

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

CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

PARTE 1 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

FEBRERO DE 2023

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	6
2.1	INTRODUCCIÓN	6
2.2	METODOLOGÍA	7
2.3	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	10
2.3.1	Invertebrados marinos	12
2.3.2	Peces	26
2.3.3	Aves Marinas	39
2.3.4	Mamíferos Marinos	55
2.3.5	Áreas protegidas y sensibles	69
2.3.6	Pesquerías	74
2.3.7	Navegación	85
2.3.8	Infraestructura costa afuera	85
2.3.9	Actividad Hidrocarburífera	86
2.4	CONCLUSIONES	87
3.	BIBLIOGRAFÍA	92



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies presentes en el área del proyecto que corresponde al área de influencia directa (AID) y adyacente en el talud y borde de la plataforma. EN: en peligro; VU: vulnerable; NT: casi amenazada; LC: preocupación menor; DD: sin datos suficientes; NE: no evaluado. s/d: sin datos	22
Tabla 2. Valoración de las categorías que presentan los criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.	23
Tabla 3. Matriz de puntajes asignados según las alternativas de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad.	24
Tabla 4. Clasificación por sensibilidad auditiva	27
Tabla 5. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies presentes en el área del proyecto que corresponde al área de influencia directa y adyacentes en el talud y borde de la plataforma. EN: en peligro; VU: vulnerable; NT: casi amenazada; LC: preocupación menor; DD: sin datos suficientes; NE: no evaluado; CITES II: Cites apéndice II. s/d: sin datos. *Sólo estadios larvales	31
Tabla 6. Valoración de las alternativas que presentan los criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.	34
Tabla 7. Matriz de puntajes asignados según las alternativas de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad que corresponde al área de influencia directa. *Sólo estadios larvales	36
Tabla 8. Resumen de la sensibilidad esperada a nivel de los órdenes evaluados.	39
Tabla 9. Grupos auditivos de aves marinas. Elaboración propia basada en Martin y Crawford (2015) y Crowell (2016).	43
Tabla 10. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de aves presentes.	45
Tabla 11. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.	47
Tabla 12. Valoración de Criterios.	49
Tabla 13. Periodos de mayor sensibilidad temporal de las especies. Gris oscuro mayor frecuencia o abundancia esperada, gris intermedio presente, pero en baja abundancia y gris claro ocasional. Fuente: Beck y Brown, 1971; Ghys et al., 2008; Guilford et al., 2009; Pütz et al., 2014; Descamps et al., 2016; Brum et al., 2018; Gherardi-Fuentes et al., 2019; Baylis et al., 2019; Labrouse et al., 2019; Seco Pon et al., 2019; Birdlife, 2020; CMS; eBird; Obis; del Hoyo et al., 2020. Cuando no se contó con datos de registros, la presencia fue inferida en función de los movimientos y épocas de reproducción reportados en la literatura de la especie. Las letras corresponden a los meses del año.	53
Tabla 14. Grupos auditivos con sus rangos de audición y especies presentes miembros del grupo. Fuente: modificado de Southall et al., (2019) y NMFS (2018) y Melcon et al., (2019), con asignación de las especies correspondientes según las presentes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto.	58
Tabla 15. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de mamíferos presentes. s/d: Sin datos.	60
Tabla 16. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.	62



Tabla 17. Valoración de Criterios.	64
Tabla 18. Periodos de mayor sensibilidad temporal de las especies. Gris oscuro mayor frecuencia o abundancia esperada, gris intermedio presente, pero en baja abundancia y gris claro ocasional. Fuente: Goodall, 1978; Siefeld, 1983; Goodall y Schiavini, 1987; Oporto et al., 1994; Goodall y Schiavini, 1995; Rodriguez et al., 2003; Goodall et al., 2004; Laporta et al., 2005; Cabrera et al., 2005; Goodal et al., 2005; Acevedo et al., 2006; Dellabianca et al., 2007; Goodall et al., 2008; Bastida y Rodriguez, 2010; Acevedo et al., 2011; Hevia et al., 2011; Riccialdelli, 2011; Otley et al., 2011; Riccialdelli et al., 2011; Haro et al., 2015; Pimper et al., 2015; Dellabianca et al., 2018; Ferrer, 2018 (datos sesgados ya que la mayoría de las observaciones realizadas corresponden a primavera-verano). Las letras corresponden a cada mes del año.	68
Tabla 19. Listado de las áreas protegidas y sensibles que se superponen con el área de influencia del proyecto (AID y AII) y/o con la ruta de navegación. Todas las áreas se encuentran expresadas en km ² . Cabe destacar que las áreas protegidas marcadas con amarillo se encuentran adyacentes al AII, por lo tanto, no se superponen ya que no se considera como AII el área terrestre. Fuente: elaboración propia.	73
Tabla 20. Porcentaje de aporte de desembarques por especie en AII + AID + Bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Línea horizontal simple indica el corte entre las especies consideradas relevantes para la pesca.	75
Tabla 21. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las especies de importancia pesquera en el Área correspondiente al bloque AUS_105. Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.	83
Tabla 22. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las especies de importancia pesquera en el Área correspondiente al bloque AUS_106. Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.	83
Tabla 23. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las especies de importancia pesquera en el Área correspondiente al bloque MLO_121. Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.	83
Tabla 24. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las seis especies de importancia pesquera en el Área de Influencia Indirecta (AII). Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.	83
Tabla 25. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las cuatro especies de importancia pesquera en el Área de Influencia Directa (AID). Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.	83
Tabla 26. Ponderación de la importacia pesquera de las especies de relevancia en AUS_105, AUS_106 y MLO_121, Área de Influencia Directa (AID), Área de Influencia Indirecta (AII) y el conjunto de las áreas evaluadas (AT) y a nivel nacional (Tot.Nac) expresados en toneladas promedio (2017-2021) y en porcentaje (%) para cada zona . Importancia alta en rojo, media en amarillo y baja en verde.	84



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio mensual de los desembarques producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca para el total de las especies de relevancia en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.	76
Figura 2. Promedio mensual de los desembarques de Merluza de cola producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.	77
Figura 3. Promedio mensual de los desembarques de Savorín producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.	78
Figura 4. Promedio mensual de los desembarques de Centolla producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.	79
Figura 5. Promedio mensual de los desembarques de Bacalao austral producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.	80
Figura 6. Promedio mensual de los desembarques de Calamar Illex producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.	81
Figura 7. Promedio mensual de los desembarques de Polaca producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.	82
Figura 8. Mapa de zonas sensibles. Fuente: Elaboración propia.	88



CAPÍTULO 7 – EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo 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 en la presente sección (Parte 1). Una vez identificados, evaluados y jerarquizados los potenciales impactos ambientales (Parte 2), 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

El impacto ambiental que un proyecto puede generar depende tanto del modo bajo el cual éste se implemente, como de las características ambientales del sitio en el cuál se inserta. Identificados tempranamente pueden efectuarse modificaciones en el diseño del proyecto, de modo tal de evitar la ocurrencia de una incidencia negativa o, al menos, disminuir su importancia (sea su intensidad, probabilidad de ocurrencia o su extensión territorial).

A fin de establecer las estrategias y medidas para la gestión ambiental de un proyecto, es necesario identificar los impactos del mismo y los distintos componentes y/o acciones implícitas. Una vez identificados los impactos, se procede a evaluarlos y categorizarlos según su importancia o criticidad, para luego determinar las medidas de mitigación correspondientes.

Para la identificación de los impactos ambientales se realiza un análisis del proyecto desde una perspectiva ambiental, y un análisis del ambiente en relación al proyecto. Sobre la base del análisis del proyecto (Capítulo 4 - Descripción del Proyecto) y del diagnóstico ambiental del área en el que se desarrollará el mismo (Capítulo 5 - Línea de Base Ambiental), se ha realizado la identificación y evaluación de los impactos ambientales del registro sísmico offshore “3D” de las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121.

Cabe mencionar que al igual que la mayoría de las actividades humanas, las tareas de exploración sísmica, en lo que hace a los altos niveles sonoros necesarios para las investigaciones, pueden causar algún efecto no deseado sobre el ambiente. Se debe tener en cuenta, sin embargo, que los efectos serán muy localizados y de duración limitada, pudiéndose aplicar medidas de mitigación de los mismos.

Otros impactos potenciales son los que habitualmente se derivan de la operación de buques, dado que se empleará una embarcación para realizar el relevamiento sísmico. Estos impactos no son diferentes de los que ya se producen por el tráfico de buques en el área de trabajo, siendo en realidad el riesgo muy bajo debido a que no se transporta petróleo o derivados, más allá del combustible y lubricantes necesarios para la navegación de la embarcación.

En consecuencia, en el presente estudio se hizo énfasis en los aspectos particulares de la registración sísmica, relacionados con la perturbación sonora, considerando las preocupaciones que podrían suscitarse sobre la posible afectación de la fauna, y teniendo en consideración los antecedentes de investigaciones específicas desarrolladas desde el inicio del empleo de estos sistemas y en los últimos años.



Considerando lo antedicho, 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 este capítulo se presenta inicialmente el Análisis de Sensibilidad Ambiental elaborado en base al desarrollo de la Línea de Base Ambiental (Capítulo 5).

2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

2.1 INTRODUCCIÓN

El concepto de sensibilidad ambiental no es sencillo de definir. La “Guía para la Elaboración Estudios de Impacto Ambiental” publicada por el Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019a) define por sensibilidad ambiental *“a la potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir o generar los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y sociales que los caracterizan, debido a la intervención humana o al desarrollo de procesos naturales de desestabilización”*.

Según el proyecto “Prevención de la Contaminación Costera y Gestión de la Diversidad Biológica Marina” existen tres tipos de condiciones que permitirían considerar un área como ambientalmente sensible (Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino, 2008).

Por un lado, son consideradas sensibles aquellas áreas que presentan condiciones ambientales inestables y/o particularmente desfavorables para la producción biológica y la recolonización. En segundo lugar, pueden ser catalogadas como ambientalmente sensibles, aquellas áreas en donde se registre la presencia de especies amenazadas. Finalmente, pueden ser consideradas sensibles, las áreas que tienen algún valor ecológico particular y son vulnerables a las perturbaciones naturales y antrópicas, áreas con especies clave o que albergan sitios o procesos fundamentales desde el punto de vista ecológico.

Estas condiciones son básicamente de índole natural, siendo necesario incorporar a la identificación de áreas sensibles criterios que permitan considerar la sensibilidad también desde el punto de vista antrópico. En este sentido, resulta importante mencionar que además de su valor intrínseco las poblaciones biológicas muchas veces tienen un enorme valor económico, ya sea como atractivo turístico o como recurso comercial, como es el caso de los recursos pesqueros.

En resumen, para poder determinar la sensibilidad del medio frente a un proyecto, resulta de suma importancia conocer las características de los elementos involucrados. En este sentido, a lo largo del Capítulo 5 (Línea de Base Ambiental) se expuso una descripción detallada de los diversos componentes del ambiente en el cual se prevé desarrollar el proyecto. La misma fue realizada por profesionales quienes recopilaron y analizaron la información antecedente.

Más allá de cualquier atributo natural o antrópico que posea una determinada zona, el nivel de sensibilidad ambiental de la misma está íntimamente relacionado con el grado de susceptibilidad del medio frente al desarrollo de las acciones asociadas a un proyecto determinado. Para el caso de estudio dicha susceptibilidad se relaciona con las actividades de adquisición sísmica.

A continuación, se presenta el análisis de sensibilidad desarrollado para el área de influencia (Área de Influencia Directa -AID- + Área de Influencia Indirecta -AII-) y en el marco del presente proyecto.



2.2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del estudio de la sensibilidad se tomó como referencia la propuesta de Rebolledo (2009), quien define que para la Evaluación de Sensibilidad Ambiental se requiere considerar una serie de criterios que permitan describir el comportamiento del ambiente (vulnerabilidad y resiliencia) ante las acciones perturbadoras.

Los análisis de sensibilidad son una forma de evaluar la susceptibilidad de los recursos a una presión o estresante determinado, como la sensibilidad de los recursos naturales (por ejemplo, la biota marina) a los vertidos de petróleo. Los recursos que se consideran vulnerables son los que son sensibles y están expuestos a una presión determinada. Muchos enfoques analíticos incorporan elementos de vulnerabilidad, pero siguen denominándose comúnmente análisis de sensibilidad. En este documento nos referimos a todos los enfoques como análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad traduce la información cualitativa sobre una especie o sistema en una puntuación o rango que describe su susceptibilidad a uno o varios factores de estrés significativos (Stortini et al., 2015). La vulnerabilidad a un determinado factor de estrés, en este caso la emisión de ondas sísmicas, es una función de la sensibilidad (susceptibilidad de una especie o población a ser impactada negativamente por el estresor) y la capacidad de adaptación (potencial de una especie o población para hacer frente al estrés, recuperarse de los efectos adversos, o migrar a un hábitat más favorable). Una especie o población sólo puede ser altamente vulnerable si es altamente sensible a la actividad sísmica y no puede adaptarse a sus efectos por no tener capacidad de evadirla. De tal modo, la sensibilidad a la actividad sísmica es una función de las características biológicas y ecológicas de las especies, incluyendo en ello la capacidad auditiva, hábitat que ocupa, tipo y áreas de reproducción, localización de áreas de crías, etc. Por su parte, la capacidad de adaptación es una función de las características demográficas de la población, incluyendo su área de distribución natural. Un método usual para analizar diferentes tipos de impacto recurre al uso de métodos de evaluación por puntuaciones que, aunque no libre de subjetividad, buscan marcar diferencias entre aquellas especies más sensibles, considerando el peso relativo que poseen factores asociados a la sensibilidad y la capacidad de adaptación (Stortini et al., 2015). El uso de puntuaciones o scores para asignar vulnerabilidad surgen de la revisión de la literatura y la información recopilada en la línea de base.

El presente análisis de sensibilidad sigue un marco lógico ampliamente aceptado. Para basar nuestro marco se realizó una búsqueda bibliográfica con el objetivo de evaluar enfoques que pudieran ser adecuados y se encontró que las recientes metodologías de evaluación de riesgos y vulnerabilidad (específicamente, Reich et al., 2014; Morandi et al., 2018) estaban bien establecidas y probadas para identificar vulnerabilidades (y sensibilidades) en ambientes marinos. En los modelos aplicados por Reich y colaboradores (2014), y Morandi y colaboradores (2018) la sensibilidad ambiental refleja la vulnerabilidad del medio a un impacto o factor estresante determinado (por ej. derrames accidentales, ruidos, colisiones, etc.) y se basa en la vulnerabilidad subyacente de los hábitats y las especies representativas o que están presentes en cada región/estación, lo que determina su potencial para interactuar con los factores estresantes. El trabajo de Reich y colaboradores (2014) evalúa la sensibilidad del medio marino frente a derrames de hidrocarburos de gran escala, mientras que el trabajo de Morandi y colaboradores (2018) lo hace para proyectos de turbinas eólicas offshore por lo que incorpora también criterios de sensibilidad acústica.



Si bien ninguna de las dos metodologías ha sido diseñada para evaluar la sensibilidad ambiental de los proyectos de exploración sísmica offshore, los conceptos ecológicos básicos de sensibilidad de los hábitats y las especies frente a un determinado factor estresante se pueden transferir bien al sector de la sísmica offshore. Además de los análisis de base examinados, se recopilaron y revisaron otros estudios específicos sobre la sensibilidad ambiental y los riesgos de los proyectos de exploración sísmica offshore, que sirvieron de base para el desarrollo del presente análisis.

De este modo, el análisis se desarrolló considerando la situación de cada factor receptor en diferentes estaciones o temporadas. Esta división se realizó en función del comportamiento típico de las variables meteorológicas, es decir, considerando posibles diferencias para: primavera, verano, otoño e invierno.

Se seleccionaron los distintos factores pertenecientes al medio natural y socioeconómico a considerar en el análisis de sensibilidad ambiental. En relación al medio físico, dada la naturaleza del proyecto, las variables físicas (geológicas y oceanográficas), no se verán afectadas por las acciones del proyecto, sino, por el contrario, algunas acciones del proyecto serán condicionadas y afectadas por dichas variables en el sitio de emplazamiento. La caracterización de dichas variables fue incluida como parte de la Línea de Base por esta razón y porque el conocimiento de las mismas ayuda a comprender el sistema en su conjunto. De este modo, no se han identificado factores particulares que deban ser incorporados en el presente análisis.

En relación a la componente antrópica, el análisis involucró aquellas actividades relevantes que, producto del desarrollo del proyecto, de manera directa y/o indirecta, pudieran verse afectadas en su normal desenvolvimiento o en el potencial que las mismas presentan.

En cuanto al medio biótico, si bien la presencia de embarcaciones sísmicas puede suponer colisiones o enganches con el equipamiento sísmico, el principal efecto adverso sobre la biota se relaciona con la generación de ruidos. Los tipos de efectos se pueden ordenar de mayor a menor gravedad como mortalidad, daño auditivo permanente o temporal, confusión en la percepción de los sonidos (discriminación de intensidad, frecuencia, dirección o distancia), cambios de comportamiento (huida, modificación de las trayectorias), enmascaramiento de señales de socialización o de ecolocalización (Redondo y Ruiz, 2017).

Al respecto, resulta importante mencionar que la sensibilidad de los animales marinos a los sonidos de diferentes frecuencias se expresa mediante audiogramas, que son gráficos que muestran los umbrales de percepción en función de éstas. Los audiogramas se obtienen normalmente mediante ensayos de comportamiento de animales en cautividad, aunque también pueden obtenerse a partir de respuestas electrofisiológicas. Los resultados obtenidos muestran una gran variabilidad, no solo entre especies, sino también entre individuos de la misma especie. Incluso un mismo individuo puede no comportarse igual en diferentes ocasiones en las que se le somete al mismo nivel de ruido. A pesar de todo, las semejanzas son suficientes como para poder hablar de patrones auditivos por grupos de especies (Redondo y Ruiz, 2017).



Debido a que no existen estudios que cubran la totalidad de especies de vertebrados marinos del mundo ni su variabilidad individual, Southall et al. (2007; 2019) recomendaron el análisis de efectos considerando el uso de grupos de especies/individuos representativos de los distintos grupos taxonómicos y sus características en relación al sonido/presión, los llamados grupos auditivos. Las especies son agrupadas teniendo en cuenta su rango de frecuencia audible, conocido o sospechado, la sensibilidad auditiva, la anatomía adaptada para percibir ondas sonoras y la ecología acústica. Si bien dichos autores sólo consideraron mamíferos marinos, este enfoque puede ampliarse y expandirse a otros grupos de vertebrados, a fin de sistematizar información sobre su vulnerabilidad y resiliencia.

Siguiendo el marco metodológico planteado, se realizó un análisis de las principales revisiones bibliográficas sobre audición, impactos de ruido antropogénico y características ecológicas utilizadas comúnmente para evaluar sensibilidad y que se presentan en el Capítulo 7 – Parte 2, a fin de:

- a) Determinar grupos taxonómicos con comportamientos/respuestas diferenciales. Para cada grupo se hizo un resumen de los grupos considerados, y se asignaron las especies presentes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto.
- b) Verificar la ocurrencia de criterios que señalan características particulares de sensibilidad, considerando los siguientes aspectos:

Criterios de localización en el área de influencia (AID + AII) del proyecto y valor ecológico:

- L1. Especies que son muy abundantes o frecuentes por que se alimentan en el área de influencia del proyecto
- L2. Especies que se reproducen en el área de influencia del proyecto
- L3. Especies raras o con distribución restringida que incluye el área de influencia del proyecto
- L4. Presencia de estadios críticos: ej. juveniles, adultos con crías

Criterios de protección legal

- P1. Especies categorizadas como amenazadas de extinción a nivel local y a nivel global (Categorizaciones de Argentina, UICN)
- P2. Especies con otro tipo de protección legal (Monumentos naturales, inclusión en apéndices como CMS, legislación pesquera)

Respuestas de evitación y capacidad de alejamiento

- E1. Especies que no tienen evitación
- E2. Especies que poseen capacidad de evitación

Respuestas poblacionales (no instantáneas)

- RP1. Los ruidos/presión pueden enmascarar la comunicación entre individuos (para reproducción, caza en grupos)
- RP2. Los ruidos/presión afectan el acceso al alimento o disminuyen su abundancia por tiempos que superan capacidades de reserva individuales.

Otros riesgos de daños físicos

- DF1. Colisiones o enganches con las embarcaciones o arreglos sísmicos



- c) Determinar las épocas del año en que las principales especies del grupo están presentes en el área de influencia del proyecto (descriptas en la LBA).

Estos atributos constituyen el núcleo de la puntuación de la sensibilidad de las especies. La construcción de la puntuación se basó en la revisión del enfoque de Reich et al., 2014 y Morandi et al., 2018 y otros estudios de sensibilidad ambiental aplicables (Bergström et al., 2014; Stortini et al., 2015; Thornborough et al., 2017), la información existente y en el juicio de los expertos.

Se trabajó conformando diversos talleres interdisciplinarios en los que participaron los especialistas intervinientes en el estudio. Principalmente en cuanto al medio biótico los talleres contaron con la participación de los siguientes especialistas:

- Dr. Claudio Baigún, Especialista en Pesquerías
- Dr. Priscilla Minotti, Especialista en Cs. Biológicas especializada en ecosistemas marinos
- Dra. Florencia Brancolini, Especialista en Pesquerías
- Lic. María Sol García Cabrera, Especialista en Cs. Biológicas

Con aportes en cuanto a los aspectos hidroacústicos, y en cuanto a la dinámica del medio físico de los profesionales:

- Lic. Julio Cardini, Especialista en acústica con experiencia en hidroacústica
- Lic. Maribel Garea, Especialista en Oceanografía

Además de la necesaria participación de los coordinadores del estudio.

A continuación, para cada atributo (cuando existe información disponible) se presenta: a) una breve descripción de los grupos junto con un resumen de la información más relevante; b) un resumen de la verificación de alguno de los criterios considerados y, c) resumen de la ocurrencia temporal en el área de influencia del proyecto. La información volcada se basa principalmente en la LBA (Capítulo 5), indicándose otra información con citas adicionales.

El presente Análisis de Sensibilidad se correlaciona con las áreas de influencia definidas en el Capítulo 5 (LBA). La caracterización realizada en la Línea de Base Ambiental permite el análisis a nivel de detalle de especies considerando criterios biológicos, ecológicos, de conservación, etc., en particular en el entorno del Área de Estudio, el AID y el AII.

2.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El área donde se realizarán las acciones del proyecto se encuentra emplazada en el Mar Argentino. Particularmente el Área Operativa sísmica (AOs) se ubica sobre la plataforma continental de Tierra del Fuego, en profundidades de entre 30 m y 120 m. Estas zonas integran un ecosistema marino oceánico de alta productividad y diversidad biológica, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino.



El área Patagónica Sur recibe aguas provenientes de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA), las que ingresan a la plataforma por dos vías: el estrecho de Le Marie (espacio que existe entre la Isla Grande de Tierra del Fuego y la Isla de los Estados) y por el sur de las Islas Malvinas, conformando la Corriente de Malvinas, la cual se divide en la rama oeste y la rama este, ambas dirigidas hacia el norte. La rama oeste se desplaza sobre la plataforma y se denomina corriente Patagónica. Esta última presenta aguas frías y de baja salinidad, debido a que en el estrecho de Magallanes se produce una intrusión de aguas de baja salinidad (dado el aporte de aguas continentales que drenan hacia el estrecho por importantes cañadones). Esta corriente se desplaza hacia el norte sobre la plataforma continental.

Frente a la provincia de Buenos Aires, a 38°S, esas masas de agua se encuentran con otras provenientes de zonas ecuatoriales que circulan de norte a sur (corriente de Brasil), generando ese encuentro la zona de confluencia. La corriente de Brasil presenta aguas más cálidas (superan los 26°C en su superficie) y salinas que las aguas adyacentes.

Por otro lado, cabe destacar que además de la influencia de estas dos corrientes muy distintas, la circulación en la plataforma continental argentina está controlada por fuertes mareas, importantes descargas de agua dulce y vientos muy variables. En las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, ubicadas sobre la plataforma continental y cercanas a la costa, además de las corrientes marinas globales se generan velocidades de marea de magnitudes significativas (debido a que la zona está sujeta a un régimen macromareal), con direcciones aproximadamente perpendiculares a la costa.

El régimen de viento en el área de estudio genera un mar muy movido en todas las estaciones del año con olas de altura y dirección variables. En este sentido, el aumento en el estado del mar (*sea-state*) se genera típicamente como resultado del paso de tormentas locales a través del Pasaje de Drake y sobre América del Sur. El paso de tormentas desde el oeste genera rápidamente incrementos en el estado del mar, pero que no persisten por más de 2 o 3 días, a menos que la zona se vea afectada por una sucesión de tormentas consecutivas.

Resulta importante mencionar que las aguas del océano Atlántico Sudoccidental adyacentes a la Isla Grande de Tierra del Fuego constituyen un sistema altamente productivo. La confluencia de los océanos Atlántico, Pacífico y Antártico genera una variedad de regímenes de productividad, ya que favorecen en gran medida el afloramiento de nutrientes y la retención de plancton, manteniendo activos desde micro hasta macrozoopláncteres e influyendo en la distribución y evolución de una gran diversidad de especies y, por lo tanto, en la conformación de las comunidades de la región. La mezcla determinada por el régimen macromareal de la región fuerza, también, el enriquecimiento en nutrientes de las aguas.

De esta manera, en el sector de las aguas subantárticas adyacentes a Tierra del Fuego existen tres áreas principales de gran productividad:

- la zona costera y norte de Tierra del Fuego, donde el aporte de las aguas del estrecho de Magallanes y el drenaje de las aguas continentales de la isla generan un frente de baja salinidad y alta concentración de nutrientes. En este sector corre hacia el norte la corriente Patagónica que, como desprendimiento de la CCA es rica en nutrientes y posee una alta saturación de oxígeno;
- las aguas del Pasaje de Drake, zona donde confluyen las aguas de los océanos Pacífico, Atlántico y Antártico y en la que puede incluirse el sector más externo de la boca del canal de Beagle y las aguas adyacentes a Isla de los Estados; y



- el área del banco Burdwood y las Islas Malvinas, influenciada por la corriente de Malvinas (rica en nutrientes y con alta saturación de oxígeno), cuya presencia se hace sentir sobre la plataforma patagónica y el talud continental hasta latitudes cercanas a los 40°S donde conforma junto con la Corriente de Brasil la Convergencia Subtropical.

Es importante mencionar, que el Área Operativa sísmica (AOs) no se superpone de manera directa con ninguno de estos sectores, aunque es lindera a la zona costera de Tierra del Fuego.

En las costas adyacentes del Mar Argentino hay zonas sensibles por ser poseedoras de una importante biodiversidad. Las aguas costeras patagónicas representan zonas de elevada productividad donde se congregan representantes de los distintos niveles tróficos para hacer uso de su provecho. Los intermareales albergan una fauna particular que son el alimento de numerosas aves marinas y costeras que se concentran allí para alimentarse. Además, las zonas terrestres adyacentes son sitios de asentamientos de aves marinas y costeras y mamíferos marinos. En el marco del presente proyecto, resulta importante mencionar que las zonas costeras no se verían afectadas de forma directa, con excepción del tránsito de buques desde y hacia el puerto de Puerto Deseado (Área Operativa Puerto, AOp).

2.3.1 Invertebrados marinos

En líneas generales los invertebrados marinos no pueden detectar los cambios de presión asociados con las ondas sonoras. Sin embargo, todos los crustáceos, así como algunos bivalvos, equinodermos y cefalópodos tienen una estructura similar a un saco llamada estatocisto (Caroll et al., 2017). Los estatocitos se desarrollan durante la etapa larval (Young et al., 2006) y pueden permitir que un organismo detecte la partición asociada con las ondas sonoras en el agua para orientarse (Sekiguchi y Terazawa, 1997; Kaifu et al., 2008). Los cefalópodos tienen, además, células ciliadas epidérmicas que les ayudan a detectar el movimiento de las partículas en sus inmediaciones (Kaifu et al., 2008), comparable a las líneas laterales en los peces. De manera similar, los decápodos tienen setas sensoriales en su cuerpo (Popper et al., 2001), incluso en sus antenas que pueden usarse para detectar vibraciones de baja frecuencia (Montgomery et al., 2006). Se han detectado estructuras que permiten detectar vibraciones debido al movimiento de partículas en la sepia y las vieiras (André et al., 2016).

Para el presente análisis se consideraron las siguientes categorías:

- Comunidad Planctónica. Grupo de organismos acuáticos microscópicos que carecen de movilidad propia o casi nula y cuyos movimientos son dependientes de las masas de agua en las que viven, especialmente, hasta una profundidad de 200 metros. Está compuesto por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton).
- Comunidad Bentónica. Organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde la marca de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas. Ejemplo: macrocrustáceos.
- Cefalópodos. Dentro de los cefalópodos están los calamares, sepias y pulpos. Son un grupo particular de moluscos, que se encuentran desde regiones intermareales hasta las aguas del océano abierto y entre la superficie y niveles de profundidad superiores a los 3.000 m. Ocupan las regiones neríticas y oceánica, extendiéndose en los dominios pelágico y bentónico.



2.3.1.1 Comunidad Planctónica

Estos organismos constituyen los primeros niveles tróficos del ecosistema, siendo de importante valor como fuente de alimento para los niveles tróficos superiores. Su abundancia, biomasa y distribución son determinantes en la estructura de la trama trófica que sustenta el ambiente acuático. Por lo tanto, las alteraciones en el plancton generan efectos en cascada en el resto de la trama trófica, convirtiendo a estos organismos en indicadores de las condiciones ambientales reinantes.

La producción fitoplanctónica en los frentes varía en función de las dos corrientes características; la corriente de Brasil y la corriente de Malvinas. Las áreas influenciadas por la Corriente de Brasil muestran una reducida concentración de clorofila, mientras que aquellas aguas bajo el dominio de la Corriente de Malvinas, presentan una alta concentración de clorofila. Existen determinadas zonas en donde la concentración se vuelve muy importante. Una de ellas lo constituye el sector donde se produce la confluencia de las corrientes Brasil/Malvinas, en donde se mezclan aguas subtropicales y subantárticas, determinando importantes gradientes físico-químicos y favoreciendo la presencia de altas concentraciones de nutrientes con importantes implicancias biológicas para todo el ecosistema.

Los frentes marinos representan el encuentro de masas de agua de distintas propiedades. Las regiones frontales están caracterizadas por algún sistema de enriquecimiento en nutrientes de la capa iluminada del océano, lo que desencadena una alta producción fitoplanctónica y el incremento de la actividad trófica a niveles más altos. En cercanías del Área Operativa sísmica (AOs), los puntos en donde se registran de manera bien definidas las mayores concentraciones de clorofila son los alrededores de las islas Malvinas (la plataforma y el borde de las mismas) y las capas sub-superficiales (alrededor de los 50 m) de las aguas antárticas en el Pasaje de Drake, al Sur del Frente Polar.

En los alrededores de las islas Malvinas, las condiciones que permiten una elevadísima productividad se asocian a una importante surgencia de aguas antárticas. Allí, el Banco Burdwood y las Islas del Archipiélago de Malvinas, interrumpen el flujo de aguas de la corriente circumpolar antártica en su desplazamiento hacia el Norte. La topografía del fondo define los frentes y las surgencias, y genera circulaciones locales que rodean las islas Malvinas y el banco Burdwood. La consecuencia directa es una alta concentración de nutrientes y la saturación de oxígeno. La producción primaria resultante observada en los alrededores de las Islas Malvinas se encuentra entre las más altas del Mar Argentino. Si bien la concentración de fitoplancton es elevada durante todo el año, las máximas concentraciones de clorofila se suelen observar a fines de la primavera y comienzos del verano.

La producción de fitoplancton en el Mar Argentino describe un ciclo bimodal anual, de aumento y posterior descenso, típico de ecosistemas de aguas templado-frías con termoclinas estacionales. El máximo de producción fitoplanctónica ocurre en primavera, iniciándose con un explosivo crecimiento en los meses de octubre y noviembre en aguas costeras de baja profundidad al Norte de la plataforma. La onda de producción se expande gradualmente hacia el Sur y se aleja de la costa a medida que se ingresa en el período estival. Un máximo secundario de producción primaria se observa en los primeros meses de otoño.

El AOs se ubica en el frente surpatagónico, zona económica exclusiva Argentina (Cepeda et al., 2018), y el frente de productividad más cercano es el de Bahía Grande (Romero, 2008). Si bien el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto no coincide con un frente de alta productividad fitoplanctónica (inferido por la concentración de clorofila satelital), se evidencian altas concentraciones de clorofila $> 2 \text{ mg m}^{-3}$ en la zona pertinente para primavera y verano.



En el Mar Argentino el ciclo de producción del zooplancton adopta patrones típicos de mares templado-fríos, con una variación estacional de su biomasa asociada al explosivo crecimiento primaveral del fitoplancton, que experimenta un gradiente progresivo desde la costa hacia el talud y del norte al sur, de acuerdo con la abundancia de nutrientes y la estabilización de la columna de agua. Según un análisis de la biomasa zooplanctónica en la plataforma continental de la Patagonia Austral la biomasa zooplanctónica¹ es mínima en invierno (en toda la región), aumenta durante la primavera y principios del verano, alcanzando los valores máximos hacia finales del verano, y decrece en otoño.

Cepeda et al. (2018) analizaron la distribución y abundancia de las principales especies presentes en toda la plataforma. Con abundancias variables a lo largo de las estaciones, los componentes principales de la plataforma patagónica sur son para la zona MSW (aguas del Estrecho de Magallanes): adultos y copepoditos tardíos de *D. forcipatus*, copepoditos C5 y hembras adultas de *C. australis* y el amphipodo *T. gaudichaudii*. Mientras que la zona SASW (aguas superficiales subantárticas) se caracteriza por copepoditos C4-5 de *D. forcipatus*; hembras y copepoditos tardíos de *C. vanus*, *C. brevipes* y *C. smillimus*; el cyclopoidio *O. aff. helgolandica* y *O. atlantica*; *T. gaudichaudii*, juveniles de euphasidos. Migrantes estacionales epipelágicos tales como *N. tonsus* C5, *Subeucalanus longiceps* y *M. lucas* han sido registrados en bajo número sobre la plataforma externa, cerca del talud (Ramírez y Sabatini, 2000). Las contribuciones significativas de especies de pequeño tamaño como *O. aff. helgolandica* y *M. norvegica*, sólo se han hecho evidentes recientemente a partir de muestreos con redes de malla fina. En términos de ocurrencia y abundancia, estos copépodos ocupan, respectivamente, el segundo y tercer lugar en abundancia en la comunidad después de *D. forcipatus*. *Ctenocalanus vanus* aparece cuarto en abundancia, más concentrado en las aguas offshore, mientras que la importancia numérica relativa de *C. australis* parece ser menor que la establecida previamente usando redes más gruesas (Antacli et al., 2010; 2014). Para el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto se observa que los copépodos *O. aff. helgolandica*, *O. atlantica* y el anfípodo hiperido *T. gaudichaudii*, son los más importantes.

La plataforma sur patagónica se caracteriza por cambios estacionales en las comunidades de plancton, típicos de regiones de temperaturas frías, con una marcada estacionalidad en la abundancia del mesozooplancton después del bloom primaveral del fitoplancton (Sabatini et al., 2016). Estudios puntuales sobre biomasa del zooplancton en la plataforma patagónica austral durante la temporada estival indicaron que las biomásas más altas se registraron para el área de estudio en la zona de Bahía Grande, no superándose con el AID.

Respecto al zooplancton gelatinoso (ZG), en el AID solo hay presencia de estómagos de peces con ctenóforos, siendo baja la diversidad de ZG. No se encontraron estudios sobre la distribución estacional del ZG para el área de estudio.

La bibliografía recopilada permite concluir que el AID no se superpone con las máximas concentraciones de biomasa zooplanctónica ya que en esta zona el frente más próximo se localiza en el área de Bahía Grande. Asimismo, el AID está alejada de los frentes de máxima productividad. Sin embargo, se registran en primavera-verano altas concentraciones de biomasa zooplanctónica principalmente de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii* cercanas al AID. Cabe mencionar que hay variaciones intra e interanuales de estas comunidades registrados por varios autores

¹ Biomasa expresada en miligramos de peso húmedo sobre metro cúbico (mg/m³).



Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto no se han detectado en la bibliografía consultada especies protegidas o reportado endemismos.

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

En relación al zooplancton, si bien el área 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 que podrían estar afectando la distribución de otras especies que dependan de ellos para su alimentación.

El criterio de evaluación para la comunidad planctónica se realizó considerando tres categorías; sensibilidad “Alta”, la cual comprendería una superposición con los frentes de máxima productividad y máxima floración; sensibilidad “Intermedia” que respondería a estar cerca del área de máxima productividad o superponerse con una época del año que presentara una floración del plancton; y sensibilidad “baja” que incluiría áreas que están muy alejadas de los máximos de productividad o la actividad correspondiente al invierno donde la biomasa planctónica queda muy reducida o es nula.

Basados en la categorización mencionada, se considera que esta componente presenta una sensibilidad intermedia durante los momentos de máxima productividad que ocurren en primavera y verano, y baja durante el resto del año.

2.3.1.2 Comunidad Bentónica

Desde el punto de vista biológico, la zona analizada integra un ecosistema marino oceánico de alta diversidad biológica y alta productividad, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino. Puntualmente, el Área Operativa sísmica (AOs) se localiza en la Provincia Magallánica, distrito Patagónico, subdistrito fueguino.

Un análisis biogeográfico reciente de la flora bentónica concluye que la flora marina de la región de Magallanes y Tierra del Fuego comprende 234 especies, seguida en número por la región de las Islas Malvinas (Ramirez, 2010).



Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del distrito Patagónico están dominadas por moluscos, equinodermos, briozoos y braquiópodos en ese orden. Bastida et al. (1992) identificaron dos regiones dentro del Distrito Patagónico, que se diferencian fundamentalmente por su riqueza específica. Las comunidades de la región interna o “B” (<100 metros de profundidad) presentaron menor riqueza específica que aquellas comunidades de la región externa (100-200 metros de profundidad). De hecho, prácticamente la totalidad de las especies reportadas en la región interna fueron identificadas en la región externa, pero no así en el sentido inverso. Mientras que las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de la región externa o “C” presentan un 16,3% de especies exclusivas para la Plataforma Continental Argentina, las comunidades de la región interna sólo presentan un 0,54%. Los bloques AUS_105 y AUS_106 se superponen con el área “B” en la región interna de la plataforma, la cual registra 112 especies de macroinvertebrados, conjunto subdominado por briozoos y equinodermos, de los cuales solo una especie es exclusiva de esta área. Por su parte, el bloque MLO_121 pertenece a la “C” de la región externa, bajo influencia de la corriente subantártica de Malvinas (alta productividad y baja temperatura), presenta 152 especies, con 16,3% de especies exclusivas, donde la comunidad está subdominada por briozoos y brachiopodos, mientras que los equinodermos son menos abundantes que el área B.

En los últimos 10 años, el Buque Oceanográfico Puerto Deseado (BO) realizó muestreos de las comunidades bentónicas en Tierra del Fuego, Banco Burdwood, y zonas adyacentes. Para el Área Operativa sísmica (AOs) se registraron un total de 22 grupos taxonómicos que integran la comunidad bentónica, principalmente compuesta por Poríferos, Cnidarios, Nemertinos, Moluscos, Poliquetos, Priapúlidos, Crustáceos, Pantópodos, Briozoos, Equinodermos y Ascidias. No hay especies endémicas comprobadas hasta ahora en el Área de Estudio. Tampoco se registraron Ecosistemas Vulnerables, sin embargo, algunas estaciones de muestreo de las campañas registradas son importantes en cuanto a su elevada biodiversidad de invertebrados.

Respecto a las comunidades bentónicas, para el área de influencia (AID + AII) del proyecto no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas ni endemismos.

Si bien el área cuenta con una alta diversidad de grupos taxonómicos, a la profundidad a la que se realizará la exploración la misma es 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. Este orden está conformado por los cangrejos, langostas, camarones, langostinos y centollas. Para el Área de Estudio se registran seis especies de macrocrustáceos: *Pterygosquilla armata* (Galera o Mantis de mar), *Munida gregaria* y *M. subrugosa* (Langostillas o bogavantes), *Paralomis granulosa* (centollón), *Lithodes confundes* (Centolla espinosa) y *Lithodes santolla* (Centolla patagónica).

El más destacado en el área de influencia (AID + AII) del proyecto es la centolla *Lithodes santolla*. Esta especie bentónica se distribuye en aguas templado-frías de origen subantártico entre 4 y 15° C de temperatura. Habita generalmente los fondos marinos hasta los 700 m de profundidad, pero las concentraciones comerciales de individuos adultos se han encontrado principalmente entre los 30 y 120 m, superponiéndose con el Área Operativa sísmica (AOs). En Argentina pueden identificarse cuatro efectivos de centolla, siendo el efectivo del Sector Patagónico Sur el segundo en importancia comercial, y se distribuye cercano al AOs ya que se ubica al sur de los 48 ° S (Allega et al., 2020).



Para el análisis de sensibilidad se tuvieron en cuenta criterios biológicos, ecológicos, de conservación y pesqueros. Cada uno de estos criterios se elaboró integrando una serie de subcriterios, que fueron valorados individualmente a fin de construir un indicador general para cada una de las especies potencialmente afectadas.

A continuación, se describen los criterios (y sub-criterios) considerados y las valoraciones definidas para cada uno de ellos.

a) Criterios biológicos

Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas

Dentro de los crustáceos, 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 (McCauley, 1994; McCauley et al. 2000; DFO, 2004). Day et al. (2016) encontraron que la exposición a las emisiones sísmicas 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 pueden ser descontada.

Más adelante, se expone en detalle los antecedentes que permiten concluir sobre sólida evidencia que las emisiones sísmicas pueden afectar la integridad estructural de los órganos sensoriales de diferentes estadios del ciclo de vida de diversidad de algunas especies de crustaceos, causar respuestas comportamentales adversas y alteraciones fisiológicas. En consecuencia, dentro de la siguiente escala definida para organismos marinos en general, se asigna una “alta” sensibilidad de todas las especies del taxón frente a las señales emitidas por fuentes de aire comprimido de exploración sísmica.

Baja (sin órganos especializados)

Moderada (sin órganos especializados)

Alta (con órganos especializados: estatocistos, setas corporales y antenas)

Área de reproducción en área de influencia (AID + AII)

La reproducción en los macrocrustaceos, así como en la mayoría de los organismos acuáticos con reproducción sexual, abarca una serie de eventos que ocurren durante el ciclo de vida de las especies. Esta serie de eventos incluye: proceso de maduración fisiológica, morfológica y comportamental (e.g. las migraciones reproductivas, el cortejo y la cópula entre otros), apareamiento, desove y fertilización, desarrollo embrionario (e incubación en el caso de algunas especies del grupo que realizan cuidados parentales de las puestas), eclosión y cría (Growland et al., 2003).



Considerando los efectos físicos, fisiológicos y comportamentales de la emisión sonora de las fuentes de aire comprimido sobre el comportamiento reproductivo de las especies de macrocrustáceos descriptos en extenso en el inciso previo, la definición de área reproductiva en este análisis incluye aquella en que ocurren:

- migraciones reproductivas
- apareamiento
- desove
- deriva o fijación de masas de huevos (i.e., embriones en desarrollo)
- incubación y cuidado parental de los huevos
- eclosión y deriva de estadios larvales y juveniles

La valoración de la sensibilidad otorgada en el caso de este criterio fue nula si ninguna de las etapas mencionadas ocurre en el área de influencia (AID + AII) del proyecto, y positiva en el caso de registrarse al menos una de ellas. Es decir, se asignó el valor 0 cuando la especie se reproduce fuera del área de influencia (AID + AII) del proyecto y 1 si es dentro de ella. En aquellos casos donde no se contó con suficiente información, se asignó la categoría con la máxima valoración.

No
Si

Período reproductivo en área de influencia (AID + AII)

Para la definición del periodo reproductivo de las especies de macrocrustáceos en el área de influencia (AID + AII) del proyecto, se consideraron eventos de la historia de vida que incluyen desde las migraciones reproductivas hasta la eclosión y deriva de juveniles. Dependiendo de la ocurrencia de cualquiera de estos eventos dentro de las áreas y periodos, se otorgó la siguiente valoración a la sensibilidad frente a la exploración sísmica a cada categoría:

Fuera del área de influencia del proyecto (AID + AII)
Estacional en el área de influencia del proyecto (AID + AII)
Extenso en el área de influencia del proyecto (AID + AII)

Área de cría en área de influencia (AID + AII)

La exposición de las especies de macrocrustáceos a las ondas sonoras producidas en la exploración sísmica durante los intervalos críticos de crecimiento puede contribuir a la vulnerabilidad de los efectivos poblacionales (de Soto et al. 2013). En el caso particular de las especies de macrocrustáceos distribuidas en la región, según si el área de cría juvenil se superpone con las áreas de exploración sísmica, se asigna la siguiente valoración por categorías:

No
Si



Rango de distribución en área de influencia (AID + AII)

Aunque la mayor emisión acústica de las descargas de aire comprimido se propaga verticalmente hacia abajo, los arreglos sísmicos irradian cantidades significativas de energía en ángulos de elevación cercanos a la horizontal, y esa energía puede propagarse a largas distancias en el océano en algunas circunstancias (Laws y Hedgeland, 2008). A medida que una onda de sonido se propaga desde su fuente, varios factores, incluida su frecuencia, dirección y el entorno oceánico y del lecho marino a través del cual viaja, influyen en la rapidez con la que la onda se atenúa; mientras algunas señales se desvanecen en un rango de decenas de kilómetros debido a la propagación pendiente arriba desde una fuente sísmica en aguas poco profundas sobre un lecho marino de baja reflectividad, otras pueden detectarse a miles de kilómetros de la fuente cuando el sonido viaja hacia abajo en el talud continental (McCauley y Fewtrell, 2008; Hovem et al., 2012; Duncan et al., 2013). Siempre que el sonido se refleja en la superficie rugosa del océano o del fondo marino, se dispersa y se pierde algo de energía. La absorción en el lecho marino es mucho mayor que la absorción en el agua de mar (Moore et al., 2007). Por otro lado, el umbral y la variabilidad espacial del espectro de sonidos naturales y antropogénicos en aguas de plataforma son mayores que en aguas profundas sobre el talud, por lo que las especies que habitan en este último ambiente deberían presentar una mayor sensibilidad a las emisiones de las fuentes de aire comprimido. Tomando todo esto en consideración, se asigna una alta valoración de sensibilidad para los organismos distribuidos exclusivamente sobre el talud y una menor valoración para aquellos que se distribuyen sobre la plataforma, donde la atenuación de las ondas sonoras es mayor, de acuerdo al siguiente esquema:

Sólo plataforma
Talud y plataforma
Sólo talud

Nicho trófico en área de influencia (AID + AII)

En las especies de macrocrustáceos, así como en muchos otros organismos marinos, el nicho trófico varía de acuerdo con la ontogenia y tipos de ecosistemas. Los macrocrustáceos ocupan una amplia gama de posiciones tróficas y explotan una amplia gama de recursos tróficos, lo que refleja la versatilidad de su comportamiento de alimentación. En general, los macrocrustáceos presentan amplios rangos tróficos consistentes con una estrategia trófica de tipo generalista. En el canal de Beagle, la centolla *Lithodes santolla* se alimenta de moluscos, principalmente gasterópodos; crustáceos, erizos, algas y otros organismos epífitos como briozoos, foraminíferos e hidrozoos. El consumo es más alto durante el invierno (Boraxo y Zaixo, 2015).

En el presente análisis, se consideró que las especies de macrocrustáceos con un nicho trófico amplio son menos sensibles a la exploración sísmica 3D debido a que una posible afectación de alguno/s de los ítems presa que componen su dieta afectaría en menor medida su acceso al alimento en comparación con las especies que se sustentan de unos pocos ítems presa. Por lo enunciado, la valoración otorgada a cada una de las categorías fue:

Amplio, eurífago
Angosto, especializado



Área de alimentación en el área de influencia (AID + AII)

Se ha señalado que distintas emisiones sonoras antropogénicas, incluyendo la exploración sísmica, pueden producir perturbaciones que pueden conducir al desplazamiento de las áreas de alimentación o reproducción de los macrocrustáceos (Popper y Hawkins, 2016; Carroll et al., 2017). Por otro lado, tal como se mencionó previamente, las emisiones sísmicas pueden dañar receptores sensoriales que forman el sistema de línea lateral, que detecta corrientes de agua y vibraciones suaves. Las células ciliadas sensoriales primarias, sensibles a los movimientos locales del agua, están dispuestas en líneas epidérmicas ubicadas en los brazos, la cabeza, la parte anterior del manto dorsal y el embudo (Lenz, 1995) y se sabe que proporcionan capacidades sensoriales para detectar presas (Budelmann et al., 1991; Komak et al., 2005; Villanueva et al., 2017). Tomando en cuenta estas evidencias, se asignó una valoración positiva para aquellas especies en que las áreas de alimentación juvenil se solapan con el área de influencia (AID + AII) del proyecto, de acuerdo al siguiente esquema:

No
Si

b) Criterios ecológicos**Importancia trófica para otras especies**

Los macrocrustáceos son presas de una gran diversidad de predadores (Clarke, 1996; Croxal y Prince, 1996; Smale, 1996; Villanueva et al., 2017). En el presente análisis, se asignó una alta valoración de sensibilidad si la especie posee importancia crítica como un eslabón clave de la cadena trófica para otras especies, tal que su desaparición temporal puede desbalancear la cadena trófica. Por lo tanto, la valoración otorgada fue:

Baja
Alta



Uso de hábitat en el área de influencia (AID + AII)

El epipelágos, la capa superior de la columna de agua entre la superficie y aproximadamente 200m de profundidad, presenta mayor diversidad, intensidad y frecuencia de emisiones de sonido de origen natural debido a su contacto directo con la interfase con la atmósfera. Entre otros sonidos, caben mencionar los producidos por las olas, el viento, la lluvia sobre la superficie oceánica, sumados a los sonidos de origen antrópico tales como los emitidos por embarcaciones, sonares activos, colocación de pilotes de obras civiles o molinos de viento y dispositivos acústicos de disuasión (Duarte et al., 2021). En consecuencia, el enmascaramiento de sonidos de origen biológico, tales como la emisión de comunicaciones intra e interespecíficas, alcanza su máximo nivel en este ambiente. Por ello, los organismos epipelágicos son los más adaptados a las emisiones de “ruido” de fuentes naturales y antropogénicas y por lo tanto deberán ser considerados los menos sensibles a las emisiones sonoras de las descargas de las fuentes de aire comprimido de la exploración sísmica. En concordancia, la sensibilidad a las emisiones acústicas de los arreglos sísmicos submarinos se incrementará desde los organismos epipelágicos a los mesopelágicos (i.e., aquellos que habitan aproximadamente entre 200 y 1000 m de profundidad), y de estos últimos a los batipelágicos (i.e., en profundidades mayores a 1000 m). En el mismo sentido, dado que los macrocrustáceos poseen un sistema óptico muy desarrollado, similar al de los teleósteos, aquellas especies que habitan los niveles inferiores en la columna de agua, donde la penetración de la radiación solar disminuye abruptamente, dependen en mayor medida del sistema compuesto por células sensoriales ciliadas para detectar presas o evitar los depredadores. En consecuencia, es de esperar que la disrupción física de estas líneas laterales de cilios como consecuencia de las emisiones de fuentes de aire comprimido (Solé et al., 2018) repercuta en mayor medida en los organismos ubicados en los niveles inferiores de la columna de agua. Muchas especies demersales, bentónicas e infaunales tienen más probabilidades de verse afectadas negativamente por la vibración del sustrato que por las ondas transmitidas en la columna de agua (Popper y Hawkins, 2019; Popper et al., 2020).

Tomando en consideración los aspectos mencionados, se asignó una valoración creciente de sensibilidad a las emisiones acústicas de la exploración 3D de acuerdo a la zona de la columna de agua que habitan:

Epipelágica
Mesopelágicos
Batipelágico
Bentónico

c) Criterio de Conservación

Valor de conservación

La clasificación de especies por categoría de amenaza según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) es una de las herramientas más útiles para establecer políticas de conservación y manejo de invertebrados y otros taxa, debido a que permite explicitar los principales problemas de conservación de forma coherente y sistemática, y facilita su posterior inclusión en listas de especies legalmente protegidas (Cardoso et al., 2011). Tomando esto en consideración, y por tratarse de una caracterización validada y de uso internacional, para evaluar el estado de conservación de las especies de macrocrustáceos reconocidas en el área de influencia (AID + AII) del proyecto se consideró el estatus asignado por dicho organismo, de acuerdo a la siguiente escala de valoración:



No evaluado (NE)
Datos Insuficientes (DD)
Preocupación menor (LC)
Casi Amenazada (NT)
Vulnerable (VU)
En Peligro (EN)

d) Criterio pesquero

Entre las especies de macrocrustáceos descriptas en la línea de base ambiental para el área de influencia (AID + AII) del proyecto, la flota trampera dedicada a la centolla (*Lithodes santolla*), posee actividad moderada en la zona.

Sobre la base de su valor como recurso de interés pesquero, las especies fueron valoradas de acuerdo al siguiente esquema:

Ninguna
Baja o por bycatch
Especie blanco en la zona (moderada)

La evaluación de los factores que pueden incidir en la sensibilidad de las especies presentes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies presentes en el área del proyecto que corresponde al área de influencia directa (AID) y adyacente en el talud y borde de la plataforma.
EN: en peligro; VU: vulnerable; NT: casi amenazada; LC: preocupación menor; DD: sin datos suficientes; NE: no evaluado. s/d: sin datos

Especie	Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas	Área de reproducción y muda	Periodo reproductivo	Área de cría	Rango de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Valor de conservación	Interés Pesquero
<i>Lithodes santolla</i>	Alta (con estatocistos, en setas sensoriales corporales y en antenas)	si	Estacional en el de influencia del proyecto	si	Plataforma	Amplio, eurífago	Alta	Bentónico	NE	Moderada



En base a la información precedente, se valorizaron las categorías de los diferentes criterios (Tabla 2) y luego se desarrolló una matriz para evaluar la potencial sensibilidad asignando valores a cada una de las alternativas que presentan los diferentes criterios para aquellas especies con mejor información disponible (Tabla 3).

Tabla 2. Valoración de las categorías que presentan los criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

Criterios	Categorías	Score
Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas	Baja (sin órganos especializados)	1
	Moderada	3
	Alta (con estatocistos, en setas corporales y antenas)	5
Área de reproducción en área de influencia (AID + AII)	No	0
	Si	1
Período reproductivo en área de influencia (AID + AII)	Fuera del área de influencia del proyecto	0
	Estacional en el de influencia del proyecto	1
	Extenso en el área de influencia del proyecto	2
Área de cría en área de influencia (AID + AII)	No	0
	Si	1
Rango de distribución en área de influencia (AID + AII)	Sólo plataforma	1
	Talud y plataforma	2
	Solo talud	3
Nicho trófico en área de influencia (AID + AII)	Amplio, eurífago	0
	Angosto, especializado	1
Importancia trófica para otras especies	Baja	0
	Alta	1
Uso de hábitat en área de influencia (AID + AII)	Epipelágica	1
	Mesopelágicos	2
	Batipelágico	3
	Bentónico	4
Valor de Conservación	NE, DD	0
	LC	1
	NT	2
	VU	3
	EN	4
Interés Pesquero	Ninguna	0
	Baja o por bycatch	1
	Especie blanco en la zona (moderada)	2

Para el caso de los macrocrustáceos este valor puede variar entre 0,125 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 3 y el máximo 24, por lo que la suma normalizada se divide por 24).

Tomando como referencia las escalas de valoración usualmente empleadas al realizar análisis de sensibilidad ambiental (Chin et al., 2010; Stortini et al., 2015) se definieron valores de sensibilidad a partir de aplicar intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa. Se les asignó una categorización, con puntos de corte 0,4 y 0,7 para identificar situaciones de baja, moderada y alta sensibilidad.

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz, se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,4), moderada (entre 0,4 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).



Suma relativa (ISP)	Sensibilidad
< 0,4	baja
$\geq 0,4$ y $\leq 0,7$	moderada
> 0,7	alta

Tabla 3. Matriz de puntajes asignados según las alternativas de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad.

Especie	Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas	Área de reproducción y muda	Periodo reproductivo	Área de cría	Rango de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Valor de conservación	Interés Pesquero	ISP
<i>Lithodes santolla</i>	5	1	1	1	1	0	1	4	0	2	0,62

La centolla patagónica, *Lithodes santolla*, 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).

Los resultados indican que la centolla patagónica presenta una sensibilidad moderada a la exploración sísmica, previéndose algunos efectos de tipo físico, comportamental y/o fisiológico, que podrían afectar la dinámica poblacional. Esto ocurre principalmente porque las áreas de reproducción, muda, área de cría y juveniles se superponen de manera total o parcial con el área de influencia (AID + AII) dependiendo de la época del año.

2.3.1.3 Cefalópodos

Moluscos Cefalópodos

Para el área de influencia del proyecto se registran siete especies de cefalópodos: *Doryteuthis gahi*, *Onykia ingens*, *Filippovia knipovitchi*, *Martalia hyadesi*, *Architeuthis*, *Enteroctopus megalocyathus* e *Illex argentinus*. Entre las principales especies se encuentra el calamar (=*Doryteuthis gahi*) el cual se extiende por el talud hasta los 36°S siguiendo las aguas frías de la corriente de Malvinas, en tanto que en la plataforma lo hace hasta los 42°, donde, durante el verano/otoño predominan los ejemplares inmaduros, mientras que durante la primavera son más abundantes los individuos maduros. Presenta dos áreas de desove en el Atlántico sur, una sobre las costas de las Islas Malvinas y otra sobre la costa de la provincia de Santa Cruz, con dos picos de desove, uno en invierno y otro en primavera. Desova y muere en aguas someras y la siguiente generación migra hacia aguas profundas a medida que se alimenta, crece y madura.



Por otro lado, *O. ingens* es una especie de la familia Onychoteuthidae que se ha relacionado con los fondos marinos de la plataforma continental alrededor de los 200 metros, habitando los océanos meridionales con una distribución circumpolar en la región subantártica. Se han sugerido migraciones verticales en base a hembras maduras capturadas a mayor profundidad (740 metros) que los juveniles. Se considera a *O. ingens* como un desovante terminal por lo que la migración a aguas más profundas y frías permitiría el mantenimiento del tejido de las hembras después del desove. Es una especie considerada importante en los ecosistemas ya que es abundante en la región batipelágica, aunque también es encontrada alrededor de las islas Malvinas en aguas más superficiales. Es utilizada como alimento por varios depredadores como mamíferos marinos y aves. A nivel pesquero *O. ingens* en la última década ha sido colectado como captura incidental por la flota comercial en los océanos del sur, quienes han capturado ejemplares de tallas grandes.

El calamar, *Illex argentinus*, se distribuye desde los 23° S hasta los 54° S, con una presencia frecuente entre los 35° S y los 52° donde se localiza en toda la plataforma y talud siendo el cefalópodo más importante del Atlántico Sudoccidental desde el punto de vista de su importancia pesquera. Su mayor concentración, sin embargo, está asociada con la presencia de las aguas subantárticas y principalmente a la corriente de Malvinas, por lo que se distribuye fundamentalmente sobre el borde del talud a profundidades entre 80 y 400 m. Su distribución varía según la estación y está limitada al área de influencia de las aguas frías de la Corriente de Malvinas. Se distribuyen en stocks reproductivos en base a los sitios de alimentación, tamaño de los adultos y migraciones estacionales. En otoño se produce una concentración pre-reproductiva en la plataforma externa y talud que al sur de los 43° S ocurre entre marzo y mayo. Los huevos son arrastrados por la corriente de Malvinas hacia el norte donde eclosionan al encontrar la corriente de Brasil. En invierno desaparecen totalmente los grandes centros de concentración de adultos al sur de los 43° S indicando que la Subpoblación Sud Patagónica completó su emigración de desove. En primavera, existe una concentración de juveniles provenientes de la subpoblación norpatagónica-bonaerense que se concentra entre los 50 y 100 m. En verano se observa una concentración reproductiva de la subpoblación desovante de verano (SDV) y preadultos de la subpoblación sudpatagónica.

Cabe destacar que los cefalópodos son un componente considerado sensible a las ondas sísmicas, cuando las mismas son de alta intensidad y provienen de fuentes de emisión muy cercanas.

El Área de Influencia (AID + AII) del proyecto se ubica dentro del área de distribución del calamar argentino. Esta área no es exclusiva para la especie ya que como se mencionó, se distribuye desde los 23° S hasta los 54° S, con una presencia frecuente entre los 35° S y los 52°. Tanto el AID como el AII no se superponen con el área de reproducción y cría del calamar, localizada desde los 48° S hasta los 45° S a lo largo de la zona barrida por la corriente de Malvinas. Tampoco se superpone con el área de pesquería del calamar. Por lo tanto, **la sensibilidad de este grupo ante las exploraciones sísmicas en la zona asignada se consideró baja.**



2.3.2 Peces

En el caso de peces para el evaluar el impacto de las ondas sísmicas se seleccionaron criterios asociados con a) criterios biológicos, b) criterios ecológicos, c) criterios de conservación y d) criterios pesqueros. La información para caracterizar los mismos se obtuvo de Cousseau y Perrota (2013), Popper y Fay (2009) y otros trabajos citados en la Línea de Base (Capítulo 5) correspondiente a Peces y Pesquerías. Estos criterios permiten en cierto modo incluir en la evaluación el grado de exposición ante las ondas sísmicas, la sensibilidad presentada y la adaptación que podrían tener para recuperarse del impacto. El grado de exposición se relaciona con el hábitat que ocupa las especies y la ventana temporal en la cual se realiza la prospección respecto a su presencia en la zona. La sensibilidad está dada por aspectos biológicos, principalmente aquellos relacionados con los mecanismos de audición y recepción de las ondas sonoras, pero también con rasgos biológicos como crecimiento, edad y capacidad reproductiva. Estos rasgos tornan a los peces cartilaginosos más vulnerables que a los peces óseos ante fuentes de impactos no naturales (Cortes, 2000). Otro factor que interviene en la sensibilidad es el hábitat que ocupa la especie en uno o más etapas de su ciclo de vida. La capacidad de adaptación refiere a la posibilidad de evadir las ondas o la zona de impacto, en base a las características natatorias o tener amplitud trófica para disponer de presas alternativas cuando aquellas preferidas pudieran ser afectadas. Se considera además cual es la importancia de la pesquería de una cierta especie en el área de influencia directa como una medida del posible impacto que pueda tener el proyecto.

A continuación se describen los criterios (y sub-criterios) considerados y las valoraciones definidas para cada uno de ellos:

a) Criterios biológicos

Sensibilidad auditiva

Las especies de peces que carecen de una cavidad llena de gas, incluyendo los peces sin mandíbula, los elasmobranchios (tiburones, patines y rayas), algunos lenguados, góbidos, y ciertos atunes y otras especies pelágicas y de aguas profundas son menos sensibles a un trauma por cambios extremos de presión sonora y detectan principalmente el movimiento de las partículas.

La audición de los peces con vejiga depende mucho más de la presión del sonido, aunque también en cierto modo al movimiento de partículas. Así estas especies poseen mejor capacidad auditiva lo que puede afectarlos negativamente para enmascarar otros sonidos. Entre los peces con vejiga natatoria se distinguen aquellos que las poseen cerca, pero no íntimamente conectadas al oído y que poseen un rango de audición de hasta 500 Hz comprendiendo especies como bacalao (Gadidae), las anguilas (Anguillidae), algunos tamberos y corvinas (Sciaenidae), etc.

En el otro extremo del continuo se encuentran los 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.

La clasificación de acuerdo a grado de sensibilidad auditiva se consideró que varía entre 1 (escaso poder auditivo), 3 (moderadamente reactivos a las fuentes de ruido) y 5 (más sensibles) de acuerdo a lo presentado en la Tabla 4.



Tabla 4. Clasificación por sensibilidad auditiva

Tipo	Característica	Grupos	Respuesta
Tipo 1A	Peces óseos sin vejiga natatoria	Peces que no tienen vejiga natatoria y que probablemente sólo usen el movimiento de las partículas para la detección de sonidos. La mayor frecuencia audible de estos peces posiblemente no supere de 400 Hz, con poca sensibilidad comparado con los peces con una vejiga de natación. Los peces dentro de este grupo incluirían peces planos, algunos gobios, algunos atunes, s y agnathos.	Estos grupos de peces presentan escaso poder auditivo, por lo cual son menos sensibles a las ondas sísmicas del cañón.
Tipo 1B	Peces cartilaginosos (sin vejiga natatoria)	No poseen vejiga natatoria e incluye tiburones, rayas, y quimeras. Estos peces poseen una aparente sensibilidad a las ondas de baja frecuencia, que son similares a las que emiten las fuentes de energía sísmica, y dependiendo de la morfología del oído.	Variada respuesta a las ondas sísmicas
Tipo 2	Peces óseos con vejiga natatoria, pero sin conexión de la vejiga al oído interno	Peces que detectan sonidos desde menos de 50 Hz hasta quizás 800-1.000 Hz (aunque probablemente varios sólo detectan sonidos a 600-800 Hz). Estos peces tienen vejiga pero no hay estructuras conocidas en el sistema auditivo que mejoren la audición, y la sensibilidad no es muy grande. Estas especies detectan tanto el movimiento como la presión de las partículas, y las diferencias entre las especies están relacionadas con lo bien que las especies pueden usar la señal de presión. En esta categoría se incluye una amplia gama de especies, entre ellas el atún con vejiga natatoria, esturiones, salmónidos, etc.	Son moderadamente reactivos a las fuentes de ruido.
Tipo 3	Peces óseos con vejiga natatoria y con conexión entre la vejiga y el oído interno	Se caracterizan por la presencia de un aparato de Weber evolucionado y bien desarrollado formado por un complejo esquelético de huesos y huesecillos que están conectados físicamente al complejo laberinto auditivo anterior y a la región de la vejiga natatoria posterior (peces ostareofisios). Estos peces pueden percibir las ondas de presión sonoras detectar sonidos de hasta 3.000 Hz o más, y su sensibilidad auditiva es la más desarrollada.	Son muy sensibles, el aparato de Weber actúa como un amplificador de ondas de sonido con la función que añade la vejiga natatoria como una cámara de resonancia donde amplifica la señal para ser audible.



Reproducción en el área de influencia (AID + AII) del proyecto

Se consideró que las especies que se reproducen en el AID o AII son sensibles debido a que las ondas sísmicas pueden producir interferencia temporal y espacial en el proceso reproductivo y promover que las larvas pierdan la ventana de tiempo en que las condiciones ecológicas son las óptimas para la supervivencia y el crecimiento.

Las especies que se reproducen dentro del área de influencia (AID + AII) del proyecto, quedarán expuestas a las ondas sísmicas y ese efecto puede producir interferencias temporales y espaciales en el proceso reproductivo. Estas ondas sísmicas podrían afectar tanto a los adultos que se congregan para reproducirse, como también a los huevos y estadios larvales.

La gran mayoría de los peces óseos posee fecundación externa y desarrollo indirecto, por lo que esta interferencia puede promover que las larvas pierdan la ventana de tiempo en que las condiciones ecológicas son óptimas para la supervivencia y el crecimiento.

Para ello, se consideraron dos categorías: si la especie se reproduce dentro del área influencia (AID + AII) del proyecto (1) y si se reproduce fuera de la misma (0).

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se decidió asignar la mayor valoración.

Periodo reproductivo

Complementando, el criterio anterior, para aquellas especies que se reproducen dentro del área influencia (AID + AII) del proyecto, se consideró como especies más susceptibles a aquellas cuyo período reproductivo fuera estacional o acotado y por lo tanto con riesgo de superponerse con los trabajos de prospección sísmica, teniendo ello menos impacto en el caso de especies con períodos más prolongados.

De este modo, si la especie se reproduce fuera del área de influencia (AID + AII) del proyecto, este criterio se clasificó como nulo (0). Para las especies restantes, se consideró si presenta una reproducción extendida en el tiempo aún cuando fuera en el área de influencia (AID + AII) del proyecto serán menos afectadas (1) que si es estacional o limitada a una ventana temporal única que podría ser coincidente con la actividad sísmica en el área de influencia (AID + AII) del proyecto (2).

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se decidió asignar la mayor valoración.

Presencia de un área de cría en el área de influencia (AID + AII) del proyecto

Las emisiones sísmicas provocan una alta mortalidad de huevos y larvas cuando se encuentran cerca de la fuente de emisión (2 a 5 m), por lo que las especies que poseen áreas de cría en el área de influencia (AID + AII) del proyecto (en particular en el Área Operativa sísmica dado lo localizado de la afectación) resultan más vulnerables. Para las especies vivíparas se considera como área de cría la zona de los embriones.

Se consideraron así como especies más susceptibles de verse afectadas (1) a aquellas especies que tuvieran su área de cría en el área de influencia (AID + AII) del proyecto y con valoración nula (0) cuando la misma estuviera alejada.



Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información se decidió asignar la mayor valoración.

Rango de distribución

Aquellas especies de peces que poseen una distribución amplia (cosmopolitas) serán menos afectadas a nivel de especie (valoradas como 1), mientras que aquellas que se distribuyan solo en el talud se consideran más sensibles (valoradas como 2).

Especificidad de nicho trófico

Representa en qué medida existe una especialización de la dieta de determinadas especies. Especies altamente especializadas (estenófagas) (valoradas con 1) poseen menos capacidad de explotar grupos de presas alternativas en el caso en que las más usuales se reduzcan o tengan una desaparición temporal por efectos de las ondas sísmicas. Por el contrario, aquellas especies que poseen mayor amplitud trófica (eurífagas) tiene la capacidad de utilizar presas alternativas (valoradas con 0).

b) Criterios ecológicos

Importancia trófica para otras especies

Se considera si la especie posee importancia crítica como un eslabón clave de la cadena trófica para otras especies, tal que su desaparición temporal puede desbalancear la cadena trófica.

La clasificación de acuerdo al grado de importancia en la red trófica es de 0, es decir, sin importancia crítica y 1 cuando posee una especie de alta importancia para la cadena trófica.

Uso del Hábitat

El hábitat que ocupa una especie se relaciona con sus rasgos de vida y adaptaciones, ya que especies con poca movilidad natural serán más afectadas que aquellas que son vagantes, migratorias o basan su estrategia de alimentación en la natación rápida. Para áreas de baja profundidad como la localizada en el área de influencia (AID + AII) proyecto se clasificó el uso del hábitat en especies bentónicas (2), es decir aquellas que viven o se relacionan mayormente con el sustrato o bentos y, aquellas epipelágicas, las que preferentemente se desplazan y habitan en la superficie y el medio de la columna de agua (1).

c) Criterio de conservación

Estado de amenaza

Se consideró su status de acuerdo la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN

Se otorgó la siguiente puntuación: preocupación menor (1), cercana a la amenaza (2) vulnerable (3) y amenazada (4). A aquellas no evaluadas o ser deficientes de datos se les asignó valor cero (0).

En el caso del tiburón sardinero, *Lamna nasus*, por estar incluido en CITES (Apendice II) se le asignó también la mayor valoración.



d) Criterios pesqueros

Importancia pesquera en el área de influencia (AID + AI) del proyecto

Las operaciones sísmicas pueden influir en las tasas de captura en las pesquerías al generar conductas de alejamiento de las especies blanco, generando perjuicios económicos sobre la actividad en el área de influencia directa del proyecto.

Teniendo en cuenta las características del área de influencia directa del proyecto, se consideró la misma como de nula importancia (0) cuando la especie no presenta una pesquería asociada, de baja importancia (1) cuando la especie presenta baja importancia en la zona o es producto del bycatch y (2) si la especie es importante y su pesca es usual en la zona del proyecto.

Para el área de influencia directa del proyecto se registran un total de 64 especies de peces. Los Osteíctios son los más abundantes en número con 46 especies citadas y dentro de los Condrictios se identificaron 14 especies, la gran mayoría correspondió al orden Rajiformes. En esta área se registran 4 especies de Agnatos.

La evaluación de los factores que pueden incidir en la sensibilidad de las especies presentes en el área de influencia (AID + AI) proyecto se presenta en la Tabla 5.



Tabla 5. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies presentes en el área del proyecto que corresponde al área de influencia directa y adyacentes en el talud y borde de la plataforma. EN: en peligro; VU: vulnerable; NT: casi amenazada; LC: preocupación menor; DD: sin datos suficientes; NE: no evaluado; CITES II: Cites apéndice II. s/d: sin datos. *Sólo estadios larvales

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Criterios Biológicos						Criterios Ecológicos		Criterio de conservación	Criterios Pesqueros
			Sensibilidad auditiva	Área de reproducción en zona de prospección	Período reproductivo	Área de cría en zona de prospección	Área de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Valor de Conservación (Criterio UICN)	Importancia pesquera
Mixini Agnatos	<i>Myxine affinis</i>	Mixina	Baja (sin vejiga)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	LC	ninguna
	<i>Myxine australis</i>	Mixina	Baja (sin vejiga)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	LC	ninguna
	<i>Myxine fernholmi</i>	Mixina	Baja (sin vejiga)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	LC	ninguna
	<i>Notomyxine tridentiger</i>	Mixina	Baja (sin vejiga)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	DD	ninguna
Condichthyes Squaliformes	<i>Squalus acanthias</i>	Tiburón espinoso	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	Eurifago	no	bentónico	VU	ninguna
	<i>Somniosus antarticus</i>	Tiburon antartico	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	Eurifago	no	bentónico	LC	ninguna
Condichthyes Carcharhiniformes	<i>Schorederichthys bivi</i>	Pintaroja	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	no	plataforma-talud	Eurifago	no	bentonico	DD	ninguna
Condichthyes Lamniformes	<i>Lamna nasus</i>	Tiburon sardinero	Moderada (sin vejiga)	no	estacional	no	plataforma-talud	Eurifago	no	epipelagico	VU/CITES II	ninguna
Condichthyes Rajiformes	<i>Bathyr</i>	Raya espinosa	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	Eurifago	no	bentónico	NT	bycatch
	<i>brachyurops</i>	Raya de cola corta	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	Eurifago	no	bentónico	LC	bycatch
	<i>albomaculata</i>	Raya de manchas blancas	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	Eurifago	no	bentónico	VU	bycatch
	<i>magellanica</i>	Raya magallánica	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	bycatch
	<i>cousseae</i>	Raya de aletas juntas	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	bycatch
	<i>chilensis</i>	Raya hocicuda	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	VU	bycatch
	<i>Psammobatis normani</i>	Raya marrón claro	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	bycatch
	<i>Psammobatis rudis</i>	Raya hocico blanco	Moderada (sin vejiga)	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	bycatch
	<i>Amblyraja spp.</i>	Raya	Moderada (sin vejiga)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	bycatch
Condichthyes Chimaeriformes	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pez gallo	Moderada (sin vejiga)	no	extenso	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
Osteichthyes Gadiformes	<i>Muraenolepis orangiensis</i>	Morena de aguas frías	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma	estenofago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza común	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	ninguna
	<i>Merluccius australis</i>	Merluza austral	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	epipelagico	NE	bycatch
	<i>Macruronus magallanicus</i>	Merluza de cola	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	bycatch
	<i>Salilota australis</i>	Bacalao criollo	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	bycatch
	<i>Notophycis marginata</i>	Brótola enana	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	ninguna



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 1 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL)

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Criterios Biológicos						Criterios Ecológicos		Criterio de conservación	Criterios Pesqueros
			Sensibilidad auditiva	Área de reproducción en zona de prospección	Período reproductivo	Área de cría en zona de prospección	Área de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Valor de Conservación (Criterio UICN)	Importancia pesquera
	<i>Micromesistius australis</i>	Polaca	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	bycatch
	<i>Coelorhynchus fasciatus</i>	Granadero chico	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	ninguna
	<i>Macrourus carinatus</i>	Granadero grande	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	ninguna
	<i>Coryphaenoides holotrachys</i>	Granadero	Moderada (con vejiga no conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	ninguna
Osteichthyes Pleuronectiformes	<i>Etropus longimanus</i>	Lenguado	Baja (sin vejiga)	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Thysanopsetta naressi</i>	Lenguado	Baja (sin vejiga)	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Achiropsetta tricholepis</i>	Lenguado	Baja (sin vejiga)	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Neoachiropsetta milfordi</i>	Lenguado	Baja (sin vejiga)	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
Osteichthyes Scorpaeniformes	<i>Agonopsis chiloensis</i>	Acorazadito	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Cottunculus granulosus</i>	Pez piedra	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Psychrolutes marmoratus</i>	Sapo de piel blanda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Careproctus pallidus</i>	Pez babosa	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	ninguna
Osteichthyes Ophidiiformes	<i>Cataetys messieri</i>	Brótola patagónica	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	LC	ninguna
Osteichthyes Myctophiformes	Myctophidae sp. *	Mictofido	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	si	plataforma-talud	estenofago	no	epipelagico	NE	ninguna
Osteichthyes Perciformes	<i>Austrolycus laticinchus</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Dadyanos insignis</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Phucocoetes latitans</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	LC	ninguna
	<i>Illucoetes fimbriatus</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Illucoetes elongatus</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Lycenchelys bachmanni</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Maynea patagónica</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Crossostomus fasciatus</i>	Viuda	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Stromateus brasiliensis</i>	Palometa moteada	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Seriolaella porosa</i>	Savorín	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	s/d	s/d	eurifago	no	epipelágico	NE	bycatch
	<i>Disssotichus eleginoides</i>	Merluza negra	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	bycatch
	<i>Patagonotothen ramsayi</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Patagonotothen tessellata</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 1 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL)

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Criterios Biológicos						Criterios Ecológicos		Criterio de conservación	Criterios Pesqueros
			Sensibilidad auditiva	Área de reproducción en zona de prospección	Período reproductivo	Área de cría en zona de prospección	Área de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Valor de Conservación (Criterio UICN)	Importancia pesquera
	<i>Patagonotothen wiltoni</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Patagonotothen brevicauda</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Patagonotothen canina</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Patagonotothen elegans</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Patagonotothen macrophtalma</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Patagonotothen longipes</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Patagonotothen jordani</i>	Nototenia	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo	Alta (con vejiga conectada)	si	estacional	si	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Cottoperca gobio</i>	Torito de los canales	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	ninguna
	<i>Cottoperca trigloides</i>	Torito	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	ninguna
Osteichthyes Scombriformes	<i>Thyristes atun</i>	Pez sierra	Alta (con vejiga conectada)	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelágico	NE	ninguna
Clupeiformes	<i>Sprattus fueguensis</i>	Sardina fueguina	Alta (con vejiga conectada)	si	estacional	si	plataforma	estenofago	si	epipelagico	NE	ninguna
Ophidiiformes	<i>Genypterus blacodes</i>	Abadejo	Alta (con vejiga conectada)	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	bycatch



En base la información precedente se categorizaron las alternativas de los diferentes criterios (Tabla 6) y luego se desarrolló una matriz para evaluar la potencial sensibilidad asignando valores a cada una de las alternativas que presentan los diferentes criterios para aquellas especies con mejor información disponible (Tabla 7).

Tabla 6. Valoración de las alternativas que presentan los criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

	Criterio	Score
Criterios Biológicos	Sensibilidad para detectar las ondas sísmicas	
	Baja (sin vejiga) – Peces óseos	1
	Moderada (sin vejiga) – Condrictios	3
	Moderada (con vejiga no conectada)	3
	Alta (con vejiga conectada)	5
	Área de reproducción en área de influencia (AID + AII)	
	No	0
	Si	1
	Período reproductivo	
	Fuera del área de influencia del proyecto	0
	Extenso en el área de influencia del proyecto	1
	Estacional en el área de influencia del proyecto	2
	Área de cría en área de influencia (AID + AII)	
	No	0
	Si	1
	Rango de distribución	
	Talud y plataforma	1
	Solo talud	2
	Nicho trófico	
	Amplio, eurífago	0
	Angosto, especializado	1
Criterios Ecológicos	Importancia trófica para otras especies	
	Baja	0
	Alta	1
	Uso de hábitat	
	Epipelágico	1
Criterios de Conservación	Valor de conservación	
	NE, DD	0
	LC	1
	NT	2
	VU	3
	EN – CITES apéndice II	4
Criterio Pesquero	Interés Pesquero	
	Ninguna	0
	Baja o por bycatch	1
	Especie blanco en la zona (moderada)	2

En base a esta matriz se determinó un Indicador de Sensibilidad Potencial (ISP) denominado “suma relativa” que se expresó como:

$$\text{ISP o Suma Relativa} = S_j / f_{\max}$$



Siendo S_j el score para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde f_{max} representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de la ictiofauna este valor puede variar entre 0,14 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 3 y el máximo 21, por lo que la suma normalizada divide por 21).

Tomando como referencia las escalas de valoración usualmente empleadas al realizar análisis de sensibilidad ambiental (Chin et al, 2010; Stortini et al., 2015; AECOM, 2015) se definieron valores de sensibilidad a partir de aplicar 3 intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, y asignarles una categorización (siendo los puntos de corte 0,4 y 0,7).

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,4), moderada (entre 0,4 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).

Suma relativa (ISP)	Sensibilidad
< 0,4	baja
$\geq 0,4$ y $\leq 0,7$	moderada
> 0,7	alta



Tabla 7. Matriz de puntajes asignados según las alternativas de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad que corresponde al área de influencia directa. *Sólo estadios larvales

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMUN	Criterios Biológicos						Criterios Ecológicos		Criterio de conservación	Criterios Pesqueros	ISP
			Sensibilidad auditiva	Área de reproducción en zona de prospección	Período reproductivo	Área de cría en zona de prospección	Área de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Valor de Conservación (Criterio UICN)	Importancia pesquera	
Mixini Agnatos	<i>Myxine affinis</i>	Mixina	1	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0,29
	<i>Myxine australis</i>	Mixina	1	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0,29
	<i>Myxine fernholmi</i>	Mixina	1	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0,29
	<i>Notomyxine tridentiger</i>	Mixina	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0,24
Condichthyes Squaliformes	<i>Squalus acanthias</i>	Tiburón espinoso	3	1	1	1	1	0	0	2	3	0	0,57
	<i>Somniosus antarcticus</i>	Tiburón antártico	3	1	1	1	1	0	0	2	1	0	0,48
Condichthyes Carcharhiniformes	<i>Schorederichthys biviuis</i>	Pintaroja	3	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0,38
Condichthyes Lamniformes	<i>Lamna nasus</i>	Tiburón sardinero	3	0	2	0	1	0	0	1	4	0	0,53
Condichthyes Rajiformes	<i>Bathyraxa macloviana</i>	Raya espinosa	3	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0,57
	<i>Bathyraxa brachyurops</i>	Raya de cola corta	3	1	1	1	1	0	0	2	1	1	0,52
	<i>Bathyraxa albomaculata</i>	Raya de manchas blancas	3	1	1	1	1	0	0	2	3	1	0,62
	<i>Bathyraxa magellanica</i>	Raya magallánica	3	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0,48
	<i>Bathyraxa cousseae</i>	Raya de aletas juntas	3	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0,48
	<i>Zearaxa chilensis</i>	Raya hocicuda	3	1	1	1	1	1	0	2	3	1	0,67
	<i>Psammobatis normani</i>	Raya marrón claro	3	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0,48
	<i>Psammobatis rudis</i>	Raya hocico blanco	3	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0,48
	<i>Amblyraja spp.</i>	Raya	3	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0,38
Condichthyes Chimaeriformes	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pez gallo	3	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0,33
Osteichthyes Gadiformes	<i>Muraenolepis orangiensis</i>	Morena de aguas frías	3	0	2	0	1	1	0	2	0	0	0,43
	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluza común	3	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	<i>Merluccius australis</i>	Merluza austral	3	0	2	0	1	1	0	1	0	1	0,43
	<i>Macruronus magallanicus</i>	Merluza de cola	3	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0,38
	<i>Salilota australis</i>	Bacalao criollo	3	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0,38
	<i>Notophycis marginata</i>	Brótola enana	3	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	<i>Micromesistius australis</i>	Polaca	3	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0,38
	<i>Coelorhynchus fasciatus</i>	Granadero chico	3	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	<i>Macrourus carinatus</i>	Granadero grande	3	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	<i>Coryphaenoides holotrachys</i>	Granadero	3	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0,33
Osteichthyes Pleuronectiformes	<i>Etropus longimanus</i>	Lenguado	1	1	2	1	1	0	0	2	0	0	0,38
	<i>Thysanopsetta naressi</i>	Lenguado	1	1	2	1	1	0	0	2	0	0	0,38
	<i>Achiropsetta tricholepis</i>	Lenguado	1	1	2	1	1	0	0	2	0	0	0,38
	<i>Neoachiropsetta milfordi</i>	Lenguado	1	1	2	1	1	0	0	2	0	0	0,38
Osteichthyes Scorpaeniformes	<i>Agonopsis chiloensis</i>	Acorazadito	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Cottunculus granulosus</i>	Pez piedra	5	1	2	1	1	1	0	2	0	0	0,62
	<i>Psychrolutes marmoratus</i>	Sapo de piel blanda	5	1	2	1	1	1	0	2	0	0	0,62
	<i>Careproctus pallidus</i>	Pez babosa	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 1 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL)

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMUN	Criterios Biológicos						Criterios Ecológicos		Criterio de conservación	Criterios Pesqueros	ISP
			Sensibilidad auditiva	Área de reproducción en zona de prospección	Período reproductivo	Área de cría en zona de prospección	Área de distribución	Nicho trófico	Importancia trófica para otras especies	Uso de hábitat	Valor de Conservación (Criterio UICN)	Importancia pesquera	
Osteichthyes Ophidiiformes	<i>Cataetyx messieri</i>	Brótula patagónica	5	1	2	0	1	1	0	2	1	0	0,62
Osteichthyes Myctophiformes	Myctophidae sp. *	Mictofido	5	0	2	1	1	1	0	1	0	0	0,52
Osteichthyes Perciformes	<i>Austrolycus laticinchus</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Dadyanos insignis</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Phucocoetes latitans</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	1	0	0,57
	<i>Illucoetes fimbriatus</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Illucoetes elongatus</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Lycenchelys bachmanni</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Maynea patagónica</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Crossostomus fasciatus</i>	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0,52
	<i>Stromateus brasiliensis</i>	Palometa moteada	5	1	2	0	1	1	0	2	0	0	0,57
	<i>Seriolella porosa</i>	Savorín	5	0	2	1	1	0	0	1	0	1	0,52
	<i>Disssotichus eleginoides</i>	Merluza negra	5	0	2	0	1	0	0	2	0	1	0,52
	<i>Patagonotothen ramsayi</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen tessellata</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen wiltoni</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen breviceauda</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen canina</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen elegans</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen macrophthalmia</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen longipes</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Patagonotothen jordani</i>	Nototenia	5	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0,48
	<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo	5	1	2	1	1	0	0	2	0	0	0,57
	<i>Cottoberca gobio</i>	Torito de los canales	5	1	2	0	1	1	0	2	0	0	0,57
	<i>Cottoberca trigloides</i>	Torito	5	1	2	0	1	1	0	2	0	0	0,57
Osteichthyes Scombriformes	<i>Thyristes atun</i>	Pez sierra	5	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0,48
Osteichthyes Clupeiformes	<i>Sprattus fueguensis</i>	Sardina fueguina	5	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0,62
Osteichthyes Ophidiiformes	<i>Genypterus blacodes</i>	Abadejo	5	0	2	0	1	0	0	2	0	1	0,52



Los Agnatos pueden ser considerados como de baja sensibilidad, fundamentalmente por el hecho de carecer de vejiga natatoria, lo que los hace poco sensibles a las ondas sonoras. Dentro de los condriktios algunas especies son algo más sensibles debido a que el área de influencia (AID + AII) del proyecto incluye su área de reproducción, si bien el periodo reproductivo de estas especies es extenso. La raya manchas blancas y la hocicuda, junto con el tiburón sardinero y el espinoso por ser especies vulnerables por UICN, quedaron clasificadas con una sensibilidad más elevada.

Dentro de los peces óseos, la mayoría de los Gadiformes quedaron clasificados en general como de baja sensibilidad dado que no se observan en el área de influencia (AID + AII) del proyecto sitios de reproducción, no son especies bentónicas ni se encuentran con alguna categoría de conservación. Cabe destacar que tanto la morena de aguas frías como la merluza austral quedaron clasificadas como de moderada sensibilidad. El hecho de utilizar la zona epipelágica los torna menos sensibles que las especies bentónicas. Los Pleuronectiformes, por su parte, han sido clasificados como de baja sensibilidad fundamentalmente por carecer de vejiga natatoria.

El resto de los grupos identificados en área de influencia (AID + AII) del proyecto, incluyen especies con vejiga natatoria conectada al oído, lo que las convierte en las principales receptoras de los efectos de la sísmica, siendo este factor el que más posiblemente influya sobre el impacto del proyecto. No obstante, todas estas especies quedaron clasificadas como de moderada sensibilidad. Resulta importante mencionar que muchas especies quedaron clasificadas como de reproducción estacional en la zona de influencia debido a la falta de información sobre las mismas, por lo que se consideró la situación más crítica. En el caso del Róbalo, parecería que en el Canal de Beagle se reproducen en las pozas de marea, depositando sus huevos en pequeñas concavidades construidas en la arena. Dado que no se puede descartar una situación similar en las costas cercanas al área de influencia (AID + AII) del proyecto es que se consideró también de reproducción en dichas áreas.

Un aspecto no menos importante es que a pesar de que muchas especies presentan una sensibilidad moderada casi todas las especies identificadas en el área de influencia (AID + AII) de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma, por lo que el efecto a nivel poblacional puede ser considerado bajo. La sardina fueguina es una especie clave en el ecosistema marino por su rol en la cadena trófica, aún siendo abundante en el AID y AII también posee una amplia distribución. El Área de influencia (AID + AII) 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.

El Área de influencia (AID + AII) del proyecto no se superpone con una zona de alta densidad de ictioplancton. Sin embargo, tanto el AID como el AII se encuentran cercanos a una zona pero de baja densidad de larvas de Myctophidae, *M. magellanicus* y *S. fueguensis* y de paralarvas y juveniles de *S. fueguensis*, *R. arcuata* y *Nototheniidae*.

El Área de Influencia (AID + AII) del proyecto posee una baja importancia pesquera o es muy marginal para algunas especies de reconocida importancia en la región sur como Merluza de Cola, Bacalao austral, Merluza Austral, Abadejo, Merluza Negra y Polaca, a la vez que es dable destacar que ninguna de estas especies posee su área de reproducción en el AID o AII.

Por todo esto, la sensibilidad del grupo peces es moderada-baja.



Tabla 8. Resumen de la sensibilidad esperada a nivel de los órdenes evaluados.

Sensibilidad Moderada	Sensibilidad Baja
Squaliformes	Agnatos
Lamniformes	Carchariniformes
Rajiformes (excepto <i>Amblyraja spp</i>)	Rajiformes (<i>Amblyraja spp.</i>)
Gadiformes, en parte	Chimaeriformes
Scorpaeniformes	Gadiformes, en parte
Ophidiiformes	Pleuronectiformes
Myctophiformes	
Perciformes	
Scombriformes	
Clupeiformes	

2.3.3 Aves Marinas

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 (Sadé et al., 2008). Las aves marinas son altamente vocalizadoras en el ambiente terrestre donde la comunicación acústica desempeña un papel fundamental. Los estudios de audición en aves marinas señalan que el sonido brinda información para el reconocimiento individual. El sonido también es usado para localizar fuentes de alimento y brinda claves sobre la presencia de predadores (Aubin, 2004). Hay numerosos audiogramas para aves terrestres realizados por métodos electrofisiológicos y psico-acústicos ya que su sistema auditivo funciona en aire. Las aves en promedio escuchan mejor entre los 2-5 kHz, con pérdidas de sensibilidad por debajo de 1kHz de 20 dB/octava y también a frecuencias por encima de 4kHz de 60 dB/octava (Dooling, 2009). Se considera que las aves son, en general, más tolerantes a los ruidos antropogénicos que los mamíferos.



Se contabilizaron 55 especies potencialmente presentes para el Área de Estudio, con ocurrencias confirmadas para 53 de ellas en los últimos años. Se presentan los siguientes órdenes: Spheniciformes (pingüinos), con 6 especies; Procellariiformes (petreles, albatros y pardelas) con 34 especies, Pelecaniformes con 2 especies y Charadriiformes (chorlos y salteadores) con 11 especies.

Según la categorización de aves de Argentina (2017) 8 de estas especies se encuentran bajo alguna categoría de amenaza de extinción (EC, EN y AM) y 11 casi amenazadas (VU). De acuerdo a la publicación más reciente de la lista Roja de la UICN (2020) se presentan 12 especies en categorías de amenazas (CR, EN y VU) y 6 como casi amenazadas (NT).

Hay 13 especies muy frecuentes y abundantes en la región: Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), Pingüino penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome*), Albatros errante (*Diomedea exulans*), Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), Petrel gigante del norte (*Macronectes giganteus*), Petrel gigante del sur (*Macronectes halli*), Petrel plateado (*Fulmarus glacialis*), Petrel barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*), Pardela cabeza negra (*Ardenna gravis*), Yunco común (*Pelecanoides urinatrix*), Paíño común (*Oceanites oceanicus*) y Cormorán imperial (*Leucocarbo (=Phalacrocorax) atriceps*). También son frecuentes los priones (*Pachyptila sp.*).

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de aves presentes en el Área de Estudio. Como punto de partida para el análisis de sensibilidad se incluyeron 3 criterios considerados claves para comprender la sensibilidad de las especies en el área de influencia (AID + AI) del proyecto:

- Presencia
- Estado de Conservación
- Sensibilidad Auditiva

Estos 3 criterios fueron considerados con la misma importancia por lo que se definió que debían ser evaluados con la misma escala de valoración, la cual se definió entre 1 y 3. En ningún caso se consideró una valoración nula, ya que la sola identificación le otorga una valoración.

Luego, se sumaron 2 criterios adicionales de relevancia para este grupo en particular:

- Probabilidad de Colisión / Enganche
- Presencia de Colonias.

Es este caso si se consideró la valoración nula.

Categorías de presencia

Como fuera mencionado en el Capítulo 5 se elaboró una lista de especies de aves marinas probables para el área de influencia (AID + AI) del proyecto a partir de los mapas de distribución globales o regionales presentes en guías de campo y portales (ver Capítulo 5). Se confirmó la ocurrencia de dichas especies mediante consultas a bases de datos abiertos de ocurrencias georreferenciadas y publicaciones recientes sobre dichas especies.



En base a esta información se elaboraron las siguientes categorías de presencia.

- 1 Especie sólo informada a través de mapas de distribución global.
- 2 Especie para la cual se cuenta con entre 1 a 5 publicaciones que presentan datos de ocurrencia de la misma
- 3 Especie con más de 5 publicaciones con datos de ocurrencia de las mismas y/o también estimaciones de abundancia o épocas más frecuentes.

Categorías de estado de Conservación

Para evaluar el estado de conservación se consideró tanto la valoración nacional como internacional (ver Capítulo 5). Si bien los esquemas son equivalentes en cuanto a la definición de las categorías, las especies no necesariamente coinciden en su categorización. Ante esta situación se definió adoptar aquella más conservativa, asignándole la mayor valoración de acuerdo al siguiente esquema:

- 1 Especie con preocupación menor o no amenazada
- 2 Se encuentra considerada vulnerable o casi amenazada (VU – NT)
- 3 Presenta alguna de las categorías de amenazas de extinción más críticas (CR / EP / EN / A)

Categorías Sensibilidad Auditiva

Muchas aves marinas tienen capacidades para bucear, pero la mayoría sólo realiza inmersiones cortas y superficiales (Del Hoyo et al., 2017). Los pingüinos, alcas, cormoranes y petreles buceadores son considerados especialistas que alternan largos periodos alimentándose bajo el agua con tiempo en superficie descansando o manipulando las presas (Martin, 2017). Las dificultades del acceso al hábitat característico de las aves marinas y el hecho de que la mayoría se encuentra con algún grado de protección han determinado que los estudios auditivos en estas especies, en particular los vinculados con la audición subacuática, sean muy escasos y recientes (Mooney et al., 2019).

Se desarrolló un agrupamiento *ad-hoc* de especies para facilitar el análisis de sensibilidad, ya que hay muy poca información sobre estudios de audición subacuática en aves marinas (Mooney et al., 2019), y no se cuenta con esquemas consensuados de clasificación de las aves en función de potenciales daños o amenazas por ruidos antropogénicos en el agua, como existen para mamíferos marinos. El agrupamiento tiene como punto de partida la clasificación de aves buceadoras de Martin y Crawford (2015) basada en el tipo de presas consumidas, las profundidades de buceo conocidas, junto con la información disponible sobre audición acuática.

- Grupos auditivos presentes



Buceadores de profundidad (P). Incluyen a todas las especies presentes del orden Sphenisciformes. Son predadores bentónicos, que bucean a profundidades generalmente menores de 50 m pero que pueden superar los 150 m, con la particularidad que la ingesta del alimento se realiza completamente bajo el agua. Esta característica le otorga una especial sensibilidad frente al proyecto.

En época de cría, pueden alejarse más de 100 km de las colonias en las salidas diarias de alimentación. Pichegru et al (2017) estudiaron las respuestas comportamentales del pingüino africano (*Spheniscus demersus*), antes, durante y luego de prospecciones sísmicas 2D observando que 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.

Buceadores superficiales (B). Este grupo está compuesto por pardelas y petreles buceadores, de mediano y pequeño tamaño. Una porción significativa de su tiempo lo pasan bajo el agua persiguiendo a sus presas. Las especies del grupo se caracterizan por presentar buceo en horas de poca luz. Bucean típicamente en aguas abiertas de manera superficial, entre los 2 a 5 m, pudiendo llegar hasta 15-20 m con inmersiones numerosas y de poca duración. De esta manera, si bien no tanto como el grupo anterior, este grupo también puede verse afectado por las ondas sonoras que se generan durante la sísmica.

Buceadores costeros de profundidad (BC). Este grupo incluye a las especies de la familia Phalacrocoracidae, conocidos como cormoranes o biguás. Los adultos son mayoritariamente carnívoros, bentónicos que pueden alimentarse tanto en ambientes mixohalinos como en el mar. Están presentes en ambientes costeros, buceando en general a profundidades hasta 20 m pero pudiendo superar los 50 m. Puede alejarse hasta 50 km de sus colonias en tierra.

No buceadores (NB). Compuesto por la mayoría de las especies registradas en el área de influencia (AID + AII) del proyecto con especies de Procellariiformes de las familias Diomedidae (albatros), Procellariidae (petreles gigantes), Hydrobatidae (paiños) y Characiformes de las Familias Laridae (gaviotines) y Stercorariidae (saltadores y escúas). Los albatros están todos en categorías de amenaza tanto nacional como internacional, como así también muchos de los petreles, debido a la disminución de sus poblaciones por efectos de la pesca incidental. Los estudios más recientes sugieren evitación, pero esa puede ser dependiente de la respuesta de sus presas.

De este modo, se pueden agrupar las especies de aves presentes en cuatro grupos resumidos en la siguiente tabla:



Tabla 9. Grupos auditivos de aves marinas. Elaboración propia basada en Martin y Crawford (2015) y Crowell (2016).

Código	Grupo	Rangos de audición generalizados en agua	Profundidades de inmersión normales y máximas	Taxones presentes miembros del grupo
P	Buceadores de profundidad	30 Hz – 15 kHz	20 - 50 m máximas > 110 m	Orden Sphenisciformes: Familia Spheniscidae (todos los pingüinos)
B	Buceadores superficiales	---	2-5 m 15-20 m	Orden Procellariiformes: Familia Procellariidae (petrel barba blanca, pardelas), Familia Pelecanoididae (yuncos)
BC	Buceadores costeros de profundidad	1 - 4 kHz	5-20 m, máximas en 50-70 m	Familia Phalacrocoracidae (cormoranes)
NB	No buceadores	--	0 -1 m	Orden Procellariiformes: Familia Diomedidae (todos los albatros), Familia Procellariidae (petreles gigantes, priones, paños, petreles antártico, plateado, damero, collar gris, azulado, cabeza blanca, cabeza parda) Orden Charadriiformes: Familias Chionidae (paloma antártica), Stercorariidae (escúas y salteadores), Laridae (gaviotines y gaviotas)

De este modo, se asignó la valoración en función de los grupos que podrían verse más o menos afectados por el proyecto, considerando que las afectaciones más significativas se darían en las especies de aves que pasan más tiempo sumergidas en busca de alimento:

- 1 No Buceadores
- 2 Buceadores superficiales y costeros
- 3 Buceadores en profundidad

Categorías Probabilidad de Colisión / Enganche

A este criterio se lo consideró con un aporte más bajo a la sensibilidad, ya que no constituye el peligro principal de la actividad analizada. En tal sentido se consideró:

- 0 Sin ser reconocido en la bibliografía consultada como grupo que presenta riesgo de colisión / enganche.
- 1 Es reconocido en la bibliografía consultada como especie que presentan riesgo de colisión / enganche.



Aunque hay una enorme carencia de información sobre de observaciones de efectos fisiológicos y comportamentales de las aves buceadoras en relación con la prospección sísmica, si está muy documentado el efecto de las luces y destellos provenientes de las embarcaciones como potenciales atractores de aves marinas con vuelo nocturno. 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 (Wiese et al., 2001; Poot et al., 2008). Las especies del orden Procellariiformes son las más susceptibles de este tipo de colisión, ya que se alimentan de presas que son bioluminiscentes y además son atraídos naturalmente por las luces (Imber, 1975). Esta atracción a las luces puede también provocar que las aves vuelen en círculos alrededor de las embarcaciones, usando energía adicional, demorando su migración o su alimentación, lo que puede resultar en inanición (Bourne, 1979).

Categorías Presencia de Colonias

Se consideró la presencia de colonias reproductivas de aves marinas a diferentes rangos de distancias del área de influencia (AID + AII) del proyecto, con el fin de determinar las poblaciones potencialmente afectadas por el impacto de la actividad sísmica. Si bien más allá de los 100 km estos rangos de distancias se encuentran por fuera del Área Operativa sísmica (AOs) y del área de influencia (AID + AII), igualmente se consideró esta variable bajo la hipótesis que a medida que disminuye la distancia a las colonias aumentaría la probabilidad de que esos individuos utilicen el área de impacto sísmico. El área del proyecto está localizada en la ZEE y podría tener impacto sobre las colonias reproductivas de aves marinas en áreas costeras de Tierra del Fuego, Isla de los Estados e inclusive en las Islas Malvinas. Por lo tanto se utilizaron las siguientes categorías:

- | | |
|---|--|
| 1 | Muy alejada: La especie reproduce más allá de los 500 km de distancia. |
| 2 | Alejada: la especie reproduce entre 100 y 500 km de distancia. |
| 3 | Cercana: La especie tiene colonias reproductivas a menos de 100 km de distancia. |



Tabla 10. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de aves presentes.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Valor de Conservación ²	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche ³	Colonias ⁴
Spheniscidae	Pingüino rey	<i>Aptenodytes patagonicus</i>	frecuente	NA / LC	P	No	Alejadas
	Pingüino emperador	<i>Aptenodytes forsteri</i>	frecuente	VU / NT	P	No	Muy alejadas
	Pingüino papúa	<i>Pygoscelis papua</i>	frecuente	NA / LC	P	No	Cercanas
	Pingüino de barbijo	<i>Pygoscelis antarcticus</i>	frecuente	VU / LC	P	No	Muy alejadas
	Pingüino patagónico	<i>Spheniscus magellanicus</i>	frecuente y abundante	VU / NT	P	No	Cercanas
	Pingüino macaroni	<i>Eudyptes chrysolophus</i>	frecuente	AM / VU	P	No	Alejadas
	Pingüino penacho amarillo	<i>Eudyptes chrysocome</i>	frecuente y abundante	EN / VU	P	No	Cercanas
Diomedidae	Albatros real del sur	<i>Diomedea epomophora</i>	frecuente	VU	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros real del norte	<i>Diomedea sanfordi</i>	frecuente	VU / EN	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros errante	<i>Diomedea exulans</i>	frecuente y abundante	AM / VU	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros oscuro	<i>Phoebastria fusca</i>	frecuente	NA / EN	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros manto claro	<i>Phoebastria palpebrata</i>	frecuente	NA / NT	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros pico fino del Atlántico	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	frecuente	EN	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros ceja negra	<i>Thalassarche melanophris</i>	frecuente y abundante	VU / LC	NB	Si	Alejadas
	Albatros cabeza gris	<i>Thalassarche chrysostoma</i>	frecuente	EC / EN	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros corona blanca	<i>Thalassarche cauta</i>	frecuente	NA / NT	NB	Si	Muy alejadas
	Albatros de Salvin	<i>Thalassarche salvini</i>	frecuente	NA / VU	NB	Si	Muy alejadas
Procellariidae	Petrel gigante del norte	<i>Macronectes giganteus</i>	frecuente y abundante	VU / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Petrel gigante del sur	<i>Macronectes halli</i>	frecuente y abundante	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel plateado	<i>Fulmarus glacialis</i>	frecuente y abundante	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Petrel antártico	<i>Thalassoica antarctica</i>	frecuente	VU / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Petrel damero	<i>Daption capense</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Petrel collar gris	<i>Pterodroma mollis</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Petrel cabeza parda	<i>Pterodroma incerta</i>	frecuente	NA / EN	NB	Si	Muy alejadas
	Petrel cabeza blanca	<i>Pterodroma lessonii</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Petrel azulado	<i>Halobaena caerulea</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Prión pico corto ⁵	<i>Pachyptila turtur</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Prión pico ancho ⁴	<i>Pachyptila vittata</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Prión pico grande ⁴	<i>Pachyptila desolata</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Prión pico fino ⁴	<i>Pachyptila belcheri</i>	frecuente	VU / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel ceniciento	<i>Procellaria cinerea</i>	frecuente	NA / NT	B	Si	Muy alejadas
	Petrel barba blanca	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	frecuente y abundante	AM / VU	B	Si	Alejadas

² Res. MADS 795/17 Ref. Fauna Silvestre – Categorización del Estado de Conservación de Aves autóctonas 2015. 13/11/2017 (BO 14/11/2017). EP en peligro, AM amenazada, VU vulnerable, NA no amenazada, NA (oc) no amenazada porque es de ocurrencia ocasional, IC insuficientemente conocida / IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 2020-1: Lista Roja de Especies Amenazadas de Extinción: CR en peligro crítico, EN en peligro, VU vulnerable, NT casi amenazada o bajo riesgo, LC preocupación menor (no amenazada).

³ En base a Imber (1975) y Bourne (1979).

⁴ En base a Yorio et al., (2017), Ghys et al., (2008), Pütz et al., (2014) y Gobierno de Tierra del Fuego, Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA) (2007).

⁵ Hay numerosos registros de priones en la zona, pero sin identificar a nivel de especie (*Pachyptila* sp.)



CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (PARTE 1 – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL)

Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Valor de Conservación ²	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche ³	Colonias ⁴
	Petrel negro	<i>Procellaria westlandica</i>	frecuente	NA / EN	B	Si	Muy alejadas
	Pardela oscura	<i>Ardena grisea</i>	frecuente	NA / NT	B	Si	Alejadas
	Pardela cabeza negra	<i>Ardena gravis</i>	frecuente y abundante	NA / LC	B	Si	Alejadas
	Pardela boreal	<i>Puffinus puffinus</i>	frecuente	NA / LC	B	Si	Muy alejadas
Pelecanoididae	Yunco común ⁶	<i>Pelecanoides urinatrix</i>	frecuente y abundante	NA / LC	B	Si	Alejadas
	Yunco magallánico ⁵	<i>Pelecanoides magellani</i>	frecuente	LC	B	Si	Alejadas
Hydrobatidae	Paíño vientre negro	<i>Fregetta tropica</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Paíño común	<i>Oceanites oceanicus</i>	frecuente y abundante	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Paíño gris	<i>Garrodia nereis</i>	frecuente	LC	NB	Si	Alejadas
Phalacrocoracidae	Cormorán cuello negro	<i>Leucocarbo magallanicus (=Phalacrocorax magallanicus)</i>	frecuente	NA / LC	BC	No	Cercanas
	Cormorán imperial	<i>Leucocarbo atriceps(=Phalacrocorax atriceps)</i>	frecuente y abundante	NA / LC	BC	No	Cercanas
Chionididae	Paloma antártica	<i>Chionis alba</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
Stercorariidae	Escúa común	<i>Stercorarius chilensis (Catharacta chilensis)</i>	frecuente	EN / LC	NB	Si	Cercanas
	Escúa parda	<i>Stercorarius antarcticus (Catharacta antarctica)</i>	frecuente	VU / LC	NB	Si	Cercanas
	Salteador chico	<i>Stercorarius parasiticus</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Salteador coludo	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Sin presencia confirmada	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
Laridae	Gaviota capucho café	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Gaviota gris	<i>Leucophaeus scoresbii</i>	frecuente	AM / LC	NB	Si	Cercanas
	Gaviota cangrejera e	<i>Larus atlanticus</i>	frecuente	VU / NT	NB	Si	Muy alejadas
	Gaviota cocinera	<i>Larus dominicanus</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Cercanas
	Gaviotín ártico	<i>Sterna paradisaea</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas
	Gaviotín sudamericano	<i>Sterna hirundinacea</i>	frecuente y abundante	NA / LC	NB	Si	Cercanas
	Gaviotín antártico	<i>Sterna vittata</i>	frecuente	NA / LC	NB	Si	Muy alejadas

⁶ Hay varios registros de yuncos sin identificar a nivel de especie (*Pelecanoides* sp.)



Tabla 11. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

Criterio	Score
Presencia	
Sin registros confirmados	1
Frecuente	2
Frecuente y abundante	3
Valor de conservación	
NA / LC	1
NT / VU	2
CR / EP / EN / A	3
Sensibilidad auditiva	
No Buceadores (P)	1
Buceadores superficiales(B) y costeros (BC)	2
Buceadores en profundidad (NB)	3
Probabilidad de Colisión / Enganche	
Baja	0
Alta	1
Presencia Colonias	
Muy alejadas	1
Alejadas	2
Cercanas	3

En base a esta matriz se determinó un indicador de sensibilidad potencial denominado “suma relativa” que se expresó como:

$$ISP \text{ o Suma Relativa} = S_j / f_{max}$$

Para el caso de las aves este valor puede variar entre 0,31 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 4 y el máximo 13, por lo que la suma normalizada divide por 13).

Aplicando 3 intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, los puntos de corte serían 0,38 y 0,69.

No obstante, se definió bajar a 0,3 el límite inferior, ya que se estableció para ser de baja sensibilidad una especie debería:

- Tener presencia sólo informada a través de mapas de distribución global
- Tener un estatus de conservación considerado de preocupación menor o no amenazada
- No ser buceadores, presentando menor sensibilidad auditiva
- No ser consideradas con riesgo de colisión
- No presentar colonias cercanas



De esto modo, el resto de las clasificaciones quedan clasificadas como de moderada o alta sensibilidad.

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,3), moderada (entre 0,3 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).

Suma relativa (ISP)	Sensibilidad
< 0,3	baja
$\geq 0,3$ y $\leq 0,7$	moderada
> 0,7	alta



Tabla 12. Valoración de Criterios.

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Estado de Conservación	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Presencia de Colonia	Suma Relativa
Spheniciformes	Spheniscidae	Pingüino rey	<i>Aptenodytes patagonicus</i>	2	1	3	0	2	0,62
		Pingüino emperador	<i>Aptenodytes forsteri</i>	2	2	3	0	1	0,62
		Pingüino papúa	<i>Pygoscelis papua</i>	2	1	3	0	3	0,69
		Pingüino de barbijo	<i>Pygoscelis antarcticus</i>	2	2	3	0	1	0,62
		Pingüino patagónico	<i>Spheniscus magellanicus</i>	3	2	3	0	3	0,85
		Pingüino macaroni	<i>Eudyptes chrysolophus</i>	2	3	3	0	2	0,77
		Pingüino penacho amarillo	<i>Eudyptes chrysocome</i>	3	3	3	0	3	0,92
Procellariiformes	Diomedidae	Albatros real del sur	<i>Diomedea epomophora</i>	2	2	1	1	1	0,54
		Albatros real del norte	<i>Diomedea sanfordi</i>	2	3	1	1	1	0,62
		Albatros errante	<i>Diomedea exulans</i>	3	3	1	1	1	0,69
		Albatros oscuro	<i>Phoebastria fusca</i>	2	3	1	1	1	0,62
		Albatros manto claro	<i>Phoebastria palpebrata</i>	2	2	1	1	1	0,54
		Albatros pico fino del Atlántico	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	2	3	1	1	1	0,62
		Albatros ceja negra	<i>Thalassarche melanophris</i>	3	2	1	1	2	0,69
		Albatros cabeza gris	<i>Thalassarche chrysostoma</i>	2	3	1	1	1	0,62
		Albatros corona blanca	<i>Thalassarche cauta</i>	2	2	1	1	1	0,54
		Albatros de Salvin	<i>Thalasarche salvini</i>	2	2	1	1	1	0,54
	Procelariidae	Petrel gigante del norte	<i>Macronectes giganteus</i>	3	2	1	1	1	0,62
		Petrel gigante del sur	<i>Macronectes halli</i>	3	1	1	1	2	0,62
		Petrel plateado	<i>Fulmarus glacialis</i>	3	1	1	1	1	0,54
		Petrel antártico	<i>Thalassoica antarctica</i>	2	2	1	1	1	0,54
		Petrel damero	<i>Daption capense</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Petrel collar gris	<i>Pterodroma mollis</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Petrel cabeza parda	<i>Pterodroma incerta</i>	2	3	1	1	1	0,62
		Petrel cabeza blanca	<i>Pterodroma lessonii</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Petrel azulado	<i>Halobaena caerulea</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Prión pico corto	<i>Pachyptila turtur</i>	2	1	1	1	2	0,54
		Prión pico ancho	<i>Pachyptila vittata</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Prión pico grande	<i>Pachyptila desolata</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Prión pico fino	<i>Pachyptila belcheri</i>	2	2	1	1	2	0,62
		Petrel ceniciento	<i>Procellaria cinerea</i>	2	2	2	1	1	0,62
		Petrel barba blanca	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	3	3	2	1	2	0,85
		Petrel negro	<i>Procellaria westlandica</i>	2	3	2	1	1	0,69
		Pardela oscura	<i>Ardenna grisea</i>	2	2	2	1	2	0,69
		Pardela cabeza negra	<i>Ardenna gravis</i>	3	1	2	1	2	0,69
		Pardela boreal	<i>Puffinus puffinus</i>	2	1	2	1	1	0,54



Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Estado de Conservación	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Presencia de Colonia	Suma Relativa
	Pelecanoididae	Yunco común	<i>Pelecanoides urinatrix</i>	3	1	2	1	2	0,69
		Yunco magallánico	<i>Pelecanoides magellani</i>	2	1	2	1	2	0,62
	Hydrobatidae	Paiño vientre negro	<i>Fregetta tropica</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Paíño común	<i>Oceanites oceanicus</i>	3	1	1	1	2	0,62
		Paíño gris	<i>Garrodia nereis</i>	2	1	1	1	2	0,54
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	Cormorán cuello negro	<i>Leucocarbo magallanicus</i> (= <i>Phalacrocorax magallanicus</i>)	2	1	2	1	3	0,69
		Cormorán imperial	<i>Leucocarbo atriceps</i> (= <i>Phalacrocorax atriceps</i>)	3	1	2	0	3	0,69
Charadriiformes	Chionididae	Paloma antártica	<i>Chionis alba</i>	2	1	1	0	1	0,38
	Stercorariidae	Escúa común	<i>Stercorarius chilensis</i> (<i>Catharacta chilensis</i>)	2	3	1	1	3	0,77
		Escúa parda	<i>Stercorarius antarcticus</i> (<i>Catharacta antarctica</i>)	2	2	1	1	3	0,69
		Salteador chico	<i>Stercorarius parasiticus</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Salteador coludo	<i>Stercorarius longicaudus</i>	1	1	1	1	1	0,38
		Gaviota capucho café	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	2	1	1	1	2	0,54
	Laridae	Gaviota gris	<i>Leucophaeus scoresbii</i>	2	3	1	1	3	0,77
		Gaviota cangrejera e	<i>Larus atlanticus</i>	2	2	1	1	1	0,54
		Gaviota cocinera	<i>Larus dominicanus</i>	2	1	1	1	3	0,62
		Gaviotín ártico	<i>Sterna paradisaea</i>	2	1	1	1	1	0,46
		Gaviotín sudamericano	<i>Sterna hirundinacea</i>	3	1	1	1	3	0,69
		Gaviotín antártico	<i>Sterna vittata</i>	2	1	1	1	1	0,46



Buceadores de profundidad (P). La sensibilidad en la zona estudiada para las 7 especies de pingüinos quedó clasificada como moderada o alta dependiendo de la especie en cuestión. Casi todas tienen presencia confirmada en el área del proyecto, y recientemente también se identificó para el pingüino rey una colonia establecida en Bahía Inútil, Tierra del Fuego, del lado chileno (Gherardi-Fuentes et al., 2019). El pingüino de Magallanes y el de penacho amarillo (especie en peligro de extinción) presentaron alta sensibilidad, al ser los más abundantes del área, mientras que el pingüino macaroni presentó sensibilidad alta dado que es una especie amenazada.

Tanto el pingüino de Magallanes como el de penacho amarillo presentan colonias próximas al Área Operativa sísmica (entre 80 – 100 km). Existen colonias sobre el Canal de Beagle y en la Isla de Los Estados (Gobierno de Tierra del Fuego, 2009), alrededor de 100 km del extremo sur del área de influencia (AID + AII) del proyecto. Juveniles de pingüino rey provenientes de Islas Malvinas pueden estar presentes durante los meses de verano (Pütz et al., 2014). El pingüino de Magallanes es la especie más migradora de su género (García-Borboroglu y Boersma, 2013). Cabe destacar que el área de influencia (AID + AII) del proyecto es un área de alimentación durante la época de reproducción y cría (Boersma et al., 2014) de pingüinos de la colonia de Cabo Vírgenes (Ciancio et al., 2015). Allí se alimentan principalmente de sardina fueguina y de calamar.

Este grupo no obstante tienen capacidad de evasión, pudiendo sumergirse y nadar rápidamente alejándose velozmente de la fuente de disturbio.

Buceadores superficiales (B). Las especies de este grupo fueron en general clasificadas como de moderada sensibilidad, por ser frecuentes en la zona, bucear, aunque a menores profundidades que los pingüinos y por ser el grupo seguidor de barcos y que puede presentar riesgo de colisión o enganche.

La única especie de sensibilidad elevada para este grupo es el Petrel barba blanca. Esta especie es frecuente y abundante en la zona y además se encuentran clasificada como amenazada a nivel local y vulnerable a nivel internacional.

La pardela cabeza negra, es una de las especies con mayor abundancia en la zona. Bucea zambulléndose a poca profundidad para capturar su alimento entre cardúmenes, típicamente de atunes y calamares para la zona. Es una especie migradora, que está presente alimentándose en la zona durante la época reproductiva.

Buceadores costeros de profundidad (BC). El grupo está representado con el cormorán de cuello negro (*Leucocarbo magallanicus*) y el cormorán imperial (*Leucocarbo atriceps*) presentes en el área estudiada. Estas especies no se encuentran en ninguna categoría de amenaza y tampoco están protegidas por tratados internacionales, por lo que pueden considerarse de moderada sensibilidad. El cormorán imperial es una de las especies más abundantes en el área de estudio y hacia la costa de Tierra del Fuego todo el año.

El estudio de Seco Pon et al. (2019) sugiere que el cormorán tendría comportamiento de evasión durante la prospección sísmica.



No buceadores (NB). Este grupo está formado por Procellariiformes de mediano a gran tamaño y Charadriiformes. Ha sido clasificado en líneas generales como de moderada sensibilidad. Se caracterizan por ser predadores zambullidores superficiales que se alimentan en la superficie (0-1 m), o de especies carroñeras que comen cadáveres y restos que dejan otras especies. En general no son buceadores y los que se sumergen realizan buceos cortos que no sobrepasan los 5 m, aunque algunas especies pueden alcanzar profundidades mayores. Muchas especies son conocidas por ser seguidoras de barcos. En especial las carroñeras aprovechan los desechos de las operatorias pesqueras. Los individuos pueden quedar enganchados en los artes de pesca, pero también entre los cables y aparejos, cuando son atraídos por las luces nocturnas de las embarcaciones.

La gaviota gris y el escúa común fueron las únicas especies clasificadas como de sensibilidad alta. Todas frecuentes en la zona estudiada, se encuentran con problemas de conservación a nivel local y presentan sitios de nidificación próximos a la zona de prospección sísmica.

Los estudios más recientes sugieren evitación, pero esa puede ser dependiente de la respuesta de sus presas. Si bien no se cuenta con información auditiva para los grupos B2 y NB, distintos trabajos realizados por observadores a bordo durante prospecciones sísmicas mar afuera pueden dar cuenta de cambios en el comportamiento durante la etapa de sonorización.

Para la evaluación de los períodos de mayor sensibilidad estacional se consideraron aquellas especies con ocurrencias confirmadas en el Área de de influencia (AID + AII) del proyecto y que son frecuentes y abundantes. También se incluyeron aquellas especies que si bien son poco frecuentes (aún sin registros precisos) presentan algún nivel amenaza local o global (ver Capítulo 5 - LBA).

Los datos presentados en la siguiente Tabla presentan un resumen de las abundancias temporales inferidas a partir de las fuentes de información disponibles. Se basan en la interpretación de los ciclos reproductivos, la localización de las áreas de nidificación, el comportamiento alimenticio durante la etapa de cría, y el de los registros satelitales publicados de individuos tanto reproductivos como no reproductivos, cuando se informa la época de análisis correspondiente al área de estudio. Cabe destacar que no se han realizado separaciones entre individuos reproductivos y no reproductivos, ni entre sexos, que pueden presentar patrones temporales muy distintos. Las casillas vacías representan la falta de información correspondiente a un mes determinado, más que la ausencia de registros de la especie en el área de estudio.



Tabla 13. Periodos de mayor sensibilidad temporal de las especies. Gris oscuro mayor frecuencia o abundancia esperada, gris intermedio presente, pero en baja abundancia y gris claro ocasional.
Fuente: Beck y Brown, 1971; Ghys et al., 2008; Guilford et al., 2009; Pütz et al., 2014; Descamps et al., 2016; Brum et al., 2018; Gherardi-Fuentes et al., 2019; Baylis et al., 2019; Labrouse et al., 2019; Seco Pon et al., 2019; Birdlife, 2020; CMS; eBird; Obis; del Hoyo et al., 2020. Cuando no se contó con datos de registros, la presencia fue inferida en función de los movimientos y épocas de reproducción reportados en la literatura de la especie. Las letras corresponden a los meses del año.

Nombre común	Nombre científico	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pingüino rey	<i>Aptenodytes patagonicus</i>												
Pingüino emperador	<i>Aptenodytes forsteri</i>												
Pingüino papúa	<i>Pygoscelis papua</i>												
Pingüino de barbijo	<i>Pygoscelis antarcticus</i>												
Pingüino patagónico	<i>Spheniscus magellanicus</i>												
Pingüino macaroni	<i>Eudyptes chrysolophus</i>												
Pingüino penacho amarillo	<i>Eudyptes chrysocome</i>												
Albatros real del sur	<i>Diomedea epomophora</i>												
Albatros real del norte	<i>Diomedea sanfordi</i>												
Albatros errante	<i>Diomedea exulans</i>												
Albatros oscuro	<i>Phoebastria fusca</i>												
Albatros manto claro	<i>Phoebastria palpebrata</i>												
Albatros pico fino del Atlántico	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>												
Albatros ceja negra	<i>Thalassarche melanophrys</i>												
Albatros cabeza gris	<i>Thalassarche chrysostoma</i>												
Albatros corona blanca	<i>Thalassarche cauta</i>												
Albatros de Salvin	<i>Thalassarche salvini</i>												
Petrel gigante del sur	<i>Macronectes giganteus</i>												
Petrel gigante del norte	<i>Macronectes halli</i>												
Petrel plateado	<i>Fulmarus glacialis</i>												
Petrel antártico	<i>Thalassoica antarctica</i>												
Petrel damero	<i>Daption capense</i>												
Petrel collar gris ⁷	<i>Pterodroma mollis</i>												
Petrel cabeza parda	<i>Pterodroma incerta</i>												
Petrel cabeza blanca ⁷	<i>Pterodroma lessonii</i>												
Petrel azulado	<i>Halobaena caerulea</i>												
Prión pico corto ⁷	<i>Pachyptila turtur</i>												
Prión pico ancho	<i>Pachyptila vittata</i>												
Prión pico grande ⁷	<i>Pachyptila desolata</i>												
Prión pico fino	<i>Pachyptila belcheri</i>												
Petrel ceniciento ⁷	<i>Procellaria cinerea</i>												

⁷ Sin dato.



Nombre común	Nombre científico	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Petrel barba blanca	<i>Procellaria aequinoctialis</i>												
Petrel negro	<i>Procellaria westlandica</i>												
Pardela oscura	<i>Ardenna grisea</i>												
Pardela cabeza negra	<i>Ardenna gravis</i>												
Pardela boreal	<i>Puffinus puffinus</i>												
Yunco común	<i>Pelecanoides urinatrix</i>												
Yunco magallánico	<i>Pelecanoides magallani</i>												
Paíño vientre negro	<i>Fregetta tropica</i>												
Paíño común	<i>Oceanites oceanicus</i>												
Paíño gris	<i>Garrodia nereis</i>												
Cormorán cuello negro	<i>Leucocarbo magallanicus</i> (<i>Phalacrocorax magallanicus</i>)												
Cormorán imperial	<i>Phalacrocorax atriceps</i> (<i>Leucocarbo atriceps</i>)												
Paloma antártica	<i>Chionis alba</i>												
Escúa común	<i>Stercorarius chilensis</i> (<i>Catharacta chilensis</i>)												
Escúa parda	<i>Stercorarius antarcticus</i> (<i>Catharacta antarctica</i>)												
Salteador chico	<i>Stercorarius parasiticus</i>												
Salteador coludo	<i>Stercorarius longicaudus</i>												
Gaviota capucho café ⁸	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>												
Gaviota gris	<i>Leucophaeus scoresbii</i>												
Gaviota cangrejera	<i>Larus atlanticus</i>												
Gaviota cocinera	<i>Larus dominicanus</i>												
Gaviotín ártico	<i>Sterna paradisaea</i>												
Gaviotín sudamericano	<i>Sterna hirundinacea</i>												
Gaviotín antártico	<i>Sterna vittata</i>												
Priones ⁹	<i>Pachyptila sp.</i>												
Yuncos ¹⁰	<i>Pelecanoides sp.</i>												

De este modo, de acuerdo con la bibliografía relevada, el área de influencia (AID + AII) del proyecto es muy importante para las aves marinas durante todo el año, aunque el mayor número de especies se observa durante los meses de primavera y verano. Si bien el Área Operativa sísmica no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras cercanas (aunque fuera del AID del proyecto), por lo que el área de influencia (AID + AII) del proyecto se considera de alta sensibilidad en general para las aves.

⁸ Solo esta sobre la costa y en estuarios

⁹ Hay numerosos registros de priones en la zona, pero sin identificar a nivel de especie (*Pachyptila sp.*)

¹⁰ Hay varios registros de yuncos sin identificar a nivel de especie (*Pelecanoides sp.*)



2.3.4 Mamíferos Marinos

Para el Área de Influencia (AID + AII) del proyecto se contabilizaron 40 especies potencialmente presentes, de las cuales 23 especies se encuentran de manera permanente o frecuente dentro del área de influencia (AID + AII) del proyecto. Las especies que se encuentran de manera permanente o frecuente en el AID y AII son: *Arctocephalus australis* (Lobo marino de dos pelos), *Arctocephalus gazella* (Lobo marino de dos pelos antártico), *Arctocephalus tropicalis* (Lobo marino de dos pelos subantártico), *Otaria flavescens* (Lobo marino de un pelo), *Mirounga leonina* (Elefante marino del sur), *Eubalaena australis* (Ballena franca austral), *Balaenoptera acutorostrata* (Ballena minke enana), *Balaenoptera borealis* (Ballena sei), *Balaenoptera physalus* (Ballena fin), *Megaptera novaeangliae* (Ballena jorobada), *Cephalorhynchus commersonii* (Tonina overa), *Globicephala melas* (Delfín piloto), *Grampus griseus* (Delfín de Risso), *Lagenorhynchus australis* (Delfín austral), *Lagenorhynchus cruciger* (Delfín cruzado), *Lagenorhynchus obscurus* (Delfín oscuro), *Lissodelphis peronii* (Delfín liso austral), *Orcinus orca* (Orca), *Pseudorca crassidens* (Falsa orca), *Phocoena dioptrica* (Marsopa de anteojos), *Phocoena spinipinnis* (Marsopa espinosa), *Physeter macrocephalus* (Cachalote) y *Lontra provocax* (Huillín).

Cinco de las especies de presencia confirmada en el Área de Influencia (AID + AII) del proyecto se encuentran amenazadas. Las denominaciones de las categorías de Argentina y la UICN son equivalente en cuanto a significado, pero no necesariamente en cuanto a las especies amenazadas. Por ejemplo, para Argentina la ballena sei, la azul y la fin están en peligro de extinción (EN), pero a nivel global (UICN) la ballena fin es sólo vulnerable (VU). El cachalote es vulnerable en ambas categorizaciones, pero para Argentina esa no es una categoría de amenaza. Para la mayor proporción de las especies de presencia probable en el área de estudio, no se cuenta con información suficiente para evaluar su riesgo de amenaza de extinción (DD).

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de mamíferos presentes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto. Como punto de partida para el análisis de sensibilidad se incluyeron 3 criterios considerados claves para comprender la sensibilidad de las especies en el área de influencia (AID + AII) del proyecto:

- Presencia
- Estado de Conservación
- Sensibilidad Auditiva

Estos 3 criterios fueron considerados con la misma importancia por lo que se definió que debían ser evaluados con la misma escala de valoración, la cual se definió entre 1 y 3. En ningún caso se consideró una valoración nula, ya que la sola identificación de otorga una valoración.

Luego, se sumó un criterio adicional de relevancia para este grupo en particular:

- Zona de Cría o Reproducción

Es este caso si se consideró la valoración nula.

Resulta importante mencionar que en los casos para los que no se contaba con información (s/d) se decidió asignar la mayor valoración.



Presencia

Como fuera mencionado en el Capítulo 5 se elaboró una lista de especies de mamíferos marinos probables para el área de influencia (AID + AII) del proyecto a partir de los mapas de distribución globales o regionales presentes en libros de referencia, guías de campo y portales (ver detalle de fuentes consultadas en el Capítulo 5). Se confirmó la ocurrencia de dichas especies mediante consultas a bases de datos abiertos de ocurrencias georreferenciadas y publicaciones recientes sobre dichas especies.

En base a esta información se elaboraron las siguientes categorías de presencia:

- 1 Especie sólo informada a través de mapas de distribución global
- 2 Especie para la cual se cuenta con entre 1 a 5 publicaciones que presentan datos de ocurrencia de la misma
- 3 Especie con más de 5 publicaciones con datos de ocurrencia de las mismas y/o también estimaciones de abundancia o épocas más frecuentes

Estado de Conservación

Para evaluar el estado de conservación se definió considerar tanto la valoración nacional como internacional (ver detalle de fuentes consultadas en el Capítulo 5). Si bien los esquemas son equivalentes en cuanto a la definición de las categorías, las especies no necesariamente coinciden en su categorización. Ante esta situación se definió adoptar aquella más conservativa, asignándole la mayor valoración de acuerdo al siguiente esquema:

- 1 Especie con preocupación menor o no amenazada (LC – NA)
- 2 Se encuentra considerada vulnerable o casi amenazada (VU – NT)
- 3 Presente alguna de las categorías de amenazas de extinción más críticas (CR / EN / EP / A)

Ciertas especies han sido clasificadas con Datos Insuficientes en ambas valoraciones. En todos los casos se trató de especies incluidas en el análisis ya que el área de influencia (AID + AII) del proyecto quedaba incluida dentro de su rango de distribución general, pero no se encontraron reportes puntuales para dicha área. En tal sentido, se definió otorgarle la menor valoración.

En el caso de la Ballena franca austral, por ser considerada monumento natural se le asignó también la mayor valoración.

Sensibilidad Auditiva

Los mamíferos marinos dependen del sonido para comunicarse, localizar presas, evitar predadores y obtener información sobre su entorno (Richardson et al., 1995; Tyack, 2008). El estado de conocimiento sobre los efectos del sonido antropogénico en mamíferos marinos, particularmente los de prospección sísmica, ha sido resumido en numerosos trabajos, como Southall et al., 2019, las guías de NMFS (2018), y de la CMS (Prideaux, 2016), las revisiones de Finneran (2015), Southall et al., (2007), y Erbe et al., (2016). La mayoría de los enunciados que se presentan a continuación están basados en dichos documentos, con referencias adicionales para las especies presentes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto.



Las especies están agrupadas teniendo en cuenta su rango de frecuencia audible (conocido o sospechado) la sensibilidad auditiva, la anatomía del oído y la ecología acústica (es decir, cómo utilizan el sonido). Los grupos que se consideran aquí están basados en la publicación de Southall et al. (2007) actualizada con información más reciente dada por Southall et al., (2019). Las descripciones de cada grupo están tomadas mayoritariamente de NMFS (2018) y de Finneran (2016), donde se presentan descripciones más completas de los mecanismos de audición, audiogramas generalizados y funciones de filtro para evaluar como percibirían dichos grupos un sonido antropogénico determinado.

Las siglas para cetáceos siguen las denominaciones en inglés del trabajo de Southall et al. (2019) pero para carnívoros se han mantenido las de NMFS (2018). La Tabla 14 presenta los grupos auditivos con sus rangos generalizados de audición y las especies o taxones correspondientes que están presentes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto.



Tabla 14. Grupos auditivos con sus rangos de audición y especies presentes miembros del grupo.
Fuente: modificado de Southall et al., (2019) y NMFS (2018) y Melcon et al., (2019), con asignación de las especies correspondientes según las presentes en el área de influencia (AID + All) del proyecto.

Código	Grupo	Rango auditivo generalizado	Taxones presentes miembros del grupo
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	7 Hz a 35 kHz	Familia Balaenidae (ballena franca austral) Familia Balaenopteridae (ballenas, fin, azul)
			Familia Balaenopteridae (ballenas minke, sei, Familia Neobalaenidae (ballena franca pigmea)
HF	Cetáceos de frecuencias altas	150 Hz a 160 kHz	Familia Ziphiidae (Zifios de Arnoux, Gray, Hector, Layard, Shepherd, Cuvier, nariz de botella austral) Familia Physeteridae (cachalote) Familia Delphinidae (orca)
			Familia Delphinidae (delfín común, de Risso, de Fraser, de Sheperd, moteado pantropical, listado, nariz de botella, liso austral, oscuro, calderón o piloto, orca pigmea, falsa orca)
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	275 Hz a 189 kHz	Familia Phocoenidae (marsopa de anteojos, marsopa espinosa) Familia Delphinidae, especies de genero <i>Cephalorhynchus</i> (tonina overa) y dos especies de <i>Lagenorhynchus</i> (delfín austral y delfín cruzado)
PW	Carnívoros Fócidos	50 Hz a 86 kHz	Familia Phocidae (foca leopardo, de Weddell, cangrejera, elefante marino del sur)
			Familia Phocidae (foca de Ross)
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros)	60 Hz a 39 kHz	Familia Otariidae (lobo marino de un pelo, de dos pelos, de dos pelos subantártico, lobo fino antártico, lobo marino de un pelo). Familia Mustelidae (chungungo y huillín)

De este modo, se asignó la valoración en función de los grupos que podrían verse en mayor o menor medida afectados por el proyecto, considerando que las afectaciones más significativas se darían en las especies de mamíferos cuyo rango auditivo se superpusiera con el rango principal del proyecto. 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.

- 1 Sin Superposición
- 3 Con Superposición



Área de Cría o Reproducción en el área de influencia (AID + AII) del proyecto

- 0 No se reproduce en el área de influencia (AID + AII) del proyecto
- 1 Con registros de cría en el área de influencia (AID + AII) del proyecto
- 2 Se reproduce en el área de influencia (AID + AII) del proyecto

En el caso de aquellas especies para las cuales no se contaba con información se le asignó la mayor puntuación.



Tabla 15. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de mamíferos presentes. s/d: Sin datos.

Nombre científico	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación ¹¹	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Área de cría o Reproducción
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo marino de dos pelos	3	LC	PO	Se reproduce en AID y/o All
<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo fino antártico	1	LC	PO	No se reproduce en AID y/o All
<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo marino de dos pelos subantártico	1	LC	PO	No se reproduce en AID y/o All
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino de un pelo	2	LC	PO	Se reproduce en AID y/o All
<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca leopardo	1	LC	PW	No se reproduce en AID y/o All
<i>Leptonychotes weddellii</i>	Foca de Weddell	1	LC	PW	No se reproduce en AID y/o All
<i>Lobodon carcinophaga</i>	Foca cangrejera	1	LC	PW	No se reproduce en AID y/o All
<i>Mirounga leonina</i>	Elefante marino del sur	2	LC	PW	No se reproduce en AID y/o All
<i>Ommatophoca rossii</i>	Foca de Ross	1	LC	PW	No se reproduce en AID y/o All
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca austral	2	LC	LF	Registros de cría en AID y/o All
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena minke enana	1	DD / LC	LF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Ballena Minke Antártica	2	DD / NT	LF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei	2	EN	LF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	1	EN	LF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin	1	EN / VU	LF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	2	LC	LF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea	1	DD / LC	LF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	Tonina overa	3	LC	VHF	s/d
<i>Globicephala melas</i>	Delfín piloto	1	LC	HF	s/d
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	1	LC	HF	s/d
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín austral	3	LC	VHF	s/d
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	Delfín cruzado	1	DD / LC	VHF	s/d
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	2	LC	HF	s/d
<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso austral	1	DD / LC	HF	s/d
<i>Orcinus orca</i>	Orca	2	LC / DD	HF	s/d
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa Orca	1	DD / NT	HF	s/d
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno	1	VU/NT	HF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella	2	VU / LC	HF	s/d
<i>Phocoena dioptrica</i>	Marsopa de anteojos	1	LC	VHF	s/d

¹¹ Categorización de los Mamíferos de Argentina según su Riesgo de Extinción - 2019 (CAT-Ar): CR en peligro crítico, EN en peligro, VU vulnerable, LC preocupación menor NA no amenazada, DD Datos Insuficientes / UICN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) 2020-1: Lista Roja de Especies Amenazadas de Extinción: CR en peligro crítico, EN en peligro, VU vulnerable, NT casi amenazada o bajo riesgo, LC preocupación menor (no amenazada), DD Datos Insuficientes / Ballena franca austral monumento natural



Nombre científico	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación ¹¹	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Área de cría o Reproducción
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	1	DD /NT	VHF	s/d
<i>Berardius arnuxii</i>	Zifio de Arnoux	1	DD	HF	s/d
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Zifio nariz de botella austral	1	DD / LC	HF	s/d
<i>Mesoplodon grayi</i>	Zifio de Gray	1	DD	HF	s/d
<i>Mesoplodon hectori</i>	Zifio de Héctor	1	DD	HF	s/d
<i>Mesoplodon layardii</i>	Zifio de Layard	1	DD	HF	s/d
<i>Tasmacetus shepherdi</i>	Zifio de Shepherd	1	DD	HF	s/d
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	1	DD / LC	HF	s/d
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	1	VU	HF	No se reproduce en AID y/o All
<i>Lontra felina</i>	Chungungo	1	DD/EN	PO	Se reproduce en AID y/o All
<i>Lontra provocax</i>	Huillín	3	EN/EN	PO	Se reproduce en AID y/o All



Tabla 16. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

Criterio	Score
Presencia	
Sin registros confirmados	1
Frecuente	2
Frecuente y abundante	3
Valor de conservación	
NE, DD, LC	1
NT - VU	2
EN - CR - Patrimonio	3
Sensibilidad auditiva	
Sin superposición (VHF, HF)	1
Con superposición (PO, PW, LF)	3
Reproducción y Cría	
No se reproduce en la zona	0
Con registros de cría en la zona	1
Se reproduce en la zona	2

En base a esta matriz se determinó un indicador de sensibilidad potencial denominado “suma relativa” que se expresó como:

$$ISP \text{ o Suma Relativa} = S_j / f_{max}$$

Siendo S_j el score para la especie j que resulta de sumar los scores individuales para cada criterio que incide sobre la sensibilidad, y donde f_{max} representa los máximos valores posibles que pueden incidir negativamente sobre la sensibilidad.

Para el caso de los mamíferos marinos este valor puede variar entre 0,28 y 1 (el valor mínimo que puede tomar es 3 y el máximo 11, por lo que la suma normalizada divide por 11).

Aplicando 3 intervalos similares al rango posible del Índice de Sensibilidad Relativa, los puntos de corte serían 0,44 y 0,72.

No obstante, se definió bajar a 0,3 el límite inferior, ya que se estableció para ser de baja sensibilidad una especie debería:

- Tener presencia sólo informada a través de mapas de distribución global
- Tener un estatus de conservación considerado de preocupación menor o no amenazada
- Su rango auditivo no se superpone con el rango de presencia principal
- El área de influencia (AID + AII) del proyecto no se superpone con un área de cría o reproducción



De esto modo, el resto de las clasificaciones quedan clasificadas como de moderada o alta sensibilidad.

En base a la suma relativa (ISP) de los criterios representados en esta matriz se clasificó la sensibilidad de las especies en baja (menor a 0,3), moderada (entre 0,3 y 0,7) y alta (mayor a 0,7).

Suma relativa (ISP)	Sensibilidad
< 0,3	baja
$\geq 0,3$ y $\leq 0,7$	moderada
> 0,7	alta



Tabla 17. Valoración de Criterios.

Nombre científico	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Reproducción	Suma Relativa
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo marino de dos pelos	3	1	3	2	0,82
<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo fino antártico	1	1	3	0	0,45
<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo marino de dos pelos subantártico	1	1	3	0	0,45
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino de un pelo	2	1	3	2	0,73
<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca leopardo	1	1	3	0	0,45
<i>Leptonychotes weddellii</i>	Foca de Weddell	1	1	3	0	0,45
<i>Lobodon carcinophaga</i>	Foca cangrejera	1	1	3	0	0,45
<i>Miirounga leonina</i>	Elefante marino del sur	2	1	3	0	0,55
<i>Ommatophoca rossii</i>	Foca de Ross	1	1	3	0	0,45
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca austral	2	3	3	1	0,82
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena minke enana	1	1	3	0	0,45
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Ballena Minke Antártica	2	2	3	0	0,64
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei	2	3	3	0	0,73
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	1	3	3	0	0,64
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin	1	3	3	0	0,64
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	2	1	3	0	0,55
<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea	1	1	3	0	0,45
<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	Tonina overa	3	1	1	2	0,64
<i>Globicephala melas</i>	Delfín piloto	1	1	1	2	0,45
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	1	1	1	2	0,45
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín austral	3	1	1	2	0,64
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	Delfín cruzado	1	1	1	2	0,45
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	2	1	1	2	0,55
<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso austral	1	1	1	2	0,45
<i>Orcinus orca</i>	Orca	2	1	1	2	0,55
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa Orca	1	2	1	2	0,55
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno	1	2	1	0	0,36
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella	2	2	1	2	0,64
<i>Phocoena dioptrica</i>	Marsopa de anteojos	1	1	1	2	0,45
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	1	2	1	2	0,55
<i>Berardius arnuxii</i>	Zifio de Arnoux	1	1	1	2	0,45
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Zifio nariz de botella austral	1	1	1	2	0,45
<i>Mesoplodon grayi</i>	Zifio de Gray	1	1	1	2	0,45
<i>Mesoplodon hectori</i>	Zifio de Héctor	1	1	1	2	0,45
<i>Mesoplodon layardii</i>	Zifio de Layard	1	1	1	2	0,45



Nombre científico	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Reproducción	Suma Relativa
<i>Tasmacetus shepherdii</i>	Zifio de Shepherd	1	1	1	2	0,45
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	1	1	1	2	0,45
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	1	2	1	0	0,36
<i>Lontra felina</i>	Chungungo	1	3	3	2	0,82
<i>Lontra provocax</i>	Huillín	3	3	3	2	1,00



Cetáceos de frecuencias bajas (LF). Este grupo contiene todos los cetáceos del orden Mysticeti (ballenas, baleen whales). Aunque no se han realizado mediciones directas de la sensibilidad auditiva en ningún individuo del grupo, se ha estimado un rango de frecuencia audible de aproximadamente 10 Hz a 30 kHz a partir de las frecuencias de vocalización registradas, las reacciones observadas a la reproducción de los sonidos, los análisis anatómicos del sistema auditivo y modelizaciones considerando también las variaciones taxonómicas. Puede existir una división natural dentro de los misticetos, con algunas especies que tienen una mejor sensibilidad a las frecuencias bajas como la ballena azul o ballena fin, y otras que tienen una mejor sensibilidad a las frecuencias más altas, como la ballena jorobada o la minke; sin embargo, no hay aun suficiente conocimiento para justificar la separación en más grupos. Distintos modelos señalan que el mejor rango de la frecuencia para audición se encontraría por encima del límite inferior de sus frecuencias de vocalización.

Este grupo presenta una moderada a alta sensibilidad frente al proyecto, debido fundamentalmente a que el rango de audición estimado para este grupo se superpone con el rango de frecuencias de la actividad sísmica propuesta.

La ballena franca austral es la más frecuente en el área de estudio y es considerada Patrimonio Natural de la Argentina. Dado que existe un registro de cría de ballena franca austral en el área de influencia (AID + AII) del proyecto, la misma podría eventualmente ser usada como un área de cría secundaria de esta especie. El sector es un área de alimentación importante para las otras especies de ballenas. En relación a la ballena sei, si bien no son especialmente frecuentes en el área de estudio, se encuentran en peligro de extinción.

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). 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.

Cetáceos de frecuencias altas (HF). Este grupo se caracteriza por una producción de sonidos compleja y la producción de clics de distintos tipos para ecolocalización de sus presas (clics BBHF, FM y MP, Fenton et al., 2014). A este grupo de cetáceos pertenece la mayoría de las especies de las familias Delphinidae (como el delfín común, el calderón o delfín piloto, la orca), la familia Ziphiidae (ej. Zifio de Hector) y de la familia Physiteridae (cachalote). La sensibilidad auditiva se ha medido directamente para un número de especies dentro de este grupo utilizando mediciones psicofísicas (de comportamiento) o de potencial de evocación auditiva (AEP).

Este grupo presenta una moderada sensibilidad frente al proyecto, debido fundamentalmente a que el rango de audición estimado para este grupo no se superpone con el rango de frecuencias de la actividad sísmica propuesta.

Es importante mencionar que, si bien hay muchas especies probables para el área de influencia (AID + AII) del proyecto, son muy pocas las abundantes. Si bien no hay buena información sobre la ocurrencia de Ziphiidae en el área de estudio, estas son especies de buceo profundo que ante una situación de huida rápida debido a una perturbación sonora podría ascender rápidamente y sufrir daños por descompresión rápida (Fernández et al., 2005; Hooker et al., 2012).

La mitad de las especies probables se encuentra listada en alguno de los apéndices de la Convención de Especies Migradoras (CMS) pero sólo el cachalote y el delfín nariz de botella se consideran amenazados en Argentina.



Para las especies del grupo 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).

Si bien se desconoce 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 (Pirotta 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. Dado que no se tiene información para el área de influencia (AID + AI) del proyecto, es que se consideró la posibilidad que la misma sea área de reproducción de estas especies, pudiendo estar sobreestimando la valoración realizada.

Cetáceos de frecuencias muy altas (VHF). Este grupo se caracteriza por realizar vocalizaciones con picos de sonido de muy alta frecuencia (clics del tipo NBHF), distintos de los cetáceos HF. Contiene otras especies de la familia Delphinidae como las marsopas, especies del género *Cephalorhynchus* (ej. tonina overa) y especies de *Lagenorhynchus* (en particular el delfín austral *L. australis* y el delfín cruzado *L. cruciger*). Hay mediciones de la sensibilidad auditiva de varias especies utilizando mediciones de comportamiento o AEP.

Generalmente poseen un límite superior más alto y una mayor sensibilidad a las altas frecuencias en comparación con las especies de cetáceos de frecuencias altas, por tal motivo las especies identificadas para este grupo quedaron clasificadas, como de moderada sensibilidad, aun cuando, por principio precautorio, se definió el área de influencia (AID + AI) del proyecto como posible sitio de reproducción.

En relación a los pinnípedos:

- **Carnívoros Fócidos en agua (PW).** Este grupo contiene todas las especies de carnívoros de la familia Phocidae, que se caracteriza por no poseer aurículas (orejas) y otras adaptaciones anatómicas que les confieren habilidades similares a las de los cetáceos para escuchar sonidos en el agua. Tiene un rango de audición más extendido que los otros pinnípedos, particularmente en el extremo de frecuencias altas. En este grupo se encuentran las focas y los elefantes marinos. Existen umbrales de audición subacuática para algunas especies del hemisferio norte en este grupo.
- **Pinnípedos Otaridos y otros carnívoros (PO).** Incluye mamíferos marinos que pueden escuchar tanto en aire como en agua. Para nuestra región este grupo contiene a las especies de la familia Otariidae (los lobos marinos) y Mustelidae (la nutria marina o chungungo), pero incluye además a los osos polares, morsas y leones marino del hemisferio norte.



Las especies de ambos grupos de pinnípedos quedaron clasificadas como de moderada sensibilidad, ya que al igual que las ballenas, el rango de audición estimado para este grupo se superpone con el rango principal de frecuencias de la actividad sísmica propuesta. En particular, el subgrupo de pinnípedos otáridos y otros carnívoros presentaron varias especies con sensibilidad alta: lobo marino de dos pelos, lobo marino de un pelo y las dos especies de mustélidos (chungungo y huillín). Cabe destacar que el huillín, presentó el valor más alto de sensibilidad (ISP=1) debido a ser una especie de presencia permanente en el AII, el estado comprometido de la especie (se encuentra catalogada como una especie en peligro según la IUCN y el libro rojo de SAREM y CITES la tiene incorporada en su Apéndice I), así como también la cercanía a los sitios reproductivos. Por último, el lobo marino de dos pelos es la especie más frecuente en el área de estudio, existiendo colonias en la Isla de los Estados e islotes del Canal Beagle, así como unas 10 colonias reproductivas en Islas Malvinas.

Para ambos grupos de pinnípedos, hay documentadas respuestas a ruidos antropogénicos. Se han observado desplazamientos como respuesta principal. Las épocas más vulnerables son durante la época de amamantamiento y destete. También muchos pinnípedos presentan una elevada fidelidad a sus colonias de cría y su alejamiento puede aumentar el riesgo de extinción local de las colonias. Muchos pinnípedos no tienen respuesta de desplazamiento con alejamiento de la fuente de ruido, pero sí de permanecer en superficie, lo que implica dejar de alimentarse.

La tabla siguiente presenta una recopilación de la información sobre épocas más probables de observar mamíferos marinos en el área de influencia (AID + AII) del proyecto. Estos datos están sesgados ya que la mayoría de las observaciones realizadas corresponden a primavera-verano. Tampoco se cuenta con desglose detallado en las publicaciones con registros satelitales que muestran ocurrencias dentro del área de estudio.

Tabla 18. Periodos de mayor sensibilidad temporal de las especies. Gris oscuro mayor frecuencia o abundancia esperada, gris intermedio presente, pero en baja abundancia y gris claro ocasional. Fuente: Goodall, 1978; Siefeld, 1983; Goodall y Schiavini, 1987; Oporto et al., 1994; Goodall y Schiavini, 1995; Rodriguez et al., 2003; Goodall et al., 2004; Laporta et al., 2005; Cabrera et al., 2005; Goodal et al., 2005; Acevedo et al., 2006; Dellabianca et al., 2007; Goodall et al., 2008; Bastida y Rodriguez, 2010; Acevedo et al., 2011; Hevia et al., 2011; Riccialdelli, 2011; Otley et al., 2011; Riccialdelli et al., 2011; Haro et al., 2015; Pimper et al., 2015; Dellabianca et al., 2018; Ferrer, 2018 (datos sesgados ya que la mayoría de las observaciones realizadas corresponden a primavera-verano). Las letras corresponden a cada mes del año.

Nombre científico	Nombre común	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo marino de dos pelos												
<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo fino antártico												
<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo marino de dos pelos	sin dato											
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino de un pelo												
<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca leopardo												
<i>Leptonychotes weddellii</i>	Foca de Weddell	sin dato											
<i>Lobodon carcinophaga</i>	Foca cangrejera	sin dato											
<i>Mirounga leonina</i>	Elefante marino del sur												
<i>Ommatophoca rossii</i>	Foca de Ross												
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca austral												
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena minke enana												
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Ballena Minke Antártica												
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei												



Nombre científico	Nombre común	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul												
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin												
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada												
<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea												
<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	Tonina overa												
<i>Globicephala melas</i>	Delfín piloto												
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso												
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín austral												
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	Delfín cruzado												
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro												
<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso austral												
<i>Orcinus orca</i>	Orca												
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa Orca												
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno												
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella												
<i>Phocoena dioptrica</i>	Marsopa de anteojos												
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa												
<i>Berardius arnuxii</i>	Zifio de Arnoux												
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Zifio nariz de botella austral												
<i>Mesoplodon grayi</i>	Zifio de Gray												
<i>Mesoplodon hectori</i>	Zifio de Héctor												
<i>Mesoplodon layardii</i>	Zifio de Layard												
<i>Tasmacetus shepherdi</i>	Zifio de Shepherd												
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier												
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote												
<i>Lontra felina</i>	Chungungo												
<i>Lontra provocax</i>	Huillín												

De acuerdo con la bibliografía relevada, el área de influencia (AID + AII) del proyecto 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). El periodo más sensible sería la temporada de primavera y verano, por lo que se ha asignado una sensibilidad alta en tanto que el otoño e invierno serían de moderada sensibilidad.

2.3.5 Áreas protegidas y sensibles

Las áreas protegidas tienen por objetivo salvaguardar el patrimonio natural y generalmente se escogen como muestras representativas de una formación natural o por poseer características que las hacen únicas. Dado que sus objetivos son proteger muestras representativas de los ecosistemas, biodiversidad, recursos genéticos, paisajísticos y culturales, son áreas sensibles por excelencia y por lo tanto han sido consideradas como de alta sensibilidad.



Es importante destacar que Argentina cuenta con áreas legamente protegidas (Parques Nacionales, Provinciales y Municipales, Áreas Marinas Protegidas y AICAs) y otras áreas que, si bien han sido identificados 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 Áreas de alto valor de conservación como potenciales Áreas Marinas Protegidas (Falabella, 2014) y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) (Dellacasa et al., 2018).

En las inmediaciones del proyecto se contabilizaron un total de 12 Áreas Naturales Protegidas terrestres en la provincia de Tierra del Fuego. Si bien la mayoría se encuentran a más de 50 km del Área de Operación sísmica (AOs), hay dos que se encuentran más cercanas: la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego (ubicada a menos de 20 km de distancia del AOs) y la recientemente declarada Área Natural Protegida Península Mitre (ubicada a menos de 50 km del AOs).

Resulta importante mencionar que la Reserva Costa Atlántica Tierra del Fuego fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la Red hemisférica de reservas para aves playeras (RHRAP) en 1991; y Humedal de Importancia Internacional por la Convención RAMSAR en 1995. En cuanto al Área Natural Protegida Península Mitre, es considerada una zona de enorme valor ambiental dado que contiene el mayor reservorio de carbono del país (más del 80% de las turberas del país se encuentran en esta área), concentra el 30% de los bosques de macroalgas del Mar Argentino, posee un vasto registro de yacimientos arqueológicos y una gran biodiversidad (ver Capítulo 5). En las aguas de esta zona se alimentan ballenas jorobadas, delfines, lobos marinos, pingüinos y el huillín, una nutria patagónica en peligro crítico de conservación que es fundamental para regular el ecosistema fueguino. Es un sitio de asentamiento de numerosas colonias de cormoranes de cuello negro e imperial. También se encuentran presentes: paloma antártica, ostrero austral, quetro austral, chorlito ceniciento y gaviota gris, pingüino penacho amarillo y pingüino magallánico. Todas estas especies utilizan el ambiente marino cercano, con lo cual podrán interactuar con el proyecto.

En cuanto a las ANP costeras, se destaca la Reserva Natural Provincial Cabo Vírgenes, localizada a aproximadamente 70 km del AOs y la Reserva Provincial Ecológica, Histórica Isla de los Estados ubicada a 86 km del AOs. Ambas reservas se encuentran adyacentes al AII. A su vez, el Parque Interjurisdiccional Isla Pingüinos y la Reserva Natural Intangible Ría de Puerto Deseado quedan comprendidos dentro del área de influencia (AID + AII) del Área Operativa de movilización (AOM), superponiéndose un 17 y un 43 % del total del área protegida respectivamente (Tabla 19). Es importante destacar que estas reservas y áreas sensibles se encuentran muy cercanas al puerto de Puerto Deseado, con lo cual el ingreso y salida de buques del puerto es constante. Se estima que el buque de apoyo encargado del reabastecimiento se trasladará a dicho puerto cada seis semanas en promedio. Por todo esto, las reservas y áreas sensibles cercanas al puerto de Puerto Deseado no se verán afectadas por la presencia de los buques asociados al proyecto, ya que de por sí el puerto presenta un gran flujo de barcos durante todo el año.

Dada la naturaleza del proyecto, deben ser consideradas especialmente las áreas marinas protegidas (AMP), las que constituyen una de las herramientas más poderosas para evitar la sobreexplotación de los recursos y la degradación de los hábitats marinos. Su principal objetivo es conservar y hacer una gestión integrada de la biodiversidad allí presente. Son herramientas flexibles que pueden moldearse según diferentes necesidades, desde la estricta preservación hasta diseños de usos múltiples y reservas con límites móviles y estacionales. En la actualidad, Argentina cuenta con 3 áreas enteramente marinas protegidas (AMPs), Yaganes (localizada a 100 km del Área Operativa sísmica), y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, en el Atlántico Sur (localizada a más de 250 km del AOs). Cabe aclarar que dichas AMP se encuentran incluso fuera del AII.



No obstante, esto, según el Convenio de Diversidad Biológica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU a los que la Argentina se adhirió, se debe proteger al menos el 10% de su superficie marina para el año 2020. En este marco ya han sido definidos varios sitios relevantes para la biodiversidad del Mar Argentino; si bien estos sitios son relevantes para la biodiversidad del Mar Argentino y son frentes productivos, aún no cuentan con proyectos de ley para su creación. Las más cercanas al proyecto, serían dos: el Frente Patagonia Austral (FPA) y el Talud Austral (TA) ubicadas a 95 km y a 82 km del Área Operativa sísmica, respectivamente. El Frente Patagonia Austral se superpone un 12% de su área total con el área de influencia (AID + AII) del Área Operativa de movilización (AOM) mientras que el Talud Austral se superpone un 5% de su área total respectivamente con el AII del proyecto (Tabla 19). El Talud Austral es un sitio relevante para la alimentación de aves y mamíferos marinos, entre ellos el pingüino de penacho amarillo del sur, el pingüino de Magallanes, el albatros ceja negra, el petrel gigante del sur, el cachalote, la orca y varias especies de delfines. Cabe destacar que el pingüino penacho amarillo se alimenta en esta área en invierno y primavera y que la sardina fueguina, especie clave para el ecosistema marino patagónico sur, desova en el área.

Por otro lado, mediante la Ordenanza N° 12/98 PNA ha definido Zonas de Protección Especial en el Litoral Argentino. Estas zonas surgen como resultado de un convenio de cooperación firmado en 1993 y reelaborado en 2015 entre la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y la Prefectura Naval Argentina (PNA), con el objeto de delimitar aquellas áreas especialmente protegidas contra la acción potencialmente contaminante que pudiera provenir de la actividad navegatoria, portuaria y tareas relacionadas.

El área de influencia indirecta del proyecto se superpone con la Zona de Protección Especial 11 “Bahía San Sebastián - Río Grande” y con la Zona de Protección Especial 10 “Cabo Vírgenes”. En cuanto a la Zona de Protección Especial 9 “Ría de Puerto Deseado - Cabo Blanco” (en cercanías del puerto de Puerto Deseado), el sector sur de la misma será atravesado por el Área Operativa de movilización (AOM).

Además de estas zonas legalmente resguardadas, existen ciertos sectores del territorio Argentino que han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular.

Con la premisa de que la protección de sitios valiosos para la diversidad biológica es una de las medidas más efectivas para la conservación de las aves, surge a nivel internacional el programa “Áreas Importantes para las Aves” (IBAs en inglés) liderado por la federación BirdLife International. En Argentina la fundación Aves Argentinas identificó Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (Di Giacomo et al., 2007). Dentro del área de influencia (AID + AII) del proyecto se han identificado las siguientes AICAS que se corresponden con zonas terrestres o costeras, no abarcando el ambiente marino: Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego y zonas adyacentes (ubicada a 20 km de distancia del AOs), Península Mitre (ubicada a 43 km de distancia del Área Operativa sísmica), Cabo Vírgenes (ubicada a 63 km de distancia del AOs), Isla de los Estados, Islas de Año Nuevo e islotes adyacentes (ubicada a 86 km de distancia del AOs), Canal Beagle (ubicada a 82 km de distancia del AOs) y Ría Deseado e Islas Adyacentes, cuyo sector Noreste se superpone con el área de influencia (AID + AII) del Área Operativa de movilización (AOM). En el AICA Isla de los Estados, Isla Año Nuevo e islotes adyacentes existen dos importantes colonias de pingüino magallánico, dos áreas de cría de petrel gigante común de la Argentina y anidan el cormorán imperial y el de cuello negro. Además, es probable que sea un sitio de reproducción para la pardela oscura y pingüino rey (especie localmente extinta). Este AICA no sólo es área de alimentación para las aves nidificantes en la isla, sino también para aves que no anidan en la isla, pero que presentan importancia internacional para la conservación, como por ejemplo el albatros errante, el real y el de ceja negra.



En Tierra del Fuego, cercanas al AOs se proponen tres AICAs: Aguas al Este de Cabo de Hornos, Aguas al Este de Tierra del Fuego y Aguas adyacentes a la Isla de los Estados. Cabe destacar que el AICA Aguas al Este de Tierra del Fuego se superpone completamente con el área de influencia (AID + AI) del proyecto mientras que el AICA Aguas adyacentes a la Isla de los Estados el extremo Noroeste se superpone un 10% de su área total con el AI del proyecto (Tabla 19). La primera de estas áreas propuestas (Aguas al Este del Cabo de Hornos) es un área importante de alimentación y reproducción del albatros errante, que se caracteriza por utilizar aguas profundas en sus actividades de forrajeo, y para los pingüinos penacho amarillo. La segunda (Aguas al Este de la Isla de Tierra del Fuego), protege varias especies de aves marinas, siendo sitio de alimentación del pingüino de magallanes y el de penacho amarillo. Por último, el área Aguas adyacentes a la Isla de los Estados protege al petrel gigante común, el pingüino penacho amarillo, y los sitios de nidificación del cormorán cuello negro (*Phalacrocorax magellanicus*), cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*) y pingüino de magallanes (*Spheniscus magellanicus*). Al menos 18 especies de aves y mamíferos marinos se alimentan en el área, entre ellas el albatros errante y el petrel gigante.

Como se mencionó en el Capítulo 5 (Línea de Base Ambiental), el Área Operativa Sísmica (AOs) se superpone con el área de alimentación de la ballena franca austral, declarada Monumento Natural de la Argentina (Ley 23.094) sujeto a las normas establecidas por la Ley de Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales 22.351.



Tabla 19. Listado de las áreas protegidas y sensibles que se superponen con el área de influencia del proyecto (AID y AII) y/o con la ruta de navegación. Todas las áreas se encuentran expresadas en km². Cabe destacar que las áreas protegidas marcadas con amarillo se encuentran adyacentes al AII, por lo tanto, no se superponen ya que no se considera como AII el área terrestre. Fuente: elaboración propia.

Área Protegida o Sensible		Área operativa sísmica (km ²)			Ruta de navegación (km ²)			% de superposición sobre el total del área protegida
		AID	AII	Total	AID	AII	Total	
Áreas Protegidas Nacionales	Reserva Natural Silvestre Isla de los Estados y Archipiélago de Año Nuevo	-		-	-	-	-	
	Parque Interjurisdiccional Marino Isla Pingüino	-	-	-	131	384	515	32,27
Áreas Protegidas Provinciales	Reserva Provincial Ecológica, Histórica Isla de los Estados				-	-	-	
	Reserva Provincial Cabo Vírgenes							
	Reserva Provincial Isla Pingüinos	-	-	-	-	1,21	1,21	17,23
	Reserva Natural Intangible Ría de Puerto Deseado	-	-	-	9,5	23,78	33	43,82
AICAs	Canal Beagle							
	Isla de los Estados, Islas de Año Nuevo e islotes adyacentes				-	-	-	
	Península Mitre				-	-	-	
	Ría Deseado e islas adyacentes	-	-	-	9,5	23,78	33	43,86
Sitios Ramsar	Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego				-	-	-	
Áreas de alto valor de conservación (potenciales áreas marinas protegidas)	Talud Austral	-	1704,15	1704,15	-	-	-	5,17
	Frente Patagonia Austral	-	10,27	10,27	3211,84	6494,69	9707	12,34
AICAS propuestas	Aguas al Este de la Isla de Tierra del Fuego	7418	7398	14816	-	-	-	100,00
	Aguas adyacentes a la Isla de los Estados	-	1539	1539	-	-	-	10,75



En conclusión, tanto el Área Operativa Sísmica (AOs) como el Área de Influencia (AID + AII) del proyecto no se superponen con ningún área protegida legalmente. En cuanto a las áreas sensibles, tanto el AID como el AII se superponen con un AICA propuesta mientras que el AII se superpone con dos Áreas de alto valor de conservación y un AICA propuesta. Si bien algunas de las áreas mencionadas 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.

El sector Noreste de la Ría Deseado e Islas Adyacentes se superpone con el Área Operativa de movilización debido a su proximidad al puerto de Puerto Deseado. También, adyacentes al área de influencia indirecta (AII) se han identificado 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.

El Área de de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone completamente con el AICA propuesta (Aguas al Este de Tierra del Fuego), zona 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, Isla de los Estados. Asimismo, el AII del proyecto involucra el extremo Noroeste del AICA propuesta Aguas Adyacentes a Isla de los Estados, la misma protege al petrel gigante común, el pingüino penacho amarillo, y los sitios de nidificación del cormorán cuello negro, cormorán imperial y pingüino de Magallanes.

Por último, el área de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone con el área de alimentación de la ballena franca austral (Monumento Natural Nacional). Cabe destacar que, 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.

2.3.6 Pesquerías

Este apartado pone en contexto la interacción espacio-temporal entre las pesquerías y el registro sísmico offshore 3D en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) de los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Para el análisis de sensibilidad, se consideró la actividad pesquera por especie, por área y por mes con la intención de identificar la sensibilidad temporal y espacial de las pesquerías. Se consideraron separadamente y con mayor detalle las especies más relevantes para la pesca en el conjunto de las de estudio (i.e aquellas especies cuyos desembarques aportan más del 1%), respecto de las menos relevantes (i.e aquellas especies cuyos desembarques aportan menos del 1%). Finalmente, se contextualiza la superposición espacial de las áreas con el marco normativo vigente de la Zona Económica Exclusiva Argentina (ZEEA).

Considerando el conjunto de las áreas, las especies más relevantes para la pesca en orden decreciente de desembarque son: Merluza de cola, Savorín, Centolla, Bacalao austral, Calamar Illex y Polaca (Tabla 20).



Tabla 20. Porcentaje de aporte de desembarques por especie en AII + AID + Bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Línea horizontal simple indica el corte entre las especies consideradas relevantes para la pesca.

Especies	Promedio anual	Porcentaje
Merluza de cola	1000.6	68.5
Savorín	170.8	11.7
Centolla	110.4	7.6
Bacalao austral	68.4	4.7
Calamar Illex	50.4	3.4
Polaca	21.5	1.5
Notothenia	12.0	0.82
Merluza hubbsi	7.1	0.49
Merluza austral	3.8	0.26
Rayas nep	3.6	0.25
Pampanito	3.5	0.24
Abadejo	3.4	0.23
Cojinova	2.3	0.16
Granadero	1.3	0.091
Merluza negra	1.1	0.078
Raya horticuda / picuda	0.5	0.035
Calamar Loligo	0.09	0.006
Total	1461	100

EVALUACIÓN DE SENSIBILIDAD MERLUZA DE COLA, SAVORÍN, CENTOLLA, BACALAO AUSTRAL, CALAMAR ILLEX Y POLACA PRESENTES EN AUS_105, AUS_106 y MLO_121, AID y AII.

Como tendencia general, y considerando a todos los peces de importancia en conjunto, se observa que 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 (Figura 1). En lo que respecta a la distribución espacial, se observa que el origen de los desembarques provenientes de adentro de los bloques es muy escasa, levemente superior en AID y que la gran mayoría provienen de AII. Al observar la Figura 1, resulta evidente que sobre el meridiano de 65° Oeste y entre los paralelos 53° y 54° S se concentran espacialmente las capturas. Presumiblemente, este sector se corresponda con el sector mas profundo del área a evaluar, 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 de AID es poco relevante en términos del total de captura, pero allí se concentra la captura con trampa.



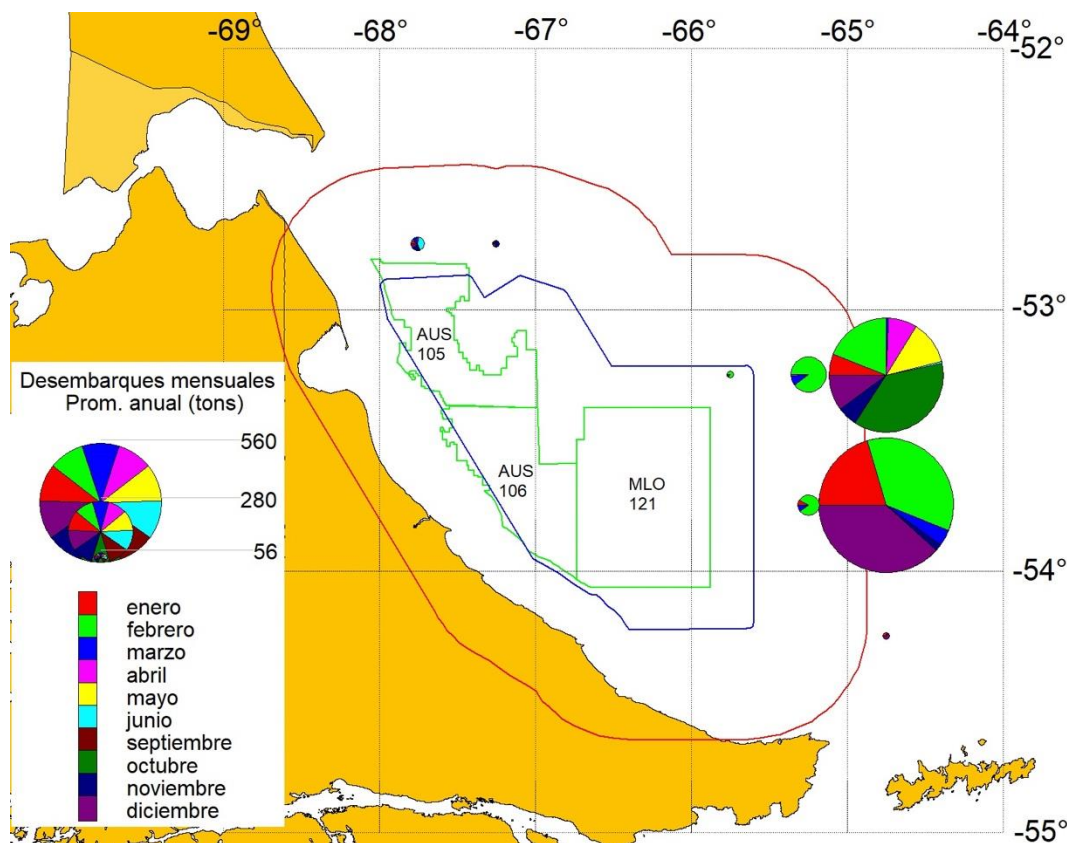


Figura 1. Promedio mensual de los desembarques producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca para el total de las especies de relevancia en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.

La Merluza de cola es la especie mayoritaria en los desembarques (68,5 % del total) y la dinámica espacio-temporal de los desembarques resulta relativamente similar a la tendencia general (Figura 2). En esta misma gráfica puede verse que el mes de octubre y el primer trimestre del año dominan la temporalidad de los desembarques.



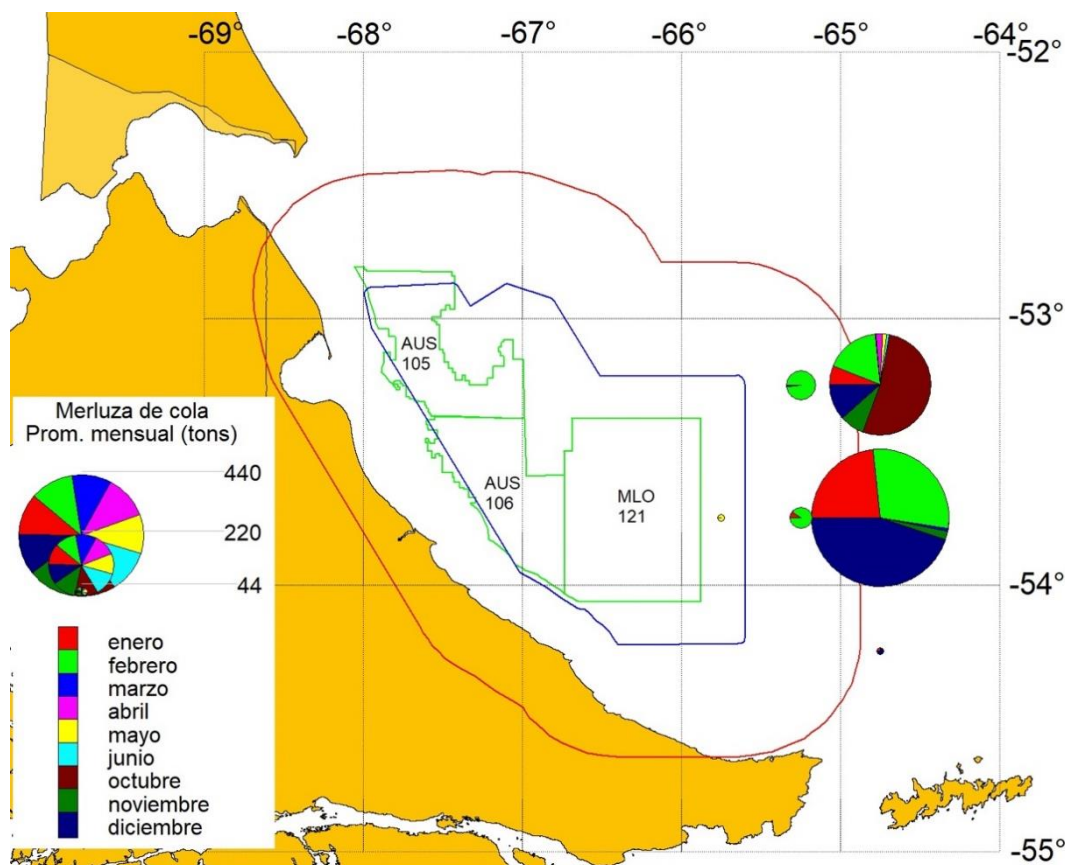


Figura 2. Promedio mensual de los desembarques de Merluza de cola producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.

Los desembarques de savorín se presentan distribuidos estacionalmente a lo largo de los meses, concentrándose las extracciones durante el verano y comienzos de otoño. La distribución en el espacio marítimo del origen de los desembarques también manifiesta un patrón dentro de las áreas consideradas. Se aprecia claramente que es en AII, y específicamente en los cuartos de rectángulo ubicados entre los meridianos 64° y 65° y los paralelos 53° y 54° las extracciones son mayores. Los desembarques en el resto de las áreas es mínimo y dentro de los bloques nulo (Figura 3).



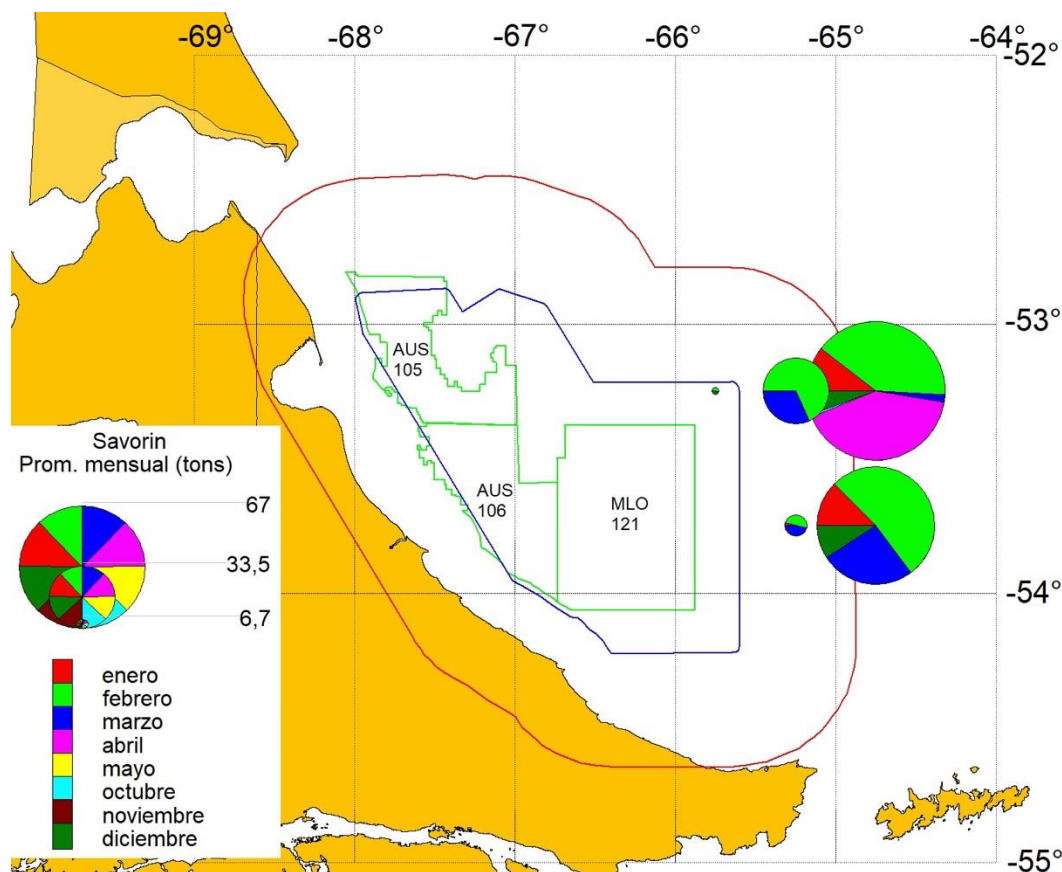


Figura 3. Promedio mensual de los desembarques de Savorín producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.

La distribución espacio-temporal de los desembarques de centolla difieren respecto de lo descripto para los peces. Los desembarques provienen del sector norte de las áreas evaluadas, tanto en AII como en AID y en menor medida sobre el bloque AUS_105. Los desembarques se producen enteramente al Este del meridiano 67° Oeste, 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 (Figura 4).



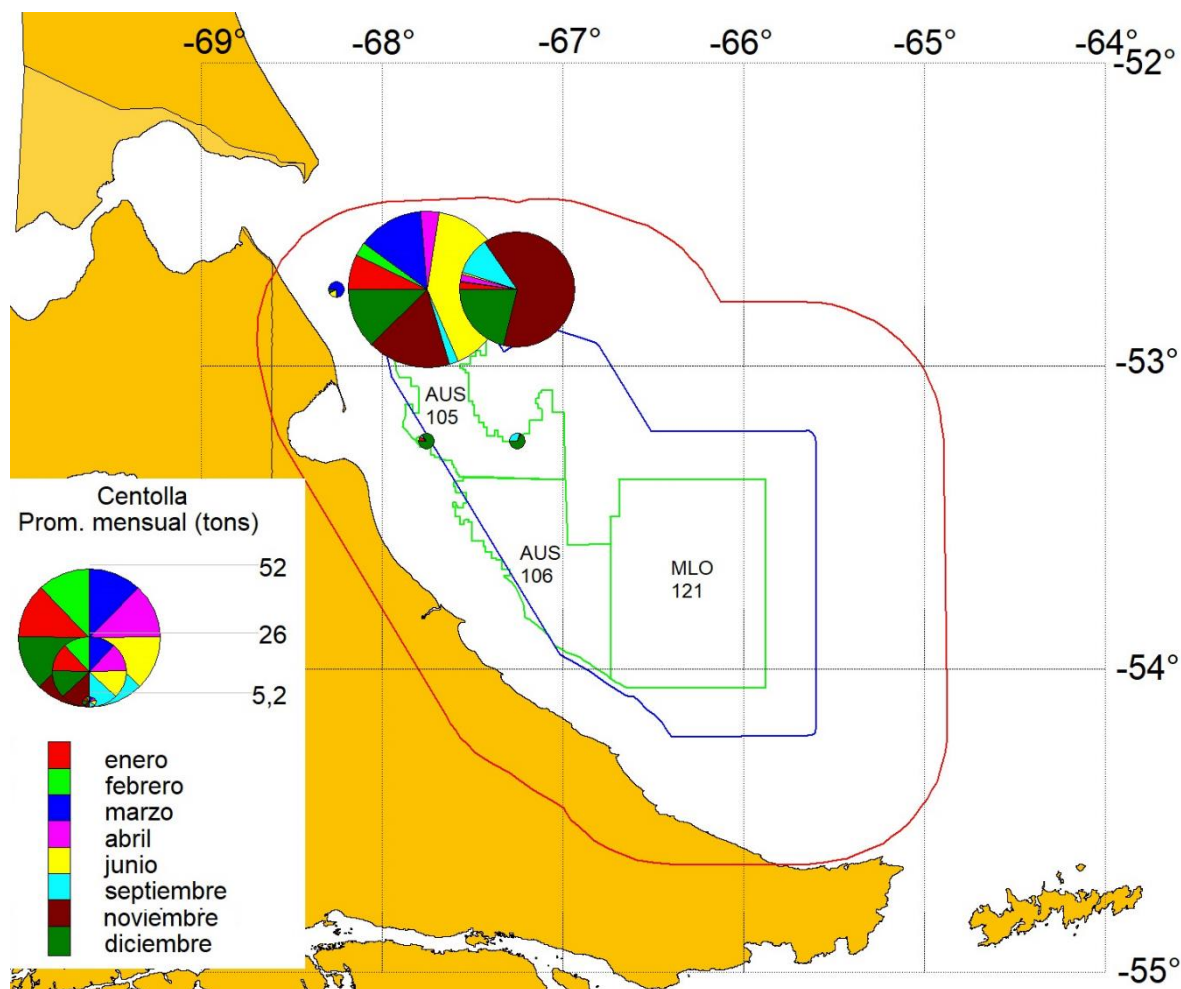


Figura 4. Promedio mensual de los desembarques de Centolla producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.

En términos generales, la distribución espacial de los desembarques de Bacalao austral es semejante a los de la Merluza de cola. Esta especie muestra una distribución temporal de sus desembarques repartida de manera desigual a lo largo de los meses, con una tendencia a presentar valores más elevados durante diciembre y el primer trimestre del año. Dentro de las áreas consideradas se puede observar que esta especie no es extraída de ninguno de los tres bloques ni del AID (Figura 5).

[Firma manuscrita]

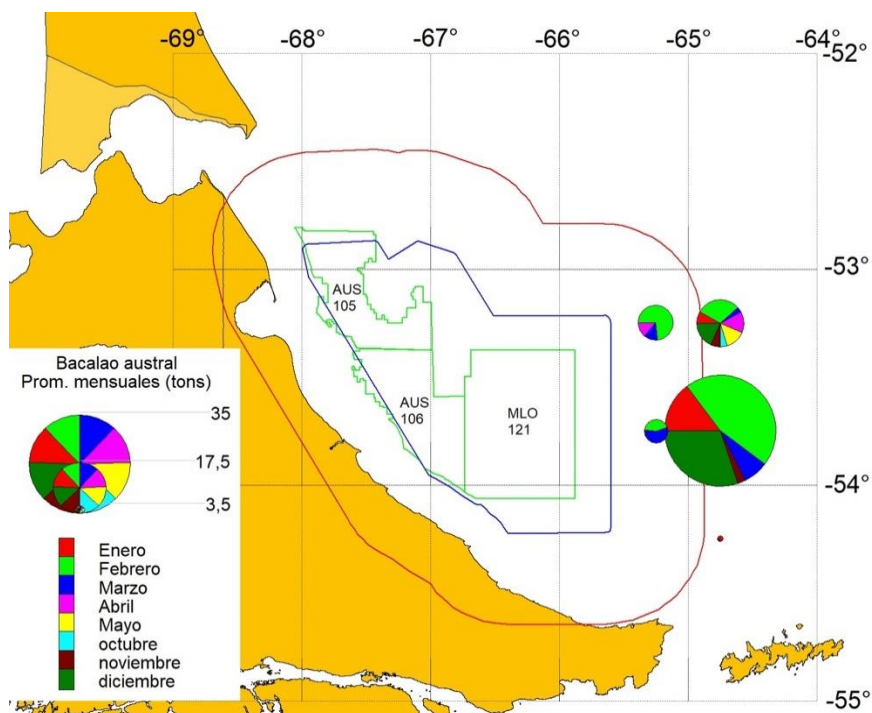


Figura 5. Promedio mensual de los desembarques de Bacalao austral producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.

Durante el mes de mayo se produce la mayor parte de los desembarques de calamar *Illex* (en el resto del año las capturas son ínfimas), lo cual manifiesta una clara estacionalidad en esta pesquería (Figura 6). Espacialmente, también se observa un claro patrón de distribución de los cuartos de cuadrante de donde se originan los desembarques. En este sentido se observa que los mismos se concentran en el cuadrante NE del rectángulo estadístico de pesca 5364. Cabe destacar que los desembarques de calamar *Illex* provenientes de los bloques y AID son nulos.



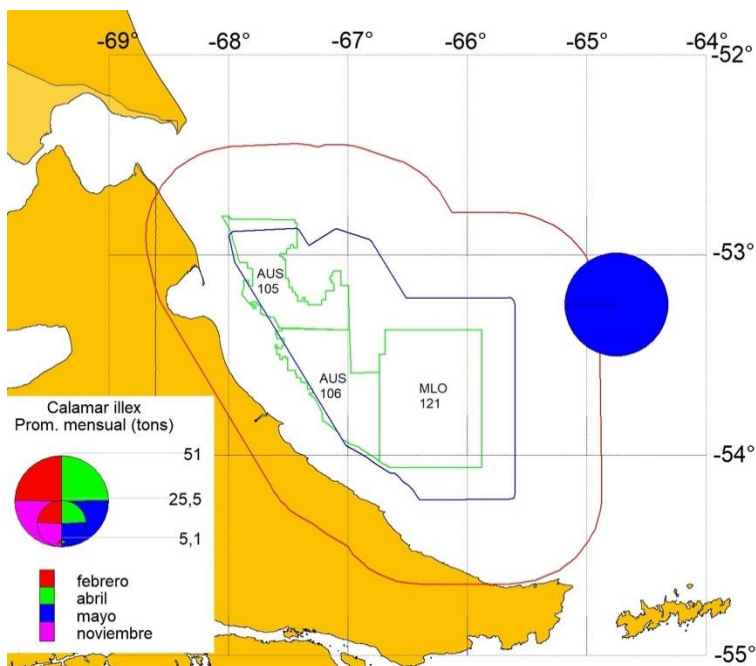


Figura 6. Promedio mensual de los desembarques de Calamar Illex producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.

En lo que respecta a los desembarques temporales de Polaca, se aprecia que los mismos se concretan mayoritariamente durante los meses cálidos del año, entre noviembre y marzo. Espacialmente, el origen de los desembarques se concentran en el margen Este de AI y no se desembarca Polaca proveniente de AID ni de los bloques (Figura 7).



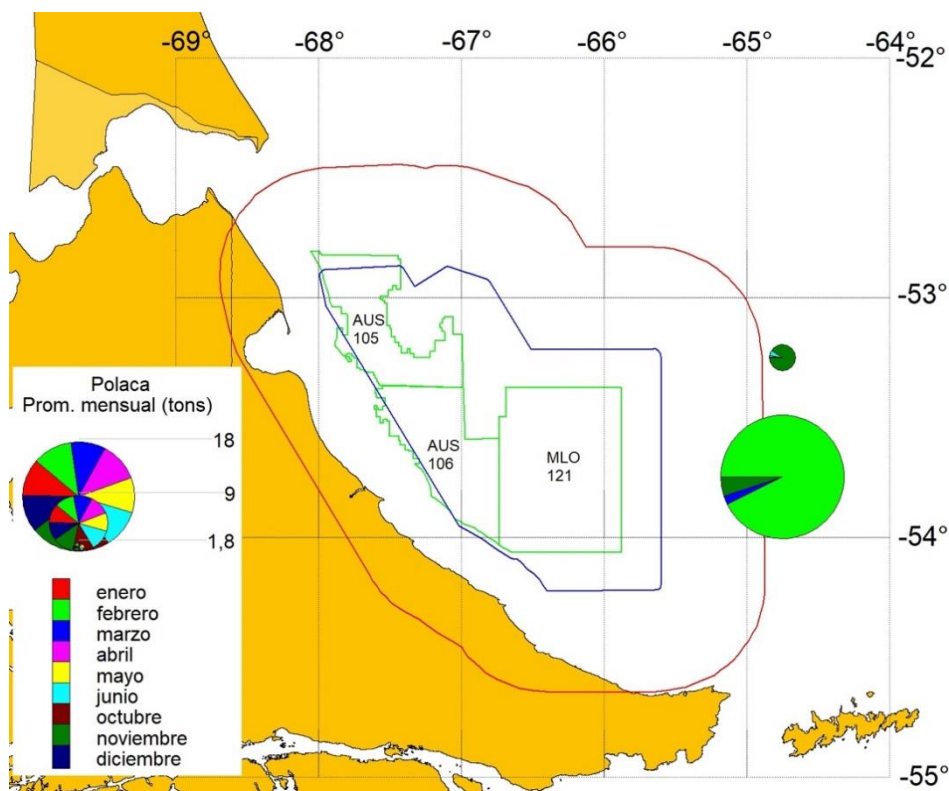


Figura 7. Promedio mensual de los desembarques de Polaca producidos durante 2017-2021 por cuarto de rectángulo estadístico de pesca en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (línea verde), área de influencia directa (línea azul) y área de influencia indirecta (línea roja). Fuente: elaboración propia en base a datos MAGYP.

Análisis temporal de la sensibilidad

En la Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24, y Tabla 25 se presentan las toneladas promedio para cada una de las especies consideradas relevantes para la pesca en cada mes para el promedio de los años 2017-2021 en los tres bloques, en AID y en AII, respectivamente. De la información de desembarques desagregada por áreas, se destaca que en todos los casos los desembarques totales anuales por especie en todos los meses y en los tres bloques son muy escasas, y también son bajos los valores de desembarques mensuales en AID.

Desde el AII se desembarcan el 97,1% del total de toneladas. De la tabla de desembarques de AII se destaca una marcada temporalidad, siendo mayoritarios los desembarques durante el primer (49,8%) y el cuarto (38%) trimestre del año.

En lo que respecta a los bloques, se aprecia que solo la centolla se extrae en cada uno de ellos y es en AUS_105 donde se registró el mayor desembarque promedio anual.

Tanto en el AID como en el 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.



En el AI 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 AI, aunque es una magnitud menor considerando las estadísticas regionales y nacionales sobre esta especie. La centolla en el AI también se desembarca mayoritariamente en primavera y verano, pero los meses de junio y septiembre también aportan toneladas al promedio anual.

Tabla 21. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las especies de importancia pesquera en el Área correspondiente al bloque AUS_105. Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.

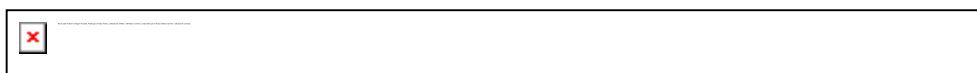


Tabla 22. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las especies de importancia pesquera en el Área correspondiente al bloque AUS_106. Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.

Especies/meses	Junio	Septiembre	Noviembre	Diciembre	Prom. Anual
Centolla	0,04	0,6	0,43	0,25	1,329

Tabla 23. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las especies de importancia pesquera en el Área correspondiente al bloque MLO_121. Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.

Especies/meses	Septiembre
Centolla	0,013

Tabla 24. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las seis especies de importancia pesquera en el Área de Influencia Indirecta (AI). Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.

Especies/meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Prom. Anual
Bacalao austral	7,24	31,49	8,28	3,69	1,92	0	0	0,62	1,74	13,2	68,19
Calamar illex	0	0,2	0	0,17	50,01	0	0	0	0	0	50,37
Centolla	4,36	1,61	11,69	2,73	0	22,88	4,91	0	32,49	16,88	97,55
Merluza de cola	138,11	352,84	6	8,31	4,44	3,4	0	171,94	36,67	254,13	975,83
Polaca	0,1	16,61	0,4	0,01	0	0,05	0	0,24	0,01	4,03	21,45
Savorín	15,04	84,69	30,87	27,87	0,14	0	0	0,38	0,14	9,1	168,23
Total	164,85	487,44	57,24	42,78	56,51	26,33	4,91	173,18	71,05	297,34	1381,62

Tabla 25. Toneladas promedio mensuales y el promedio anual 2017-2021 de desembarque para las cuatro especies de importancia pesquera en el Área de Influencia Directa (AID). Las barras de color permiten apreciar el patrón de desembarque por especie a lo largo de un año.

Especies/meses	Febrero	Abril	Mayo	Noviembre	Diciembre	Prom. Anual
Bacalao austral	0,07	0	0,04	0	0,08	0,9
Centolla	0	0	0	0,14	0,07	0,21
Merluza de cola	9,95	0	13,64	0	1,19	24,79
Savorín	1,45	0,12	0	0	1,01	2,58
Total	11,47	0,12	13,68	0,14	2,35	27,77



Finalmente se categorizaron a las especies o conjunto de especies desembarcadas en cada área por su importancia pesquera como:

- Alta: aquella especie cuyo tonelaje de extracción promedio en los últimos cinco años representa el 10% o más respecto del total nacional.
- Media: aquella especie cuyo tonelaje de extracción promedio en los últimos cinco años representa entre el 5 y el 10% del total nacional.
- Baja: aquella especie cuyo tonelaje de extracción promedio en los últimos cinco años representa menos del 5% respecto del total nacional.

En este punto, resulta de importancia analizar brevemente en el contexto nacional lo que representan los volúmenes de especies de interés pesquero desembarcados en el conjunto de las áreas evaluadas. En este sentido, si consideramos las 167851,2 toneladas de productos de la pesca promedio desembarcadas entre 2017 y 2021 a nivel nacional, las extracciones totales de los tres bloques + AID + AII (1461 toneladas) representan el 0,87 %, el cual es un valor bajo. Al tener en cuenta los desembarques promedio nacionales de las seis especies consideradas de importancia (1422,04 toneladas) se observa que el porcentaje de representación alcanza el 0,84% (Tabla 26). En términos generales, esto indica que la zona es relativamente poco importante para la pesca de dichas especies. Considerando a cada una de las especies en particular, se destaca que cuatro de ellas Merluza de cola, Centolla, Calamar Illex y Polaca clasificaron 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 clasificada como de importancia alta.

Tabla 26. Ponderación de la importancia pesquera de las especies de relevancia en AUS_105, AUS_106 y MLO_121, Área de Influencia Directa (AID), Área de Influencia Indirecta (AII) y el conjunto de las áreas evaluadas (AT) y a nivel nacional (Tot.Nac) expresados en toneladas promedio (2017-2021) y en porcentaje (%) para cada zona . Importancia alta en rojo, media en amarillo y baja en verde.

Especies/áreas	Total Área	% Sp	AUS_105	AUS_105%	AUS_106	AUS_106%	MLO_121	MLO_121%	AID	AID%	AII	AII%	Total Nac.	% T. Area/T. Nac.
Merluza de cola	1000,62	70,36	0	0	0	0	0	0	24,8	2,5	975,8	97,5	31529	3,2
Savorín	170,81	12,01	0	0	0	0	0	0	2,6	1,5	168,2	98,5	1280,2	0,5
Centolla	110,41	7,76	11,3	0,8	1,3	0,093	0,013	0,001	0,2	0,2	97,6	88,4	2274,4	0,4
Bacalao austral	68,38	4,81	0	0	0	0	0	0	0,2	0,3	68,2	99,7	889,7	0,2
Calamar illex	50,37	3,54	0	0	0	0	0	0	0	0	50,4	100	121409,9	0,2
Polaca	21,45	1,51	0	0	0	0	0	0	0	0	21,5	100	10468	0,1
Total	1422,04	99,99	11,3	0,8	1,3	0,093	0,013	0,001	27,8	4,5	1382	584,1	167851,2	4,6

Respecto a la flota que participa en la captura de Merluza de cola, especie más desembarcada en el conjunto de las áreas evaluadas, existe 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.

Aunque de escasa representación en las áreas evaluadas, el Calamar Illex es capturado principalmente mediante buques poteros y potentes luces, y se desembarca preferentemente en Mar del Plata y Puerto Deseado siendo este último el puerto logístico de la prospección.

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 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 AI se producen los mayores valores de desembarque. Particularmente se destaca el Este del AI 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 AI, ubicado en el rectángulo 5364, por lo que es esperable interacción entre el buque en prospección y la flota pesquera arrastrera y trampera.

2.3.7 Navegación

Como parte de este factor se considera una potencial interferencia en el tráfico normal de embarcaciones en la zona de estudio.

En lo que respecta al tipo de embarcaciones que pueden divisarse en la zona correspondiente a las rutas de navegación que conectan el puerto de Puerto Deseado y Área Operativa sísmica (AOs), se visualizan barcos pesqueros y buques de carga. En lo que respecta a la densidad de tráfico marino, como es de esperarse la zona del puerto de Puerto Deseado presenta la mayor intensidad al ser el sitio de ingreso y salida de los buques, en tanto que el AOs presenta una baja densidad.

En cuanto a la actividad de los buques pesqueros, como se mencionó en el punto, 2.3.6 existe una baja interacción, y solamente en el sector noreste del Área de Influencia Directa del proyecto, sobre la salida del Estrecho de Magallanes, en verano y primavera.

Por otro lado, si bien no se conoce el detalle de la logística de la operadora en los bloques productivos cercanos a la zona del proyecto se puede asumir 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. Cabe aclarar que 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.

Teniendo en cuenta tanto lo referido a la actividad pesquera como al uso actual del área por parte de otras embarcaciones se considera un factor con sensibilidad media – baja en relación al proyecto.

2.3.8 Infraestructura costa afuera

Considera la afectación de instalaciones localizadas costa afuera que podrían verse comprometidas por el desarrollo del proyecto.

En el frente marítimo argentino se han tendido numerosos cables de comunicaciones uniendo Argentina, Uruguay y otros países del mundo. La mayor parte del recorrido de los mismos es bajo el sedimento, aunque en algunos casos presentan sectores sobre el lecho.

En el área de estudio, solo se encuentra el cable subacuático denominado “ARSAT”, uniendo el territorio de la provincia de Tierra del Fuego con la provincia de Santa Cruz. El mismo se encuentra hacia el Noroeste (fuera del límite del AI del proyecto) a 50 km aproximadamente del Área Operativa sísmica, por lo cual la presencia de dicha infraestructura no se verá interferida por el proyecto, no siendo considerada como sensible.



En el caso de los ductos presentes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto se pueden identificar: acueductos, gasoductos, oleoductos, poliductos, entre otros. Los mismos se hallan hacia el noroeste y oeste del Área Operativa sísmica (AOs). Sólo se divisa un ducto sobre un pequeño sector en el margen noroeste dentro del AOs. Se trata de un poliducto denominado “Gasolinoducto de exportación 24” con Línea MEG 4”, el cual pertenece a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A. según la información presente en la base de SIG de la Secretaría de Energía.

Si bien el tramo del ducto mencionado se encuentra sobre el margen noroeste del Área Operativa sísmica, 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, con lo cual esta infraestructura presenta baja sensibilidad frente al proyecto.

Finalmente se ha analizado la ubicación de aquellos Pozos de hidrocarburos que se encuentran dentro del Área Operativa sísmica, observándose siete. Todos los pozos identificados corresponden a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A., cinco de los pozos se encuentran en estado de “abandono” y dos “inactivos”.

De este modo, si bien algunos de los pozos se insertan en el Área Operativa sísmica dado que el estado de los mismos es de “abandono” o “inactivos”, se los considera de baja sensibilidad.

2.3.9 Actividad Hidrocarburífera

Linderos a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se observan los bloques de explotación Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO, todos operados por TOTAL AUSTRAL S.A. Como se describió en el Capítulo 4, el Área Operativa sísmica (AOs) excede las áreas de concesión por lo cual Equinor operará sobre porciones menores de los bloques operados por TOTAL.

Ubicado al oeste del Área Operativa sísmica (AOs), en el bloque CAU correspondiente al yacimiento Vega Pleyade se identifican dos pozos de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Ple-9(h) y TAU.MA.Ple-10(h) localizados a una distancia de más de 6 km del AOs. Estas reservas que entraron en producción en el año 2016 han sido desarrolladas a través de una plataforma ubicada en una zona con una profundidad de 50 metros y se conecta a las plantas de tratamiento de Río Cullen y Cañadón Alfa situadas en las costas de Tierra del Fuego, a través de un gasoducto submarino de 24” y 77 km de longitud.

Por su parte, en el bloque CAU ubicado al norte del área AUS_105 se identifican pozos de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Car.1-5(h).T1, TAU.MA.Car.1-4(h), TA.CMA-1.Car1.PH-3 y TA.CMA-1.Car1.PH-1) ubicados a más de 18 km de distancia del Área Operativa sísmica (AOs). Esta producción cuenta con una plataforma offshore operada desde la costa y se conecta también a la planta de tratamiento de Río Cullen a través de un gasoducto de 24”.

Los bloques CNOR, CSES, LEO y TASI fueron otorgados en el año 2013 y de acuerdo a los datos de la Secretaría de Energía estos bloques no serían aun productivos.



Dado que no existe una interferencia entre el Área Operativa sísmica (AOs) y los pozos productivos más cercanos, es que se considera que la sensibilidad de los mismos frente al proyecto es baja. Si bien, el AOs se superpone parcialmente con el Bloque TASI la información consultada indica que no sería productivo.

2.4 CONCLUSIONES

El análisis de sensibilidad realizado estuvo focalizado en el Área de Influencia (AID + AII) del proyecto definida para el presente trabajo en el Capítulo 5 (ver punto 2 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA).

El análisis de la sensibilidad de las especies presentes en el AID y AII resulta sumamente valioso, por lo que esta información se toma como insumo para la evaluación de impactos que se desarrolla en los puntos subsiguientes del presente capítulo.

Este análisis permite también destacar la existencia de zonas localizadas en el área de influencia del proyecto que presentan asociadas una elevada sensibilidad y las cuales fueron incluidas en un mapa de zonas sensibles, ya que muchas de ellas son utilizadas por las especies presentes en la zona analizada.



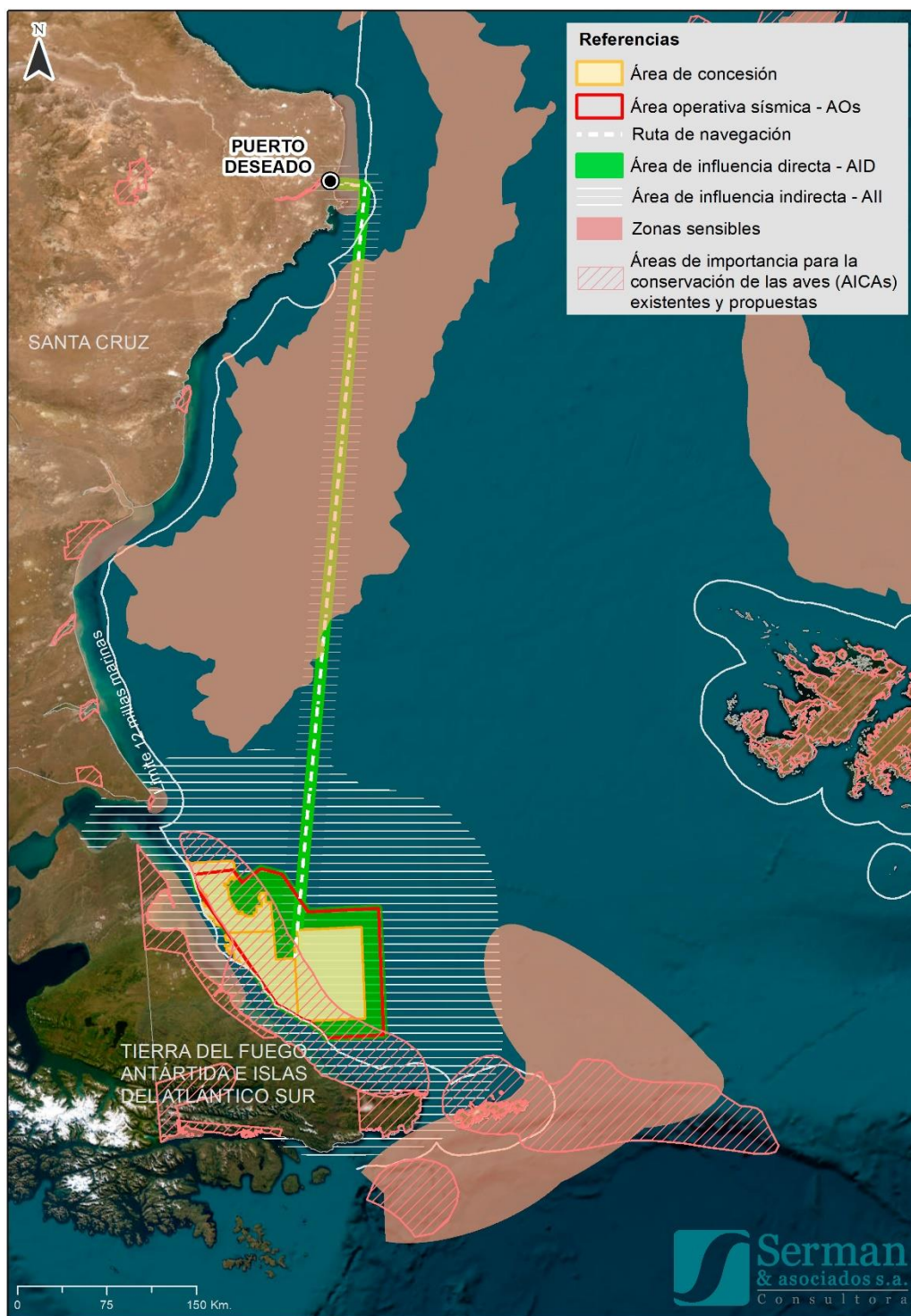


Figura 8. Mapa de zonas sensibles. Fuente: Elaboración propia.

[Firma manuscrita]

Se analizó la sensibilidad de los invertebrados marinos según el uso que hacen del ambiente (comunidad planctónica y bentónica) y según su valor comercial e interés pesquero en el área de estudio (centolla y cefalópodos). Las especies que integran el fitoplancton no se consideran especialmente sensibles para este tipo de actividades 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 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 que podrían estar afectando la distribución de otras especies que dependan de ellos para su alimentación. 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).

Algunos de los invertebrados bentónicos que pueden encontrarse en el área de influencia (AID + AII) del proyecto son especies explotadas comercialmente como por ejemplo: la centolla (*Lithodes santolla*) y el calamar illex (*Illex argentinus*). Otros, son presas principales de muchas especies de peces, moluscos y otros animales, por lo cual constituyen eslabones importantes de las tramas alimentarias en todos los mares del mundo. Cabe destacar que el área de influencia (AID + AII) del proyecto no se superpone con las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables (Del Rio et al., 2012; Allega et al., 2020), ni tampoco con las áreas de mayor densidad de corales (Allega et al., 2020). De este modo, se considera que la comunidad bentónica presenta una sensibilidad intermedia frente al proyecto a lo largo de todo el año.

En cuanto a la centolla, los resultados indican una sensibilidad moderada a la exploración sísmica, previendo algunos efectos de tipo físico, comportamental y/o fisiológico, que podrían afectar la dinámica poblacional de esta especie. Esto ocurre principalmente porque las áreas de reproducción, muda, área de desove, cría y juveniles (dependiendo la época del año) se superponen de manera total o parcial con el área de influencia (AID + AII) del proyecto. Lo mismo podría ocurrir con la presencia de huevos, crías y/o paralarvas.

Para el caso particular del calamar argentino (*Illex argentinus*), si bien Área de influencia (AID + AII) del proyecto se ubica dentro del área de distribución de la especie, la misma no es exclusiva. Es importante destacar que tanto el AID como el AII no se superponen con el área de reproducción y cría del calamar, ni tampoco se superpone con el área de pesquería del calamar. Por lo tanto, la sensibilidad de este grupo ante las exploraciones sísmicas se consideró baja.

En el caso de los peces la sensibilidad ha sido definida como media o baja, dependiendo del grupo analizado, pero en líneas generales se considera que 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, por lo que el efecto a nivel poblacional puede ser considerado bajo. La sardina fueguina es una especie clave en el ecosistema marino por su rol en la cadena trófica, aún siendo abundante en el AID y AII también posee una amplia distribución. El Área de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone con el área de reproducción de la sardina fueguina, si bien no es un área exclusiva de reproducción.



Para las aves, el área de influencia (AID + AII) del proyecto es muy importante durante todo el año, aunque el mayor número de especies se observa durante los meses de primavera y verano. Los sonidos producidos por las prospecciones sísmicas podrían generar perturbación de las actividades usuales de alimentación, cría y patrones de migración; limitaciones en la alimentación debido a los efectos de la sísmica sobre los peces que constituyen el alimento de las aves e incluso podrían afectar a aquellas aves que pasan mucho tiempo sumergidas en busca de alimento. Si bien el Área Operativa sísmica no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras próximas (aunque fuera del área de influencia directa del proyecto), por lo que se considera una sensibilidad media-alta para las aves (dependiendo de las especies).

En cuanto a los mamíferos marinos, de acuerdo con la bibliografía relevada, el área de influencia (AID + AII) del proyecto 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). Como resultado del análisis de sensibilidad, seis especies presentaron un índice de sensibilidad alta: lobo marino de un pelo, lobo marino de dos pelos, ballena franca austral, ballena sei, chungungo y huillín. Por su parte, el grupo de los Mustélidos se encuentra realmente comprometido en la región, registrando uno de los máximos valores de ISP en el huillín, en donde toma gran relevancia la ocurrencia permanente en el AII, el estado comprometido de la especie, así como también la cercanía a los sitios reproductivos. El periodo más sensible sería la temporada 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 dentro del AOs no queda comprendida ningún Área protegida legalmente, se destaca por su cercanía al Área de influencia directa (AID), la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego, sitio de invernada de gran importancia internacional para limícolas del neártico, ubicada a 20 km de distancia del AOs. Esta reserva fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la Red hemisférica de reservas para aves playeras (RHRAP) en 1991. Así mismo, fue identificada como un Área de Aves Endémicas por el ICBP (Council for Bird Preservation -BirdLife International-). En estas costas, se observan numerosas especies de aves marinas y costeras. Varias de las especies de mamíferos identificados en el área de estudio utilizan esta zona. El sector intermareal es donde se observan las mayores concentraciones de aves costeras, por lo que fue definida como una Zona de Protección Especial por la Prefectura Naval Argentina (PNA). En cuanto a las áreas naturales protegidas costeras, se destaca la Reserva Natural Provincial Cabo Vírgenes, localizada a menos de 70 km del AOs. A su vez, el Parque Interjurisdiccional Isla Pingüinos y la Reserva Natural Intangible Ría de Puerto Deseado quedan comprendidos dentro del área de influencia (AID + AII) del Área Operativa de movilización, pero dada la cercanía de estas reservas al puerto de Puerto Deseado no se verán afectadas por la presencia de los buques asociados al proyecto, ya que de por sí el puerto presenta un gran flujo de barcos durante todo el año.

Además de estas zonas legalmente resguardadas, existen ciertos sectores del territorio Argentino que han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular.



Dentro de las áreas de alto valor de conservación, el área denominada Talud Austral se superpone levemente con el área de influencia indirecta dado que se ubica a aproximadamente a 80 km del AOs, mientras que el Área Operativa de movilización (AOM) se extiende cruzando el Frente Patagonia Austral. Si bien estas áreas mencionadas 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.

El sector Noreste de la Ría Deseado e Islas Adyacentes se superpone con el Área Operativa de movilización debido a su proximidad al puerto de Puerto Deseado. También, adyacentes al área de influencia indirecta (AII) se han identificado 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 otro lado, el Área de de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone completamente con un AICA propuesta (Aguas al Este de Tierra del Fuego), zona 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, Isla de los Estados. Asimismo, el AII del proyecto involucra el extremo Noroeste del AICA propuesta Aguas Adyacentes a Isla de los Estados, la misma protege al petrel gigante común, el pingüino penacho amarillo, y los sitios de nidificación del cormorán cuello negro, cormorán imperial y pingüino de Magallanes.

Por último, el área de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone con el área de alimentación de la ballena franca austral (Monumento Natural Nacional). Cabe destacar que, 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.

El Área de Influencia (AID + AII) del proyecto posee una baja importancia pesquera o es muy marginal para algunas especies de reconocida importancia en la región sur como Merluza de cola, Savorín, Centolla, Bacalao austral, Calamar illex y Polaca. Cabe aclarar que ninguna de estas especies posee su área de reproducción en el AID o AII. Es importante destacar que las prospecciones están previstas entre septiembre y mayo 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 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.

De este modo, el área de estudio presenta circulación de muchas especies, algunas de las cuales han sido identificadas como de elevada sensibilidad.



Desde el punto de vista antrópico, respecto de la navegación el área de influencia (AID + AI) del proyecto presenta una sensibilidad media - baja. Puntualmente, en cuanto a la actividad de los buques pesqueros, existe una baja interacción, y solamente en el sector noreste del área de influencia directa del proyecto, sobre la salida del Estrecho de Magallanes, en verano y primavera.

Finalmente, dado que existen actividades hidrocarburíferas linderas al Área Operativa sísmica, cuya logística podría verse eventualmente modificada durante las tareas de prospección sísmica, así como infraestructura asociada a tales actividades, se ha determinado la sensibilidad de ambos factores, no obstante resultan de baja sensibilidad en ambos casos.

3. BIBLIOGRAFÍA

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

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

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.

Antacli J. C, Sabatini M.E, Silva R.I. (2014). Feeding and reproductive responses of the copepods *Drepanopus forcipatus* and *Calanus australis* to ambient food limitation during late summer over the southern patagonian shelf (Argentina, 47°–55°S). Braz J Oceanogr 62:295–314.

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>.

Bastida, R., & Rodríguez, D. H. (2010). Mamíferos marinos de Patagonia y Antártida (2nd ed.). Buenos Aires: Vazquez Mazzini.

Bastida, R., Roux, A., y Martínez., D. E. (1992). Benthic communities of the argentine continental shelf. Oceanológica acta, 15 (6), 687-698.

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 (2020) Country profile: Argentina. Available from <http://www.birdlife.org/datazone/country/argentina>. Checked: 2022-04-05

Boraxo de Zaixso, A. L., & Zaixso, H. E. (2015). La zona costera patagónica argentina. Editorial Universidad de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia.

Bourne, W., (1979). Birds and gas flares. Mar. Pollut. Bull. 10, 124e125



- Budelmann, B. U., Riese, U., & Bleckmann, H. (1991). Structure, function, biological significance of the cuttlefish "lateral lines". In *The Cuttlefish, First International symposium of the cuttlefish Sepia* (pp. 201-209). Caen: Centre de Publications de l'Université de Caen.
- Cardoso, P., Erwin, T.L., Borges, P.A.V., New, T.R. (2011). The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biol. Conserv.* 144, 2647–2655.
- 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.
- 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.
- 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.
- Clarke, M. R. (1996). Cephalopods as prey. III. Cetaceans. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1343), 1053-1065.
- Cortes, E. (2000). Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries Science*, 8, 299–344.
- Cousseau, M.B y Perrotta, R.G. (2013). Peces marinos de Argentina: Biología, distribución, pesca. 4ª ed. Mar del Plata. Publicaciones especiales INIDEP 193 p.
- Croxall, J. P., & Prince, P. A. (1996). Cephalopods as prey. I. Seabirds. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1343), 1023-1043.
- 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.
- 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>
- Dellacasa, R. F., Rabuffetti, F. L., Tamini, L. L., Falabella V., y Frere, E. (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.
- Dooling, R.J., 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.
- Duarte, C. M., Chapuis, L., Collin, S. P., Costa, D. P., Devassy, R. P., Eguiluz, V. M., ... & Juanes, F. (2021). The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science*, 371(6529).



- Duncan, A. J., Gavrilov, A. N., McCauley, R. D., Parnum, I. M., & Collis, J. M. (2013). Characteristics of sound propagation in shallow water over an elastic seabed with a thin cap-rock layer. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 207-215.
- 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.
- 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
- 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.
- 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.
- 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>.
- Haro, D., Riccialdelli, L., & Acevedo, J. (2016). Trophic ecology of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Magellan Strait as indicated by carbon and nitrogen stable isotopes.
- Hovem, J. M., Tronstad, T. V., Karlsen, H. E., & Lokkeborg, S. (2012). Modeling propagation of seismic airgun sounds and the effects on fish behavior. *Oceanic Engineering, IEEE Journal of*, 37(4), 576-588.
- Imber, M. (1975). Behavior of petrels in relation to the moon and artificial lights. *Notornis* 22, 302-306.
- Kaifu, K., Akamatsu, T., y Segawa, S. (2008). Underwater sound detection by cephalopod statocyst. *Fish. Sci.* 74, 781–786.
- Laws, R.M. & Hedgeland, D. (2008). The marine seismic air gun. *Bioacoustics*, 17(1-3), 124-127.
- Lenz, S. (1995). The epidermal lines of *Octopus vulgaris* Lamarck, 1798, and *Sepioloa affinis* Naef, 1912 (Mollusca: Cephalopoda) at hatching state. *Zool Anz*, 234, 145-157.
- Martin, G.R. (2017). The sensory ecology of birds. Oxford avian biology series. Oxford University pres. 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.
- 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. (2008). Marine invertebrates, intense anthropogenic noise, and squid response to seismic survey pulses. *Bioacoustics*, 17(1-3), 315-318.
- 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>.

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.

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

Moore, K. A., Miller, J. H., Potty, G. R., Lynch, J. F., & Newhall, A. (2007). Investigation of three-dimensional propagation effects at the New Jersey shelf break front. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 121(5), 3126–3126

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.

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.

Packard, A., Karlsen, H. E., y Sand, O. (1990). Low frequency hearing in cephalopods. Journal of comparative Physiology a, 166, 501–505.

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.

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.

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.

Popper, A. N., & Hawkins, A. (Eds.). (2016). *The effects of noise on aquatic life II* (p. 1292). New York: Springer.

Popper, A. N., Hawkins, A. D., Jacobs, F., Jacobson, P. T., Johnson, P., & Krebs, J. (2020). Use of sound to guide the movement of eels and other fishes within rivers: A critical review. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 1-18.

Popper, A.N., Salmon, M., y Horsch, K.W. (2001). Acoustic detection and communication by decapod crustaceans. J. Comp. Physiol. a Sens. Neural Behav. Physiol. 187, 83-89.

Popper, A.N., y Fay, R.R. (2010). Rethinking sound detection by fishes.hear. Res. DOI: 10.1016/j.heares.2009.12.023.

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.

Richardson, W. J., Greene jr., C. R., Malme, C. I., y Thomson, D. H. (1995). Marine mammals and noise. Academic press, San Diego, CA.

Sabatini, M.E., Reta, R., Lutz, V. et al. (2016). Influence of oceanographic features on the spatial and seasonal patterns of mesozooplankton in the Southern Patagonian Shelf (Argentina, SW Atlantic). J Mar Syst 157:20–38.

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 sismicas 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.

Smale, M. J. (1996). Cephalopods as prey. IV. Fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1343), 1067-1081.

Solé, M., Lenoir, M., Fortuño, J. M., Van der Schaar, M., & André, M. (2018). A critical period of susceptibility to sound in the sensory cells of cephalopod hatchlings. *Biology open*, 7(10), bio033860.

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., 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>

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.

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.

Villanueva, R., Perricone, V., & Fiorito, G. (2017). Cephalopods as predators: a short journey among behavioral flexibilities, adaptations, and feeding habits. *Frontiers in Physiology*, 8, 598.

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.

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](http://WWW.ACAP.AQ)



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

