EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO
DM ESTRECHO Y ALBORÁN
TERCER CICLO ESTRATEGIAS MARINAS

DESCRIPTOR 11
RUIDO SUBMARINO



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

ESTRATEGIAS MARINAS
Protegiendo el mar para todos

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Aviso legal: Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Edita: ©: Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). Madrid 2019.

NIPO: 638-19-082-7

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado: https://cpage.mpr.gob.es

MITECO. www.miteco.es

AUTORES DEL DOCUMENTO

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)

- Manuel Bou Cabo
- Guillermo Lara Martínez,
- Susana LLorens Escrich,
- Blanca Feliu Tena

COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)

- Itziar Martín Partida
- Marta Martínez-Gil Pardo de Vera
- Beatriz Sánchez Fernández
- Maria Teresa Hernández Sánchez
- Lucía Martínez García-Denche
- Francisco Martínez Bedia
- Carmen Francoy Olagüe

COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)

- Alberto Serrano (Coordinación)
- Paula Valcarce Arenas (Coordinación)
- Mercedes Rodriguez Sánchez (Coordinación)
- Paloma Carillo de Albornoz (Coordinación)



ÍNDICE

AUTORES DEL DOCUMENTO 3
1. INTRODUCCIÓN 6
1.1 DESCRIPTOR 11. RUIDO SUBMARINO 6
2. DEFINICIÓN DE BUEN ESTADO AMBIENTAL (BEA) PARA CADA CRITERIO 9
3. CARACTERÍSTICAS, ELEMENTOS Y CRITERIOS EVALUADOS EN EL DESCRIPTOR 11
4. EVALUACIÓN GENERAL A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA D11C1. RUIDO IMPULSIVO SUBMARINO 13
4.1 CONSECUCIÓN DEL BEA 13
4.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DEL RUIDO IMPULSIVO 14
4.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES HUMANAS Y PRESIONES RELACIONADAS 21
4.4 EVALUACIÓN POR ELEMENTO Y CRITERIO A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA: 21
4.4.1 DM Estrecho y Alborán – D11C1. Ruido impulsivo 22
5. EVALUACIÓN GENERAL A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA D11- RUIDO AMBIENTE SUBMARINO 27
5.1 CONSECUCIÓN DEL BEA 27
5.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DEL RUIDO AMBIENTE 27
5.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES HUMANAS Y PRESIONES RELACIONADAS 38
5.4 EVALUACIÓN POR ELEMENTO Y CRITERIO A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA: 39
5.4.1 DM Estrecho y Albóran – D11C2. Ruido ambiente 39
6. REFERENCIAS 44

v

01



INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPTOR 11. RUIDO SUBMARINO

El descriptor 11 de las estrategias marinas (EEMM), tiene como objetivo según la Decisión 2017/848/UE del 17 de Mayo de 2017, que la introducción de energía incluyendo el ruido submarino, presente unos niveles tales que no afecten de manera negativa al medioambiente marino. Este descriptor se articula a través de dos criterios que se deben tratar de manera separada y que dan respuesta específica a dos tipologías de emisión del sonido por parte de fuentes antrópicas atendiendo principalmente a la duración de la emisión y al nivel de presión emitido. Esta clasificación queda reflejada en los dos criterios definidos como:

- **Criterio D11C1.** La distribución espacial, la extensión temporal y los niveles de las fuentes de sonido impulsivo antropogénico no superan los niveles que puedan afectar adversamente a las poblaciones de animales marinos.
- **Criterio D11C2.** La distribución espacial, la extensión temporal y los niveles de sonido continuo antropogénico de baja frecuencia no superan los niveles que puedan afectar adversamente a las poblaciones de animales marinos.

El objetivo durante este ciclo de EEMM ha sido principalmente definir la metodología mediante la cual dar respuesta a los criterios de evaluación D11C1 y D11C2, así como desarrollar las tareas de monitorización del nivel de presión sonora en las bandas de tercio de octava de 63Hz y 125Hz.

Durante el presente ciclo de las EEMM, los principales grupos de expertos en ruido submarino a nivel europeo, regional y subregional han trabajado para definir las metodologías que permitan evaluar el buen estado ambiental en relación con el ruido submarino. En este contexto cabe destacar el avance significativo conseguido por el grupo técnico de expertos en acústica submarina del CIS de la UE (en adelante TGnoise) adoptando en 2022 y publicando en 2023 el marco metodológico para el establecimiento de valores umbrales para la evaluación del buen estado ambiental en relación tanto a ruido continuo como a ruido impulsivo [BOR2023][SIG2023].

El trabajo presentado en el presente documento reporta los resultados obtenidos en la demarcación marina Estrecho y Alborán (ver Figura 1) a partir de las actividades de monitorización realizadas por el Instituto Español de Oceanografía (en adelante IEO-CSIC) para abordar los criterios D11C1 y D11C2.

Como se detalla en las diferentes secciones de este documento el enfoque utilizado sigue la metodología descrita por las guías descritas por el grupo de expertos de la Comisión Europea, utilizando los datos obtenidos del registro de actividades emisoras de sonido impulsivo en las anualidades 2020 y 2021 en relación al criterio D11C1 y de la monitorización realizada en las anualidades 2020, 2021 y 2022 en relación al criterio D11C2.

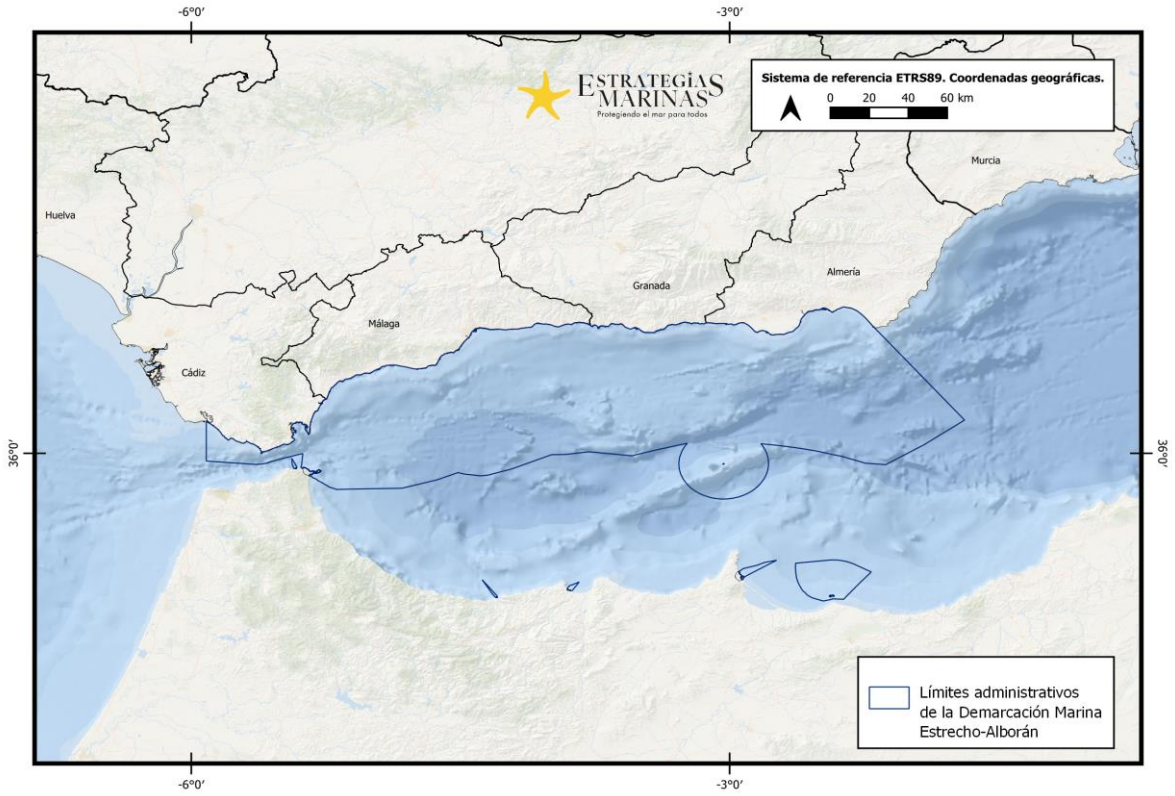


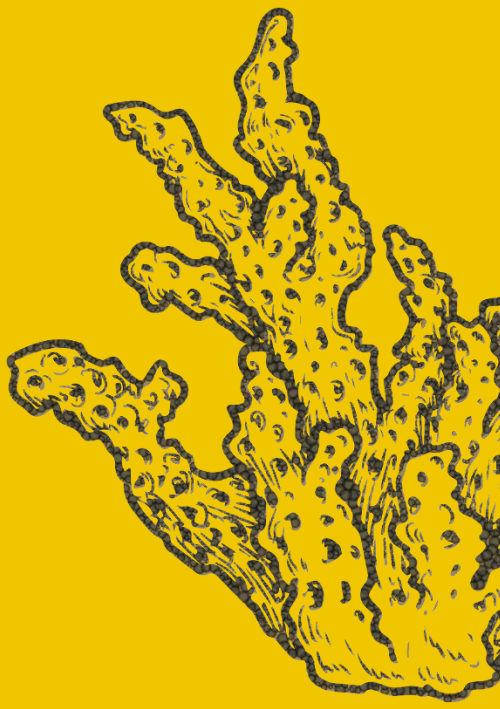
Figura 1. Detalle de la demarcación marina Estrecho y Alborán en la que se ha realizado la determinación del ruido submarino siguiendo los criterios D11C1 y D11C2.

Dicha monitorización se basa en dos fuentes primarias de información en relación con la determinación de los niveles de sonido en los tercios de octava centrados en 63Hz y 125Hz en el caso del criterio D11C2, obtenidos mediante:

- Simulación teórica de valores de nivel a través de datos AIS (Automated Identification System).
- Medidas experimentales para la correspondiente validación de las predicciones de los modelos teóricos.

En relación con el criterio D11C1, se ha realizado el estudio teórico del ruido radiado por las diferentes actividades recogidas en el registro nacional de actividades de ruido impulsivo. El tratamiento de este criterio ha seguido la metodología descrita en las guías anteriormente mencionadas, siendo relevante destacar la dificultad de tratar este tipo de eventos debido por un lado a la falta de conocimiento acerca de algunos parámetros ligados a las operaciones realizadas tales como el número de repeticiones en las actividades desarrolladas, o el nivel de fuente y el ancho de banda ligado a cada tipo de fuente considerada. Sin embargo, se ha aplicado una serie de aproximaciones, que se explicaran en la sección correspondiente y que sentaran las bases de los futuros trabajos a realizar en el siguiente ciclo, además de identificar las necesarias mejoras a futuro en el registro de actividades de ruido impulsivo.

02



DEFINICIÓN DE BUEN ESTADO AMBIENTAL (BEA)

2. DEFINICIÓN DE BUEN ESTADO AMBIENTAL (BEA) PARA CADA CRITERIO

Atendiendo a la Decisión de la Comisión (EU) 2017/848 del 17 de Mayo el descriptor D11 contiene dos criterios que se definen como:

Criterio D11C1. La distribución espacial, la extensión temporal y los niveles de las fuentes de sonido impulsivo antropogénico no superan los niveles que puedan afectar adversamente a las poblaciones de animales marinos. La definición de buen estado ambiental se basa en:

- No exceder el 20% del área potencialmente afectada al sobrepasar el valor definido de LOBE (Level of Onset of adverse Biological Effects)(evaluado en base temporal diaria).
- No exceder el 10% del área potencialmente afectada al sobrepasar el valor definido de LOBE (Level of Onset of adverse Biological Effects) (evaluado en promedio anual en base temporal diaria).

Criterio D11C2. La distribución espacial, la extensión temporal y los niveles de sonido continuo antropogénico de baja frecuencia no superan los niveles que puedan afectar adversamente a las poblaciones de animales marinos. La definición de buen estado ambiental se basa en:

- No exceder el 20% del área potencialmente afectada al sobrepasar durante un porcentaje de tiempo el valor definido de LOBE (Level of Onset of adverse Biological Effects) (evaluado anualmente en base mensual).

Dos aspectos deben tenerse en cuenta atendiendo a la información propuesta en los documentos relativos a los criterios D11C1 y D11C2:

- Es tarea de los estados miembros definir los valores umbrales aplicables en sus demarcaciones marinas estando fijados los niveles umbrales a máximos.
- Los valores de LOBE deben ser fijados por los estados miembros siendo estos compatibles y estar basados en los criterios dispuestos a nivel regional por los distintos grupos de expertos involucrados.
- En relación con el criterio D11C1, el parámetro de LOBE no debería estar basado en afecciones de tipo TTS, baro-traumas etc.. ya que este tipo de impactos corresponden a la directiva Hábitat (Council Directive 92/43/EEC).

Dado el desarrollo actual en el presente documento se detallan los resultados derivados de la monitorización realizada a nivel de demarcación marina, así como el estudio y aplicación de la metodología propuesta por el grupo de expertos de la comisión. Esto nos permitirá disponer de tendencias interanuales relativas al nivel de presión acústica así como del área potencialmente afectada en función de diversos valores de nivel de presión o de nivel de exposición acústica. Sin embargo, cabe apuntar que dichos valores son tentativos y no deben ser considerados como valores de LOBE, quedando este aspecto como trabajo pendiente a desarrollar en el siguiente ciclo de evaluación. La necesidad de desarrollar estos aspectos se ha apuntado por ejemplo en el Quality Status Report de OSPAR [ICGQSR2023] donde se comenta de manera explícita (ejemplificado sobre el mar del norte pero extensible a otras áreas), la necesidad de mejorar el conocimiento acerca del impacto adverso del ruido submarino sobre los animales marinos a nivel individual y poblacional a través de una aproximación interdisciplinar al problema.

v

03



CARACTERÍSTICAS, ELEMENTOS Y CRITERIOS EVALUADOS EN EL DESCRIPTOR

3. CARACTERÍSTICAS, ELEMENTOS Y CRITERIOS EVALUADOS EN EL DESCRIPTOR

Atendiendo a las metodologías propuestas para abordar los criterios D11C1 y D11C2 siguiendo [SIG2023][BOR2023] hay varios aspectos destacables en este estudio como son:

- La metodología propuesta descansa en la definición de LOBE (Level of Onset of Biological adverse Effect), y se define como aquel nivel de ruido a partir del cual los animales a nivel individual pueden comenzar a experimentar efectos adversos.
- Los efectos adversos considerados incluyen cambios de comportamiento, estrés, enmascaramiento, reducción en la distancia de comunicación así como pérdida del hábitat temporal o permanente.
- El valor umbral máximo tolerable sugerido en el caso del criterio D11C2 es del 20% del área, evaluado anualmente en base mensual, siendo los estados miembros los encargados de establecer el nivel umbral a nivel nacional.
- El valor umbral máximo tolerable en el caso del ruido impulsivo (D11C1) presenta dos escalas temporales para evaluar tanto desplazamientos de los animales temporales como semi permanentes. Estos valores umbrales máximos se definen sobre base temporal anual <10% del área evaluada y sobre base temporal diaria < 20% del área evaluada.

Teniendo en cuenta estos factores a continuación se presentan los resultados de la monitorización para ambos criterios en la demarcación marina Estrecho y Alborán aplicando diferentes escenarios con el objetivo de, siguiendo la metodología propuesta disponer de los resultados relativos a la distribución espacial y extensión temporal de los niveles de sonido (bien continuos o de origen impulsivo) susceptibles de afectar de manera negativa al buen estado de los animales marinos.

Característica	Elemento	Criterio	
		D11C1	D11C2
Sonido impulsivo		?	X
	Extensión espacial (% área)	?	X
	Extensión temporal (% tiempo)	?	X
	SPL o SEL (según actividad)		
Sonido ambiente	Extensión espacial (% área)	X	?
	Extensión temporal (% tiempo)	X	?
	SPL	X	?

Tabla 1. Criterios y elementos del D11 evaluados en la demarcación marina Estrecho y Alborán.

04



4. EVALUACIÓN GENERAL A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA D11C1. RUIDO IMPULSIVO SUBMARINO

4.1 CONSECUCIÓN DEL BEA

Unidad para evaluar la consecución del BEA:	Porcentaje de área que se encuentra por encima de un determinado valor de nivel del parámetro utilizado (Nivel de exposición sonora (en adelante SEL)).
Valor umbral para la consecución del BEA en un tipo de hábitat pelágico	- <= 20 % de área para exposiciones a corto plazo, base diaria - <= 10 % de área para exposiciones a largo plazo, base anual Atendiendo a las sugerencias realizadas por TG Noise [SIG2023], para la evaluación a corto plazo considera un umbral <= 20 % de área expuesta, como máxima proporción de la unidad de reporte marino que diariamente puede ser perturbada debido a valores superiores al LOBE considerado. Para la evaluación a largo plazo el umbral es <= 10% de área expuesta a valores superiores al LOBE, siendo el área expuesta calculada como promedio anual en base diaria. Tal y como se apunta en el apartado de "definición del buen estado ambiental" para el criterio D11C1, el valor umbral de proporción de área expuesta a corto plazo es mayor que a largo plazo porque se asume que la probabilidad de que la exposición a corto plazo induzca una disminución de las poblaciones es baja, mientras que la exposición a largo plazo, inductora de desplazamiento de los individuos debido a la perturbación acústica, puede provocar efectos permanentes, llegando a producir pérdida de hábitat y con ello una disminución de la capacidad de carga y del tamaño de las poblaciones.
Resultados del tercer ciclo:	% de área obtenido en base a diferentes valores de nivel de exposición sonora (en adelante SEL) siguiendo la bibliografía disponible. Resultados referenciados en la Figura 11 y la Tabla 1 en el apartado 'DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DEL RUIDO IMPULSIVO' de esta misma sección. En ambas anualidades, 2021 y 2022, el porcentaje promedio de área con SEL superior al umbral utilizado de manera ilustrativa es menor al 1%.
Resultado de la evaluación:	**Desconocido.**
Periodo de evaluación	2021-2022. Periodo del que se dispone de información de actividades generadoras de ruido impulsivo en la demarcación marina

4.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DEL RUIDO IMPULSIVO

En este apartado se describe el estado de la demarcación marina Estrecho y Alborán con relación al ruido impulsivo introducido en el ecosistema marino originado por las actividades generadoras de sonido impulsivo recogidas en el registro nacional para las anualidades 2021 y 2022.

Se describe el estado de la demarcación desde dos aproximaciones:

- Por una parte, utilizando los datos del registro de actividades generadoras de sonido impulsivo como los principales componentes del análisis, en con el criterio D11C1: número de días por trimestre (o por mes si corresponde) con fuentes de sonido impulsivas; proporción (porcentaje) de áreas unitarias o extensión en kilómetros cuadrados (km2) del área de evaluación con fuentes de sonido impulsivas por año. Además también se ha llevado a cabo el cálculo del porcentaje de días con actividades generadoras de ruido impulsivo a lo largo de la anualidad y el porcentaje de extensión por día y por mes.
- Por otra parte, de acuerdo también con la propuesta [SIG2023], se estima el nivel de exposición al sonido introducido por eventos impulsivos y se calcula el porcentaje de área que está expuesta niveles superiores a diferentes valores de SEL (equivalente a lo que sería el hipotético valor de LOBE) durante el periodo de evaluación.

De acuerdo con estas dos aproximaciones, a continuación, se describe el estado de la demarcación Estrecho y Alborán con respecto al ruido impulsivo.

En la demarcación marina Estrecho y Alborán se ha registrado una única actividad generadora de ruido impulsivo, en la anualidad 2022. Se trata de una actividad explosiva de un proyecto de voladura en las instalaciones portuarias.

Las características descriptivas más relevantes de la actividad registrada se presentan en la Tabla 2. Datos como la masa de carga equivalente de TNT para el caso de explosiones, la duración de los eventos o la profundidad de las fuentes no se incluyen ya que no se tiene información al respecto. La localización de la actividad se presenta en la Figura 2

Identificación del evento	Tipo de actividad	Fecha inicio y fin (ddmmyyyy)	Clasificación del nivel de la fuente	Máxima energía (Kj)	Días de actividad	Número de pilote
ES005	Explosions	10032022 29032022	Medium	-	4	-

Tabla 2. Resumen de la información de la actividad emisora de sonido impulsivo registrada en la demarcación marina del Estrecho y Alborán.

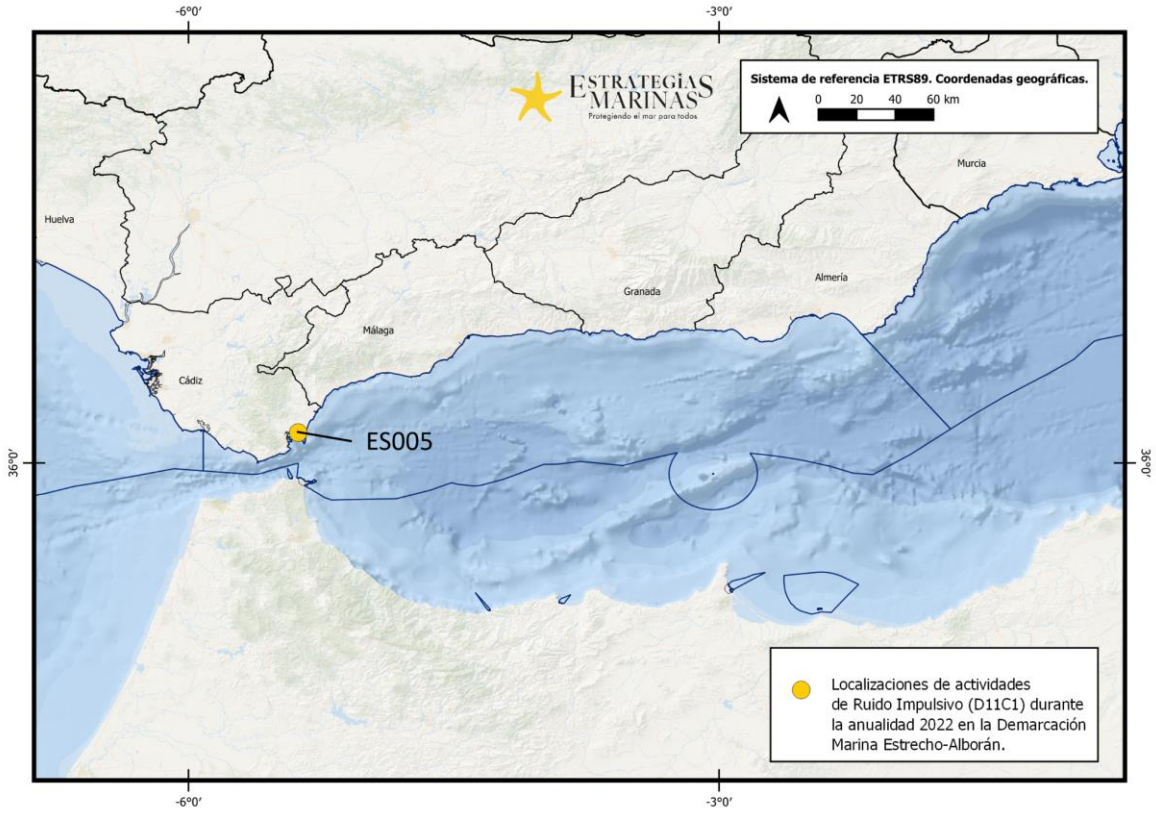


Figura 2. Localización de actividades generadoras de sonido impulsivo llevadas a cabo durante la anualidad 2022 en la demarcación marina Estrecho y Alborán.

Cabe señalar que la información de la que se dispone en el registro detalla la fecha de inicio y fin del periodo de cada actividad, así como el número de días en los que ha habido actividad, es decir, evento impulsivo, si bien es cierto que no se conocen las fechas exactas de los eventos. Por otra parte, no se indica el número de veces en los que se emite cada día, el número de explosiones o su duración. Sin esta última información es posible calcular el nivel de exposición sonora generado por un evento en un momento concreto, pero no es posible el cálculo del nivel de exposición sonora acumulado por acción de eventos impulsivos repetidos durante un determinado tiempo. Ante estas limitaciones de información, la descripción del estado de la demarcación marina en relación con el sonido impulsivo se ha llevado a cabo realizando diversas asunciones. En primer lugar, se considera que cada actividad ha emitido una vez al día; en segundo lugar, cada actividad ha emitido desde el primer día del periodo de actividad y durante el número de días de actividad. Teniendo en cuenta las limitaciones indicadas a continuación, se detallan los resultados obtenidos que describen el estado de la demarcación marina Estrecho y Alborán en relación con el ruido impulsivo.

En la Figura 3se representa el porcentaje de tiempo anual en base diaria en el que ha existido actividad generadora de sonido impulsivo en cada celda (celdas C-Square de 0.05º x 0.05º), para la anualidad 2022.

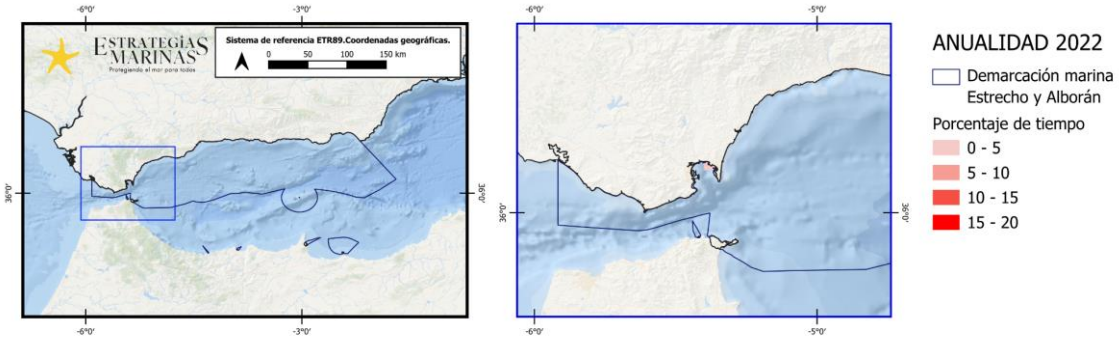


Figura 3. Porcentaje de días con actividad generadora de sonido impulsivo en cada celda (C-Square de 0.05ºx0.05º) en la demarcación Estrecho y Alborán en 2022.

De acuerdo con el criterio D11C1, se ha calculado el número de días con fuentes impulsivas en cada mensualidad del periodo de evaluación, habiendo un único mes con cuatro días con actividad impulsiva, marzo de 2022. En cuanto al porcentaje de extensión, en menos de un 1% del área (6e-2 %) ha habido actividad impulsiva en dicha anualidad.

A continuación, se representa el porcentaje de área en el que ha habido actividad generadora de sonido impulsivo en la demarcación marina Estrecho y Alborán para cada uno de los días de la anualidad 2022 (Figura 4). A partir del porcentaje de área diario es posible obtener el promedio anual en base diaria para la evaluación a largo plazo. Como se puede observar, en los cuatro días el porcentaje de área en el que ha habido actividades de ruido impulsivo es relativamente bajo, menor que el 1 % (6e-2 %). Como es de esperar, el promedio anual en base diaria del porcentaje de área alcanza valores menores (4e-4 %).

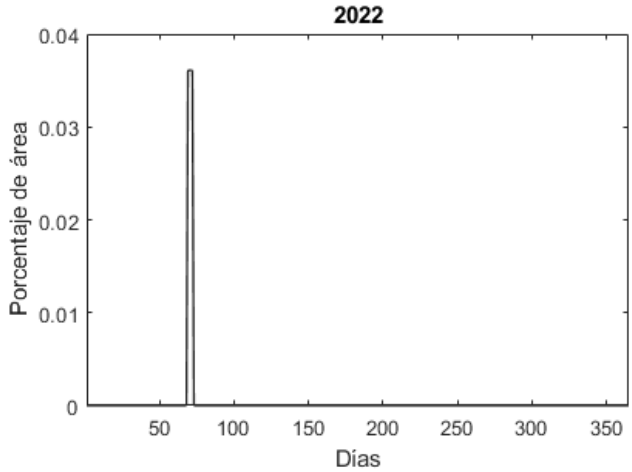


Figura 4. Porcentaje de área con presencia de actividades generadoras de sonido impulsivo de cada día de la anualidad 2022 en la demarcación Estrecho y Alborán.

A continuación, se presentan en forma de gráficos de barras los porcentajes de área con actividades generadoras de sonido impulsivo para cada mensualidad de la anualidad 2022 en la demarcación marina Estrecho y Alborán (Figura 5). En ninguna de las mensualidades y, por lo tanto, tampoco en el promedio anual en base mensual, se alcanza el 1%.

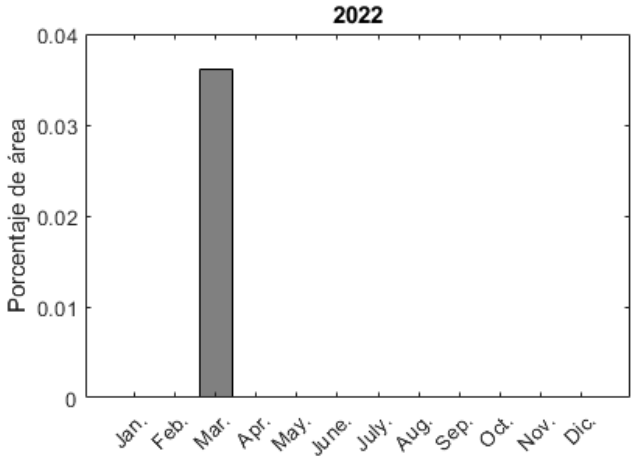


Figura 5. Porcentaje de área con presencia de actividades generadoras de sonido impulsivo de cada mes de la anualidad 2022 en la demarcación Estrecho y Alborán.

En la Figura 6, se presentan mapas del nivel de exposición sonora generado por la actividad emisora de ruido impulsivo que ha sido registrada durante la anualidad 2022 (celdas C-Square de 0.01° x 0.01°). El registro de actividades generadoras de ruido impulsivo dispone de información acerca de los días en los que ha habido actividad, pero no del número de eventos diarios de cada una de ellas, por ello se presenta un mapa del nivel de exposición al sonido generado por una emisión. Esto puede considerarse como valor unidad de la perturbación siendo aplicable a los días en los que ha tenido lugar la actividad. Además, junto a los mapas de nivel de exposición sonora se presentan mapas del área que está por encima y por debajo de diferentes valores de SEL (110, 120, 130, 140, 150 y 164 dB).

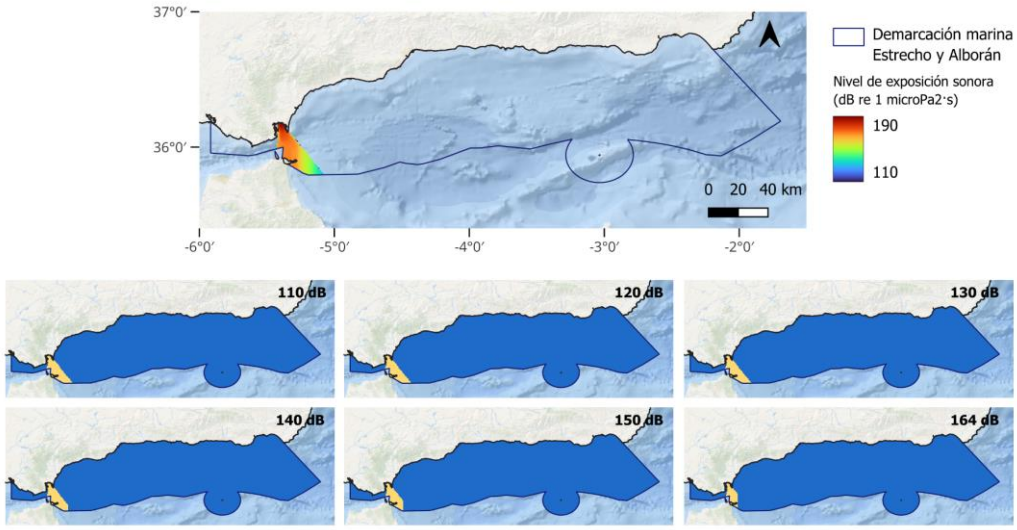


Figura 6. Mapa de nivel de exposición sonora generado por la explosiónde la actividad registrada como ES005 en la demarcación marina Estrecho y Alborán en la anualidad 2022. En miniatura se representa el área que presenta niveles de exposición sonora superiores (amarillo) e inferiores (azul) para los diferentes valores de umbrales de SEL considerados (indicados en la leyenda de cada mapa).

En base a los días en los que ha habido actividad generadora de sonido impulsivo y los niveles de exposición sonora alcanzados cada día, se ha calculado el porcentaje de área de la demarcación marina Canaria que está cada día por encima de los diferentes umbrales propuestos (110, 120, 130, 140, 150 y 164 dB) para las dos anualidades evaluadas (Figura 11). No se supera el umbral de exposición a corto plazo, 20 %, ninguno de los días del periodo de evaluación para ninguno de los umbrales de nivel de exposición sonora, incluyendo el menor de ellos, 110 dB, con porcentajes diarios menores del 2%. El promedio anual del porcentaje de área, calculado en base diaria, para cada uno de los umbrales considerados se presenta en la Tabla 3. En ninguna de las anualidades se supera el umbral de exposición a largo plazo, 10% del área.

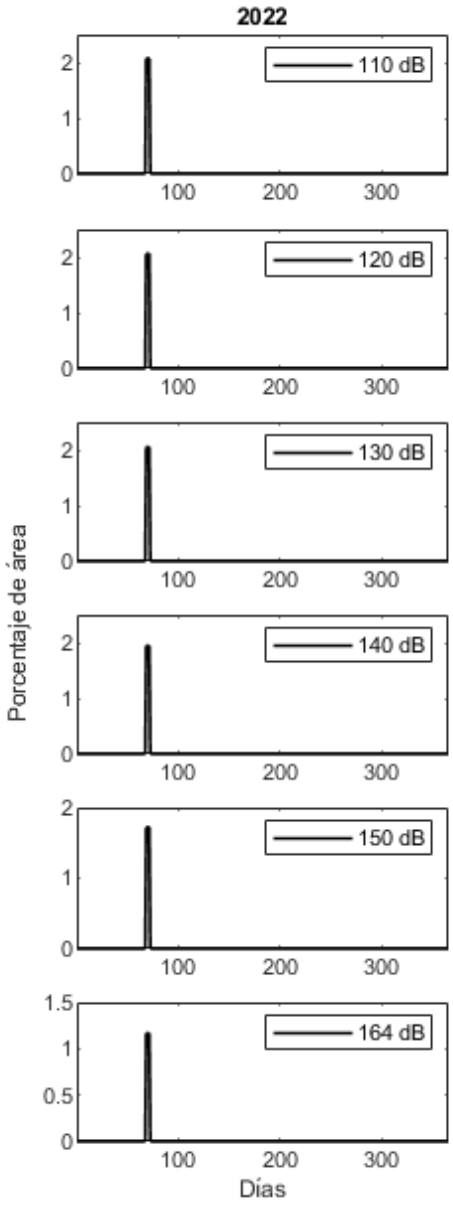


Figura 7 Porcentaje de área de la demarcación marina Estrecho y Alborán que presenta un nivel de exposición sonora superior a diversos niveles considerados (indicados en la leyenda) para cada día de la anualidad evaluada.

Umbrales de nivel de exposición sonora	2022
110 dB	<1
120 dB	<1
130 dB	<1
140 dB	<1
150 dB	<1
164 dB	<1

Tabla 3 Promedio anual del porcentaje de área de la demarcación marina Estrecho y Alborán que presenta un nivel de exposición sonora superior a diversos niveles considerados

La utilización de los distintos valores de SEL como valores a partir de los cuales calcular el potencial área afectada por ruido impulsivo tiene como objetivo conocer la extensión espacial y temporal de los niveles de exposición acústica considerando diferentes escenarios de lo que en a futuro serán valores de LOBE. De entre los valores de SEL utilizados, los dos valores máximos considerados (140 dB re 1 µPa2·s y 164 dB re 1 µPa2·s) se apuntan en el [SIG2023] como valores susceptibles de ser utilizados como valores de LOBE (apuntados previamente en [DEK2014b]) si no se dispone de más información acerca de las especies receptoras y los niveles a los cuales pueden verse afectadas negativamente. Cabe destacar que estos valores están basados en bibliografía relacionada con el impacto por TTS o cambios de comportamiento algunos de ellos enfocados en marsopas. Se hace mención explícita en la guía [SIG2023] que deberán ser los estados miembros los que tienen que definir estos valores de LOBE en los marcos de actuación regionales.

Con el objetivo de estudiar el estado a nivel de demarcación utilizando los valores de SEL anteriormente mencionados se ha calculado la extensión de área con niveles de exposición sonora superiores a 140 dB re 1 µPa2·s en caso de eventos impulsivos múltiples como el hincado de pilotes y a 164 dB re 1 µPa2·s en caso de eventos impulsivos individuales como las explosiones, para cada día de la anualidad 2022. Los resultados se representan en la Figura 8. El promedio anual del porcentaje de área con niveles de exposición sonora superiores a los umbrales de nivel de exposición al sonido indicados no alcanza el 1 % , valor inferior al 10% de umbral de exposición a largo plazo.

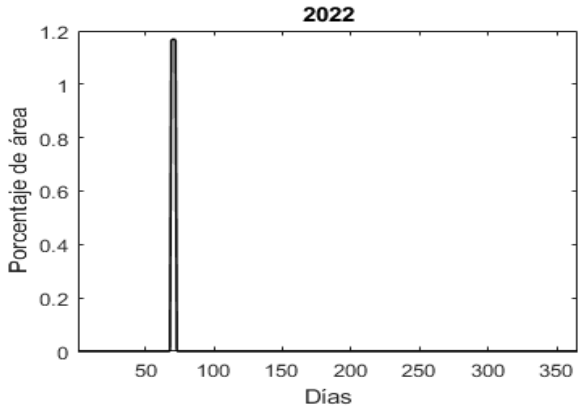


Figura 8. Porcentaje de área de la demarcación marina Estrecho y Alborán que presenta un nivel de exposición sonora superior a (140 dB dB re 1 µPa2·s para los niveles generados por hincado de pilotes; 164 dB re 1 µPa2·s para los generados por explosiones) para cada día de la anualidad evaluada.

En la siguiente tabla (Tabla 4) se indica el estado del criterio D11C1 que se determinaría si se utilizaran como valores umbrales del parámetro nivel de exposición sonora los diferentes umbrales que se han utilizado para describir el estado del ruido impulsivo en la demarcación Estrecho y Alborán. Dado que el ejercicio descriptivo del ruido impulsivo se ha llevado a cabo sin disponer de información necesaria para poder llevar a cabo una evaluación precisa, como se ha descrito más arriba, el estado del criterio D11C1 no puede ser determinado a partir de los estudios presentados en este documento, y por lo tanto, la evaluación es no concluyente. De la misma manera, no es posible identificar ninguna tendencia de cambio de estado.

ELEMENTO	Estado D11C1	Tendencia (cambio de estado)
110 dB	?	**¿?**
120 dB	?	**¿?**
130 dB	?	**¿?**
140 dB	?	**¿?**
150 dB	?	**¿?**
164 dB	?	**¿?**
(140 dB; 164 dB)	?	**¿?**
SONIDO IMPULSIVO	?	**¿?**

Tabla 4. Estado de consecución del BEA en el criterio D11C1 en la demarcación marina Estrecho y Alborán para la anualidad 2022.

Estado: ? Se alcanza el BEA; ? No se alcanza el BEA; ? Desconocido (evaluación no concluyente); ? No evaluado

Tendencia del estado en comparación con el ciclo previo: ↔ Estable; ↗ Mejora; ↘ En deterioro; n.r. no relevante; ¿? Desconocido

4.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES HUMANAS Y PRESIONES RELACIONADAS

Las presiones antrópicas consideradas en el marco del Descriptor 11 y definidas en al Anexo III de la Directiva (UE) 2017/845 de la Comisión de 17 de mayo de 2017 relacionadas con el criterio D11C1:

- Generación de energías renovables (energía eólica, undimotriz y mareomotriz), incluida la infraestructura. Durante el desarrollo de esta actividad se genera sonido impulsivo en las tareas de montaje e instalación de la infraestructura en forma de hincado de pilotes.
- Infraestructura de transportes. Las infraestructuras necesarias para mantener y desarrollar la red de transportes marítimos existentes, considerando grandes buques como tanqueros, cargueros o grandes buques de pasajeros, requiere de una serie de actividades generadoras de sonido impulsivo antropogénico como el hincado de pilotes para la construcción de nuevas infraestructuras y voladuras para la reforma de infraestructuras existentes.

Actividad	Presión
Generación de energías renovables (energía eólica, undimotriz y mareomotriz), incluida la infraestructura	Aporte de sonido antropogénico (impulsivo, continuo)
Infraestructura de transportes	

4.4 EVALUACIÓN POR ELEMENTO Y CRITERIO A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA:

Área de evaluación

El área evaluada se corresponde con la demarcación marina Estrecho y Alborán, con una extensión de 27456 km2. La superficie evaluada se representa en el mapa de la Fig.1. De la evaluación realizada considerando distintos valores umbrales de SEL, incluyendo los valores sugeridos como susceptibles de ser utilizados como LOBE se concluye que no se supera en ningún caso los valores umbrales en la extensión espacial para las dos aproximaciones temporales consideradas. Sin embargo, existen aspectos e incertidumbres que no permiten evaluar el buen estado ambiental en este momento (falta de conocimiento sobre la cantidad impactos diarios en el caso de hincado de pilotes, falta de consenso en el valor de SEL o SPL ligado específicamente a las especies presentes en el área alineados con los trabajos de estandarización a nivel regional etc…). Es por ello por lo que el estado después de la evaluación se concluye que es desconocido.

Resumen de los resultados de la evaluación

ESPECIE	D11C1	ESTADO DE LA ESPECIE CON RESPECTO AL RUIDO IMPULSIVO	Tendencia (cambio de estado)
Demarcación marina Estrecho y Alborán			¿?

Tabla 5. Resumen de los resultados de la evaluación del criterio D11C1 en la demarcación marina Estrecho y Alborán.

Estado: ■ Se alcanza el BEA; ■ No se alcanza el BEA; ■ Desconocido (evaluación no concluyente); ■ No evaluado

Tendencia del estado en comparación con el ciclo previo: ↔ Estable; ↗ Mejorando; ↘ En deterioro; n.r. no relevante; ¿? Desconocido

En la Figura 6, se presentan mapas del nivel de exposición sonora generado por la actividad emisora de ruido impulsivo que ha sido registrada durante la anualidad 2022.

4.4.1 DM Estrecho y Alborán – D11C1. Ruido impulsivo

Resultados de la evaluación del tercer ciclo: Desconocido

Metodología de evaluación e indicadores relacionados

Se describe a continuación la metodología específica del análisis basado en presencia de fuentes de ruido impulsivas y del análisis basado en el nivel de exposición sonora.

- Análisis basado en la presencia de fuentes impulsivas de sonido

El área de evaluación ha sido dividida en celdas C-Square (Concise Spatial Query And Representation System) [REE2003] de 0.05° de lado, con una extensión aproximada de 25 km2. La superficie total de cada una de las celdas con fuentes de sonido impulsivas computa en el cálculo de los porcentajes de área, a excepción de las celdas por las que pasa la línea de costa, en las que la superficie terrestre no computa.

Se ha calculado lo siguiente:

- porcentaje de días por año en los que ha habido actividad de fuentes de sonido impulsivas en cada celda.

  Este cartografiado del porcentaje anual de días de actividad permite identificar áreas con concentración de actividades humanas generadoras de ruido y ofrece información básica para la toma de decisiones por parte de los gestores ambientales, si bien es cierto que deja cuestiones sin resolver para poder evaluar los efectos del ruido generado en una localización sobre las áreas de las celdas adyacentes o los efectos acumulativos sobre las especies marinas sensibles al ruido [DRI2018].

- número de días de cada mes con presencia de fuentes de sonido impulsivo en la demarcación marina.
- porcentaje de área con fuentes de sonido impulsivas en cada anualidad.
- porcentaje de área con actividades de sonido impulsivo cada día de la anualidad 2022.
- promedio anual en base diaria del porcentaje de área con presencia de actividades de sonido impulsivo para cada anualidad.
- porcentaje de área con actividades de sonido impulsivo cada mensualidad de la anualidad 2022.
- promedio anual en base mensual del porcentaje de área con presencia de actividades de sonido impulsivo para cada anualidad.

Mediante el cálculo de los porcentajes de áreas con fuentes de sonido impulsivas es posible examinar la evolución del porcentaje de área afectada a lo largo de cada anualidad para cada demarcación marina y así poder detectar temporadas de mayor concentración de actividades y por lo tanto de mayor impacto. Si bien es cierto que por ahora el registro es reducido, cuenta únicamente con cinco actividades, no pudiendo así elaborar estadísticas representativas.

- Análisis basado en el nivel de exposición sonora

A partir de mapas de nivel de exposición al sonido originado por cada una de las actividades, del calendario de eventos de cada una de las actividades durante el periodo de evaluación y de la aplicación de diferentes umbrales de nivel, es posible conocer el porcentaje de área de la demarcación marina expuesta cada día y el promedio anual de área expuesta.

A continuación se enumeran y describen brevemente los puntos de la metodología aplicada:

- Cálculo del nivel de fuente

El nivel de fuente de cada una de las actividades ha sido determinado en base a la clasificación de las fuentes atendiendo a su nivel [SIG2023] (Tabla 1 del documento 'Setting EU Threshold Values for impulsive underwater sound'). Para ello, el nivel asignado a cada fuente se corresponde con el nivel del límite superior de la clase a la que pertenece con el fin de cumplir con el principio de precaución.

A laaexplosión, clasificada en nivel medio, se le asigna un nivel de emisión de 254 dB re 1 µPa2·m2·s.

- Cálculo de mapas del nivel de exposición al sonido originado por cada una de las actividades emisoras de ruido impulsivo.

Se ha propagado el sonido emitido por cada una de las fuentes mediante un modelo numérico (BELLHOP3D) que predice la presión acústica en el medio a partir de la aplicación de las pérdidas por propagación al sonido procedente de las fuentes caracterizadas.

Los mapas han sido calculados con una resolución de 0.01^{o} de lado, en celdas C-Square (Concise Spatial Query And Representation System) [REE2023], con una superficie aproximada de 1 km2. Esta resolución eleva el gasto computacional, sin embargo, permite obtener detalle de las zonas costeras, donde se sitúan las fuentes.

Todas las actividades registradas han tenido lugar en localizaciones muy cercanas a costa, en el interior de puertos o de rías. La simulación empleada para la propagación del sonido puede presentar limitaciones en zonas tan someras y cercanas a los límites terrestres.

- Establecimiento de umbrales de nivel de exposición al sonido

Se han determinado diferentes umbrales de exposición al sonido con el fin de observar la evolución de los porcentajes de área calculados para cada uno de ellos. Los niveles establecidos son 110, 130, 140, 150, 164 dB ref 1 µPa2·s. Tal y como se refiere más adelante en el apartado 'Valor umbral' de esta sección, no se ha definido LOBE, si bien es cierto que, para ejemplificar la metodología, se han tomado

los valores propuestos por TG Noise [SIG2023] en caso de no disponer de mejor información específica de la región y las especies de interés. Estos son 140 dB re 1 µPa2·s para eventos impulsivos múltiples, como es el hincado de pilotes, y 164 dB re 1 µPa2·s para eventos individuales, como explosiones.

- Cálculo del porcentaje de área que presenta un nivel de exposición al sonido superior a los diferentes umbrales establecidos

El porcentaje de área evaluada expuesta a un nivel superior al umbral (F_{AE}) se calcula como $F_{AE}(t_i)=A_{TH}(t_i)\cdot 100/A_{AE}(t_i)$ para cada día *i*, siendo A_{TH} la extensión del área que está expuesta a un nivel superior al umbral y A_{AE} la extensión total del área evaluada.

Una vez calculado el porcentaje de área expuesta en base diaria, es posible calcular el porcentaje promedio de área expuesta durante el periodo que en nuestro caso es anual. De modo que, si la anualidad evaluada *a* tiene 365 días, $F_{AE}(t_a) = \frac{\sum_{i=1}^{365} F_{AE}(t_i)}{365}$.

Se ha calculado el porcentaje de área de acuerdo con los diferentes umbrales y además se ha ejemplificado la metodología a seguir si se dispusiera de LOBE definido aplicando los umbrales específicos para cada tipo de actividad, 140 dB re 1 µPa2·s para hincado de pilotes y 164 dB re 1 µPa2·s para explosiones. Dado que hay actividades que pueden coincidir un mismo día, el área expuesta correspondiente a un día con más de una actividad es el resultado de la combinación o solapamiento de las áreas expuestas de acuerdo con cada actividad.

Parámetros utilizados

El parámetro utilizado para la evaluación del estado ambiental con relación al ruido impulsivo submarino es el nivel de exposición sonora (SEL) en dB re 1µPa2·s, tal y como se sugiere desde TG Noise como métrica para evaluar la respuesta conductual a sonidos de carácter impulsivo como los procedentes de explosiones, disparos, explosiones, 'airguns' asociados a prospecciones sísmicas o impactos derivados del hincado de pilotes [DEK2014; SIG2023].

SEL se define como diez veces el logaritmo en base diez de la relación entre la integral en tiempo del cuadrado de la presión sonora instantánea ponderada en frecuencia y el valor de referencia 1µPa2·s para el agua [SOU2019].

Los valores SEL se pueden calcular sobre el total de una exposición discreta a ruido o calculados de manera acumulativa en exposiciones múltiples a ruido repetitivo que ocurran de manera sucesiva. En este último caso, para evaluar el impacto de la exposición a sonido impulsivo repetitivo se puede calcular el SEL acumulado experimentado por un receptor (como un mamífero marino) mientras está huyendo desde su localización al inicio de la actividad generadora de ruido alejándose de la fuente, tal y como proponen [SKJ2015]. La aplicación de métricas más elaboradas como el SEL acumulado deberán estudiarse en detalle en el siguiente ciclo de EEMM.

Valores umbral

En el marco de la evaluación del impacto por sonido impulsivo, se considera que comienzan a haber efectos adversos cuando los individuos de las especies de interés sufren perturbaciones de comportamiento en consecuencia. Estas perturbaciones pueden ser desplazamientos, abandono de una actividad relevante, como la alimentación o la crianza [NOW2007].

La literatura científica existente sobre los efectos del ruido impulsivo sobre las especies marinas, concretamente del grupo de los cetáceos, ofrece información sobre los niveles de exposición sonora que causan pérdidas en la audición, ya sean temporales o permanentes, a diferentes frecuencias para diversidad de especies. Es el caso de los niveles umbrales indicados en la guía técnica para la evaluación de los efectos del sonido antropogénico en la audición de los mamíferos marinos de la NOAA [NOAA2018]. Sin embargo, los estudios acerca de sus efectos sobre el comportamiento de los individuos son escasos y se espera que los niveles que provoquen perturbaciones en el comportamiento sean menores que los que modifican el umbral de audición y por lo tanto la utilización de éstos últimos niveles cumpliría con el principio de precaución. En 2016, [GOM2016] publicaron una revisión en la que presenta datos sobre la severidad del efecto el comportamiento de diferentes grupos de cetáceos según el nivel de presión sonora (dB re 1 µPa), no nivel de exposición sonora, producido por fuentes tanto continuas como impulsivas. Es por ello que se ha decidido utilizar los umbrales que propone TG noise en el documento 'Setting EU Threshold Values for impulsive underwater sound' [SIG2023] en caso de no disponer de mejor información específica de la región y las especies de interés. Estos umbrales están basados en los estudios existentes hasta 2013 [DEK2014b]. Para el caso de sonidos impulsivos múltiples, se toma como referencia los estudios llevados a cabo sobre efectos conductuales debido al ruido generado por hincado de pilotes [TOU2012], por parques eólicos [WIT2010 en [SIG2023]] y por "airguns" [LUC2009] sobre marsopas. Para los sonidos impulsivos individuales, como las explosiones, se basan en el estudio de [LUK2009] que determina los umbrales atendiendo a cambios temporales del umbral de audición. El umbral sugerido para explosiones individuales es más elevado que para los eventos múltiples, si bien, en caso de explosiones repetidas en un corto periodo de tiempo se debe valorar aplicar el mismo umbral que para sonidos impulsivos múltiples. Los umbrales máximos utilizados para ejemplificar la metodología de evaluación han sido:

- Nivel de exposición sonora (SEL) de 140 dB re 1 µPa2·s para fuentes impulsivas múltiples.
- Nivel de exposición sonora (SEL) de 164 dB re 1 µPa2·s para explosiones.

La metodología y valores considerados para realizar la evaluación siguen la guía [SIG2023] propuesta por el grupo de expertos de la comisión en ruido submarino.

Respecto a los valores umbrales para la consecución del BEA, sus unidades son porcentaje de área, y también siguen las directrices de la guía [SIG2023]. Tal y como se describe en el apartado 'CONSECUCIÓN BEA' de la sección anterior 'EVALUACIÓN GENERAL A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA D11C1. RUIDO IMPULSIVO SUBMARINO', quedan establecidos dos umbrales de porcentaje de área expuesta a niveles de sonido impulsivo a partir de los cuales se espera que comiencen a existir efectos adversos sobre las especies, uno del 20% para exposiciones a corto plazo y otro del 10% para exposiciones a largo plazo.

Valores obtenidos para el parámetro

Se ha obtenido un valor del parámetro SEL para cada una de las celdas del área evaluada (Figura 6).

Tendencia de los valores obtenidos para el parámetro: Desconocido

Consecución del parámetro

Los resultados obtenidos para los dos valores de SEL utilizados como valores umbrales sobre el nivel de exposición (140 y 164 dB re 1 µPa2·s), no superan el umbral máximo de área en las aproximaciones para corto y largo periodo (base diaria, base anual).

Evaluación a nivel regional/subregional

No se ha llevado a cabo una evaluación a nivel subregional o regional distinta a la expuesta en los apartados anteriores.

v

05



D11- RUIDO AMBIENTE SUBMARINO

5. EVALUACIÓN GENERAL A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA D11- RUIDO AMBIENTE SUBMARINO

5.1 CONSECUCIÓN DEL BEA

Unidad para evaluar la consecución del BEA:	% del área que se encuentra por encima de un determinado valor de nivel de presión sonora, un determinado % de tiempo.
Valor umbral para la consecución del BEA en un tipo de hábitat pelágico	El porcentaje de área fijado por mensualidad que no debe ser superado en relación a los distintos valores estudiados es <= al 20% del área evaluada. Este valor umbral se deriva de la metodología descrita en el documento propuesto por el grupo de expertos en ruido submarino de la comisión Europea [BOR2023] y es un valor fijado a máximo, siendo tarea de los estados miembros en los marcos de los convenios regionales fijar un valor asociado a las especies indicadoras consideradas. Al igual que en la metodología descrita para el criterio D11C1, la extensión espacial depende del establecimiento de valor/es de LOBE definidos en la métrica seleccionada (esto es SPL, exceso de nivel a partir de una condición de ambiente prístino etc..). En el caso del criterio D11C2 la extensión espacial debe calcularse anualmente en base mensual.
Resultados del tercer ciclo:	Resultados descritos en la Tabla 8 y Tabla 9 del presente documento para dos valores de SPL seleccionados para realizar la evaluación.
Resultado de la evaluación:	**Desconocido.**
Periodo de evaluación	2020-2022.

5.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DEL RUIDO AMBIENTE

La demarcación marina Estrecho y Alborán cuenta con una importante relevancia ecológica ya que contiene el las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) de la Isla de Alborán, Fondos marinos del Levante almeriense, Cabo de Gata – Níjar (compartido con la Demarcación contigua levantino-balear y Acantilados de Maro – Cerro Gordo, aprobada por el Real Decreto 699/2018. Así como el Seco de los Olivos en el Sur de Almería y el Espacio Marino de Alborán, consideradas Lugares de Importancia Comunitaria (LIC). Adicionalmente, en 2023, mediante la Orden/TED/1416/2023 se aprueba la propuesta de añadir el área Estrecho occidental también como LIC. Dentro de los límites de esta demarcación Estrecho-Alborán se encuentran también las áreas

Alborán Deep y Alborán Sea, declaradas como Área de Importancia para los Mamíferos Marinos (IMMA) designada por el Marine Mammal Protected Area Task Force. También como IMMAs, compartidas con la demarcación contigua sudatlántica, encontramos en la demarcación Estrecho-Alborán el Alborán Corridor y la Atlantic Coast of the Iberian Peninsula, que únicamente incluye la zona del Estrecho de esta demarcación.

Con esto se pretende resaltar la diversidad de hábitats y especies susceptibles de ser afectadas por el ruido submarino.

A nivel de demarcación marina, el área estudiada contiene el dispositivo de separación marítima del estrecho de Gibraltar, siendo el de mayor tráfico marítimo a nivel nacional. El Paso del Estrecho de Gibraltar constituye una de las áreas con la más alta concentración de tráfico marítimo mundial, dado que se convierte en un paso esencial para las embarcaciones que conectan los puertos atlánticos y del norte de Europa con aquellos ubicados en el Mediterráneo, además de servir como ruta crítica para los principales puertos asiáticos y del Golfo Pérsico mediante el Canal de Suez. Además, se observa un incremento en la cantidad de ferris y barcos de alta velocidad que realizan el trayecto entre los puertos de la península ibérica y el norte de África. Se puede observar a través de los mapas de nivel de presión reportados para las anualidades evaluadas que la demarcación marina del Estrecho y Alborán es la demarcación con mayor nivel de presión asociado a navegación de todas las demarcaciones marinas españolas. Los resultados obtenidos en la monitorización realizada en las anualidades 2020, 2021 y 2022 deben dividirse en dos bloques complementarios y bien diferenciados como son la modelización teórica del nivel de presión y la obtenida a través de las estaciones de medida experimentales dispuestas en la demarcación marina. Ambas fuentes de información son necesarias y complementarias habiéndose utilizado los resultados experimentales para realizar la validación de las predicciones teóricas. Las figuras 9, 10 y 11 muestran los resultados obtenidos a través del modelo de predicción teórico de ruido submarino. La Tabla 6 muestra las características técnicas, así como los modelos utilizados.

Anualidad	Base temporal	Modelo de fuente	Propiedades grid	Propagación	SPL máximo en columna de agua
2020	1h	Randi	0.05º CSquare	Adaptación BELLHOP3D	dB [ref 1 µPa]
2021	1h	Randi	0.05º CSquare	Adaptación BELLHOP3D	dB [ref 1 µPa]
2022	1h	Randi	0.05º CSquare	Adaptación BELLHOP3D	dB [ref 1 µPa]

Tabla 6. Características de la modelización teórica

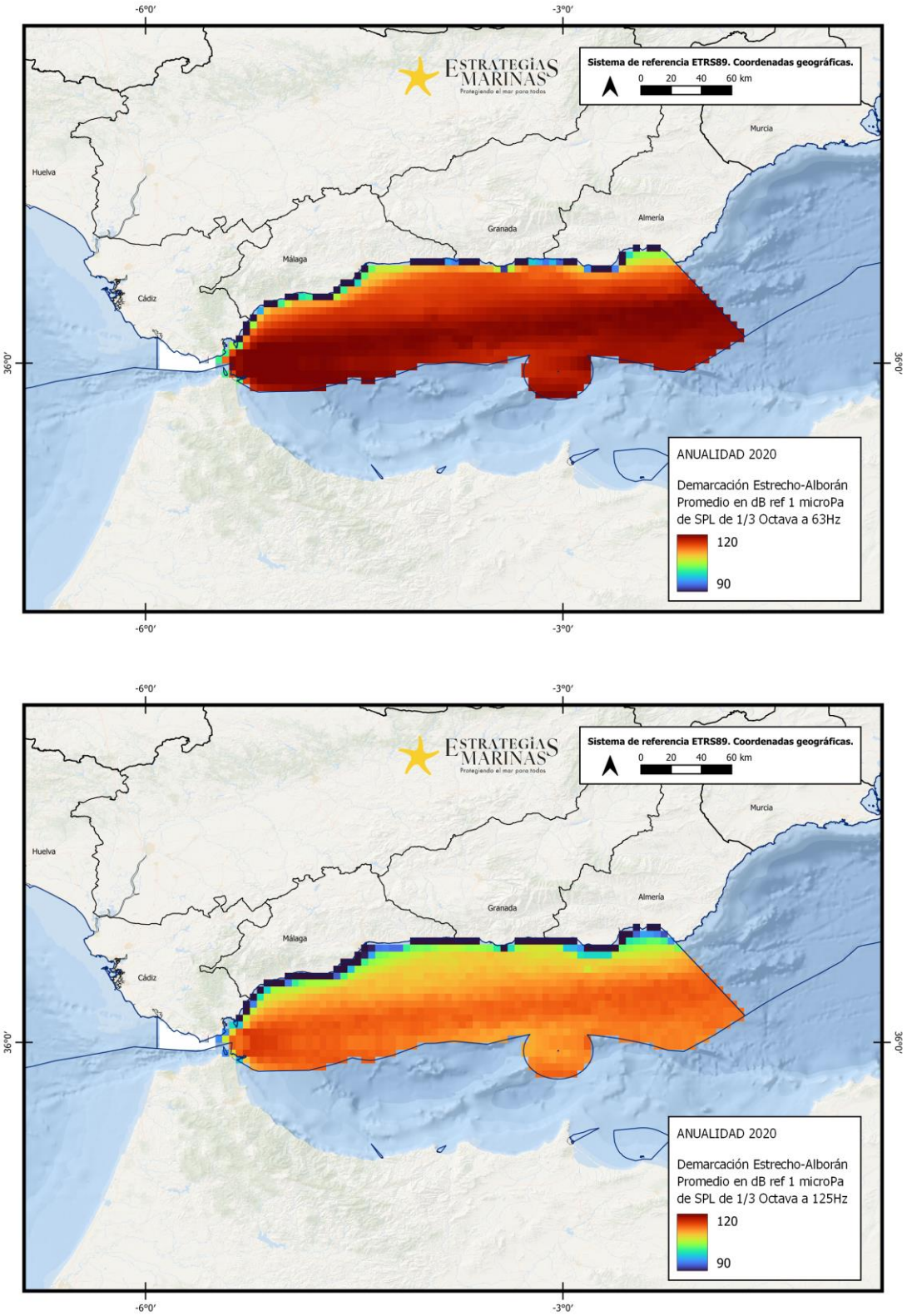


Figura 9 Valor medio anual en base temporal horaria del nivel de sonido calculado en la banda de frecuencia de tercio de octava de 63 y 125Hz correspondiente a la anualidad 2020 [dB ref 1 µPa].

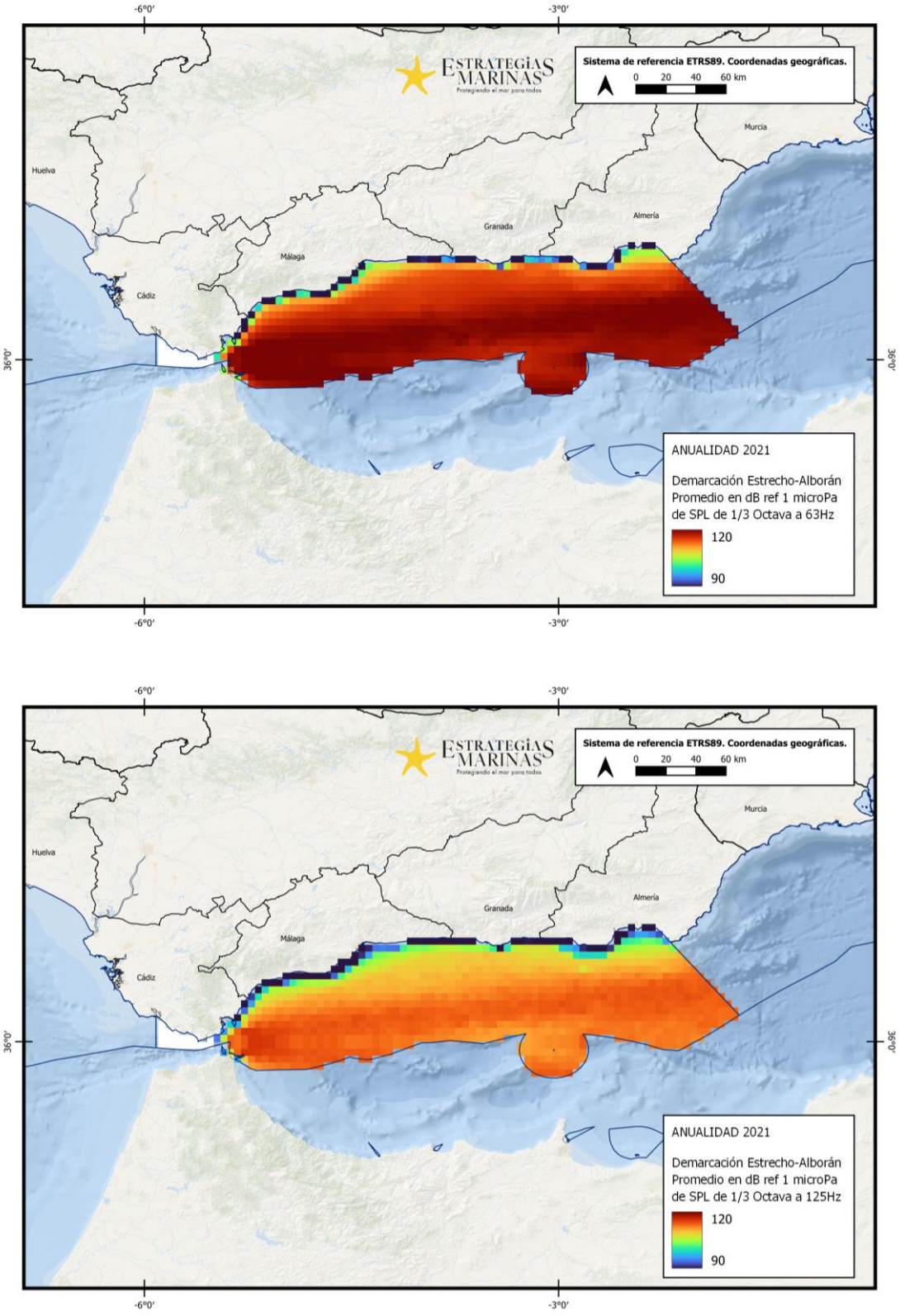


Figura 10. Valor medio anual en base temporal horaria del nivel de sonido calculado en la banda de frecuencia de tercio de octava de 63 y 125Hz correspondiente a la anualidad 2021 [dB ref 1 µPa].

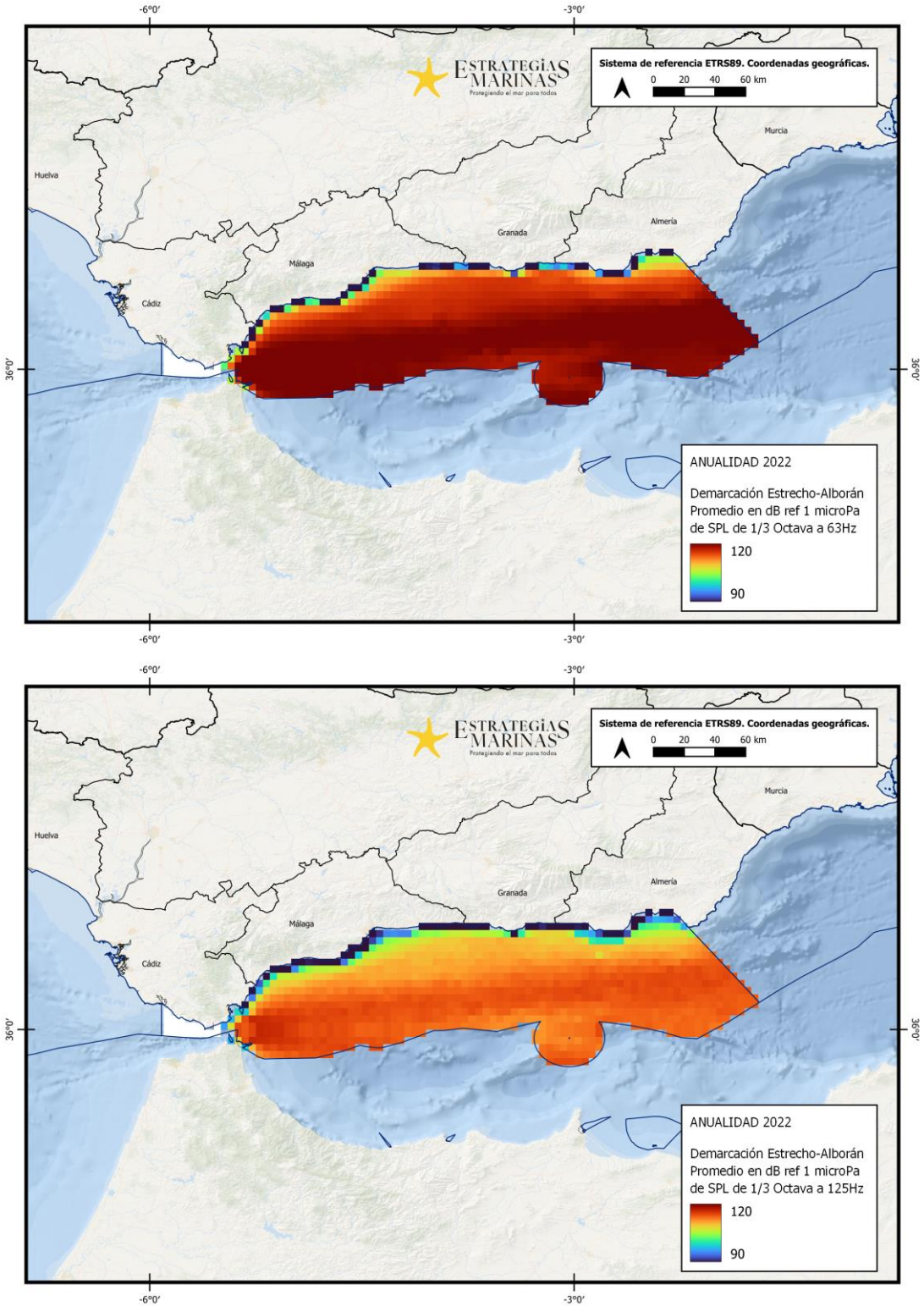


Figura 11. Valor medio anual en base temporal horaria del nivel de sonido calculado en la banda de frecuencia de tercio de octava de 63 y 125Hz correspondiente a la anualidad 2022 [dB ref 1 µPa].

Con el objetivo de estudiar la validez de los resultados obtenidos en las simulaciones teóricas de sonido ambiente a las frecuencias seleccionadas, durante las anualidades evaluadas se realizó la instalación de 1 punto de monitorización experimental utilizando un sistema de medida acústico pasivo en disposición de tren de fondeo tradicional compuesto por lastre, sistema de liberación acústica operado desde superficie y sistema acústico pasivo dispuesto de manera solidaria a la boya de flotación. Los puntos de muestreo se muestran en la Figura 12 y el calendario seguido, en la Figura 13. Los detalles pormenorizados sobre los puntos de fondeo se resumen en la Tabla 7

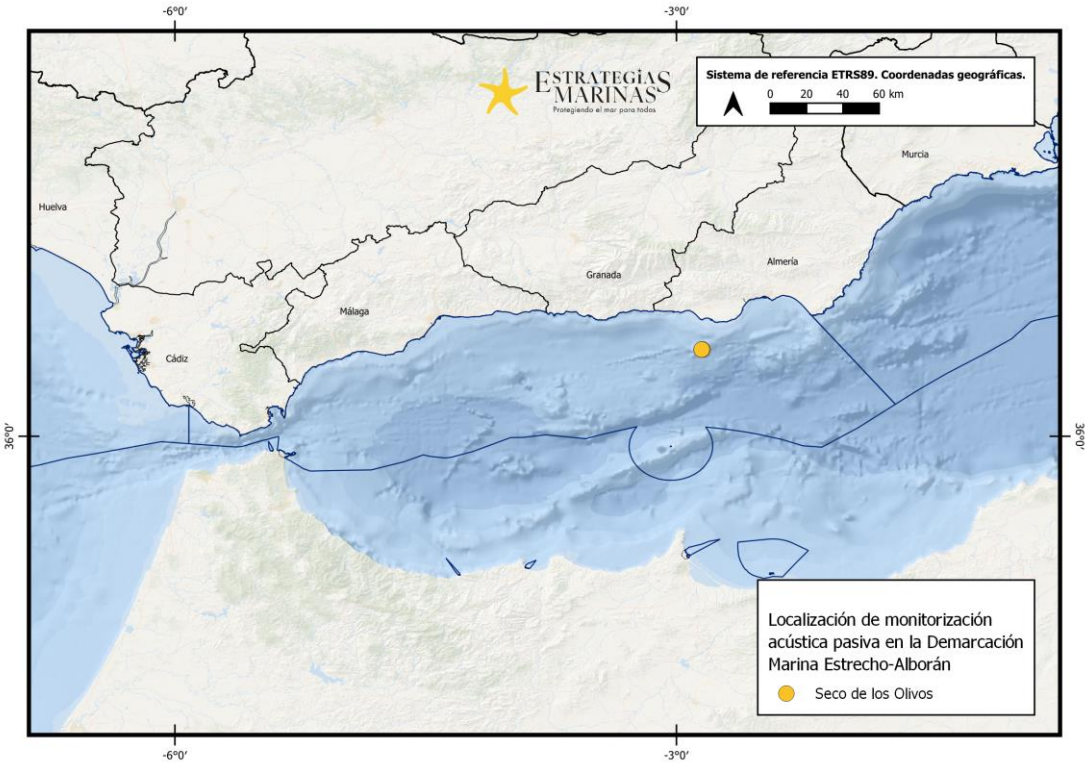


Figura 12. Detalle de los puntos de monitorización de ruido ambiente

En la Figura 13se muestra el calendario en el que se han realizado las campañas de medidas experimentales así como el periodo del que se disponen de datos acústicos registrados.



Figura 13. Calendario de fondeos en la demarcación marina Estrecho y Alborán en los años 2020-2022.

La Tabla 7resume los detalles relativos a duración de las grabaciones, localización, así como profundidad de la instalación del sistema acústico pasivo.

Nombre Fondeo	Zona	Localización	Profundidad [m]	Días de grabación	Base integración temporal	Estadística
SOL	Seco de los Olivos	36.51898, -2.8445	84	87	2 seg.	Diaria

Tabla 7. Características de la monitorización experimental realizada mediante la instalación de sistema acústico pasivo de grabación en el punto de fondeo seleccionado en la demarcación marina Estrecho y Alborán

Siguiendo con la terminología mostrada en la Tabla 7, a continuación se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los puntos de fondeos mostrados en la Figura 12. La representación de los niveles de presión para las bandas de tercio de octava centradas en 63Hz y 125Hz contiene la mediana, así como los percentiles 5 y 95 (Figura 14). El valor de nivel de presión sonora se ofrece en valor diario, promediado sobre ventanas temporales de 2 segundos, considerando que la frecuencia de muestreo de grabación ha sido de 192 kS/s.

Punto de monitorización de Alborán (SOL)

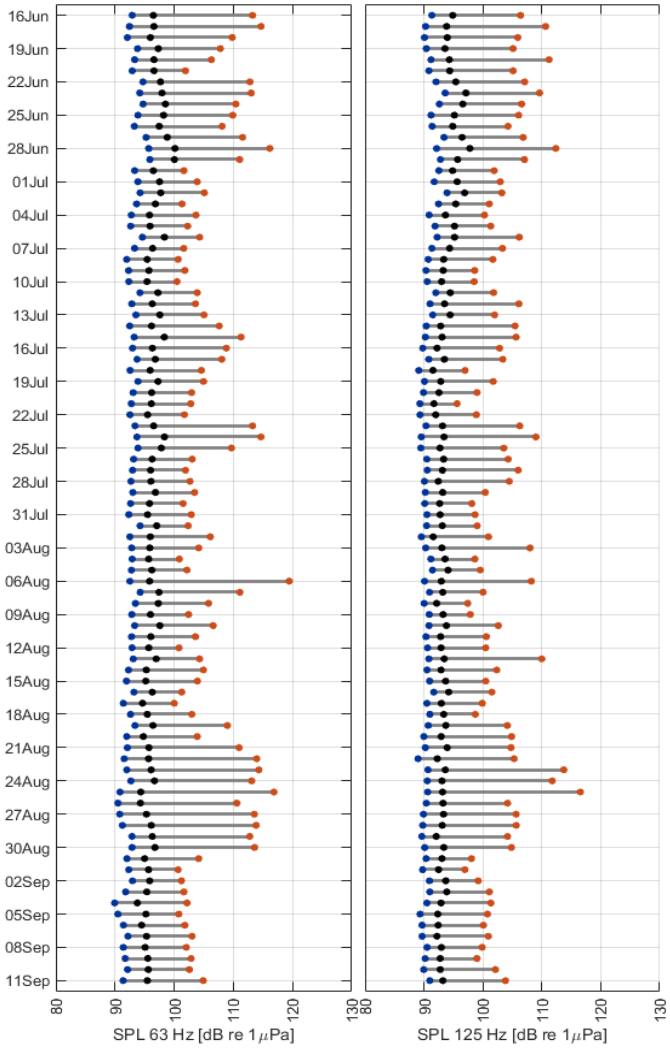


Figura 14. Gráfica correspondiente a las medidas experimentales en el punto de monitorización situado en el seco de los olivos. A partir de los datos de nivel de presión sonora [db ref 1µPa] obtenidos cada 2 segundos se han calculado los percentiles 5 (en puntos azules), 50 (en puntos negros) y 95 (puntos naranjas) diarios en las bandas de frecuencias de tercio de octava de 63 y 125 Hz.

El estudio de convergencia entre la predicción teórica y la medida experimental se ha realizado comparando para las anualidades evaluadas el valor de nivel de presión que toma la celda en la que se ha realizado el fondeo dentro del mapa de predicción para las diferentes bandas de frecuencia, con los valores obtenidos en la monitorización experimental. Esto se ha realizado para cada una de las localizaciones de las que se disponen datos para las diferentes bandas de frecuencia reportadas. La base temporal para establecer la comparación ha sido quincenal. Los mapas de ruido reportados representan el nivel de presión máximo obtenido en columna de agua, habiéndose establecido 3 profundidades en las simulaciones 25,100,500 m. La comparación entre medidas experimentales y teóricas se ha realizado utilizando aquella capa simulada más cercana a la profundidad a la que se ha instalado en cada caso el sistema de grabación. En la Figura 15 y Figura 16 se presentan las curvas teóricas en las bandas de ⅓ de octava de 63 y 125 Hz para las diferentes localizaciones junto con la media y los percentiles 5, 50 y 95 de las medidas experimentales.

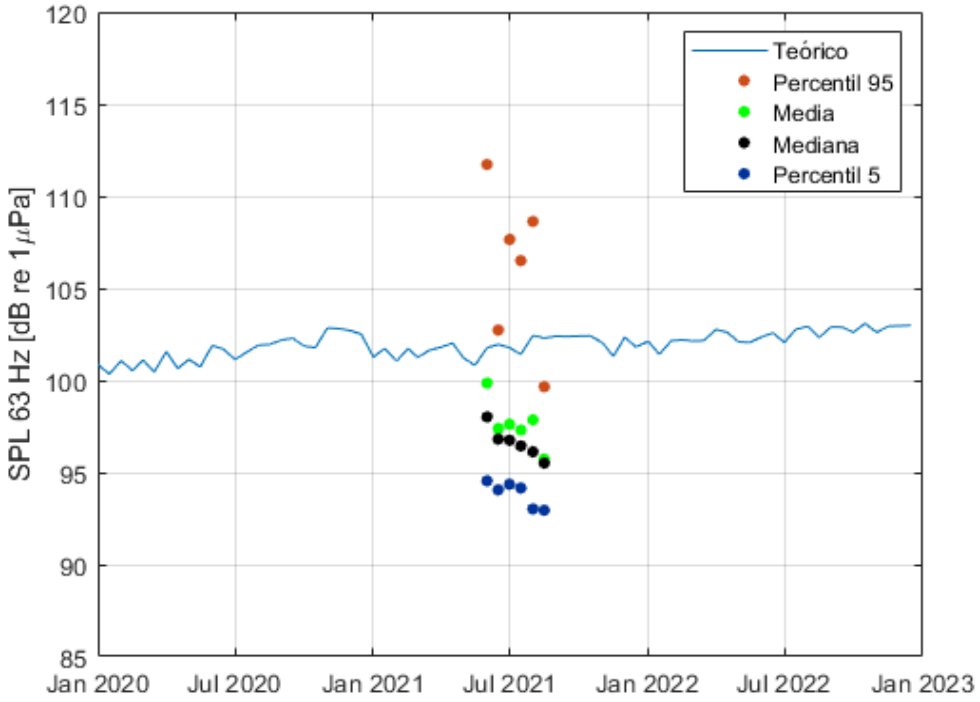


Figura 15. Curva teórica obtenida en la banda de ⅓ de octava de 63 Hz en la localización del fondeo situado en el Seco de los olivos *y puntos correspondientes a media aritmética (verde) y a los percentiles 5, 50 y 95 (azul, negro y naranja respectivamente) quincenales de las medidas experimentales.*

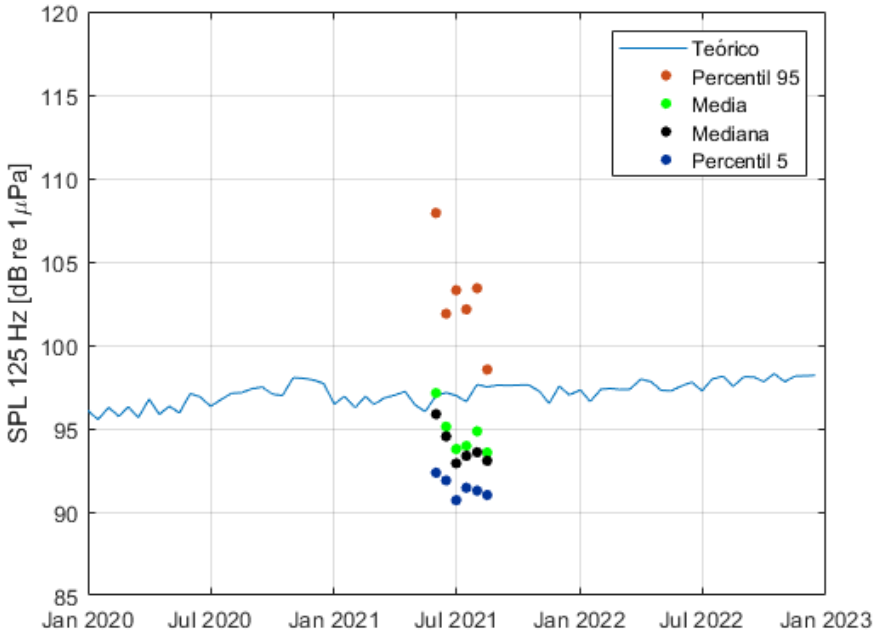


Figura 16. Curva teórica obtenida en la banda de ⅓ de octava de 125 Hz en la localización del fondeo situado en el Seco de los olivos *y puntos correspondientes a media aritmética (verde) y a los percentiles 5, 50 y 95 (azul, negro y naranja respectivamente) quincenales de las medidas experimentales*

Se puede observar cómo las predicciones teóricas del nivel de presión en las celdas donde se ha realizado monitorización experimental están contenidas en los intervalos definidos por las medidas experimentales para las diferentes localizaciones. Cabe destacar que la incertidumbre en la evaluación de los niveles de presión puede no ser homogénea espacialmente y que los errores sistemáticos en la predicción sean distintos en función por ejemplo de la distancia respecto a las líneas principales de tráfico marítimo. Sin embargo, la predicción obtenida y corroborada mediante la instalación de sistemas acústicos pasivos muestran un buen acuerdo, no presentando valores fuera de la propia incertidumbre calculada sobre los datos experimentales.

Dado que no se tiene un consenso sobre los potenciales valores de LOBE a utilizar, se ha realizado una aproximación al problema similar al descrito en el criterio D11C1 (esta vez el parámetro es SPL), esto es considerar distintos valores de nivel de presión y estudiar el porcentaje de área que se encuentra por encima de dicho nivel. Adicionalmente existe una dependencia más que debe ser considerada y es el porcentaje de tiempo que en la mensualidad cada celda se encuentra por encima de cada valor de nivel umbral. La Figura 17 y la Figura 18 muestran la evolución del porcentaje de área que se encuentra en niveles superiores a los umbrales de nivel seleccionados (caso de ⅓ de Octava de 63Hz y 125Hz). Adicionalmente en la parte inferior de la figura se muestra la relación en base anual del porcentaje de tiempo asociado al porcentaje de área que se encuentra por encima de cada valor de nivel umbral. Esta representación es útil a la hora de inferir tendencias interanuales en el porcentaje de área potencialmente afectada por estar por encima de un determinado valor de nivel umbral. Sin embargo, para realizar la evaluación se necesita disponer de una resolución temporal mensual.

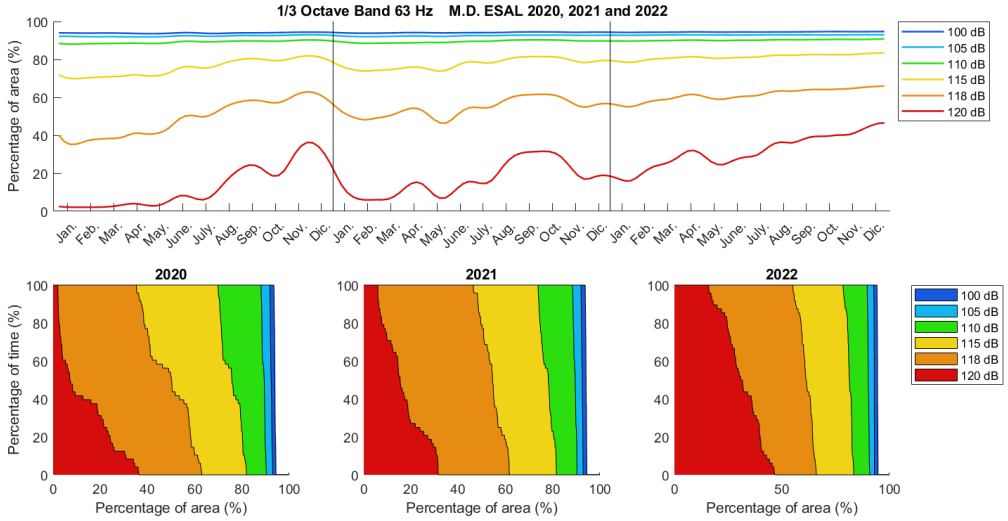


Figura 17.(superior) Evolución durante el periodo de evaluación del porcentaje de área que se encuentra por encima de los distintos valores de nivel considerados como umbrales y que a futuro deberán determinar la potencial afección sobre especies indicadoras (LOBE). (Inferior) curvas de porcentaje de tiempo, relacionadas con el porcentaje de área por encima de los distintos umbrales de nivel (en base anual).

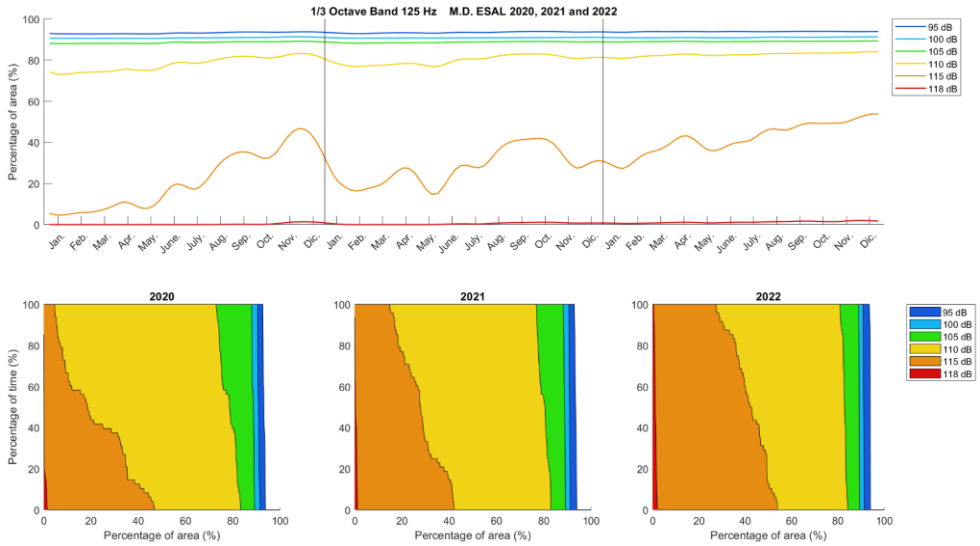


Figura 18.(superior) Evolución durante el periodo de evaluación del porcentaje de área que se encuentra por encima de los distintos valores de nivel considerados como umbrales y que a futuro deberán determinar la potencial afección sobre especies indicadoras (LOBE). (Inferior) curvas de porcentaje de tiempo, relacionadas con el porcentaje de área por encima de los distintos umbrales de nivel (en base anual).

Para ello se ha evaluado para cada anualidad el área que se encuentra más del 50% del tiempo de cada mensualidad evaluada por encima de 110 dB y 115 dB de valor umbral tanto para el caso de la banda de frecuencia de 63Hz como de 125Hz. En la Tabla 8 y Tabla 9 se presenta el porcentaje de área por encima del cual la demarcación marina Estrecho y Alborán ha estado el 50% del tiempo con niveles de presión sonora por encima de 110 y 115 dB *re 1µPa,* respectivamente, para las bandas de ⅓ de octava de 63 y 125 Hz.

(a)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2020	88	88	88	89	89	90	89	90	90	90	90	90
2021	89	89	89	89	89	89	90	90	90	90	90	90
2022	90	90	90	90	90	90	90	90	90	91	91	91

(b)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2020	73	74	74	75	75	79	79	81	82	81	83	83
2021	78	77	78	78	77	80	81	82	83	83	81	81
2022	81	82	82	83	82	83	83	83	83	83	84	84

Tabla 8. Porcentaje de área evaluada que se encuentra por encima de 110 dB (a) ⅓ de Octava de 63 Hz (b) ⅓ de Octava de 125 Hz.

(a)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2020	70	71	71	72	72	76	76	79	80	80	81	81
2021	76	74	75	76	74	78	78	80	82	81	79	79
2022	79	80	81	81	81	81	82	82	83	83	83	83

(b)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2020	5	6	8	10	9	19	18	31	35	33	44	43
2021	22	17	20	27	16	26	28	37	41	42	31	31
2022	28	32	37	43	37	39	42	46	49	49	50	54

Tabla 9. Porcentaje de área evaluada que se encuentra por encima de 115 dB (a) ⅓ de Octava de 63 Hz (b) ⅓ de Octava de 125 Hz.

Los resultados recogidos en las tablas 8 y 9 muestran cómo la demarcación marina Estrecho y Alborán es el área marina española que presenta un mayor porcentaje de área que se encuentra por encima de los dos niveles umbrales de presión seleccionados para ejemplificar la metodología utilizada (110dB y 115dB). Se puede observar de los resultados obtenidos en las tablas 8 y 9 que el único escenario en el que no se supera el valor umbral máximo de 20% de área afectada es el correspondiente al umbral de nivel 115dB en la banda de frecuencia de tercio de octava de 125Hz para el periodo de enero a julio de 2020 y febrero y mayo de 2022. Durante la anualidad de 2022 se observa un aumento en esta banda de frecuencia así como en la banda de frecuencia de tercio de octava de 63Hz. El resto de anualidades y niveles umbrales para el caso de 63Hz exceden en todas las anualidades ampliamente el umbral de extensión espacial máximo utilizada como valor umbral definitorio de buen estado ambiental. Debido a la falta de conocimiento acerca de valores específicos mediante los cuales parametrizar el LOBE en relación con las especies indicadoras presentes en el área, la figura de evaluación no concluyente se escoge como más adecuada.

ELEMENTO	Estado D11C2	Tendencia (cambio de estado)
110 dB		¿?
115 dB		¿?
SONIDO AMBIENTE		

Tabla 10. Estado de consecución del BEA en el criterio D11C2 en la demarcación marina Estrecho y Alborán para la anualidad 2021.

Estado: ■ Se alcanza el BEA; ■ No se alcanza el BEA; ■ Desconocido (evaluación no concluyente); ■ No evaluado

Tendencia del estado en comparación con el ciclo previo: ↔ Estable; ↗ Mejora; ↘ En deterioro; n.r. no relevante; ¿? Desconocido

5.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES HUMANAS Y PRESIONES RELACIONADAS

Las presiones antrópicas consideradas en el marco del Descriptor 11 y definidas en al Anexo III de la Directiva (UE) 2017/845 de la Comisión de 17 de mayo de 2017 relacionadas con el criterio D11C2:

- Generación de energías renovables (energía eólica, undimotriz y mareomotriz), incluida la infraestructura. Durante el desarrollo de esta actividad se generan aportaciones de sonido continuo durante el funcionamiento de la instalación.
- Transporte marítimo. El transporte marítimo, tomando en consideración las diferentes categorías de buques que se desplazan dentro de los límites administrativos de las demarcaciones marinas españolas (tanqueros, gaseros, cargueros, grandes buques de pasajeros, fast-ferrys, buques de pesca…), es la principal fuente generadora de sonido continuo antropogénico de baja frecuencia en el agua.

Actividad	Presión
Generación de energías renovables (energía eólica, undimotriz y mareomotriz), incluida la infraestructura	Aporte de sonido antropogénico (impulsivo, continuo)
Transporte marítimo	

5.4 EVALUACIÓN POR ELEMENTO Y CRITERIO A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA:

Área de evaluación

El área evaluada corresponde a la demarcación marina cuya extensión y cartografía se presenta en la Figura 1 del presente documento.

Resumen de los resultados de la evaluación

ESPECIE	D11C2	ESTADO DE LA ESPECIE CON RESPECTO AL RUIDO AMBIENTE	Tendencia (cambio de estado)
115 dB			¿?

Tabla 11. Resumen de los resultados de la demarcación marina Estrecho y Alborán para el criterio D11C2.

Estado: ■ Se alcanza el BEA; ■ No se alcanza el BEA; ■ Desconocido (evaluación no concluyente); ■ No evaluado

Tendencia del estado en comparación con el ciclo previo: ↔ Estable; ↗ Mejorando; ↘ En deterioro; n.r. no relevante; ¿? Desconocido

5.4.1 DM Estrecho y Albóran – D11C2. Ruido ambiente

Resultados de la evaluación del tercer ciclo: Desconocido

A modo resumen de los resultados obtenidos se apunta lo siguiente:

La evolución temporal del porcentaje de área de la demarcación marina Estrecho y Alborán que presenta un nivel de presión sonora superior a diferentes umbrales (100, 105, 110, 115, 118 y 120 dB re 1 uPa para 63 Hz; 95, 100, 105, 110, 115 y 118 dB re 1 uPa para 125 Hz) muestra que para 63 Hz el umbral del 20% del área es superado durantes las tres anualidades evaluadas completas cuando se considera tanto el umbral de 110 dB como el de 115 dB. Durante el 50 % del tiempo el porcentaje de área expuesta se encuentra por encima del 80 %cuando se trata de 110 dB de umbral de presión sonora y por encima 70 % cuando se trata de 115 dB.

Para 125 Hz el umbral del 20% de área también es superado en las tres anualidades evaluadas completas cuando se trata del umbral de 110 dB. Tratándose del umbral de 115 dB, únicamente no se alcanza el 20 % de área durante las mensualidades de enero a julio de 2020 y febrero y mayo de 2021. Durante el 50 % del tiempo el porcentaje de área expuesta se encuentra por encima del 73 %cuando se trata de 110 dB de umbral de presión sonora y en valores entre el 5 y el 54 % cuando se trata de 115 dB.

Metodología de evaluación e indicadores relacionados

Dado que no existe un consenso claro acerca del nivel de presión sonora a partir del cuál se considera que comienzan a aparecer efectos adversos en las especies que habitan el área evaluada, se han establecido diferentes niveles umbrales que ayudan, no solo a ejemplificar el proceso seguido para el estudio del estado del ruido ambiente, sino a observar tendencias del porcentaje de área expuesta atendiendo a esos diferentes niveles umbrales a lo largo de las tres anualidades 2020, 2021 y 2022.

La metodología aplicada en la evaluación de este criterio se fundamenta en la monitorización del ruido submarino de baja frecuencia, así como en el estudio y la implementación de la metodología descrita en la guía [BOR2023]. Algunos de los aspectos propuestos en esta guía quedan pendientes para un estudio pormenorizado en el siguiente ciclo, principalmente relacionados con el estudio de las especies susceptibles de ser afectadas negativamente por el ruido continuo de baja frecuencia y la determinación de las métricas que permitan evaluar el valor de LOBE y la exposición temporal a partir de la cual evaluar el porcentaje de área o hábitat que presenta niveles suficientemente altos de ruido como para impactar sobre individuos y/o poblaciones. A continuación, se describen los pasos seguidos en la evaluación reportada indicando también aquellos aspectos que necesitan un estudio más detallado a futuro.

- Evaluación de los niveles de presión asociados a las bandas de ⅓ de Octava de 63Hz y 125Hz.

Esta tarea se ha realizado a través de la implementación de una doble aproximación de monitorización. Por un lado, se han realizado las simulaciones teóricas de ruido radiado por las embarcaciones presentes en la demarcación marina considerando:

- Análisis de los datos de navegación (AIS) de la demarcación marina realizando una serie de filtros sobre los datos para considerar únicamente registros que contienen todos los datos sin fallo en la recepción o emisión, valores de posición compatibles con la velocidad que se reporta en cada entrada de identificación por embarcación, así como reconstrucción de las trayectorias de las embarcaciones identificando y corrigiendo interpolaciones no realistas entre posiciones consecutivas.
- Extracción de las propiedades relacionadas con el tráfico marítimo en cada celda del grid que segmenta la demarcación con resolución horaria disponiendo así de la media de las propiedades necesarias para aplicar el modelo de fuente a cada segmento del área (velocidad, longitud, tipología de embarcación etc..).
- Determinación del nivel de fuente asociado a través del modelo RANDI, así como de las propiedades de las variables ambientales que determinan la propagación acústica en el medio marino (temperatura, salinidad, presión).
- Modelo de propagación adaptado (BELLHOP3D) mediante el cual se obtienen las pérdidas de campo acústico a tres profundidades (25m, 100m, 500m).
- Obtención de la estimación del ruido presente en el medio, se considera en los mapas de ruido reportados el máximo nivel de ruido obtenido en columna de agua, para cada celda del grid.

- Monitorización experimental del nivel de presión en tres localizaciones de la demarcación marina y estudio de la bondad de las predicciones teóricas, estudiando la convergencia entre la predicción teórica y los resultados experimentales en tres celdas del grid, para el período evaluado. Los equipos de medida se han calibrado periódicamente para asegurar la estabilidad de las medidas experimentales.
- Estudio de la extensión espacial y temporal del nivel de presión a partir de los datos obtenidos de la predicción teórica a nivel de demarcación. Para ello se ha estudiado el % de área que se encuentra más del 50% del tiempo por encima de distintos valores de nivel de presión. Esto se ha realizado con el doble objetivo de disponer de una tendencia a nivel interanual en la que se pueda observar la evolución del nivel de presión en términos de la potencial extensión afectada por determinados niveles de valor umbral sobre el SPL (100, 105, 110, 115, 118 y 120 dB).
- De entre los valores umbrales sobre el nivel de presión dos valores utilizados presentan una importante relevancia (110dB y 115dB). Esto se basa, entre otros, en los resultados reportados por [GOM2016] donde se reportan niveles de presión asociados a cambios conductuales de odontocetos expuestos a niveles de ruido continuo en el rango de [~115dB - 130 dB]. Como principio de precaución y para tener una visión más completa del estado de la demarcación se han considerado los niveles umbrales de 110dB y 115dB estudiando en detalle la extensión espacial en base mensual en la que se ha excedido este umbral. Cabe destacar para contextualizar la elección de los valores umbrales sobre el nivel de presión, que la National Marine Fisheries Service (NMFS), implementa umbrales de 120dB ref 1 µPa en el caso de sonidos no impulsivos en relación a cambios de conducta en mamíferos marinos [NOAA2019].

Existen aspectos que se deberán abordar en el siguiente ciclo de EEMM con el objetivo de disponer del conocimiento suficiente como para poder evaluar si se consigue o no un buen estado ambiental en relación con las especies indicadoras presentes en el medio siendo algunos de ellos:

- Desarrollo de metodologías que consideren aspectos como la información de las diferentes especies, su estado de vulnerabilidad, sensibilidad al ruido submarino o cualquier otro factor que ayude en la determinación de especies indicadoras.
- Determinación de la métrica y valor asociado del valor de LOBE relacionado con las especies indicadoras del área.
- Evaluación del nivel de ruido prístino del área, y desarrollo de metodologías de medida basadas en exceso de nivel además del nivel de presión (SPL).
- Metodologías de medida de errores sistemáticos derivados de los cálculos teóricos de nivel de presión asociado al tráfico marítimo.
- Desarrollar metodologías comunes a nivel regional para que las evaluaciones realizadas por diferentes países sean comparables desde el punto de vista metodológico.
- Extender el concepto de especies indicadores más allá de las especies de cetáceos dependiendo de las áreas evaluadas.

Parámetros utilizados

Nivel de presión sonora (SPL) en dB re 1µPa.

Valores umbral

Se han utilizado dos valores umbrales sobre el nivel de presión con el objetivo de obtener el estado del ruido ambiente en la demarcación marina Estrecho y Alborán y poder ejemplificar la metodología para su evaluación, si bien es cierto que no se consideran umbrales definidos a partir de los cuales llevar a cabo la evaluación, pues no se dispone de información suficiente que respalde su uso para obtener una evaluación precisa del criterio.

Los dos umbrales seleccionados son 110 y 115 dB ref 1µPa. Su elección se basa en los resultados obtenidos por [GOM2016], donde se reportan niveles de presión asociados a cambios conductuales de odontocetos expuestos a niveles de ruido continuo en el rango de [~115dB - 130 dB]. Atendiendo al principio de precaución, estos valores son coherentes con la utilización de un nivel umbral superior por parte de 'National Marine Fisheries Service', 120 dB, para evaluar el impacto de sonidos no impulsivos sobre la conducta de mamíferos marinos [NOAA2019] en [BOR2023]. Como principio de precaución y para tener una visión más completa del estado de la demarcación se han considerado dos umbrales inferiores a los reportados por los trabajos referenciados, de 110dB y 115dB con ellos se pretende el estudio detallado de la extensión espacial en base mensual en la que se ha excedido este umbral.

Dichos valores umbrales sobre el nivel de presión determinan los valores umbrales espaciales propuestos por la guía metodológica [BOR2023] relativa a ruido continuo y que establece el límite superior de 20% de área afectada. La selección del propio valor espacial deberá estudiarse en detalle en el siguiente ciclo teniendo en cuenta la especificidad de las especies indicadoras consideradas, existiendo la posibilidad de disminuirlo si fuera necesario.

Valores obtenidos para el parámetro

Se ha obtenido un valor del parámetro SPL para cada una de las celdas del área evaluada, anualmente en base mensual (Figuras 9-11).

Tendencia de los valores obtenidos para el parámetro

Desconocido

Consecución del parámetro

Los resultados obtenidos para los dos valores de SPL utilizados como valores umbrales sobre el nivel de presión sonora (110 y 115 dB re 1 µPa), superan el umbral máximo de 20% de área cuando se considera el nivel 110 dB y 115dB para la banda de ⅓ de octava de 63 Hz en todas las anualidades evaluadas. En relación a la banda de tercio de octava centrada en 125 Hz se obtiene que el potencial área afectada se encuentra sobre el valor umbral en todas las anualidades completas considerando el nivel de 110dB. En relación a 115 dB, se sitúa por debajo del valor umbral de nivel durante los primeros siete meses de 2020 y en dos meses aislados de 2022.

Evaluación a nivel regional/subregional

No se ha llevado a cabo una evaluación a nivel subregional o regional distinta a la expuesta en los apartados anteriores.

v

06



REFERENCIAS

6. REFERENCIAS

[BOR2023]	Borsani, J.F., Andersson M., André M., Azzellino A., Bou M., Castellote M., Ceyrac L., Dellong D., Folegot T., Hedgeland D., Juretzek C., Klauson A., Leaper R., Le Courtois F., Liebschner A., Maglio A., Mueller A. , Norro A., Novellino A., Outinen O., Popit A., Prospathopoulos A., Sigray P., Thomsen F., Tougaard J., Vukadin P., and Weilgart L., Setting EU Threshold Values for continuous underwater sound, Technical Group on Underwater Noise (TG NOISE), MSFD Common Implementation Strategy, Edited by Jean-Noël Druon, Georg Hanke and Maud Casier, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/690123, JRC133476
[SIG2023]	Sigray P., Andersson M., André M., Azzellino A., Borsani J.F., Bou M., Castellote M., Ceyrac L., Dellong D., Folegot T., Hedgeland D., Juretzek C., Klauson A., Leaper R., Le Courtois F., Liebschner A., Maglio A., Mueller A , Norro A., Novellino A., Outinen O., Popit A., Prospathopoulos A., Thomsen F., Tougaard J., Vukadin P., Weilgart L., Setting EU Threshold Values for impulsive underwater sound, Technical Group on Underwater Noise (TG NOISE), MSFD Common Implementation Strategy, Edited by Jean-Noël Druon, Georg Hanke and Maud Casier, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/60215, JRC133477
[ICGQSR2023]	Kinneging, N. (2022). Pilot Assessment of Ambient Noise. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic. OSPAR Commission, London.
[DEK2014b]	Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part III: Background Information and Annexes, JRC Scientific and Policy Report EUR 26556 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014b, doi: 10.2788/2808
[REE2003]	Rees, T. (2003). C-squares, a new spatial indexing system and its applicability to the description of oceanographic datasets. Oceanography, *16*(1), 11-19.
[DRI2018]	Drira, A., Bouzidi, M., Maglio, A., Pavan, G., & Salivas, M. (2018). Modelling underwater sound fields from noise events contained in the ACCOBAMS impulsive noise register to address cumulative impact and acoustic pollution assessment. In Proceedings of Euronoise (pp. 2819-2824).
[SOU2019]	Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. Aquatic Mammals, *45*(2), 125-232.

[SKJ2015]	Skjellerup, P., Maxon, C. M., Tarpgaard, E., Thomsen, F., Schack, H. B., Tougaard, J., & Heilskov, N. F. (2015). Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving—Working Group 2014. Report to the Danish Energy Authority, Esbjerg, Denmark, 1-20..
[NOW2007]	Nowacek, D. P., Thorne, L. H., Johnston, D. W., & Tyack, P. L. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. Mammal Review, 37(2), 81-115.
[NOAA2018]	National Marine Fisheries Service. 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.
[GOM2016]	Gomez, C., Lawson, J. W., Wright, A. J., Buren, A. D., Tollit, D., & Lesage, V. (2016). A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy. *Canadian Journal of Zoology*, *94*(12), 801-819.
[TOU2012]	Tougaard, J., Kyhn, L. A., Amundin, M., Wennerberg, D. and Bordin, C.. (2012). Behavioral reactions of harbor porpoise to pile-driving noise. Advances in Experimental Medicine and Biology 730, edited by Popper, A. N. and Hawkins. A., The Effects of Noise on Aquatic Life, Springer Science + Business Media, 277-280.
[LUK2009]	Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P. A. and Blanchet, M.-A. (2009). Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (Phocoena phocoena) after exposure to seismic airgun stimuli. Journal of the Acoustical Society of America, 125, 4060-4070.
[NMFS2018]	National Marine Fisheries Service. 2018. 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.
[NOAA2019]	NOAA. 2019. ESA section 7 consultation tools for marine mammals on the West coast. In: NOAA [online]. Silver Springs. [Cited 10 March 2020]. https://www.fisheries.noaa.gov/westcoast/endangered-species-conservation/esa-section-7-consultation-tools-marine-mammals-west

ESTRATEGIAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos