

2021-2022 • ESTADO DE SITUACIÓN

PROSPECCIÓN SÍSMICA

Riesgos e Impactos en el Mar Argentino



Foro para la Conservación
del Mar Patagónico
y Áreas de Influencia

Estado de situación

•

Riesgos e impactos
de la prospección sísmica
en el Mar Argentino

2021 • 2022

—

Estado de situación.
Riesgos e impactos de la prospección sísmica en el Mar Argentino
2021 • 2022

Autores	J. CRISTIÁN DE HARO • GEPAMA • Universidad de Buenos Aires / Instituto de Conservación de Ballenas HERNÁN PÉREZ ORSI • Greenpeace Argentina SANTIAGO CANÉ • Fundación Ambiente y Recursos Naturales ANA DI PANGRACIO • Fundación Ambiente y Recursos Naturales VALERIA FALABELLA • Wildlife Conservation Society Argentina ALEXANDRA SAPOZNIKOW • Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia
Colaboración editorial	DIEGO TABOADA • Instituto de Conservación de Ballenas AGUSTINA CARIDE • Aquamarina PABLO GARCÍA BORBOROGLU • Global Penguin Society MARÍA MARTA DI PAOLA • Fundación Ambiente y Recursos Naturales ALEJANDRO ARIAS • Fundación Vida Silvestre Argentina
Cartografía	VALERIA FALABELLA • Wildlife Conservation Society Argentina
Diseño e ilustración	EUGENIA ZAVATTIERI VICTORIA ZAVATTIERI • Wildlife Conservation Society Argentina
Coordinación editorial	INÉS PEREYRA RIVERO • Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia

Coordina	 Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia
Auspicia	 the David & Lucile Packard FOUNDATION
Apoyan	 INSTITUTO DE CONSERVACIÓN DE BALLENAS  GLOBAL PENGUIN SOCIETY  GREENPEACE  Wildlife Conservation Society

Esta publicación cuenta con el apoyo de **Oceans5**

Cita recomendada de Haro, J.C., Perez Orsi, H., Cané, S., Di Pangracio, A., Falabella, V. y Sapoznikow, A. (2022). **Informe colaborativo sobre el Estado de situación. Riesgos e impactos de la prospección sísmica en el Mar Argentino.** Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. Disponible en: marpatagonico.org/publicaciones

Agradecimientos A los revisores del documento: Dra. Lida Pimper (Dirección Nacional de Áreas Marinas Protegidas, APN), Dra. Natalia Dellabianca (CADIC, CONICET), Dr. Andrés Nápoli (Fundación Ambiente y Recursos Naturales), y Dr. Diego Rodríguez (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Universidad Nacional de Mar del Plata – CONICET). A Igor Prario, experto en sonidos de la División Acústica Submarina (UNIDEF, CONICET, y Ministerio de Defensa). Al Dr. Rodolfo Werner (The Pew Charitable Trusts & Antarctic and Southern Ocean Coalition) por la revisión de textos en inglés.



Acerca del Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia

El Foro es una red internacional de organizaciones de la sociedad civil que trabaja para lograr la integridad ecosistémica y la gestión efectiva del área marina que rodea el cono sur de América. Desde 2004, propone una mirada regional para la conservación marina que se sostiene en la construcción de consenso, en la información científica, la integración interdisciplinaria y la pluralidad de estilos y opiniones.

Contacto

ANDREA MICHELSON

Coordinadora

Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia

marpatagonico.org/contacto

Límites de responsabilidad

Las actividades, declaraciones y publicaciones del Foro se realizan sin perjuicio de las posiciones de los gobiernos sobre temas de soberanía en la región. El contenido de esta publicación es de carácter científico y no implica, representa ni expresa opinión propia, ni compromete la de ningún país u organización internacional, respecto del estatus legal de las áreas del mar, los territorios o las delimitaciones de frontera que se establecen en el área de interés.

Las denominaciones geográficas contenidas en la publicación cumplen con la legislación vigente en la República Argentina a los efectos de su publicación.

INDICE

SÍNTESIS EJECUTIVA	9
<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	10
1. Prospecciones sísmicas	11
1.a. <i>Tipos de prospecciones sísmicas</i>	13
1.b. <i>Características y comportamiento del sonido generado</i>	13
2. Impactos de las prospecciones sísmicas en la fauna marina	18
3. Situación actual de la actividad petrolera en Argentina	24
3.a. <i>Cuencas sedimentarias</i>	24
3.b. <i>Tendencias exploratorias</i>	24
3.c. <i>Permisos de exploración</i>	25
4. Mar Argentino, un ambiente relevante que debe ser protegido	28
4.a. <i>Biodiversidad</i>	28
4.b. <i>Interacción potencial entre sitios relevantes para la biodiversidad y actividad de exploración sísmica</i>	28
4.c. <i>Interacción potencial entre especies y actividad de exploración sísmica</i>	31
Comentarios Finales	36
ANEXOS	39

SÍNTESIS EJECUTIVA

El objetivo de este documento es informar acerca del estado de situación de la prospección sísmica en el ambiente marino de Argentina y proveer soporte técnico -en base a datos científicos- acerca del impacto de esta actividad.

La prospección sísmica es el método más empleado a escala internacional para conocer las estructuras del subsuelo marino y así ubicar yacimientos para perforar y extraer hidrocarburos. Para ello se utilizan buques específicos cuya tecnología para obtener datos está ligada a la transmisión controlada de energía acústica, la recepción de las ondas reflejadas y su posterior análisis. Se emplean cañones de aire comprimido que emiten intensos pulsos acústicos bajo el agua y que pueden viajar a grandes distancias.

Una amplia variedad de organismos marinos utilizan el sonido para diversas funciones biológicas esenciales. La introducción de ruido en el mar, puede afectar dichas funciones y producir efectos negativos. Los sonidos emitidos por estos cañones de aire comprimido presentan niveles de intensidad muy superiores a los sonidos naturales habituales, y se solapan con los rangos de audición y vocalización de los mamíferos marinos, tortugas, peces e invertebrados. Los efectos potenciales de las fuentes sonoras de las actividades humanas sobre la fauna marina son diversos y pueden resumirse -según el caso- en lesiones graves o la muerte, efectos físicos y/o fisiológicos, deterioro de la audición, enmascaramiento, y cambios de comportamiento.

Los permisos de estudios sísmicos y de exploración otorgados entre los años 2017 y 2020, en conjunto, se extienden en gran parte de la Zona Económica Exclusiva de Argentina y se superponen con áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad. El gran avance de la frontera hidrocarburífera constituye una amenaza potencial para la vida marina y sus hábitats, tanto por las prospecciones sísmicas, como por las futuras etapas de explotación, particularmente el riesgo de derrames de petróleo. Asimismo, hay que contemplar los riesgos potenciales a futuro, asociados a la industria petroquímica y sus derivados como, por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles fósiles, que contribuyen al cambio climático.

El Mar Argentino presenta zonas clave para la estructura funcional y ecológica del mar, áreas de alta productividad o esenciales para la migración, reproducción y alimentación de diversas especies que deben ser conservadas. Algunos ambientes son relativamente prístinos de importancia socio-económica y relevancia paisajística. El desarrollo de actividades humanas que impactan en los ambientes y especies demandan una responsabilidad ineludible por parte de los gestores, empresas y la comunidad en general, para evaluar y monitorear estos impactos y desarrollar alternativas que los mitiguen al máximo. Se requiere una gestión cuidadosa y responsable, con un enfoque ecosistémico, integral, bajo el principio de precaución que permita asegurar la conservación de su biodiversidad, de los bienes y de los servicios ecosistémicos que brinda.

EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of this document is to inform the status of seismic prospecting activity in the marine environment of Argentina and to provide technical support -based on scientific data- regarding the impact of this activity.

Seismic prospecting is the most widely used method on an international scale to learn about the structures of the marine subsoil and thus locate reservoirs to drill and extract hydrocarbons. Specific seismic survey vessels are used for this purpose, whose data acquisition technology is based on the controlled transmission of acoustic energy, the reception of the reflected waves and their subsequent analysis. Compressed airguns are used which emit intense underwater acoustic pulses that can travel long distances.

A wide variety of marine organisms uses sound for different essential biological functions. The introduction of noise at sea can affect those functions and result in negative effects for marine life. The sound emitted by these airguns overlaps with the ranges of audition and vocalization of marine mammals, reptiles, fish and invertebrates. The potential effects of sound sources originated by human activities over marine fauna are diverse and can be summarized in serious injury or death, physical and/or biological effects, hearing deterioration, masking, and changes in behavior.

The licenses for seismic studies and exploration granted between 2017 and 2020, extend over a large part of the Argentina's Sea Exclusive Economic Zone and overlap with areas of importance for marine biodiversity. The important advance of the hydrocarbon frontier is a potential threat to marine life and its habitats, not only because seismic prospecting but also due to the future exploitation stages, including particularly the risk of oil spills. It is also necessary to consider the potential future risks associated with the petrochemical industry and its derivatives, such as, for example, greenhouse gas emissions from the burning of fossil fuels, which contribute to climate change.

The Argentine Sea presents key areas for the functional and ecological structure of our sea, areas of high productivity or essential for migration, reproduction and feeding of various species, which must be protected. Some environments are relatively pristine, of socioeconomic importance and of landscape relevance. The development of human activities that impact environments and species demands an unavoidable responsibility on the part of managers, companies and the general community in order to evaluate and monitor these impacts and develop alternatives that mitigate them as much as possible. Careful and responsible management is required with a comprehensive ecosystemic approach, under the precautionary principle, in order to ensure the conservation of its biodiversity and the ecological goods and services it provides.

1. Prospecciones sísmicas

Para estudiar la estructura y composición del suelo y subsuelo marino se utilizan diversos métodos como los sísmicos, geo-eléctricos, gravimétricos, magnetométricos y termométricos¹ (1). Dicha investigación tiene fines tanto para el conocimiento científico como aplicados para distintas actividades humanas.

La prospección sísmica es el método de investigación geológica más empleado actualmente en la etapa de exploración, para conocer las estructuras del subsuelo marino y así ubicar yacimientos de hidrocarburos para su potencial perforación y explotación. Para ello se utilizan buques de investigación sísmica, cuya tecnología de adquisición de datos está ligada a la transmisión controlada de energía acústica, la recepción de las ondas reflejadas y su posterior análisis.

El equipamiento utilizado varía según el objetivo del estudio pero se compone habitualmente de un grupo de cañones de aire comprimido, que emite intensos pulsos acústicos al liberar abruptamente el aire en el agua. Las ondas que genera, viajan a través del agua y penetran en el subsuelo marino. Las distintas formaciones geológicas reflejan de diversas maneras las ondas que son captadas por un sistema de hidrófonos². Estos hidrófonos son transportados mediante cables de arrastre (streamers) de varios kilómetros de longitud. Las ondas captadas son grabadas y procesadas por computadoras a bordo, para producir imágenes del fondo y del subsuelo marino. En base a diversos ejemplos de operatorias, una descripción posible de prospección sísmica podría ser: un buque sísmico navegando a una velocidad de cinco nudos, efectuando disparos (de milésimas de segundo) cada diez segundos, o sea cada 25 metros, durante todas las horas y días de muestreo efectivo hasta que se termina de recorrer la configuración de transectas para el muestreo del área de estudio (*Figura 1*).

1 Los métodos geo-eléctricos se basan en la medición de las propiedades eléctricas del subsuelo, lo que permite diferenciar distintos materiales de su estructura. El método gravimétrico se basa en medir anomalías en el campo gravitatorio de la Tierra causadas por cambios de densidad entre distintos materiales, siendo un complemento útil para la prospección sísmica. El método magnetométrico se basa en el estudio de las variaciones del campo magnético terrestre, debido a las diferencias en su contenido de minerales y propiedades magnéticas. El método termométrico, como la termovisión se basa en las características térmicas de los elementos de la Tierra, basado en su conductividad térmica. La termovisión utiliza satélites artificiales y puede considerarse como una tecnología no convencional, que se complementa con otras técnicas.

2 El hidrófono es un transductor de sonido a electricidad para ser utilizado en el agua, de forma análoga al micrófono en el aire. En la industria petrolera este dispositivo está diseñado para la detección de energía sísmica, manifestada como cambios de presión bajo el agua durante la prospección sísmica marina (*glossary.oilfield.slb.com*).

PROSPECCIÓN SÍSMICA MARINA

Los sondeos acústicos para prospección de hidrocarburos afectan a la fauna marina

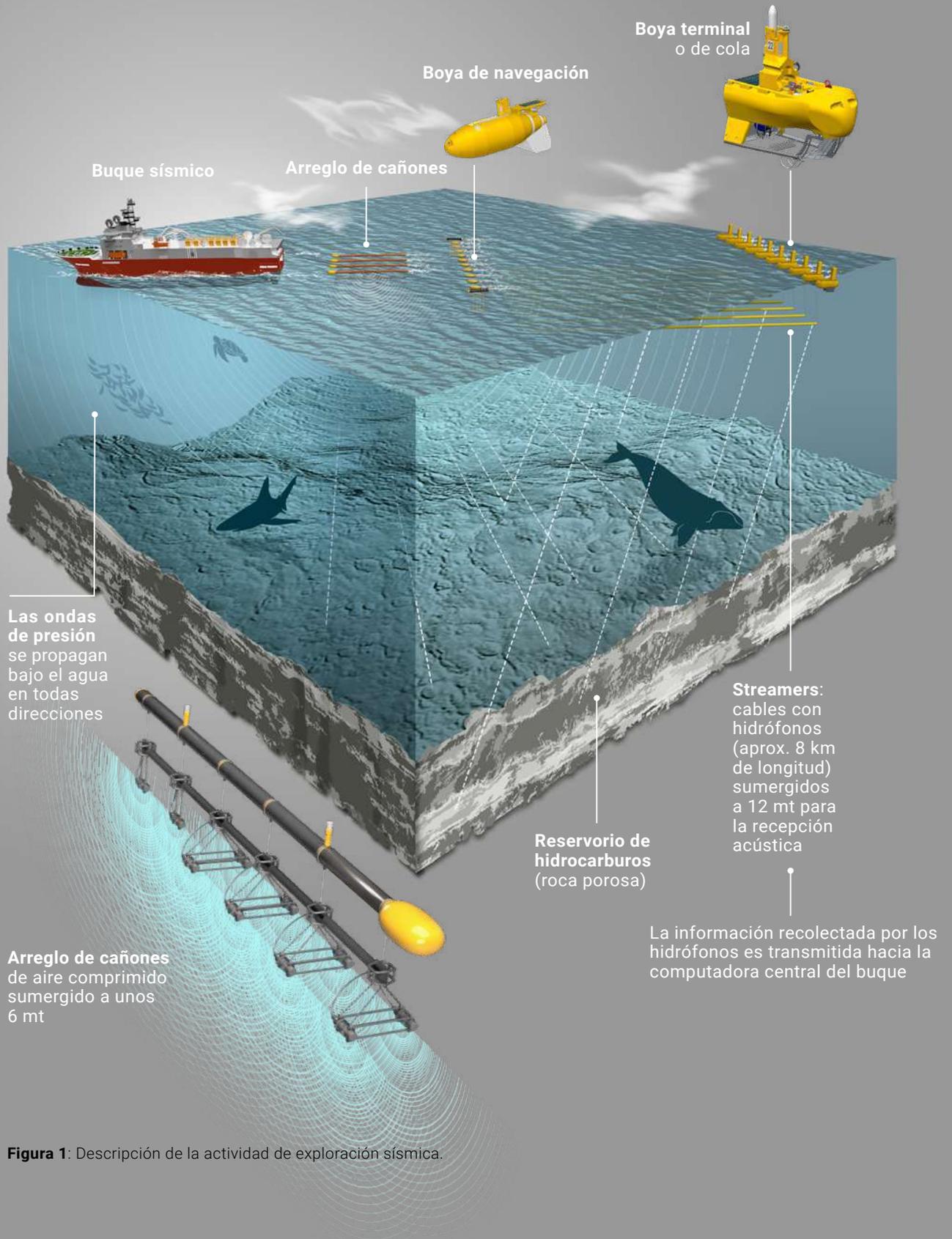


Figura 1: Descripción de la actividad de exploración sísmica.

1.a. Tipos de prospecciones sísmicas

Las necesidades del estudio determinan el tipo de prospección sísmica a realizar (2)(3)(4):

- **Sísmica 2D:** se emplea generalmente en estudios regionales de áreas muy extensas con poca o nula información y permiten identificar zonas de interés con presencia posible de estructuras con hidrocarburos. El equipamiento requerido es más básico que en la sísmica 3D, se compone de un arreglo de cañones de aire comprimido (fuente de sonido) y un solo cable de arrastre (streamer) con hidrófonos. Las transectas que definen el movimiento del barco para la adquisición de datos son más extensas y espaciadas entre sí que en la sísmica 3D. Como los ecos recibidos se recogen en un solo cable con hidrófonos la representación de los datos se da en un plano de dos dimensiones.
- **Sísmica 3D:** se realiza en áreas de menor extensión (respecto de la sísmica 2D) y con interés por la presencia de posibles estructuras con hidrocarburos. El equipamiento requerido es más complejo que en la sísmica 2D y se compone de dos o más arreglos de cañones de aire comprimido y varias líneas de streamers con hidrófonos que conforman una grilla de registro. Las transectas que definen el movimiento del barco para la adquisición de datos son más cortas, paralelas y menos espaciadas entre sí que en la sísmica 2D. Esta configuración permite obtener mayor densidad de datos y logra una imagen tridimensional de la estructura del subsuelo.
- **Sísmica 4D:** es una adquisición de datos 3D pero añadiendo la dimensión de tiempo. Se repite la operación regularmente en el mismo lugar para observar cómo han cambiado las características petrofísicas del reservorio en el tiempo.
- Otros métodos de prospección sísmica para situaciones particulares que requieren mayor barrido pueden utilizar una configuración 3D sobre un área en más de una dirección como la sísmica de Azimut múltiple (MAZ). También pueden incluir más de un buque, uno receptor y dos o más buques fuente: Sísmica de Azimut Amplio (WAZ), Sísmica de Azimut Enriquecido (RAZ) y Sísmica de Azimut Completo de modo Espiral (FAZ).

1.b. Características y comportamiento del sonido generado

El sonido es un fenómeno físico producido por ondas elásticas o mecánicas. Se forma por ondas de presión o de desplazamiento colectivo de moléculas o partículas en medios elásticos (gaseoso, líquido o sólido). Puede originarse por la vibración de un cuerpo que perturba una región del medio elástico y esa perturbación se propaga como onda sonora. Dicha propagación (onda sonora) involucra el transporte de energía, genera variaciones de la presión del fluido y llega a nuestros oídos para ejercer presión en el tímpano y hacerlo vibrar. Los especialistas en sonido adoptaron una escala logarítmica, llamada decibeles (dB), para expresar la presión o intensidad de sonido³.

³ En el aire se hizo coincidir "0 dB" con 20 micropascales (μPa) por ser la mínima presión audible para una persona, por esta razón se expresan como dB *re* 20 μPa . En el mar, las unidades no se basan en el ser humano y por practicidad se hizo coincidir "0 dB" con 1 μPa , por esta razón se expresan como dB *re* 1 μPa . El gran rango de presiones a las que son sensibles los animales, en el caso humano desde 20 μPa (0 dB) hasta el umbral del dolor de unos 20 Pascales (120 dB), hace más sencillo trabajar en escala logarítmica (en este ejemplo, de 0 a 120 dB), que en escala lineal (en este ejemplo, de 20 a 20 millones de μPa).

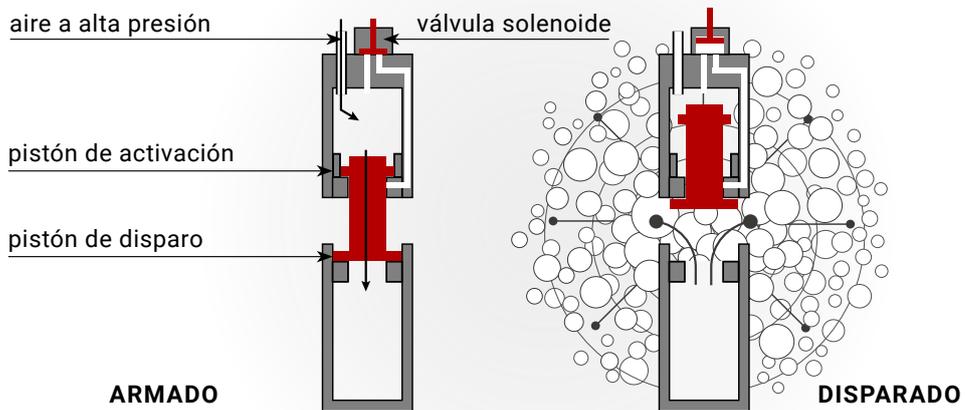
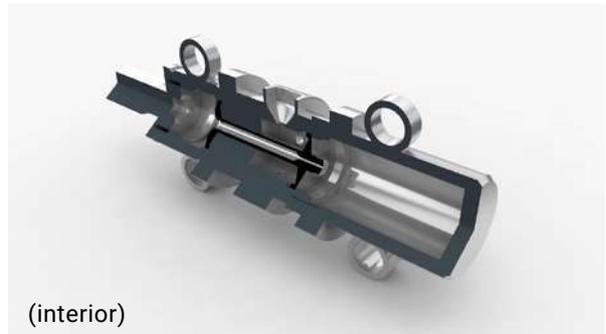
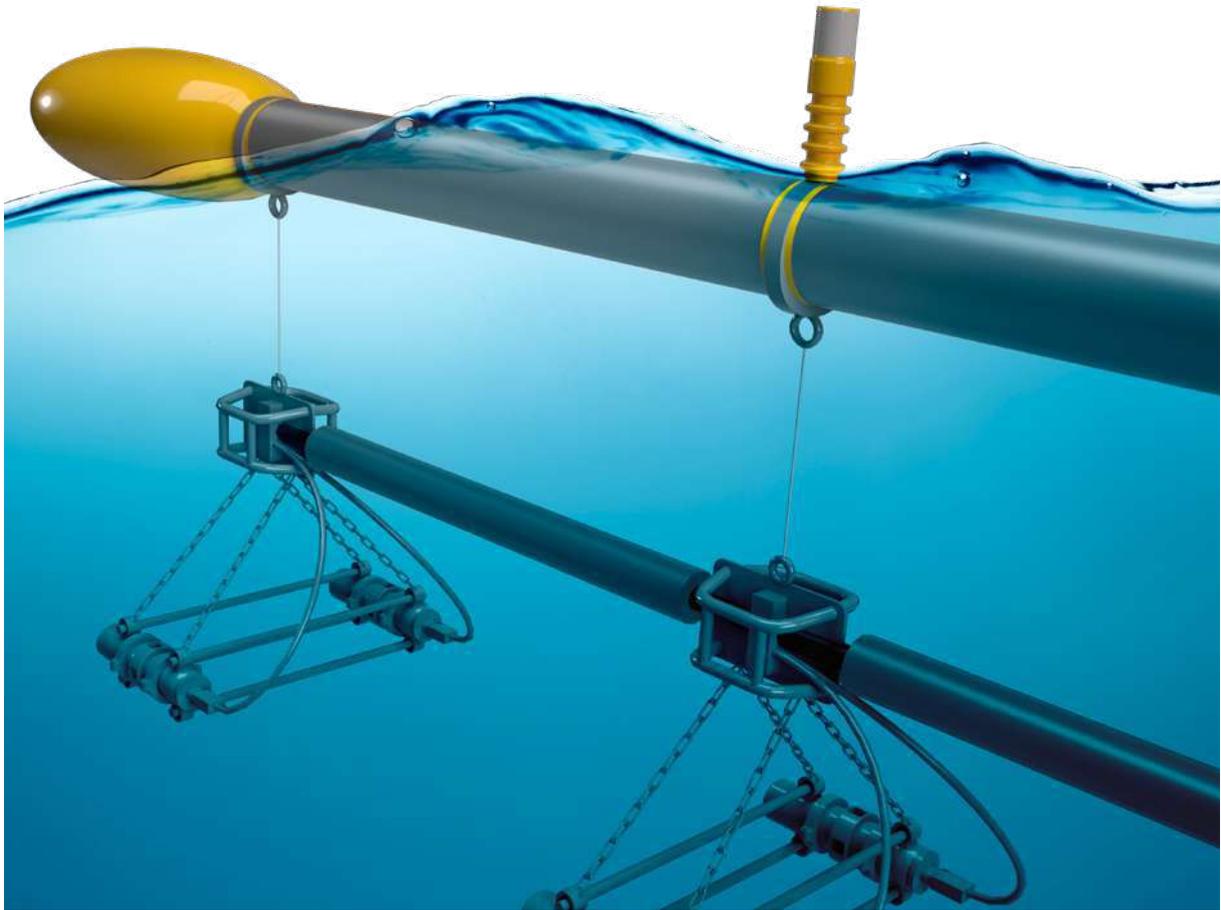


Figura 1 (cont.): Detalles del arreglo de cañones de aire comprimido.

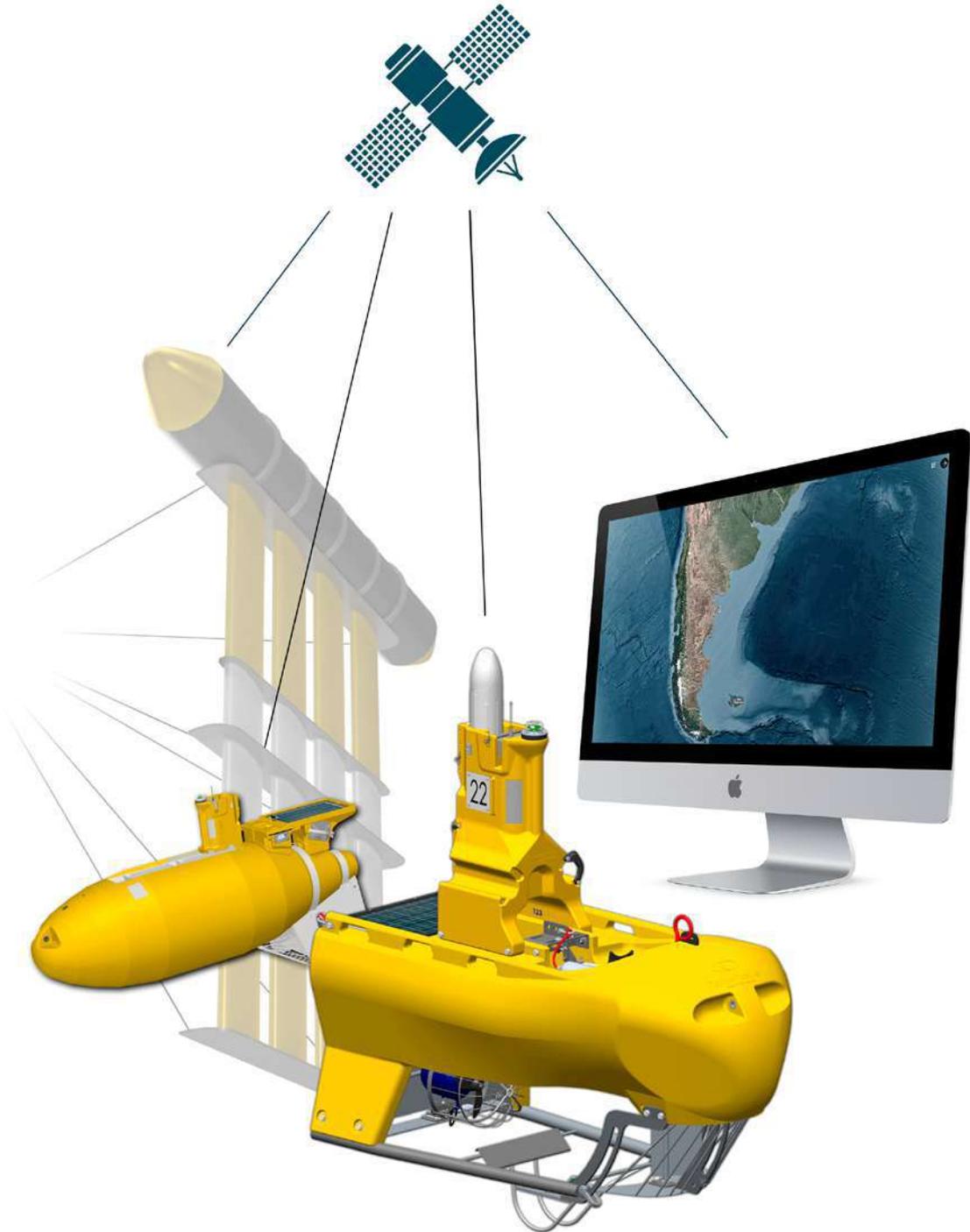


Figura 1 (cont.): Sistema de Posicionamiento Global.

Los sensores de posicionamiento permiten determinar con precisión la ubicación de las fuentes de emisión y receptores en cada punto de disparo a medida que avanza la embarcación.

El sonido bajo el agua se propaga:

- **Más rápido:** la velocidad del sonido en el agua es de 1.500 m/s, casi 4,5 veces superior a la velocidad del sonido en el aire (340 m/s).
- **Más lejos:** la absorción del sonido en el agua es mucho menor que en el aire, por lo que puede llegar a propagarse hasta miles de kilómetros.

Es importante remarcar la diferencia entre sonido, señal y ruido. El sonido se refiere a cualquier energía acústica. Una señal es un sonido que transmite información a la entidad que lo recibe. El ruido es sonido no deseado por la entidad que lo oye. Por lo tanto, cualquier sonido específico puede ser una señal para algunos y un ruido para otros. Una señal acústica sigue el proceso de transmisión emisor-medio-receptor, por lo que para caracterizar un sonido (y entender sus potenciales impactos) es importante conocer determinados parámetros físicos tanto de la señal acústica emitida como del medio en el que se propaga, su duración, distancia, el tipo de medición y sus unidades, y las características del organismo que lo recibe (5).

En la prospección sísmica la fuente de energía acústica suele estar compuesta por un arreglo de entre 12 y 48 cañones de aire comprimido, cuyo disparo se produce de manera simultánea para sumar su potencia. El nivel sonoro emitido verticalmente hacia el fondo, puede alcanzar valores de hasta 260 a 265 dB re 1 μPa^4 (5)(6).

La mayor parte de la energía de los pulsos sísmicos, generados por cañones de aire comprimido, se produce en frecuencias bajas⁵, inferiores a 200-250 Hz, con su energía más fuerte entre 10-120 Hz (5)(7)(8)(9)(10). Sin embargo, también pueden producirse emisiones no deseadas en frecuencias más altas de hasta unos 20.000 Hz (5)(11).

Los arreglos de cañones de aire comprimido se configuran para que la mayor parte de la energía sonora (bajas frecuencias) se dirija verticalmente hacia arriba y hacia abajo y así llegar al fondo marino. Esa energía disminuye a medida que la dirección de propagación vira hacia la orientación horizontal (Figura 2) (2)(7).

Al transmitirse la señal sonora en el mar, ésta se atenúa principalmente por dos fenómenos: pérdida por **absorción** y pérdida por **dispersión geométrica**. El nivel de absorción de la energía acústica depende de la longitud de onda del sonido emitido. Las ondas de alta frecuencia (con pequeña longitud de onda) chocan con las moléculas de agua, las hacen vibrar, perdiendo así energía que es absorbida en esta vibración. Por su parte, las ondas de baja frecuencia (con gran longitud de onda y por lo tanto ondas más separadas entre sí) tienden a no chocar sino “mecer” las moléculas de agua; en consecuencia pierden muy poca energía por absorción. Por otro lado, todos los sonidos sufren una pérdida por dispersión geométrica debido a que la energía que se concentra en un punto de emisión, se expande y se reparte en un espacio cada vez mayor, por lo que la intensidad en cada punto de recepción disminuye. El sonido (dependiendo de la longitud de onda) también puede dispersarse cuando hay obstáculos en su camino, como por ejemplo cardúmenes de peces, plancton, etc. (12).

4 Valor nominal (pico) a 1 m de la fuente.

5 La frecuencia es el número de veces que una onda sonora completa un ciclo en un segundo (tasa de oscilaciones de la vibración) y sus unidades son ciclos por segundo o Hertzios (Hz). El rango humano de audición está entre 20 Hz y 20.000 Hz. Las especies marinas son sensibles a un amplio rango de frecuencias (de infrasónicas a ultrasónicas), por lo que el umbral de sensibilidad a distintas frecuencias varía para cada especie.

Sin embargo, la disminución de los niveles sonoros con la distancia puede verse alterada ya que el comportamiento del sonido en el mar es complejo y está condicionado tanto por las características del sonido emitido como por el medio físico donde se transmite. Al ser el mar un medio heterogéneo, presenta variaciones en las propiedades de transmisión acústica, creándose perfiles de velocidad del sonido a lo largo de la columna de agua por parámetros como la profundidad, salinidad, presión, temperatura y termoclinas⁶. Además, factores como la composición y estructura del fondo marino influyen en la transmisión del sonido, al igual que la profundidad a la que está situada la fuente de sonido (5)(12).

Asimismo, pueden generarse reflejos múltiples de ondas en el fondo y en la superficie que confluyen en **puntos de convergencia** de alta presión acústica (incluso a varios kilómetros de la fuente), y dejar **zonas de sombra** (con baja presión acústica) entre dichos puntos (11)(5). Otro fenómeno que puede darse es la transmisión del sonido a larga distancia (cientos y hasta miles de kilómetros) con poca pérdida de energía a través de los llamados *canales sónicos* (5)(13)(14). Este hecho puede permitir que, en determinadas áreas, se perciban los sonidos emitidos por buques sísmicos que operan en varias ubicaciones distantes. En un estudio de largo plazo (14) realizado en el Atlántico medio, se registraron los sonidos emitidos por los buques de prospección sísmica que trabajaban en los hemisferios norte y sur y en el Atlántico este y oeste, a pesar de la gran distancia. Dichos registros se dieron en todos los sitios relevados, en todos los meses del año y en un caso a 4.000 km del barco de prospección. Por otro lado, cuando se registraron simultáneamente múltiples fuentes de cañones de aire comprimido, los altos niveles de ruido resultantes en general oscurecieron los sonidos biológicos registrados por el estudio. Durante esos períodos, el sonido de los cañones de aire, que generalmente se considera un ruido transitorio, se convirtió en una parte predominante de los niveles de ruido ambiental (de fondo) para el área de estudio.

Son diversas las actividades humanas que generan ruido en el mar (tráfico marítimo, explosiones, sonares militares, prospecciones sísmicas, construcciones, entre otros) cuyos niveles se han incrementado considerablemente en las últimas décadas. Las prospecciones sísmicas son una de las fuentes de sonido de más alta energía acústica en el ambiente marino (Tabla 1) (5)(9).

6 Termoclina es una capa (en el agua o en el aire) en la cual la temperatura decrece abruptamente con la profundidad o con la altura.

FUENTE DE SONIDO	NIVEL SONORO (dB re 1 μ Pa a 1 m)
Dispositivo subacuático nuclear (30 kilo-ton)	328
Explosivos (10.000 libras ó 4.536 kg de TNT)	299
Arreglo de cañones de aire comprimido (sísmica comercial)	260–262
Erupción volcánica submarina, terremoto	240–250
Ecosonda multihaz científica	235
Sonares militares de frecuencias medias	223–235
Sonares militares de frecuencias bajas	215
“Superpetrólero” (270 m de eslora)	198
Dispositivo acústico de hostigamiento	185
Barco pesquero (12 m de eslora, 7 nudos)	150
Dispositivo acústico de disuasión (AquaMark300)	132
Fenómenos climáticos (lluvia, trueno, rayo)	80–200
Sonidos biológicos*	~ 50–190
Oleaje	~ 40–80

Tabla 1: Niveles sonoros de distintas fuentes de sonido de origen antrópico y natural en el mar. [Fuente: (5)(79)(80) / *dosits.org*]. *Ejemplo para varias especies marinas. Se recomienda consultar la bibliografía de referencia para obtener más información sobre estos datos.

2. Impactos de las prospecciones sísmicas en la fauna marina

Como hemos visto, en el mar el sonido es una forma eficiente de propagación de energía, cuyas ondas son capaces de viajar más lejos y más rápido que en el aire. Esta característica ha favorecido que una amplia variedad de organismos marinos utilice el sonido para diversas funciones biológicas: la alimentación, la reproducción, la socialización, el cuidado paternal, el reconocimiento de crías, la evaluación del entorno, la detección de presas y depredadores, la captura de presas de manera cooperativa, la orientación, la navegación, la comunicación entre individuos de la misma especie, etc. Por ejemplo, los cetáceos (ballenas, delfines y formas afines) dependen de la producción y percepción de sonidos para la mayoría de sus funciones vitales, y los odontocetos (cetáceos con dientes) han desarrollado un sistema complejo de orientación y evaluación del entorno basado en el sonido: la ecolocalización. Por lo tanto, la introducción de ruido de alta intensidad en el medio marino, puede afectar dichas funciones biológicas esenciales y producir efectos negativos en la fauna marina (5)(9)(15)(16)(17)(18)(19).

Las fuentes naturales de sonido en los océanos tienen origen físico (viento, olas, lluvia, hielo, rayos, terremotos, etc.) y origen biológico (fauna marina). Cada hábitat tiene una señal acústica particular, cuya diversidad, composición, propiedades y variabilidad, componen el paisaje sonoro que lo caracteriza. Este paisaje tiene importancia ecológica ya que podría ser utilizada por algunas especies como guía para dirigirlos hacia ellos (20).

Las emisiones de los cañones de aire comprimido producen niveles de intensidad de sonido muy superiores a los sonidos naturales habituales, y su rango de frecuencias se solapa con los rangos de audición y vocalización de los mamíferos marinos, tortugas, aves marinas y peces (Figura 2). En el caso de los cetáceos como los pulsos sísmicos son principalmente de baja frecuencia, estos se superponen principalmente con los producidos por los mysticetos (cetáceos con barbas o ballenas). Sin embargo, como se mencionó

anteriormente, los cañones de aire pueden producir también emisiones no deseadas de energía en frecuencias más altas, que se pueden superponer con los sonidos de la mayoría de los odontocetos (cetáceos con dientes). Las especies pueden reaccionar a sonidos que coincidan con las frecuencias a las que son sensibles y verse afectadas. Asimismo, es posible que un sonido de muy alta intensidad sea perjudicial aunque no coincida con las frecuencias de sus vocalizaciones (5)(9)(21).

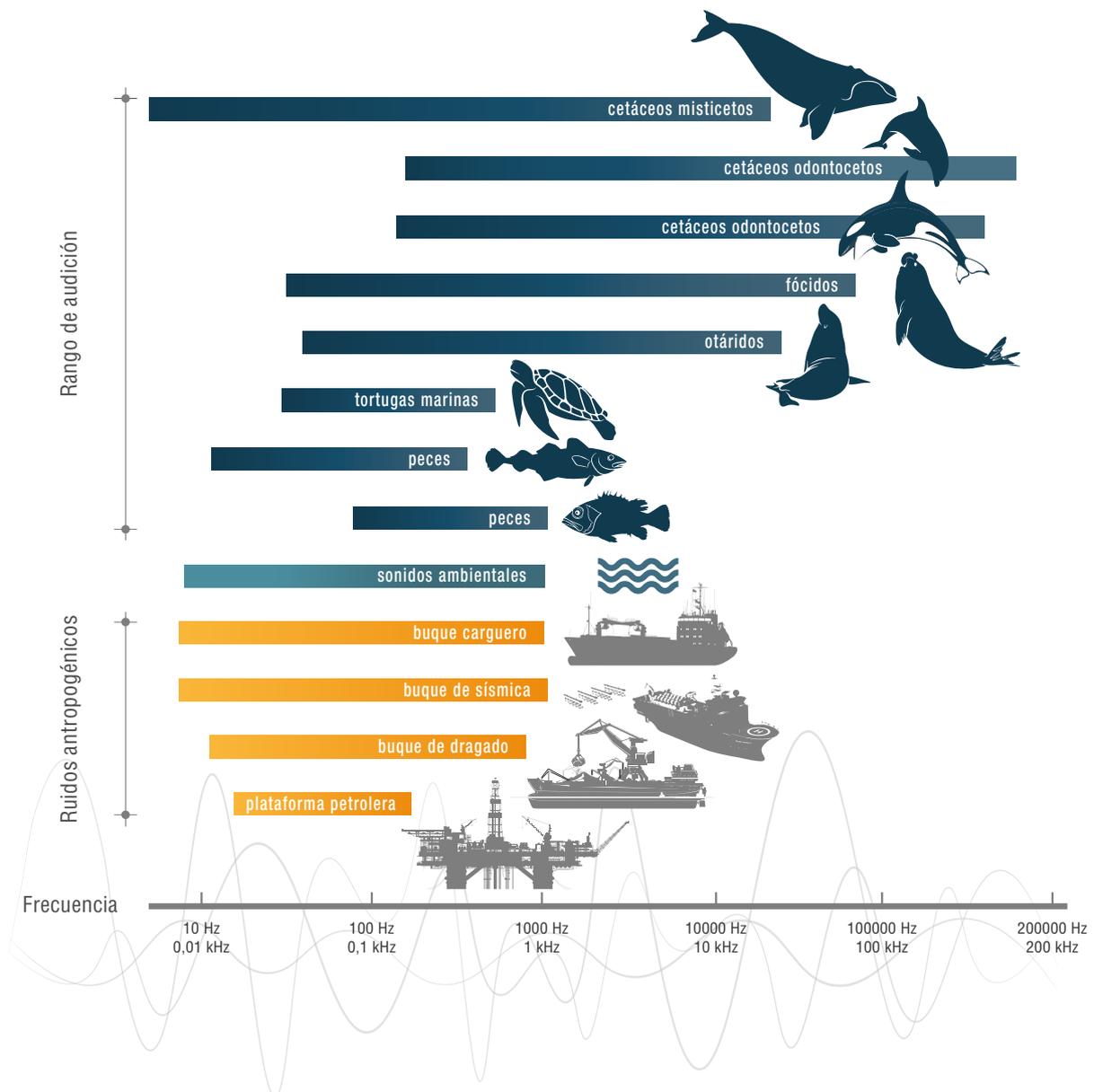


Figura 2: Rangos de frecuencia de audición de especies de peces, tortugas y mamíferos marinos, y frecuencias principales para fuentes antropogénicas y ambientales. [Fuente: (21)(79)(81)]. Se recomienda consultar la bibliografía de referencia para obtener más información sobre estos datos.

Los impactos potenciales de los sonidos generados por las actividades humanas (como las prospecciones sísmicas) sobre la fauna marina pueden ser diversos, su tipo y gravedad dependerá de factores condicionantes como: las características, ubicación e intensidad de la fuente, las condiciones de propagación del sonido, el rango de audición de las distintas especies, la sensibilidad de cada individuo y su cercanía a la fuente, el tiempo de exposición, la actividad previa a la exposición, entre otros. Así mismo, dichos factores determinarán la escala espacial de la zona de afectación, la cual puede llegar a grandes distancias. Podemos resumir los impactos potenciales (5)(22)(23)(24)(25) en:

Lesiones graves o muerte: la exposición cercana a una fuente de ruido de gran potencia puede, según el caso, causar la muerte inmediata o daño en tejidos, órganos y/o a nivel fisiológico lo suficientemente grave como para provocar la muerte tiempo después.

Efectos físicos y/o fisiológicos: daños en los tejidos y otros efectos físicos o fisiológicos por la presión acústica, que pueden ser recuperables, pero que pueden producir mermas en la aptitud física, pudiendo hacer a los individuos más propensos a la depredación, dificultar su orientación, impedir su alimentación o disminuir el éxito reproductivo. Asimismo, pueden generarse condiciones de estrés en los individuos con consecuencias potenciales de inmunodepresión. El deterioro de la audición se destaca especialmente como parte de estos daños físicos potenciales. Pueden producirse cambios del umbral de sensibilidad auditiva. Estos pueden ser temporales y reversibles en minutos u horas, o ser permanentes y no recuperables. Los cambios permanentes del umbral de sensibilidad auditiva pueden producirse tras largos períodos de exposición o como consecuencia de la exposición a una fuente intensa de sonido. El deterioro de la audición puede afectar la capacidad de los animales para capturar presas, evitar a los depredadores, orientarse en sus migraciones o viajes de alimentación, reconocer a sus crías para alimentarlas y comunicarse con otros individuos.

Enmascaramiento: los sonidos antrópicos pueden solaparse con sonidos biológicamente relevantes, dificultando la detección de estos últimos. Puede disminuir la eficiencia en la comunicación entre individuos lo que altera potencialmente la cohesión de grupo, comunicación madre cría, etc. El enmascaramiento de los sonidos relevantes para la detección de presas y depredadores puede afectar, según el caso, a la alimentación y la supervivencia de los individuos. El enmascaramiento de los sonidos utilizados para la orientación y la navegación puede alterar la capacidad para encontrar hábitats preferidos para realizar funciones vitales como la alimentación, reproducción, etc.

Respuestas de comportamiento: los cambios en el comportamiento por exposición al ruido pueden tener efectos adversos. Pueden interrumpirse comportamientos normales, alterarse los ritmos respiratorios y de inmersión, aumento de la velocidad de natación, cambios en las vocalizaciones, reducción en la tasa de búsqueda de alimento, cambios en rutas migratorias, evitación de áreas, etc. El desplazamiento o evasión de los hábitats preferidos puede afectar la alimentación, el crecimiento, la supervivencia y el éxito reproductivo. Asimismo, los cambios en los patrones de movimiento pueden alterar los presupuestos de energía, disminuyendo la energía que disponen para diversas funciones vitales.

Pérdida de calidad de hábitat: el ruido antrópico en el mar puede modificar el paisaje acústico y producir pérdida de calidad del hábitat.

RUIDO EN EL MAR

Las actividades humanas producen ruido que interfiere en la comunicación de organismos marinos

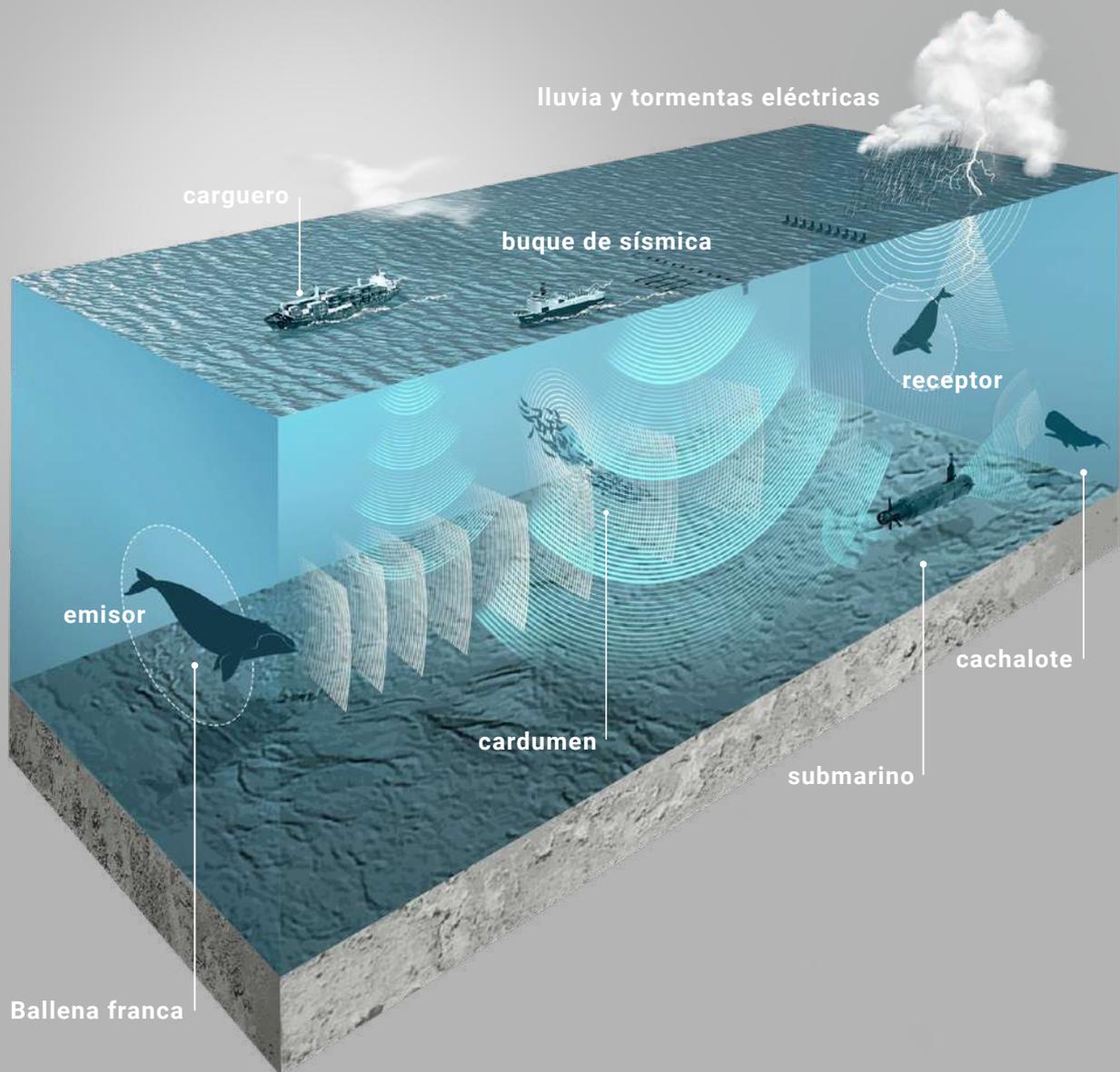


Figura 3: Esquema de superposición y enmascaramiento de sonidos biológicos y aquellos generados por las actividades humanas.

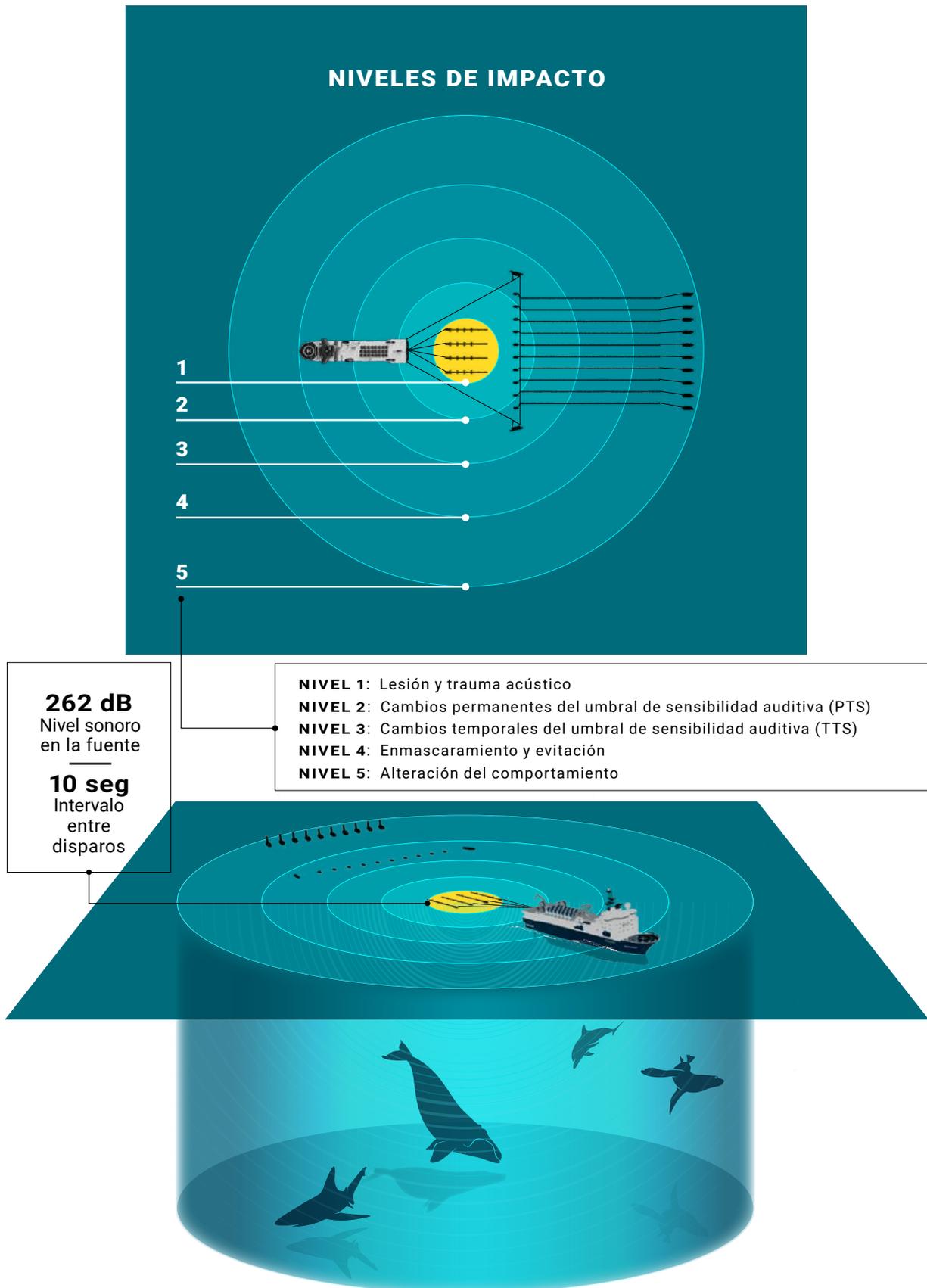


Figura 4: Progresión teórica de los impactos potenciales del ruido en función de la distancia desde una fuente. [Fuente: (9)(82)]. Es importante tener en cuenta que las distancias reales dependerán de los factores condicionantes mencionados anteriormente.

A continuación, se resumen algunos ejemplos documentados con trabajos científicos de los efectos de las prospecciones sísmicas en la fauna marina (Tabla 2). Hasta el momento no se conocen trabajos científicos que describan ejemplos concretos de impactos de la sísmica sobre especies en el Mar Argentino.

Especie	Respuesta / Efecto	Nivel de ruido recibido / Distancia a la fuente	Ref.
Ballena de Groenlandia (<i>Balaena mysticetus</i>)	Evasión. Cese de llamadas. Cambios en el patrón de respiración.	120-130 dB re 1 μ Pa rms 116-129 dB re 1 μ Pa rms	(26)
Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	Disminución de la tasa de zumbido (alimentación).	135-147 dB re 1 μ Pa rms	
Marsopa común (<i>Phocoena phocoena</i>)	Desplazamiento temporal; disminución de la tasa de zumbido (alimentación).	145-151 dB re 1 μ Pa2s 130-165 dB re 1 μ Pa2s	
Ballena jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	Declinamiento de la producción de cantos y de individuos cantando.	120-150 dB re 1 μ Pa peak	
Ballena fin (<i>Balaenoptera physalus</i>)	Canto alterado y abandono del hábitat.	~ 15 dB re 1 μ Pa por encima del ruido de fondo	
Pez (<i>Pagrus auratus</i>)	Daño del sistema auditivo.	150-180 dB re 1 μ Pa rms	(23)
Delfín común (<i>Delphinus delphis</i>)	Reducción de la tasa de vocalización.	a > 1 km	
Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	Cese de la vocalización.	112 dB a > 300 km	
Ballena gris (<i>Eschrichtius robustus</i>)	90% de evasión.	180 dB a 1,2 km	
	50% de evasión.	170 dB a 2,5 km	
Ballena de Bowhead (<i>Balaena mysticetus</i>)	Cambios de comportamiento. Cambios en la tasa de soplidos y patrones de buceo.	142-157 dB	
Ballena Jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	Maniobras de evasión.	157 dB a 8 km p-p	
Ballena azul (<i>Balaenoptera musculus</i>)	Cese de las vocalizaciones. Reanudan vocalizaciones lejos de la fuente.	143 dB a 10 km p-p	
Foca gris (<i>Halichoerus grypus</i>)	Evasión. Cambios en el comportamiento de alimentación, desplazamientos.		
Foca común (<i>Phoca vitulina</i>)	Reacción inicial de temor. Bradicardia. Evasión. Cese de la alimentación.		
Tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>)	Respuesta general de "alarma" y comportamiento de evasión.	176 dB re 1 μ Pa rms a 2 km	(86)
Tortuga careta (<i>Caretta caretta</i>)	Aumento de la velocidad de natación.	151-161 dB	(87)
	Evasión inicial y luego habituación. Pérdida temporal del umbral de audición (TTS).	175 dB	
Pingüino africano (<i>Spheniscus demersus</i>)	Desplazamientos, se alimentan en áreas alejadas del barco sísmico. Incremento del gasto energético.		(88)
Zooplankton	Cae el número de individuos entre el 17% y 22%.	Dentro de los 15 km	(89)
Zooplankton	Reducción de la abundancia. Aumento de tasa de mortalidad de 19% a 45% por día de exposición.	Alcance máx. de 1,2 km	(90)
Vieiras	Retraso en el desarrollo larval. El 46% de las larvas desarrolla anomalías corporales.		(91)

Calamar roquero austral (<i>Sepioteuthis australis</i>)	Sobresaltos, huida.		(92)
Langosta austral (<i>Jasus edwardsii</i>)	Movimientos anormales, lesiones en los estatocistos ⁷ .		(93)
Aves marinas	Comportamiento de evitación. Mayor abundancia de aves marinas con los cañones de aire inactivos.		(94)

Tabla 2: Ejemplos de efectos documentados de las prospecciones sísmicas sobre la fauna marina. Se recomienda consultar la bibliografía de referencia para obtener más información de estos y otros ejemplos no incluidos en esta tabla.

Las prospecciones sísmicas en el mar son un importante contribuyente al ruido oceánico y pueden generar impactos negativos en la vida marina. Las mejoras tecnológicas, la creciente demanda de petróleo y gas natural, y el hecho de que varios países obtuvieran derechos soberanos sobre la plataforma continental ampliada (reclamados ante la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar), han impulsado la expansión de la frontera hidrocarburífera en todo el mundo, y consecuentemente el alcance espacial y temporal de los estudios sísmicos, sobre todo en áreas previamente inexploradas (altas latitudes, aguas profundas y ultra-profundas), durante la mayoría de los meses del año (26). Estas circunstancias aumentaron los rangos de influencia espacio-temporal, y la energía acústica aportada al ambiente marino.

El hecho de que el ruido antropogénico se esté volviendo omnipresente en el medio acuático (25), junto con la degradación del ambiente marino debido al aumento de los niveles de ruido antropogénico, han generado una creciente preocupación en la comunidad científica y en diversos organismos internacionales (15)(27).

3. Situación actual de la actividad petrolera en Argentina

3.a. Cuencas sedimentarias

La existencia de una cuenca sedimentaria es condición necesaria para la presencia de un yacimiento de hidrocarburos. Allí se depositan las rocas sedimentarias donde se generan los hidrocarburos y también donde mayormente éstos se acumulan (28). En Argentina se han identificado hasta el momento 24 cuencas sedimentarias que se extienden en una superficie de unos 3.035.000 km² (29), dentro de las cuales 1.227.568 km² corresponden a cuencas sedimentarias marinas (30).

Del total de las cuencas sedimentarias, cinco son productivas en la actualidad (la cuenca del noroeste, la Cuyana, la Neuquina, la del Golfo San Jorge y la Austral), representando el 18% de la superficie total, mientras que el 82% restante corresponde a las cuencas no productivas que, si bien tuvieron cierta actividad exploratoria, no están explotadas (29). La cuenca Austral es la única productiva que también es productora en el sector marino, el resto de las cuencas marinas (Salado, Claromecó, Colorado marina, Península Valdés, Rawson, Argentina, San Julián, Malvinas, Malvinas Oriental, Malvinas Norte) están consideradas como no productivas (31)(32) (Figura 6). Esto muestra que gran parte del Mar Argentino es susceptible de ser explorado y explotado en el futuro para cubrir la creciente demanda de petróleo y gas, implicando un avance de la frontera hidrocarburífera sobre áreas de alto valor ecosistémico (33)(34).

3.b. Tendencias exploratorias

Si bien la historia exploratoria de hidrocarburos en Argentina se remonta al año 1957, la plataforma continental y parte del talud registran niveles de exploración

⁷ Órgano del sentido del equilibrio de muchos animales invertebrados.

diferentes, ya sea en la intensidad de las inversiones como en los resultados obtenidos, y fueron realizadas de manera discontinua (31)(35). En base al conocimiento obtenido hasta la actualidad, la tendencia exploratoria presenta dos escenarios (35):

1. La exploración en las áreas marinas conocidas como la cuenca Austral (productiva), cuenca Golfo San Jorge y mitad occidental de la cuenca Malvinas para descubrir nuevos yacimientos.
2. El avance sobre las fronteras exploratorias en aguas profundas y ultraprofundas, que se pueden dividir en dos dominios: el Play⁸ (36) Talud Continental (cuenca Argentina) y el Play Faja Plegada Marina (las aguas profundas de la cuenca del Salado y el sector externo de la cuenca del Colorado).

3.c. Permisos de exploración

En 2017, la Secretaría de Energía otorgó un permiso de estudios sísmicos en aguas nacionales el cual, durante los dos años siguientes, se fue ampliando hasta abarcar un área de aproximadamente 1.286.795 km², extendiéndose los permisos hasta 2028 (37).

En base a la información geológica preexistente y la obtenida por los relevamientos sísmicos durante 2017 y 2018, el Poder Ejecutivo (por Decreto 872/2018) a través de la Secretaría de Energía (por Resolución 65/2018) lanzó una oferta de 38 bloques de exploración denominada “Ronda 1” (*Figuras 5 y 6*). Los mismos pertenecían a tres cuencas sedimentarias: Argentina Norte (100.000 km²), Austral (14.000 km²) y Malvinas Oeste (85.700 km²), sumando un total de casi 200.000 km². Los términos y condiciones de la oferta estipularon una duración de 13 años divididos en tres períodos, el último de los cuales está condicionado a la realización de un pozo exploratorio. Asimismo, la realización de una perforación exploratoria le permitirá al licitante solicitar la concesión de explotación por 30 años, con la posibilidad de diez años de extensiones sucesivas (37).

En 2019, la Secretaría de Energía (por Resolución 276/2019) adjudicó 18 de los 38 bloques ofrecidos a 13 empresas de energía: siete en la cuenca Argentina Norte, nueve en la cuenca Malvinas Oeste y dos en la cuenca Austral. La Secretaría de Energía ha publicado sus intenciones de efectuar una segunda gran oferta de bloques de exploración denominada “Ronda 2”. La resolución 196/2019 de la Secretaría de Gobierno de Energía, convierte un convenio de exploración anterior en un permiso de exploración de hidrocarburos sobre el área “CAN_100” (cuenca Argentina Norte), que prevé tanto la realización de sísmica 3D como la posible perforación de un pozo exploratorio. Este bloque redefinido posee una superficie aproximada de 15.000 km². Sumado a esto, el Decreto 389/2021, en su artículo 7º, otorga a “Integración Energética Argentina S.A.” (IEASA) los permisos exploratorios correspondientes a las áreas denominadas MLO_115 y MLO_116 (cuenca Malvinas Oeste), en los términos de la Ley N° 17.319 y sus normas complementarias (36). Esta apertura, que comenzó en 2017, es la más grande de las últimas décadas (*Figura 6*). El 30 de diciembre de 2021 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) por Resolución 436/2021 aprobó la realización del proyecto de prospección sísmica en los bloques CAN 108 y 114 a cargo de la empresa EQUINOR.

Por su parte, en el golfo San Jorge actualmente la explotación de hidrocarburos se da en el continente (incluso próximo a la costa), pero existen concesiones de exploración en sus aguas, por lo que la exploración y explotación en el mar es posible en el futuro (37).

8 El término play, en la industria, se conoce como un objetivo de prospección petrolera, una zona donde la presencia de hidrocarburos es posible (36).

PERMISOS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA 2017-2020

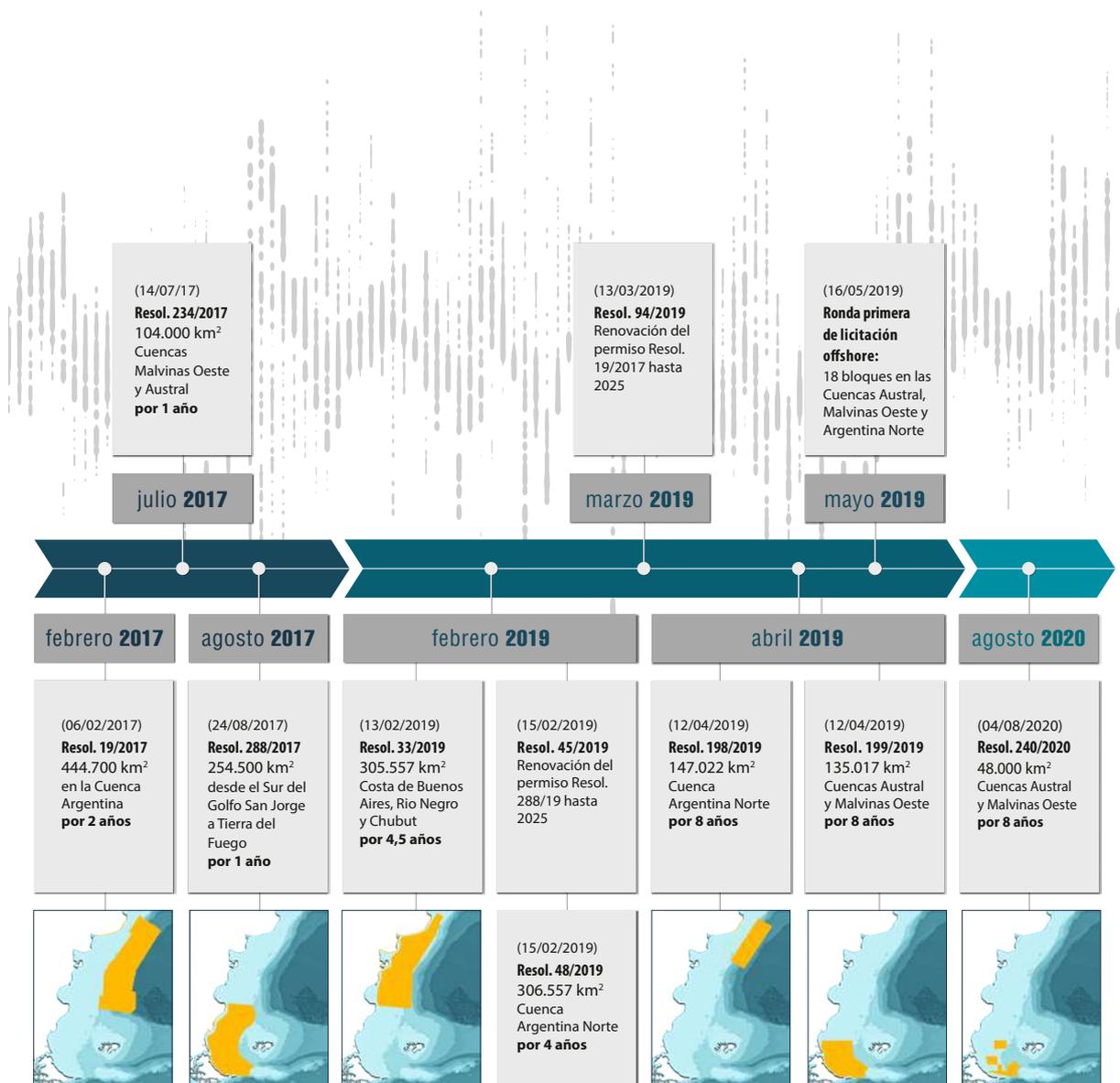


Figura 5: Línea de tiempo para el período 2017-2020 donde se detallan licitaciones, permisos y áreas otorgadas por el gobierno argentino para la exploración sísmica en el Mar Argentino.

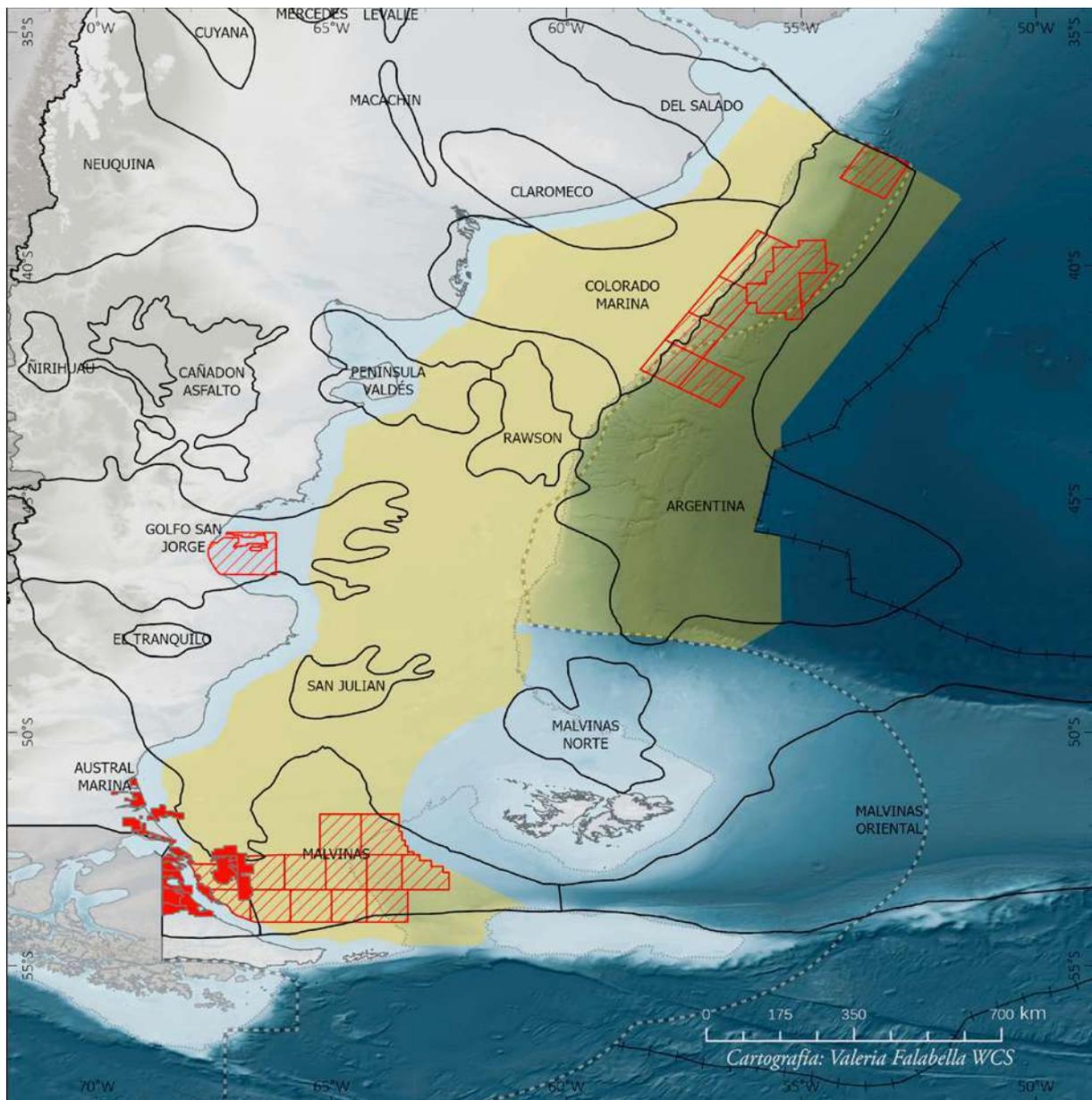
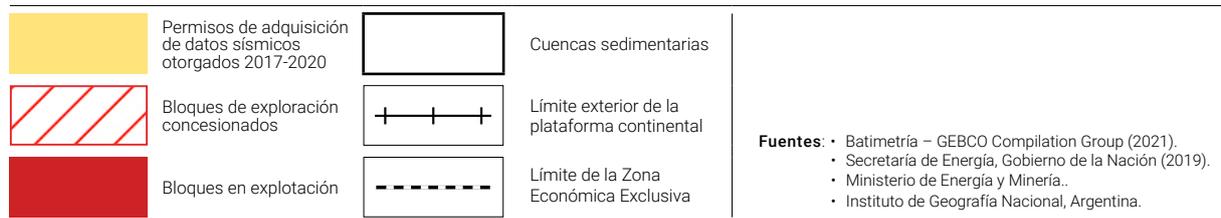


Figura 6: Cuencas sedimentarias, permisos de exploración otorgados y bloques de concesión petrolera otorgados.



4. Mar Argentino, un ambiente relevante que debe ser protegido

4.a. Biodiversidad

El Mar Argentino⁹ (38) se extiende sobre una amplia plataforma continental y tiene aproximadamente 5.600 km de costa (39). Constituye una de las áreas biológicamente más productivas del océano global (40)(41)(83)(84). Algunos sectores, conocidos como frentes oceanográficos, registran valores de productividad particularmente altos debido a factores tales como corrientes, rasgos del fondo, vientos, mareas, diferencias de salinidad o temperatura que generan una mezcla de aguas que favorecen el ascenso a la superficie de aguas ricas en nutrientes (41). Estos sectores son de especial importancia ya que sostienen tramas alimentarias complejas.

Se trata de un mar altamente diverso. Entre los invertebrados (uno de los grupos menos estudiados) se estima que solo los moluscos están representados por 900 especies (42). Los peces óseos son el grupo de vertebrados más numeroso, con aproximadamente 400 especies, mientras que los peces cartilagosos, el grupo más amenazado del ambiente marino, suman 105 especies (43).

Es área de alimentación, cría y corredor migratorio de tres especies de tortugas marinas: verde (*Chelonia mydas*), cabezona (*Caretta caretta*) y laúd (*Dermochelys coriácea*). En la región, la tortuga laúd se encuentra en un estado de conservación cercano a la amenaza mientras que la tortuga verde es una especie vulnerable (44). Por otro lado, en las costas del mar nidifican 17 especies de aves marinas, mientras que aproximadamente 60 especies que nidifican en Antártida, Islas Subantárticas, Australia y Nueva Zelanda se alimentan en estas aguas (45). Entre las aves marinas hay que poner especial énfasis en los pingüinos, ya que son buceadores obligados y sus rutas de migración y alimentación atraviesan la zona en la que se han otorgado permisos de exploración sísmica (46)(47).

Entre los pinnípedos (lobos marinos, focas), el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*), el de dos pelos (*Arctocephalus australis*) y el elefante marino del sur (*Mirounga leonina*) se reproducen en la costa y se alimentan en estas aguas. Por su parte, el lobo marino de dos pelos antártico (*Arctocephalus gazella*), que se reproduce en agrupaciones insulares de distribución subantártica, utiliza el Mar Argentino como área de alimentación (40).

En el Mar Argentino y su región Antártica se pueden encontrar unas 48 especies de mamíferos marinos, de las cuales 9 son de pinnípedos y 39 son de cetáceos (48). De las especies de pinnípedos, 4 son de otáridos (lobos marinos) y 5 de fócidos (focas), mientras que del total de los cetáceos encontramos 9 especies de misticetos (cetáceos con barbas o ballenas), y 30 de odontocetos (cetáceos con dientes), incluyendo estos últimos diversas especies de delfines, cachalotes, marsopas, zífidos y el delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*) (48).

4.b. Interacción potencial entre sitios relevantes para la biodiversidad y actividad de exploración sísmica

Argentina presenta zonas que reúnen condiciones ecológicas y oceanográficas de particular importancia para la conservación (49). Entre ellas se destacan los frentes productivos, las áreas que albergan especies endémicas o amenazadas, áreas de alta diversidad de hábitats y/o comunidades y áreas esenciales para la migración, reproducción o alimentación de diversas especies (49). Algunos son ambientes relativamente prístinos y de importancia socioeconómica, además de relevancia estética. Son áreas del mar que se destacan del resto y cuyos valores requieren de una gestión cuidadosa y responsable, aplicando principios de precaución y utilizando herramientas de manejo integrado basado

⁹ Espacio marítimo desde la costa hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva Argentina en su porción continental que incluye a las Islas Malvinas, según se define en la Carta Náutica Raster H50, Servicio de Hidrografía Naval Argentino.

en ecosistemas, como la planificación marina espacial¹⁰.

Los permisos de exploración sísmica otorgados entre los años 2017 y 2020 se extienden en prácticamente toda la Zona Económica Exclusiva continental argentina y se superponen ampliamente con los frentes productivos y áreas destacadas para la conservación de la biodiversidad (Figura 7). Esto implica que ésta podría verse afectada por los impactos de la actividad sísmica así como también por el impacto que la actividad de extracción de hidrocarburos podría generar en un futuro, en particular el riesgo de derrames de petróleo.

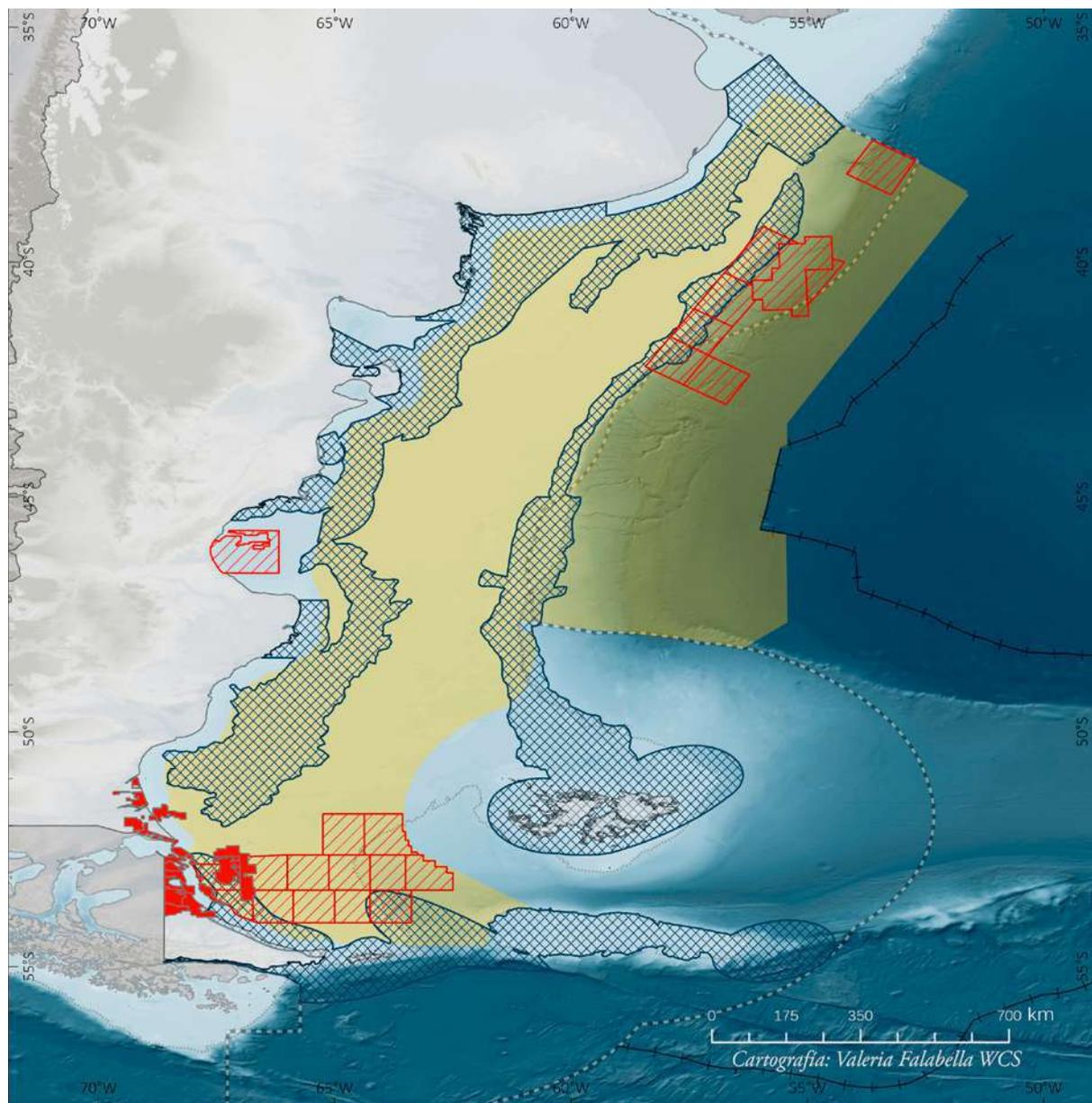


Figura 7: Superposición entre actividad de exploración sísmica y áreas relevantes para la diversidad biológica



Fuentes:

- Batimetría – GEBCO Compilation Group (2021).
- Secretaría de Energía, Gobierno de la Nación (2019).
- Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia (2013). Faros del Mar Patagónico. 55 pp.
- Piola, A. (2008). Oceanografía física del Mar Patagónico. En: Foro, Editor. Estado de Conservación del Mar Patagónico (versión electrónica).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2016). El Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas. Bases para su puesta en funcionamiento. Buenos Aires.

10 La Planificación Espacial Marina (PEM) es una herramienta de gestión y ordenamiento espacial y temporal de las actividades humanas en el mar, para lograr objetivos ecológicos, económicos y sociales que han sido especificados a través de un proceso político participativo (85).

Los bloques concedidos y otorgados hasta el momento se concentran en el sector norte del frente del talud, y en las aguas del extremo austral del Mar Argentino. El frente del talud cumple un rol ecológico clave en el ecosistema: sostiene una compleja trama trófica e incluye áreas de desove de especies de importancia ecológica y comercial, zonas clave para la migración del calamar, y áreas de alimentación y migración de aves y mamíferos marinos (50).

Asimismo, en el sector norte del frente del talud entre las isobatas¹¹ de 200 metros y de 2.000 metros (zona de confluencia de las corrientes Brasil y Malvinas) se registra la presencia de cetáceos como cachalotes (*Physeter macrocephalus*), ballenas sei (*Balaenoptera borealis*) y delfines piloto de aleta larga (*Globicephala melas*) (51). Existen numerosos avistajes de cachalotes a lo largo del talud continental, registrándose dos concentraciones de animales, asociadas a las pesquerías de merluza negra y calamares, una de ellas ubicada al norte de la provincia de Buenos Aires sobre la isobata de 200 metros (48)(51)(52).

La actividad petrolera existente en la cuenca Austral (sector marino) junto con los bloques ofrecidos y los adjudicados en dicha cuenca y en la cuenca Malvinas Oeste, comprenden un área muy cercana a tres áreas marinas protegidas (Namuncurá-Banco Burdwood I, Namuncurá-Banco Burdwood II, y Yaganes), y tres reservas provinciales (Área Natural Protegida Reserva Costa Atlántica-Tierra del Fuego, Reserva Provincial Isla de los Estados, Isla de Año Nuevo e Islotes Adyacente-Tierra del Fuego, y Reserva Provincial Cabo Vírgenes-Santa Cruz).

En estas aguas es muy frecuente observar la presencia del delfín austral (*Lagenorhynchus australis*), una especie endémica binacional (Argentina-Chile), que se distribuye exclusivamente en el sur de Sudamérica, y cumple el rol de depredador tope (53)(54)(55)(56). Entre otras especies de cetáceos observadas en la zona podemos mencionar al delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*), la tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*), la orca (*Orcinus orca*), el cachalote, la ballena sei y la ballena fin (*Balaenoptera physalus*) (57)(58)(59)(60)(61). El otro registro de concentraciones de cachalotes, asociadas a las pesquerías de merluza negra y calamares, se ubica al sureste de Tierra del Fuego y cercano a las Islas Malvinas sobre la isobata de 200 metros (52).

La zona del talud austral se caracteriza por ser un área relevante para la alimentación de aves marinas como el albatros ceja negra (*Thalassarche melanophrys*) o el petrel gigante del sur (*Macronectes giganteus*) (50). La sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*), clave para el ecosistema marino patagónico sur por ser fuente de alimento de muchas especies, desova en el área. Además, las aguas del extremo sur se destacan por la riqueza de invertebrados marinos bentónicos con presencia de especies vulnerables y endémicas como esponjas y corales de aguas frías (62)(49).

El golfo San Jorge es uno de los ecosistemas marinos de mayor complejidad del litoral argentino por sus características oceanográficas, su biodiversidad, diferentes ambientes, y por los beneficios que aporta a la sociedad. Es uno de los sectores más productivos del Mar Argentino, siendo clave para la reproducción y crianza de peces e invertebrados. Lo habitan unas 120 especies de peces, entre mixines (anguilas babosas), peces cartilaginosos (tiburones, rayas y pez gallo) y peces óseos. Las comunidades asociadas al fondo albergan organismos de los que se alimentan especies de gran importancia, como el langostino (*Pleoticus muelleri*), la merluza (*Merluccius hubbsi*), y la centolla (*Lithodes santolla*). Brinda condiciones favorables para la reproducción, la alimentación y la migración de aves y mamíferos marinos como el pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*), albatros y petreles, el lobo marino de un pelo, el lobo de dos pelos, el delfín oscuro, la tonina overa, el delfín austral, la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) y ballenas rorcuales (63).

11 Isobata es una línea curva que se utiliza para la representación cartográfica de los puntos de igual profundidad en el mar o lagos de grandes dimensiones.

4.c. Interacción potencial entre especies y actividad de exploración sísmica

Entre las especies buceadoras que utilizan el frente del talud y que podrían verse más afectadas por la actividad de exploración sísmica se destaca el elefante marino del sur que se reproduce en las costas de Península Valdés, única colonia continental y en crecimiento de esta especie (64)(65) (Figuras 8 y 9). Tanto los machos y hembras adultas como los juveniles utilizan en forma intensiva esta zona durante su etapa de alimentación en el mar.

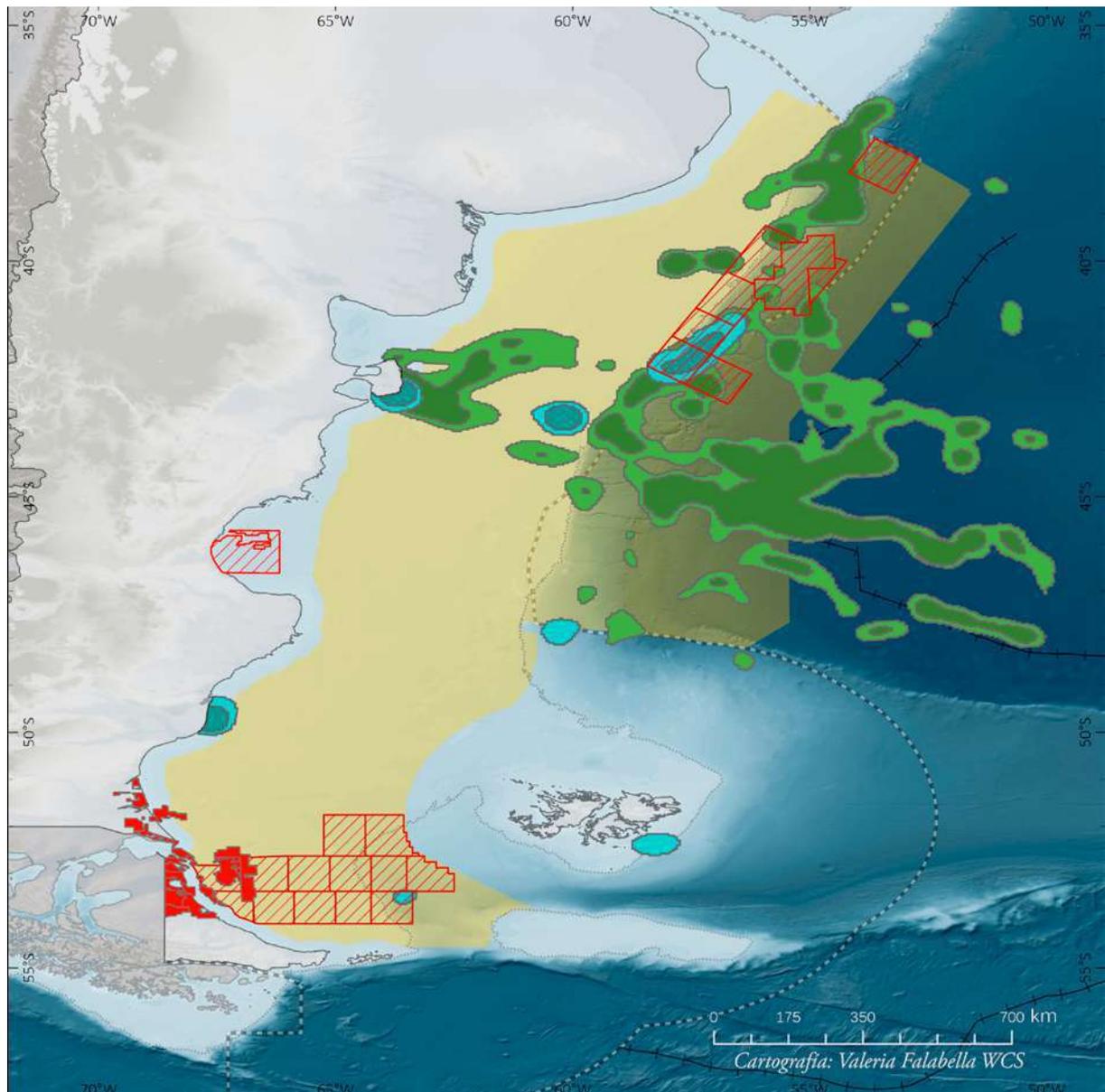


Figura 8: Superposición potencial entre la actividad sísmica y las áreas de uso intensivo de elefantes marinos del sur (adultos).

	Permisos de adquisición de datos sísmicos otorgados 2017-2020	Áreas de uso del elefante marino del sur Colonia de Península Valdés		
	Bloques de exploración concesionados			machos hembras
	Bloques en explotación			intenso intermedio

Fuentes: • Batimetría – GEBCO Compilation Group (2021).
• Secretaría de Energía, Gobierno de la Nación (2019).
• Falabella, V., Campagna, C., y Croxall, J.P. (2009). *Atlas del Mar Patagónico. Especies y Espacios*. Wildlife Conservation Society and Birdlife International. Buenos Aires. 304 pp.

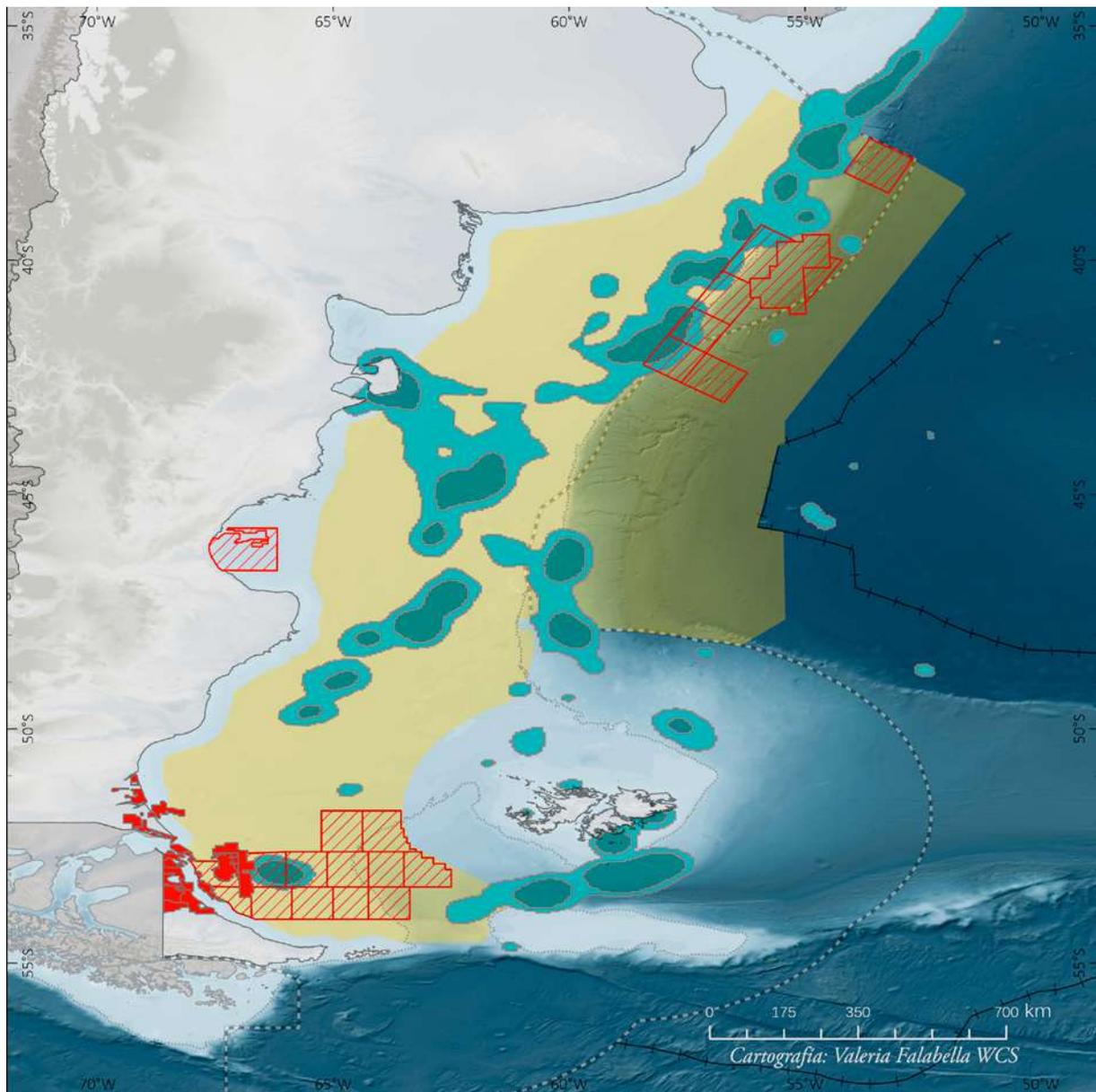
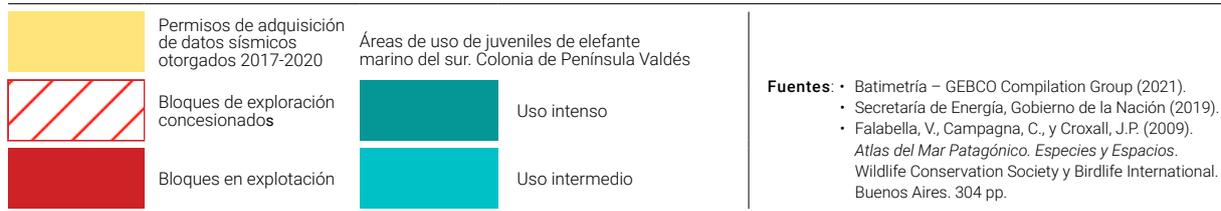


Figura 9: Superposición potencial entre la actividad sísmica y los juveniles de elefantes marinos del sur.



Por otra parte, el talud austral representa un sector de uso intenso de varias especies de pingüinos, en particular, del pingüino de penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome*), (Figura 10). Esta especie se alimenta en invierno y primavera, principalmente en un sector que se superpone ampliamente con los bloques de concesión petrolera adjudicados.

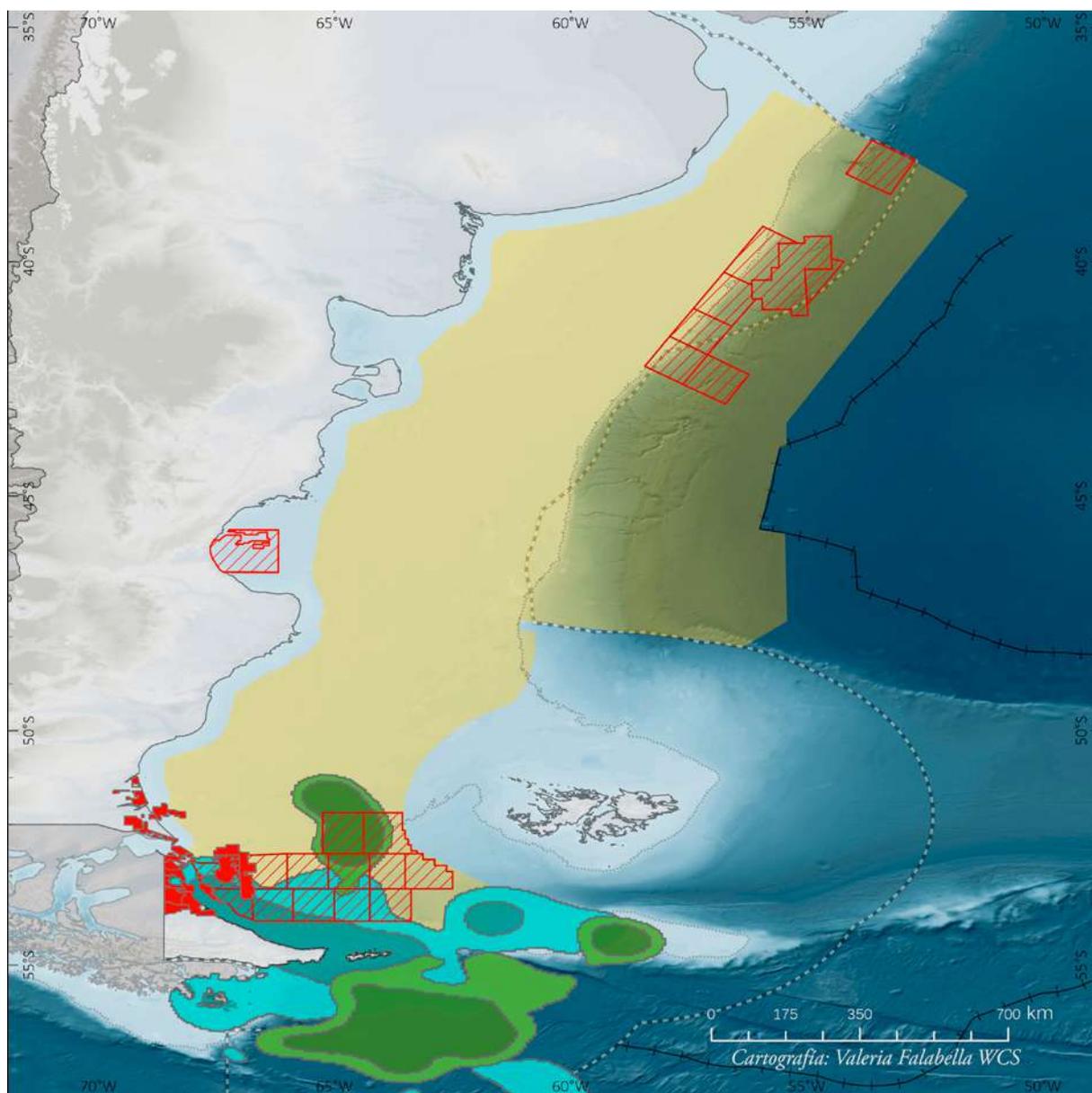
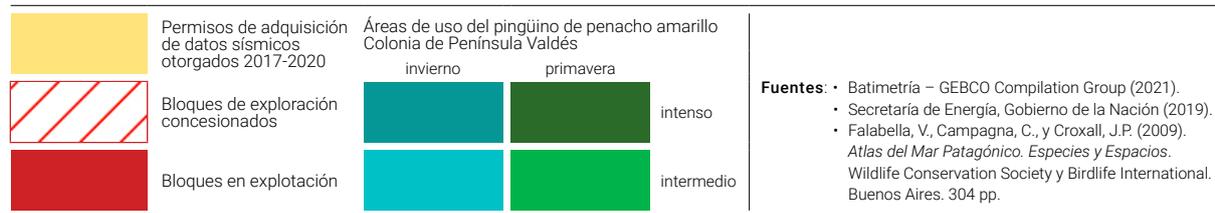


Figura 10: Superposición potencial entre la actividad sísmica y los pingüinos de penacho amarillo.



Muchas de las especies de cetáceos realizan desplazamientos regulares entre aguas de distintas latitudes y entre las zonas costeras y oceánicas, como por ejemplo la ballena franca austral, especie declarada Monumento Natural Nacional (Ley 23.094/84). Estas ballenas realizan viajes anuales de miles de kilómetros, en verano y otoño, para alimentarse en aguas frías y productivas próximas al talud del Mar Argentino e islas subantárticas (66) (67). Luego migran hacia las aguas templadas de los golfos norpatagónicos, sector norte del mar de Argentina, Uruguay y el sur de Brasil donde se reproducen en invierno y primavera (66).

Con el objetivo de conocer las rutas migratorias y áreas de alimentación de las ballenas francas australes que se reproducen en los golfos norpatagónicos, el proyecto colaborativo Siguiendo Ballenas (*siguiendoballenas.org*) equipó a 23 ballenas (en el golfo Nuevo, Chubut, Argentina) con transmisores satelitales que monitorearon en detalle sus desplazamientos por el Atlántico Sudoccidental entre septiembre de 2019 y abril de 2020. Este proyecto es de particular relevancia para aumentar el conocimiento de esta emblemática especie, mejorar su manejo y conservación. Los resultados preliminares muestran que a lo largo de sus travesías, las ballenas francas australes recorrieron la plataforma continental, el talud y la cuenca oceánica atlántica frente a Patagonia. Algunos individuos transitaron o permanecieron por más tiempo en áreas relevantes por su productividad o características oceanográficas, como el frente de Valdés, el frente del talud, la ecorregión de las Islas Malvinas, el área marina protegida “Namuncurá - Banco Burdwood”, y el denominado “Agujero Azul” (66)(67)(68)(69).

Los mapas generados por el proyecto *Siguiendo Ballenas* correspondientes al recorrido de madres con cría y de individuos solitarios, resaltan la importancia que todo el Mar Argentino, el océano Atlántico Sudoccidental y las aguas subantárticas tienen para esta especie (*Figuras 11 y 12*). Asimismo, si comparamos las rutas de ballenas con el mapa de los bloques petroleros adjudicados (*Figura 6*), podemos observar la superposición de los mismos con las áreas de presencia de ballenas francas australes durante su época de alimentación en primavera y verano.

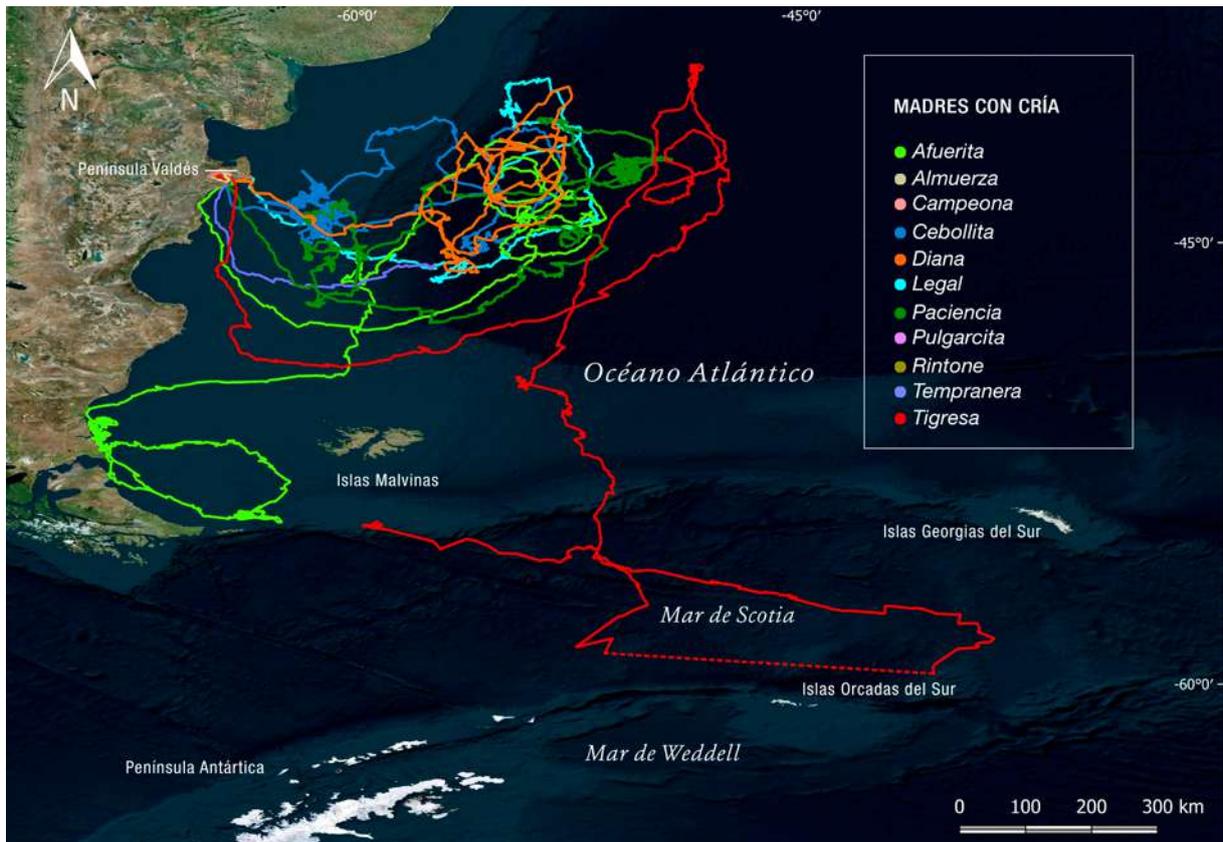


Figura 11: Recorridos de 11 ballenas francas (madres con cría) marcadas con transmisores satelitales.



Figura 12: Recorridos de 12 ballenas francas australes (individuos solitarios) marcadas con transmisores satelitales.

Comentarios finales

El ruido submarino es una forma de contaminación que puede afectar negativamente a la fauna marina, desde el zooplancton hasta las grandes ballenas. El ruido puede modificar el comportamiento habitual de los animales, enmascarar su comunicación, dificultar la percepción del entorno, desplazarlos de hábitats relevantes, provocar reacciones de estrés, interferir con sus funciones vitales, reducir la disponibilidad de presas y en casos extremos de exposición al ruido puede causar lesiones directas incluso la muerte.

La actividad hidrocarburífera es una industria que genera impactos ambientales a nivel local y global, con riesgos tan diversos como las distintas etapas y actividades que involucra: prospección sísmica, catas exploratorias, diseño y construcción, explotación, transporte, desmantelamiento de las instalaciones para el abandono de pozos, etc. (Figura 13). Sus efectos negativos sobre la biodiversidad, en todos sus niveles, son especialmente considerables. Asimismo, puede causar impactos negativos en actividades socioeconómicas, como en la actividad pesquera y la industria del turismo de naturaleza.



Figura 13: Etapas de la industria petrolera. Es importante sumar al análisis a la industria petroquímica, la cual se basa en la transformación de petróleo y gas natural en materias primas (etileno, propileno, aromáticos, resinas, etc.) y en la elaboración de plásticos, fibras sintéticas, fertilizantes, pesticidas, entre otros productos.

La actividad petrolera en el mar conlleva riesgos ambientales más altos que sobre el continente, y sus daños potenciales resultan aún más difíciles de controlar y cuantificar. Las fases de prospección, cata exploratoria y explotación están inherentemente ligadas y constituyen un proyecto continuo que debe evaluarse también de forma integral antes de su inicio.

El Mar Argentino alberga zonas de características ecológicas y oceanográficas de particular importancia para la conservación. Éstas son clave para la estructura funcional, ecológica y climática de nuestro mar, áreas de alta productividad, y/o esenciales para la migración, reproducción y alimentación de diversas especies. Algunos son ambientes relativamente prístinos, de importancia socioeconómica, y paisajística. Es necesario desarrollar alternativas de protección para estas áreas fundamentales para la conservación.

Las áreas marinas protegidas, en combinación con otras herramientas de manejo integrado, gestionadas con eficiencia, constituyen una de las herramientas espaciales más potentes para un manejo responsable de las actividades humanas en el mar, manteniendo la estructura y funcionalidad de los ecosistemas, asegurando la integridad ecológica y el sostenimiento de hábitats costeros y marinos sanos y resilientes para beneficio de la biodiversidad y las personas (50). En este sentido, Argentina debe avanzar en la declaración de nuevas áreas marinas protegidas y ampliación de las existentes, en el marco de la Ley 27.037¹² (70), contemplando las recomendaciones de los documentos generados en tal sentido por el propio Estado (50)(71), así como lograr la implementación efectiva y financiamiento de las áreas marinas protegidas dispuestas, honrando los compromisos internacionales de protección marina (72)(73).

Dada la superposición entre zonas identificadas como posibles áreas marinas protegidas y permisos de exploración, es necesario atender la necesidad de conservar estos ecosistemas que han sido considerados como primordiales en dichos documentos oficiales.

El desarrollo de actividades humanas que impactan los ecosistemas fundamentales que alberga el Mar Argentino, demandan una responsabilidad ineludible por parte del Estado, empresas y la comunidad en general. Se requiere una gestión cuidadosa y responsable, con un enfoque ecosistémico, integral, participativo, basado en la ciencia, y bajo el enfoque precautorio, para asegurar la conservación de su biodiversidad, y de los bienes y servicios ecosistémicos que brinda.

12 La Ley N° 27.037 instituye el Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (SNAMP) destinado a proteger y conservar espacios marinos representativos de hábitats y ecosistemas de importancia nacional.

ANEXOS

NORMATIVA

La norma más relevante en relación a la prospección en Argentina era la Resolución 197/18, que regula los permisos para el reconocimiento superficial costa afuera y que incluye la sísmica. Sin establecer estándares, medidas de prevención, ni límites, obliga a la tramitación de un permiso ambiental mediante Evaluación de Impactos Ambientales. De esa manera, se reconoce a la prospección como una actividad susceptible de degradar el ambiente en forma significativa. Luego se dictó la Resolución conjunta 3/19 de Ambiente y Secretaría de Energía, que establece el procedimiento de evaluación ambiental para la exploración y la explotación de hidrocarburos a partir de las 12 millas marinas (ámbito federal).

Por otro lado, es de destacar que el pliego de bases y condiciones para la licitación de áreas de exploración costa afuera aprobado por la Resolución 65/2018 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, estableció (art. 14.3) que los concesionarios y permisionarios deberán dar cumplimiento a las guías específicas vigentes que determine la Autoridad de Aplicación. Para el caso se determinó la aplicación de las “*Guías para minimizar los riesgos de lesiones a los mamíferos marinos por estudios geofísicos*” de Joint Nature Conservation Committee (UK). Este tipo de práctica debiera implementarse en cualquier permiso o concesión, permitiendo así la obligatoriedad de los más elevados y actuales estándares internacionales, incluso cuando integren el marco normativo vigente local.

La disposición conjunta 1/2019 crea un grupo de trabajo entre Pesca y Energía para la armonización y prevención ambiental. Con esta norma cobra relevancia el régimen de pesca, que establece la preservación de las especies porque se deben considerar los riesgos de la actividad hidrocarburífera especialmente en relación a la fauna. Entre otras funciones el grupo de trabajo debía elaborar un informe que señalase interacciones de las actividades y mapas de distribución biológica identificando zonas sensibles para resguardar el ecosistema marino. Ese informe no tiene estado público y no hay ninguna información sobre el grupo de trabajo. Debería ser una finalidad de este grupo de trabajo e incluso de la Secretaría de Energía la compilación y publicación de todos los estándares internacionales existentes para determinar la aplicación de las medidas de prevención más elevadas, con la posibilidad para la ciudadanía de incorporar al listado las guías y estándares que considere necesario tener presente.

La Resolución Conjunta 3/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía y la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, aprueba los procedimientos de evaluación de impacto ambiental de los proyectos de obras o actividades de exploración y explotación hidrocarburífera, incluyendo abandono de pozos e instalaciones, a realizarse en los permisos de reconocimiento superficial, permisos de exploración, o concesiones de explotación de hidrocarburos, en el ámbito territorial ubicado a partir de las doce (12) millas marinas medidas desde las líneas de base establecidas por la Ley N° 23.968 y sus modificatorias, hasta el límite exterior de la plataforma continental, que sean susceptibles de degradar en forma significativa el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población. Asimismo establece que será el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación quien emita la “Declaración de Impacto Ambiental” (74).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación por la Resolución 201/2021 aprueba el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas” que debe ser parte del “Plan de Gestión Ambiental” a ser aprobado por la Declaración de Impacto Ambiental (75).

A partir de la Constitución Nacional y la Ley General del Ambiente no hay vacíos en cuanto a los posibles daños y riesgos, dado que las normas generales de protección del ambiente no excluyen ningún tipo de daño relevante. Las normas técnicas de la actividad hidrocarburífera tienen detalles de cada etapa y las normas ambientales de la actividad se guían por las normas técnicas. Sin embargo, no se trata de manera específica los riesgos e impactos conocidos de la actividad, suelen ser normas hechas a medida de la extracción. No hay regulación específica de los impactos sonoros, ni un detalle de la prospección sísmica. Además, las normas referidas a la actividad costa afuera toman como referencia lo regulado para la actividad en tierra y se realizan algunas adaptaciones.

A continuación se lista la normativa plenamente vigente que alcanza a la actividad de prospección sísmica en Argentina:

Tema / Normas	Contenido	Autoridad de Aplicación
Hidrocarburos		
Ley 17319 (LH)	Ley de Hidrocarburos (dominio, permisos, concesiones, impuestos).	Secretaría de Energía (SE) Ministerio de Energía*
Ley 26.741	Declárase de Interés Público Nacional el logro del autoabastecimiento de hidrocarburos. Créase el Consejo Federal de Hidrocarburos.	Por el momento no se confeccionó el traslado de la Secretaría de Energía del Ministerio de Desarrollo Productivo al de Economía. Se incluyen bajo la órbita de la SE normas cuya autoridad de aplicación son subsecretarías de la SE.
Ley 27.007	Modificación LH, plazos y superficies de concesión. Explotación no convencional.	
Resolución SE 951/2015 Anexo I	Reglamento Técnico para el transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos por ductos submarinos.	
Normas ambientales de la actividad		
Ley 24.292	Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la contaminación por Hidrocarburos.	Prefectura Naval Ministerio del Interior
Resolución SE 105/92	Normas y procedimientos para proteger el medio ambiente durante la etapa de exploración y explotación de hidrocarburos.	Secretaría de Energía
Resolución SE 25/04	Normas para la Presentación de los Estudios Ambientales Correspondientes a los Permisos de Exploración y Concesiones de Explotación de Hidrocarburos.	Subsecretaría de Hidrocarburos y Combustibles – Secretaría de Energía
Resolución MEyM 197/2018	Reglamento para el otorgamiento de Permisos de Reconocimiento en el ámbito costa afuera nacional.	Subsecretaría de Recursos Hidrocarburíferos – Secretaría de Energía
Resolución Conjunta SAyDS-SE/2019	Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental de los proyectos de obras o actividades de exploración y explotación hidrocarburífera a partir de 12 millas marinas.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) – Secretaría de Energía

Tema / Normas	Contenido	Autoridad de Aplicación
Resolución MAyDS 201/2021	Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución SE 951/2015 Anexo II	Normas de protección ambiental aplicables a ductos submarinos que transportan hidrocarburos líquidos y gaseosos.	Secretaría de Energía
Resolución SETyC 5/96	Normas y Procedimientos para el abandono de pozos de hidrocarburos.	
Decreto 962/1998	Sistema Nacional de Preparación y Lucha contra la Contaminación Costera, Marina, Fluvial y Lacustre por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas y Sustancias Potencialmente Peligrosas.	Prefectura Naval
Disp. conjunta SSPyA y SSHC 1/2019	Compromiso de velar para que sus respectivas políticas, planes y programas relativos a las actividades pesqueras y de exploración hidrocarburífera en la plataforma continental argentina, se desarrollen armónicamente en un marco de sustentabilidad.	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPyA) – Secretaría de Energía
Ley 25.137	Protocolo de 1992–Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil Nacida de Daños Debidos a Contaminación por Hidrocarburos.	Ministerios de Planificación, Relaciones Exteriores, Transporte y Prefectura
Protección del Ambiente		
Constitución Nacional Art. 41	Derecho al ambiente sano para generaciones actuales y futuras. Responsabilidad por daño colectivo.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ley 25.675	Ley General del Ambiente. Principios ambientales. Responsabilidad por daños. Seguro ambiental Evaluación de Impactos Ambientales. Participación ciudadana.	
Ley 27.566	Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales.	

Tema / Normas	Contenido	Autoridad de Aplicación
Ley 24.051	Residuos peligrosos. Generación, manipulación, transporte y tratamiento. Delitos.	Ministerio de Ambiente, Fiscalía
Protección del Mar		
Ley 24.543	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.	Ministerio de Relaciones Exteriores – Prefectura (poder de policía) – Armada (en caso de intromisión bélica)
Ley 27.037	Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas.	Administración de Parques Nacionales
Ley 22.351	Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales.	
Decreto Ley 281/1958	Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena. (76)	Ministerio de Relaciones Exteriores
Ley 23.918	Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres. (77)	Ministerio de Ambiente
Ley 24.375	Convenio sobre la Diversidad Biológica. (78)	Ministerio de Ambiente
Ley 22.584	Convención sobre Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) – Consejo Federal Pesquero
Ley 25.263	Régimen de Recolección de Recursos Vivos Marinos en el Área de Aplicación de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.	Consejo Federal Pesquero
Ley 27.167	Programa Nacional de Investigación e Innovación Productiva en Espacios Marítimos Argentinos (PROMAR).	Ministerio de Ciencia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Peláez Zapata, R. (2018). La Geofísica en la Exploración de Yacimientos. Petroquimex. Revista de la Industria Energética. En: Tecnología, 95, Sept-Oct/2018, México.
02. Gisiner, R.C. (2016). Sound and Marine Seismic Surveys. Underwater sound has been used for over 50 years in marine geological research and exploration. *Acoustics Today / Winter 2016 / 12(4)*.
03. Guzmán O'Diana, M. (2015). Adquisición, supervisión y control de calidad de datos sísmicos marinos 3D. Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Escuela Profesional de Ingeniería Geofísica.
04. International Association of Oil & Gas Producers and International Association of Geophysical Contractors (2011). An overview of marine seismic operations. Report N° 448, April 2011.
05. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012). Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. 146 pp.
06. Chicote, C.A., Vazquez, J.A., Cañadas, A. y Gazo, M. (2013). Manual del Observador de Mamíferos marinos para operaciones Off-shore generadoras de ruido en aguas españolas. Fundación Biodiversidad y SUBMON.
07. Caldwell, J., & Dragoset, W. (2000). A brief overview of seismic airgun-arrays. *The Leading Edge* 19(8): 898-902.
08. Gausland, I. (2003). Seismic survey impact on fish. Report for Norwegian Oil Industry Association (OLF).
09. Richardson, W.J., Malme, C.I., Green, C.R. and Thomson, D.H. (1995). *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, CA. 576 pp.
10. Tolstoy, M. (2004). Broadband calibration of R/V Ewing seismic sources. *Geophysical Research Letters* 31, L14310. doi: 10.1029/2004GL020234
11. Madsen, P.T., Johnson, M.P. Miller, P., et al. (2006). Quantitative measures of air-gun pulses recorded on sperm whales (*Physeter macrocephalus*) using acoustic tags during controlled exposure experiments. *J. Acoust. Soc. Am.* 120(4): 2366-79. doi: 10.1121/1.2229287
12. Redondo, L. y Ruiz Mateo, A. (2017). Ruido subacuático: fundamentos, fuentes, cálculo y umbrales de contaminación ambiental. *Ingeniería Civil* 186: 73-94.
13. Munk, W.H., Spindel, R.C., Baggeroer, A., and Birdsall, T.G. (1994). The Heard Island Feasibility Test. *Acoustical Society of America* 96(4).
14. Nieuwkerk, S.L., Mellinger, D.K., Moore, S.E., Klinck, K., Dziak, R.P., and Goslin, J. (2012). Sounds from airguns and fin whales recorded in the mid-Atlantic Ocean, 1999-2009. *Acoustical Society of America* 131(2): 1102-1112.
15. Noad, M.J., and Dunlop, R.A. (2016). Marine mammals and the impacts of anthropogenic noise: Considerations for the design of large acoustic behavioural response studies such as BRAHSS. *Proceedings of ACOUSTICS 2016*. Brisbane, Australia.
16. ***dosits.org***
17. Montgomery, J.C., Jeffs, A., Simpson, S.D., Meekan, M., and Tindle, C. (2006). Sound as an orientation cue for the pelagic larvae of reef fishes and decapod crustaceans. *Adv. Mar. Biol.* 51: 143-96. doi: 10.1016/S0065-2881(06)51003-X
18. Scowcroft, G., Vigness-Raposa, K., Knowlton, C., and Morin, H. (2018). *Discovery of Sound in the Sea*. Kingston, RI: University of Rhode Island.
19. Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., et al. (2007). Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* 33: 411-522. doi: 10.1578/AM.33.4.2007.411
20. Radford, C.A., Stanley, J.A., Tindle, C.T., Montgomery, J.C., Jeffs, A.G. (2010). Localized coastal habitats have distinct underwater sound signatures. *Marine Ecology Progress Series* 401: 21-29. doi: 10.3354/meps08451
21. Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P., and Tyack, P.L. (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
22. Hawkins, A.D., and 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: 635-651.
23. Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., Swift, R., Thompson, D. (2003). A Review of the Effects of Seismic Surveys on Marine Mammals. *Marine Technology Society Journal* 37 (4).
24. André, M., Morell, M., Mas, A., Solé, M., van der Schaar, M., Álvarez Baquerizo, C., y Rodríguez Roch, L. (2009). Buenas Prácticas en la Gestión, Evaluación y Control de la Contaminación Acústica subacuática. Proyecto "Efectos y Control del Ruido antropogénico en ecosistemas marinos". Laboratorio de Aplicaciones Bioacústicas (LAB). Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
25. Kunc, H.P., McLaughlin, K.E., Schmidt, R. (2016). Aquatic noise pollution: implications for individuals, populations, and ecosystems. *Proc. R. Soc. B* 283: 20160839. doi: 10.1098/rspb.2016.0839

26. Nowacek, D.P., Clark, C.W., Mann, D., Miller, P.J.O., Rosenbaum, H.C., Golden, J.S., Jasny, M., Kraska, J. and Southall, B.L. (2015). Marine seismic surveys and ocean noise: time for coordinated and prudent planning. *Front. Ecol. Environ.* 13(7): 378-386. doi: 10.1890/130286
27. *cetsound.noaa.gov/ons*
cms.int/es/news/2015014-solicitud-de-informaci%C3%B3n-sobre-las-medidas-adoptadas-para-mitigar-el-ruido-submarino
<https://www.imo.org/en>
iwc.int/home
<https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/>
<https://accobams.org/conservations-action/anthropogenic-noise/>
28. Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (2009). El abecé del petróleo y del gas: en el mundo y en la Argentina. Martín Kaindl (Ed.) Buenos Aires. 172 pp.
29. Cabanillas, L., Carstens, G., Lovecchio, J.P., Marshall, P.A., Rebori, L., Soldo, J.C., Vallejo, E., Vergani, G. (2013). Petróleo y gas en la Argentina: cuencas productivas. *Revista Ciencia Hoy* 23(134).
30. Halperín, F. (2019). Exploración: el puente desde las ideas a la energía. YPF, 2019. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 194 pp.
31. Kokogian, D.A. (2010). Perspectivas exploratorias de la plataforma continental argentina. *Petrotecnia* (Nota II de II): 54-83.
32. Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (2019). La industria Argentina de los hidrocarburos. Panorama general a 2019. Sistema de Información de Petróleo y Gas (SIPG), Instituto Argentino del Petróleo y el Gas (IAPG). 18 pp.
33. De Haro, J.C. (2012). Ecorregión Mar Argentino. Cap. 16, 721-790. En: Morello, J., Mateucci, S.D., Rodríguez, A.F., Silva, M.E. (Eds.). *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. GEPAMA-UBA, Orientación Gráfica Editorial, Buenos Aires. 790 pp.
34. De Haro, J.C. (2017). Actividad Hidrocarburífera off shore y prospecciones sísmicas en la Argentina. Impactos en la fauna marina, acciones de prevención y mitigación. *Fronteras* N° 15: 61-69, GEPAMA-FADU-UBA.
35. Turic, M. (2009). *Petrotecnia*. Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas N° 2 (abril 2009): 10-16.
36. Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (2000). *Technical Dictionary of the Petroleum and Gas Industries*. IAPG. Tercera edición, Volumen I y II.
37. *boletinoficial.gob.ar*
38. <http://www.hidro.gob.ar/nautica/CNRaster.asp?r=7>
39. Instituto Geográfico Nacional (2007). Atlas Geográfico de la República Argentina. Ediciones Gráficas Especiales S.A. Ciudad de Buenos Aires, Argentina. 131 pp.
40. Falabella, V., Campagna, C., Croxall, J.P. (Eds.) (2009). Atlas del Mar Patagónico. Especies y espacios. Buenos Aires, Wildlife Conservation Society y Birdlife International.
41. Acha, M., Mianzan, H.W., Guerrero, R.A., Favero, M. (2004). Marine fronts at the continental shelves of austral South America. *Journal of Marine Systems* 44: 83-105.
42. Bigatti, G. y Penchaszadeh, P.E. (2008). Invertebrados del Mar Patagónico, diagnóstico de la problemática actual y potencial de su conservación y manejo. En: Estado de Conservación del Mar Patagónico y Áreas de influencia (en línea). Publicación del Foro. Puerto Madryn, Argentina.
43. Wholer, O.C., Cedrola, P., y Cousseau, B. (Eds.) (2011). Contribuciones sobre biología, pesca y comercialización de tiburones en Argentina. Aportes para la elaboración del Plan de Acción Nacional. Consejo Federal Pesquero, Buenos Aires, Argentina.
44. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia (2019). Informe del Primer Taller Regional de Evaluación del Estado de Conservación de Especies para el Mar Patagónico según criterios de la Lista Roja de UICN: Tortugas Marinas. V. Falabella & C. Campagna (Eds).
45. Yorio, P., Quintana, F. y López de Casenave, J. (2005). Ecología y conservación de las aves marinas del litoral marítimo argentino. *El Hornero* 20(1): 1-3.
46. García Borboroglu, P., y Boersma, D. (2015). *Pingüinos: Historia Natural y Conservación*. Editorial Vázquez Mazzini, Buenos Aires, Argentina. 356 pp.
47. Stokes, D.L., Boersma, P.D., López de Casenave, J., and Garcia Borboroglu, P. (2014). Conservation of migratory Magellanic penguins requires marine zoning. *Biological Conservation* 170: 151-161.
48. Bastida, R., et al. (2007). *Mamíferos acuáticos de Sudamérica y Antártida*. 1ª ed. Vázquez Maziini Editores, Buenos Aires.
49. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia (2013). *Faros del Mar Patagónico. Áreas relevantes para la conservación de la biodiversidad marina*. Wildlife Conservation Society y Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.
50. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2016). *El Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas. Bases para su puesta en funcionamiento*. Buenos Aires.

51. Mandiola, M.A., Giardino, G.V., Bastida, J., Rodríguez, D.H., and Bastida, R.O. (2015). Marine Mammal Occurrence in Deep Waters of The Brazil-Malvinas Confluence off Argentina During Summer. *Mastozoología Neotropical*, 22(2): 397-402, Mendoza, 2015. Versión digital: sarem.org.ar
52. Mandiola, A., Gribaudo, C.A., Cáceres-Saez, I., y García, N.A. (2019). *Physeter macrocephalus*. En: SAYDS-SAREM (Eds.). Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: cma.sarem.org.ar
53. Goodall, R.N.P., de Haro, J.C., Fraga, F., Iñiguez, M.A., & Norris, K.S. (1997). Sightings and behavior of Peale's dolphins, *Lagenorhynchus australis*, with notes on Dusky dolphins, *L. obscurus*, off Southernmost South America. *Reports of the International Whaling Commission* 47: 757-776.
54. De Haro, J.C., & Iñiguez, M.A. (1997). Ecology and behaviour of the Peale's dolphin, *Lagenorhynchus australis* (Peale 1848) at Cabo Vírgenes (52°30'S, 68°28'W) in Patagonia, Argentina. *Report of the International Whaling Commission* 47: 723-727.
55. Dellabianca, N.A., Pierce, G., Raya Rey, A. et al. (2016). Spatial models of abundance and habitat preferences of Commerson's and Peale's dolphin in Southern Patagonian waters. *PLoS ONE* 11: e0163441.
56. Hevia, M., Dellabianca, N.A., Reyes, L.M., Loizaga de Castro, R., Gribaudo, C.A., García, N.A. (2019). *Lagenorhynchus australis*. En: SAYDS-SAREM (Eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: cma.sarem.org.ar
57. Bastida, R., y Rodríguez, D. (2009). *Mamíferos Marinos de Patagonia y Antártida*. 2da. Edición. Vázquez Mazzini, Buenos Aires.
58. Degradi, M., Dellabianca, N.A., García, N.A., Loizaga de Castro, R., Mandiola, A., Romero, M. A. (2019). *Lagenorhynchus obscurus*. En: SAYDS-SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: cma.sarem.org.ar
59. Dellabianca, N.A., Torres, M. y Raya Rey, A. (2018). Occurrence of dusky dolphin *Lagenorhynchus obscurus* in Tierra del Fuego Archipelago over five decades. *Polar Biology* 41: 1895-1900.
60. Dellabianca, N.A., Gribaudo, C.A. (2019). *Balaenoptera physalus*. En: SAYDS-SAREM (eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: cma.sarem.org.ar
61. Hevia, M., Gribaudo, C.A., Dellabianca, N.A., y Mandiola, A. (2019). *Balaenoptera borealis*. En: SAYDS-SAREM (Eds.) Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: cma.sarem.org.ar
62. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia (2008). *Síntesis del estado de conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia*. Puerto Madryn, Argentina.
63. Dans, S.L., Cefarelli, A.O., Galván, D.E., Góngora, M.E., Martos, P. y Varisco, M.A. (Eds.) (2020). Programa de Investigación y Monitoreo del Golfo San Jorge. Pampa Azul. Fundación Azara. Buenos Aires, Argentina.
64. Ferrari, M.A., Campagna, C., Condit, R., and Lewis, M.N. (2013). The founding of a southern elephant seal colony. *Marine Mammal Science* 29(3): 407-423.
65. McGovern, K.A., Rodríguez, D.H., Lewis, M.N., Davis, R.W. (2019). Diving classification and behavior of free-ranging female southern elephant seals based on three-dimensional movements and video-recorded observations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 620: 215-232. doi.org/10.3354/meps12936
66. siguiendoballenas.org
67. Zerbini, A.N., Rosenbaum, H., Méndez, M., Sucunza, F., Andriolo, A., Harris, G., Clapham, P.J., Sironi, M., Uhart, M., and Ajó, A.F. (2016). Tracking southern right whales through the Southwest Atlantic: an update on movements, migratory routes and feeding destinations. Paper SC/66b/BRG/26 presented to the IWC Scientific Committee, June 2016, Bled, Slovenia (unpublished). 16 pp.
68. ballenas.org.ar/culmina-con-exito-el-seguimiento-satelital-de-23-ballenas-francas-en-el-atlantico-sur
69. Zerbini, A.N., Ajó, A.F., Andriolo, A., Phillip, J., Clapham, P.J., Crespo, E., Gonzalez, R., Harris G., Méndez, M., Rosenbaum, H., Sironi, M., Sucunza, F., and Uhart, M. (2017). Satellite tracking of Southern right whales (*Eubalaena australis*) from Golfo San Matías, Rio Negro Province, Argentina. Paper SC/67B/CMP/17 presented to the IWC Scientific Committee.
70. <https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/normativas/ley27037>
71. Falabella, V. (2014). Identificación de áreas de alto valor de conservación como potenciales áreas marinas protegidas. Informe Proyecto GEF 5112, FAO-Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
72. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD-PNUMA). Metas de Aichi, Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. <https://www.cbd.int/sp/targets/>
73. argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/acuerdo-de-paris
74. boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/222042/20191127
75. boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/246234/20210630
76. Resolución 2018-4 de la Comisión Ballenera Internacional creada en el marco de esta Convención [iwc.int/private/downloads/Oymu0VhMN0_3YlwSi-QTcw/RESOLUTION_2018_NOISE.pdf](http://www.iwc.int/private/downloads/Oymu0VhMN0_3YlwSi-QTcw/RESOLUTION_2018_NOISE.pdf) Información adicional en: [iwc.int/anthropogenic-sound](http://www.iwc.int/anthropogenic-sound)

77. Resolución 12.14 cms.int/sites/default/files/document/cms_cop12_res.12.14_ruido-marino_s.pdf
78. Decisión XII/23 cbd.int/doc/decisions/cop-12/cop-12-dec-23-es.pdf y Decisión XIII/10 cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-10-es.pdf
79. Suedel, B.C., McQueen, A.D., Wilkens, J.L., and Fields, M.P. (2019). Evaluating Effects of Dredging-Induced Underwater Sound on Aquatic Species: A Literature Review. Environmental Laboratory U.S. Army Engineer Research and Development Center, MS 39180-6199.
80. OSPAR Convention (2009). Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. Publication Number: 441/2009.
81. National Marine Fisheries Service (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 Technical Memorandum NMFS-OPR-59. 167 pp.
82. National Research Council (2005). Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior, National Research Council.
83. Bianchi, A.A., Pino, D.R., Perlender, H.G.I., Osiroff, A.P., Segura, V., Lutz, V., Clara, M.L., Balestrini, C.F., and Piola, A.R. (2009). Annual balance and seasonal variability of sea-air CO₂ fluxes in the Patagonia Sea. Their relationship with fronts and chlorophyll distribution. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 114.
84. Lutz, V.A., Segura, V., Dogliotti, A.I., Gagliardini, D.A., Bianchi, A.A., and Balestrini, C.F. (2010). Primary production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. *Journal of Plankton Research* 32: 181-195.
85. Ehler, C., y Douvère, F. (2009). Planificación Espacial Marina: una guía paso a paso hacia la Gestión Ecosistémica. Comisión Oceanográfica Intergubernamental y Programa del Hombre y la Biosfera. COI manuales y guías N° 53. París, UNESCO. 99 pp.
86. McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adihyta, A., Murdoch, J. and McCabe, K. (2000). Marine seismic surveys—a study of environmental implications. *APPEA Journal* 2000. Págs. 692-708.
87. Lenhardt, M. (2002). Sea turtle auditory behavior. *The Journal of the Acoustical Society of America* 112(5): 2314.
88. Pichegru, L., Nyengera, R., McInnes, A.M., and Pistorius, P. (2017). Avoidance of seismic survey activities by penguins. *Sci. Rep.* 7: 16305. doi: 10.1038/s41598-017-16569-x
89. Richardson, A.J., Matear, R.J. and Lenton, A. (2017). Potential impacts on zooplankton of seismic surveys. CSIRO, Australia. 34 pp.
90. McCauley, R., Day, R.D., Swadling, K.M., Fitzgibbon, Q.P., Watson, R.A., and Semmens, J.M. (2017). Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton. *Nature Ecol. & Evol.* 1: 1-8.
91. 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. *Sci. Rep.* 3: 2831. doi: 10.1038/srep02831
92. Fewtrell, J.L., McCauley, R.D. (2012). Impact of air gun noise on the behaviour of marine fish and squid. *Marine Pollution Bulletin* 64(5): 984-993. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.02.009
93. Day, R.D., McCauley, R.D., Fitzgibbon, Q.P., Hartmann, K., and Semmens, J.M. (2019). Seismic air guns damage rock lobster mechanosensory organs and impair righting reflex. *Proc. Biol. Sci.* 286(1907): 1424. doi: 10.1098/rspb.2019.1424
94. Seco Pon, J.P., Bastida, J., Giardino, G., Favero, M., Copello, S. (2019). Seabirds East of Tierra del Fuego, Argentina during a 3D Seismic Survey. *Ornitología Neotropical* 30: 103-111.



Foro para la Conservación
del Mar Patagónico
y Áreas de Influencia