CON

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE 3D ÁREA AUS 105, AUS 106 Y MLO 121, ARGENTINA

CAPÍTULO 7 - EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL 4

2.1 INTRODUCCIÓN 4

2.2 METODOLOGÍA 5

2.3 ÁNALISIS DE SENSIBLIDAD 7

2.3.1 Invertebrados Marinos 8

2.3.2 Peces 13

2.3.3 Pesquerías 23

2.3.4 Aves marinas 24

2.3.5 Mamíferos Marinos 35

2.3.6 Áreas Protegidas 43

2.3.7 Actividad Hidrocarburífera 45

2.3.8 Infraestructura 45

2.3.9 Navegación 46

2.4 CONCLUSIONES 47

3. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO 49

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES 50

5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 51

5.1 INTRODUCCIÓN 51

5.1.1 Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición 52

5.2 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS MAMÍFEROS MARINOS 57

5.2.1 Efectos del sonido sobre los mamíferos marinos 58

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 1 de 130

5.2.2 Comportamiento evasivo de los mamíferos marinos 63

5.2.3 Importancia del impacto 67

5.3 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS PECES Y CEFALÓPODOS 68

5.3.1 Sensibilidad auditiva de los peces 69

5.3.2 Cambios en el comportamiento 75

5.3.3 Huevos y Larvas 81

5.3.4 Cefalópodos 83

5.3.5 Importancia del impacto 84

5.4 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS Y EL PLANCTON 86

5.4.1 Efectos de las operaciones sísmicas sobre las comunidades bentónicas y el plancton 86

5.4.2 Importancia del impacto 88

5.5 POTENCIALES IMPACTOS SOBRE LAS AVES 89

5.5.1 Efectos del sonido sobre las aves marinas 90

5.5.2 Otros posibles efectos vinculados con el proyecto 94

5.5.3 Importancia del impacto 94

5.6 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE ÁREAS SENSIBLES Y PROTEGIDAS 95

5.7 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS PESQUERÍAS 96

5.7.1 Efectos de las operaciones sísmicas sobre las especies de interés pesquero 96

5.7.2 Importancia del impacto 104

5.8 POTENCIALES IMPACTOS SOBRE EL TRÁNSITO MARÍTIMO, EL FUNCIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y LAS ACTIVIDADES HIDROCARBURÍFERAS 105

5.9 OTROS IMPACTOS POTENCIALES 106

6. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 109

6.1 METODOLOGÍA UTILIZADA 109

6.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS 112

7. MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 115

8. IMPACTOS ACUMULATIVOS 119

9. BIBLIOGRAFÍA 124

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 2 de 130

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. Una vez identificados, se diseñaron recomendaciones 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).

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Para la valoración de los impactos, el esquema del presente capítulo sigue fases diferentes. La primera involucra la identificación de las actividades o acciones del proyecto que pueden generar impactos sobre el ambiente. La segunda fase implica la identificación de los factores ambientales susceptibles de ser impactados. En la última fase se realiza la predicción de cómo las acciones pueden afectar los componentes ambientales (físicos, biológicos o antrópico), en base a experiencias previas y evaluación del equipo interdisciplinario y se lleva adelante la evaluación de la magnitud o importancia de cada impacto. En base al desarrollo de esta sección, se presenta la matriz de impacto ambiental con la valoración de las interacciones de acuerdo a la metodología de evaluación implementada (ver Punto 6).

En función de los impactos identificados y jerarquizados, se diseñaron recomendaciones y se establecieron las medidas de mitigación y de gestión ambiental que se detallan en el Capítulo 8 – Medidas de Mitigación y Plan de Gestión Ambiental. Teniendo en cuenta la implementación de estas medidas se confeccionó una matriz mitigada que permite visualizar los impactos del proyecto antes y después de las medidas de mitigación (ver Punto 7).

Finalmente, en este capítulo se incluye la evaluación de los potenciales impactos acumulativos del proyecto donde, desde una perspectiva de integración de la actividad con el entorno, se evalua la interacción de los efectos de la actividad sísmica prevista con los efectos de otros emprendimientos existentes o planificados (ver Punto 8).

2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

2.1 INTRODUCCIÓN

El nuevo paradigma del desarrollo sustentable establece el necesario equilibrio entre las actividades productivas, el bienestar social y la conservación ambiental. Los modelos de sensibilidad ambiental son un primer paso en la búsqueda de esta armonía (Rebolledo, 2009).

El concepto de sensibilidad ambiental no es sencillo de definir. La “Guía para la Elaboración Estudios de Impacto Ambiental” publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019) 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 importante 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 a través de la recopilación y análisis de 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.

De la interrelación de estos dos aspectos a continuación se presenta el análisis de sensibilidad desarrollado para el área de estudio 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 (ESA) se requiere considerar una serie de criterios que permitan describir el comportamiento del ambiente (vulnerabilidad y resiliencia) ante las acciones perturbadoras.

El análisis se desarrolló considerando la situación de cada factor 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 la ESA. En relación al medio físico, considerando el tipo de actividad (prospección sísmica) y el ambiente analizado, no se han identificado factores particulares que deban ser incorporados.

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 los arreglos sonoros, 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).

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 5 de 130

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.

En función de lo señalado, se hizo un análisis de las principales referencias bibliográficas sobre audición, impactos de ruido antropogénico y características ecológicas que confieren vulnerabilidad o resiliencia, a fin de:

a) Determinar grupos taxonómicos con comportamientos/respuestas diferenciales.

b) Verificar la ocurrencia de criterios que señalan características particulares de sensibilidad. Se analizaron, dependiendo de la información disponible y del grupo analizado, los siguientes:

- Criterios de localización en el área a prospectar y valor ecológico:
  Especies que son muy abundantes o frecuentes por que se alimentan en el área del proyecto.
  Especies que se reproducen en el área del proyecto.
  Especies raras o con distribución restringida que incluye el área de proyecto.
  Presencia de estadios críticos: ej. juveniles, adultos con crías.

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

- Respuestas de evitación y capacidad de alejamiento:
  Especies que no tienen o no se les conoce comportamientos de evitación.
  Capacidad de evitación limitada.

- Respuestas poblacionales (no instantáneas):
  Los ruidos/presión pueden enmascarar la comunicación entre individuos (para reproducción, caza en grupos).
  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:
  Colisiones o enganches con las embarcaciones o arreglos sísmicos.

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

A continuación, para cada clase (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 estudio. La información volcada se basa principalmente en la LBA, indicándose otra información con citas adicionales.

2.3 ÁNALISIS DE SENSIBLIDAD

El Área Operativa y de Influencia Directa del Proyecto se encuentra emplazada en el Mar Argentino. Particularmente la AUS105, AUS 106 y MLO 121 se ubican 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 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 26ºC 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 AUS105, AUS106 Y MLO121, 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 macrozooplánctereses 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 de estudio 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 por la actividad principal del proyecto evaluado.

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 cefalópodos, así como algunos bivalvos, equinodermos y crustáceos 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 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.

- 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).

- Cefalópodos. Grupo de gran relevancia económica en la región donde se implantará el proyecto. Integrante del necton (juntos con los peces, reptiles y mamíferos marinos) la que es una comunidad de organismos que integra a aquellas especies animales, en general macroscópicas con una gran capacidad de natación.

2.3.1.1 Comunidades Bentónicas

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 de operaciones del proyecto se localiza en la Provincia Magallánica, distrito Patagónico, subdistrito fueguino.

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del distrito Patagónico están dominadas por moluscos, equinodermos, briozoos y braquiópodos en ese orden. Es posible diferenciar 2 sectores, uno de menor profundad (<100 metros) coincidente con casi la totalidad de área de operación del proyecto[1], en donde se observa una menor riqueza específica y otra de mayor profundidad (100-200 metros) de mayor riqueza. De hecho, prácticamente la totalidad de las especies reportadas en la región interna se identifican en la región externa, pero no así en el sentido inverso. Las diferencias entre las distintas comunidades parecieran deberse a la temperatura de las aguas y, en segundo lugar, la morfología de fondo. La región externa está influenciada por la Corriente de Malvinas y por lo tanto sus aguas son más frías y con alto contenido de nutrientes. En cambio, la región interna se encuentra influenciada por la Corriente Patagónica Subantártica, de aguas más templadas. Además, la plataforma continental hasta los 100 metros de profundidad presenta irregularidades en el terreno que parecieran limitar el establecimiento de ciertas especies bentónicas. Los anélidos poliquetos (filo Annelida, clase Polychaeta) son otro grupo faunístico muy bien representado en las comunidades bentónicas de la Plataforma Continental Argentina. Su diversidad y abundancia se reporta elevada para todas las profundidades.

Campañas oceanográficas realizadas en cercanías de la zona de operación registraron un total de 22 grupos taxonómicos que integran la comunidad bentónica, principalmente compuesta por Poriferos, Cnidarios, Nemertinos, Moluscos, Poliquetos, Priapulidos, Crustáceos, Pantopodos, Briozoos, Equinodermos y Ascidias.

Mención especial debe realizarse en relación a los crustáceos decápodos, ya que estos 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 influencia del proyecto se registran seis especies de macrocrustáceos: *Pterygosquilla armata armata* (Galera o Mantis de mar), *Munida gregaria* y *M. subrugosa* (Langostillas o bogavantes), *Paralomis granulosa* (centollón), *Lithodes confundes* (Centolla espinosa) y Centolla Patagónica (*Lithodes santolla*). Esta última especie presenta un área de reproducción, cría y muda en la zona del proyecto, aunque no exclusiva.

[1] El área de operación para la exploración sísmica de los bloques AUS105, AUS 106 y MLO 121 se encuentra sobre la plataforma continental de Tierra del Fuego, en profundidades de entre 30 m y 120 m.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 9 de 130

En este sector del Mar Argentino, se destaca una meseta submarina que cumple una importante función ecológica y que es especialmente relevante por la presencia de endemismos de especies bentónicas (Proyecto Modelo del Mar WCS – CONICET). Este sector es conocido como Banco Burdwood. Este, no obstante, se encuentra a más de 200 km del área de operación.

Respecto a las comunidades bentónicas, para la zona donde se ubica el área AUS 105, AUS 106 y MLO 121 no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas ni endemismos.

Si bien la zona 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.
En cuanto a las especies de crustáceos decápodos, si bien las mismas no presentan actualmente una importancia económica especialmente importante, algunas de ellas tienen potencial pesquero aun poco explotado en la zona de estudio. En particular, la Centolla Patagónica presenta un área de reproducción, cría y muda en la zona del proyecto, aunque no exclusiva.

De este modo, se considere que este componente presentaría una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año.

2.3.1.2 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.

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 de la zona de operación, 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.

En el área de influencia directa del proyecto no se observan altas concentraciones de clorofila. En un estudio sobre la distribución del fitoplancton y productividad primaria en el mar argentino en el área de estudio solo se registra picoplancton (plancton de 0,2 y 2 µm), el nanoplancton (menor de 30 µm) y microplancton (entre 30 y 200 µm) fue observado en áreas más al norte de la plataforma.

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.

Nuevamente, para el área de plataforma fueguina, donde se ubica el área de influencia del proyecto, los valores máximos de productividad fitoplanctónica son bajos y no se detecta un aumento significativo estacional.

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 zooplanctónica[2] es mínima en invierno (en toda la region), aumenta durante la primavera y principios del verano, alcanzando los valores máximos hacia finales del verano, y decrece en otoño.

A partir del estudio sobre zooplancton llevado a cabo en la plataforma continental de la Patagonia Austral (Sabatini y Álvarez Colombo, 2001), se determinaron biomasas relativas de los principales grupos taxonómicos en función de su distribución y temporalidad. En invierno, la escasa densidad de biomasa planctónica presente en la plataforma, se encuentra dominada por la fracción mesoplanctónica, en las aguas costeras (entre los 50 y los 100 metros de profundidad); y por la fracción macroplanctónica, en las aguas interiores de la plataforma (con más de 100 metros de profundidad). El macrozooplancton de las aguas interiores (70%) esta compuesto fundamentalmente por eufáusidos (42%) y chaetognatos (24%). En primavera, entre el 60 y el 80 % de la biomasa presente en toda la región corresponde a mesoplancton, representado fundamentalmente por copépodos. En las aguas interiores con profundidades menores a los 50 metros, también es importante la contribución de las larvas de decápodos (mesoplancton) y camarones del género *Mysid* (macroplancton). La biomasa correspondiente a la fracción mesoplanctónica (copépodos), disminuye en otoño en relación a la biomasa macrozooplanctónica, representando el 40% de la biomasa zooplanctónica total presente en las aguas de la plataforma. En las aguas costeras (entre los 50 y los 100 metros de profundidad), se destacan los anfípodos, representando el 47% de la biomasa. En otoño, los copépodos conforman más del 60% de la biomasa total del zooplancton de la plataforma. Al mismo tiempo, los anfípodos continuan siendo elevados en las aguas costeras, entre los 50 y los 100 metros de profundidad, y en las aguas internas de la plataforma, se destacan los eufáusidos, representando el 44% de la biomasa zooplanctónica total.

Estudios puntuales sobre Biomasa del zooplancton en la plataforma patagónica austral durante la temporada estival indicaron que las biomasas más altas se registraron para la zona de estudio en el área de Bahía Grande, no superponiéndose con el área de operaciones. Sin embargo, se registran en primavera-verano altas concentraciones de biomasa zooplanctónica principalmente de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii*.

[2] Biomasa expresada en miligramos de peso húmedo sobre metro cúbico (mg/m^3).

La importante producción primaria observada en los alrededores de las Islas Malvinas, sostiene las más altas densidades de zooplancton registradas en la zona, especialmente en el borde Norte de la plataforma que rodea al archipiélago durante el verano. Dicha zona constituye un área de alimentación para muchas especies de peces y moluscos.

Para la zona donde se ubica el área AUS 105, AUS 106 y MLO1121 no se han detectado en la bibliografía consultada especies protegidas o reportados 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 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 que constituyen el Krill con eslabones fundamentales en las redes tróficas que podrían estar afectando la distribución de otras especies que dependan de ellos para su alimentación.

Se considera que esta componente 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).

2.3.1.3 Cefalópodos

Se destacan 2 especies de cefalópodos en el área de estudio. El calamarete (*Loligo gahi*) 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.

El calamar (*Illex argentinus*) se distribuye desde los 23º S hasta los 54º S, con una presencia frecuente entre los 35º S y los 52º 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 43º S ocurren 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 43º S indicando que la Subpoblación Sud Patagónica completó su emigración de desove. En primavera, existe una concentración de juveniles provenientes de las está y 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.

Los cefalópodos parecen ser considerablemente sensibles a las ondas sísmicas, cuando las mismas son de alta intensidad y provienen de fuentes de emisión muy cercanas (hasta 5 km). Sin embargo, dado que el área de prospección sísmica es marginal para su distribución, que las especies poseen una amplia distribución y alta densidad en las zonas de plataforma localizadas hacia el este y norte y el área no posee valor crítico para la reproducción, cría o alimentación la sensibilidad de este grupo ante las exploraciones sísmicas en la zona asignada se consideró bajo.

2.3.2 Peces

En el caso de peces se seleccionaron criterios asociados con a) criterios biológicos, b) criterios ecológicos, c) criterios de conservación y c) criterios pesqueros. La información para caracterizar diferentes criterios se obtuvo de Cousseau (2010); Cousseau y Perrota (2013), Popper y Fay (2009) y otros trabajos citados en la Línea de Base correspondiente a Peces y Pesquerías.

a) Criterios biológicos

- Sensibilidad auditiva: Las especies de peces que carecen de una cavidad llena de gas, incluyendo los peces sin mandíbula, los elasmobranquios (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 tambores y corvinas (Sciaenidae), etc.

  En el otro extremo del continuo se hallan 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 varía.

Página 13 de 130

Tabla 1. Clasificación por sensibilidad auditiva

Tipo	Característica	Grupos	Respuesta
Tipo 1	Especies 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, y todos los tiburones, rayas, chimeras y agnathos.	Estos grupos de peces presentan escaso poder auditivo, por lo cual son menos sensibles a las ondas sísmicas del cañón.
Tipo 2	Especies 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	Especies con vejiga natatoria, pero 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.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

Página 14 de 130

- Reproducción en el área de proyecto: Se consideró que las especies que se reproducen en el área de proyecto 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.

- Periodo reproductivo: Se consideró como especies más sensibles a aquellas cuyo período reproductivo fuera estacional o acotado en la zona del proyecto 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.

- Presencia de un área de cría en la zona 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 resultan más vulnerables. Para las especies vivíparas se considera como área de cría la zona de los embriones.

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

- Nicho trófico: Se considera como más sensibles a aquellas especies estenofagas y por lo tanto, con un nicho angosto debido a tener una dieta especializada (piscívoro, planctívoro, etc.) y que no puede ser reemplazada por otras alternativas, en contraposición con especies que son eurífagas.

b) Criterios ecológicos

- Importancia trófica para otras especies: Se considera si la especie posee importancia crítica como un eslabón de la cadena trófica para otras especies.

- Uso del Hábitat: El hábitat que ocupa una especie está en buena medida asociado a su capacidad de evasión o evitación de las ondas sísmicas. Para áreas de baja profundidad como la localizada en el área de proyecto se clasificó el uso del hábitat en especies estrictamente bentónicas, es decir que viven la mayor parte del tiempo apoyadas en el sustrato y aquellas pelágicas, o sea que se desplazan por la columna de agua ocupando diferentes profundidades.

c) Criterio de conservación

- Estado de amenaza: Se consideró su status de acuerdo la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.

d) Criterios pesqueros

- Importancia pesquera en el área del proyecto: Las operaciones sísmicas pueden influir en las tasas de captura en las pesquerías al generar conductas de alejamiento. Ello se verifica principalmente cuando la especie es un blanco importante de la pesquería y por lo tanto el área de proyecto se inserta dentro de un área pesquera corriente.

Para el área operativa del proyecto AUS-105, AUS-106 y MLO-121 se registran un total de 61 especies de peces. Los Osteíctios son los más abundantes en número con 46 especies citadas y dentro de Condrictios se identificaron 11 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 proyecto se presenta en la siguiente Tabla.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 16 de 130

Tabla 2. Criterios para caracterizar la sensibilidad de las especies presentes en el área de prospección. EN: en peligro; VU: vulnerable; NT: casi amenazada; LC: preocupación menor; DD: sin datos suficientes; NE: no evaluado. s/d: sin datos. *Solo estadios larvales.

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMUN	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
Squaliformes	*Squalus acanthias*	Tiburón espinoso	s/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	VU	no
Carcharhiniformes	*Schorederichthys bivius*	Pintaroja	s/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	DD	no
Rajiformes	*Bathyraja macloviana*	Raya espinosa	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma/talud	eurifago	no	bentónico	NT	no
	Bathyraja brachyurops	Raya de cola corta	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	LC	no
	Bathyraja albomaculata	Raya de manchas blancas	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma/talud	eurifago	no	bentónico	VU	no
	Bathyraja magellanica	Raya magallánica	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	no
	Bathyrraja cousseaue	Raya de aletas juntas	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	NE	no
	Zearaja chilensis	Raya hocicuda	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	VU	no
	Psammobatis normani	Raya marrón claro	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	no
	Psammobatis rudis	Raya hocico blanco	s/vejiga	si	extenso	si	plataforma-talud	eurifago	no	bentónico	DD	no
Chimaeriformes	*Callorhynchus callorhynchus*	Pez gallo	c/vejiga	no	extenso	no	plataforma-talud	eurifago	no	epipelagico	NE	no
	Merluccius hubbsi	Merluza común	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	Merluccius australis	Merliza austral	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	mesopelagico	NE	si
	Macruronus magallanicus	Merluza de cola	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	si
	Salilota australis	Bacalao criollo	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	si
	Micromesistius australis	Polaca	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	si
	Coelorhynchus fasciatus	Granadero chico	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	Macrourus carinatus	Granadero grande	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
	Coryphaenoides holotrachys	Granadero	c/vejiga	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	mesopelagico	NE	no
Pleuronectiformes	*Etropus longimanus*	Lenguado	c/vejiga	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	no
	Thysanopsetta naressi	Lenguado	c/vejiga	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	no
	Achiropsetta tricholepis	Lenguado	c/vejiga	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	no
	Neoachiropsetta milfordi	Lenguado	c/vejiga	s/d	estacional	s/d	plataforma	eurifago	no	bentónico	NE	no
Scorpaeniformes	*Cottunculus granulosus*	Pez piedra	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
	Psychrolutes marmoratus	Sapo de piel blanda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	s/d	plataforma-talud	estenofago	no	bentónico	NE	no
Ophidiiformes	*Cataetyx messieri*	Brótula patagónica	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	batipelagico	LC	no
Myctophiformes	Myctophidae sp. *	Mictofido	c/vejiga conectada	no	estacional	si	plataforma-talud	estenofago	no	mesopleagico	NE	no
	Phucocoetes latitans	Viuda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	LC	no
	Illucoetes fimbriatus	Viuda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Illucoetes elongatus	Viuda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Lycenchelys bachmanni	Viuda	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Stromateus brasiliensis	Palometa moteada	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	batipelagico	NE	no
	Disssotichus eleginoides	Merluza negra	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	si
	Patagonotothen ramsayi	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Patagonotothen tessellata	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMUN	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
Perciformes	*Patagonotothen wiltoni*	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Patagonotothen brevicauda	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Patagonotothen canina	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Patagonotothen elegans	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Patagonotothen macrophtalma	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Patagonotothen longipes	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Patagonotothen jordani	Nototenia	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	no
	Eleginops maclovinus	Robalo	c/vejiga conectada	si	estacional	si	plataforma	eurifago	no	bentonico	NE	no
	Cottoperca gobio	Torito de los canales	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	batipelagico	NE	no
	Cottoperca trigloides	Torito	c/vejiga conectada	s/d	estacional	no	plataforma-talud	estenofago	no	batipelagico	NE	no
Clupeiformes	*Sprattus fueguensis*	Sardina fueguina	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma	estenofago	si	pelagico	NE	no
Ophidiiformes	*Genypterus blacodes*	Abadejo	c/vejiga conectada	no	estacional	no	plataforma-talud	eurifago	no	batipelagico	NE	si

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 18 de 130

En base la información precedente se categorizaron las alternativas de los diferentes criterios 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. Valoración de las alternativas que presentan los criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

	Criterio	Score
Criterios Biológicos	**Sensibilidad auditiva**	
	Sin vejiga natatoria	1
	Con vejiga natatoria no conectada	3
	Con vejiga natatoria conectada	5
	Área de reproducción en zona de prospección	
	No	0
	Si	1
	Período reproductivo	
	Fuera del área de proyecto	0
	Extenso en el área de proyecto	1
	Estacional en el área de proyecto	2
	Área de cría en zona de prospección	
	No	0
	Si	1
	Rango de distribución	
	Talud y plataforma	1
	Solo plataforma	2
	Nicho trófico	
	Amplio, eurífago	0
	Angosto, especializado	1
Criterios Ecológicos	**Importancia trófica para otras especies**	
	Baja	0
	Alta	1
	Uso de hábitat	
	Epipelágica	1
	Bentónico	2
Criterios de Conservación	**Valor de conservación**	
	NE, DD, LC	0
	LC	1
	NT	2
	VU	3
	EN	4
Criterio Pesquero	**Interés Pesquero**	
	Sin interés	0
	Marginal o por bycatch	1
	Actividad pesquera usual en la zona	2

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

Tabla 4. Matriz de puntajes asignados según las alternativas de los criterios utilizados para evaluar la sensibilidad. *Solo estadios larvales.

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMUN	Criterios Biológicos						Criterios Ecológicos		Criterio de conservación	Criterios Pesqueros	Suma Relativa
			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	
Squaliformes	*Squalus acanthias*	Tiburón espinoso	1	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0,29
Carcharhiniformes	*Schorederichthys bivius*	Pintaroja	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,14
Rajiformes	*Bathyraja macloviana*	Raya espinosa	1	1	1	1	1	0	0	2	2	0	0,43
	Bathyraja brachyurops	Raya de cola corta	1	1	1	1	1	0	0	2	1	0	0,38
	Bathyraja albomaculata	Raya de manchas blancas	1	1	1	1	1	0	0	2	3	0	0,48
	Bathyraja magellanica	Raya magallánica	1	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0,33
	Bathyrraja cousseaue	Raya de aletas juntas	1	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0,33
	Zearaja chilensis	Raya hocicuda	1	1	1	1	1	1	0	2	3	0	0,52
	Psammobatis normani	Raya marrón claro	1	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0,33
	Psammobatis rudis	Raya hocico blanco	1	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0,33
Chimaeriformes	*Callorhynchus callorhynchus*	Pez gallo	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,14
Gadiformes	*Merluccius hubbsi*	Merluza común	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,24
	Merluccius australis	Merliza austral	3	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0,33
	Macruronus magallanicus	Merluza de cola	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,29
	Salilota australis	Bacalao criollo	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,29
	Micromesistius australis	Polaca	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,29
	Coelorhynchus fasciatus	Granadero chico	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,24
	Macrourus carinatus	Granadero grande	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,24
	Coryphaenoides holotrachys	Granadero	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,24
Pleuronectiformes	*Etropus longimanus*	Lenguado	3	1	2	1	2	0	0	2	0	0	0,52
	Thysanopsetta naressi	Lenguado	3	1	2	1	2	0	0	2	0	0	0,52
	Achiropsetta tricholepis	Lenguado	3	1	2	1	2	0	0	2	0	0	0,52
	Neoachiropsetta milfordi	Lenguado	3	1	2	1	2	0	0	2	0	0	0,52
Scorpaeniformes	*Cottunculus granulosus*	Pez piedra	5	1	2	1	1	1	0	2	0	0	0,62
	Psychrolutes marmoratus	Sapo de piel blanda	5	1	2	1	1	1	0	2	0	0	0,62
Ophidiiformes	*Cataetyx messieri*	Brótula patagónica	5	1	2	0	1	1	0	1	1	0	0,57
Myctophiformes	Myctophidae sp. *	Mictofido	5	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0,43
Perciformes	*Phucocoetes latitans*	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	1	1	0	0,52
	Illucoetes fimbriatus	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0,48
	Illucoetes elongatus	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0,48
	Lycenchelys bachmanni	Viuda	5	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0,48
	Stromateus brasiliensis	Palometa moteada	5	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0,52
	Disssotichus eleginoides	Merluza negra	5	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,38
	Patagonotothen ramsayi	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Patagonotothen tessellata	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Patagonotothen wiltoni	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Patagonotothen brevicauda	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Patagonotothen canina	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Patagonotothen elegans	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

Página 20 de 130

CLASE/ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMUN	Criterios Biológicos						Criterios Ecológicos		Criterio de conservación	Criterios Pesqueros	Suma Relativa
			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	
	Patagonotothen macrophtalma	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Patagonotothen longipes	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Patagonotothen jordani	Nototenia	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,33
	Eleginops maclovinus	Robalo	5	1	2	1	2	0	0	2	0	0	0,62
	Cottoperca gobio	Torito de los canales	5	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0,52
	Cottoperca trigloides	Torito	5	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0,52
Clupeiformes	*Sprattus fueguensis*	Sardina fueguina	5	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0,48
Ophidiiformes	*Genypterus blacodes*	Abadejo	5	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,38

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 21 de 130

Los condrictios en general 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 este grupo, los rajiformes son algo más sensibles debido a que la zona de prospección sísmica incluya su área de reproducción, si bien el periodo reproductivo de estas especies es extenso. La raya manchas blancas y la hocicuda, por ser especies vulnerables por UICN, quedaron clasificadas con una sensibilidad más elevada. Para el caso de los Squaliformes presentes en el área se considera una sensibilidad baja por no tener además su área reproductiva dentro de la zona del proyecto y ocupar el meso o epipelagial.

Dentro de los peces óseos, los Gadiformes, si bien presentan una mayor sensibilidad a los ruidos, también quedaron clasificados como de baja sensibilidad (salvo la merluza que quedo como de moderada sensibilidad), habida cuenta que no se observan en la zona de estudios sitios de reproducción, no son especies bentónicas ni se encuentran con alguna categoría de conservación. El hecho de utilizar la zona epipelagica los torna menos sensibles que las especies bentónicas. Los Pleuronectiformes, por su parte, han sido clasificados como de moderada sensibilidad, debido a su condición de bentónicos y a que el área reproductiva tenga posiblemente relación con el área de prospección sísmica.

El resto de los grupos identificados en la zona de estudio, 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 estudio debido a la falta de información sobre las mismas, por lo que se consideró la situación más crítica. En el caso del Robalo, 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 del proyecto es que se consideró también de reproducción en la zona de estudio.

Un aspecto no menos importante es que casi todas las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma, por lo que el efecto a nivel poblacional puede ser considerado bajo. La sardina fueguina que es una especie clave en el ecositema marino por su rol en la cadena trófica aun siendo abundante en la zona de la prospección también posee una amplia distribución y su área de reproducción o cría se encuentra alejada y fuera del alcance de las ondas sísmicas.

La zona posee una baja importancia pesquera o es muy marginal para algunas especies de reconocida importancia en la región sur como es el abadejo, la polaca, la merluza de cola, merluza austral, etc.

Tabla 5. Resumen de la sensibilidad esperada a nivel de los órdenes evaluados

Sensibilidad Media	Sensibilidad Baja
Pleuronectiformes	Gadiformes
Ophidiformes	Squaliformes
Myctophiformes	Chimeriformes
Perciformes	Charchariniformes
Clupeiformes	
Rajiformes	
Scorpaeniformes	

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 22 de 130

2.3.3 Pesquerías

La interacción entre la pesca y las tareas de prospección pueden darse en dos aspectos fundamentales: uno relacionado con la incidencia que los pulsos sonoros repetidos producen sobre las especies de interés pesquero y otro relacionado con la obstrucción de circulación que la actividad supone sobre los movimientos de la flota pesquera que se desplaza en búsqueda de zonas de mayor captura.

Al analizar las zonas de pesca en el espacio marítimo argentino con las regulaciones y vedas vigentes a marzo de 2020 se observa que en el área de estudio, no se registran sectores con restricciones y/o vedas vigentes para pesca.

En cuanto a las pesquerías en el área de influencia del proyecto las presentes son principalmente los palangreros. No obstante, la distribución espacial existe una baja interacción con la zona del proyecto, y solamente en el sector noreste, sobre la salida del Estrecho de Magallanes en verano y primavera. Ninguna de los puertos cercanos a la zona de proyecto (Ushuaia, Punta Quilla, Pto. San Julián, Puerto Deseado) posee relevancia comparado con otros puertos localizados al norte.

Entre las especies de interés comercial, se destacan los calamares y calameretes, los que representan el 80% de las capturas de los cefalópodos que se capturan en Mar Argentino. *Illex argentiniensis* presenta los mayores valores de captura y se concentran en profundidades menores a 250 metros en la zona adyacente a las Islas Malvinas. La especie no posee capturas relevantes en la zona del Proyecto. La captura de calamarete se basa en la especie *Loligo gaghi* pero es marginal en la zona del Proyecto. La misma es practicada en buques factoría y congeladores poteros, entre febrero - mayo y entre agosto - octubre.

Entre los peces cartilaginosos que son capturados como fauna acompañante se pueden mencionar *Squalus acanthias* (tiburón espinoso) y *Schoredericht*hys *bivius* (pintaroja). En cuanto a los peces óseos, se observan pesquería de Merluza de Cola, Bacalao Austral, Merluza Austral, Abadejo, Merluza Negra y Polaca. De estas espécies ninguna es de gran importancia en la zona del proyecto, siendo remarcable la Merluza Negra, la que se trata de una especie con alto valor comercial pero que solo tiene relación con la zona del proyecto en el sector más austral de la plataforma fueguina. Con relación a los macro-crustáceos, no presentan gran importancia económica en la zona de estudio. De las seis especies identificadas, tres tienen pesquerías de pequeña escala. Resulta importante mencionar que la plataforma fueguina exhibiría importantes densidades de centolla patagónica y un alto potencial pesquero aun poco explotado. En todo caso, sería recomendable evitar las prospecciones durante la época de reproducción (fin de primavera-verano) de esta especie.

La siguiente tabla resume los períodos de pesca más intensivos y los meses cuando tiene lugar la reproducción para las principales especies de interés comercial en las inmediaciones de la zona del proyecto, lo cual permite reconocer que momentos del año serían menos adversos para encarar los trabajos exploratorios en la región.

Tabla 6. Períodos de pesca intensiva (Azul) y reproducción (Rojo) de las especies comerciales de mayor interés.

Especie		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Merluza de cola	P												
	R												
Polaca	P												
	R												
Bacalao	P												
	R												
Merluza austral	P												
	R												
Abadejo	P												
	R												
Merluza negra	P												
	R												

Se considera que la actividad sísmica tendrá una muy baja interferencia sobre las pesquerías más relevantes que se desarrollan en la región austral las cuales poseen una considerable extensión territorial. La zona de proyecto, en ese sentido se puede considerar además marginal por los volúmenes de captura que se extraen en ella. En todo caso, la menor interferencia con las pesquerías se produce a partir de comienzos de primavera y hasta inicios del verano, pero la mayoría de las especies tiene su pico reproductivo hacia fines del invierno e inicios de primavera. En el caso de la centolla, sería recomendable evitar las prospecciones durante la época de reproducción (fin de primavera-verano) de esta especie.

2.3.4 Aves marinas

Las aves marinas son especies anfibias, 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 e al 2008, Popper y Hawking 2015). 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 2000). Se considera que las aves son, en general, más tolerantes a los ruidos antropogénicos que los mamíferos.

Para el área del proyecto, se contabilizaron 55 especies potencialmente presentes para el área de estudio, con ocurrencias confirmadas para 53 de ellas en los últimos años. Para el área del proyecto, se presentan los siguientes órdenes: Sphenicifórmes (pingüinos), con 7 especies; Procellariiformes (petreles, albatros y pardelas) con 34 especies, Pelecaniformes con 2 especies y Charadriformes (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 7 como casi amenazadas (NT).

Hay 13 especies muy frecuentes y abundantes en la región: Pingüino patagónico (*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 glacialoides*), 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*.).

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). Martin y Crawford (2015) clasificaron a las aves buceadoras en función del tipo de presas que consumen. Considerando está base en relación a las profundidades de buceo y adaptado a la información disponible sobre audición, se pueden agrupar las especies de aves presentes.

Tabla 7. Grupos auditivos de aves marinas. Elaboracion propia basada en Martin y Craford (2015) y Crowell (2016).

Código	Grupo	Rangos de audición generalizados en agua	Profundidades de inmersion normales y maximas	Taxones presentes miembros del grupo
B1	Buceadores de profundidad	30 Hz – 15 kHz	20 - 50 m máximas > 110 m	Order Sphenisciformes: Familia Spheniscidae (todos los pingüinos)
B2	Buceadores superficiales	---	2-5 m 15-20 m	Orden Procellariiformes: Familia Procellaridae (petrel barba blanca, pardelas), Familia Pelecanoididae (yuncos)
B3	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 Diomedeidae (todos los albatros), Familia Procellariidae (petreles gigantes, priones, paiños, petreles antartico, plateado, damero, collar gris, azulado, cabeza blanca, cabeza parda) Orden Charadriformes: Familias Chionididae (paloma antártica), Strecorariidae (skuas y sateadores), Laridae (gaviotines y gaviotas)

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de aves presentes en el área del proyecto, teniendo en cuenta para la valoración su presencia en la zona de estudio, el estado de conservación, la superposición auditiva con el rango típico de frecuencia de proyectos sísmicos, la estrategia de alimentación, la potencial afectación por colisiones y la presencia de colonias.

Tabla 8. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de aves presentes.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Valor de Conservación[3]	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias
Spheniscidae	Pingüino rey	*Aptenodytes patagonicus*	frecuente	NA / LC	B1	No	Alejadas
	Pingüino emperador	*Aptenodytes forsteri*	frecuente	VU / NT	B1	No	Alejadas
	Pingüino papúa	*Pygoscelis papua*	frecuente	NA / LC	B1	No	Próximas
	Pingüino de barbijo	*Pygoscelis antarcticus*	frecuente	VU / LC	B1	No	Alejadas
	Pingüino patagónico	*Spheniscus magellanicus*	frecuente y abundante	VU / NT	B1	No	Próximas
	Pingüino macaroni	*Eudyptes chrysolophus*	frecuente	AM / VU	B1	No	Alejadas
	Pingüino penacho amarillo	*Eudyptes chrysocome*	frecuente y abundante	EN / VU	B1	No	Próximas
Diomedeidae	Albatros real del sur	*Diomedea epomophora*	frecuente	VU	NB	Si	Alejadas
	Albatros real del norte	*Diomedea sanfordi*	frecuente	VU / EN	NB	Si	Alejadas
	Albatros errante	*Diomedea exulans*	frecuente y abundante	AM / VU	NB	Si	Alejadas
	Albatros oscuro	*Phoebetria fusca*	frecuente	NA / EN	NB	Si	Alejadas
	Albatros manto claro	*Phoebetria palpebrata*	frecuente	NA / NT	NB	Si	Alejadas
	Albatros pico fino del Atlántico	*Thalassarche chlororhynchos*	frecuente	EN	NB	Si	Alejadas
	Albatros ceja negra	*Thalassarche melanophris*	frecuente y abundante	VU / LC	NB	Si	Alejadas
	Albatros cabeza gris	*Thalassarche chrysostoma*	frecuente	EC / EN	NB	Si	Alejadas
	Albatros corona blanca	*Thalassarche cauta*	frecuente	NA / NT	NB	Si	Alejadas
	Albatros de Salvin	*Thalasarche salvini*	frecuente	NA / VU	NB	Si	Alejadas
Procelariidae	Petrel gigante del norte	*Macronectes giganteus*	frecuente y abundante	VU / LC	NB	Si	Próximas
	Petrel gigante del sur	*Macronectes halli*	frecuente y abundante	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel plateado	*Fulmarus glacialoides*	frecuente y abundante	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel antártico	*Thalassoica antarctica*	frecuente	VU / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel damero	*Daption capense*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel collar gris	*Pterodroma mollis*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel cabeza parda	*Pterodroma incerta*	frecuente	NA / EN	NB	Si	Alejadas
	Petrel cabeza blanca	*Pterodroma lessonii*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel azulado	*Halobaena caerulea*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Prión pico corto [4]	*Pachyptila turtur*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Prión pico ancho [4]	*Pachyptila vittata*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Prión pico grande [4]	*Pachyptila desolata*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Prión pico fino [4]	*Pachyptila belcheri*	frecuente	VU / LC	NB	Si	Alejadas
	Petrel ceniciento	*Procellaria cinerea*	frecuente	NA / NT	B2	Si	Alejadas
	Petrel barba blanca	*Procellaria aequinoctialis*	frecuente y abundante	AM / VU	B2	Si	Alejadas
	Petrel negro	*Procellaria westlandica*	frecuente	NA / EN	B2	Si	Alejadas
	Pardela oscura	*Ardenna grisea*	frecuente	NA / NT	B2	Si	Alejadas
	Pardela cabeza negra	*Ardenna gravis*	frecuente y abundante	NA / LC	B2	Si	Alejadas
	Pardela boreal	*Puffinus puffinus*	frecuente	NA / LC	B2	Si	Alejadas

[3] 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).

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

Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Valor de Conservación[3]	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Colonias
Pelecanoididae	Yunco común [5]	*Pelecanoides urinatrix*	frecuente y abundante	NA / LC	B2	No	Alejadas
	Yunco magallánico [5]	*Pelecanoides magellani*	frecuente	LC	B2	No	Alejadas
Hydrobatidae	Paiño vientre negro	*Fregetta tropica*	frecuente	NA / LC	NB	No	Alejadas
	Paíño común	*Oceanites oceanicus*	frecuente y abundante	NA / LC	NB	No	Alejadas
	Paíño gris	*Garrodia nereis*	frecuente	LC	NB	No	Alejadas
Phalacrocoracidae	Cormorán cuello negro	*Leucocarbo magallanicus (=Phalacocorax magallanicus)*	frecuente	NA / LC	B3	No	Próximas
	Cormorán imperial	*Leucocarbo atriceps(=Phalacrocorax atriceps)*	frecuente y abundante	NA / LC	B3	No	Próximas
Chionididae	Paloma antártica	*Chionis alba*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
Stercorariidae	Escúa común	*Stercorarius chilensis (Catharacta chilensis)*	frecuente	EN / LC	NB	Si	Próximas
	Escúa parda	*Stercorarius antarcticus (Catharacta antarctica)*	frecuente	VU / LC	NB	Si	Próximas
	Salteador chico	*Stercorarius parasiticus*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Salteador coludo	*Stercorarius longicaudus*	Sin presencia confirmada	NA / LC	NB	Si	Alejadas
Laridae	Gaviota capucho café	*Chroicocephalus maculipennis*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Gaviota gris	*Leucophaeus scoresbii*	frecuente	AM / LC	NB	Si	Próximas
	Gaviota cangrejera e	*Larus atlanticus*	frecuente	VU / NT	NB	Si	Alejadas
	Gaviota cocinera	*Larus dominicanus*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Próximas
	Gaviotín ártico	*Sterna paradisaea*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas
	Gaviotín sudamericano	*Sterna hirundinacea*	frecuente y abundante	NA / LC	NB	Si	Próximas
	Gaviotín antártico	*Sterna vittata*	frecuente	NA / LC	NB	Si	Alejadas

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

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 28 de 130

Tabla 9. 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	1
Buceadores superficiales y costeros	2
Buceadores en profundidad	3
Probabilidad de Colisión / Enganche	
Baja	0
Alta	1
Presencia Colonias	
Alejadas	0
Próximas	2

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

Tabla 10. Valoración de Criterios.

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Estado de Conservación	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Presencia de Colonia	Suma Relativa
Sphenisciformes	Spheniscidae B1	Pingüino rey	*Aptenodytes patagonicus*	2	1	3	0	0	0,50
		Pingüino emperador	*Aptenodytes forsteri*	2	2	3	0	0	0,58
		Pingüino papúa	*Pygoscelis papua*	2	1	3	0	2	0,67
		Pingüino de barbijo	*Pygoscelis antarcticus*	2	2	3	0	0	0,58
		Pingüino patagónico	*Spheniscus magellanicus*	3	2	3	0	2	0,83
		Pingüino macaroni	*Eudyptes chrysolophus*	2	3	3	0	0	0,67
		Pingüino penacho amarillo	*Eudyptes chrysocome*	3	3	3	0	2	0,92
Procellariiformes	Diomedeidae NB	Albatros real del sur	*Diomedea epomophora*	2	2	1	1	0	0,50
		Albatros real del norte	*Diomedea sanfordi*	2	3	1	1	0	0,58
		Albatros errante	*Diomedea exulans*	3	3	1	1	0	0,67
		Albatros oscuro	*Phoebetria fusca*	2	3	1	1	0	0,58
		Albatros manto claro	*Phoebetria palpebrata*	2	2	1	1	0	0,50
		Albatros pico fino del Atlántico	*Thalassarche chlororhynchos*	2	3	1	1	0	0,58
		Albatros ceja negra	*Thalassarche melanophris*	3	2	1	1	0	0,58
		Albatros cabeza gris	*Thalassarche chrysostoma*	2	3	1	1	0	0,58
		Albatros corona blanca	*Thalassarche cauta*	2	2	1	1	0	0,50
		Albatros de Salvin	*Thalasarche salvini*	2	2	1	1	0	0,50
	Procelariidae B2	Petrel gigante del norte	*Macronectes giganteus*	3	2	1	1	2	0,75
		Petrel gigante del sur	*Macronectes halli*	3	1	1	1	0	0,50
		Petrel plateado	*Fulmarus glacialoides*	3	1	1	1	0	0,50
		Petrel antártico	*Thalassoica antarctica*	2	2	1	1	0	0,50
		Petrel damero	*Daption capense*	2	1	1	1	0	0,42
		Petrel collar gris	*Pterodroma mollis*	2	1	1	1	0	0,42
		Petrel cabeza parda	*Pterodroma incerta*	2	3	1	1	0	0,58
		Petrel cabeza blanca	*Pterodroma lessonii*	2	1	1	1	0	0,42
		Petrel azulado	*Halobaena caerulea*	2	1	1	1	0	0,42
		Prión pico corto	*Pachyptila turtur*	2	1	1	1	0	0,42
		Prión pico ancho	*Pachyptila vittata*	2	1	1	1	0	0,42
		Prión pico grande	*Pachyptila desolata*	2	1	1	1	0	0,42
		Prión pico fino	*Pachyptila belcheri*	2	2	1	1	0	0,50
		Petrel ceniciento	*Procellaria cinerea*	2	2	2	1	0	0,58
		Petrel barba blanca	*Procellaria aequinoctialis*	3	3	2	1	0	0,75
		Petrel negro	*Procellaria westlandica*	2	3	2	1	0	0,67
		Pardela oscura	*Ardenna grisea*	2	2	2	1	0	0,58
		Pardela cabeza negra	*Ardenna gravis*	3	1	2	1	0	0,58
		Pardela boreal	*Puffinus puffinus*	2	1	2	1	0	0,50
	Pelecanoididae B2	Yunco común	*Pelecanoides urinatrix*	3	1	2	1	0	0,58
		Yunco magallanico	*Pelecanoides magellani*	2	1	2	1	0	0,50
	Hydrobatidae NB	Paiño vientre negro	*Fregetta tropica*	2	1	1	1	0	0,42
		Paíño común	*Oceanites oceanicus*	3	1	1	1	0	0,50

Página 30 de 130

Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Presencia	Estado de Conservación	Sensibilidad Auditiva	Probabilidad de Colisión / Enganche	Presencia de Colonia	Suma Relativa
		Paíño gris	*Garrodia nereis*	2	1	1	1	0	0,42
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae B3	Cormorán cuello negro	*Leucocarbo magallanicus (=Phalacocorax magallanicus)*	2	1	2	1	2	0,67
		Cormorán imperial	*Leucocarbo atriceps(=Phalacrocorax atriceps)*	3	1	2	0	2	0,67
Charadriformes	Chionididae NB	Paloma antártica	*Chionis alba*	2	1	1	0	0	0,33
	Stercorariidae NB	Escúa común	*Stercorarius chilensis (Catharacta chilensis)*	2	3	1	1	2	0,75
		Escúa parda	*Stercorarius antarcticus (Catharacta antarctica)*	2	2	1	1	2	0,67
		Salteador chico	*Stercorarius parasiticus*	2	1	1	1	0	0,42
		Salteador coludo	*Stercorarius longicaudus*	1	1	1	1	0	0,33
	Laridae NB	Gaviota capucho café	*Chroicocephalus maculipennis*	2	1	1	1	0	0,42
		Gaviota gris	*Leucophaeus scoresbii*	2	3	1	1	2	0,75
		Gaviota cangrejera e	*Larus atlanticus*	2	2	1	1	0	0,50
		Gaviota cocinera	*Larus dominicanus*	2	1	1	1	2	0,58
		Gaviotín ártico	*Sterna paradisaea*	2	1	1	1	0	0,42
		Gaviotín sudamericano	*Sterna hirundinacea*	3	1	1	1	2	0,67
		Gaviotín antártico	*Sterna vittata*	2	1	1	1	0	0,42

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 31 de 130

Buceadores de profundidad (B1). 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. Pichigreu 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.

La sensibilidad en la zona de estudio para las 7 especies de pingüinos quedo 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 patagónico y el de penacho amarillo fueron las especies identificadas como de alta sensibilidad, siendo los más abundantes del área. Además, el penacho amarillo se encuentra amenazado.

Estas dos especies presentan colonias próximas a la zona de estudio (entre 80 – 150 km). Existen colonias sobre el Canal de Beagle y en la Isla de Los Estados (Gobierno de Tierra del Fuego 2009), a poco más de 100 km del extremo sur del área planificada de prospección. Juveniles de pingüino rey provenientes de Islas Malvinas pueden estar presentes durante los meses de verano (Putz et al 2014). El pingüino patagónico es la especie más migradora de su género (Garcia-Borboroglu and Boersma 2013). El área 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 (B2). 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.

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 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 (B3). 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.

El grupo está representado con el cormorán de cuello negro (*Leucocarbo magallanicus)* y el cormorán imperial (*Leucocarbo atriceps)* presentes en el área de estudio. Estas especies no se encuentran en ninguna categoría de amenaza y tampoco están protegidas por tratados internacionales, por lo que pueden considerar 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 Procellariformes de mediano a gran tamaño y Charadriformes. Ha sido clasificado en líneas generales como de moderada sensibilidad. Se caracterizan por ser predadores zambullidores superficiales que se alimentan la superficie (0-1 m), o 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.

Compuesto por la mayoría de las especies registradas en el área de estudio con especies de Procellariformes de las familias Diomedeidae (albatros), Procellaridae (petreles), Hydrobatidae (paiños) y Characiformes de las Familias Laridae (gaviotines) y Stercoraridae (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.

El Petrel gigante del norte, la gaviota gris y el skua común fueron las únicas especies clasificadas como de sensibilidad alta. Todas frecuentes en la zona de estudio, se encuentran con problemas de conservación a nivel local y presentan sitios de nidificación próximos a la zona de estudio.

Los estudios más recientes sugieren evitación, pero esa puede ser dependiente de la respuesta de sus presas. Las especies del orden Procellariformes son además susceptibles a colisión producto de la atracción lumínica, 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).

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 estudio 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 detalle en Capítulo 5 - LBA).

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 33 de 130

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 de este proyecto. 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 lugar.

Tabla 11. 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. [6]

Nombre común	Nombre científico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pingüino patagónico	*Spheniscus magellanicus*												
Pingüino macaroni	*Eudyptes chrysolophus*												
Pingüino penacho amarillo	*Eudyptes chrysocome*												
Albatros real del sur	*Diomedea epomophora*												
Albatros real del norte	*Diomedea sanfordi*												
Albatros errante	*Diomedea exulans*												
Albatros ceja negra	*Thalassarche melanophris*												
Albatros cabeza gris	*Thalassarche chrysostoma*												
Albatros de Salvin	*Thalasarche salvini*												
Petrel gigante del sur	*Macronectes giganteus*												
Petrel gigante del norte	*Macronectes halli*												
Petrel plateado	*Fulmarus glacialoides*												
Petrel damero	*Daption capense*												
Petrel barba blanca	*Procellaria aequinoctialis*												
Petrel negro	*Procellaria westlandica*												
Pardela oscura	*Ardenna grisea*												
Pardela cabeza negra	*Ardenna gravis*												
Yunco común	*Pelecanoides urinatrix*												
Paíño común	*Oceanites oceanicus*												
Cormorán imperial	*Phalacrocorax atriceps (Leucocarbo atriceps)*												
Escúa común	*Stercorarius chilensis (Catharacta chilensis)*												
Gaviota gris	*Leucophaeus scoresbii*												
Gaviotín sudamericano	*Sterna hirundinacea*												

[6] El albatros oscuro y el albatros pico fino del Atlántico no fueron incluidos por no contar con datos suficientes.

De este modo, de acuerdo con la bibliografía relevada, el área 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 la zona de estudio no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras cercanas (aunque fuera de la zona de influencia del proyecto), por lo que la zona de operación se considera de alta sensibilidad en general para las aves.

2.3.5 Mamíferos Marinos

Para el área de estudio se contabilizaron 39 especies potencialmente presentes para la AID, con ocurrencias confirmadas para 10 de ellas. Para los Pinnipedos (Carnivora) se han registrado cuatros especies: el lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus australis*), el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*), el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) y el elefante marino del sur (*Mirounga leonina)*. En cuanto a los Cetáceos (Cetartiodactyla), hay ocurrencias registradas para tres especies de ballenas: la ballena franca (*Eubalaena australis*), la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y la ballena fin (*Balaenoptera physalus*), dos especies de delfines: el calderón o delfín piloto (*Globicephala melas*) y el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus),* y el cachalote (*Physeter macrocephalus)*.

Cuatro de las especies de presencia confirmada en el área de estudio 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. El delfín nariz de botella es vulnerable para Argentina, pero no está amenazado a nivel global. 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).

El estado de conocimiento sobre los efectos del sonido antropogénico en mamíferos marinos, particularmente los de prospección sísmica, ha sido resumido por Southerall et al 2019, los lineamientos de la NMFS (2018), los de la CMS (Prideaux 2016), las revisiones de Finneran (2015), Southerall et al 2007, y Erbe et 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 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 Finnegan (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 ingles del trabajo de Southall et al (2019) pero para carnívoros se han mantenido las de NMFS (2018). La Tabla 6 presenta los grupos auditivos con sus rangos generalizados de audición y las especies o taxones correspondientes que están presentes en el área de estudio.

Tabla 12. 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 la zona de estudio.

Código	Grupo	Rango auditivo generalizado	Taxones presentes miembros del grupo
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	7 Hz a 35 kHz	Famila 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, Sheperd, Cuvier, nariz de botella austral) Familia Physeteridae (cachalote) Familia Delphinidae (orca)
			Familia Delphinidae (delfin común, de Arnoux, de Risso, de Fraser, de Layard, de Sheperd, de Cuvier, 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 *Cephalorhynchus* (tonina overa) y dos especies de *Lagenorhynchus* (delfín austral y delfín cruzado)
PW	Carnivoros Focidos	50 Hz a 86 kHz	Familia Phocidae (foca leopardo, de Weddell, cangrejera, elefante marino del sur)
			Familia Phocidae (foca de Ross)
PO	Pinnipedos Otaridos y otros carnivoros)	60 Hz a 39 kHz	Familia Otariidae (lobo marino de un pelo, de dos pelos, de dos pelos subantártico, lobo fino antartico, lobo marino de un pelo).

A continuación, se analiza la sensibilidad de las especies de mamíferos presentes en el área de estudio teniendo en cuenta para la valoración su presencia en la zona de estudio, el valor de conservación, la superposición auditiva con el rango principal de frecuencia de proyectos sísmicos, la reproducción en la zona del proyecto y el registro de varamiento en la zona.

Tabla 13. Análisis de Criterios para el análisis de sensibilidad de las especies de mamíferos presentes.

Nombre científico	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación[7]	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Reproducción	Varamientos
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos	3	LC	PO	colonia reproductiva	No
Arctocephalus gazella	Lobo fino antártico	1	LC	PO	No se reproduce en la zona	No
Arctocephalus tropicalis	Lobo marino de dos pelos subantártico	1	LC	PO	No se reproduce en la zona	No
Otaria flavescens	Lobo marino de un pelo	2	LC	PO	colonia reproductiva	No
Hydrurga leptonyx	Foca leopardo	1	LC	PW	No se reproduce en la zona	Si
Leptonychotes weddellii	Foca de Weddell	1	LC	PW	No se reproduce en la zona	No
Lobodon carcinophaga	Foca cangrejera	1	LC	PW	No se reproduce en la zona	Si
Mirounga leonina	Elefante marino del sur	2	LC	PW	No se reproduce en la zona	No
Ommatophoca rossii	Foca de Ross	1	LC	PW	No se reproduce en la zona	No
Eubalaena australis	Ballena franca austral	2	LC	LF	Registros de cría en la zona	Si
Balaenoptera acutorostrata	Ballena minke enana	1	DD / LC	LF	No se reproduce en la zona	No
Balaenoptera bonaerensis	Ballena Minke Antártica	2	DD / NT	LF	No se reproduce en la zona	No
Balaenoptera borealis	Ballena Sei	2	EN	LF	No se reproduce en la zona	Si
Balaenoptera musculus	Ballena azul	1	EN	LF	No se reproduce en la zona	Si
Balaenoptera physalus	Ballena fin	1	EN / VU	LF	No se reproduce en la zona	No
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	2	LC	LF	No se reproduce en la zona	No
Caperea marginata	Ballena franca pigmea	1	DD / LC	LF	No se reproduce en la zona	Si
Cephalorhynchus commersonii	Tonina overa	3	LC	VHF	sin datos sobre reproducción	No
Delphinus delphis	Delfín común	2	LC	HF	sin datos sobre reproducción	Si
Globicephala melas	Delfín piloto	1	LC	HF	sin datos sobre reproducción	Si
Grampus griseus	Delfín de Risso	1	LC	HF	sin datos sobre reproducción	No
Lagenorhynchus australis	Delfín austral	3	LC	VHF	sin datos sobre reproducción	Si
Lagenorhynchus cruciger	Delfín cruzado	1	DD / LC	VHF	sin datos sobre reproducción	No
Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	2	LC	HF	sin datos sobre reproducción	Si
Lissodelphis peronii	Delfín liso austral	1	DD / LC	HF	sin datos sobre reproducción	No
Orcinus orca	Orca	2	LC / DD	HF	sin datos sobre reproducción	si
Pseudorca crassidens	Falsa Orca	1	DD / NT	HF	sin datos sobre reproducción	No
Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	2	VU / LC	HF	sin datos sobre reproducción	Si
Phocoena dioptrica	Marsopa de anteojos	1	LC	VHF	sin datos sobre reproducción	Si
Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	1	DD /NT	VHF	sin datos sobre reproducción	Si
Berardius arnuxii	Zifio de Arnoux	1	DD	HF	sin datos sobre reproducción	No
Hyperoodon planifrons	Zifio nariz de botella austral	1	DD / LC	HF	sin datos sobre reproducción	No
Mesoplodon bowdoini	Zifio de Andrew	1	DD	HF	sin datos sobre reproducción	No
Mesoplodon grayi	Zifio de Gray	1	DD	HF	sin datos sobre reproducción	No
Mesoplodon hectori	Zifio de Héctor	1	DD	HF	sin datos sobre reproducción	No
Mesoplodon layardii	Zifio de Layard	1	DD	HF	sin datos sobre reproducción	No
Tasmacetus shepherdi	Zifio de Shepherd	1	DD	HF	sin datos sobre reproducción	No

[7] 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

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

Página 37 de 130

Nombre científico	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación[7]	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Reproducción	Varamientos
Ziphius cavirostris	Zifio de Cuvier	1	DD / LC	HF	sin datos sobre reproducción	Si
Physeter macrocephalus	Cachalote	1	VU	HF	No se reproduce en la zona	No

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Tabla 14. Valoración de criterios utilizados para determinar la sensibilidad potencial.

Criterio	Score
Sensibilidad auditiva	
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	1
Con superposición	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
Registro de Varamientos[8]	
No	0
Si	1

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

[8] Los varamientos complementan la información de presencias, y también permite identificar especies que pueden quedar varadas por causas naturales, ya que es una zona de frente de mareas.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 39 de 130

Tabla 15. Valoración de Criterios

Nombre científico	Nombre común	Presencia	Valor de Conservación	Superposición con Rango Principal de Frecuencias del Proyecto	Reproducción	Varamientos	Suma Relativa
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos	3	1	3	2	0	0,75
Arctocephalus gazella	Lobo fino antártico	1	1	3	0	0	0,42
Arctocephalus tropicalis	Lobo marino de dos pelos subantártico	1	1	3	0	0	0,42
Otaria flavescens	Lobo marino de un pelo	2	1	3	2	0	0,67
Hydrurga leptonyx	Foca leopardo	1	1	3	0	1	0,50
Leptonychotes weddellii	Foca de Weddell	1	1	3	0	0	0,42
Lobodon carcinophaga	Foca cangrejera	1	1	3	0	1	0,50
Mirounga leonina	Elefante marino del sur	2	1	3	0	0	0,50
Ommatophoca rossii	Foca de Ross	1	1	3	0	0	0,42
Eubalaena australis	Ballena franca austral	2	3	3	1	1	0,83
Balaenoptera acutorostrata	Ballena minke enana	1	1	3	0	0	0,42
Balaenoptera bonaerensis	Ballena Minke Antártica	2	2	3	0	0	0,58
Balaenoptera borealis	Ballena Sei	2	3	3	0	1	0,75
Balaenoptera musculus	Ballena azul	1	3	3	0	1	0,67
Balaenoptera physalus	Ballena fin	1	3	3	0	0	0,58
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	2	1	3	0	0	0,50
Caperea marginata	Ballena franca pigmea	1	1	3	0	1	0,50
Cephalorhynchus commersonii	Tonina overa	3	1	1	2	0	0,58
Delphinus delphis	Delfín común	2	1	1	2	1	0,58
Globicephala melas	Delfín piloto	1	1	1	2	1	0,50
Grampus griseus	Delfín de Risso	1	1	1	2	0	0,42
Lagenorhynchus australis	Delfín austral	3	1	1	2	1	0,67
Lagenorhynchus cruciger	Delfín cruzado	1	1	1	2	0	0,42
Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	2	1	1	2	1	0,58
Lissodelphis peronii	Delfín liso austral	1	1	1	2	0	0,42
Orcinus orca	Orca	2	1	1	2	1	0,58
Pseudorca crassidens	Falsa Orca	1	2	1	2	0	0,50
Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	2	2	1	2	1	0,67
Phocoena dioptrica	Marsopa de anteojos	1	1	1	2	1	0,50
Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	1	2	1	2	1	0,58
Berardius arnuxii	Zifio de Arnoux	1	1	1	2	0	0,42
Hyperoodon planifrons	Zifio nariz de botella austral	1	1	1	2	0	0,42
Mesoplodon bowdoini	Zifio de Andrew	1	1	1	2	0	0,42
Mesoplodon grayi	Zifio de Gray	1	1	1	2	0	0,42
Mesoplodon hectori	Zifio de Héctor	1	1	1	2	0	0,42
Mesoplodon layardii	Zifio de Layard	1	1	1	2	0	0,42
Tasmacetus shepherdi	Zifio de Shepherd	1	1	1	2	0	0,42
Ziphius cavirostris	Zifio de Cuvier	1	1	1	2	1	0,50
Physeter macrocephalus	Cachalote	1	2	1	0	0	0,33

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 la zona de estudio y es considerada patrimonio mundial. Este sector parece ser un área de cría secundaria para la ballena franca austral y se desconoce si lo es para otras especies. 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 la zona 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 Ziphidae (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 la zona de estudio, son muy pocas las abundantes en la zona.

La mitad de las especies probables se encuentra listada en alguno de los apéndices de la Convención de Especies Migradoras (CMS) pero solo 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 (Castellon 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 estudio, es que se consideró la posibilidad que la misma sea zona 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 Delfinidae 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 mejor 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 la zona 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.

- **Pinnipedos 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 Otaridae (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 Lobo marino de dos pelos es considerado el único integrante de este grupo con elevada sensibilidad, ya que es la especie más frecuente en la zona y existen 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 prospección. 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 registras satelitales que muestran ocurrencias dentro del área de estudio.

Tabla 16. 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 (datos sesgados ya que la mayoría de las observaciones realizadas corresponden a primavera-verano).

Nombre cientifico	Nombre común	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Arctocephalus australis	Lobo marino de dos pelos												
Eubalaena australis	Ballena franca austral												
Balaenoptera borealis	Ballena Sei												
Balaenoptera musculus	Ballena azul												
Balaenoptera physalus	Ballena fin												
Cephalorhynchus commersonii	Tonina overa												
Lagenorhynchus australis	Delfín austral												
Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella												
Physeter macrocephalus	Cachalote												

De acuerdo con la bibliografía relevada, el área del proyecto tendría una función predominante como área de alimentación, aunque constituye una zona de cría secundaria para la ballena franca (especie declarada patrimonio mundial) y para muchas especies no existen datos sobre si la misma constituye o no una zona de reproducción. 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.

2.3.6 Áreas Protegidas

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 tanto han sido consideradas como de alta sensibilidad.

La Argentina cuenta con 61 áreas protegidas costero marinas (APCM), entre las que se encuentran parques nacionales, reservas provinciales y municipales, reservas de biósfera (MaB) y sitios Ramsar. Los instrumentos jurídicos de creación de dichas áreas son también diversos: ordenanzas municipales, disposiciones, resoluciones, decretos y leyes provinciales, leyes nacionales y, en el caso de Tierra del Fuego, la Constitución provincial. Las APCM están inscriptas en el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP).

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Si bien dentro de la zona de estudio no queda comprendida ningún área natural protegida (ANP), en las inmediaciones existen varias. La mayoría se encuentran distantes del área de prospección sísmica, siendo la más cercana la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego, la que se ubica a 35 km de distancia del área operativa y de influencia directa del proyecto. Hacia el norte, se destaca la Reserva Natural Provincial Cabo Vírgenes, localizada a 68 km. 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.

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 más de 200 km del área de estudio), y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, en el Atlántico Sur (localizada a más de 200 km del área de estudio).

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 definidas las futuras áreas marinas a proteger, siendo las más cercanas al proyecto el Talud Austral (TA) a 88 km del área de operación y el Frente de Patagonia Austral (FPA) a 100 km del área de operación.

Por otro lado, mediante la Ordenanza Nº 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 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 estudio limita con la Zona de Protección Especial 11 “Bahía San Sebastián - Río Grande” y se encuentra cercana a la Zona de Protección Especial 10 “Cabo Vírgenes” (a 80 km).

Además de estas zonas legalmente resguardas, 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 la Aves (AICAS) (Di Giacomo, et al., 2007). Ninguna de las AICAs actualmente definidas quedan comprendidas en el área de estudio. No obstante, en las inmediaciones se han identificado 3 AICAs: la Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego y zonas adyacentes emplazada a 30 km de distancia del área de operación, Península Mitre a 50 km de distancia del área de operación y la Isla de los Estados a 100 km.

Considerando que se presentan situaciones particulares que requieren tratamiento especial, Dellacasa et al., (2018) delimitaron 55 AICAS Marinas en Argentina a partir de contemplar las diferentes actividades y etapas de vida de las aves en el mar (por ejemplo, reproducción, alimentación, mantenimiento y migración). Resulta importante mencionar que estas áreas son a la fecha “sitios candidatos”, resta la confirmación por parte de BirdLife International sobre los mismos.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Las áreas costeras candidatas más cercanas al proyecto se localizan en la Isla de los Estados a más de 100 km del área de operación. En relación a las áreas pelágicas, se destaca por su coincidencia parcial con la zona del proyecto, la denominada Aguas al Este de Tierra del Fuego, zona de gran 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.

En resumen, la zona de operación y de influencia directa no afecta de manera directa ningún área protegida declara o propuesta. No obstante, se encuentra cercana a la Reserva Costa Atlántica Tierra del Fuego, la cual fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la RHRAP, Humedal de Importancia Internacional por la Convención RAMSAR, AICA y ZPE, abarcando esta última las aguas costeras linderas a la zona del proyecto. Por otro lado, la zona de estudio coincide parcialmente con el AICA candidata 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.

2.3.7 Actividad Hidrocarburífera

Linderos al área de prospección 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.

Ubicado al oeste del área de prospección, el bloque CAU correspondiente al yacimiento Vega Pleyade cuenta con un pozo de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Ple-9(h)) localizado a una distancia de más de 11 km del área de adquisición de datos sísmicos. 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, el bloque CAU ubicado al norte del área AUS 105 cuenta también con un pozo de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Car.1-4(h)) ubicado a más de 33 km de distancia del área de adquisición de datos sísmicos. 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 del área entre el área de prospección y los pozos productivos más cercanos, es que se considera que la sensibilidad de los mismos frente al proyecto es baja. No obstante, el área de prospección se superpone parcialmente con el Bloque TASI. Si bien la información consultada indica que no sería productivo, la limitación de actividades en el mismo durante las tareas de prospección sísmica determina que el mismo sea clasificado como de moderada sensibilidad.

2.3.8 Infraestructura

Considera la afectación de instalaciones localizadas costa afuera que podrían verse comprometidas por el accionar de los buques sísmicos.

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 la zona en 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, a 50 km aproximadamente del área de estudio, 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 alrededor de la zona de estudio se pueden identificar: acueductos, gasoductos, oleoductos, poliductos, entre otros. Los mismos se hallan hacia el noroeste y oeste del área de estudio. Sólo se divisa un ducto sobre el extremo noroeste del Área Operativa y de Influencia Directa, no obstante, se encuentra fuera del límite del polígono del Área de Adquisición de Datos Sísmicos. 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 Gobierno de Energía.

Si bien el tramo del ducto mencionado se encuentra a una distancia menor a 8 km del polígono del Área de Adquisición de Datos Sísmicos, las maniobras de giro se desarrollarán en sentido contrario (hacia el este), con lo cual no habría superposición con la ruta de las maniobras en cuestión, no siendo considerado como sensible.

Finalmente se ha analizado la ubicación de aquellos Pozos de hidrocarburos que se encuentran dentro del área de estudio, observándose 5. Todos los pozos identificados corresponden a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A. y se encuentran en estado de "abandono".

De estos, dos se encuentran dentro del Área de Adquisición de Datos Sísmicos (TA.CMA-9.Fen.x-1 y TA.CMA-1.Ind.x-1). Otro pozo (TA.CMA-1.Sir.x-1) se halla a solo 1,4 km de distancia del área de adquisición. No obstante no se interpondría con el sector donde el buque deberá realizar las maniobras de giro. A aproximadamente 3 km del polígono del Área de Adquisición de Datos Sísmicos, se ubica el Pozo TA.CMA-9.Fen.e-2, a una distancia donde coincidirá con el sentido de las maniobras de giro del buque. Finalmente, 14 km hacia norte del área de adquisición se ubica el Pozo TA.CMA-1.Car.e-9.

De este modo, si bien algunos de los pozos coinciden con la zona de operación, dado que el estado de los mismos es de "abandono", se los considera de baja sensibilidad.

2.3.9 Navegación

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

La navegación en el área de adquisición sísmica puede ser fundamentalmente de dos tipos. Por un lado de buques pesqueros. No obstante, existe una baja interacción con la zona del proyecto, y solamente en el sector noreste, sobre la salida del Estrecho de Magallanes en verano y otoño.

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 presume que las operaciones incluyen movimientos de buques para transporte de personal y eventualmente materiales para mantenimiento. Estas actividades se llevarán a cabo durante todo el período de duración de la prospección sísmica.

Por esta razón se considera un factor con sensibilidad intermedia en relación al proyecto.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

2.4 CONCLUSIONES

El análisis de sensibilidad realizado estuvo focalizado en el área de estudio definida para el presente trabajo en el Capítulo 5 (ver ítem - Definición de Áreas de Influencia). Dicha zona ha sido establecida como el sector donde se registrarán pulsos sonoros en los períodos relacionados a la captura de datos sísmicos (150 días), así como la circulación de las embarcaciones encargadas de esta registración.

Al respecto, se han analizado las especies y actividades registradas dentro de este polígono. Del análisis no se han identificado para esta área sectores que difieran significativamente de otros en cuanto a su sensibilidad espacial para las diferentes especies y temporadas analizadas. Por esta razón es que un mapeo resulta poco representativo de la sensibilidad del área de estudio.

No obstante esto, resulta si sumamente valioso el análisis de la sensibilidad de las especies presentes en esta área, información que fue tomada como insumo para la evaluación de impactos que se desarrolla en los puntos subsiguientes del presente capítulo.

Es importante destacar la existencia de áreas localizadas en las inmediaciones de la zona de estudio que presentan asociadas una elevada sensibilidad y las cuales si fueron incluidas en un mapa de zonas sensibles o críticas.

Se destaca por su cercanía a la zona del proyecto, la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego, sitio de invernada de gran importancia internacional para limícolas del neártico. Esta reserva fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la RHRAP en 1991. Así mismo, fue identificado como un Área de Aves Endémicas por el ICBP (BirdLife International). En estas costas, se observan numerosas especies de aves marinas y costeras. Varias de las especies de mamíferos identificados en la zona 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 PNA. Resulta importante mencionar que no se esperan impactos directos sobre la costa según los resultados de los modelos acústicos que se presentan en el Capítulo 6.

Por otro lado, se destacan las áreas marinas protegidas (propuestas) siendo las más cercanas al proyecto son el Talud Austral (TA) a 88 km del área de operación y el Frente de Patagonia Austral (FPA) a 100 km del área de operación.

Hacia el norte, a 80 km de la zona de prospección se destaca el Cabo Vírgenes. Este sector incluye una de las mayores colonias del pingüino patagónico. También incluye colonias reproductivas de otras aves marinas como la gaviota cocinera y el cormorán cuello negro, además de existir presencia de otras aves marinas. Se ha registrado también la presencia de diversos mamíferos.

Hacia el sur del área de implantación del proyecto se encuentra la Península Mitre (80 km aproximadamente), la que se destaca por la abundancia de aves marinas (principalmente pingüinos y cormoranes) y de mamíferos, como los lobos marinos.

A 110 km del área de operación, la Isla de los Estados se destaca por ser un sitio donde las aves marinas y costeras nidifican. Entre las especies de aves nidificantes se destacan el pingüino penacho amarillo, pingüino patagónico y los cormoranes. Además, la isla cuenta con la presencia de muchas otras especies de aves y en ella se observan apostaderos reproductivos del lobo marino de dos pelos y lobo marino de un pelo.

Resulta importante mencionar que las aguas al Este de Tierra del Fuego, es un sitio que se destaca como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados. Resulta importante mencionar que estas áreas son a la fecha “sitios candidatos”, resta la confirmación por parte de BirdLife International sobre los mismos.

Tanto en las costas de Tierra del Fuego, como en las numerosas islas ubicadas en el Canal Beagle, se desarrolla abundante fauna de aves marinas (principalmente pingüinos y cormoranes), y mamíferos (con presencia de colonias de lobos marinos). En particular en las inmediaciones de la localidad de Ushuaia, en el Parque Nacional Tierra del Fuego y zonas adyacentes, se observan numerosas colonias de aves marinas y se observa la presencia del lobo marino de un pelo y dos pelos.

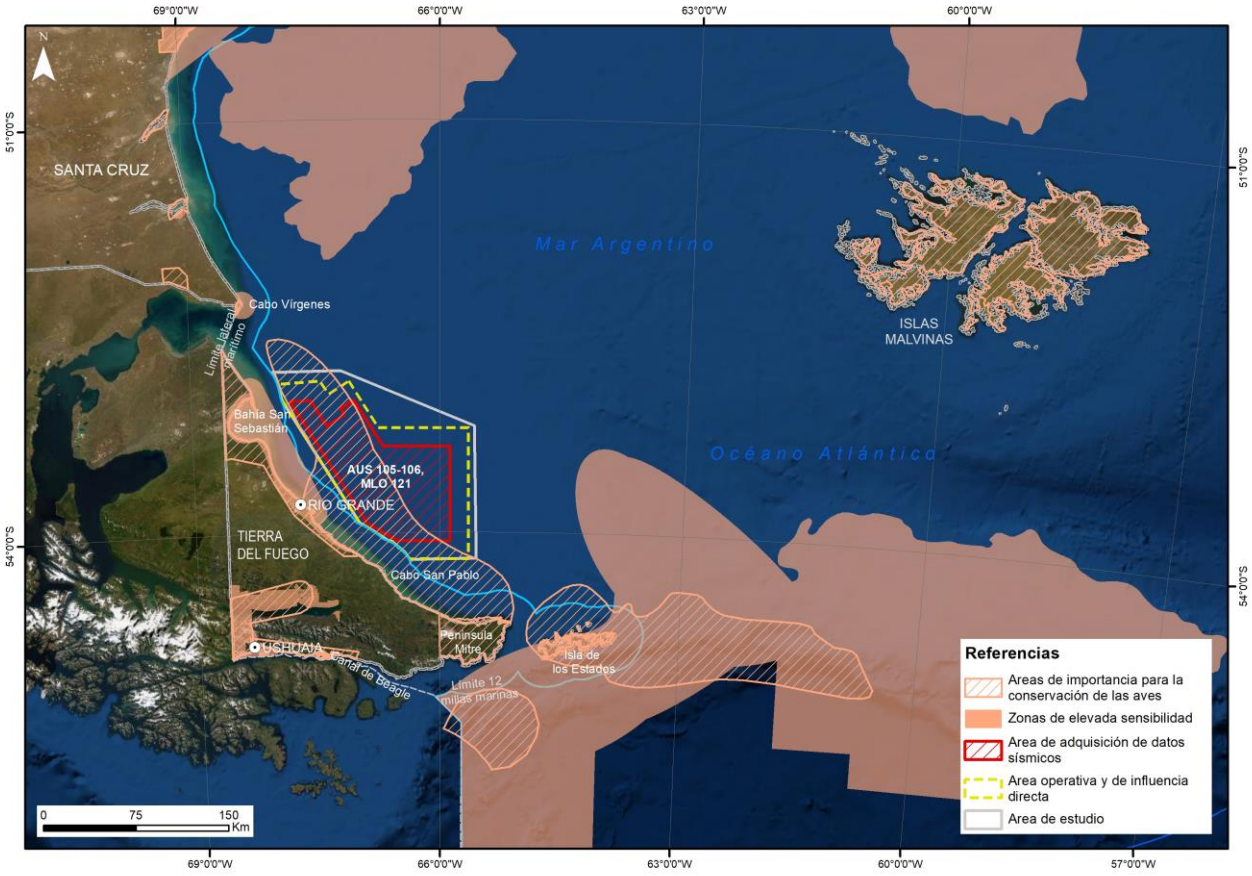


Figura 1. Mapa de ubicación del FPA y del TA. Fuente: elaboración propia.

De este modo, la zona de estudio representa un área que presenta circulación de muchas especies, algunas de las cuales han sido identificadas como de elevada sensibilidad.

En particular, surge del análisis desarrollado como parte del presente punto, que el área de estudio presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año en relación a los invertebrados bentónicos. En el caso de zooplancton se observa también una sensibilidad intermedia pero solo durante la primavera y verano, siendo baja el resto del año.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 48 de 130

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 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.

Se considera además que la actividad sísmica tendrá una muy baja interferencia sobre las pesquerías más relevantes que se desarrollan en la región austral las cuales poseen una considerable extensión territorial. La zona de proyecto, en ese sentido puede considerar además marginal por los volúmenes de captura que se extraen en ella. En todo caso, la menor interferencia con las pesquerías se produce a partir de comienzos de primavera y hasta inicios del verano, pero la mayoría de las especies tiene su pico reproductivo hacia fines del invierno e inicios de primavera. En el caso de la centolla, sería recomendable evitar las prospecciones durante la época de reproducción (fin de primavera-verano) de esta especie.

Para las aves, el área del proyecto es muy importante durante todo el año, aunque el mayor número de especies se observa durante los meses de primavera y verano. Si bien la zona de estudio no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras próximas (aunque fuera de la zona de influencia del proyecto), por lo que la zona de operación se considera de media-alta (dependiendo de las especies) sensibilidad para las aves. Como fuera mencionado, las aguas al Este de Tierra del Fuego se destacan como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados, por lo que han sido definidos como “sitios candidatos” a ser considerados AICA.

Para el caso de los mamíferos, el área del proyecto tendría una función predominante como área de alimentación, aunque constituye una zona de cría secundaria para la ballena franca (especie declarada patrimonio mundial) y para muchas especies no existen datos sobre si la misma constituye o no una zona de reproducción. 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.

Desde el punto de vista antrópico, el área presenta una sensibilidad en general baja, salvo por las actividades hidrocarburíferas que se realizan linderas a la zona de prospección, cuya logística podría verse eventualmente modificada durante las tareas de prospección sísmica, lo que determina que el mismo sea clasificado como de moderada sensibilidad.

3. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES O ACCIONES DEL PROYECTO

Los impactos por analizar corresponden a aquellos relacionados con los aspectos de mayor significación del proyecto en estudio y su potencial incidencia sobre los factores ambientales identificados como de mayor sensibilidad.

En este sentido, los aspectos ambientales a ser considerados en la evaluación se relacionan con las actividades permanentes ordinarias realizadas en los buques, la acción de generación de pulsos sonoros (emisiones de aire comprimido), el movimiento de los buques y la gestión de sustancias especiales, residuos y combustibles en las embarcaciones.

A continuación, se presentan las actividades o acciones del proyecto susceptibles de generar efectos sobre los factores ambientales del área de influencia.

- **Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo:** involucra todas las tareas asociadas al funcionamiento de los barcos y su mantenimiento.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

- **Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo:** abarca la navegación de los barcos en la zona de operaciones y desde / hacia el puerto de apoyo en Puerto Deseado.

- **Ejecución de las tareas de prospección sísmica:** refiere a la registración sísmica en la zona de adquisición de datos sísmicos.

- **Contingencias:** el desarrollo del proyecto puede presentar contingencias asociadas a incendios, derrames, colisiones, etc.

- **Demanda de mano de obra y de bienes y servicios:** el desarrollo del proyecto requiere mano de obra calificada principalmente, aunque también incluye servicios básicos en cuanto a la operativa de navegación.

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Los factores ambientales considerados por su potencial interacción con las acciones planificadas son: la fauna marina (mamíferos marinos, peces, aves, etc.), las actividades de pesquería realizadas en la zona (evaluando las afectaciones producidas sobre las especies de interés pesquero, así como también sobre el desplazamiento de las flotas pesqueras), las áreas protegidas y el funcionamiento de las infraestructuras cercanas.

Sobre la base del diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto se han identificado los siguientes factores ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto bajo análisis.

Medio Natural: conjunto de elementos, patrones y procesos que determinan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y las funciones o servicios ambientales que ellos proveen a la humanidad a una escala local, regional o global.

- **Medio Físico**

  - **Agua:** aspectos relativos a la calidad del agua, incluyendo las características físicas, químicas y biológicas que definen su aptitud de uso, o como hábitat de la biota acuática.

  - **Aire:** aspectos relativos a la calidad del aire y a la composición de los gases atmosféricos.

- **Medio Biótico**

  - **Fauna:** incluye la fauna acuática principalmente y los ecosistemas de los que forman parte, incluyendo su estructura y dinámica, los ciclos biológicos, la biodiversidad, productividad, estabilidad, etc. Se ha dividido este ítem en las siguientes categorías para realizar un análisis pormenorizado de las afectaciones a cada grupo faunístico: **mamíferos marinos, peces (y cefalópodos), aves, bentos y plancton.**

  - **Áreas sensibles y protegidas:** zonas protegidas o de preservación de la biodiversidad que representan reductos de especial sensibilidad en cuanto corresponden a áreas de cría, desove, alimentación o reproducción de especies de interés ecológico.

Medio Antrópico: conjunto de elementos, patrones y procesos esencialmente antrópicos, determinados por las actividades humanas en el territorio, incluyendo la infraestructura, y las actividades económicas.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

- **Actividad pesquera:** referido a las actividades de pesquerías comerciales en el área de influencia de la prospección sísmica.

- **Actividad hidrocarburífera:** referido a las actividades de explotación de hidrocarburos en el área de influencia de la adquisición de datos sísmicos.

- **Tránsito marítimo:** referido a la circulación de embarcaciones en el área de influencia de la prospección sísmica.

- **Infraestructura:** referido a la existencia, disponibilidad, estado y funcionalidad del conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones existentes en el entorno del área de proyecto.

- **Actividades económicas:** referido a la actividad económica primaria, secundaria o terciaria de importancia local, especialmente los patrones productivos, industriales, comerciales y de servicios.

5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 INTRODUCCIÓN

Existen numerosos estudios sobre sobre los efectos potenciales de las operaciones sísmica en los organismos marinos (en particular en los mamíferos marinos). Un hito en este sentido fue el "Seismic and Marine Mammals Workshop", realizado en Londres en junio de 1998, que convocó a representantes de estas compañías, contratistas geofísicos, organismos reguladores ambientales y ONGs, junto con biólogos marinos, académicos y especialistas en bio-acústica, para desarrollar un entendimiento común del impacto de las operaciones sísmicas en los mamíferos marinos.

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

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

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

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

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

La Guía más conocida es la producida por la JNCC (Joint Nature Conservation Committee), la cual desde su primera publicación en el año 1998 fue revisada cinco veces hasta el momento, siendo la publicada en agosto de 2017 la versión más reciente (JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys, 2017)[9]. Esta Guía ha sido adoptada en la práctica por numerosos países para establecer las medidas de mitigación de los impactos de estos relevamientos.

5.1.1 Influencia de la frecuencia, intensidad del sonido y umbrales de exposición

Como se describió anteriormente, las respuestas de los organismos marinos al sonido submarino se han investigado en la literatura científica durante muchos años, y como producto de estos estudios se han propuesto criterios de umbral para varias especies y grupos de especies. Los umbrales suelen considerarse en términos de una o más mediciones diferentes del nivel de sonido y para diferentes niveles de impacto potencial que van desde el daño fisiológico hasta las respuestas de comportamiento.

Existen diferentes métricas para expresar el nivel de una onda acústica, cada una de las cuales es más o menos adecuada a cada tipo de señal o tipo de efecto sobre los diferentes grupos de especies de fauna. Los sonidos suelen describirse con diversos parámetros acústicos, incluido el nivel de presión sonora (Sound Pressure Level, SPL) y el nivel de exposición acústica (Sound Exposure Level, SEL)[10]. El primero es la presión instantánea y el segundo una medida de la energía sonora recibida. A su vez, el nivel de presión sonora puede definirse como un valor máximo, de pico a pico, de cero a pico o RMS (Root Mean Square) lo cual lo complejiza aún más.

---

[9] Estas directrices fueron elaborados por la JNCC con el fin de facilitar la integración de las consideraciones planteadas en las Directivas de la Unión Europea en materia de conservación de especies y hábitats protegidos e implementadas en la legislación británica (enmiendas de 2007 y 2009 a las regulaciones de 1994 sobre Hábitats Naturales y la *Offshore Marine Conservation Regulations* de 2007, enmiendas 2009, 2010 y 2017, actualmente en vigencia http://archive.jncc.gov.uk/pdf/jncc_guidelines_seismicsurvey_aug2017.pdf

[10] El nivel de exposición acústica (SEL) es una medida de energía. Específicamente, es el nivel de dB de la integral de tiempo del cuadrado de la presión acústica instantánea normalizada a un período de 1 segundo. Es una métrica útil para evaluar la exposición acumulada, ya que permite que los sonidos de diferente duración, a veces con múltiples exposiciones, sean comparados en términos de energía total. Existen varios métodos para sumar la energía en exposiciones múltiples para generar un valor de "exposición equivalente" único. Este procedimiento de suma genera esencialmente un valor "equivalente" de exposición único que no supone recuperación de audición entre exposiciones repetidas.

Tanto el SEL como el SPL rms se calculan a través de la integral de la presión al cuadrado, por lo que están relacionados por una expresión simple que depende solamente de la duración T del pulso de energía (en segundos):

SPL RMS = SEL – 10log10(T)

SPL RMS = SEL – 10log10(T_{90}) – 0,458

Donde el factor 0,458 tiene en cuenta la ventana de tiempo T90 que contiene el 90% de la energía del pulso.

El SEL se expresa como dB re 1 μPa^2 s y su valor numérico es típicamente de 20 a 25 dB inferior a la presión cero-a-pico y de 10 a 15 dB inferior a la presión RMS para señales de una duración T entre 30-100 ms (= tiempo de integración). Para señales que duran 1 s, los valores SEL y RMS concuerdan (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2012).

En el presente caso, dada una duración del pulso inferior a los 30 ms, correspondería considerar que la diferencia entre RMS y SEL es del orden de 15 dB.

En la actualidad no existen conclusiones definitivas sobre la métrica más adecuada para expresar cada tipo de efecto sobre cada grupo de especies, y aún menos sobre los umbrales de ruido correspondientes (Redondo y Ruiz Mateo, 2017). Buena parte de la literatura disponible proporciona una mezcla de ambas medidas, aunque muchas fuentes de sonido se describen principalmente en unidades de nivel de presión. Para contemplar a estas dos medidas y tener en cuenta todas las características acústicas pertinentes que pueden afectar a los organismos marinos, a menudo se definen umbrales de doble criterio para la exposición al sonido, utilizando tanto la presión acústica como los niveles de exposición al sonido.

Los mamíferos son el grupo animal que más ha sido estudiado hasta el momento. En este grupo los ruidos de alta intensidad pueden producir daños fisiológicos sobre la audición (rotura del tímpano, daños en la cadena de huesecillos del oído medio o sobreestimulación de las células ciliadas que convierten los movimientos de fluido causados por el ruido en impulsos neurológicos que se envían al cerebro). Exposiciones menores pueden provocar pérdidas auditivas denominadas desplazamientos de umbrales (*Threshold shift*, TS), que pueden ser permanentes (PTS) o temporales (TTS) y, por lo tanto, los impactos fisiológicos se consideran generalmente a estos dos niveles:

- El desplazamiento permanente del umbral (PTS) es un aumento permanente e irreversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido. Esto se considera una lesión auditiva.

- El desplazamiento temporal del umbral (TTS) es un aumento temporal y reversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido.

En el grado de TS influyen la amplitud, duración, frecuencia y evolución temporal de la exposición al ruido. Para sonidos continuos, exposiciones de igual energía producen los mismos efectos aproximadamente. Para sonidos intermitentes, el grado de TS para una misma energía es menor que si el sonido es continuo porque se produce una cierta recuperación entre los intervalos de impulsos.

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

Estos ejemplos muestran que el rango de frecuencias utilizado por los mamíferos marinos es generalmente superior al empleado en las prospecciones sísmicas (con algunas excepciones como las ballenas grises que escuchan muy bien a bajas frecuencias < 1 kHz).

La capacidad auditiva de los mamíferos marinos, es poco eficiente para los sonidos sísmicos, como puede verse en los audiogramas siguientes, que muestran el umbral de audición en función de la frecuencia, para diferentes especies, como focas (seal), marsopas (porpoise), ballenas (whale) y peces como el bacalao (cod) y la platija americana (dab).

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

Asimismo, como las bajas frecuencias se atenúan menos en su propagación que las altas (pues rebotan en el fondo marino), la atenuación efectiva de las frecuencias que oyen los mamíferos marinos es mayor que la atenuación global promedio.

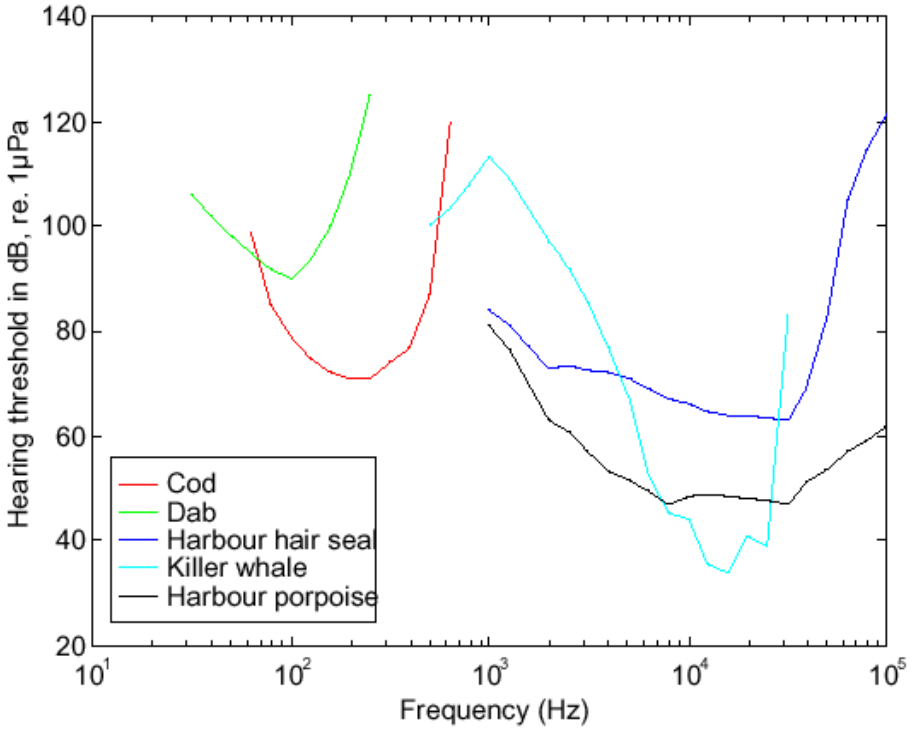


Figura 2. Audiograma típico de peces y mamíferos marinos.

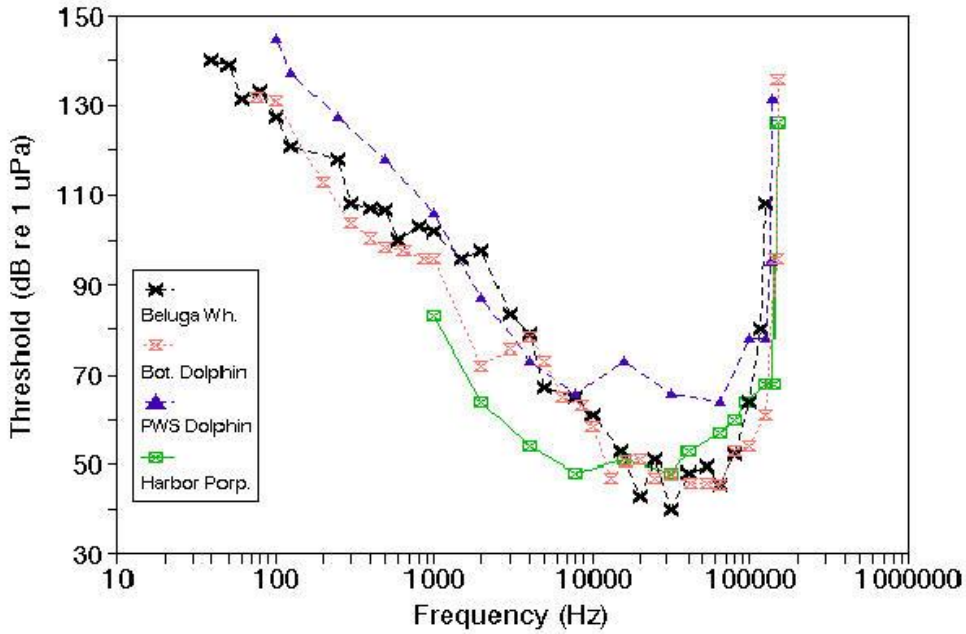


Figure 20. Underwater audiograms of selected toothed whale species showing the minimum detectable sound pressure level for tonal sounds at various frequencies. Adapted from Richardson et al. (1995) based on beluga data (averaged) of White et al. (1978), Aubrey et al. (1988), and Johnson et al. (1989); bottlenose dolphin data of Johnson (1968); Pacific white-sided dolphin data of Tremel et al. (1999); and harbour porpoise data of Andersen (1970).

Figura 3. Audiograma típico para ballenas.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 54 de 130

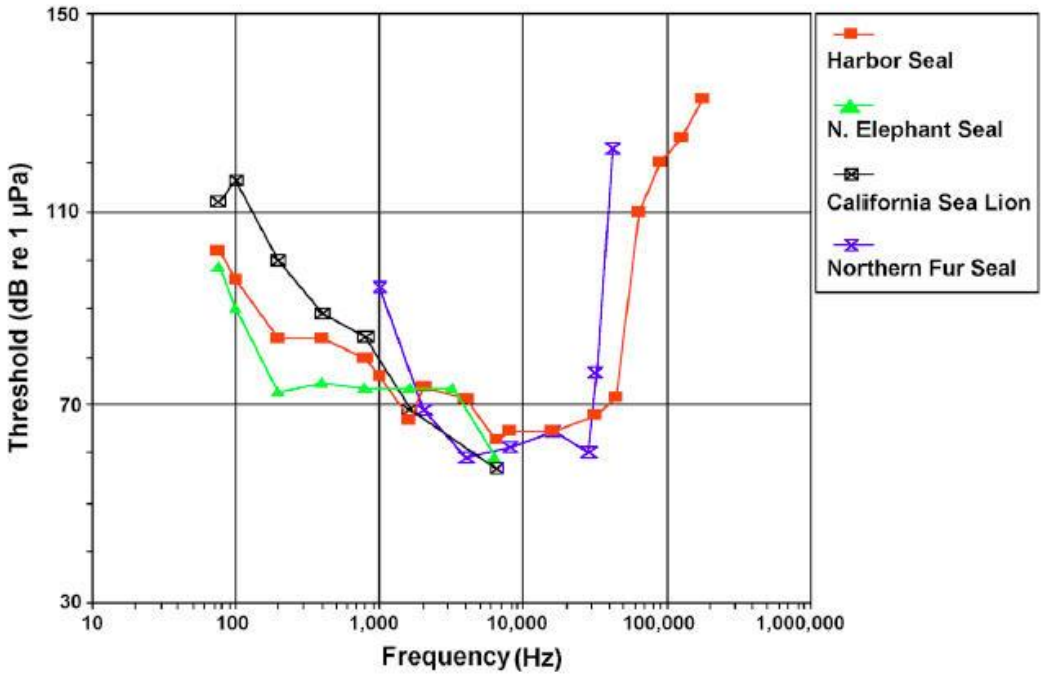


Figure 21. Underwater audiograms of selected pinniped species. Adapted from Richardson et al. (1995), based on the Northern elephant seal and California sea lion (7 year-old) data of Kastak and Schusterman (1998); averaged harbour seal data of Møhl (1968), Kastak and Schusterman (1995, 1998), and Terhune and Turnbull (1995); and Northern fur seal data of Moore and Schusterman (1987).

Figura 4. Audiograma típico para pinnípedos (focas, leones marinos).

Puede apreciarse que los rangos de audición en frecuencia para los mamíferos marinos están en general desfasados con el rango correspondiente a los pulsos sísmicos que se produce típicamente en las frecuencias bajas, principalmente por debajo de 200-250 Hz, con su energía máxima entre 10-120 Hz y con un pico máximo de energía alrededor de los 50 Hz (Richardson et al., 1995). Para el presente proyecto, el máximo de emisiones se produce entre aproximadamente 5 Hz y 80 Hz de frecuencia, mientras que para 90 Hz y a partir de los 130 Hz, se tienen al menos 6 dB por debajo del valor máximo.

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

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

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

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

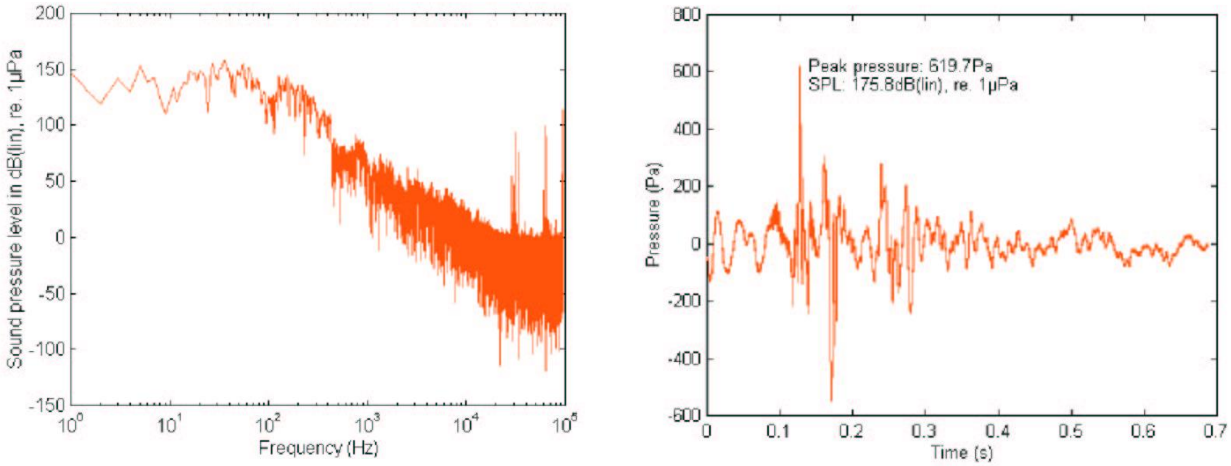
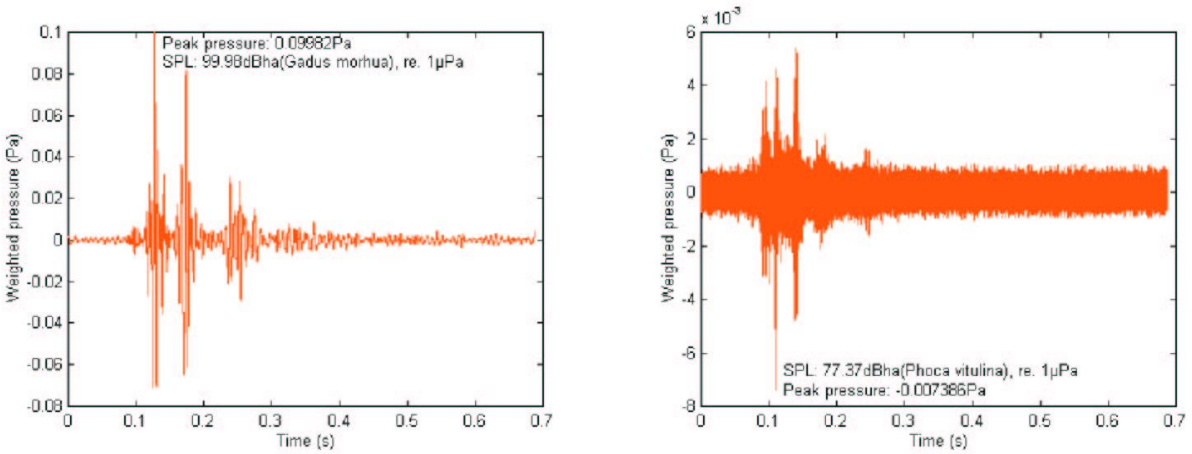


Figura 5. Diagrama de presiones de una emisión de energía de aire comprimido y diagrama temporal de presiones sonoras no pesado (lineal) (Nedwell J. et al., 1999).

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



SPL = 100 dB_{ha}(bacalao) SPL = 77 dB_{ha}(foca)

Figura 6. Secuencia típica de presiones de una emisión de energía de aire comprimido filtradas según el audiograma de dos especies diferentes (Nedwell J. et al., 1999).

Si se compara la Figura 5 (derecha) y la Figura 6, puede apreciarse el fuerte descenso que se produce en relación con el nivel de ruido sin filtrar (de 176 dB a 100 dB para el pez y a 77 dB para la foca), lo cual brinda una idea de la diferente resistencia al sonido que puede tener cada especie, y muestra la validez relativa de los valores de dB expresados en forma convencional.

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

5.2 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS MAMÍFEROS MARINOS

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

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

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

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

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

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

La Tabla 17 presenta una síntesis de los impactos potenciales de la prospección sonora sobre vertebrados marinos.

Tabla 17. Impactos potenciales de la prospección sonora sobre vertebrados marinos Fuente: modificado de Hawkins and Popper (2016).

Impactos	Efectos sobre individuos
Daño a tejidos, disrupción fisiológica	Daños a tejidos corporales por hematomas, hemorragias internas, rotura o perdida de funcionalidad.
Daños al sistema auditivo	Daño a células con pelos sensoriales, corrimientos temporales (TTS) o permanentes (PTS) de los umbrales auditivos, ruptura de órganos accesorios de la audición.
Enmascaramiento	Enmascaramiento de sonidos biológicamente relevantes, incluyendo los de individuos de la misma especie.
Cambios comportamentales	Interrupción de las actividades normales, cambios en los patrones de buceo y respiratorios, el desplazamiento y la migración desviación, cambios en el comportamiento social, cambios en los patrones de vocalización, cambios en los procesos cognitivos y los efectos ecológicos como el enmascaramiento u obstaculización de la detección acústica pasiva de presas, depredadores y conespecíficos o también amenazas antropogénicas, y obstaculización del uso de hábitat críticos o del área de acción o uso habituales o preferidas, y modificación de las rutas de migración.

5.2.1 Efectos del sonido sobre los mamíferos marinos

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

Los efectos potenciales de la prospección sísmica en los mamíferos marinos incluyen la alteración del comportamiento (alimentación, reproducción, descanso, migración), desplazamiento localizado, cambio en las vocalizaciones, enmascaramiento de los sonidos necesarios para la comunicación y la navegación, estrés fisiológico, y lesiones físicas, incluidos los daños auditivos temporales o permanentes. El alcance de los efectos varía dependiendo de las especies de mamíferos, nivel sonoro / proximidad a la fuente sísmica y actividad de preexposición (Dalen et al. 2007). Se especula que existe un vínculo entre el ruido de las prospecciones sísmicas y los varamientos de cetáceos en base a una docena de eventos registrados (Castellote y Llorens, 2016) pero no existen casos documentados con pruebas concluyentes de varamientos de mamíferos marinos directamente relacionados con estudios sísmicos.

Una breve exposición a sonidos fuerte puede provocar un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS) (Davis y et al. 1998). En los mamíferos marinos que no tienen comportamiento de evitación a la sísmica (por ejemplo, las focas), la exposición prolongada a un sonido fuerte y continuo puede causar un cambio permanente del umbral de audición (PTS), con una pérdida de audición permanente.

Los grupos auditivos se usan especialmente para indicar la susceptibilidad de pérdida de audición debido a sonidos intensos (NIHL noise-induced hearing loss). Se considera que los riesgos de impactos auditivos se asocian con sonidos dentro del rango auditivo generalizado, mientras que fuera del rango ese riesgo de impacto es improbable o muy bajo (Yost 2006, Finneran 2015, Southall et al 2019).

La Tabla 18 presenta los valores de sonidos a partir de los cuales se pueden verificar situaciones de impacto auditivo por corrimiento temporario (TTS) o permanente (PTS) de los umbrales auditivos. SPL pk es el criterio de exposición mínima para las lesiones en los mamíferos, nivel en el que se estima que una sola exposición causa el corrimiento de los umbrales auditivos, y SELcum se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples. Para fuentes móviles se usan ambas: superar cualquiera de esos niveles es condición suficiente para predecir TTS o inicio de PTS. Estos valores también se usan para estimar distancias seguras, es decir distancias de la fuente para la cual no se supera un umbral determinado (Silvie et al 2014), usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Tabla 18. Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al 2019. Para SPL (pK) se suelen usar valores no ponderados. Para SEL las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz to 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas.

Código	Grupo auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
		SPL pK [2] (no ponderado)	SELcum[1] (ponderado)	SPL pK [2] (no ponderado)	SELcum[1] (ponderado)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	219	183	213	168
HF	Cetáceos de frecuencias altas	230	185	224	170
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	202	155	196	140
PW	Carnívoros Fócidos	218	185	212	170
PO	Pinnípedos Otaridos y otros carnívoros	232	203	226	188

[1] SPL pK (L*p*,0-pk,flat) Re: 1 µPa

[2] SELcum (LE,*p*, LF,24h) Re: 1µPa^{2}s

Se puede apreciar que la categoría más exigente corresponde a los cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), si bien su rango auditivo (275 Hz a 189 kHz) se encuentra por encima de las frecuencias con mayor intensidad sonora emitidas durante los relevamientos sísmicos, que van de 5 a 90 Hz.

De acuerdo a la Modelación Acústica presentada en el Capítulo 6 cuyos resultados para el grupo de mamíferos se resumen en la Tabla 19, la condición de SPL pk más exigente que se corresponde con el umbral de pérdida auditiva temporal (TTS) de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF), se alcanza (para fondo de gravas) en un radio de unos 1.800 metros con centro en la fuente, seguida de la pérdida auditiva permanente (PTS) de los mismos mamíferos, cuyo umbral se alcanza a unos 900 metros. En el caso de fondo de arenas estos umbrales se alcanzan a casi 1.300 m para el TTS y a unos 560 metros para el PTS.

La Figura 7 muestra los niveles que se pueden alcanzar en el contorno del área de proyecto considerando la fuente en el perímetro del área de manera de representar la condición de máxima propagación al exterior del polígono y en todas las posiciones posibles en las que podría encontrarse la fuente en el perímetro al trasladarse dentro del polígono por las líneas de reconocimiento.

Tabla 19. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados para mamíferos

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p)	TL necesario	Distancia Gravas	Distancia Arenas
	(dB re 1 μPa)	(dB)	(m)	(m)
PTS - LF	219	26,3	45	35
PTS - HF	230	15,3	10	9
PTS - VHF	202	43,3	900	560
PTS - PW	218	27,3	55	50
PTS - PO	232	13,3	3	3
TTS - LF	213	32,3	120	115
TTS - HF	224	21,3	18	15
TTS - VHF	196	49,3	1.790	1.260
TTS - PW	212	33,3	180	130
TTS - PO	226	19,3	12	11
Límite convencional de afectación	190	55,3	3.040	2.510

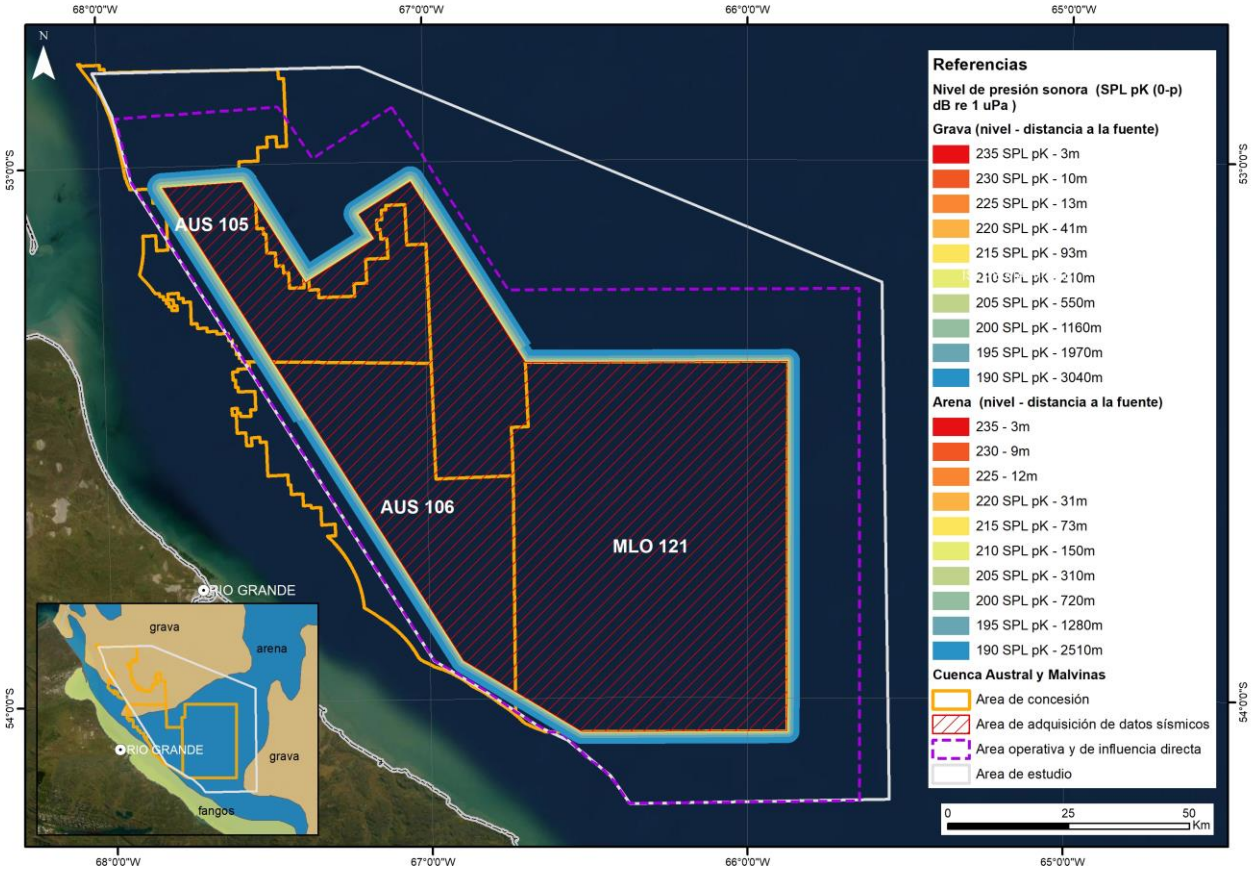


Figura 7. Mapa de isolíneas de nivel sonoro recibido (Nivel de presión sonora SPL pK (0-p) dB re 1 μPa)

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 60 de 130

Asimismo, como parte del Capítulo 6 se han evaluado las distancias a las que se alcanzan los umbrales SELcum en las áreas con fondos de grava (condición más conservativa) considerando escenarios posibles entre la trayectoria de la línea sísmica que recorre el arreglo mientras emite el sonido, y la trayectoria del animal. Para las simulaciones efectuadas sin medidas de mitigación (Tabla 22), se puede observar que para todos los grupos salvo los de rango auditivo bajo (cetáceos - LF), las distancias entre el receptor y el arreglo para las cuales se superan los umbrales de PTS son muy bajas (se indica menor a 10 metros pues es poco preciso y carece de utlidad práctica definir distancias menores al arreglo). En estos casos, la distancia más conservadora es la correspondiente al SPL (0 – p), previamente calculada. En el caso del grupo LF, las distancias iniciales en las que se supera el PTS en caso de no aplicarse medidas de mitigación se encontrarán entre 4 y 6 km del arreglo, según la posición relativa con respecto al sentido de avance del mismo. En cuanto a los umbrales de TTS, también resultan menores las distancias para SELcum que para SPL con excepción de las Cetáceos de Frecuencias Bajas (LF) que deberían encontrarse a distancias elevadas del orden de unos 16 km, y los Carnívoros Fócidos (PW) para los cuales se estimaron distancias del orden de 4 km. No obstante, en el caso del grupo LF, considerando la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes (arranque suave), es posible apreciar en la Tabla 21 que en caso que el receptor se halle por detrás de la ruta del arreglo, la distancia para no alcanzar el umbral PTS está dada por el criterio de SELcum, siendo inferior a 400 metros. En cambio, si se encontrara por delante de la dirección de avance del arreglo, y escapara rápidamente en ángulo pero con la misma dirección de avance del arreglo (manteniendo una velocidad elevada durante media hora), debería encontrarse a más de aproximadamente 600 m para no alcanzar el umbral PTS. Un ejemplar de esta especie comenzaría a sentir efectos temporarios (TTS) por acumulación del SEL a unos 15 km del arreglo.

Tabla 20. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados

				Sin medida de mitigación			
			Comportamiento del receptor >	**Escape 180º**	**Escape 90º**	**Escape 135º**	**Escape 60º**
Grupo Auditivo	**SPLpeak** dB re 1 µPa	**Distancia** Criterio SPL **(m)**	**SELcum** dB re 1 µPa^{2}s	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**
PTS - LF	219	45	183	2.900	4.100	3.800	-6.200
PTS - HF	230	10	185	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - VHF	202	900	155	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - PW	218	55	185	< 10	< 10	< 10	< 10
PTS - PO	232	3	203	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS – LF	213	120	168	11.900	13.200	12.800	-16.300
TTS – HF	224	18	170	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS – VHF	196	1790	140	< 10	< 10	< 10	< 10
TTS – PW	212	180	170	2.000	2.900	2.600	-4.100
TTS – PO	226	12	188	< 10	< 10	< 10	< 10
Limite convencional afectación	190	3040	-	-	-	-	-

Notas: Escape a 90º (perpendicular) y 180º (opuesta) respecto a la dirección de avance del arreglo con 2 m/s de velocidad.
Escape en la dirección de avance del arreglo (º0) con 4 m/s de velocidad. El arreglo sigue al cetáceo que va por delante en línea recta.
Escape a 135º alejándose del arreglo, a velocidad reducida 1 m/s

Tabla 21. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los umbrales para el grupo auditivo LF, con arranque suave

				Con arranque suave			
	Comportamiento del receptor >			Escape 180º	Escape 90º	Escape 135º	Escape 60º
Grupo Auditivo	**SPL peak** dB re 1 µPa	**Distancia** Criterio SPL **(m)**	**SELcum** **dB re 1µPa²s**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**
PTS - LF	219	45	183	< 10	350	300	-600
TTS – LF	213	120	168	7.100	9.900	9.100	-15.000

Para el grupo LF integrado por las ballenas, varios estudios han comprobado que la exposición aguda a ruidos a corta distancia genera desplazamientos espaciales, que generalmente perduran en tanto el ruido se mantenga (Southall et al 2006). Las exposiciones crónicas de larga duración y también de mayor extensión espacial, generan desplazamientos que se extienden mientras se mantiene el ruido. Este desplazamiento puede implicar la pérdida del acceso a hábitats de alimentación de alta calidad, en particular si el comportamiento de alimentación es estacional o si las áreas de alimentación son temporarias, fragmentadas o muy localizadas. El desplazamiento puede reducir las oportunidades de reproducción si tiene lugar durante la época de apareamiento. Las ballenas dependen de comunicación acústica para comunicarse socialmente, y emplean sonidos para poder aparearse, criar, alimentarse y migrar. Aunque no se han determinado sus capacidades auditivas se han documentado impactos de exposiciones a ruidos, fisiológicos de aumento de los niveles de stress y comportamentales. Se han documentado desplazamientos, cambios en vocalizaciones, comportamiento de alimentación, abandono de áreas tradicionales de cría, y enmascaramiento de sonidos. Estudios de migraciones señalan que responden activamente a los ruidos desviándose, pero sin cambios significativos en la ruta de migración. (Dunlop et al 2013).

Por lo tanto, los hábitats de alimentación y la época de reproducción son aspectos claves para evaluar el impacto sonoro a nivel poblacional. En el Atlántico Noroccidental, Moulton y Holst (2010) observaron ballenas azules manteniendo mayores distancias de los buques sísmicos mientras las baterías de fuentes de aire comprimido estaban operativas. Los estudios realizados durante las prospecciones sísmicas en el Reino Unido de 1997 a 2000 informaron que, si bien no hubo diferencias en las tasas de avistamiento de misticetos con buena visibilidad según la operatoria sísmica, las ballenas mostraron evasión localizada cuando las fuentes de energía sonora estaban en funcionamiento (Stone y Tasker 2006). También está bien documentado que las ballenas azules cambian los patrones y frecuencias de vocalización durante los estudios sísmicos (Di Loro y Clark 2009).

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 (Castellon 2016). 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). No se han hecho determinaciones en cautiverio de TTS y solo hay una descripción anecdótica de un posible daño fisiológico debido a exposición al ruido de las fuentes de aire comprimido en un delfín moteado pantropical (Graya y Waerebeek 2011). Los problemas de desplazamiento espacial pueden generar efectos indirectos indeseables como desplazamientos de los delfines hacia áreas de pesca donde pueden quedar enganchados por las redes. En el caso de los cachalotes, los procedimientos de mitigación asumen que los animales evitan las áreas con ruidos intensos, pero no hay evidencias a favor de que tengan comportamiento de evitación. Si bien se desconocen bastante las áreas reproductivas de estas especies, se pueden hacer algunas generalizaciones para ciertas especies. La distribución de los cachalotes está relacionada con la topografía (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.

Para el grupo VHF, se considera que los impactos más probables se darán por desplazamiento de las áreas de acción habituales, incluyendo permanecer más tiempo en áreas profundas. Este grupo está integrado mayormente por especies que son predadores oportunistas, que explotan presas que son abundantes estacionalmente. Algunas especies presentan patrones diarios de acercamiento a la costa, ya sea para descansar o para alimentarse en la zona costera. Algunas especies tienen áreas de acción muy reducidas y son más vulnerables si la prospección sonora se da justo en dichas áreas. Las bocas de los ríos y los cañones submarinos suelen ser áreas donde se concentran muchos individuos. Las alteraciones en el comportamiento de natación (buceo y búsqueda de alimento) podrían producir efectos como los problemas de intercambio de gases resultantes de los patrones repetitivos de inmersión a poca profundidad (Zimmer y Tyack 2007).

Para los grupos de pinnípedos, tanto PW como PO, hay documentadas respuestas a ruidos antropogénicos, entre los que se incluyen corrimientos de umbrales auditivos, aullidos de alarma, y cesación de alimentación. Las estrategias de alimentación los ponen en situación de riesgo a exposición de ruidos, ya que muchos se alimentan de noche, otros realizan desplazamientos diarios hacia las áreas de alimentación desplazándose por el fondo, y muchos se desplazan en profundidad o por distancias considerables para alimentarse. Además de tener oídos adaptados a la audición acuática poseen vibrisas que son muy sensibles a vibraciones en el agua y proveen información sobre potenciales presas. Las actividades de sonorización sísmica afectan dicha sensibilidad y enmascaran los movimientos de las presas. Se han observado desplazamientos como respuesta principal a los ruidos antropogénicos. 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. Las especies buceadoras de profundidad pueden estar expuestas a sonidos mayores que los predichos por los modelos de propagación simples, particularmente en zonas de convergencia oceánica, que de por si son áreas con niveles de ruido natural mayores. Muchos pinnípedos no tienen respuesta de desplazamiento con alejamiento de la fuente de ruido, pero si de permanecer en superficie, lo que implica dejar de alimentarse.

5.2.2 Comportamiento evasivo de los mamíferos marinos

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

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

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

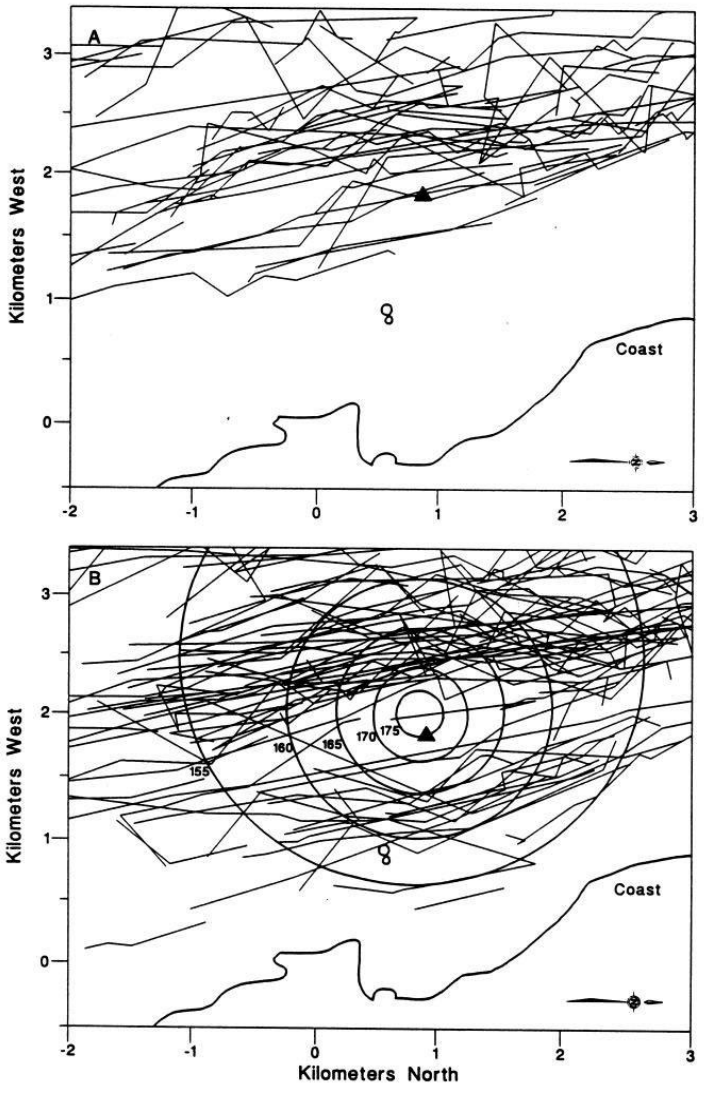


Figura 8. Trayectorias de mamíferos marinos (ballenas grises) sin y con operación de un buque sísmico, y lineas de iso-intensidad sonora.

Existen diversos antecedentes que muestran un comportamiento similar, como el experimento típico que se presenta en la siguiente figura, que corresponde a un cruce entre una ballena y un buque sísmico en operación. La ballena incrementó su velocidad de unos 7 a 20 km/h al pasar cerca de la línea de cruce, evitando que la distancia ballena-barco se reduzca a menos de 1,5 a 2 km. El gráfico de la izquierda muestra las trayectorias del buque, de la embarcación de seguimiento y de la ballena.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

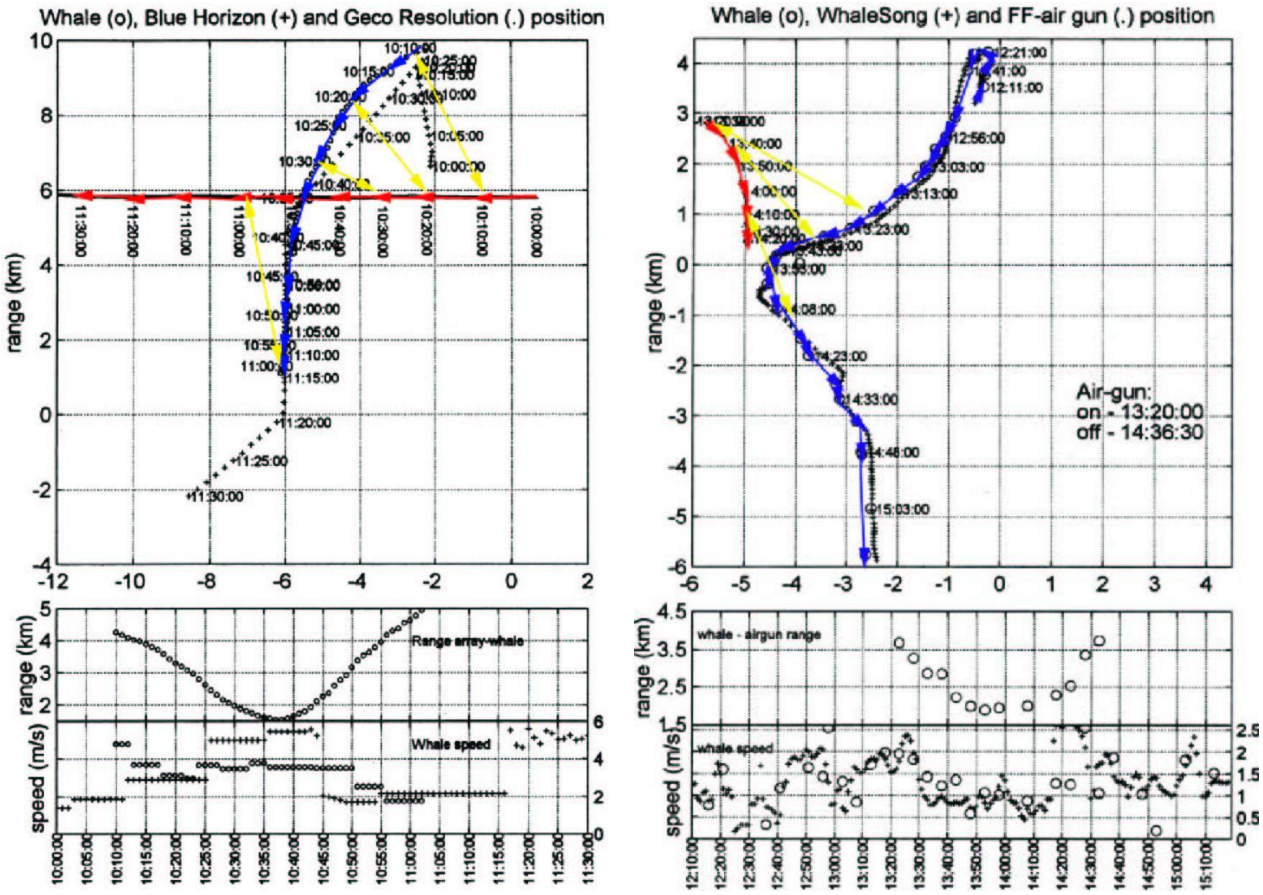


Figura 9. Trayectoria de un mamífero marino (ballena) en cercanias de un buque sismico operativo.

Otro ejemplo de alejamiento de un mamífero marino sin cruce de trayectorias se presenta en el gráfico de la derecha. Nuevamente, el animal evoluciona de forma de mantenerse alejado de la fuente sonora.

Teniendo en cuenta estas características del comportamiento animal, considerando que los mismos tienden a alejarse de la fuente sísmica, la pregunta es si podrán hacerlo lo suficientemente rápido para evitar un daño o impacto adverso.

Para que ello sea posible, es importante que el nivel de ruido se vaya incrementando en forma progresiva, para que los animales no se vean sorprendidos por una emisión de energía de aire comprimido de alta intensidad, encontrándose a corta distancia de la fuente.

Ese es el principio que se aplica para el arranque suave (Soft Start), procedimiento de mitigación que es requerido en muchas partes del mundo (en particular, en las guías británicas – UK Guidelines).

En la práctica, dado que el sonido de una emisión de energía de aire comprimido de una fuente individual alcanza en general los 220 dB re 1 μPa-m, se van activando las fuentes en una lenta secuencia hasta alcanzar la máxima potencia de unos 250 dB re 1 μPa-m reales, unos 20 a 30 minutos después del inicio.

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

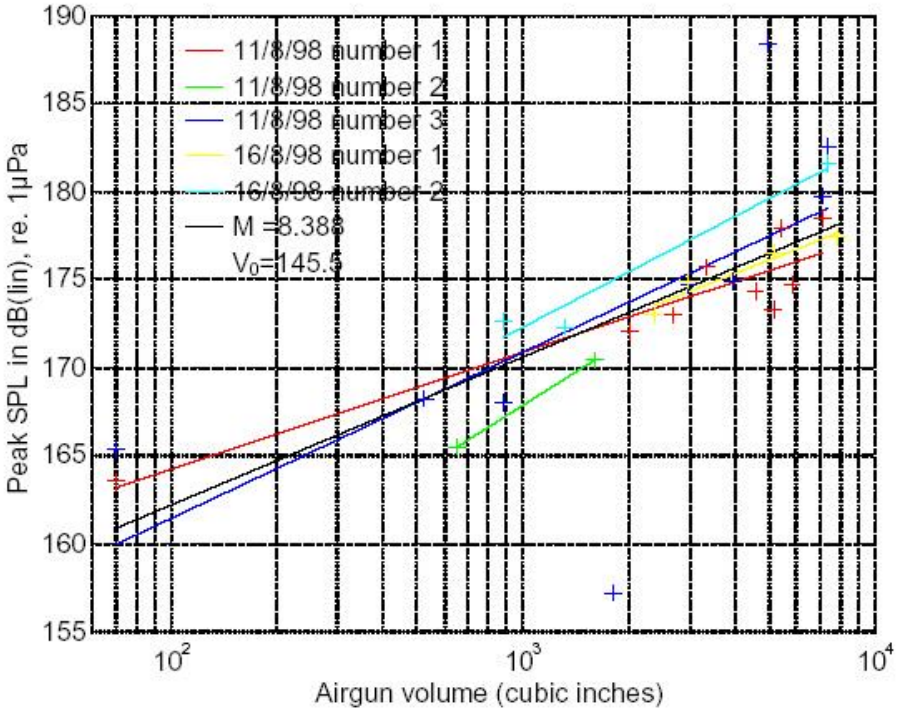


Figura 10. Intensidad sonora en función del volumen de la fuente de emisión de energía de aire comprimido.

En la Figura 11 se puede visualizar que este procedimiento puede ser suficiente para evitar el acercamiento de los mamíferos a la fuente. En el mismo se muestran las distancias desde la fuente en que se encuentran las líneas de 160 dB re 1 µPa (posible umbral de comportamiento evasivo) y 196 dB re 1 µPa (posible umbral de daño considerado en el experimento).

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

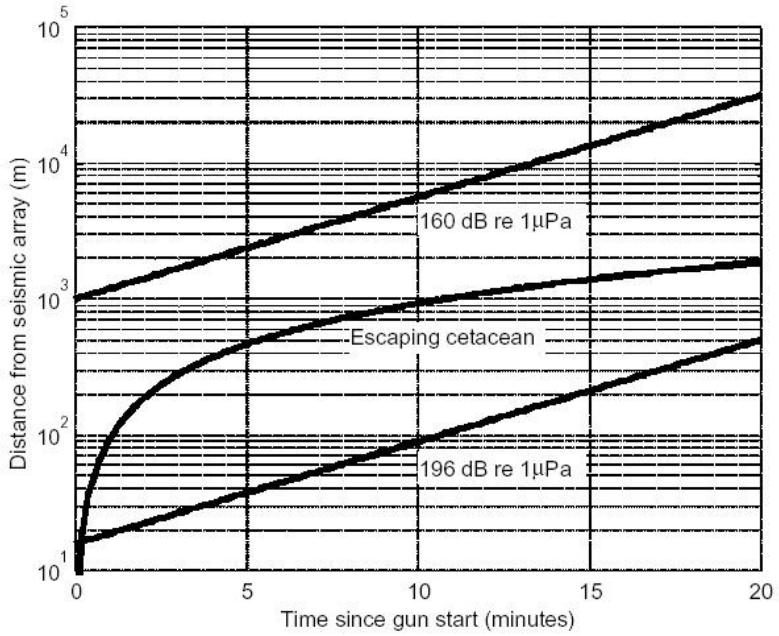


Figura 11. Distancia desde la fuente en función del tiempo para un Arranque Suave.

Si bien este sistema no garantiza que todos los mamíferos marinos podrán alejarse de la fuente lo suficiente en todas las circunstancias, y tiene como factor negativo que genera un incremento en la cantidad de ruido "no útil" que se genera, es considerado una medida adecuada para minimizar los riesgos tanto para los individuos como para las poblaciones animales.

5.2.3 Importancia del impacto

En cuanto a la evaluación de los impactos se considera que durante el desarrollo del proyecto la fauna mamífera marina podría verse afectada tanto por la acción de navegación del buque sísmico como por las actividades de prospección propiamente dicha, siendo esta última la de mayor relevancia.

De acuerdo al Análisis de Sensibilidad Ambiental, el área donde se planifica la prospección sísmica tendría una función predominante como área de alimentación, constituye una zona de cría secundaria para la ballena franca, y no se puede descartar que constituya una zona de reproducción dado que no existen datos para muchas especies. 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.

En el análisis individual, tres especies fueron clasificadas con elevada sensibilidad teniendo en cuenta su presencia en la zona de estudio, el estado de conservación, la superposición auditiva con el rango principal de frecuencia de proyectos sísmicos, cercanía con áreas de cría y reproducción, y registro de varamientos. Dentro del grupo de cetáceos de baja frecuencia (LF) la ballena franca y la ballena Sei, siendo la más frecuente en el área de estudio la ballena franca, en tanto que la ballena Sei se encuentra en peligro de extinción. Y dentro del grupo de pinnípedos (PO), el Lobo marino de dos pelos ya que es la especie más frecuente en la zona y existen colonias en la Isla de los Estados e islotes del Canal Beagle, así como unas 10 colonias reproductivas en Islas Malvinas. Ambos grupos (LF y PO) poseen un rango auditivo dentro de la frecuencia principal del arreglo previsto para el presente proyecto.

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

Considerando la implementación de medidas de mitigación (arranque suave) la modelación acústica establece que el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo, que se corresponde con el umbral de los mamíferos marinos del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF), se alcanza (para fondo de gravas) en un radio de unos 900 metros con centro en la fuente.

En base a la metodología de evaluación propuesta, teniendo en cuenta la sensibilidad del área de estudio, la intensidad del impacto se considera muy alta durante el periodo de primavera y verano y alta para el otoño e invierno. El impacto tendrá una extensión parcial considerando la afectación de solo una porción de un área de importancia de alimentación que tiene una distribución mucho más amplia. El efecto será de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de adquisición y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por la modificación de la cadena trófica por alteración de sus fuentes de alimentación - peces, invertebrados-); se considera para la evaluación el impacto directo ya que constituiría la peor condición, en tanto que no se prevén afectaciones de elevada magnitud sobre los niveles inferiores de la trama trófica que incidan sobre este componente. El impacto será periódico (en el sentido de que no es un efecto impredecible en el tiempo o constante) ya que toda la actividad se encuentra programada, y a su vez mitigable considerando la aplicación de los protocolos antes descriptos. Por definición, los impulsos sísmicos producen un efecto acumulativo sobre los mamíferos. Todo esto hace que la importancia del impacto de la adquisición sísmica sobre los mamíferos marinos resulte alta si la actividad se realiza durante la temporada de primavera y verano; mientras que resulta moderada durante otoño e invierno. En la matriz se presenta la condición más desfavorable que coincide con el periodo en que se planifica la actividad de adquisición sísmica (octubre 2020 - marzo 2021). En este sentido sería recomendable realizar los trabajos de prospección sísmica entre otoño e invierno, siempre que las limitaciones operacionales respecto del clima o frecuencia de condiciones climáticas extremas lo permitan.

La valoración numérica adoptada para cada uno de los calificadores y el valor de Importancia del impacto resultante de acuerdo a la metodología matricial se presenta en la Tabla 27.

5.3 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LOS PECES Y CEFALÓPODOS

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

a) Efectos físicos y/o fisiológicos: Los daños en los tejidos y otros daños físicos o efectos fisiológicos, que son recuperables pero que pueden colocar a los animales en niveles más bajos de aptitud física, pueden hacerlos más abiertos a la depredación, a la alimentación y al crecimiento deficientes, o a la falta de éxito en la cría, hasta que se produzca la recuperación.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

b) Deterioro de la audición: Los cambios a corto o largo plazo en la sensibilidad auditiva (cambio de umbral temporal - TTS o cambio de umbral permanente - PTS) pueden, o no, reducir la aptitud y la supervivencia. El deterioro de la audición puede afectar a la capacidad de los animales para capturar presas y evitar a los depredadores, y también puede causar un deterioro en la comunicación entre los individuos; afectando al crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo.

c) Enmascaramiento: La presencia de sonidos producidos por el hombre puede dificultar la detección de sonidos biológicamente significativos contra el ruido de fondo. El enmascaramiento de los sonidos producidos por los organismos de presa puede dar lugar a una reducción de la alimentación con efectos sobre el crecimiento. Enmascarar los sonidos de los depredadores puede resultar en una reducción de la supervivencia. Enmascarar las señales de desove puede reducir el éxito de desove y afectar al reclutamiento. El enmascaramiento de los sonidos utilizados para la orientación y la navegación puede afectar a la capacidad de los peces para encontrar los hábitats preferidos, incluidas las zonas de desove, lo que afecta al reclutamiento, el crecimiento, la supervivencia y la reproducción.

d) Respuestas de comportamiento: Los cambios de comportamiento pueden producirse en una gran proporción de los animales expuestos al sonido, ya que esas respuestas pueden producirse a niveles de sonido relativamente bajos. Algunas de estas respuestas conductuales pueden tener efectos adversos. El desplazamiento de los hábitats preferidos puede afectar a la alimentación, el crecimiento, la depredación, la supervivencia y el éxito reproductivo. Los cambios en las pautas de movimiento pueden afectar a los presupuestos de energía, desviando la energía de la producción de huevos y otras funciones vitales. Las migraciones a las zonas de desove o de alimentación pueden retrasarse o impedirse, con efectos perjudiciales para el crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo. La prevención del reclutamiento y el asentamiento en los hábitats preferidos puede afectar a la colonización y al tamaño de la población en cualquier zona expuesta a altos niveles de ruido.

5.3.1 Sensibilidad auditiva de los peces

Los peces pueden detectar sonidos en un diapasón de frecuencias comparativamente bajas del espectro, que oscilan entre varias decenas o centenas con umbrales que puede alcanzar excepcionalmente los 6000-7000 Hz (Popper y Fay, 1993). En los peces, el rango espectral de las frecuencias detectadas depende mucho de la presencia de las estructuras accesorias y de la especialización que posee (Kasumyan, 2005). Las especies más generalistas de la audición, que no tienen estructuras accesorias normalmente detectan sonidos a frecuencias por debajo de 1000-1200 Hz, mientras que ello se incrementa notablemente cuando existen especies con especializaciones pero que son menos comunes en peces marinos.

Prácticamente todas las investigaciones sobre los impactos de los sonidos subacuáticos antropogénicos se han centrado en el componente de presión del sonido (Carroll et al. 2016); muchos peces, especialmente las que carecen de una vejiga llena de gas, como todos los elasmobranquios e invertebrados marinos, son sensibles sólo al componente de movimiento de partículas del sonido (Edmonds et al. 2016; Solan et al. 2016). Los estudios sísmicos dan como resultado grandes componentes de movimiento de partículas horizontales (además de los componentes de presión). Para la evaluación de los impactos de las emisiones sísmicas es importante tener en cuenta que existen diferencias sustanciales en los efectos de las emisiones sobre el comportamiento y la sensibilidad auditiva de diferentes especies de peces (Popper y Fay 2011; Popper et al. 2014). Los peces que carecen de vejiga natatoria sólo son sensibles al movimiento de las partículas de sonido y sólo muestran sensibilidad a una banda estrecha de frecuencias (por ejemplo, los peces planos-Pleuronectiformes y Chondrichthyes). De tal modo, las especies de peces que carecen de una cavidad gaseosa, incluidos los peces sin mandíbula, los elasmobranquios (tiburones, rayas y patines), algunas especies de peces de agua dulce, algunos góbidos y algunos atunes y otras especies pelágicas y de aguas profundas, no son tan vulnerables a los traumatismos causados por los cambios extremos de presión acústica. Estas especies normalmente sólo son capaces de detectar sonidos de baja frecuencia (<1500 Hz). Los peces cartilaginosos por su parte tienen mucha sensibilidad al sonido de baja frecuencia (~ 20 Hz a ~1500 Hz) y la falta de una vejiga natatoria u otras cámaras llenas de gas en este grupo restringe su capacidad de detección al componente de movimiento de partículas del sonido (Myrberg 2001, Casper et al. 2012b). Estas especies detectan principalmente el movimiento de las partículas y no la presión sonora (Casper y Mann 2007a, b; 2009). Por otro lado, las pruebas sugieren que las especies pelágicas tienen una audición más sensible (umbrales a frecuencias más bajas) que las especies demersales (Casper 2011a).

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

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

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

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

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

La pérdida de audición es una consecuencia directa del impacto de las ondas sísmicas y puede ser permanente o temporal. Se reconocen un umbral de cambio temporal (TTS) que representa la pérdida de la audición por un cierto período de la cual el pez se recobra usualmente dentro de un plazo de un día, mientras que el umbral de cambio permanente (PTS) no permite la recuperación. Si bien el nivel de TTS es menor al de PTS, el efecto acumulativo de las ondas en el nivel de TTS, particularmente si son emitidas en forma continua pueden ocasionar que el pez alcance el PTS. Ello es muy importante en las experiencias de exploraciones sísmicas ya que precisamente estas emisiones no son puntuales sino continuas a lo largo de varios días, generando un nivel de sensibilidad de exposición acumulativa. En este sentido, McCauley et al. (2000) nota que aun cuando una especie pueda recibir una emisión de solo 155 dB re 1 $\mu Pa^2.s$ (energía equivalente) en un área de 60x90 km en el curso de una prospección de un mes el número de descargas representa una tasa diaria de 300 emisiones diarias sobre el mismo organismo si este solo se desplaza dentro del área de sísmica y no la abandona definitivamente. La Figura 12 presenta la relación entre los niveles umbrales y los efectos esperados debido al impacto de las ondas sísmicas.

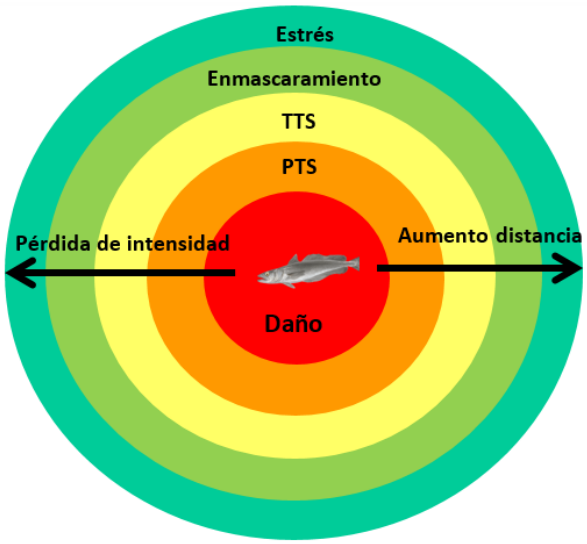


Figura 12. Categoría de efectos de ruidos antrópicos vinculando la distancia a la fuente y la intensidad. Los daños ocurren cerca del origen de la fuente mientras el estrés ocurre a mayor distancia al reducirse la intensidad. TTS: umbral de cambio temporario; PTS: umbral de cambio permanente (adaptado de Putland et al. 2019).

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

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

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

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

La Tabla 22, por su parte presenta los niveles umbrales para peces sin vejiga y con vejiga natatoria, diferenciándose aquellos que poseen aparato de Weber (ostareofisios). Se presenta el valor de SPL (peak) y SELcum. Los efectos en los tejidos de los peces pueden ser muy diferente dependiendo del tiempo entre impactos de las ondas y la recuperación es posible con periodos de cierta separación entre sonidos. Carlson et al. (2007) sugirieron que para los peces de más de 2 g (larvas pequeñas), el valor de SELcum para el daño tisular no auditivo debería ser de 190 dB re 1 $\mu Pa^2.s$, y para los peces de menos de 1 g, sugirieron un SELcum de 183 dB re 1 $\mu Pa^2.s$. Asimismo, señalaron la importancia de que a medida que los peces crecen, el valor de exposición debe aumentar aún más. Recomendaron un valor conservador de 197 dB re 1 $\mu Pa^2.s$ de SELcum para los peces de más de 8 g, y un valor superior a 213 dB re 1 $\mu Pa^2.s$ de SELcum para los peces de más de 200 g. En todo caso Popper et al. (2006) en base a las ventajas y limitaciones de los diferentes tipos de medición que se utiliza sugieren aplicar umbrales SPL (peak) y SEL.

Tabla 22. Valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria (adaptada de Popper et al. 2014)

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

De acuerdo a la Modelación Acústica presentada en el Capítulo 6 y cuyos resultados para peces se resume en la Tabla 23, la condición de SPL pk más exigente que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces con vejiga natatoria (tanto para los que la tienen conectada al oído como los que no) se alcanza, para fondo de gravas, a unos 380 metros de la fuente, y a unos 240 metros para el fondo con arenas. Para los peces sin vejiga natatoria este umbral se alcanza a los 120 metros de la fuente para la zona con fondo de gravas y a los 115 metros para el fondo de arenas (ver Figura 7).

Tabla 23. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados para peces

Grupo Auditivo	SPL pK (0-p)	TL necesario	Distancia Gravas	Distancia Arenas
	(dB re 1 μPa)	(dB)	(m)	(m)
Peces SIN vejiga natatoria	213	32,3	120	115
Peces CON vejiga natatoria[1]	207	38,3	380	240

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

Asimismo, como parte del Capítulo 6 se han evaluado las distancias a las que se alcanzan los umbrales SELcum en las áreas con fondos de grava (condición más conservativa), las cuales se resumen en la Tabla 24. Para los peces sin vejiga natatoria no se supera el umbral de PTS por lo que la condición más restrictiva corresponde al SPL. Por su parte, los peces con vejiga natatoria pueden experimentar PTS si están a menos de 100 metros en el lado contrario al avance del arreglo, o bien si están en el lado de avance del arreglo asumiendo que puedan alcanzar una velocidad de 4 m/s por un corto período de tiempo. Esto no sería posible para los peces menores puesto que su velocidad típica es del orden de 2 a 3 longitudes del pez por segundo. Entonces la distancia más restrictiva corresponde al criterio de SPL, que es mayor (380 m). Conforme a los valores de SELcum calculados las condiciones de TTS para los peces, asumiendo similares condiciones de comportamiento evasivo, se registrarían a distancias de 4 a 7 km del arreglo.

Tabla 24. Síntesis de Distancias a la fuente para alcanzar la Pérdida de Transmisión correspondiente a los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados

				Sin medida de mitigación			
Comportamiento del receptor >				Escape 180º	Escape 90º	Escape 135º	Escape 60º
Grupo Auditivo	**SPLpeak** dB re 1 µPa	**Distancia** Criterio SPL **(m)**	**SELcum** dB re 1 µPa^{2}s	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**	**Distancia** Criterio SEL **(m)**
Peces SIN vejiga natatoria *	213	120	219	< 10	< 10	<10	<10
Peces CON vejiga natatoria *	207	380	201 **	45	90	80	-95
TTS: Peces SIN v. n.	-	-	186	3.800	5.000	4.700	-7.300
TTS: Peces CON v. n.	-	-	186	3.800	5.000	4.700	-7.300

Notas:
(*): Nivel de mortalidad o mortalidad potencial
(**): Nivel para peces con vejiga natatoria no conectada al oído (solo detección de movimiento de partículas)

5.3.2 Cambios en el comportamiento

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

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

Otras observaciones similares de comportamiento en respuesta al ruido de las emisiones sísmicas, incluidas respuestas de alarma y cambios en los patrones de formación de cardúmenes, posición en la columna de agua y velocidades de natación se observaron en el caso del pargo rosado (*Pagrus auratus*) y el trébol (*Pseudocaranx dentex*) cautivos frente a la costa de Australia Occidental (Fewtrell y McCauley 2012). A medida que aumentaban los niveles de ruido de las fuentes de energía sísmica, los peces respondían nadando más rápido en grupos más estrechamente cohesivos y hacia el fondo de la jaula. Otras experiencias mostraron aumentos significativos en las respuestas de alarma en los peces expuestos a niveles de exposición acústica (SEL) que excedían los 147-151 dB re 1 μPa^2.s, y se observó un aumento en la frecuencia de las respuestas de alarma a medida que aumentaba el nivel de sonido (Fewtrell y McCauley 2012). Los peces cautivos volvieron a su posición previa a la exposición en un plazo de 31 minutos después de la señal final del cañón de aire. Se sugiere que por encima de un umbral de nivel de cañón de aire de alrededor de 171 dB re 1 μPa^2 [11] se produce un rápido aumento de parámetros de desplazamiento absoluto del sistema auditivo de los peces, lo que indicaría que el comportamiento asociado y la respuesta y la susceptibilidad a los daños mecánicos aumentará en consecuencia. Por otro lado, se ha comprobado también que las emisiones de fuentes de energía sísmica provocan respuestas de comportamiento de algunos peces hasta varios kilómetros de la fuente de sonido.

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

[11] A los efectos prácticos la unidad se puede considerar referida al SEL

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

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

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

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

Se ha estimado que los peces adultos reaccionan a un conjunto sísmico en funcionamiento a distancias de más de 30 km, y que se puede esperar un intenso comportamiento de evitación en un radio de 1 a 5 km. En estudios noruegos se midieron disminuciones de la densidad de peces a distancias superiores a 10 km de los sitios de actividad sísmica intensiva (3D). Por consiguiente, pueden producirse efectos negativos en las poblaciones de peces si se ahuyenta a los peces adultos de las zonas de desove localizadas durante la temporada de desove. Fuera de las zonas de desove, es probable que las poblaciones de peces no se vean afectadas por la perturbación, pero los peces pueden ser desplazados temporalmente de importantes zonas de alimentación y de pesca (Engås et al. 2003, Slotte et al. 2004). Dalen et al. (1996) recomendaron que en las zonas con concentraciones de desove se eviten las descargas de fuentes de aire comprimido en una distancia de 50 km. En pruebas para verificar la reacción de la merluza y otros peces mesopelágicos se encontró que los mismos se desplazaron a aguas más profundas durante la exposición sísmica en comparación con los períodos sin descargas (20 y 50 m de profundidad respectivamente), indicando el movimiento vertical como una reacción a corto plazo. La densidad media de peces fue menor en el área de estudio sísmico, aumentando la abundancia a distancia. La densidad de peces pareció ser mayor a unos 37 km (20 nm) del centro del área de estudio. Por su parte, los efectos de un estudio sísmico en 3D en Australia del Norte, no mostraron ningún efecto significativo de la sísmica en la abundancia o riqueza de especies de peces pomacéntricos (una familia que exhibe un alto grado de fidelidad al sitio) y no pomacéntricos. Otro estudio utilizó un sonar omnidireccional de pesca para investigar el comportamiento de los cardúmenes en tiempo real del arenque expuesto a un estudio sísmico en 3-D en la misma zona y no se observaron cambios en su tamaño, la velocidad o la dirección de la natación que podría atribuirse a la nave sísmica transmisora, ya que se acercaron desde una distancia de 27 a 2 km durante un período de 6 h (Peña et al. 2013). Para el caso de *Micromesistius* y *Clupea arengus* que son especies mesopelágicas, la densidad fue menor en el área sísmica (menos de 5 km) pero se incrementó a la distancia (Slotte et al. 2004).

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

La Figura 13 resume diferentes resultados del impacto de los sonidos sísmicos sobre aspectos biológicos y en las pesquerías.

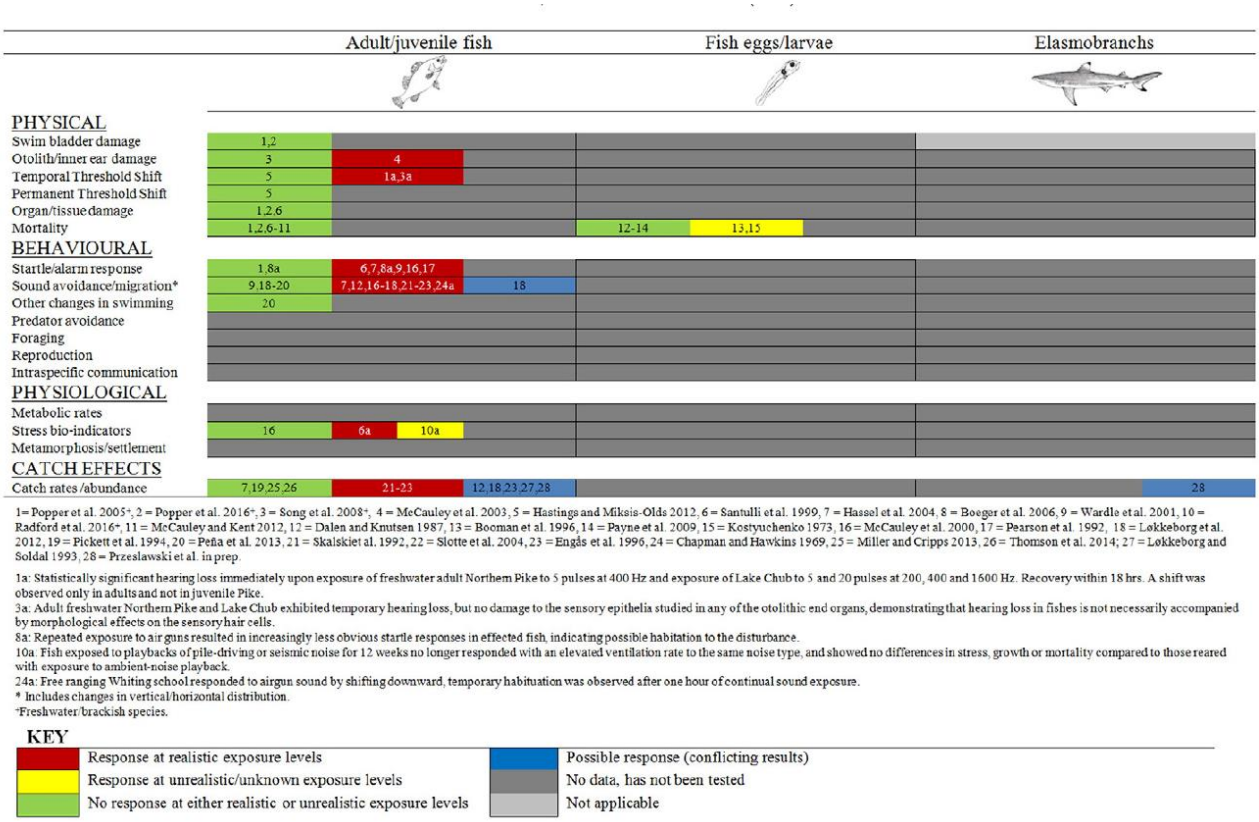


Figura 13. Resumen de los posibles impactos de los sonidos sísmicos de baja frecuencia en los peces. Los impactos se clasifican según los tratamientos de exposición al sonido como realistas (es decir, ráfagas cortas de sonido de baja frecuencia a una distancia de >1-2 m) o desconocidos/no realistas (es decir, de larga duración y/o corta distancia de <2 m a la fuente de sonido, exposición al sonido de campo cercano en acuarios). Hay diferencias significativas entre los estudios sísmicos relativos a la exposición al sonido y el medio ambiente en el que se realizaron los estudios (tomado de Carroll et al 2016).

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 80 de 130

5.3.3 Huevos y Larvas

Se considera que las larvas y huevos de peces no pueden evitar la onda de presión de las fuentes de aire comprimido y pueden morir a menos de 2 m de distancia, generándose lesiones subletales a menos de 5 m (Boertman et al. 2009). Carrol et al. (2016); Popper et al. (2005) menciona diferentes experimentos donde se han realizado numerosos estudios que exponen experimentalmente los huevos y larvas de diversas especies de peces a las fuentes de aire (Booman et al., en Potter et al. 2014). En estos estudios se identificaron en general muertes y lesiones fisiológicas a muy corta distancia (<5 m) solamente. Por ejemplo, se registró una tasa de mortalidad del 40-50% para las larvas del saco vitelino (en particular para el rodaballo) a una distancia de 2 a 3 m, aunque las cifras de mortalidad para las larvas del saco vitelino de las anchoas a las mismas distancias eran menores. Los impactos del ruido en los huevos y larvas de peces marinos pueden incluir disminución de la viabilidad de los huevos, aumento de la mortalidad embrionaria o disminución del crecimiento larvario (Kostyuchenko 1973; Booman et al., en Potter et al 2014). Se demostró el aumento de las tasas de mortalidad (10-20%) en etapas posteriores (larvas, postlarvas y alevines) para varias especies en distancias de 1-2 m. También se han observado cambios en la flotabilidad de los organismos, en su capacidad para evitar los depredadores y los efectos que afectan al estado general de las larvas, de crecimiento y, por tanto, su capacidad de supervivencia. Las larvas de peces nadadores pueden ser más receptivas a los sonidos producidos por los conjuntos de sísmica, y la gama de efectos puede extenderse más para estas especies que para otras. Sætre y Ona (en Potter et al 2014) calcularon que el número de larvas muertas durante un estudio sísmico típico es del 0,45% de la población total de larvas. Para especies como el bacalao, el arenque y capelán, la mortalidad natural se estima en un 5-15% por día de la población total para huevos y larvas. Esto disminuye a 1-3% por día una vez que la especie alcanza la edad 0, es decir, a aproximadamente 6 meses (Sætre & Ona, en Potter et al 2014). En consecuencia, Dalen et al. (1996) concluyeron que la mortalidad es tan baja a nivel poblacional que se puede considerar que tiene un impacto despreciable sobre el reclutamiento de las poblaciones.

Los estadios larvarios se consideran a menudo más sensibles a los factores de estrés que etapas adultas (Byrne y Przeslawski, 2013), pero la exposición a la sísmica no revela diferencias entre la mortalidad de las larvas o en la abundancia de los peces (Dalen et al., 2007), cangrejos (Pearson et al., 1992), o vieiras (Parry et al., 2002). Sin embargo, los períodos intensos y prolongados de exposición a sonidos de baja frecuencia, como los adoptados para las vieiras (Booman et al., en Potter et al 2014; Aguilar de Soto et al., 2013) puede aumentar las tasas de anormalidad y mortalidad, lo que indica que las larvas expuestas a las descargas de las fuentes de aire comprimido pueden ser vulnerables. Aguilar de Soto et al. (2013) produjeron pruebas de que la reproducción de los pulsos sísmicos durante el desarrollo de las larvas causó retrasos en el desarrollo y en el 46%, malformaciones corporales en las vieiras, que pueden afectar al reclutamiento de larvas de vieiras salvajes. En la Tabla 25 se presenta un resumen de los impactos esperados en peces de acuerdo a su estadio.

Tabla 25. Sintesis de los los impactos identificados en peces (adaptado de Webster et al. 2018)

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

5.3.4 Cefalópodos

Las investigaciones sugieren que los cefalópodos pueden ser receptivos a los sonidos de campo lejano de las fuentes sísmicas, y con respuestas de alarma (por ejemplo, el chorro de tinta), cambios de comportamiento (agresión y desove), y de la posición en la columna de agua y las velocidades de natación (Fewtrell y McCauley 2012). La respuesta de comportamiento va desde la atracción a un tono puro de 600 Hz (Maniwa 1976), pasando por respuestas de sobresalto a niveles recibidos de 174 dB re 1 μPa^2, hasta aumentar los niveles de respuestas de alarma una vez que los niveles han alcanzado los 156 - 161 dB re 1 μPa^2 (McCauley et al. 2000; Fewtrell y McCauley 2012). La afección de los pulsos sísmicos sobre cefalópodos ha sido estudiada experimentalmente por McCauley et al. (2002), que midieron cambios en el comportamiento de natación de calamar roquero austral (*Sepioteuthis australis*) a 156- 161 dB re 1µPa RMS. Estos calamares además mostraron reacciones de alarma, tales como descargas del saco de tinta o escape con propulsión a chorro, tras pulsos sísmicos repentinos con niveles recibidos de 174 dB re 1µPa RMS, aunque las descargas fueron menores si el incremento de nivel se realizó de forma gradual. Los resultados de los experimentos en jaulas sugieren que los calamares alterarían significativamente su comportamiento a una distancia estimada de 2 a 5 km de una gran fuente sísmica que se aproxima, aunque las respuestas de alarma fueron más fuertes durante la primera exposición al ruido de las fuentes de aire comprimido en comparación con las exposiciones posteriores, lo que sugiere que los animales se acostumbraron al ruido a niveles bajos (Fewtrell y McCauley 2012). De tal modo para estas especies y otros cefalópodos se asume una zona de 5 km de influencia acústica alrededor del punto de origen acústico. No se han observado mortalidades de cefalópodos directamente asociadas con la exposición a estudios sísmicos (DoF 2016). Los estudios de laboratorio que expusieron a dos especies de calamar a una fuente sísmica de 260 dB re 1µPa (en documento no especifica unidad) mostró que *Alloteuthis sublata* era tolerante a corto plazo, pero *Loligo vulgaris* sufrio daños grandes a niveles de 246 - 252 dB re 1µPa 0-p dentro de los 3 - 11 minutos de exposición (Norris y Mohl 1983 en el DoF 2016). André et al. (2011) demostraron que los calamares pueden ser lesionados por ondas de barrido de 50-400 Hz en niveles de 157 dB SPL producidos continuamente hasta dos horas. Sin embargo, los experimentos de exposición en ambos de estos estudios son complicados de relacionar con los estudios sísmicos comerciales debido a los niveles de exposición o la duración del evento de exposición. Basándose en resultados de los experimentos en jaula, McCauley et al. (2000) sugieren que el calamar alteraría significativamente su comportamiento a una distancia estimada de 2 a 5 km de una gran fuente sísmica. Dos varamientos en masa atípicos que implican nueve calamares gigantes, *Architeuthis dux*, fueron asociados con estudios sísmicos que se realizan simultáneamente en cañones submarinos cercanos donde estaban concentradas estas especies (Guerra et al 2004, 2011). Dos especímenes sufrieron extensos daños de las fibras musculares internas, las branquias, los ovarios, el estómago y el tracto digestivo. Otros calamares probablemente estaban desorientados debido a daños extensos en sus estatolitos. Daños al epitelio sensorial también se observó en cuatro especies de cefalópodos costeros (*Sepia officinalis, Loligo vulgaris, Illex coindetii* y *Octopus vulgaris*) por exposición a dos horas de barridos de baja frecuencia al 100% de servicio (André et al. 2011; Solé 2012; Solé et al. 2013). Fewtrell y McCauley (2012) también informaron que el calamar *Sepioteuthis australis*, expuesto a los pulsos sísmicos de un solo cañón de aire de 156- 161 dB re 1µPa RMS mostraron reacciones de alarma, tales como descargas del saco de tinta o escape con propulsión a chorro, tras pulsos sísmicos repentinos con niveles recibidos de 174 dB RMS re 1µPa, aunque las descargas fueron menores si el incremento de nivel se realizó de forma gradual.

Por otro lado, las pruebas anecdóticas muestran un pronunciado daño de órganos en siete calamares gigantes varados después de estudios sísmicos cercanos (Guerra et al., 2004). Después de dos horas de tratamiento sonoro continuo (1 segundo barre, 50-400 Hz) en tanques de vidrio de 200 litros, cuatro especies de cefalópodos exhibieron un trauma acústico, incluyendo lesiones, células capilares pérdida y daño, e hinchazón de las neuronas (André et al., 2011; Solé et al., 2013). Otra especie de calamar expuesta al ruido de las fuentes de energía sísmica mostró señal de alarma a 156-161 dB 1µPa RMS y una fuerte respuesta de sobresalto que implica la eyección de tinta y la natación rápida a 174 dB re 1µPa RMS (McCauley et al. 2000). Estos autores sugieren que el umbral de comportamiento para el calamar es 161-166 dB 1µPa RMS.

5.3.5 Importancia del impacto

Las comunidades de peces (en sus diferentes estadíos) pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica por diferentes razones; una de ellas es el impacto indirecto por la modificación de la cadena trófica por pérdida de bentos o plancton, y otra es la generada en forma directa por la lesión a nivel individual o el desplazamiento temporal de estas especies hacia zonas menos disturbadas.

Según el Análisis de Sensibilidad Ambiental realizado los grupos de peces que se conoce están presentes en el área de proyecto incluye especies con baja y moderada sensibilidad, en función de los criterios biológicos (incluida la sensibilidad auditiva, la actividad estacional, la distribución y el nicho trófico), ecológicos, de conservación y de interés pesquero expuestos.

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

La modelación acústica establece que el umbral más exigente (peces con vejiga natatoria) que indica que pueden producirse posibles lesiones mortales o recuperables en los peces, se encuentra para el presente proyecto en un radio de 380 metros con centro en la fuente en el caso de la zona con fondo de gravas, y en un radio de 240 metros en la zona de fondos de arena.

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

En cuanto a la actividad reproductiva, el área de proyecto se superpone con el área de reproducción de los Rajiforme, y no se puede descartar que coincida con el área de reproducción de alguna de las especies de otros ordenes (Pleuronectiformes, Scorpaeniformes, Ophidiiformes y Perciformes) debido a la falta de información sobre las mismas. En el caso de los Rajiformes, el periodo reproductivo presenta baja sensibilidad dado que el mismo es extenso y la especie tiene una amplia distribución. Las especies Pleuronectiformes y el Róbalo, en cambio tienen una distribución más acotada y su periodo reproductivo es estacional, por lo cual podría superponerse temporalmente con el proyecto al comienzo del mismo (la actividad sísmica se planifica que comience en octubre y dure cinco meses, en tanto que la mayoría de las especies tiene su periodo reproductivo hacia fines del invierno e inicios de primavera). Cabe destacar que el área de reproducción y cría de la sardina fueguina, especie clave en el ecosistema marino por su rol en la trama trófica, se encuentra alejada y fuera del alcance de las ondas sísmicas.

En tanto que para los estadíos tempranos de vida (huevos y larvas) que no pueden evitar la onda de presión sonora, la bibliografía recopilada indica que el daño está acotado a las zonas muy cercanas a la fuente (menos de 5 metros), por lo que la mortalidad es tan baja que se puede considerar que tiene un impacto despreciable a nivel poblacional.

Por su parte, los antecedentes relevados señalan que, si bien no se ha observado mortalidad de cefalópodos directamente asociados con la exposición a estudios sísmicos, los resultados de experimentos con animales en cautividad indican que los calamares alterarían significativamente su comportamiento a una distancia menor a 5 km de una fuente sísmica. Sin embargo, dado que el área de prospección sísmica es marginal para su distribución, que las especies poseen una amplia distribución y alta densidad en las zonas de plataforma localizadas hacia el este y norte y el área no posee valor crítico para la reproducción, cría o alimentación el impacto de las exploraciones sísmicas en la zona asignada será bajo a nivel poblacional.

De acuerdo con la metodología de valoración de impactos ambientales propuesta, en relación a los peces el impacto debido a las actividades de prospección será de intensidad media considerando que algunos de los grupos ictícolas presentan sensibilidad moderada debido a factores como su sensibilidad auditiva o en relación al desarrollo de etapas de vida sensibles en el área de proyecto. En este sentido, si bien las lesiones a nivel individual de los peces podrán registrarse en un espacio acotado a las proximidades de la fuente y por lo tanto pueden presentar un riesgo bajo a nivel poblacional (y mitigable considerando la medida de arranque suave), las respuestas comportamentales podrían implicar el alejamiento temporal de las especies de las áreas de alimentación y de las de áreas de desove de aquellas especies que se superponen con la zona de proyecto. Considerando el desplazamiento a zonas menos disturbadas, el impacto será de extensión parcial, de momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serían los desplazamientos hacia zonas menos disturbadas, lo que retomará su estado inicial al finalizar las tareas de adquisición. El efecto podría ser directo (por el sonido) o indirecto (por la modificación de la cadena trófica por pérdida de bentos o plancton); se considera para la evaluación el impacto directo ya que constituiría la peor condición, en tanto que no se prevén afectaciones significativas sobre los niveles inferiores de la trama trófica que incidan sobre este componente. A su vez se trataría de un efecto periódico ya que toda la actividad se encuentra programada y, por definición, los impulsos sísmicos producen un efecto acumulativo sobre los peces. Todo esto hace que la significación del impacto de la prospección sísmica sobre la fauna ictícola se clasifique como moderado.

En relación a los cefálopodos, como se mencionó anteriormente, el impacto será de baja intensidad a nivel poblacional. El resto de los criterios de valoración resultan idénticos a los mencionados para peces, por lo tanto, este impacto resultaría de baja importancia. En la matriz se presenta el impacto de mayor importancia referido al grupo de los peces.

5.4 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS Y EL PLANCTON

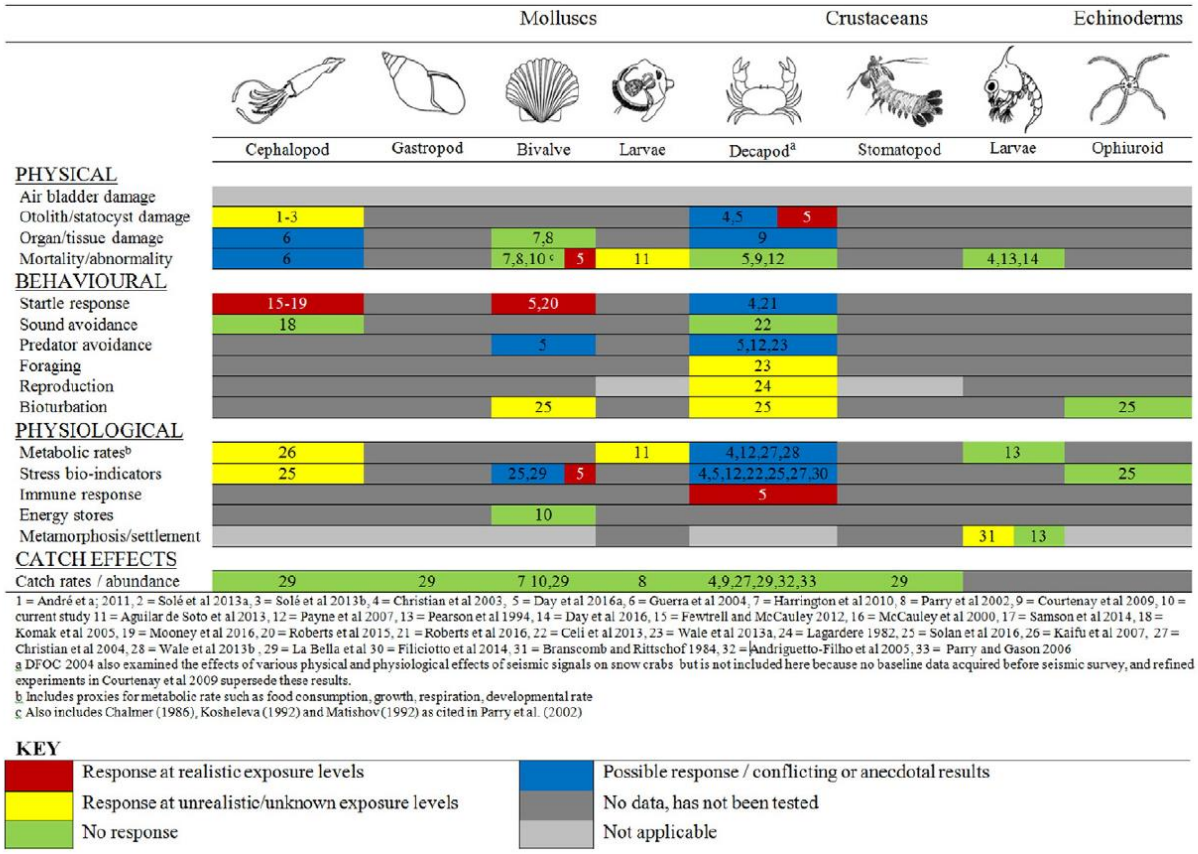
5.4.1 Efectos de las operaciones sísmicas sobre las comunidades bentónicas y el plancton

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

Los estudios científicos que han examinado los efectos de los estudios sísmicos en las vieiras (Parry et al. 2002, Harrington et al. 2010, Aguilar de Soto et al. 2013, Day et al. 2016), no han indicado que la sísmica puede causar una mortalidad catastrófica o a corto plazo en las vieiras con escenarios de exposición realistas. Harrington et al. (2010) evaluaron vieiras (*Pecten fumatus*) antes y dos meses después de la exposición a una fuente de energía con una presión de operación de 2000 psi. No encontraron evidencia de impactos a corto o largo plazo en la supervivencia o la salud de los adultos. Przeslawski et al. (2016) tampoco registraron ningún impacto de la exposición sísmica en el adulto dos meses después de la exposición al sonido máximo de niveles de exposición de 146 dB re 1µPa^2.s. Day et al. (2016) encontraron que la exposición a una fuente sísmica (191 – 213 dB re 1µPa p-p) no causó ninguna incidencia de mortalidad masiva inmediata, sin embargo, la exposición repetida (54 - 393 impulsos sonoros) aumentó significativamente la mortalidad, y el riesgo de mortalidad aumentó significativamente con el tiempo.

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

Por otro lado, Day et al. (2016a) encontraron que la exposición a las armas de aire causó daños en los estatocistos en langostas de roca hasta un año después. Sin embargo, no se detectaron tales efectos en los cangrejos de nieve después de la exposición a 200 impulsos sonoros a intervalos de 10 s y 17- 31 Hz) (Christian et al. 2003). Por lo tanto, los resultados dispares entre estos estudios parecen deberse a las diferencias en los niveles de exposición al sonido y la duración, en algunos casos debido a la interferencia del tanque, aunque las diferencias específicas de los taxones en cuanto a la vulnerabilidad física al estrés acústico no puede ser descontada. Un bivalvo, *Paphia aurea,* mostró estrés acústico como se evidencia con la hidrocortisona, niveles de glucosa y lactato cuando se someten a un ruido sísmico (Moriyasu et al. 2004). Las tasas de captura también disminuyeron con la exposición al ruido sísmico el gasterópodo *Bolinus brandaris* (Moriyasu et al. 2004). Se observó que las vieiras comerciales (*Pecten fumatus*) y las vieiras de pasta (*Mimachlamys asperrima*) procedentes de muestras de dragado e imágenes in situ tenían una gran variabilidad en cuanto a su abundancia y tamaño entre lugares y períodos de tiempo, pero esto no estaba relacionado con el estudio sísmico, ni se observó mortalidad de vieiras atribuible al estudio sísmico (Przeslawski et al. 2016). En Nueva Zelanda, larvas de vieira, *Pecten novaezelandiae*, expuesto a reproducciones de pulsos de baja frecuencia en el laboratorio mostraron importantes retrasos en el desarrollo y el cuerpo desarrollado anormalidades (Aguilar de Soto etal. 2013). La Figura 3 resume varios impactos en diferentes taxones de invertebrados.



1 = André et a; 2011, 2 = Solé et al 2013a, 3 = Solé et al 2013b, 4 = Christian et al 2003, 5 = Day et al 2016a, 6 = Guerra et al 2004, 7 = Harrington et al 2010, 8 = Parry et al 2002, 9 = Courtenay et al 2009, 10 = current study 11 = Aguilar de Soto et al 2013, 12 = Payne et al 2007, 13 = Pearson et al 1994, 14 = Day et al 2016, 15 = Fewtrell and McCauley 2012, 16 = McCauley et al 2000, 17 = Samson et al 2014, 18 = Komak et al 2005, 19 = Mooney et al 2016, 20 = Roberts et al 2015, 21 = Roberts et al 2016, 22 = Celi et al 2013, 23 = Wale et al 2013a, 24 = Lagardere 1982, 25 = Solan et al 2016, 26 = Kaifu et al 2007, 27 = Christian et al 2004, 28 = Wale et al 2013b , 29 = La Bella et al 30 = Filiciotto et al 2014, 31 = Branscomb and Rittschof 1984, 32 = Andriguetto-Filho et al 2005, 33 = Parry and Gason 2006

a DFOC 2004 also examined the effects of various physical and physiological effects of seismic signals on snow crabs but is not included here because no baseline data acquired before seismic survey, and refined experiments in Courtenay et al 2009 supersede these results.

b Includes proxies for metabolic rate such as food consumption, growth, respiration, developmental rate

c Also includes Chalmer (1986), Kosheleva (1992) and Matishov (1992) as cited in Parry et al. (2002)

Figura 3. Resumen de los posibles impactos del sonido de baja frecuencia en diversas respuestas de los invertebrados marinos. Los impactos se clasifican según los tratamientos de exposición al sonido como realistas para estudios sísmicos (es decir, pocas ráfagas cortas de sonido de baja frecuencia a > 1-2 m) o desconocido/no realista (es decir, exposición continua al sonido, ráfagas de > 100 de exposición al sonido de campo cercano, en acuarios). Hay diferencias significativas entre los estudios sísmicos relativos a la exposición sonora y el medio ambiente en que se realizaron los estudios (tomado de Carroll et al 2016).

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 87 de 130

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

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

Según los resultados obtenidos por McCauley y otros, (2017) acerca del impacto de la actividad sísmica sobre comunidades de zooplancton, se registró que la exposición experimental al ruido simulado de un cañón provocó la disminución en la abundancia de zooplancton, y causó un aumento en la mortalidad de adultos y larvas de un nivel natural del 19%/día a un 45%/día, siendo en las larvas del krill del 100%. Esta mortalidad se observó hasta el rango máximo de 1,2 km muestreado, muy superior al previamente supuesto de 10 m, invalidando así la idea convencional de impacto limitado y localizado.

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

5.4.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, tanto para las componentes de bentos y plancton en el área de proyecto no se han detectado comunidades especialmente sensibles, ni se superpone con las zonas de máxima producción de clorofila-a ni fitoplanctónica.

El área tampoco se superpone con altas densidades o frentes de máxima productividad de zooplancton, no obstante, se considera con sensibilidad intermedia durante las estaciones de primavera y verano (periodo de máxima productividad), dado que en el área de proyecto se registran altas concentraciones de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii* constituyentes del Krill. El resto del año la sensibilidad de este componente es baja.

Si bien la incipiente bibliografía indica que la actividad sísmica puede provocar un aumento de la mortalidad en las comunidades de zooplancton, este impacto se manifiesta significativamente a escala local y dentro del área acotada a la operación de la fuente sísmica. Adicionalmente su efecto puede ser considerado temporal, dado que se ha verificado una recuperación sustancial a las 72 hs.

En cuanto a las comunidades bentónicas el área de proyecto presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año, siendo que resulta una muestra empobrecida de lo que ocurre a mayores profundidades. Los crustáceos decápodos constituyen uno de los grupos más conocidos, principalmente por su interés comercial, si bien en la actualidad no revisten relevancia económica en la zona de estudio, algunas de ellas tienen potencial pesquero poco explotado, como la Centolla Patagónica. Esta especie posee un área de reproducción, cría y muda en la zona de proyecto, aunque no es exclusiva. Su comportamiento reproductivo, la biología larval y los primeros estadios son aspectos aún poco conocidos en el mar argentino (Lovrich 1997; Lovrich et al., 2014). La ausencia de larvas en los muestreos realizados en el Canal Beagle con redes planctónicas durante 2 años consecutivos y la disposición de las larvas en el fondo de los acuarios cuando son mantenidas en el laboratorio, hacen suponer que las larvas de esta especie tienen hábitos bentónico-demersales, tal como se supone que también sucede con las larvas de *Lithodes aequispina.* En relación al grupo de organismos bentónicos, se debe tener en cuenta que el buque sísmico operará siempre en aguas con profundidades entre 30 y 120 metros. En consecuencia, considerando que la bibliografía revisada señala que estos organismos pueden verse afectados en el campo cercano a las fuentes de sonido (5 metros de distancia) y que estas fuentes se ubicarán a una profundidad de 6 o 7 metros (según el arreglo que sea considerado), no se prevé una afectación de este componente.

De acuerdo a lo antedicho, el impacto debido a las actividades de prospección se relaciona unicamente con la afectación del zooplancton (excluyendo la afectación de los huevos y larvas de peces que fue evaluada anteriormente), el cual será de intensidad media teniendo en cuenta que la oferta de Krill no se limita a este sector y que las especies que la demandan se mueven en una amplia área de acción. La extensión se considera local dado que como se mencionó, los efectos significativos podrán darse dentro del área acotada en la que se encuentre operando la fuente sísmica. El momento del impacto es inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido y reversible en tres días (concordante con el período de recuperación del zooplancton de acuerdo con la información antecedente), mientras que el efecto sería directo. A su vez se trataría de un efecto periódico ya que toda la actividad se encuentra programada. Todo esto hace que la significación del impacto de la prospección sísmica sobre el plancton sea baja.

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

5.5 POTENCIALES IMPACTOS SOBRE LAS AVES

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

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

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

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

5.5.1 Efectos del sonido sobre las aves marinas

Buceadores de profundidad (B1)

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

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

Pichigreu et al (2017) estudiaron las respuestas comportamentales del pingüino africano (*Spheniscus demersus),* antes, durante y luego de prospecciones sísmicas 2D realizadas dentro de un radio de 100 km de sus colonias reproductivas, mediante uso de GPS y los compararon con registros multianuales de la misma población. Los pingüinos buceaban en promedio a 30 m de profundidad, con inmersiones de hasta 3 minutos, en un rango de 30–40 km de sus colonias. Los pingüinos mostraron comportamiento de evasión fuerte de sus áreas de alimentación habituales durante la actividad sísmica, alimentándose significativamente más lejos del buque sísmico mientras este estaba en operación (Figura 1). Las aves revirtieron su comportamiento normal cuando cesaron las operaciones, aunque se desconoce si hubo efectos a largo plazo sobre el sistema auditivo de las aves. Los autores consideran que el comportamiento de evasión se debería probablemente a que los sonidos emitidos por los buques son ruidos molestos, disturbios, ya que en las prospecciones con ecosonda no registraron disminuciones de abundancia de sus peces presa. Los autores postulan que las actividades de prospección sísmica afectarían las comunicaciones grupales. En función de este estudio, teniendo en cuenta que los pingüinos son especies vulnerables a la extinción, y que las colonias muestran gran variabilidad en sus números poblaciones (e incluso muchas están disminuyendo debido a incrementos en lluvias y otros fenómenos climáticos y a problemas de interacción con las pesquerías), los autores recomiendan restringir las actividades de prospección sísmica a más de 100 km de las colonias reproductivas.

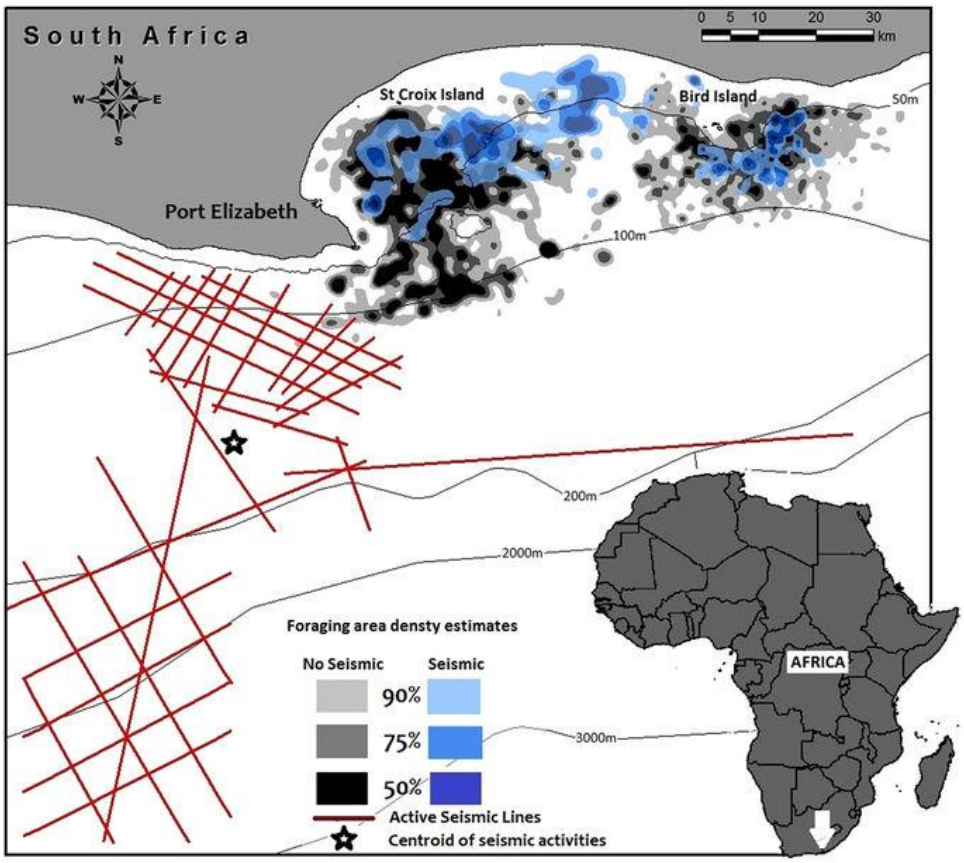


Figura 14. Superposición de las áreas de alimentación de los pingüinos africanos de las dos principales colonias de la Bahía de Algoa, antes (2009–2013 en gris) y durante (marzo 2013, en azul); las actividades de prospección sísmica en líneas rojas. Fuente: Pichigreu et al (2017).

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

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

Buceadores superficiales (B2)

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

Buceadores costeros de profundidad (B3)

Hansen et al (2017) encontraron que el cormorán *Phalacrocorax carbo* tiene capacidades de audición comparables a los Fócidos y a muchos delfines, con rangos de audición en la frecuencia de 1-4 kHz. La mayor sensibilidad se da a 2 kHz con un límite para la audición acuática de 71 dB re 1uPa RMS. Los autores consideran que esta capacidad es usada tanto para la detección de presas como para la comunicación entre individuos bajo el agua. Las actividades de prospección sísmica podrían generar desplazamientos de las zonas de alimentación como también enmascaramiento de la presencia de las presas.

No buceadores (NB)

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

Fuera de la zona de estudio, pero con muchas especies en común, Seco Pon et al (2019) analizaron el sector comprendido entre la bahía de San Sebastián y Río Grande durante una prospección sísmica llevada a cabo entre agosto y noviembre de 2012. Las aves marinas resultaron más abundantes durante operaciones de exploración en ausencia de actividad sísmica (i.e., las fuentes de energía sísmica no se encontraban activas). Esto también sucedió cuando se consideraron grupos de aves marinas con hábitos de alimentación contrastante (buceadores y zambullidores superficiales / carroñeros). Fueron identificadas al menos 16 especies de aves marinas, más del 60% de las cuales, fueron Procellariiformes, siendo las más abundantes en cuanto a número y ocurrencia la pardela oscura, el albatros ceja negra, el cormorán imperial y el pingüino patagónico.

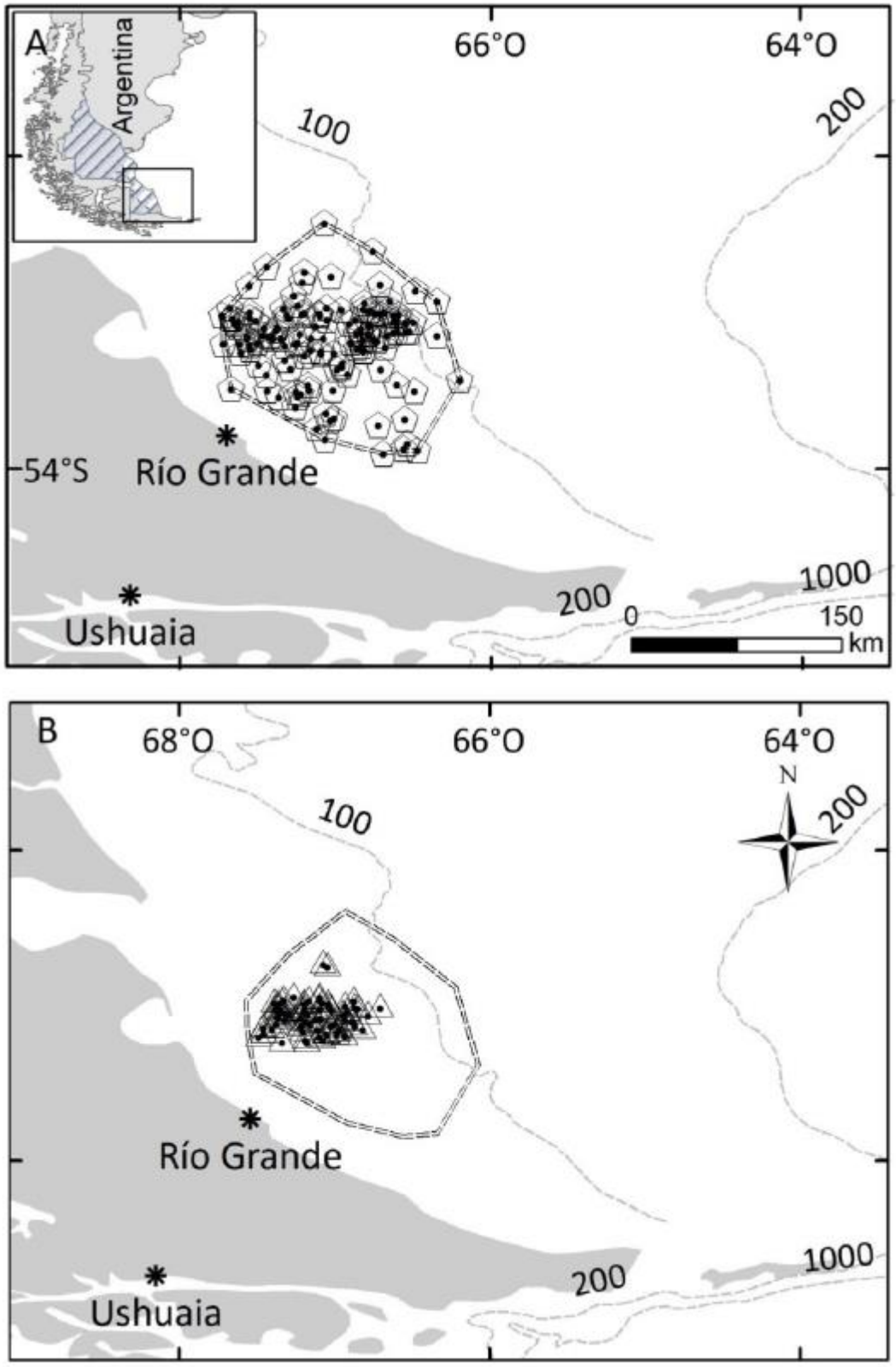


Figura 15. Distribución de la abundancia total de aves marinas (conteos con presencia de aves) en aguas al este de la Bahía de San Sebastián, entre 21 de agosto al 6 de noviembre de 2012, durante la prospección de un buque sísmico durante momentos sin actividad de exploración sísmica. Cada marca representa un conteo individual. La doble línea punteada representa el límite exterior del área prospectada. Fuente: Seco Pon et al 2019.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 93 de 130

5.5.2 Otros posibles efectos vinculados con el proyecto

Como se mencionó anteriormente, si bien hay una gran carencia de estudios relacionados con la audición subacuática de las aves marinas, en particular los vinculados con los efectos de las prospecciones sísmicas, 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). Como se mencionó, esta atracción a las luces puede provocar asimismo que las aves vuelen en círculos alrededor de los buques, usando energía adicional, demorando su migración o su alimentación, lo que puede resultar en inanición (Bourne 1979).

Como se mencionó anteriormente, la pardela cabeza negra, incluida dentro del grupo de buceadores superficiales, es una de las especies con mayor abundancia en la zona de proyecto. Esta especie migradora está presente alimentándose en la zona durante la época reproductiva. Para capturar su alimento entre cardúmenes bucea zambulléndose a poca profundidad. Además, esta es una especie seguidora de barcos y puede presentar riesgo de colisión o enganche.

5.5.3 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto es muy importante para las aves marinas durante todo el año, observándose el mayor número de especies durante los meses de primavera y verano. Si bien la zona de estudio no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos principalmente) se reproducen en zonas costeras cercanas, siendo el área de reproducción más próxima Cabo Vírgenes ubicada a 80 km del área planificada de prospección. En este sentido la zona de operación se considera de media-alta (dependiendo de las especies) sensibilidad para las aves. Como fuera mencionado, las aguas al Este de Tierra del Fuego, zona que se superpone parcialmente con el área de adquisición de datos sísmicos, se destaca como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados, por lo que ha sido definida como “sitio candidato” a ser considerado AICA.

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

Otro efecto potencial sobre la avifauna marina es el riesgo de que los individuos queden enganchados en los equipos de arrastre o colisionen con los barcos, en particular para aquellas especies que se alimentan de presas que son bioluminiscentes y por lo tanto son atraídas naturalmente por las luces, como es para el área de estudio la pardela de cabeza negra que se caracteriza por ser seguidora de los barcos. No obstante, este impacto podrá darse de manera muy localizada alrededor del buque. Asimismo, estas interferencias se podrán ver minimizadas al disminuir la iluminación externa de los buques (dentro de los límites que garanticen la seguridad de la navegación y de los buques, y de las operaciones en cubierta); y al reducir la iluminación destinada a la inspección nocturna de las fuentes de sonido. Estas inspecciones pueden requerirse eventualmente durante las horas nocturnas para el control de los equipos, e implican principalmente el uso de reflectores en la popa del buque que se enfocan hacia la fuente de sonido.

Como tercer efecto, podría existir la afectación de las aves por el vuelo del helicóptero que puede llegar a utilizarse en el caso que se presente una emergencia de evacuación. La operación del helicóptero puede afectar a la avifauna tanto por la generación de ruidos como por la colisión de las mismas contra la aeronave. En este sentido se debe tener en cuenta que la operación de helicópteros, en caso de ocurrir, sólo sería circunstancial y con rutas planificadas por lo que se considera que la afectación sobre las aves será poco significativa.

De acuerdo a la metodología adoptada para la evaluación ambiental, el impacto debido a las actividades de prospección será de intensidad alta considerando que la bibliografía consultada señala que sonorización sísmica produce fundamentalmente efectos comportamentales sobre las aves marinas. En cuanto al alcance espacial se califica como extenso, teniendo en cuenta que la bibliografía sugiere una distancia de 100 km respecto de las colonias reproductivas de pingüinos para descartar cualquier efecto sobre dichas poblaciones. De momento inmediato ya que el desarrollo de las acciones de prospección y el comienzo del efecto ocurrirían de modo sincrónico, y reversible en el corto plazo ya que las afectaciones más comunes serán cambios de comportamiento que se revertirán al finalizar las tareas. La persistencia será temporal ya que tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido. A su vez se trataría de un efecto directo, periódico ya que toda la actividad se encuentra programada y a su vez mitigable considerando que existen medidas mitigatorias a adoptar tanto en lo que respecta a la emisión de las actividades de prospección (arranque suave) y a la operación nocturna de los buques (reducción de la iluminación). Todo esto hace que la significación del impacto del proyecto sobre la avifauna sea moderada. Si bien no se puede concluir que exista una marcada diferencia estacional en cuanto a la sensibilidad del área, en función de las especies de mayor sensibilidad, como el pingüino patagónico cuya presencia es menos frecuente en el invierno, la temporada de otoño-invierno podría ser más recomendable para el desarrollo de la sísmica.

5.6 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE ÁREAS SENSIBLES Y PROTEGIDAS

Las zonas protegidas o de preservación de la biodiversidad representan reductos de especial sensibilidad en cuanto corresponden a áreas de cría, desove, alimentación o reproducción de especies de interés ecológico. De esta manera cualquier actividad que se realice en inmediaciones de estas zonas debe ser especialmente controlada de manera tal que no represente afectaciones sobre el normal desarrollo de las especies en dichas zonas.

Como se mencionó anteriormente, la zona de operación y de influencia directa del proyecto no afecta de manera directa ningún área protegida declara o propuesta por lo cual se ha descartado una afectación sobre este componente. De todos modos, se destaca por su cercanía la Reserva Costa Atlántica Tierra del Fuego (ubicada a más de 30 km de distancia del área de operación), la cual fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la RHRAP, Humedal de Importancia Internacional por la Convención RAMSAR y AICA, en tanto que el sector intermareal donde se observan las mayores concentraciones de aves costeras fue definida como una Zona de Protección Especial por PNA. Al respecto, es dable señalar que no se esperan impactos directos sobre estas zonas costeras según los resultados de los modelos acústicos que se presentaron en el Capítulo 6, en tanto que las potenciales afectaciones sobre las especies objeto de conservación de estas áreas han sido evaluadas anteriormente.

Por otro lado, la zona de estudio coincide parcialmente con el área Aguas al Este de Tierra del Fuego identificada como canditada a AICA, por ser zona de importancia 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. Como fuera señalado, dicha área resulta a la fecha candidata, restando la confirmación por parte de BirdLife International como tal. Por su parte, la potencial afectación sobre las especies objeto de interés de conservación de esta área ha sido evaluada anteriormente en el Punto 5.5.

5.7 POTENCIALES IMPACTOS DE LAS OPERACIONES SÍSMICAS SOBRE LAS PESQUERÍAS

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

Peces

El efecto de las fuentes de energía sísmica sobre las pesquerías, si bien ha sido considerado disruptivo, carece aún de conclusiones firmes (Carroll et al. 2016). Los resultados señalan que los efectos de los impactos sísmicos sobre la captura parecen variar entre los estudios, las especies y los tipos de artes de pesca. Varios estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes de energía sísmica tiene un impacto en la captura de peces, presumiblemente como resultado de los cambios en el comportamiento y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido (e.g. Pearson et al. 1992; Skalski et al. 1992; Engås et al. 1996; Engås y Løkkeborg 2002; Slotte et al. 2004; Løkkeborg et al. 2012). Una reducción en la abundancia de peces y menores capturas has sido reportadas luego de actividad sísmica en diferentes estudios (e.g. Løkkeborg & Soldal 1993, Engås et al. 1996, Engås & Løkkeborg 2002, Slotte et al. 2004, Løkkeborg et al. 2012). La distancia de afectación de las emisiones sísmicas se puede extender por varios kilómetros. Se ha estimado que los peces adultos reaccionan a un conjunto sísmico operativo en distancias de más de 30 km, y que el intenso comportamiento de evasión puede ocurrir en un radio de 1 a 5 km.

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

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

Por su parte Engås et al. (1996) analizaron los efectos de las sísmicas en dos pesquerías importantes que sufrieron un 45% reducción porcentual en el número de peces durante la descarga de los impulsos sonoros y una reducción del 64% una vez culminados los mismos. Las tasas de captura dentro del área de adquisición sísmica disminuyeron un 68% durante el relevamiento; en las zonas circundante las capturas también fueron significativamente menos durante y después del relevamiento. Las tasas de abundancia y de captura no volvieron a los niveles previos durante el período de 5 días posteriores a la finalización del relevamiento sísmico. Prácticamente todos los grandes ejemplares de bacalao (más de 60 cm) salieron del área de emisión (Figura 16).

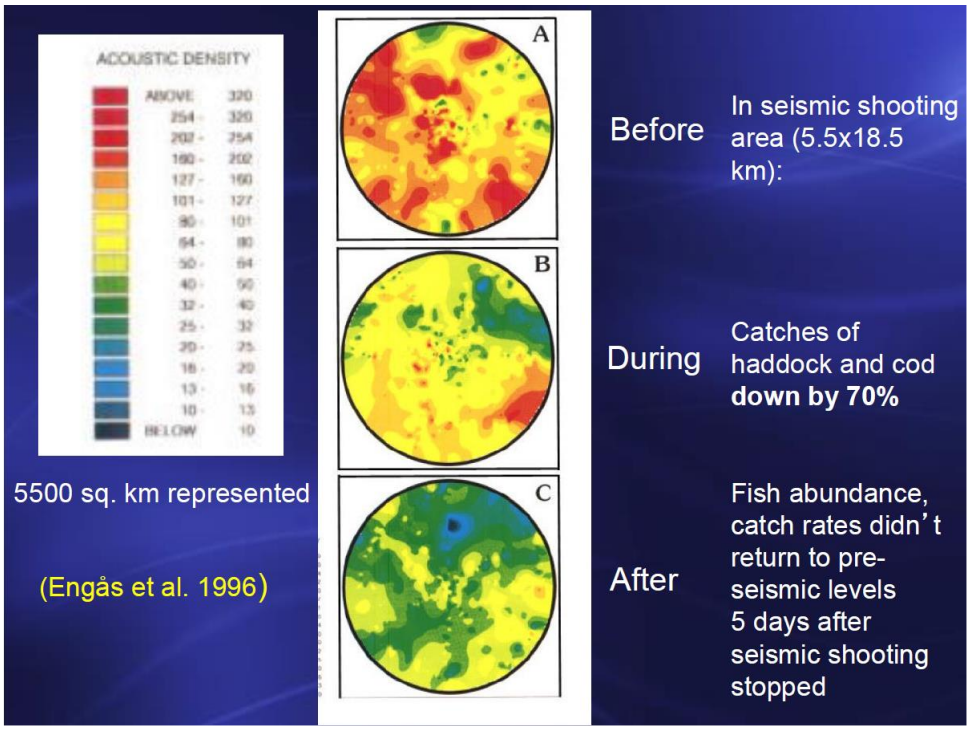


Figura 16. Evaluación de impactos antes, durante y después de realizar descargas de fuentes sísmicas sobre dos pesquerías (tomado de Engås et al. 1996)

Se encontraron reducciones similares en las tasas de captura causadas por la actividad sísmica de pesqueros comerciales que casualmente operaban en los caladeros en los que se realizaban estudios sísmicos (Løkkeborg y Soldal 1993). Este análisis encontró una reducción del 55-80% en las capturas de palangre de *Gadus morhua* y una reducción del 80-85% en la captura incidental de *Gadus morhua* en la pesca de arrastre de camarones. Un estudio en que se realizó una sola prospección sísmica en 2015 descubrió que, de las quince especies comerciales examinadas, seis demostraron una mayor captura después del estudio, tres mostraron una reducción de la captura, y cinco especies no mostraron ningún cambio (Przeslawski et al., 2016). Después de la exposición en un caladero noruego, las capturas de redes de enmalle aumentaron sustancialmente para la gallineta nórdica (*Sebastes norvegicus*) y el fletán negro (*Reinhardtius hippoglossoides*) (en un 86% y 132%, respectivamente), mientras que las capturas con palangre de fletán negro y eglefino disminuyeron 16% y 25%, respectivamente, en comparación con los niveles previos a la emisión (Løkkeborg et al., 2012). Løkkeborg et al. (2009), por su parte, demostraron que las diferencias en las reacciones de las especies con el fletán negro, la gallineta y la maruca aumentando su nivel de actividad de natación, lo que hace que sean más propensos a ser tomados en redes de enmalle y reducir la eficiencia de la captura con palangre. Løkkeborg et al. (2012) encontró que las capturas con enmalladoreas duplicaron sus capturas durante las emisiones comparado con registros previos. Engås et al. (1996) formularon la hipótesis de que la reducción de las tasas de captura de bacalao y eglefino del Atlántico con palangres y redes de arrastre comerciales era muy probablemente el resultado de que los peces se alejaran de la zona sísmica debido a un comportamiento de evitación, pero esto puede deberse en cambio a una menor capacidad de respuesta a los anzuelos cebados asociada a una respuesta de comportamiento de impactos relacionados con la pesca en la misma zona durante más de dos semanas (Skalski et al., 1992). Løkkeborg (1991), a su vez, señala reducciones de la tasa de captura de bacalao del 55 al 80% para los palangres colocados dentro de la zona de prospección sísmica. Los efectos persistieron durante 24 horas dentro de las 5 millas marinas de la prospección sísmica. Løkkeborg, S. y Soldal (1993) concluyen que las operaciones sísmicas pueden influir considerablemente en las tasas de captura de bacalao en las pesquerías de palangre y de arrastre. Estas reducciones son probablemente debido a las respuestas de comportamiento de los peces a la fuente de sonido, incluido el movimiento hacia abajo y el alejamiento del área de estudio.

Por su parte, Turnpenny y Nedwell (1994) también informaron sobre los efectos de la descarga sísmica en pesquerías costeras de lubina en aguas poco profundas del Reino Unido (5 a 30 m de profundidad). El conjunto de fuentes de energía sísmica utilizado tenía un nivel de la fuente de 250 dB re 1 µPa m0-p. Se estimó que los niveles recibidos en las zonas de pesca eran de 163-191 dB re 1 µPa0-p. Utilizando las metodologías de marcado de peces y registro de capturas, se concluyó que no había ninguna migración distinguible de la zona afectada, ni tampoco alguna reducción en las capturas de róbalo en los días en que se descargaron las fuentes de aire comprimido. Parece así probable que los efectos sobre la pesca sean transitorios, y que ocurran principalmente durante la exposición al sonido en sí (Skalski et al. 1992). Engås et al. (1996), a su vez, observaron que la captura de bacalao con red de arrastre se redujo en un 69% en el área de relevamiento sísmico y en un 45-50% fuera del área de relevamiento. Las capturas de eglefino disminuyeron en un 68% dentro del área de prospección sísmica, en un 56% a 1,9-5,6 km y a 13-17 km de la prospección, y el 71% a 30-33 km del estudio. No se verificaron aumentos en la captura en 5 días. Las tasas de captura de los palangres se redujeron en un 45% en el área de estudio, 16% a 1,9-5,6 km del estudio y 25% a 13-17 km del estudio. No se observaron reducciones a 30-33 km de la zona de prospección sísmica. Las capturas palangreras de bacalao tendieron a aumentar después de la exposición, excepto en el punto más lejano donde las capturas disminuyeron. La Bella et al. (1996) no encontraron diferencias significativas con redes de arrastre utilizadas para evaluar la abundancia de *Merluccius merluccius* antes y después de las descargas de las fuentes de aire comprimido.

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

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

En la Tabla 26 se presentan diferentes ejemplos de impactos sobre pesquerías de diferentes especies. Se observa que la mayoría de los impactos se producen por arriba de los 160-170 dB1µPa RMS y a distancia por lo general menores a 10 km.

Tabla 26. Valores de emisión, recepción y efectos observados en diferentes especies (tomado de Russel (2018)

Effect Type	Source levels (dB@1m)	Meters from source	Received levels (dB)	Results	Reference
Physical Effects					
Mortality	226[1]	2	220[2]	Some cod and plaice died within 48 hrs; internal injuries reported. No controls to test for significance.	Matishov (1992
	20 cui (2000 psi)	1	234	One salmon died (n=10) 60 hours after exposure; however, no external aberrations or internal hemorrhaging were observed. Subsequent reports make no mention of this fatality.	Weinhold and Weaver (1972)
Physical damage	230[1]	0.6-1.5	226-234[2]	Swim bladder damage in 2 arctic cisco (n=14).	Falk and Lawrence (1973)
		~3	234 (p-p)	Swim bladders damaged in 73% of exposed adult anchovy as compared to 11% of controls (p=0.01).	Holliday et al. (1987)
	220- 240[1]	0.5	226-246[2]	Half of exposed fish suffered damage to blood cells or internal bleeding. Eye injuries also reported.	Koshleva (1992)
	226[1]	4	214[2]	Blindness in cod and plaice. No controls used.	Matishov (1992
	222.6 (p-p)	5-800	< 212	Significant damage to sensory epithelia (ablated ear cells) in pink snapper examined 58 days after exposure. No mortality.	McCauley et al. (2003)
	20 cui (2000 psi)	10	208	Dislocated tissue within swim bladder of one salmon (n=10). This result is not mentioned subsequently and may have been discarded as unrelated to airgun exposure.	Weinhold and Weaver (1972)
	240 cui (2000 psi)	1	241	Damaged operculum in one salmon (n=10). This was considered to be unrelated to exposure as missing tissue did not appear to be of recent removal.	
Hearing loss	202	13, 17	205-210	Statistically significant hearing loss immediately upon exposure of adult northern pike to 5 pulses at 400 Hz and exposure of lake chub to 5 and 20 pulses at 200, 400 and 1600 Hz. Recovery within 18 hrs.	Popper et al. (2005)
No hearing loss	202	13, 17	205-210	No hearing differences between exposed and control broad whitefish or juvenile northern pike.	
No physical damage	256 (o-p)	180	210[3]	No physical damage observed in European sea bass.	Santulli et al. (1999)
	230[1]	3.0-3.4	219-220[2]	Stress observed in 2-15 arctic cisco but no overt signs of physical damage.	Falk and Lawrence (1973)
		~3	215-222 (p-p)	Healthy ("groomed") anchovy exhibited no swim bladder damage at these levels. Results are not considered statistically significant.	Holliday et al. (1987)
	222, 231	1-10	202-231[2]	No mortality of cod fry observed.	Dalen and Knutsen (1987)
	202	13, 17	205-210	No mortality of fish held for 24 hours after exposure. No obvious morphological damage to swim bladder, eyes, gills or other organs.	Popper et al. (2005)

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 100 de 130

	220- 240[1]	1	220-240[2]	No acute effects observed at this distance.	Koshleva (1992)
Physiological Effects					
Change in physio- logical measures	256 (o-p)	180- 6500	194-210[3]	Increase in sea bass serum cortisol, glucose and lactate immediately after exposure with recovery in 72 hrs. Decrease in serum adenylates. Muscle and liver cortisol increased initially but returned to normal in 72 hrs. Glucose and lactate levels in liver increased over 6 hrs. Glucose and lactate levels in muscle increased from 6-72 hrs. Camp in muscle and liver increased over 72 hours with no return to pre-exposure levels.	Santulli et al. (1999)
No effect		200- 9800	146-195 (rms)	No statistically significant stress increases which could be directly attributed to airgun exposure.	McCauley et al. (2000)
Behavioural Effects					
Startle response	256 (o-p)	180- 2500	199-210[3]	Startle response from European sea bass starting when vessel approached within 2500 m, return to pre-exposure behaviour when vessel passed to 1 nm.	Santulli et al. (1999)
	223 (o-p)		200-205	Startle response by black and olive rockfish.	Pearson et al. (1992)
		5.3-195	195-218	Startle (c-start) reaction of pollock to all airgun shots.	Wardle et al. (2001)
			182-195 (rms)	Persistent startle (c-start) response in all trials. Greater response in small fish.	McCauley et al. (2000)
Change in vertical position	220[1]	< 55	~185[2] at 55 m	Downward movement of whiting to form compact layer at 55 m.	Chapman and Hawkins (1969)
	223 (o-p)	~82- 183	186-191	Decrease in average rockfish aggregation height.	Skalski et al. (1992)
	249.9	100- 300	200-210	Statistically significant reduction in echo sounder abundance of demersal fish (36% reduction); fish presumably forced to bottom since catch rates increased by 34 and 290%.	Dalen and Knutsen (1987)
	222.6	20, 50	197, 189[2]	Blue whiting and mesopelagics descended in water column (20 and 50 m deeper respectively).	Slotte et al. (2004)
	223 (o-p)		177-180	Black rockfish schools collapsed to bottom when airgun started. Returned to pre-exposure behaviour within 20-60 min.	Pearson et al. (1992)
	223 (o-p)		186-199	Vermillion and olive rockfish either rose in water column and eddied at increased speed or moved closer to bottom and became almost motionless. Returned to pre-exposure behaviour within 20-60 min.	
			>156-161 (rms)	Aggregation in bottom centre of enclosure.	McCauley et al. (2000)
	256 (o-p)			Change in vertical distribution of pelagic fish. In particular, reduced acoustic density within the top 16 m.	La Bella et al. (1996)
Change in horizontal distribution	249	< 37 km		Acoustic density of cod and haddock reduced by 45% during exposure, continued decrease to 64% 5 days after exposure. (250-280 m water depth)	Engas et al. (1996)
	223	< 37 km		Average density of mesopelagic fish (including herring and blue whiting) was lower in seismic survey area, with increasing abundance at distance. Fish density seemed higher about 37 km from center of survey area.	Slotte et al. (2004)
	249.9	100- 300	200-210	Statistically non-significant reduction in echo sounder abundance of blue whiting (54% reduction) and small pelagics (13% reduction).	Dalen and Knutsen (1987)

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

				Presumed to have migrated out of area (100-300 m water depth).	
Change in swimming behaviour			156-161 (rms)	Faster swimming and formation of tight groups.	McCauley et al. (2000)
	256	180	210[3]	Sea bass bunched in the center of the enclosure with random orientation and increased swimming speed. Recovery within 1 hr of exposure.	Santulli et al. (1996)
	222, 231	1-10	202-231	Temporary problems with balance in cod fry. Recovery after a few minutes. No significant difference in feeding behaviour as compared to controls (202-222 dB).	Dalen and Knutsen (1987)
	223 (o-p)		177-180	Increasingly tighter schools of blue rockfish with increasing sound levels.	Pearson et al. (1992)
			< 218	Day-to-night movements of two tagged pollock altered during longer-term exposure to airguns.	Wardle et al. (2001)

No behavioural effect	250[1]			Most tagged sea bass were recaptured within 10 km of release site (5-30 m water depth).	Pickett et al. (1994)
			< 218	Two tagged pollock did not move away from reef (10-20 m water depth).	Wardle et al. (2001)
	202	13, 17	205-210	Normal swimming behaviour of northern pike, broad whitefish and lake chub during exposure.	Popper et al. (2005)

Fisheries Effects					
Change in catch or effort	249.9	100- 300m	> 200 at	Increase in demersal fish catch by 34% and 290%.	Dalen and Knutsen (1987)

			depth[2]		
	239	< 9.3 km	161[1] at 5 km	Reductions of 55-80% in longline catches of cod within 9.3 km (5 nm) of seismic survey area.	Løkkeborg (1991)
	239- 250	< 9.3 km	160-171[1]	Reductions in shrimp trawl by-catch of cod by 79 and 83% within 9.3 km (5 nm) of seismic survey area. Increases of cod by-catch in saithe trawl of 300%. Return to pre- exposure catches within 12-24 hrs.	Løkkeborg and Soldal (1993)
	223 (o-p)	< 165 m	186-191	Average decline in rockfish catch-per-unit effort of 53% within seismic survey area.	Skalski et al. (1992)
	249	< 33 km		Statistically significant reductions in trawl and longline catch of cod and haddock within a 74 km[2] study area upon exposure to a seismic source. Trawl catch of cod reduced by 69% within the 5.6x18.5 km seismic survey area and 45-50% outside seismic survey area. Trawl catch of haddock reduced by 68% within seismic survey area, 56% 2-17 km from survey area and 71% 30-33 km from survey area. Longline catch reduced by 45% in survey area, 16% at 1.9-5.6 km from survey, 25% at 13- 17 km from survey. Longline catches of cod tended to increase within the seismic survey area, while haddock longline catches were reduced by 67% within the seismic survey area.	Engas et al. (1996)
No effect on fisheries	250[1]	1-23 km		No significant change in hook and line catch rate of European sea bass.	Pickett et al. (1994)
	256 (o-p)			No significant changes in trawl or gillnet catch.	La Bella et al. (1996)
				Statistical analysis of logbooks showed no statistically significant effect of seismic surveying on catch rates; however, 75% of fishermen believed they had observed an effect. No lasting impacts on fisheries	Jakupstovu et al. (2001) reported in Gausland

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 102 de 130

				success.	(2003)

[1] source levels as estimated by Turnpenny and Nedwell (1994). [2] received levels as estimated by spherical spreading (20logR). [3] received levels as estimated using spherical spreading, 20logR, to water depth and cylindrical spreading, 10logR, for remaining distance.

Pesquerías de invertebrados

En el caso de pesquerías de invertebrados marinos, no se han detectado efectos potenciales de las señales sísmicas en las tasas de captura o en las abundancias de cefalópodos, bivalvos, gasterópodos, decápodos y estomatópodos entre los sitios expuestos a operaciones sísmicas y los no expuestos (Wardle et al., 2001; Parry et al. 2002; Christian et al. 2003; Parry y Gason, 2006; Courtney et al., 2015). Los efectos potenciales sobre las tasas de captura o las abundancias han sido probados en cefalópodos sin diferencias detectadas entre los sitios expuestos a operaciones sísmicas y los no expuestos (Carroll et al. 2016). Por lo tanto, es probable que los cefalópodos en el área de la sísmica puedan mostrar una respuesta de comportamiento a la sísmica y se alejan de la fuente. No hay suficiente información para medir la escala de este movimiento, y la distancia de desplazamiento, sin embargo, es probable que vuelvan a la zona una vez que la fuente sísmica ha pasado.

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

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 103 de 130

5.7.2 Importancia del impacto

Como se mencionó anteriormente, las tareas de prospección sísmica pueden incidir sobre las pesquerías tanto por la afectación de los impulsos sísmicos sobre las especies de interés pesquero, como por la interferencia que puede producir la actividad en relación con la circulación de la flota pesquera que transita por el sector en búsqueda de zonas de captura.

El impacto sobre el rendimiento de la actividad pesquera en el área de adquisición sísmica podría darse como resultado indirecto de la afectación del proyecto sobre la fauna ictícola y de invertebrados siendo que, como se ha evaluado anteriormente, dichas comunidades pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica. No obstante, como se señaló más arriba la incidencia de las actividades de adquisición sísmica carece aun de conclusiones firmes respecto de su afectación sobre las capturas. Posiblemente cualquier probable efecto en los peces no se traduzca necesariamente en efectos a escala de población o interrupciones en la pesca. Si bien distintos estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes sísmicas tiene un impacto en la captura de peces, posiblemente como resultado de respuestas conductuales y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido, algunos autores sugieren que los efectos en la pesca pueden ser transitorios, ocurriendo principalmente durante la exposición al sonido en sí. En todo caso, la zona de adquisición sísmica posee una baja importancia pesquera o resulta muy secundaria para algunas especies de reconocida importancia en la región austral como es el abadejo, la polaca, la merluza de cola, merluza austral, etc. Tampoco los macro-crustáceos presentan gran importancia económica en la zona de estudio, no obstante, cabe destacar que la plataforma fueguina exhibiría importantes densidades de centolla patagónica y un alto potencial pesquero aun poco explotado.

Por otro lado, dado que la zona de proyecto tiene solo una relación muy marginal con las pesquerías de relevancia que se desarrollan en la región sur, se estima que la prospección sísmica tendrá una muy baja interferencia con estas actividades que tienen a su vez una distribución espacial considerable, y se concentra en puertos alejados de la zona de prospección.

Si bien en términos estacionales, la interacción con las pesquerías sería mínima a partir de comienzos de primavera y hasta inicios del verano, la mayoría de las especies tiene su pico reproductivo hacia fines del invierno e inicios de primavera. Y particularmente, en el caso de la centolla patagónica, sería recomendable evitar las prospecciones durante la época de reproducción (fin de primavera-verano) dado que, si bien por su condición bentónica esta especie no se vería afectada, su comportamiento reproductivo, la biología larval y los primeros estadios son aspectos aún poco conocidos en el mar argentino.

De acuerdo con la metodología de valoración de impactos ambientales propuesta, considerando la baja sensibilidad de las pesquerías en la zona de proyecto, el impacto debido a las tareas de prospección sísmica será de baja intensidad. La extensión se considera parcial teniendo en cuenta que, a lo sumo, la zona de proyecto representa solo una porción marginal de amplia área en que se distribuyen las pesquerías de relevancia en la región austral. El momento inmediato ya que el desarrollo de la acción de prospección y el comienzo del efecto serían contiguos. La persistencia será temporal y reversible en el corto plazo ya que los principales efectos se darían durante la exposición a los impulsos sonoros. A su vez se trataría de un efecto periódico ya que toda la actividad se encuentra programada. Todo esto hace que la significación del impacto de la prospección sísmica sobre las pesquerías se clasifique como bajo.

5.8 POTENCIALES IMPACTOS SOBRE EL TRÁNSITO MARÍTIMO, EL FUNCIONAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y LAS ACTIVIDADES HIDROCARBURÍFERAS

Como se mencionó anteriormente, linderos a la zona de proyecto existen dos bloques de explotación en actividad (bajo la denominación CAU) con un pozo productivo cada uno, ubicados a una distancia de 11 km y 33 km del área de adquisición de datos sísmicos respectivamente. En este sentido, si bien el área de prospección se superpone levemente con el bloque CAU ubicado al norte del área AUS 105 no se espera que el proyecto signifique una interferencia para la actividad de los mismos. Para el resto de los bloques adyacentes (CNOR, CSES, LEO y TASI) la información disponible indica que no se encuentran productivos, no obstante, se desconoce cuales son las actividades de la operadora Total Austral S.A. en dichas áreas. Esto resulta particularmente relevante para el área Tauro-Sirius (TASI), dado que el área de prospección sísmica se superpone parcialmente con la misma y por lo cual el proyecto podría significar una interferencia. En este sentido, en la matriz de evaluación se ha considerado de manera precautoria un impacto en relación a la actividad hidrocarburífera. De acuerdo a todo lo antedicho, resulta necesario articular con el operador de las áreas linderas notificandolo de las actividades previstas en las áreas a prospectar por EQUINOR.

En relación al tránsito marítimo, los principales impactos podrían encontrarse asociados a una eventual interferencia en el tráfico normal de embarcaciones que se encuentran en la ruta que une el área de proyecto con la base de apoyo costero (Puerto Deseado) y los que navegan en la zona de proyecto.

La navegación en el área de adquisición sísmica se asocia por un lado, a buques pesqueros, no obstante, existe una baja interacción con la zona del proyecto, y solamente en el sector noreste, sobre la salida del Estrecho de Magallanes en verano y otoño. Por el otro lado, se relaciona posiblemente con las operaciones en los bloques productivos cercanos dado que se presume que las mismas incluyen movimientos de buques para transporte de personal y eventualmente materiales para mantenimiento.

En todo caso, estas interferencias podrán ser igualmente minimizadas a través de la planificación y comunicación eficaz con las autoridades portuarias, la Prefectura Naval, y el operador de las áreas linderas (Total Austral S.A.) Por ende, la afectación al tránsito marítimo se considera baja.

En lo que respecta a la infraestructura, 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. Es dable señalar que el área operativa del proyecto se encuentra a 50 km aproximadamente al Sur del cable subacuático “ARSAT”, el único presente en la zona próxima, por lo cual la presencia de dicha infraestructura no se verá interferida por el proyecto.

Respecto de los ductos presentes alrededor de la zona de estudio se puede identificar sólo un ducto sobre el extremo noroeste del Área Operativa y de Influencia Directa, que igualmente, se encuentra fuera del límite del polígono del Área de Adquisición de Datos Sísmicos. Se trata del poliducto denominado “Gasolinoducto de exportación 24" con Línea MEG 4”, el cual pertenece a la empresa Total Austral S.A., y conecta el bloque CAU, correspondiente al yacimiento Vega Pleyade, con la planta costera de Río Cullén. Si bien el tramo del ducto mencionado se encuentra a una distancia menor a 8 km del polígono del Área de Adquisición de Datos Sísmicos, las maniobras de giro del buque se desarrollarán en sentido contrario (hacia el este) sin superponerse con el mismo.

Página 105 de 130

En cuanto a la ubicación de Pozos de hidrocarburos, como se mencionó, dentro del Área de Adquisición de Datos Sísmicos se encuentran dos pozos (pozos TA.CMA-9.Fen.x-1 y TA.CMA-1.Ind.x-1). Otros tres pozos se encuentran en las proximidades: pozos TA.CMA-1.Sir.x-1, TA.CMA-9.Fen.e-2 y TA.CMA-1.Car.e-9, ubicados a 1,4; 3 y 14 km de distancia del polígono de Adquisición de Datos Sísmicos, respectivamente. No obstante, dado que el estado de todos los pozos mencionados es de “abandonado”, no se considera que el proyecto constituirá una interferencia para los mismos.

5.9 OTROS IMPACTOS POTENCIALES

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

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

- Fuga o derrame en la cubierta de pequeñas cantidades de aceite hidráulico o aceite lubricante; y
- Pérdida de MGO (gas oil marino –diesel-) durante las operaciones de reabastecimiento de combustible del buque sísmico, como resultado de una falla en la conexión de la manguera.

El tamaño de los posibles derrames de hidrocarburos (aceite hidráulico o aceite lubricante) en las cubiertas del buque sísmico y de las embarcaciones de apoyo se estima inferior a 50 litros (sobre la base de los análisis de frecuencia de fugas de la industria naviera). Esta cantidad se relaciona principalmente con la capacidad de los contenedores que se utilizan comúnmente, además de los volúmenes de aceite hidráulico contenidos en las mangueras de los equipos. En el caso de los derrames en la cubierta, la mayor parte del material derramado será contenido en las bandejas de recolección y dirigida a los tanques de sentina impidiendo su vertido al agua. Los contenedores utilizados en los buques para el almacenamiento de hidrocarburos varían en tamaño desde menos de un litro hasta 200 litros (tambores). Los tambores más grandes, de hasta 200 litros, pueden utilizarse para aceites como el aceite lubricante de motores, pero siempre se utilizarán y almacenarán en zonas internas y/o cercadas en las que cualquier derrame o fuga quedaría totalmente contenida a bordo. En el peor de los casos el volumen de MGO derramado durante las operaciones de reabastecimiento sería de 125 litros, debido a la pérdida total del contenido de la manguera de transferencia (por ejemplo, una manguera de 3" de 28 m de longitud). En realidad, una hipótesis más probable es una fuga por un pequeño orificio o una grieta en la manguera (producidos por abrasión o daños mecánicos), que daría lugar a un brillo muy visible en la superficie del agua en el caso de que se produzca, lo que permitirá adoptar medidas para detener la fuga (por parte de los supervisores de la operación) antes de que se hayan derramado unos pocos litros. El MGO es un destilado de petróleo ligero que sufre una rápida dispersión y evaporación.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 106 de 130

Por otra parte, la pérdida de todo el combustible del buque sísmico se considera particularmente improbable, ya que el mismo se almacena en una serie de tanques más pequeños (en general de 200 m^3) y es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente. Además, las válvulas que conectan los tanques de combustible se mantienen cerradas, minimizando la pérdida de combustible si uno de los tanques se rompe, en tanto que las fugas en los depósitos de almacenamiento se dirigen a los tanques de agua de sentina oleosa. Solo en raras ocasiones una colisión entre buques puede provocar la ruptura del tanque de combustible y el vertido del mismo al agua. Para que esto ocurra, la colisión debe tener la fuerza suficiente para penetrar en el casco del buque en el lugar donde se encuentra el tanque de combustible, lo cual es poco probable. Por lo tanto, en el caso extremadamente improbable de que se rompa un tanque de combustible como resultado de una colisión, el tamaño máximo del derrame posible sería del orden de los 200 m^3. En este sentido es dable destacar que es muy improbable que una colisión de ese tipo ocurra durante la prospección sísmica ya que el buque sísmico y las embarcaciones de apoyo tendrán que cumplir con los procedimientos generales de seguridad marítima y de navegación (uso de luces, balizas, contacto por radio, etc.), sumado a la zona de exclusión de navegación que se establece entorno al buque sísmico y el arreglo para su navegación segura (de hasta 4 km en el frente de la embarcación y a cada lado, y de hasta 12 km por detrás).

Los posibles efectos de un derrame de hidrocarburos en el medio marino varían significativamente en función de factores como el viento y las corrientes en el momento de la liberación, y de las acciones de respuesta. En aguas abiertas, donde se realizarán la mayoría de las actividades de prospección, cualquier derrame de combustible diésel estaría sujeto a una rápida dispersión, meteorización, pérdidas por evaporación y disipación en toda la columna de agua, por lo que es probable que la extensión temporal y espacial de cualquier efecto adverso sea limitada.

El riesgo de contaminación de aguas marinas puede presentarse por derrame de combustibles, vertimiento y la disposición inadecuada de los residuos en las aguas marinas. De producirse el impacto sobre el agua marina, se afectaría la calidad del agua y de los sedimentos y la fauna acuática. El riesgo asociado a las actividades del proyecto será minimizado mediante el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales para el manejo de residuos y sustancias peligrosas. Asimismo, las embarcaciones, sólo transportarán el combustible necesario para su funcionamiento (almacenados en compartimientos especialmente diseñados y acondicionados de acuerdo a su fabricación). También es dable señalar que se exigirá a la contratista encargada de la prospección el uso de cables sísmicos (streamers) del tipo sólido y de alimentación eléctrica desde el barco. Con esto se evitan los posibles derrames de aceite y kerosene que los streamer no sólidos contienen como relleno, y también se elimina el uso de baterías al interior del cable, que puedan contaminar con químicos en caso de fugas por descarga de baterías. El análisis permite calificar este impacto como muy poco significativo y de muy baja probabilidad de ocurrencia.

Los buques que formen parte del proyecto deberán contar con un Programa de Gestión de Residuos donde se especifiquen los procedimientos de segregación, clasificación, acopio, tratamiento y disposición final de los residuos generados a bordo como resultado de las acciones de prospección y las ordinarias de navegación, de manera tal de minimizar la posibilidad de ocurrencia de impactos ambientales derivados del manejo deficiente de residuos y sus derivados. El programa mencionado se deberá presentar conjuntamente con el Plan de Contingencias a la Autoridad de Competencia (Prefectura Naval Argentina).

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

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 107 de 130

Por otro lado, dado que el buque sísmico con sus líneas de hidrófonos, abarcan un área marítima considerable, existe un riesgo de interferencia con la navegación de otras embarcaciones, que deberá ser manejado aplicando las medidas de prevención de accidentes más adecuadas, conforme se indica en el punto sobre medidas de mitigación.

En cuanto a la calidad del aire el mecanismo de operación y desplazamiento del buque sísmico y los buques de apoyo es similar a las embarcaciones que ya navegan en la zona. La operación de las embarcaciones no afectará las condiciones atmosféricas en el área de influencia del proyecto, debido a que las emisiones que se generarán, se dispersarán rápidamente en la atmósfera por la acción del viento, sin generar efectos ambientales sobre los componentes del medio. Estas emisiones atmosféricas también implican una contribución a las emisiones de GEI (aunque muy pequeña). Según la estimación de emisiones realizada en el Capítulo 4 de este estudio, las actividades de adquisición sísmica generarán 35.393 toneladas de gases equivalentes a CO_2 en total (o lo que es lo mismo 0,035 $MtCO_2eq$). En comparación con los 364 $MtCO_2eq$ (Millones de Toneladas de CO_2 equivalente) totales estimadas para el país en base al Inventario Nacional de GEI correspondientes al Tercer BUR[12] elaborado en 2018-2019 (SAyDS, 2019), se considera que el impacto del proyecto en las emisiones de GEI no es significativo. La medida de mitigación es el mantenimiento adecuado y constante de las maquinarias y motores.

Además de los sonidos sísmicos, la única fuente adicional de ruido, será el funcionamiento de las embarcaciones o de los helicópteros en caso de ser necesaria su operación en una situación contingente. El desplazamiento del barco sísmico generará ruidos por el funcionamiento de los motores, localizado en la sala de máquinas. Los efectos del ruido sobre el personal, podrían ser de moderada magnitud para los encargados del mantenimiento de los motores, si no se adoptaran las medidas de mitigación y protección auditivas habituales en este tipo de embarcaciones.

Durante la ejecución del relevamiento existe un riesgo para la salud y seguridad del personal laboral, asociado a contraer alguna enfermedad o la ocurrencia de algún accidente durante las operaciones del proyecto. Estos riesgos pueden materializarse de no cumplirse los procedimientos y normas de seguridad o prevención establecidas para este tipo de proyectos. La posibilidad de este impacto se considera como de muy baja probabilidad, pequeña magnitud, corta duración, lo que implica calificarlo como de baja significación.

Si bien la posibilidad de ocurrencia de enfermedades es latente, por la influencia del medio acuático, para minimizar los riesgos se deben aplicar buenas prácticas de seguridad e higiene dentro de las embarcaciones. El impacto ha sido calificado muy poco significativo, indirecto, de pequeña magnitud, puntual y de baja probabilidad de ocurrencia.

Las tareas de prospección sísmica propiamente dichas, así como de las actividades de apoyo necesarias generarán un impacto positivo sobre la economía local principalmente asociado a la demanda de mano de obra. Debido a la cantidad y calificación del personal requerido para el proyecto y el plazo de desarrollo del mismo, el impacto sobre las actividades económicas será de poca relevancia.

[12] Informe Bienal de Actualización

6. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para la identificación, evaluación y valoración de los potenciales impactos ambientales asociados al proyecto en estudio se siguió la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández – Vitora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia). Esta metodología integra en la cuantificación de los impactos los atributos de magnitud, temporalidad, sinergia y acumulación, entre otros, cumpliendo con lo requerido en el Anexo IV de la Resolución Conjunta 3/19 de las Secretarías de Gobierno de Energía y de Ambiente.

Los impactos se califican según su signo (positivo, negativo, neutro), intensidad (mínima o nula, baja, moderada, buena/óptima o severa/crítica), extensión (puntual, difusa), persistencia (permanente, transitoria), entre otras variables, que se detallan de acuerdo al siguiente algoritmo:

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

Donde:

± = signo

I = Importancia del Impacto

i = intensidad o grado probable de destrucción

EX = Extensión o área de influencia del impacto

MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del Impacto.

PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos provocados por el impacto

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo

EF = efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

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

Página 109 de 130

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

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

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 110 de 130

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

En función de este modelo los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, los impactos han sido clasificados en seis categorías de acuerdo a la significación obtenida en la valoración.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM
CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significación	**Valoración**	**Significación**	**Valoración**
1 a 24	Bajo	-1 a -24	Bajo
25 a 49	Moderado	-25 a -49	Moderado
≥ 50	Alto / Relevante	≤ -50	Alto / Crítico

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

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

6.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se presenta la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

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

Tabla 27. Matriz de Evaluación Impacto Ambiental

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121														
Acción	Medio	Factor Ambiental	Signo (+/-)	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)
Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	-	1	2	4	1	1	1	1	4	2	2	-23
		Aire	-	1	2	4	1	1	2	1	4	2	2	-24
Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	-	1	2	4	1	1	1	1	4	2	2	-23
		Aire	-	1	2	4	1	1	2	1	4	2	2	-24
	Biótico	Mamíferos marinos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-21
		Peces y cefalópodos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-21
		Aves marinas	-	1	2	4	2	1	1	1	4	2	2	-24
	Antrópico	Tránsito marítimo	-	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23
Ejecución de las tareas de propección sísmica	Biótico	Mamíferos marinos	-	8	2	4	2	1	1	4	4	2	4	-50
		Peces y cafalópodos	-	2	2	2	2	1	1	4	4	2	4	-30
		Aves marinas	-	4	4	4	2	1	1	1	4	2	4	-39
		Bentos y plancton	-	2	1	4	2	1	1	1	4	2	1	-24
		Áreas sensibles y protegidas												(1)
	Antrópico	Actividad pesquera	-	1	2	4	2	1	1	1	4	2	2	-24
		Actividad hidrocarburífera	-	1	1	4	2	1	1	1	4	2	2	-22
		Tránsito marítimo	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20
		Infraestructura												(1)
Contingencias	Físico	Agua superficial	-	4	2	4	2	1	1	1	4	2	2	-33
		Aire	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	2	-22
	Biótico	Mamíferos marinos	-	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-35
		Peces y cefalópodos	-	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-35
		Aves marinas	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-29
		Bentos y plancton	-	4	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-35
		Áreas sensibles y protegidas												(1)
	Antrópico	Actividad pesquera	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23
		Tránsito marítimo	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23
		Infraestructura												(1)
Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	Antrópico	Actividades económicas	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	16

Notas:
(1) Los impactos fueron tratados y descartados en el texto de evaluación de impactos

REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significación	Valoración	Significación	Valoración
1 a 24	Bajo	-1 a -24	Bajo
25 a 49	Moderado	-25 a -49	Moderado
≥ 50	Alto / Relevante	≤ -50	Alto / Crítico

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 113 de 130

Tabla 28. Matriz resumen

COMPONENTES AMBIENTALES / ACCIONES		MEDIO FÍSICO		MEDIO BIÓTICO					MEDIO ANTRÓPICO				
		Agua superficial	Aire	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Aves marinas	Bentos y plancton	Áreas sensibles y protegidas	Actividad pesquera	Actividad hidrocarburífera	Tránsito Marítimo	Infraestructura	Actividades económicas
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121	Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	-23	-24										
	Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo	-23	-24	-21	-21	-24					-23		
	Ejecución de las tareas de prospección sísmica			-50	-30	-39	-24		-22	-22	-20		
	Contingencias	-33	-22	-35	-35	-29	-35		-23		-23		
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios												16

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

A continuación, se presente la matriz resumen de impactos ambientales considerando la implementación de las medidas de mitigación confeccionadas para atender a los impactos significativos del proyecto (Capítulo 8).

Tabla 29. Matriz de impacto ambiental implementando medidas de mitigación

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121					
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Medida de mitigación / Programa de Gestión Ambiental	IMPACTO RESIDUAL
Actividades normales de operación y mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	Bajo	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE	Despreciable
		Aire	Bajo	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE	Despreciable
Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo	Físico	Agua superficial	Bajo	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS	Despreciable
		Aire	Bajo	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Generales (Mantenimiento de los motores que aseguren niveles de emisiones y de ruidos apropiados) • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO	Despreciable
	Biótico	Mamíferos marinos	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional • PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE COLISIONES Y VARAMIENTOS DE BIOTA MARINA	Bajo

Página 115 de 130

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121					
		Peces y cefalópodos	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES	Bajo
		Aves marinas	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional	Bajo
	Antrópico	Tránsito marítimo	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN	Bajo
Ejecución de las tareas de propección sísmica	Biótico	Mamíferos marinos	Alto / Crítico	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y aves - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional • PROGRAMA DE OBSERVADORES MARINOS A BORDO • PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE COLISIONES Y VARAMIENTOS DE BIOTA MARINA	Moderado
		Peces y cefalópodos	Moderado	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y aves	Bajo
		Aves marinas	Moderado	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES - Generales - Procedimiento de arranque suave y monitoreo visual (y acústico) de mamíferos y aves - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional • PROGRAMA DE OBSERVADORES MARINOS A BORDO	Moderado
		Bentos y plancton	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES	Bajo
		Áreas sensibles y protegidas	Se descartó un impacto sobre este factor	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS SOBRE MAMÍFEROS MARINOS, PECES Y AVES - Mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional	Se descartó un impacto sobre este factor
	Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN	Bajo
		Actividad hidrocarburífera	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS CON LAS ACTIVIDADES HIDROCARBURÍFERAS LINDERAS	Bajo
		Tránsito marítimo	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN	Bajo
		Infraestructura	Se descartó un impacto sobre este factor	-	Se descartó un impacto sobre este factor

Página 116 de 130

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121					
Contingencias	Físico	Agua superficial	Moderado	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE • PLAN DE CONTINGENCIAS	Bajo
		Aire	Bajo	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE • PLAN DE CONTINGENCIAS	Bajo
	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE • PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE COLISIONES Y VARAMIENTOS DE BIOTA MARINA • PLAN DE CONTINGENCIAS	Bajo
		Peces y cefalópodos	Moderado	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE • PLAN DE CONTINGENCIAS	Bajo

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 117 de 130

Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121					
		Aves marinas	Moderado	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE • PLAN DE CONTINGENCIAS	Bajo
		Bentos y plancton	Moderado	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE • PLAN DE CONTINGENCIAS	Bajo
		Áreas sensibles y protegidas	Se descartó un impacto sobre este factor	-	Se descartó un impacto sobre este factor
	Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	• MEDIDAS PROTECTORAS O PREVENTIVAS - Manejo de combustibles y aceites - Manejo de residuos • MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN • PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL • PROGRAMA GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO • PROGRAMA DE MANEJO DE HIDROCARBUROS • PROGRAMA DE OPERACIÓN EN BASES LOGÍSTICAS ONSHORE • PLAN DE CONTINGENCIAS	Bajo
		Tránsito marítimo	Bajo	• MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LAS POTENCIALES INTERFERENCIAS EN LA NAVEGACIÓN	Bajo
		Infraestructura	Se descartó un impacto sobre este factor	-	Se descartó un impacto sobre este factor
Demanda de mano de obra y de bienes y servicios	Antrópico	Actividades económicas	Bajo	-	Bajo

Página 118 de 130

8. IMPACTOS ACUMULATIVOS

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

Los impactos acumulativos pueden surgir como resultado de:

1. Interacciones entre impactos residuales independientes relacionados con el proyecto, lo que podría incluir el efecto de múltiples interacciones ambientales del proyecto (por ejemplo, sonido subacuático, interferencia por movimientos de embarcaciones, etc.) sobre un receptor o componente ambiental, siendo el efecto resultante mayor que cada impacto individual en forma aislada.

2. Interacciones entre los impactos residuales del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D en las Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121 en combinación con los impactos de otros proyectos y sus actividades conexas dentro de la misma zona de influencia. Este efecto puede producirse como resultado de los impactos combinados de varios proyectos, que individualmente podrían no ser significativos, pero que cuando se consideran conjuntamente podrían crear un efecto acumulativo significativo en un solo receptor o componente ambiental.

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

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

La evaluación del impacto acumulativo comprende entonces lo siguiente:

- Identificar otros proyectos y actividades conocidas en las cercanías del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121 con los que exista la posibilidad de que se produzcan impactos acumulativos.
- Evaluar la interacción del proyecto con otras actividades o proyectos desde el punto de vista espacial (es decir, los impactos están tan cerca en el espacio que sus efectos se superponen) y temporal (es decir, los impactos están tan cerca en el tiempo que el efecto de uno no se disipa antes de que se produzca el siguiente);
- Evaluar los posibles impactos acumulativos en los receptores ambientales potencialmente afectados por el Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121 y los proyectos o actividades identificadas; y
- Cuando sea necesario, definir medidas para evitar, reducir o mitigar en la medida de lo posible cualquier impacto acumulativo potencialmente significativo.

A continuación, se presenta una descripción de las actividades y proyectos identificados entorno a las áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121 con potencial de producir impactos acumulativos.

1 - Actividades del operador Total Austral S.A. dentro de los bloques Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y Leo adyacentes a las áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121. El bloque CAU ubicado al oeste de las áreas AUS 105 y AUS 106 correspondiente al yacimiento Vega Pleyade cuenta con un pozo de extracción de gas convencional en actividad (pozo TAU.MA.Ple-9(h)) localizado a una distancia de más de 11 km del área de adquisición de datos sísmicos. 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. El bloque CAU ubicado al norte del área AUS 105 cuenta también con un pozo de extracción de gas convencional en actividad (pozo TAU.MA.Car.1-4(h)) ubicado a más de 33 km de distancia del área de adquisición de datos sísmicos. Esta producción cuenta con una plataforma offshore operada desde la costa que se conecta también a la planta de tratamiento de Río Cullen a través de un gasoducto de 24''. Si bien no se conoce el detalle de la logística de la operadora en los bloques productivos Cuenca Marina Austral 1, se presume que las operaciones incluyen movimientos de buques para transporte de personal y, eventualmente, materiales para mantenimiento. Estas actividades se llevarán a cabo durante todo el período de duración de la prospección sísmica, y refieren básicamente al tránsito marítimo. Los impactos de este aspecto del proyecto (Operaciones de navegación de buques sísmicos y de apoyo) fueron clasificados como de bajo impacto para el ambiente receptor, y no se prevé que la interacción con las actividades de las concesiones linderas implique un impacto acumulativo más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. En este caso además de la aplicación de las acciones previstas para la mitigación de las potenciales interferencias en la navegación, se considera necesario notificar a la operadora mencionada de las actividades que desarrollará EQUINOR en las áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121. Por su parte, 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[13]. Se desconoce cuales son los planes de la operadora para el desarrollo de dichas áreas, siendo en particular relevante conocer si se planifican tareas de prospección sísmicas coincidentes con las previstas en las áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121. En este sentido se remite a lo antedicho, respecto de la necesidad de articular con el operador de las áreas linderas, de manera de descartar o evaluar la potencial superposición de actividades.

2 – Como se puede observar en las figuras a continuación, existen bloques linderos a las áreas de adquisición bajo estudio que formaron parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1. El área AUS 105 linda al norte con el bloque AUS 104; en tanto que el área MLO 121 colinda al norte con los bloques MLO 115 y MLO 116, y al este con el bloque MLO 122. De acuerdo a la Resolución 276/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, la licitación de los bloques AUS 104, MLO 115 y MLO 116 se declaró desierta dado que no se recibieron ofertas para dichas áreas, mientras que el área MLO 122 fue adjudicada a la empresa TULLOW OIL PLC (quien cuenta con permiso de exploración expedido en octubre de 2019 por Resolución 598/2019). Lo antedicho permitiría descartar la posibilidad de que se lleven tareas de prospección con superposición temporal en las áreas adyacentes a las AUS 105 y AUS 106 (hasta tanto no sean concesionadas las áreas AUS 104, MLO 115 y MLO 116). No obstante, dado que se desconoce cuales son los planes de exploración en el área MLO 122, no se puede afirmar que la potencial prospección pueda superponerse temporal o espacialmente con la campaña de adquisición de datos prevista por EQUINOR en las áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 121. En todo caso, este análisis parecería corresponder a la autoridad de aplicación, quien podrá tener a su vez una perspectiva a una escala más amplia e integral.

[13] https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/planeamiento-energetico/panel-de-indicadores/produccion-petroleo-prom-diaria-cuenca

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 120 de 130

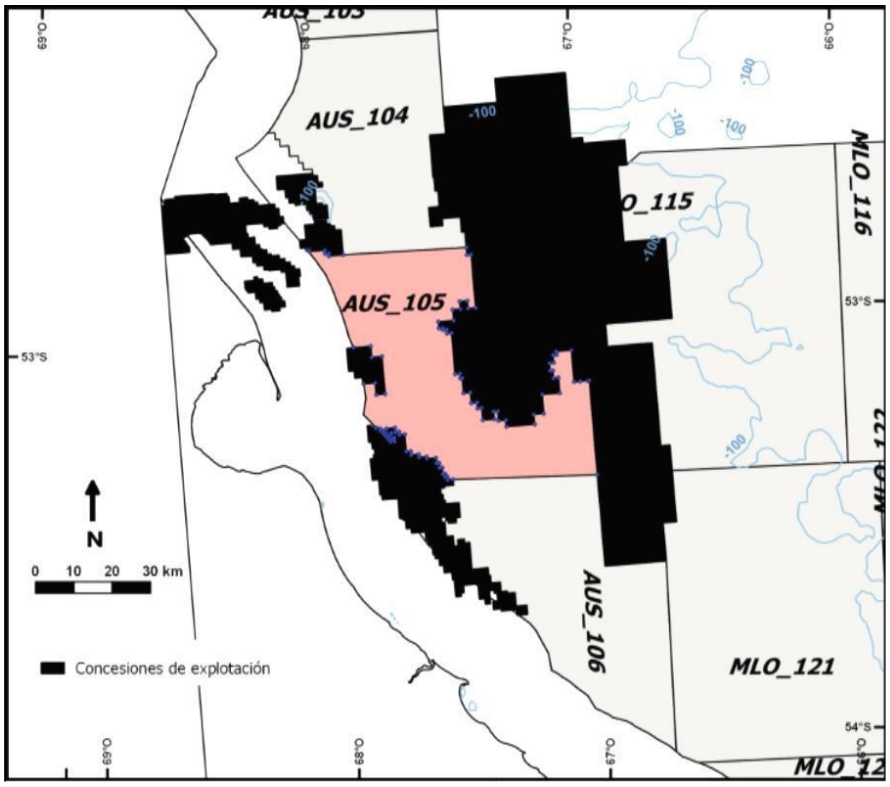


Figura 17. Bloques linderos a las áreas AUS 105 y AUS 106 concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1

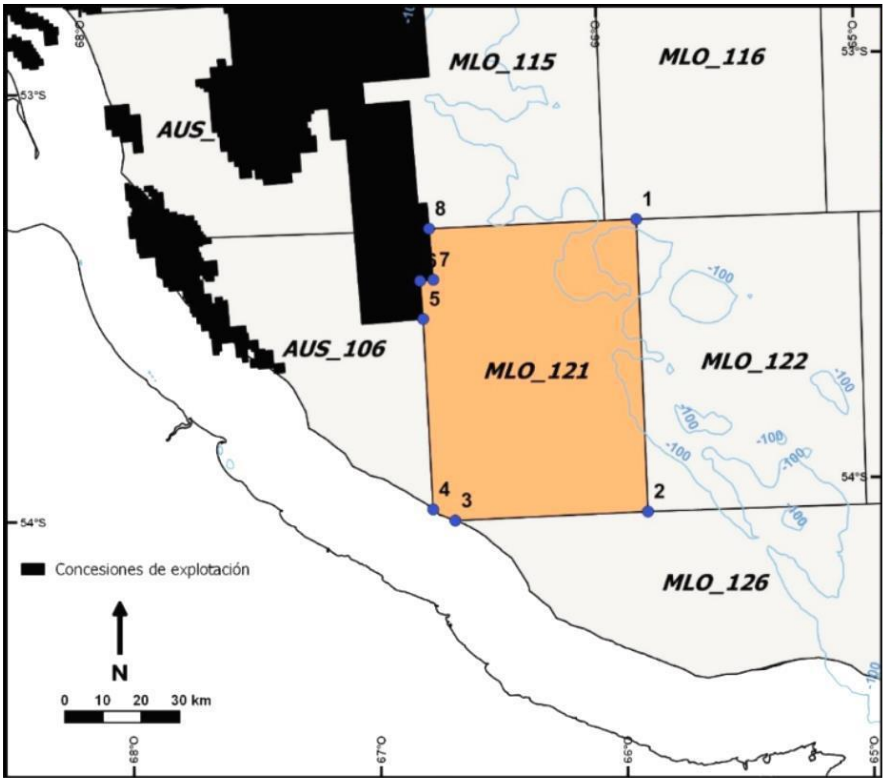


Figura 18. Bloques linderos al área MLO 121 concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 121 de 130

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

4 – En relación a la interacción de los efectos del proyecto con las actividades de pesca presentes, es dable señalar dos aspectos analizados anteriormente. Por un lado, dado que el proyecto prevé la implementación de un protocolo de arranque suave al comienzo de cada línea de adquisición de datos que permitiría que los peces en las cercanías de la fuente de sonido se alejen antes de que los niveles de sonido se vuelvan perjudiciales, el riesgo para los peces individuales es bajo, y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas; en particular considerando que la mayoría de las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. De este modo, los efectos sobre las poblaciones de peces comprenderían fundamentalmente respuestas comportamentales que podrían implicar el alejamiento temporal de las especies de las áreas de alimentación y de las de áreas de desove de aquellas especies que se superponen con la zona de proyecto. Y si bien el área de proyecto se superpone con el área de reproducción de los Rajiformes y el róbalo, y podría coincidir con el área de reproducción de alguna de las especies de otros ordenes (Pleuronectiformes, Scorpaeniformes, Ophidiiformes y Perciformes), ninguno de estos grupos es objeto de pesquerías. Por el otro lado, y más relevante, en cuanto a la actividad o presión de pesca, el área de estudio resulta marginal para las pesquerías, tanto a nivel espacial - dado que la zona de proyecto tiene escasa superposición con las pesquerías que se desarrollan en la región austral -, como en cuanto a volúmenes de captura. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los peces sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. Como se mencionó, este impacto se considera mitigado en la medida posible mediante la aplicación del protocolo de arranque suave asociado al proyecto.

5 – Respecto de las emisiones lumínicas con consecuencias para las aves marinas que se ven atraídas por las luces de los barcos durante la noche, interesa la interacción del proyecto con la flota pesquera, especialmente con la de barcos poteros que para realizar la captura de calamares iluminan fuertemente la superficie del mar durante el periodo nocturno. Como se señaló anteriormente, la zona de estudio posee una baja importancia pesquera en general. Allí la captura de calamarete se basa en la especie *Loligo gahi,* no obstante, la misma resulta marginal, dado que los principales sitios de pesca se encuentran por fuera de la zona de proyecto. Asimismo, es dable señalar que las áreas de exclusión previstas entorno al conjunto del buque sísmico y su arreglo, y el despeje de su trayectoria, garantizan también cierto distanciamiento de las actividades de prospección respecto de otras embarcaciones. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en las aves sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada. Este impacto podrá ser mitigado en la medida posible mediante la aplicación de las acciones de prevención de impactos sobre la avifauna (disminución de iluminación).

6 - En la línea de base ambiental (Capítulo 5) se ha presentado la información sobre las actividades sísmicas 2D y 3D realizadas previamente en el área de estudio, a partir de lo cual se puede afirmar que en la totalidad de las áreas AUS 105, AUS 106 y MLO 122 se han realizado prospecciones 2D, y que el área AUS 105 ha sido prospectada parcialmente en 3D. No obstante, la información obtenida del SIG de la Secretaría de Energía no permite conocer las fechas en que fueron realizadas las mismas. Esto impide realizar el análisis de la perturbación histórica que podría haberse producido sobre los principales receptores marinos a causa de actividades similares que pudieran haberse llevado a cabo en los últimos años (considerandose relevante en todo caso el último periodo de dos años).

7 – Si bien los fenómenos de varamientos de mamíferos marinos no son nuevos, es dificil conocer la causa específica de los mismos. Existen múltiples causas de varamientos, algunas naturales y algunas relacionadas con la actividad humana. Entre las naturales se mencionan mayoritariamente las relacionadas con tormentas y enfermedades. Mientras que entre las causas antrópicas se incluyen: (i) enmallamientos en redes y otras artes de pesca que impiden a los cetáceos salir a respirar y le causan ahogamiento (algunos logran escapar, pero con heridas o mutilaciones que eventualmente les causan la muerte); (ii) inanición por reducción de sus fuentes de alimento; (iii) colisión con embarcaciones; (iv) contaminación por basura marina, (v) derrames de petróleo y otras sustancias tóxicas; y (vi) producción de ruido submarino (tráfico marítimo excesivo, pruebas de sonares, etc.). Como se mencionó anteriormente, aunque existe la hipótesis de que las actividades sísmicas pueden provocar varamientos, no hay a la fecha pruebas concluyentes sobre que exista una correlación directa. Los cetáceos (especialmente los de la familia Ziphiidae) han mostrado evidencias de encallamiento cuando se exponen a los sonares militares de media frecuencia, no obstante, los sonidos de las prospecciones sísmicas son muy diferentes a los de operaciones de sonares - en frecuencia, dirección y duración - y no se han establecido vínculos científicos concluyentes entre los estudios sísmicos y cualquier varamiento de mamíferos marinos. La mayoría de los varamientos relacionados con sonares navales o explosivos submarinos se han registrado cuando dichas actividades se realizaron en zonas de bajas profundidades cercanas a la costa (Prideaux G, 2017). De acuerdo a lo antedicho, si bien no se puede descartar que la actividad sísmica prevista constituya una fuente adicional que contribuya a las causas de varamientos (naturales y antrópicas), en todo caso, el aspecto del proyecto que se relacionaría con este impacto refiere a la presencia del conjunto de embarcaciones y el arreglo sísmico. Teniendo en cuenta que la zona de estudio registra un bajo uso por parte de otras embarcaciones, las áreas de exclusión previstas entorno al buque sísmico y el arreglo, la aplicación de los protocolos de arranque suave y la presencia de observadores de fauna marina, no se prevé que este impacto del proyecto tenga un efecto acumulativo con otras actividades que sea más significativo para los mamíferos marinos que el evaluado para el proyecto en forma aislada. Este impacto podrá ser mitigado en la medida posible mediante la aplicación de las acciones del Programa de Prevención y Respuesta ante colisiones y Varamientos de Biota Marina.

9. BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR DE SOTO, N., DELORME, N., ATKINS, J., HOWARD, S., WILLIAMS, J. AND JOHNSON, M. 2013. ANTHROPOGENIC NOISE CAUSES BODY MALFORMATIONS AND DELAYS DEVELOPMENT IN MARINE LARVAE. SCIENTIFIC REPORTS 3: 2831

ANDRIGUETTO-FILHO, J.M., OSTRENSKY, A., PIE, M.R., SILVA, U.A., BOEGER, W.A., 2005. EVALUATING THE IMPACT OF SEISMIC PROSPECTING ON ARTISANAL SHRIMP FISHERIES. CONT. SHELF RES. 25, 1720–1727.

ATLAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL DE LA COSTA Y EL MAR ARGENTINO, 2008.

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

BOEGER, W.A., PIE, M.R., OSTRENSKY, A., CARDOSO, M.F., 2006. THE EFFECT OF EXPOSURE TO SEIS-

BOERSMA, P. D., FRERE, E., KANE, O., POZZI, L. M., PÜTZ, K., RAYA- REY, A., REBSTOCK, G. A., SIMEONE, A., SMITH, J., VAN BUREN, A., YORIO, P. AND GARCÍA-BORBOROGLU, P. (2014). MAGELLANIC PENGUIN (SPHENISCUS MAGELLANICUS). IN PENGUINS: NATURAL HISTORY AND CONSERVATION (ED. GARCÍA-BORBOROGLU, P. AND BOERSMA, P. D.), PP. 145–152. WASHINGTON UNIVERSITY PRESS, SEATTLE, USA

BOERTMANN, D., TOUGAARD, J., JOHANSEN, K. & MOSBECH, A. (2009). GUIDELINES TO ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF SEISMIC ACTIVITIES IN GREENLAND WATERS. NATIONAL ENVIRONMENTAL RESEARCH INSTITUTE, AARHUS UNIVERSITY, DENMARK. 38 PP. – NERI TECHNICAL REPORT NO. 723. HTTP://WWW.DMU.DK/PUB/FR723.PDF

BOURNE, W., 1979. BIRDS AND GAS FLARES. MAR. POLLUT. BULL. 10, 124-125.

BRAND, A. R. Y WILSO, U. A. 1996. SESIMIC SURVEYS AND SCALLOP FISHERIES. UNPUBLSIHED REPORT ON THE IMPACT OF A SEISMIC SURVEY ON THE 1994 ISLAE OF MAN QUEEN SCALLOP FISHERIES. PORT ERIN MARINE LABORATORY, UNIVERSITY OF LIVEPOOL, PORT ERIN, ISLE OF MAN

BRAUN, C.B., GRANDE, T., 2008. EVOLUTION OF PERIPHERAL MECHANISMS FOR THE ENHANCEMENT OF SOUND RECEPTION. FISH BIOACOUSTICS 99–144.

BYRNE, M., PRZESLAWSKI, R., 2013.MULTISTRESSOR IMPACTS OFWARMING AND ACIDIFICATION OF THE OCEAN ON MARINE INVERTEBRATES' LIFE HISTORIES. INTEGR. COMP. BIOL. 53, 582–596.

CARLSON, T. J., M. C. HASTINGS, AND A. N. POPPER. 2007. UPDATE ON RECOMMENDATIONS FOR REVISED INTERIM SOUND EXPOSURE CRITERIA FOR FISH DURING PILE DRIVING ACTIVITIES. AVAILABLE AT HTTP://WWW.DOT.CA.GOV/HQ/ENV/BIO/FILES/CT-ARLINGTON_MEMO_12-21-07.PDF

CARROLL, A.G., PRZESLAWSKI, R., DUNCAN, A., GUNNING, M. AND BRUCE B. (2017). A CRITICAL REVIEW OF THE POTENTIAL IMPACTS OF MARINE SEISMIC SURVEYS ON FISH AND INVERTEBRATES. MARINE POLLUTION BULLETIN 114: 9-24.

CASPER, B. M. 2011. THE EAR AND HEARING IN SHARKS, SKATES, AND RAYS. PAGES 262-269 IN A. P. FARRELL, EDITOR. ENCYCLOPEDIA OF FISH PHYSIOLOGY: FROM GENOME TO ENVIRONMENT. ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO.

CASPER, B.M., HALVORSEN, M.B., POPPER, A.N., 2012A. ARE SHARKS EVEN BOTHERED BY A NOISY ENVIRONMENT? ADV. EXP. MED. BIOL. 739, 93–97.

CASPER, B.M., POPPER, A.N., MATTHEWS, F., CARLSON, T.J., HALVORSEN, M.B., 2012B. RECOVERY OF BAROTRAUMA INJURIES IN CHINOOK SALMON, ONCORHYNCHUS TSHAWYTSCHA FROM EXPOSURE TO PILE DRIVING SOUND. PLOS ONE 7, P. E39593

CASTELLOTE, M., CLARK, C.W. AND LAMMERS, M.O. 2012. ACOUSTIC ANDBEHAVIOURAL CHANGES BY FIN WHALES (BALAENOPTERA PHYSALUS) IN RESPONSETO SHIPPING AND AIRGUN NOISE.BIOL. CONSERV. 147:115–22.

CASTELLOTE, M & LLORENS,C. (2016). REVIEW OF THE EFFECTS OF OFFSHORE SEISMIC SURVEYS IN CETACEANS: ARE MASS STRANDINGS A POSSIBILITY? IN: A.N. POPPER AND A. HAWKINS (EDS.), THE EFFECTS OF NOISE ON AQUATIC LIFE II, ADVANCES IN EXPERIMENTAL MEDICINE AND BIOLOGY.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 124 de 130

CHAPMAN, C., HAWKINS, A., (1969). THE IMPORTANCE OF SOUND IN FISH BEHAVIOUR IN RELATION TO CAPTURE BY TRAWLS. FAO FISHERIES AND AQUACULTURE REPORT (FAO) 62 (3), 717–729.

CIANCIO J, BOTTO F & FRERE E. (2015) COMBINING A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, KNOWN DIETARY, FORAGING AND HABITAT PREFERENCES, AND STABLE ISOTOPE ANALYSIS TO INFER THE DIET OF MAGELLANIC PENGUINS IN THEIR AUSTRAL DISTRIBUTION, EMU - AUSTRAL ORNITHOLOGY, 115:3, 237-246, DOI: 10.1071/MU14032

CONESA FERNANDEZ-VITORA (1997) GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

COOMBS, S. Y A. N. POPPER. 1979. HEARING DIFFERENCES AMONG HAWAIIAN SQUIRRELFISH (FAMILY HOLOCENTRIDAE) RELATED TO DIFFERENCES IN THE PERIPHERAL AUDITORY SYSTEM. J. COMP. PHYSIOL. 132A, 203–207.

COURTNEY, A. J., C. M. SPILLMAN, R. T. LEMOS, J. THOMAS, G. M. LEIGH, AND A. B. CAMPBELL. 2015. PHYSICAL OCEANOGRAPHIC INFLUENCES ON QUEENSLAND REEF FISH AND SCALLOPS. FISHERIES RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION AND THE DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND FISHERIES, QUEENSLAND, CANBERRA

CROWELL S.C. 2016. MEASURING IN-AIR AND UNDERWATER HEARING IN SEABIRDS. IN: POPPER A., HAWKINS A. (EDS) THE EFFECTS OF NOISE ON AQUATIC LIFE II. ADVANCES IN EXPERIMENTAL MEDICINE AND BIOLOGY, VOL 875. SPRINGER, NEW YORK, NY. DOI: 10.1007/978-1-4939-2981-8_144

DALEN, J. Y KNUTSEN, G.M. (1987). SCARING EFFECTS ON FISH AND HARMFUL EFFECTS ON EGGS, LARVAE AND FRY BY OFFSHORE SEISMIC EXPLORATIONS. PP.93-102. IN. MERKLINGER, H.M. (ED) PROGRESS IN UNDERWATER ACOUSTICS. PLENUM PRESS: NEW YORK.

DALEN, J. Y RAKNES, A. 1985. SCARING EFFECTS ON FISH FROM THREE-DIMENSIONAL SEISMIC SURVEYS. REPORT NO. FO 8504. INSTITUTE OF MARINE RESEARCH. BERGEN, NORWAY.

DALEN, J., E. DRAGSUND, AND A. NÆSS (2007). EFFECTS OF SEISMIC SURVEYS ON FISH, FISH CATCHES AND SEA MAMMALS. REPORT FOR COOPERATION GROUP - FISHERY INDUSTRY AND PETROLEUM INDUSTRY, NORWAY. DNV ENERGY REPORT - 2007-0512 REV 01. 33PP.

DAY, R. D., R. MCCAULEY, Q. P. FITZGIBBON Y J. M. SEMMENS. 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 2017. HANDBOOK OF THE BIRDS OF THE WORLD ALIVE. HTTPS://WWW.HBW.COM/SPECIES

DEPARTMENT OF FISHERIES (DOF). 2016. LITERATURE REVIEW OF THE POTENTIAL EFFECTS OF SEISMIC AIR GUN SURVEYS ON MARINE FINFISH AND INVERTEBRATES IN WESTERN AUSTRALIA. DRAFT PREPARARED FOR SEISMIC SURVEY ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT.

DFO (FISHERIES AND OCEANS CANADA). 2011. THE MARINE ENVIRONMENT AND FISHERIES OF GEORGES BANK, NOVA SCOTIA: CONSIDERATION OF THE POTENTIAL INTERACTIONS ASSOCIATED WITH OFFSHORE PETROLEUM ACTIVITIES. CAN. TECH. REP. FISH. AQUAT. SCI. 2945:XXXV + 492PP

DFO 2004. REVIEW OF SCIENTIFIC INFORMATION ON IMPACTS OF SEISMIC SOUND ON FISH, INVERTEBRATES, MARINE TURTLES AND MARINE MAMMALS. – DFO CAN. SCI. ADVIS. SEC. HABITAT STATUS REPORT 2004/002. HTTP://WWW.DFO-MPO.GC.CA/CSAS/CSAS/STATUS/2004/HSR2004_002_E.PDF

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS DEL MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA DEL URUGUAY (DINARA) (2015) EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE PROSPECCIÓN SÍSMICA EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL URUGUAYA

DOOLING RJ, LOHR B DENT ML. 2000. HEARING IN BIRDS AND REPTILES. IN: DOOLING RJ, POPPER AN, FAY RR (EDS) COMPARATIVE HEARING: BIRDS AND REPTILES. SPRINGER-VERLAG, NEW YORK, PP 308–359.

DUNLOP RA, NOAD MJ, ROBERT D. MCCAULEY, LINDSAY SCOTT-HAYWARD, ERIC KNIEST, SLADE R, PATON D, CATO DH. 2013. DETERMINING THE BEHAVIOURAL DOSE–RESPONSE RELATIONSHIP OF MARINE MAMMALS TO AIR GUN NOISE AND SOURCE PROXIMITY. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY 2017 220: 2878-2886; DOI: 10.1242/JEB.160192

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

Página 125 de 130

EDMONDS, N.J., FIRMIN, C.J., GOLDSMITH, D., FAULKNER, R.C., DANIEL Y WOOD, T. 2016. A REVIEW OF CRUSTACEAN SENSITIVITY TO HIGH AMPLITUDE UNDERWATER NOISE: DATA NEEDS FOR EFFECTIVE RISK ASSESSMENT IN RELATION TO UK COMMERCIAL SPECIES. MARINE POLLUTION BULLETIN, 108(1–2): 5-11. ISSN 0025-326X, DOI.ORG/10.1016/J.MARPOLBUL.2016.05.006

ENGÅS, A., LØKKEBORG, S., ONA, E. Y SOLDAL, A.V. (1995). EFFECTS OF SEISMIC SHOOTING ON LOCAL ABUNDANCE AND CATCH RATES OF COD (GADUS 58 MORHUA) AND HADDOCK (MELANOGRAMMA AEGLEFINUS). – CAN. J. FISH. SCI. 53: 2238-2249

ENGÅS, A., S. LØKKEBORG, E. ONA & A.V. SOLDAL (1996): "EFFECTS OF SEISMIC SHOOTING ON LOCAL ABUNDANCE AND CATCH RATES OF COD (GADUS MORHUA) AND HADDOCK (MELANOGRAMMUS AEGLEFINUS)"; CANADIAN JOURNAL OF FISHERIES AND AQUATIC SCIENCES 53: 2238-2249.

ENGÅS, S. Y S. LØKKEBORG. (2002). EFFECTS OF SEISMIC SHOOTING AND VESSEL-GENERATED NOISE ON FISH BEHAVIOUR AND CATCH RATES. BIOACOUSTICS, 12 (2002), PP. 313-316 ENV/BIO/FILES/CT-ARLINGTON_MEMO_12-21-07.PDF

ERBE C, REICHMUTH C, CUNNINGHAM K, LUCKE C & 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

EZCURRA Y SCHMIDT-PAN AMERICAN ENERGY LLC, 2010. MONITOREO DE POBLACIONES Y COMUNIDADES EPIBENTONICAS Y DEMERSALES DE UN SECTOR DEL GOLFO SAN JORGE, PROVINCIA DE SANTA CRUZ. INFORME FINAL.

EZCURRA Y SCHMITT SA. (2013). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, SOCIAL Y DE BIODIVERSIDAD. ADQUISICIÓN SÍSMICA OFFSHORE 3D, ÁREA 3 - CUENCA PUNTA DEL ESTE, REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY. VERSIÓN FINAL, 377 PP.

FENTON, M. B., JENSEN, F. H., KALKO, E. K.V., & TYACK, P. L. 2014. SONAR SIGNALS OF BATS AND TOOTHED WHALES. IN A. SURLYKKE, P. E. NACHTIGALL, R. R. FAY, & A. N. POPPER (EDS.), BIOSONAR (PP. 11-59). NEW YORK: SPRINGER. HTTPS://DOI.ORG/10.1007/978-1-4614-9146-0_2

FEWTRELL, J.L. Y MCCAULEY R.D., (2012). IMPACT OF AIR GUN NOISE ON THE BEHAVIOUR OF MARINE FISH AND SQUID. MARINE POLLUTION BULLETIN 64 (2012) 984–993.

FINNERAN, J. J. (2015). "NOISE-INDUCED HEARING LOSS IN MARINE MAMMALS: A REVIEW OF TEMPORARY THRESHOLD SHIFT STUDIES FROM 1996 TO 2015," J. ACOUST. SOC. AM. 138, 1702–1726. HTTPS://DOI.ORG/10.1121/1.4927418

FINNERAN, J. J. (2016). AUDITORY WEIGHTING FUNCTIONS AND TTS/PTS EXPOSURE FUNCTIONS FOR MARINE MAMMALS EXPOSED TO UNDERWATER NOISE (TECHNICAL REPORT 3026). SAN DIEGO, CA: SSC PACIFIC. 58 PP

GARCIA-BORBOROGLU AND BOERSMA 2013. PENGUINS: NATURAL HISTORY AND CONSERVATION. WASHINGTON UNIVERSITY PRESS, SEATTLE, USA

GHERARDI-FUENTES C, PÜTZ C, ANGUITA C & SIMEONE A. 2019. COMPARATIVE FORAGING AND DIVING BEHAVIOUR OF COEXISTING BREEDING AND NON-BREEDING KING PENGUINS (APTENODYTES PATAGONICUS) IN TIERRA DEL FUEGO, CHILE. EMU - AUSTRAL ORNITHOLOGY, 119:1, 61-70, DOI: 10.1080/01584197.2018.1530061GORDON JONATHAN C.D., DOUGLAS GILLESPIE, JOHN POTTER , ALEXANDROS FRANTZIS, MARK P. SIMMONDS AND RENE SWIFT, "THE EFFECTS OF SEISMIC SURVEYS ON MARINE MAMMALS", 2003.

GORDON, J. C. D., D. GILLESPIE, J. POTTER, A. FRANTZIS, M. P. SIMMONDS AND R. SWIFT (1998) THE EFFECTS OF SEISMIC SURVEYS ON MARINE MAMMALS LONDON, UK WORKSHOP GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA (1998). GREAT AUSTRALIAN BIGHT MARINE PARK MANAGEMENT PLAN. PART A. MANAGEMENT PRESCRIPTIONS. ADELAIDE, SOUTH AUSTRALIA, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, HERITAGE AND ABORIGINAL AFFAIRS: 1-26.

GUERRA, A, GONZALEZ, A. F Y RICHA, F. 2004. A REVIEW OF RECORDS OF GIANT SQUID IN THE NORTH-EASTERN ATLANTIC AND SEVERE INJURIES IN ARCHITEUTHIS DUX STRANDED AFTER ACOUSTIC EXPLORATION. ICES, 29:1-17

GUERRA, A., A. F. GONZALEZ, S. PASCUAL Y E. G. DAWE. 2011. THE GIANT SQUID ARCHITEUTHIS: AN EMBLEMATIC INVERTEBRATE THAT CAN REPRESENT CONCERN FOR THE CONSERVATION OF

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 126 de 130

MARINE BIODIVERSITY. BIOLOGICAL CONSERVATION, 144: 1989-1997.

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL (2019). MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN.

HARRINGTON, J. J., J. MCALLISTER Y J. M. SEMMENS. 2010. ASSESSING THE SHORT-TERM IMPACT OF SEISMIC SURVEYS ON ADULT COMMERCIAL SCALLOPS (PECTEN FUMATUS) IN BASS STRAIT. TASMANIAN AQUACULTURE AND FISHERIES INSTITUTE, UNIVERSITY OF TASMANIA, 2010.

HAWKINS, A. D. Y POPPER, A. N. (2017). A SOUND APPROACH TO ASSESSING THE IMPACT OF UNDERWATER NOISE ON MARINE FISHES AND INVERTEBRATES. ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE, 74(3): 635–651. DOI:10.1093/ICESJMS/FSW205

IMBER, M. 1975. BEHAVIOR OF PETRELS IN RELATION TO THE MOON AND ARTI®CIAL LIGHTS. NOTORNIS 22, 302-306JNCC (2003) GUIDELINES FOR MINIMISING ACOUSTIC DISTURBANCE TO MARINE MAMMALS FROM SEISMIC SURVEYS – DRAFT, JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE, MARINE ADVICE.

JNCC (U.K. JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE), 2010. JNCC GUIDELINES FOR MINIMISING THE RISK OF INJURY AND DISTURBANCE TO MARINE MAMMALS FROM SEISMIC SURVEYS AUGUST 2010. JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE, ABERDEEN, UK.

KASUMYAN, A. O. 2005. STRUCTURE AND FUNCTION OF THE AUDITORY SYSTEM IN FISHES. JOURNAL OF ICHTHYOLOGY, 45, SUPPL. 2, S223–S270.

KOSTYUCHENKO, L. (1973). EFFECTS OF ELASTIC WAVES GENERATED IN MARINE SEISMIC PROSPECTING ON FISH EGGS IN THE BLACK SEA. HYDROBIOL. J. 9, 45–48.

LA BELLA, G., CANNATA, S., FROGLIA, C., MODICA, A., RATTI, S. Y RIVAS, G. 1996. FIRST ASSESSMENT OF EFFECTS OF AIR-GUN SEISMIC SHOOTING ON MARINE RESOURCES IN THE CENTRAL ADRIATIC SEA. SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS, PAPER SPE 23782.

LADICH, F. Y FAY, R. (2013). AUDITORY EVOKED POTENTIAL AUDIOMETRY IN FISH. REV. FISH BIOL. FISH. 23, 317–364.

LECHNER, W. Y LADICH, F. (2008). SIZE MATTERS: DIVERSITY IN SWIMBLADDERS AND WEBERIAN OSSICLES AFFECTS HEARING IN CATFISHES. J. EXP. BIOL. 211, 1681–1689.

LØKKEBORG, S. 1991. EFFECTS OF A GEOPHYSICAL SURVEY ON CATCHING SUCCESS IN LONGLINE FISHING. ICES (CM) B:40.

LØKKEBORG, S. Y SOLDAL, A.V. (1993). THE INFLUENCE OF SEISMIC EXPLORATION WITH AIRGUNS ON COD (GADUS MORHUA) BEHAVIOUR AND CATCH RATES. ICES MAR. SCI. SYMP. 196:62-67.

LØKKEBORG, S., E. ONA, A. VOLD Y A. SALTHAUG. 2012. SOUNDS FROM SEISMIC AIR GUNS: GEAR- AND SPECIES-SPECIFIC EFFECTS ON CATCH RATES AND FISH DISTRIBUTION. CANADIAN JOURNAL OF FISHERIES AND AQUATIC SCIENCES 69:1278-1291.

LØKKEBORG,S., ONA, E., VOLD, A. Y SALTHAUG, A., (2012). SOUNDS FROM SEISMIC AIR GUNS: GEAR- AND M., HAUGLAND, E.K., 2004. INfIUENCE OF SEISMIC SHOOTING ON THE LESSER SANDEEL (AMMODYTES MARINUS). ICES J. MAR. SCI. 61, 1165–1173.

LOVRICH, G.A., TAPELLA., F., ROMERO M.C & SCHVEZOV N. 2014. EL RECURSO CENTOLLA HOY: UNA PERSPECTIVA CIETIFICA DENTRO DE LA PROBLEMÁTICA INTERSECTORIAL. TECHNICAL REPORT DOI: 10.1314021.131.3600.

LOVRICH, G. 1997. LA PESQUERÍA MIXTA DE CENTOLLAS LITHODES SANTOLLA Y PARALOMIS GRANULOSA (ANOMURA: LITHODIDAE) EN TIERRA DEL FUEGO, ARGENTINA. INVEST. MAR., VALPARAÍSO, 25: 41-57.

MANN, D.A., HIGGS, D.M., TAVOLGA, W.N., SOUZA, M.J. Y POPPER, A.N. 2012. ULTRASOUND DETECTION BY CLUPEIFORM FISHES. THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 109: 3048-3054.

MANN, D.A., LU, Z., HASTINGS, M.C. Y POPPER, A.N. (1998). DETECTION OF ULTRASONIC TONES AND SIMULATED ECHOLOCATION CLICKS BY A TELEOST FISH, THE AMERICAN SHAD (ALOSA SAPIDISSIMA). JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 104:562-568.

MARTIN GR. 2017. THE SENSORY ECOLOGY OF BIRDS. OXFORD AVIAN BIOLOGY SERIES. OXFORD

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

Página 127 de 130

UNIVERSITY PRES. 320 PP. ISBN: 9780199694532.

MARTIN, G.R. & CRAWFORD, R. 2015. REDUCING BYCATCH IN GILLNETS: A SENSORY ECOLOGY PERSPECTIVE. GLOBAL ECOLOGY AND CONSERVATION, 3, 28–50.

MCCAULEY, R. D., J. FEWTRELL, A. DUNCAN, C. JENNER, M.-N. JENNER, J. D. PENROSE, R. I.T. PRINCE, A. ADHITYA, J. MURDOCH AND K. MCCABE (2000A). MARINE SEISMIC SURVEYS: ANALYSIS AND PROPAGATION OF AIR-GUN SIGNALS; AND EFFECTS OF EXPOSURE ON HUMPBACK WHALES, SEA TURTLES, FISHES AND SQUID. CENTRE FOR MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY PERTH, WA CMST R99-15

MCCAULEY, R. D., R. DAY, K. SWADLING, Q. FITZGIBBON, R. WATSON AND J. SEMMENS (2017). WIDELY USED MARINE SEISMIC SURVEY AIR GUN OPERATIONS NEGATIVELY IMPACT ZOOPLANKTON

MCCAULEY, R., J. FEWTRELL, A. J. DUNCAN, C. JENNER, M. JENNER, J. D. PENSROSE, R. I. PRINCIE, A. ADHITYA, J. MURDOCH Y K. MCCAB. (2000). MARINE SEISMIC SURVEYS: ANALYSIS AND PROPAGATION OF AIR-GUN SIGNALS AND EFFECTS OF AIR-GUN EXPOSURE ON HUMPBACK WHALES, SEA TURTLES, FISHES AND SQUID. AUSTRALIAN PETROLEUM PRODUCTION EXPLORATION ASSOCIATION. PROJECT CMST 163 REPORT R99-15, CENTRE FOR MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY, CURTIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, WESTERN AUSTRALIA 6102.

MCCAULEY, R.D., FEWRELL, J., DUNCAN, A.J., JENNER, M., PENROSE, J. D., PRINCE, R.I.T., ADHITYA, A. A.

MCCAULEY, R.D., FEWTRELL, J. Y POPPER, A.N. (2003). HIGH INTENSITY ANTHROPOGENIC SOUND DAMAGES FISH EARS. J. ACOUST. SOC. AM. 113:638-642.

MCCAULEY, R.D., J. FEWTRELL, A.J. DUNCAN1, C. JENNER, M-N. JENNER, J.D. PENROSE, R.I.T. PRINCE, A. ADHITYA, J. MURDOCH AND K. MCCABE (2000B). MARINE SEISMIC SURVEYS – A STUDY OF ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS. APPEA J 40: 692–706

MELCON M, REYES REYES V Y IÑÍGUEZ M. 2019. BIOACOUSTIC TECHNIQUES APPLIED TO ODONTOCETE CONSERVATION AND MANAGEMENT IN ARGENTINA. EN ROSSI-SANTOS MR, FINKL CW, ADVANCES IN MARINE VERTEBRATE RESEARCH IN LATIN AMERICA. SPRINGER, ISBN: 978-3-319-56985-7. HTTPS://WWW.SPRINGERPROFESSIONAL.DE/EN/BIOACOUSTIC-TECHNIQUES-APPLIED-TO-ODONTOCETE-CONSERVATION-AND-MA/14209896

MILLER, PJO. , JOHNSON, MP MADSEN, PT BIASSONI, N QUERO, M. AND TYACK, PL. 2009. USING AT-SEA EXPERIMENTS TO STUDY THE EFFECTS OF AIRGUNS ON THE FORAGING BEHAVIOUR OF SPERM WHALES IN THE GULF OF MEXICO. DEEP-SEA RESEARCH I 56 (7): 1168–1181.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2012). DOCUMENTO TÉCNICO SOBRE IMPACTOS Y MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA MARINA. MADRID. 146 PP

MOONEY TA, SMITH A, LARSEN ON, ANDERSON HANSEN K WAHLBERG M, RASMUSSEN MH. 2019. FIELD-BASED HEARING MEASUREMENTS OF TWO SEABIRD SPECIES. JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY 2019 222: JEB190710 DOI: 10.1242/JEB.190710

MORIYASU, M., ALLAIN, R., BENHALIMA, K. Y CLAYTOR, R. 2004. EFFECTS OF SEISMIC AND MARINE NOISE ON INVERTEBRATES: A LITERATURE REVIEW. CANADIAN SCIENCE ADVISORY SECRETARIAT. RESEARCH DOCUMENT 2004/126

MORRIS, C.J., COTE, D., MARTIN, B.Y KEHLER, D. 2018. EFFECTS OF 2D SEISMIC ON THE SNOW CRAB FISHERY. FISHERIES RESEARCH 197: 67-77. DOI.ORG/10.1016/J.FISHRES.2017.09.012

MYRBERG JR., A.A., 2001. THE ACOUSTICAL BIOLOGY OF ELASMOBRANCHS. ENVIRON. BIOL. FISH 60,

NEDWELL J R, NEEDHAM K, TURNPENNY A W H, THOMPSON D (1999) 'MEASUREMENT OF SOUND DURING A 3D SEISMIC SURVEY IN BLOCKS 14/14A OF THE NORTH SEA'. SUBACOUSTECH REPORT REFERENCE: 356R0108, FEBRUARY 1999

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., H. E. KARLSEN Y O. SAND. 1990. LOW FREQUENCY HEARING IN CEPHALOPODS.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

JOURNAL OF COMPARATIVE PHYSIOLOGY A, 166:501–505.

PARRY, G. D. Y A. GASON. 2006. THE EFFECT OF SEISMIC SURVEYS ON CATCH RATES OF ROCK LOBSTERS IN WESTERN VICTORIA, AUSTRALIA. FISHERIES RESEARCH 79:272-284.

PARRY, G. D., S. HEISLERS, G. F. WERNER, M. D. ASPLIN Y A. GASON. 2002. ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL EFFECTS OF SEISMIC TESTING ON SCALLOP FISHERIES IN BASS STRAIT. MARINE AND FRESHWATER RESOURCES INSTITUTE. REPORT NO. 50.

PEARSON W.H., SKALSKI J.R. Y MALME C.I. 1992. EFFECTS OF SOUNDS FROM A GEOPHYSICAL SURVEY DEVICE ON BEHAVIOR OF CAPTIVE ROCKFISH (SEBASTES SPP.). CAN J FISH AQUATSCI 49:1343–1356.

PEÑA, H., N. O. HANDEGARD Y E. ONA. 2013. FEEDING HERRING SCHOOLS DO NOT REACT TO SEISMIC AIR GUN SURVEYS. ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE: JOURNAL DU CONSEIL 70:1174-1180.

PICHEGRU L, NYENGERA R, MCINNES AM & PISTORIUS P. 2017. AVOIDANCE OF SEISMIC SURVEY ACTIVITIES BY PENGUINS. NATURE SCIENTIFIC REPORTS 7: 16305. DOI:10.1038/S41598-017-16569-X

PIDCOCK S., BURTON C. AND LUNNEY M., “THE POTENTIAL SENSITIVITY OF MARINE MAMMALS TO MINING AND EXPLORATION IN THE GREAT AUSTRALIAN BIGHT MARINE PARK MARINE MAMMAL PROTECTION ZONE”. AN INDEPENDENT REVIEW AND RISK ASSESSMENT REPORT TO ENVIRONMENT AUSTRALIA, JUNE 2003.

PIROTTA, E MATTHIOPOULOS, J MACKENZIE, M SCOTT-HAYWARD, L. AND RENDELL, L. 2011. ‘MODELLING SPERM WHALE HABITAT PREFERENCE: A NOVEL APPROACH COMBINING TRANSECT AND FOLLOW DATA’. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES. 2011,436: 257–272.

POPPER, A., HAWKINS, A., FAY, R., MANN, D., BARTOL, S., CARLSON, T., COOMBS, S., ELLISON, W., GENTRY, R., HALVORSEN, M., LØKKEBORG, S., ROGERS, P., SOUTHALL, B., ZEDDIES, D. Y TAVOLGA, W., (2014). SOUND EXPOSURE GUIDELINES FOR FISHES AND SEA TURTLES: A TECHNICAL REPORT PREPARED BY ANSI-ACCREDITED STANDARDS COMMITTEE S3/SC1 AND REGISTERED WITH ANSI. 978-3-319-06658-5. SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING

POPPER, A.N. Y FAY, R.R., 2011. RETHINKING SOUND DETECTION BY FISHES. HEAR. RES. 273, 25–36

PRIDEAUX G., (2017), TECHNICAL SUPPORT INFORMATION TO THE CMS FAMILY GUIDELINES ON ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS FOR MARINE NOISE-GENERATING ACTIVITIES, CONVENTION ON MIGRATORY SPECIES OF WILD ANIMALS, BONN. ISBN 978-0-646-96011-1

PRZESLAWSKI, R., BRUCE, B., CARROLL, A., ANDERSON, J., BRADFORD, R., DURRANT, A., EDMUNDS, M., FOSTER, S., HUANG, Z., HURT, L., LANSDELL, M., LEE, K., LEES, C., NICHOLS, P. Y WILLIAMS, S. 2016. MARINE SEISMIC SURVEY IMPACTS ON FISH AND INVERTEBRATES: FINAL REPORT FOR THE GIPPSLAND MARINE ENVIRONMENTAL MONITORING PROJECT. RECORD 2016/35. GEOSCIENCE AUSTRALIA, CANBERRA.

PUTLAND, R. L. JOHN C. MONTGOMERY Y C. A. RADFORD. 2019. ECOLOGY OF FISH HEARING. 2019. J FISH BIOL., 95:39–52.

PÜTZ K, TRATHAN PN, PEDRANA J, COLLINS MA, PONCET S, ET AL. (2014) POST-FLEDGING DISPERSAL OF KING PENGUINS (APTENODYTES PATAGONICUS) FROM TWO BREEDING SITES IN THE SOUTH ATLANTIC. PLOS ONE 9(5): E97164. DOI:10.1371/JOURNAL.PONE.0097164

REDONDO, L., & 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

RICHARDSON AJ, MATEAR RJ AND LENTON A (2017) POTENTIAL IMPACTS ON ZOOPLANKTON OF SEISMIC SURVEYS. CSIRO, AUSTRALIA. 34 PP.

RICHARDSON, W. J., C. R. J. GREENE, C. I. MALME AND D. H. THOMSON (1995). MARINE MAMMALS AND NOISE. SAN DIEGO, ACADEMIC PRESS.

RUSSELL, .2018. ASSESSING THE IMPACT OF SEISMIC SURVEYS ON SOUTH AFRICAN FISHERIES. TECHNICAL DOCUMENT ELLABORATED FOR THE R E S P O N S I B L E F I S H E R I E S A L L I A N C E

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 129 de 130

SADÉ J, HANDRICH Y, BERNHEIM J, COHEN D. 2008. PRESSURE EQUILIBRATION IN THE PENGUIN MIDDLE EAR. ACTA OTO-LARYNGOL 128:18–21.

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN (2019). INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO. RECUPERADO DE HTTPS://INVENTARIOGEI.AMBIENTE.GOB.AR/FILES/INVENTARIO-NACIONAL-GEI-ARGENTINA.PDF EN MAYO DE 2020.

SECO PON JP, BASTIDA J, GIARDINO G, FAVERO M, COPELLO S. 2019. SEABIRDS EAST OF TIERRA DEL FUEGO, ARGENTINA DURING A 3D SEISMIC SURVEY. ORNITOLOGÍA TROPICAL 30: 103–111.

SKALSKI, J.R., PEARSON, W.H. Y MALME, C.I. (1992). EFFECTS OF SOUNDS FROM A GEOPHYSICAL SURVEY DEVICE ON CATCH-PER-UNIT-EFFORT IN A HOOK-AND-LINE FISHERY FOR ROCKFISH (SEBASTES SPP.). CAN. J. FISH. AQUAT. SCI. 49: 1357–1365.

SLOTTE A., HANSEN K., DALEN J. Y ONA E., (2004). ACOUSTIC MAPPING OF PELAGIC FISH DISTRIBUTION AND ABUNDANCE IN RELATION TO A SEISMIC SHOOTING AREA OFF THE NORWEGIAN WEST COAST. FISH RES 67:143– 150.

SOLAN, M., HAUTON, C., GODBOLD, J.A., WOOD, C.L., LEIGHTON, T.G. Y WHITE, P. (2016). ANTHROPOGENIC SOURCES OF UNDERWATER SOUND CAN MODIFY HOW SEDIMENT-DWELLING INVERTEBRATES MEDIATE ECOSYSTEM PROPERTIES. SCIENTIFIC REPORTS 6:20540. DOI:10.1038/SREP20540

SOLÉ CARBONELL, M. 2012. STATOCYST SENSORY EPITHELIA ULTRASTRUCTURAL ANALYSIS OF CEPHALOPODS EXPOSED TO NOISE. PHD. UNIVERSITY OF CATALUÑA. 183 PP.

SOLÉ, M LENOIR, M DURFORT, M LÓPEZ-BEJAR, M LOMBARTE, A VAN DER SCHAAR, M. Y ANDRÉ, M. 2013. DOES EXPOSURE TO NOISE FROM HUMAN ACTIVITIES COMPROMISE SENSORY INFORMATION FROM CEPHALOPHS STATTOCISTS. DEEP SEA RESEARCH PART II: TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY 95, 160–181.

SOUTHALL BL, BOWLES AE, ELLISON WT, FINNERAN J, GENTRY R, GREEN CR KASTAK CR, KETTEN DR, MILLER JH, NACHTIGALL PE, RICHARDSON WJ, THOMAS JA & TYACK PL (2007). MARINE MAMMAL NOISE EXPOSURE CRITERIA. AQUATIC MAMMALS 33.

SOUTHALL, B. L., BOWLES, A. E., ELLISON, W. T., FINNERAN, J. J., GENTRY, R. L., GREENE, JR., C. R., , KASTAK, D., ET AL. 2007. MARINE MAMMAL NOISE EXPOSURE CRITERIA: INITIAL SCIENTIFIC RECOMMENDATIONS. AQUATIC MAMMALS, 33: 411–521. HTTPS://DOI.ORG/10.1578/AM.33.4.2007.411

SOUTHALL BL, FINNERAN JJ, REICHMUTH C, NACHTIGALL PE, KETTEN DR, BOWLES AE, ELLISON WT, NOWACEK DP Y TYACK PK. 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

STONE, C J (2003), THE EFFECTS OF SEISMIC ACTIVITY ON MARINE MAMMALS IN UK WATERS, 1998-2000. JNCC REPORT NO. 323.

TURNPENNY A W H, NEDWELL J R (1994) 'THE EFFECTS ON MARINE FISH, DIVING MAMMALS AND BIRDS OF UNDERWATER SOUND GENERATED BY SEISMIC SURVEYS'. REPORT TO THE UK OFFSHORE OPERATORS ASSOCIATION NO. FRR 089/94.

TURNPENNY, W. H. Y NEDWELL, J. R. 1994. THE EFFECTS ON MARINE FISH, DIVING MAMMALS AND BIRDS OF UNDERWATER SOUND GENERATED BY SEISMIC SURVEYS. CONSULTANCY REPORT PROPOSED BY UKOOA BY FAWLEY AQUATIC RESEARCH LABORATORIES LTD.

WARDLE C.S., CARTER T.J., URQUHARTA G.G., JOHNSTONEA A.D.F., ZIOLKOWSKIC A.M., HAMPSOND G., MACKIEE D. (2001) EFFECTS OF SEISMIC AIR GUNS ON MARINE FISH. CONTINENTAL SHELF RESEARCH

WEBSTER, F.J., WISE, B.S., FLETCHER, W.J. Y KEMPS, H 2018. RISK ASSESSMENT OF THE POTENTIAL IMPACTS OF SEISMIC AIR GUN SURVEYS ON MARINE FINFISH AND INVERTEBRATES IN WESTERN AUSTRALIA. FISHERIES RESEARCH REPORT NO. 288 DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND REGIONAL DEVELOPMENT, WESTERN AUSTRALIA. 42PP.

WRIGHT, K., D. HIGGS, Y J. LEIS. 2011. ONTOGENETIC AND INTERSPECIFIC VARIATION IN HEARING ABILITY IN MARINE FISH LARVAE. MAR ECOL PROG SER 424:1-13.

RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CRISTINA GOYENECHEA
Directora Área Ambiente
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 130 de 130

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2020 - Año del General Manuel Belgrano

Hoja Adicional de Firmas
Documentación personal

Número: RE-2020-47391234-APN-DTD#JGM

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Jueves 23 de Julio de 2020

Referencia: Documentación Complementaria

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 130 pagina/s.

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2020.07.23 12:42:06 -03:00

Santiago HEARNE - 20380290570
en representación de
EQUINOR ARGENTINA AS SUCURSAL ARGENTINA - 33716594209

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2020.07.23 12:42:11 -03:00