Stercorarius longicaudus*). PLoS ONE, 8(5), e64614. doi:10.1371/journal.pone.0064614

González Carman., Prosdocimi L., Albareda D. (2012). Programa Regional de Investigación y Conservación de Tortugas Marinas de Argentina- PRICTMA. P. 405-420. En: Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina-Programa de Conservación de especies amenazadas. Editorial: Dirección Nacional de Fauna Silvestre.

González Carman, V; Bruno, I; Maxwell, S; Álvarez, K; Albareda, D; Acha, E. M; Campagna, C (2016). Habitat use, site fidelity and conservation opportunities for juvenile loggerhead sea turtles in the Río de la Plata, Argentina. Marine Biology, 163(1), 20–. doi:10.1007/s00227-015-2795-5

González Carman, V., Piola, A., O' Brien, T. D., Tormosov, D. D., y Acha, E. M. (2019). Circumpolar frontal systems as potential feeding grounds of southern right whales. Progress in Oceanography, 176, 102123. doi:10.1016/j.pocean.2019.102123.

Gotz, T., Hastie, G., Hatch, I., Raustein, O, Southall, B., Tasker, M, Thomsen, F. (2009). Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. Ospar Commission. London. Recuperado de: https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Anthropogenic_Underwater_Sound_in_the_Marine_Environment.pdf

Goutz, H.M., Berland, B., Leveau, M. y Bertrand, J.C. (1984). Effects of petroleum biodegradation products on phytoplankton growth. Second International Colloquium on Marine Bacteriology, Paris, France, IFREMER

Gordon, J C.D., Douglas, G., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., y Swift, R. (2003). The effects of seismic surveys on marine mammals.

Gordon, J. C. D., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., y Swift, R. (1998). The effects of seismic surveys on marine mammals London, UK workshop government of South Australia (1998). Great Australian Bight marine park management plan. Part management prescriptions. Adelaide, South Australia, Department of Environment, Heritage and Aboriginal Affairs, 1-26.

Gray, H., y Van Waerebeek, K. (2011). Postural instability and akinesia in a pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*, in proximity to operating airguns of a geophysical seismic vessel'. J. Nat. Cons. 19 (6), 363-367.

Guerra, A., Gonzalez, A. F., y Richa, F. (2004). A review of records of giant squid in the northeastern Atlantic and severe injuries in architeuthis dux stranded after acoustic exploration. ICES, 29:1-17

Guerra, A., Gonzalez, A. F., Pascual, S., y Dawe, E. G. (2011). The giant squid architeuthis: an emblematic invertebrate that can represent concern for the conservation of marine biodiversity. Biological Conservation, 144, 1989-1997.

Harrington, J. J., McAllister, J. y Semmens, J. M. (2010). Assessing the short-term impact of seismic surveys on adult commercial scallops (*Pecten fumatus*). In: Bass Strait. Tasmanian aquaculture and fisheries institute, University of Tasmania, 2010.



- Hassel, A., Knutsen, T., Dalen, J., Skaar, K., Løkkeborg, S., Misund, O.A., Østensen, Ø. Fonn, Hastings, M.C. y Popper, A.N. (2005). Effects of sound on fish. Jones & Stokes under California Department of Transportation Contract N°. 43a0139, task order.
- Hassel, A., T. Knutsen, J. Dalen, K. Skaar, S. Løkkeborg, O.A. Misund, O. Ostensen, M. Fonn, y E.K. Haugland. (2004). Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). ICES Journal of Marine Science 61:1165-1173.
- Hawkins, A. D., y Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. ICES Journal of Marine Science, 74(3): 635–651. doi:10.1093/icesjms/fsw205
- Hawkins, A.D., y Popper, A.N. (2014). Assessing the impacts of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *acoust today* 10(2): 30-41.
- Hawkins, A.D., y Popper, A.N. (2016). Developing sound exposure criteria for fishes. The effects of noise on aquatic life II. (Springer: New York) 431-439.
- Hazel, J., y Gyuris, E. (2006). Vessel-related mortality of sea turtles in Queensland, Australia. *Wild. res.* 33, 149–154.
- Hofman, R. (1995). The changing focus of marine mammal conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(11), 462–465.
- Hromádková, T., Pavel, V., Flousek, J., y Briedis, M. (2020). Seasonally specific responses to wind patterns and ocean productivity facilitate the longest animal migration on earth. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 638: 1–12, 2020. <https://doi.org/10.3354/meps13274>.
- Imber, M. (1975). Behavior of petrels in relation to the moon and artificial lights. *Notornis* 22, 302-306
- ITOPF [International Tanker Owners Pollution Federation] (2010). Technical Information Paper No 3: Oil Spill Effects on Fisheries.
- ITOPF [International Tanker Owners Pollution Federation] (2011). Fate of Oil Spills, Technical Information Paper No. 2
- Jacques Whitford Environment Limited, nfs08932, Strategic Environmental Assessment - Laurentian subbasin (draft), march 13, (2003). Addendum for public review, September 2003.
- Jiménez, S., Domingo, A., Abreu, M., y Brazeiro, A. (2011). Structure of the seabird assemblage associated with pelagic longline vessels in the Southwestern Atlantic: Implications for Bycatch. *Endang Species Res* 15:241-254. <https://doi.org/10.3354/esr00378>.
- JNCC. (U.K. joint nature conservation committee) (2017). Guidelines for minimizing the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys
- Kaifu, K., Akamatsu, T., y Segawa, S. (2008). Underwater sound detection by cephalopod statocyst. *Fish. Sci.* 74, 781–786.
- Kaniklides, S. (2014). Effects of volcanic tsunamis on marine mammals. Phd. thesis <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.4696.1687>.
- Kasumyan, A. O. (2005). Structure and function of the auditory system in fishes. *Journal of Ichthyology*, 45, suppl. 2, s223–s270.
- Kasuya, T. 1986. Distribution and behavior of Baird's beaked whales off the Pacific coast of Japan. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 37:61–83.
- Ketten, D. R., y Bartol, S. M. (2005). Functional measures of sea turtle hearing. Woods hole oceanographic institution: Onr award N°: n00014-02-1-0510.



- Kopp, M., Peter, H.U., Mustafa, O., Lisovski, S., Ritz, M.S, Phillips, R.A, y Hahn, S. (2011). South polar skuas from a single breeding population overwinter in different oceans though show similar migration patterns. *Mar Ecol Prog Ser* 435:263-267. <https://doi.org/10.3354/meps09229>.
- Kostyuchenko, L. (1973). Effects of elastic waves generated in marine seismic prospecting on fish eggs in the black sea. *Hydrobiol. j.* 9, 45–48.
- Krüger, L., Pereira, J. M., Ramírez, I., Ramos, J.A., y Paiva, V.H. (2018). How the future climate may modulate the non-breeding distribution of a vulnerable gadfly petrel. *Mar Ecol Prog Ser* 599:253-266. <https://doi.org/10.3354/meps12637>.
- Krüger, L., Paiva, V.H., Colabuono, F.I., Petry, M.V., Montone, R.C., y Ramos, J.A. (2016). Year-round spatial movements and trophic ecology of trindade petrels (*Pterodroma arminjoniana*). *J. Field Ornithol.* 87 , 404-416. <https://doi.org/10.1111/jof.12175>.
- Kylin, H. (2013). First report of an association between birds and a feeding pygmy right whale *Caprea marginata*. *Ornis Svecica* 23, 117–122.
- Kyhn, L. A., Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K., Mosbech, A., (2011). Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters. Danish Center for Environment and Energy, Roskilde, Denmark Dec.
- La Bella, G., Cannata, S., Frogia, C., Modica, A., Ratti, S., y Rivas, G. (1996). First assessment of effects of air-gun seismic shooting on marine resources in the central Adriatic Sea. Society of Petroleum Engineers, paper spe 23782.
- Ladich, F. y Fay, R. (2013). Auditory evoked potential audiometry in fish. *Rev. Fish biol. fish.* 23, 317–364.
- Laist, D. 1997. Impacts of marine debris: Entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: Coe, J.M. and D.B. Rogers, eds. *Marine debris: Sources, impacts, and solutions*. Springer, New York. Pp. 99-139.
- Lavender, A.L., Bartol, S.M., y Bartol, I.K. (2014). Ontogenetic investigation of underwater hearing capabilities in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) using a dual testing approach. *J. Exp. Biol.* 217, 2580-2589.
- Lawson, J.W., R.A. Davis, W.J. Richardson y C.I. Malme (2000). Assessment of noise issues relevant to key cetacean species (northern bottlenose and sperm whales) in the Sable Gully Area of Interest. Prepared for Oceans Act Coordination Office, Maritimes Region, Department of Fisheries and Oceans Canada.
- Lechner, W. y Ladich, F. (2008). Size matters: diversity in swimbladders and weberian ossicles affects hearing in catfishes. *J. Exp. Biol.* 211, 1681-1689.
- Lenhardt, M. (1994). Seismic and very low frequency sound induced behaviors in captive loggerhead marine turtles (*Caretta caretta*). Proceedings of the fourteenth annual symposium on sea turtle biology and conservation. NOAA technical memorandum nmfs-sefsc-351, pp. p238–p241.
- Løkkeborg, S. (1991). Effects of a geophysical survey on catching success in longline fishing. *ICES (CM)* b: 40.
- Løkkeborg, S. y Soldal, A.V. (1993). The influence of seismic exploration with airguns on cod (*Gadus morhua*) behaviour and catch rates. *ICES Mar. Sci. Symp.* 196: 62-67.
- Løkkeborg, S., E. Ona, A. Vold, H. Pena, A. Salthaug, B. Totland, J.T. Øvredal, J. Dalen, and N.O. Handegard (2010). Effects of seismic surveys on fish distribution and catch rates of gillnets and longlines in Vesterålen in summer 2009. Institute of Marine Research. Report 2. Available at (cited 27 October 2010). 50pp.



- Løkkeborg, S., Ona, E., Vold, A., y Salthaug, A. (2012). Sounds from seismic air guns: gear-and species-specific effects on catch rates and fish distribution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69:1278-1291.
- Lovrich, G. (1997). La pesquería mixta de centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. *Invest. Mar., Valparaíso*, 25: 41-57.
- Lovrich, G.A., Tapella, F., Romero, M.C., y Schvezov, N. (2014). El recurso centolla hoy: Una perspectiva científica dentro de la problemática intersectorial. Technical Report, DOI: 10.1314021.131.3600.
- Lutcavage, M.E., P. Plotkin, B. Witherington y P.L. Lutz. (1997). Human impacts on sea turtle survival. Pages 387-409 in P.L. Lutz and J.A. Musick, eds. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, FL
- Lutz, V. A., Segura, V., Dogliotti, A. I., Gagliardini, D. A., Bianchi, A. A., y Balestrini, C. F. (2009). Primary production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. *Journal of Plankton Research*, 32(2), 181–195. doi:10.1093/plankt/fbp117
- Macchi, G. J., Martos, P., Reta, R. y Dato, C. (2010). Offshore spawning of the argentine hake (*Merluccius hubbsi*) patagonian stock. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 5(1), 22-35.
- Mandiola, M. Agustina; Giardino, Gisela V.; Bastida, Julián; Rodríguez, Diego H.; Bastida, Ricardo O. (2015). Marine mammal occurrence in deep waters of the Brazil-Malvinas confluence off Argentina during summer. *Mastozoología Neotropical*, vol. 22, núm. 2, 2015, pp. 397-402.
- Maniwa, Y. (1976). Attraction of bony fish, squid and crab by sound. 271-283 pp. In: Schuijf, A. y Hawkins, A.D. (Ed.). *Sound Reception in Fish*. Elsevier, Amsterdam.
- Mann, D.A., Higgs, D.M., Tavalga, W.N., Souza, M.J. y Popper, A.N. (2012). Ultrasound detection by clupeiform fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America* 109: 3048-3054.
- Mann, D.A., Lu, Z., Hastings, M.C. y Popper, A.N. (1998). Detection of ultrasonic tones and simulated echolocation clicks by a teleost fish, the American shad (*Alosa sapidissima*). *Journal of the Acoustical Society of America* 104:562-568.
- Martin, G.R. (2017). *The sensory ecology of birds*. Oxford avian biology series. Oxford University press. 320 pp. ISBN: 9780199694532.
- Martin, G.R. y Crawford, R. (2015). Reducing bycatch in gillnets: A sensory ecology perspective. *Global Ecology and Conservation*, 3, 28–50.
- Martin, K.J., Alessi, S.C., Gaspard, J.C., Tucker, A.D., Bauer, G.B., 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.
- Matsumoto, H., J. H. Haxel., R.P. Dziak, D.R. Bohnenstiehl, R.W. Embley (2011). Mapping the sound field of an erupting submarine volcano using an acoustic glider. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 129. EL94-9. 10.1121/1.3547720.
- MAYDS [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable]. Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad. Plan de Acción 2016-2020. Republica Argentina.
- Meekan, M. G., Speed, C. W., McCauley, R. D., Fisher, R., Birt, M. J., Currey-Randall, L. M., Semmens, J. M., Newman, S. J., Cure, K., Stowar, M., Vaughan, B., y Parsons, M. (2021). A large-scale experiment finds no evidence that a seismic survey impacts a demersal fish fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(30), e2100869118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100869118>



- Milton, S., P. Lutz, y G. Shigenaka. (2003). Oil toxicity and impact on sea turtles. In: Oil and sea turtles: Biology, planning, and response. U.S. Dept. of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Office of Response and Restoration. Reprinted July 2010. Pp. 35-47.
- McCauley, R. D. (1994). "Seismic surveys" in environmental implications of offshore oil and gas development in Australia—The findings of an independent scientific review, Edited by: Swan., J. M., Neff, J. M., y Young, P. C. Australian Petroleum Exploration Association, Sydney, pp. 19–122.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., y McCabe, K. (2000b). Marine seismic surveys – A study of environmental implications. *Appea J* 40: 692–706.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., y McCabe, K. (2000a). Marine seismic surveys: Analysis and propagation of airgun signals; and effects of airgun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. En: Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia: Further research. Australian petroleum production exploration, Canberra. 364-521. <http://cmst.curtin.edu.au/wp-content/uploads/sites/4/2016/05/mccauley-et-al-seismic-effects-2000.pdf>.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., y Popper, A.N. (2003). High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *J. Acoust. Soc. Am.* 113:638-642.
- McCauley, R. D., Day, R., Swadling, K., Fitzgibbon, Q., Watson, R., y Semmens, J. (2017). Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton.
- Melcon, M., Reyes, V., y Iñíguez, M. (2019). Bioacoustic techniques applied to odontocete conservation and management in Argentina. En: Rossi-santos, M. R, Finkl, C.W. Advances in marine vertebrate research in Latin America. Springer, ISBN: 978-3-319-56985-7. <https://www.springerprofessional.de/en/bioacoustic-techniques-applied-to-odontocete-conservation-and-ma/14209896>.
- Miller, P.J. O., Johnson, M. P., Madsen, P., Biassoni, T, Quero, N, M. y Tyack, P.L. (2009). 'Using at-sea experiments to study the effects of airguns on the foraging behaviour of sperm whales in the Gulf of México'. *Deep-sea Research I* 56 (7), 1168–1181.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente (2012). Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. 146 pp
- Moein Bartol S, Musick JA, Lenhardt ML (1999) Auditoryevoked potentials of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *COPEIA* 1999:836–840
- Montalti, D., y Orgeira, J.L. (1997). White-faced storm petrels pelagodroma marina in the Southwestern Atlantic Ocean and south of Tierra del Fuego. *Marine Ornithology* 25:67.
- Montgomery, J.C., Jeffs, A., Simpson, S.D., Meekan, M., y Tindle, C. (2006). Sound as an orientation cue for the pelagic larvae of reef fishes and decapod crustaceans. In: Alan, J.S., and David, W.S. (Eds.), *Advances in Marine Biology*. Academic press, pp. 143–196.
- Mooney, A.S., Larsen, O.N., kirstin, A., Hansen, M., Wahlberg, M., y Rasmussen, H. (2019). Field-based hearing measurements of two seabird species. *Journal of Experimental Biology* 222, jeb190710 DOI: 10.1242/jeb.190710
- Morandi, A., Berkman, S., Rowe, J., Balouskus, R., Etkin, D.S., Moelter, C., y Reich, D. (2018). Environmental sensitivity and associated risk to habitats and species on the pacific west coast and Hawaii with offshore floating wind technologies; Volume 1: Final report. US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Pacific OCS region, Camarillo, CA. OCS study boem 2018-031. 100 p.



- Moriyasu, M., Allain, R., Benhalima, K. y Claytor, R. (2004). Effects of seismic and marine noise on invertebrates: a literature review. Canadian science advisory secretariat. Research document 2004/126
- Morris, C.J., Cote, D., Martin, B., y Kehler, D. (2018). Effects of 2D seismic on the snow crab fishery. Fisheries research 197: 67-77. doi.org/10.1016/j.fishres.2017.09.012
- Mosbech, A., Dietz, R., y Nymand, J. (2000). Preliminary environmental impact assessment of regional offshore seismic surveys in Greenland. Arktisk miljø / Arctic environmental 2nd ed. National Environmental Research Institute, Denmark. 25 pp. Research notes from Neri N°: 132.
- Moulton, V.D., y Holst, M. (2010). Effects of seismic survey sound on cetaceans in the northwest Atlantic. Environmental Studies Research Funds Report N° 182. St. John's. 28p.
- Murdoch, J. y McCabe, C. (2000). Marine seismic surveys: analysis and propagation of air gun signals; and effects of air-gun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. – prepared for the Australian petroleum production and exploration association. Project cmst 163, report r99-15. Curtin University of Technology. http://www.curtin.edu.au/curtin/centre/cmst/publicat/mccauley_seismic_effects_2000.zip.
- Myrberg, A.A., Spanier jr., E., y Ha, S.J. (1978). Temporal patterning in acoustical communication. pp. 137–179. In: Reese, E.S. y Lighter, F.J. (Ed.). Contrasts in Behavior, Wiley-interscience, New York.
- Myrberg Jr., A.A. (2001). The acoustical biology of elasmobranchs. Environ. Biol. Fish 60.
- Nakken, O. (1992). Scientific basis for management of fish resources with regard to seismic exploration. Proceedings of Petropiscis II, Bergen Norway.
- Navarro, J., Cardador, L., Brown, R., y Phillips, R. A. (2015). Spatial distribution and ecological niches of non-breeding planktivorous petrels. Scientific Reports, 5(1). doi:10.1038/srep12164
- Nedwell, J. R., Langworthy, J. and Howell, D. (2003). Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. COWRIE report No. 544 R 0424, 68 pp
- Nedwell, J. R., Needham, K., Turnpenny, A.W.H., y Thompson, D. (1999). Measurement of sound during a 3d seismic survey in blocks 14/14a of the North Sea. Subacoustech Report Reference: 356r0108, February 1999.
- Nelms, S.E., Piniak, W.E.D., Weir, C.R., y Godley B.J. (2016). Seismic surveys and marine turtles: an underestimated global threat? Biological Conservation 193 (2016) 49–65. DOI: 10.1016/j.biocon.2015.10.020
- NMFS [National Marine Fisheries Service] (2018). 2018 revisions to: Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing (version 2.0): Underwater thresholds for onset of permanent and temporary threshold shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum nmfs-opr-59, 167 p.
- NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration] (2016). Effects of Oil and Gas Activities in the Arctic Ocean. Final Environmental Impact Statement (FEIS). Volume 2
- NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration] (2019). Takes of Marine Mammals Incidental to Specified Activities; Taking Marine Mammals Incidental to THwaites Offshore Research (THOR) Project in the Amundsen Sea, Antarctica. Federal Register / Vol. 84, No. 244
- Nymand, J., Mosbech, A., R. Dietz (2000). Preliminary Environmental Impact Assessment of Regional Offshore Seismic Surveys in Greenland, National Environmental Research Institute, Denmark. Research Notes from NERI No. 80.



- OGP [International Association of Oil & Gas Producers]. (2010). Water Transport Accident Statistics, Risk Assessment Data Directory, Report No. 434 – 10.
- Orgeira, J. L. (2001). Distribución espacial de densidades de aves marinas en la Plataforma Continental Argentina y Océano Atlántico Sur. *Ornitología Neotropical* 12, 45-55.
- Packard, A., Karlsen, H. E., y Sand, O. (1990). Low frequency hearing in cephalopods. *Journal of comparative Physiology* a, 166, 501–505.
- Padovani, L.; Viñas, M. D.; Sabatini, M.; Alvarez Colombo, G.; Mianzan y Hermes W. (2015). Dinámica poblacional de *Themisto gaudichaudii*, una especie clave en la trama trófica de la plataforma patagónica austral. *Rev Invest Desarr Pesq* 26, 69-88.
- PAN – TORTUGAS (2014). Plan de Acción Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas 2014. ONLINE https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/plan/PAN-TORTUGAS/index.php
- Parks, S.E., C.W. Clark, y P.L. Tyack. (2007). Short- and long-term changes in right whale calling behavior: The potential effects of noise on acoustic communication. *Journal of the Acoustical Society of America* 122(6):3725-3731.
- Pastor-Prieto, M., Ramos, R., Zajková, Z., Reyes-González, J.M., Rivas, M.L., Ryan, P.G., González-Solís, J. (2019). Spatial ecology, phenological variability and moulting patterns of the endangered Atlantic petrel *Pterodroma incerta*. *Endang Species Res* 40,189-206. <https://doi.org/10.3354/esr00991>.
- Parente, C.L, Lontra, J. D., y Araújo, M.E. (2006). Occurrence of sea turtles during seismic surveys in northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 6(1). DOI: 10.1590/s1676-06032006000100004.
- Parry, G. D. y Gason, A. (2006). The effect of seismic surveys on catch rates of rock lobsters in western victoria, Australia. *Fisheries Research* 79:272-284.
- Parry, G. D., Heislors, S., Werner, G. F., Asplin, M. D., y Gason, A. (2002). Assessment of environmental effects of seismic testing on scallop fisheries in Bass Strait. Marine and Freshwater Resources Institute. Report N°: 50.
- Pearson, W.H., Skalski, J.R., y Malme, C.I. (1992). Effects of sounds from a geophysical survey device on behavior of captive rockfish (*sebastes* spp.). *Can J Fish Aquat Sci* 49, 1343-1356.
- Peña, H., Handegard, N. O. y Ona, E. (2013). Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 70, 1174-1180.
- PGS (2018). Duntroon Multi-client 3D and 2D Marine Seismic Survey Environment Plan (EPP-41, EPP-42, EPP-45 & EPP-46).
- Phillips, R.A., Catry, P., Silk, J.R.D., Bearhop, S., McGill, R., Afanasyev, V., y Strange, I.J. (2007). Movements, winter distribution and activity patterns of Falkland and brown skuas: Insights from loggers and isotopes. *Marine Ecology-Progress Series* 345, 281-291.
- Pichegru, L, Nyengera, R, Mcinnes, A.M., y Amp; Pistorius p. (2017). Avoidance of seismic survey activities by penguins. *Nature scientific Reports* 7: 16305. DOI:10.1038/s41598-017-16569-x.
- Pidcock, S., Burton, C., y Lunney, M. (2003). The potential sensitivity of marine mammals to mining and exploration in the Great Australian Bight marine park marine mammal protection zone. An Independent Review and Risk Assessment Report to Environment Australia, June 2003.
- Pirotta, E., Matthiopoulos, J., Mackenzie, M., Scott-Hayward, L., y Rendell, I. (2011). Modelling sperm whale habitat preference: A novel approach combining transect and follow data. *Marine Ecology Progress Series*, 436, 257–272.



- Piniak, W., Eckert, S., Harms, C., y Stringer, E. (2012a). Underwater hearing sensitivity of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*): Assessing the potential effect of anthropogenic noise. In: U.S Department of the Interior Bureau of Ocean Energy Management (Ed.), U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Headquarters, Herndon, VA. OCS study boem 2012-01156.
- Piniak, W., Mann, D., Eckert, S.A., y Harms, C.A., (2012b). Amphibious hearing in sea turtles. In: Popper, A.N., y Hawkins, A.D. (Eds.). The effects of noise on aquatic life, pp. 83–87.
- Popper, A. N., y Fay, R. R. (1997). Evolution of the ear and hearing: issues and questions. Brain Behav. Evol. 50.
- Popper, A. N, Plachta, D.T.T., Mann, D.A., y Higgs, H. (2004). Response of clupeid fish to ultrasound: A review. ICES Journal of Marine Science, 61 (7), 1057-1061.
- Popper, A. N., Carlson, T. J., Hawkins, A. D., Southall, B. L. y Gentry, R. L. (2006). Interim criteria for injury of fish exposed to pile driving operations: a white paper. In: Report to the Fisheries Hydroacoustic Working Group, California Department of Transportation, USA, 15 pp.
- Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., Coombs, S., Ellison, W., Gentry, R., Halvorsen, M., Løkkeborg, S., Rogers, P., Southall, B., Zeddies, D., y Tavalga, W. (2014). Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ansi-accredited standards committee s3/sc1 and registered with ANSI. 978-3-319-06658-5. springer international publishing.
- Popper, A.N., y Fay, R.R. (2010). Rethinking sound detection by fishes.hear. Res. DOI: 10.1016/j.heares.2009.12.023.
- Popper, A.N., y Fay, R.R. (2011). Rethinking sound detection by fishes. Hear. Res. 273, 25–36.
- Popper, A.N., Salmon, M., y Horch, K.W. (2001). Acoustic detection and communication by decapod crustaceans. J. Comp. Physiol. a Sens. Neural Behav. Physiol. 187, 83-89.
- Poot, H.; Ens, B.J.; de Vries, H.; Donners, M.A.H.; Wernand, M.R.; Marquenie, J.M. (2008). Green light for nocturnally migrating birds. Ecology and Society 13: 47.
- Portela, J., Acosta, J., Cristobo, J., Muñoz, A., Parra, S., Ibarrola, T., Del Rio, J.L., Vilela, R., Rios, P., Blanco R., Amon, B., Tel, E., Besada, V., Viñas, L., Polonio, V., Barba, M., y Marín, P.(2012). Management strategies to limit the impact of bottom trawling on vmes in the high seas of the SW Atlantic. En: Cruzado, A. (Ed.). Marine ecosystem. INTECH: 199-228.
- Prideaux, G. (2016). Technical support information to the CMS family guidelines on environmental impact assessments for marine noise-generating activities. Convention on Migratory Species of Wild Animals, Bonn. ISBN 978-0-646-96011-1.
- Prosdocimi, L., Bruno, I., Rodríguez - Heredia, S. y Albareda, D.A. (2014). High-use areas, seasonal movements of leatherback sea turtle and fisheries interaction in Southwestern Atlantic Ocean. 34th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Nueva Orleans - USA.
- Przeslawski, R., Bruce, b., Carroll, A., Anderson, J., Bradford, R., Durrant, A., Edmunds, M., Foster, S., Huang, Z., Hurt, L., Lansdell, M., Lee, K., Lees, C., Nichols, P. y Williams, S. (2016). Marine seismic survey impacts on fish and invertebrates: final report for the gippsland marine environmental monitoring project. Record 2016/35. Geoscience Australia, Canberra.
- Purser, J. y A.N. Radford. (2011). Acoustic noise induces attention shifts and reduces foraging performance in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). PloSone 6(2):1-8.



- Putland, R. L., Montgomery, J.C y Radford, C. A. (2019). Ecology of Fish Hearing. J. Fish Biol., 95, 39–52.
- Putz, K., Smith, J.G., Ingham, R.J., y Luthi, B.H. (2002). Winter dispersal of Rockhopper Penguins *Eudyptes chrysocome* from the Falkland Islands and its implications for conservation. Mar Ecol Prog Ser 240:273–284.
- Pütz, K., Raya Rey, A., Schiavini, A., Clausen, A. P. y Lüthi, B. H. (2006). Winter migration of rockhopper penguins (*Eudyptes c. chrysocome*) breeding in the Southwest Atlantic: is utilization of different foraging areas reflected in opposing population patterns? Polar Biology, 29: 735-744
- Quillfeldt, P., Cherel, Y., Masello, J. F., Delord, K., McGill, R. A. R., Furness, R. W., ... Weimerskirch, H. (2015). Half a World Apart? Overlap in Nonbreeding Distributions of Atlantic and Indian Ocean Thin-Billed Prions. PLoS One 10(5): e0125007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125007>.
- Quillfeldt, P., Masello, J. F., McGill, R. A., Adams, M., y Furness, R. W. (2010). Moving polewards in winter: A recent change in the migratory strategy of a pelagic seabird?. Front. Zool. 7, 15.
- Quillfeldt, P., Masello, J.F., Navarro, J. y Phillips R.A. (2013). Year-round distribution suggests spatial segregation of two small petrel species in the South Atlantic. Journal of Biogeography 40 (3):430-441.
- Quillfeldt, P., Cherel, Y., Masello, J. F., Delord, K., McGill, R. A. R., Furness, R. W., ... Weimerskirch, H. (2015) Half a World Apart? Overlap in Nonbreeding Distributions of Atlantic and Indian Ocean Thin-Billed Prions. PLoS ONE 10(5): e0125007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125007>
- Quillfeldt, P., Moodley, Y., Weimerskirch, H., Cherel, Y., Delord, K., Phillips, R. A., ... Masello, J. F. (2017). Does genetic structure reflect differences in non-breeding movements?. A case study in small, highly mobile seabirds. BMC Evol Biol 17, 160. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-1008-x>.
- Quintana, F., Schiavini, A., y Copello, S. (2005). Estado poblacional, ecología y conservación del Petrel Gigante del Sur (*Macronectes giganteus*) en Argentina. Hornero 020 (01): 025-034.
- Ramírez, F.C., y Sabatini, M.E. (2000). The occurrence of calanidae species in waters off Argentina. Hidrobiología 439:21–42.
- Ramos, R., Carlile, N., Madeiros, J., Ramírez, I., Paiva, V. H., Dinis, H. A., ... González-Solís, J. (2017). It is the time for oceanic seabirds: Tracking year-round distribution of gadfly petrels across the Atlantic Ocean. Diversity and Distributions, 23(7), 794–805. doi:10.1111/ddi.12569 .
- Rebolledo, R. (2009). Modelo de sensibilidad ambiental basado en la valoración de relaciones espaciales. Teledetección: aguas y desarrollo sostenible. XIII congreso de la asociación española de teledetección. Calatayud, 23-26 de septiembre de 2009. pp 229-232. Editores: salomón montesinos aranda y Lara Fernandez fornos.
- Redondo, L., y Ruiz Mateo, A. (2017). Ruido subacuático: Fundamentos, fuentes, cálculo y umbrales de contaminación ambiental. Revista digital del CEDEX, (186), 73. Recuperado a partir de <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/28>.
- Reich, D. A., Balouskus, R., French McCay, D., Fontenault, J., Rowe, J., Singer-Leavitt, Z., Etkin, D.S., Michel, J., Nixon, Z., Boring, C., McBrien, M., y Hay, B. (2014). Assessment of marine oil spill risk and environmental vulnerability for the state of Alaska. Prepared by RPS ASA, Environmental Research Consulting, Research Planning, Inc., and The Louis Berger Group, Inc. for the National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA Contract Number: WC133F-11-CQ-0002.
- Reid K., Coxall J.P., Edwards T.M., Hill H.J., Prince P.A. (1997). Diet and feeding ecology of the diving petrels *Pelecanoides georgicus* and *P. urinatrix* at South Georgia. Polar Biol 17:17–24
- Richardson, AJ, Matear, y R. J., y Lenton, A. (2017). Potential impacts on zooplankton of seismic surveys. Csiro, Australia. 34 pp.



- Richardson, W. J., Greene jr., C. R., Malme, C. I., y Thomson, D. H. (1995). Marine mammals and noise. Academic press, San Diego, CA.
- Ridgway, S. H. , E. G. Wever , J. G. McCormick , J. Palin y J. H. Anderson (1969). Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. Proc. Nat. Acad. Sci.64: 884.
- Rocha, F., Guerra, A., y González, A. F. (2001). A review of reproductive strategies in cephalopods. Biological Reviews, 76, 291-304
- Romero, M.V., Schekter, L. y Bremec, C.S. (2017). Epibiosis y bioerosión en invertebrados bentónicos marinos. En: Bremec, C.S y Giberto, D.A. (Eds). Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero de la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 109-129.
- Rubio, L., González, S., López, G., Berriolo, C., Jiménez, S., Lenzi, J., Domingo, A. (2015). Evaluación de la actividad de prospección sísmica en la plataforma continental uruguaya. Montevideo, MGAP-DINARA, 49 p. (Informe Técnico – DINARA; N° 52).
- RPS (2019a). Spectrum Geo Otway Deep Marine Seismic Survey, EEN17175.004-2, Summary Environment Plan. <https://docs.nopsema.gov.au/A691060>
- RPS (2019b). SapuraOMV Gem 3D Marine Seismic Survey, Environment Plan. <https://docs.nopsema.gov.au/A699730>
- Russell, D. (2018). Assessing the impact of seismic surveys on South African fisheries. Technical Document elaborated for the Responsible Fisheries Alliance.
- Sabatini, M.E., y Alvarez Colombo, G.L. (2001). Seasonal pattern of zooplankton biomass in the Argentinian shelf off southern Patagonia (45–55s). Scientia Marina 65, 21–31.
- Sadé, J, Handrich, Y., Bernheim, J., y Cohen, D. (2008). Pressure equilibration in the penguin middle ear. Acta Oto-Laryngol 128:18–21.
- Santos Ltd, (2021). Petrel Sub-Basin South-West 3D Marine Seismic Survey Environmental Plan. <https://docs.nopsema.gov.au/A820229>
- Santulli, A., Modica, A., Messina, C., Ceffa, L., Curatolo, A., Rivas, G., Fabi, G., D' Amelio, V., Skalksi Jr, Pearson, W.H., y Malme, C.I (1992). Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook-and-line fishery for rockfish (sebastes spp.). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 49, 1357-1365.
- Santulli, A., Modica, A., Messina, C., Ceffa, L., Curatolo, A., Rivas, G., Fabi, G., y D' Amelio, v. (1999). Biochemical responses of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) to the stress induced by off shore experimental seismic prospecting. Mar. Pollut. Bull., 38, 1105–1114.
- Sarà, G., J.M. Dean, D. D'Amato, G. Buscaino, A. Oliveri, S. Genovese, S. Ferro, G. Buffa, M. Lo Martire, y S. Mazzola. (2007). Effect of boat noise on the behaviour of bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea. Marine Ecology Progress Series 331:243-253.
- Savigny, C., Caille G., González R., y Harris, G. (2005). El petrel de trinidad (*Pterodroma arminjoniana*) en el Golfo de San Matías: Una nueva especie para Argentina. Hornero, 20(2), 183-186.
- SAYDS [Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación] (2019a). Guía para la elaboración estudios de impacto ambiental.
- SAYDS [Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación] (2019b). Inventario nacional de gases de efecto invernadero. Recuperado de <https://inventariogei.ambiente.gob.ar/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf> en mayo de 2020.



- Schejter, L y Bremec, C. (2013). Composition, richness and characterization of the benthic community in a non-fished area at the Patagonia Scallop Fishing grounds, Argentina. En 19 th. International Pectinid Workshop, Florianópolis, Brasil. Resúmenes: 124-125.
- Schejter, L., Bremec, C.S., Escolar M. y Giberto, D.A. (2017). Plataforma externa y talud continental. En Bremec, C.S. y Giberto, D. (Eds). Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero en la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar Del Plata: 57-75.
- Schejter, L., Escolar, M., Marecos, A. y Bremec, C. (2013). Seventeen years assessing biodiversity at *Zygochlamys patagónica* fishing grounds in the shelf break system, Argentina. En: 19 th. International Pectinid Workshop, Florianópolis, Brasil, Resúmenes: 46-47.
- Schejter, L., López Gappa, J. y Bremec, C. (2014). Epibiotic relationships on *Zygochlamys patagónica* (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae) increase biodiversity in a submarine canyon in Argentina. Deep-Sea Res. (II Top. Stud. Oceanogr.), 104; 252-258.
- Schejter, L., y Mantellatto, F. (2015). The hermit crab *Sympagurus dimorphus* (Anomura: Parapaguridae) at the edge of its range in the SW Atlantic Ocean: population and morphometry features. J. Nat. Hist. 49: 2055-2066.
- Seco Pon, J.P., Weinecke, B., y Robertson, G. (2007). First record of salvin's albatross (*Thalassarche salvinii*) on the Patagonian shelf. Notornis 54, 49-51.
- Seco Pon, J.P., y Tamini, L. (2013). New records of shy-type albatrosses *Thalassarche caudata* off the argentine continental shelf. Revista Brasileira de Ornitologia, 214, 263-268. http://www.revbrasilornitol.com.br/bjo/article/view/5404/pdf_856.
- Seco Pon, J.P., Romanelli, J., Bagnato, R., Farias, N., Perez Salles, S., Quesada, G., Webb, J., y Hernandez, M.M. (2019). Aves marinas y sísmicas 2D en Argentina. Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Poster
- Sekiguchi, H., y Terazawa, T. (1997). Statocyst of *Jasus Edwardsii pueruli* (crustacea, palinuridae), with a review of crustacean statocysts. Mar. Freshw. Res. 48, 715–720.
- Serman & asociados s.a. (2021). Estudio de Impacto Ambiental Registro Sísmico Offshore “3D” áreas CAN_100, CAN_108 y CAN_114, Argentina.
- Shane, S.H., R.S. Wells, y B. Würsig. (1986). Ecology, behavior, and social organization of the bottlenose dolphin: A review. Marine Mammal Science 2(1):34-63.
- Sick, H. (2001). Ornitologia brasileira 2a ed. Editorial nova fronteira, Rio de Janeiro. 910 pp.
- Sivle, L.D.; Kvadsheim, P.H.; Cure, C.; Isojunno, S.; Wensveen, P.J.; Lam, F.P.A.; Visser, F.; Kleivane, L.; Tyack, P.L.; Harris, C.M.; Miller, P.J.O. (2015). Severity of expert-identified behavioural responses of humpback whale, minke whale, and northern bottlenose whale to naval sonar. Aquat. Mamm. 41, 469-502. doi:10.1578/am.41.4.2015.469.
- Skalski, J.R., Pearson, W.H. y Malme, C.I. (1992). Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook-and-line fishery for rockfish (*Sebastes* spp.). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1357–1365.
- Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., y Ona, E. (2004). Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. Fish Res 67:143–150.
- Solan, M., Hauton, C., Godbold, J.A., Wood, C.L., Leighton, T.G. y White, P. (2016). Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sediment-dwelling invertebrates mediate ecosystem properties. Scientific Reports 6, 20540. DOI:10.038/srep20540
- Solé Carbonell, M. (2012). Statocyst sensory epithelia ultrastructural analysis of cephalopods



exposed to noise. Phd. University of Cataluña. 183 pp.

Solé, M., Lenoir, M., Durfort, López-Bejar, M., Lombarte, M., Van Der Schaar, A., y André, M. (2013). Does exposure to noise from human activities compromise sensory information from cephalopods statisticians. Deep-sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 95, 160–181.

Sørensen K., Neumann C., Dähne M., Hansen K.A., Wahlberg M. (2020). Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) react to underwater sounds. R. Soc. open sci. 7: 191988. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.191988>

Southall, B.L, Finneran, J.J, Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T, Nowacek D.P., y Tyack, P.K. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: updated scientific recommendations for residual hearing effects. Aquatic mammals 45(2):125-232, doi:10.1578/am.45.2.2019.125.

Southall, B. L., Calambokidis, J., David, M., Barlow, J., DeRuiter, S., Goldbogen, J., ... y Tyack, P. (2013) Controlled sound exposure experiments to measure marine mammal reactions to sound: Southern California behavioral response study. The Journal of the Acoustical Society of America, 134(5), 4043-4043.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T, Finneran, J., Gentry, R., Green, C.R, Kastak, C.R, Ketten, D.R, Miller, J.H, Nachtigall, P.E, Richardson, W.J, Thomas, J.A., y Tyack P.L. (2007). Marine mammal noise exposure criteria. Aquatic mammals 33, 411–521. <https://doi.org/10.1578/am.33.4.2007.411>,

Stadler, J. H., y Woodbury, D. P. (2009). Assessing the effects to fishes from pile driving: application of new hydroacoustic criteria. Inter-noise, Ottawa Ontario, Canada. Available at <ftp://167.131.109.8/techserv/geo-environmental/biology/hydroacoustic/references/literature%20references/stadler%20and%20woodbury%202009.%20%20assessing%20the%20effects%20to%20fishes%20from%20pile%20driving.pdf>.

Stone, C.J. (2003). The effects of seismic activity on marine mammals in UK waters, 1998-2000. JNCC report N° 323.

Stone, C.J., y Tasker, M.L. (2006). The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. Journal of Cetacean Research and Management 8, 255–263.

Stortini, C. H., Shackell, N. L., y O'Dor, R. K. (2015). A decision-support tool to facilitate discussion of no-take boundaries for Marine Protected Areas during stakeholder consultation processes. Journal for Nature Conservation, 23, 45–52.

Syrová, M., Hromádková, T., Pavel, V., y Veselý, P. (2020). Responses of nesting Arctic terns (*Sterna paradisaea*) to disturbance by humans. Polar Biol 43, 399–407. <https://doi.org/10.1007/s00300-020-02641-2>.

TGS/Spectrum (2020). Marine Seismic Report – Argentina Basin CAN 102 | Rev 0 | April 13, 2020.

Thiebault A., Charrier I., Aubin T., Green D.B., Pistorius P.A. (2019). First evidence of underwater vocalisations in hunting penguins. PeerJ 7:e8240 <https://doi.org/10.7717/peerj.8240>

Thornborough, K., Hannah, L., St. Germain, C., O, M. (2017). A framework to assess vulnerability of biological components to ship-source oil spills in the marine environment. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/038. VI + 24 p.

Tomajka, J. (1985). The influence of petroleum hydrocarbons on the primary production of the Danube River plankton. Acta Hydrochimie-Hydrobiologie 13(615-618).

Turnpenny, W. H. y Nedwell, J. R. (1994). The effects on marine fish, diving mammals and birds of underwater sound generated by seismic surveys. Consultancy Report proposed by ukooa by fawley aquatic research laboratories ltd.



- Tyack, P. L., Zimmer, W. M. X., Moretti, D., Southall, B. L., Claridge, D. E., Durban, J. W., ... Boyd, I. L. (2011). Beaked whales respond to simulated and actual navy sonar. *Plos One* 6, e17009. doi:10.1371/journal.pone.0017009.
- USGS, 2011. Programmatic Environmental Impact Statement/ Overseas Environmental Impact Statement for marine seismic research funded by the National Science Foundation or Conducted by the U.S. Geological Survey
- Van de Laar, F.J.T (2007). Green light to birds Investigation into the effect of bird-friendly lighting. NAM LOCATIE L15-FA-1.
- Van Waerebeek, K., A.N. Baker, F. Félix, J. Gedamke, M. Iñiguez, G.P. Sanino, E. Secchi, D. Sutaria, A. van Helden, y Y. Wang. (2007). Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 6(1):43-69
- Veit, R. R. (1985). Long-tailed jaegers wintering along the Falkland current. *Am. Birds* 39: 873–878. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/nab/v039n05/p00873-p00878.pdf>.
- Veit, R. R. (1988). Spatial dispersion patterns of antarctic seabirds. Phd thesis. Irvine: University of California
- Veit, R. R. (1995). Pelagic communities of seabirds in the South Atlantic Ocean. *Ibis*, 137: 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.1995.tb03213.x>.
- Veit, R. R. 1988. Spatial dispersion patterns of antarctic seabirds. Phd thesis. Irvine: University of California
- Walsh (s/f). Sensibilidad Ambiental y Social – EIAS de la Prospección Sísmica 2D en los Lotes 123 y 124
- Wardle, C.S., Carter, T.J., Urquhart, G.G., Johnstone, A.D.F., Ziolkowski, A.M., Hampson, G., Mackie, D. (2001). Effects of seismic air guns on marine fish. *Continental Shelf Research*.
- Wartzok, D. y Ketten, D. (1999). Marine mammal sensory systems. En: Reynolds, J. y Rommel, S. *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution press.
- Webb, C.L.F., Kempf, N.J. (1998). The impact of shallow water seismic surveys in sensitive areas. *Society for Petroleum Engineers Technical Paper SPE46722*.
- Webster, F.J., Wise, B.S., Fletcher, W.J. y Kemps, H. (2018). Risk assessment of the potential impacts of seismic air gun surveys on marine finfish and invertebrates in Western Australia. *Fisheries Research Report N° 288* department of primary industries and regional development, Western Australia. 42 pp.
- Weimerskirch, H, Tarroux, A., Chastel, O., Delord, K., Cherel, Y., y Descamps, S. (2015). Population-specific wintering distributions of adult south polar skuas over three oceans. *Mar Ecol Prog Ser* 538:229-237. <https://doi.org/10.3354/meps11465>.
- Weinhold, R.J., y Weaver, R.R. (1972). Seismic airgun effects on immature coho salmon. Contribution to the 42nd annual meeting of the society of exploration geophysicists, Anaheim, California
- Weir, C.R. (2007). Observations of marine turtles in relation to seismic airgun sound off Angola. *Marine turtle newsletter* 116, 17-20. <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn116/mtn116p17.shtml>.
- Wiese, F.K. y I.L. Jones. (2001). Experimental support for a new drift block design to assess seabird mortality from oil pollution. *The Auk* 118(4):1062-1068.
- Wiese, F.K.; Montevecchi, W.A.; Davoren, G.K.; Huettmann, F.; Diamond, A.W.; Linke, J. (2001). Seabirds at risk around offshore oil platforms in the north-west Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 42: 1285-1290.



Woodbury, D., y Stadler, J. (2008). A proposed method to assess physical injury to fishes from underwater sound produced during pile driving. *Bioacoustics* 17, 289-291.

Worcester, T. (2006). Effects of seismic energy on fish: a literature review. CSAS Canadian Science Advisory Secretariat. Research document 2006/092. 62 pp.

Worcester, T., y Parker, M. (2010). Ecosystem status and trends report for the Gulf of Maine and Scotian shelf. dfo can. sci. advis. sec. res. doc. 2010/070. VI + 59 p.

Yost, W. (2007). Fundamentals of hearing: An introduction. Academic press, New York.

Young, C.M., Sewell, M.A., y Rice, M. (2006). Atlas of marine invertebrate larvae. Academic press.

Wright, K., Higgs, D., y Leis, J. (2011). Ontogenetic and interspecific variation in hearing ability in marine fish larvae. *Mar Ecol Prog Ser* 424, 1-13.

Würsig, B., S.K. Lynn, T.A. Jefferson, y K.D. Mullin. (1998). Behaviour of cetaceans in the northern Gulf of Mexico relative to survey ships and aircraft. *Aquat. Mamm.* 24(1):41–50.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

OBIS, Sistema de Informacion sobre Biodiversidad Oceanica (Ocean Biogeographic Information System). <https://www.obis.org/>

Seabird tracking database <http://www.seabirdtracking.org/mapper/index.php>.

ACAP: Agreement on Conservation of Albatrosses and Petrels (Acuerdo de Conservación de Albatros y Petreles). <HTTP://WWW.ACAP.AQ>

GBIF. <https://www.gbif.org/es/>

