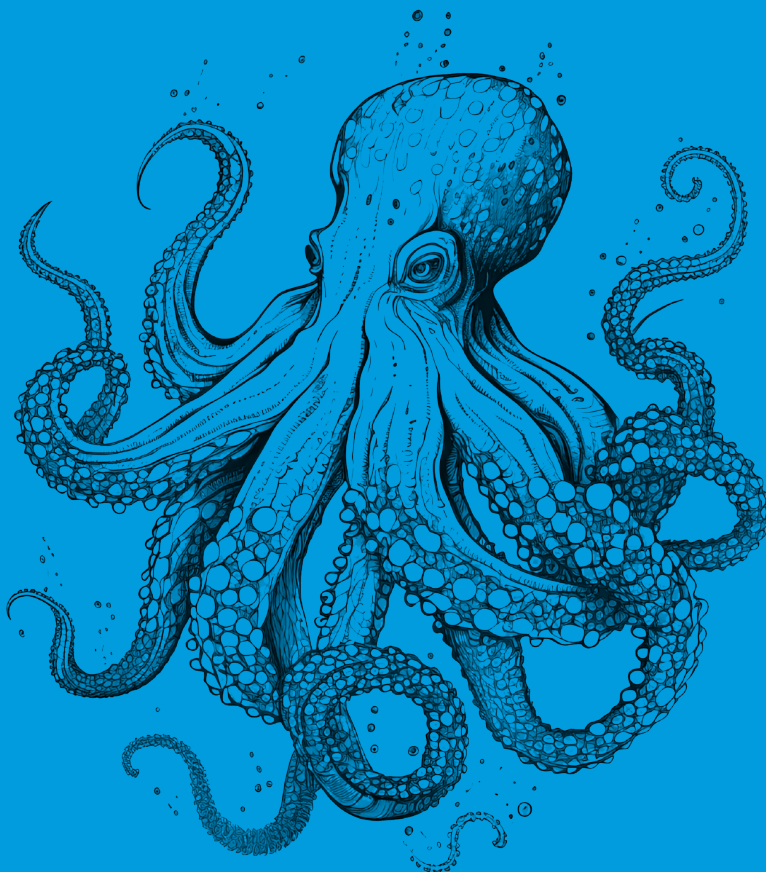


EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO DM NORATLÁNTICA



Tercer ciclo de estrategias marinas

ANÁLISIS DE PRESIONES E IMPACTOS



Cofinanciado por
la Unión Europea



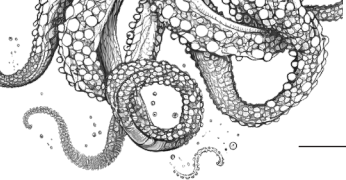
GOBIERNO
DE ESPAÑA

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



Fondos Europeos

ESTRATEGIAS
MARINAS
Protegiendo el mar para todos



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



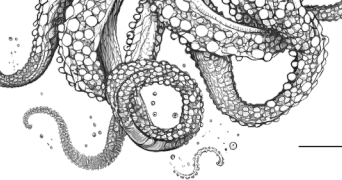
Aviso legal: Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Edita: © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid 2025.

NIPO: 665-25-050-2

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

MITECO: www.miteco.es



Autores del documento

CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS. CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS (CEDEX-CEPYC)

- Isabel María Moreno Aranda (CEDEX-CEPYC)
- Pilar Zorzo Gallego (CEDEX-CEPYC)
- Carla Murciano Virto (CEDEX-CEPYC)
- Manuel Antequera Ramos (CEDEX-CEPYC)
- Carmen Yagüe Muñoz (CEDEX-CEPYC)
- Francisco Pérez del Sastre (CEDEX-CEPYC)
- Ana Molina Marín (CEDEX-CEPYC)
- José María Grassa Garrido (CEDEX-CEPYC)
- Patricia Martín Gómez (CEDEX-CEPYC)
- Marta Jiménez Saavedra (CEDEX-CEPYC)

ASISTENCIA TÉCNICA DE TRAGSATEC

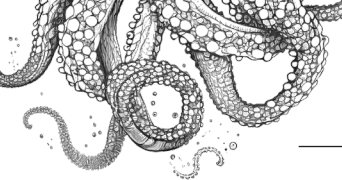
- Miguel Gómez-Leal Martín
- Raúl Caballero García

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
- Lucía Martínez García-Denche
- Francisco Martínez Bedia
- Carmen Francoy Olagüe

COORDINACIÓN CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS. CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS (CEDEX-CEPYC)

- José Francisco Sánchez González



ÍNDICE

Autores del documento	3
------------------------------------	----------

PRESIONES FÍSICAS

1. NOR-PF-01. Perturbaciones físicas	9
1.1. Caracterización de la presión	9
1.1.1. Descripción de la presión	9
1.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	9
1.2. Fuentes de información.....	28
2. NOR-PF-02. Pérdidas físicas.....	29
2.1. Caracterización de la presión	29
2.1.1. Descripción de la presión	29
2.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	29
2.2. Enfoque DPSIR	38
2.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	38
2.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	38
2.2.3. Efectos transfronterizos.....	38
2.2.4. Descriptores afectados	38
2.3. Fuentes de información.....	39

PRESIONES BIOLÓGICAS

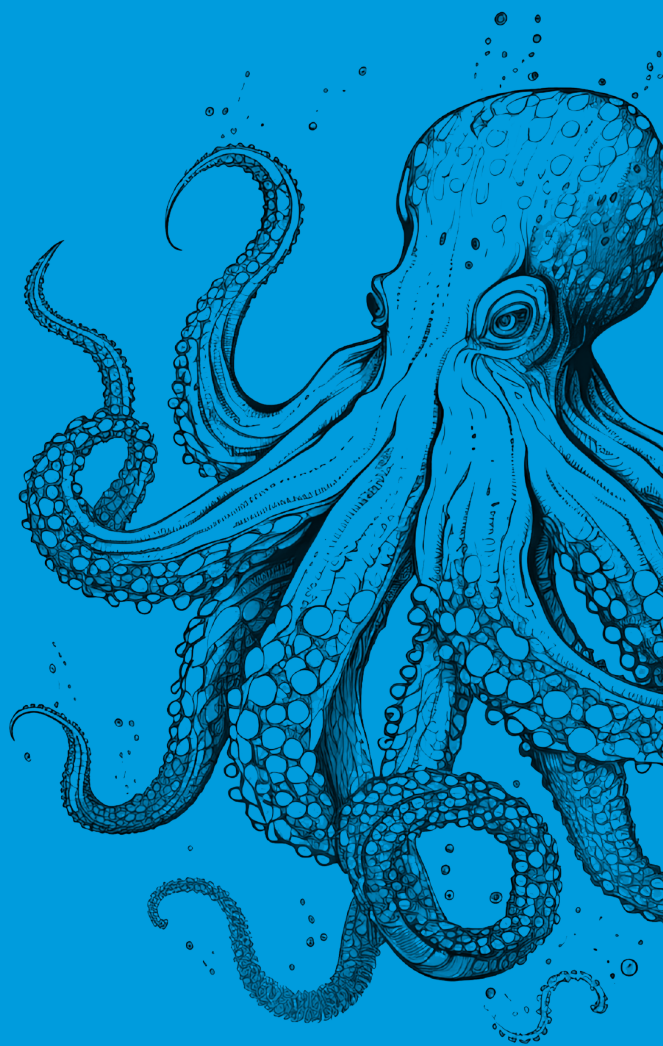
3. NOR-PB-02. Introducción de organismos patógenos microbianos.....	41
3.1. Caracterización de la presión	41
3.1.1. Descripción de la presión	41
3.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	42
3.2. Enfoque DPSIR	47
3.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	47
3.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	47
3.2.3. Efectos transfronterizos.....	47
3.2.4. Descriptores afectados	47
3.3. Fuentes de información.....	48

PRESIONES POR APOORTE DE SUSTANCIAS, BASURAS Y ENERGÍA

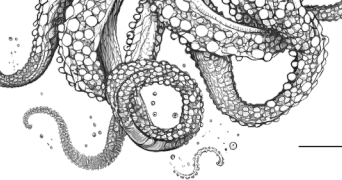
4. NOR-PSBE-02. Aporte de materia orgánica: Fuentes difusas y fuentes puntuales.....	50
4.1. Caracterización de la presión	50
4.1.1. Descripción de la presión	50
4.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	50



4.2. Enfoque DPSIR	55
4.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	55
4.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	55
4.2.3. Efectos transfronterizos.....	55
4.2.4. Descriptores afectados	56
5. NOR-PSBE-03. Aporte de otras sustancias: fuentes difusas, fuentes puntuales, deposición atmosférica, incidentes graves.....	57
5.1. Caracterización de la presión.....	57
5.1.1. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	57
5.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	58
5.2. Enfoque DPSIR	89
5.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	89
5.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	89
5.2.3. Descriptores afectados	90
5.3. Fuentes de información.....	91
6. NOR-PSBE-04. Aporte de basuras (basuras sólidas, incluidas microbasuras)	92
6.1. Caracterización de la presión.....	92
6.1.1. Descripción de la presión	92
6.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	92
6.2. Enfoque DPSIR	101
6.2.1. 2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	101
6.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	101
6.2.3. Efectos transfronterizos.....	101
6.3. Fuentes de información.....	102
7. NOR-PSBE-06. Aporte de otras fuentes de energía: vertidos térmicos.....	103
7.1. Caracterización de la presión.....	103
7.1.1. Descripción de la presión	103
7.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	104
7.2. Enfoque DPSIR	107
7.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	107
7.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	107
7.2.3. Efectos transfronterizos.....	107
7.2.4. Descriptores afectados	107
7.3. Fuentes de información.....	108



PRESIONES FÍSICAS



Las actividades humanas pueden inducir 4 tipos de presiones físicas sobre el fondo marino:

- ◆ Abrasión: raspado del sustrato sin eliminación de sedimentos.
- ◆ Deposición: acumulación, vertido o aporte de sedimentos sobre los sustratos existentes.
- ◆ Eliminación: retirada neta de sustrato del fondo marino (por ejemplo, extracción de áridos, dragado de sedimentos, socavación alrededor de instalaciones).
- ◆ Sellado: recubrimiento del sustrato original con estructuras artificiales u otros materiales alóctonos.

Los dos primeros tipos de presión (abrasión y deposición) dan lugar a perturbaciones físicas y pueden llegar a provocar pérdidas físicas en función de la intensidad y/o persistencia de la presión. La eliminación y el sellado implican directamente una pérdida física.

La perturbación física implica modificaciones del fondo marino en su perfil o en su naturaleza. Si bien las perturbaciones producidas por estas actividades son temporales o reversibles, producen alteración de los hábitats y comunidades bentónicas.

Por otra parte, se entiende por pérdidas físicas en los ecosistemas marinos la desaparición o modificación permanente del sustrato o de hábitats motivada por el sellado, así como la variación del perfil del fondo por la retirada neta de sustrato.

En este contexto, el término permanente, que diferencia las pérdidas físicas de las perturbaciones físicas, ha sido definido en el Grupo de Trabajo de Fondos Marinos (TG Seabed) creado por la Comisión Europea en el marco de la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina) valorando si los impactos producidos son o no reversibles. Para que un cambio sea clasificado como permanente, y por tanto la presión se considere como pérdida física, debe cumplirse al menos una de las siguientes condiciones:

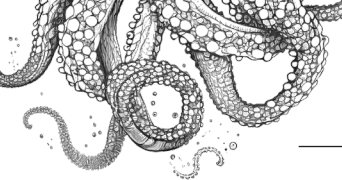
- ◆ La reversión de los efectos requiere de la intervención humana.
- ◆ Las tasas de recuperación natural son desconocidas o no están documentadas, o superan los 12 años.

Considerando las pérdidas físicas, el sellado de los fondos marinos viene provocado por la instalación sobre el sustrato de diferentes infraestructuras ocupando parte del mismo. También se considera sellado el recubrimiento del fondo con material alóctono. El sellado implica, por tanto, una ocupación del sustrato que puede ser considerada permanente, provocando la desaparición de las comunidades bentónicas que viven en el fondo ocupado. Entre las infraestructuras marítimas que producen sellado se encuentran:

- ◆ Las infraestructuras portuarias.
- ◆ Las infraestructuras de defensa costera, fundamentalmente las transversales como espigones, y los diques exentos.
- ◆ Los arrecifes artificiales que se instalan sobre fondo marino con diferentes fines.
- ◆ Las plataformas de exploración y explotación de hidrocarburos.
- ◆ Los parques eólicos marinos (espacios cimentados sobre el fondo).
- ◆ Otras infraestructuras instaladas mar adentro, como plataformas científico-técnicas.
- ◆ La creación de playas artificiales.

Entre las actividades que producen la modificación del perfil de fondo y, en ocasiones también su naturaleza, debido a la retirada de sedimentos se encuentran:

- ◆ La extracción de sedimentos del fondo marino ya sea para regeneración de playas, para aumentar o mantener el calado de los puertos o como material de relleno para infraestructuras portuarias. Son varios los sistemas que se emplean en la extracción de materiales, dejando en los fondos marcas de diferente naturaleza. Así, por ejemplo, la succión de arrastre genera surcos menos



profundos pero que ocupan una mayor superficie que la succión estacionaria, donde los socavones son más localizados. La morfología final del lecho marino depende también del tipo de sustrato (arena o grava) y de la capacidad de las corrientes locales para redistribuir el sedimento.

- Dentro de las actividades de reestructuración del litoral con el fin de proteger la costa frente al cambio climático se considera que el trasvase de sedimentos entre playas diferentes supone una extracción de sedimentos. Por el contrario, las reacomodaciones de áridos en la misma playa se considera que generan una alteración del sistema, ya que no se produce una retirada del sedimento como tal, sino su recolocación.

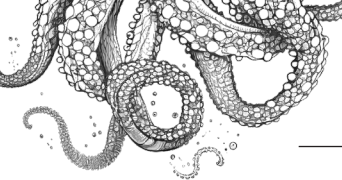
Para las perturbaciones físicas se han considerado las siguientes actividades que pueden producir una modificación del fondo marino tanto en su perfil como en su naturaleza:

- Cables submarinos por la remoción de sedimentos creada al enterrar estas infraestructuras.
- Instalaciones de acuicultura por la acumulación de sedimentos que se produce por debajo las instalaciones acuícolas.
- Fondeo de embarcaciones comerciales y deportivas por la abrasión del fondo provocada por las estructuras de fondeo.
- Vertido de material dragado por la deposición de sedimentos sobre los sustratos existentes.
- Aporte de áridos a playas por la deposición de sedimentos sobre los sustratos existentes.
- Pesca de arrastre por la abrasión del fondo marino producida por las artes de pesca de arrastre.

En este tercer ciclo de estrategias marinas se dispone de mejor información que en ciclos anteriores sobre la localización de las actuaciones que causan pérdidas o perturbaciones. Por un lado, porque se ha realizado un gran esfuerzo para establecer los mecanismos para recopilar esta información, que anteriormente no era solicitada de forma tan pormenorizada para algunas actividades. Sin embargo, todavía se siguen encontrando algunas limitaciones para estimar la superficie de fondo marino afectada por pérdida física, ya que en ocasiones los promotores o autoridades competentes:

1. No disponen de información geográfica de la zona afectada.
2. No se facilita como un polígono, sino como punto o tramo.
3. Proporcionan planos de detalle como imagen que son difíciles de georreferenciar por contener pocos puntos en tierra claramente identificables.
4. Ofrecen la información de proyecto, y no la superficie realmente afectada por las actuaciones.

Por otro lado, se han desarrollado mejoras de las metodologías para analizar algunos de los indicadores con el fin de caracterizar mejor, a mayor escala y con más precisión, las zonas potencialmente afectadas por perturbaciones o pérdidas, como es el caso de los fondeos, tanto comerciales como recreativos, o la pesca con artes demersales.



1. NOR-PF-01. Perturbaciones físicas

1.1. Caracterización de la presión

1.1.1. Descripción de la presión

Esta ficha aborda las perturbaciones físicas. Su definición y la identificación de las actividades que causan esta presión se especifica en la introducción a las presiones físicas. Se describen a continuación los trabajos realizados para la cuantificación de la presión.

1.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino se ha realizado el seguimiento de las actividades humanas anteriormente mencionadas en base a los siguientes indicadores con el fin de calcular la superficie marina afectada por pérdidas físicas en el periodo 2016-2021:

- ◆ **PF-01-01.** Superficie del fondo marino perturbada por el vertido de material dragado (m²)
- ◆ **PF-01-02.** Superficie del fondo marino perturbada por cables submarinos (m²)
- ◆ **PF-01-03.** Superficie del fondo marino perturbada por instalaciones de acuicultura marina (m²)
- ◆ **PF-01-04.** Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones comerciales (m²)
- ◆ **PF-01-05.** Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones deportivas (m²)
- ◆ **PF-01-06.** Superficie del fondo marino perturbada por pesca con artes de fondo (m²)
- ◆ **PF-01-07.** Superficie del fondo marino perturbada por aporte de áridos a playas (m²)

Se describen a continuación los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores mencionados. Estos deben ser interpretados con cierta cautela, teniendo en cuenta las especificaciones realizadas para cada uno de ellos.

1.1.2.1. PF-01-01. Superficie del fondo marino perturbada por el vertido de material dragado (m²)

El vertido de material dragado al mar supone una perturbación del fondo marino por la llegada de nuevos sedimentos, que pueden tener una granulometría y composición diferente de la presente en el lugar de vertido, y también porque, entre otros efectos, puede provocar el enterramiento, total o parcial, de la biota asentada en el sustrato.

La información sobre los volúmenes de material vertido al mar y la localización de la zona en la que se produce el vertido se obtiene anualmente de diferentes fuentes. Las Autoridades Portuarias informan sobre las características de los dragados realizados por los puertos de interés general indicando, entre otros datos, los volúmenes y la localización del destino final de los materiales dragados, con especial detalle cuando han sido vertidos al mar. Para el caso de los puertos autonómicos, MITECO recopila la información de las comunidades autónomas con mediación de las capitanías marítimas.

A partir de la información recopilada de esta manera, anualmente se cumple con los requerimientos de notificación a los convenios internacionales de protección del medio marino.

Tradicionalmente, para indicar la localización del vertido al mar se proporcionaba el punto de vertido autorizado y no el área en la que la draga había realizado la operación de vertido. A partir del segundo ciclo de estrategias marinas, se adaptan los formularios enviados a las autoridades competentes



como hoja de cálculo, solicitando información sobre el área de vertido, con coordenadas o planos, para poder tener una mejor información con la que abordar este indicador.

Cuando el vertido se produce en un puerto, porque el material se reutiliza para relleno, o en una playa, para su regeneración, es más fácil ofrecer detalles sobre la localización. Por el contrario, cuando el vertido se produce en alta mar, establecer el área real de vertido es más difícil, dado que la draga realiza múltiples viajes y no siempre vierte en la misma posición. Por ello para establecer las zonas de vertido conviven en estos momentos geometrías de tipo punto con geometrías de tipo polígono. Para estos últimos, se supone que toda la zona de vertido puede haber sido utilizada y que su fondo está perturbado por la llegada de nuevos sedimentos. No se establece área de influencia para tener en cuenta la posible dispersión por las corrientes.

Para los puntos de vertido se desconoce qué área del fondo marino se podría ver afectada, ya que depende de múltiples factores como el volumen vertido, la granulometría, la forma de realizar el vertido, la precisión en el posicionamiento en el momento de la descarga, el estado del mar, etc. Esta información va a ser utilizada en el descriptor D6 para evaluar la afección sobre los distintos tipos de hábitats, y se prefiere utilizar aquí el principio de precaución.

En el futuro está previsto desarrollar una metodología para explorar la información que se pudiese obtener a partir de las señales AIS emitidas por las dragas y evaluar si se puede obtener información más precisa para este indicador que solvante las dificultades encontradas hasta ahora.

En la demarcación marina noratlántica se han proporcionado, para el periodo 2016-2021, 25 puntos de vertido y 12 zonas de vertido para 79 vertidos al mar en los que se ha proporcionado información geográfica. Algunos de estos puntos y zonas son coincidentes o se sitúan muy cercanos entre ellos (Figura 1). La superficie ocupada por los polígonos de vertido es de 11,4 km², por lo que se considera que el área del fondo marino perturbado en esta demarcación es, como mínimo, esa cantidad.

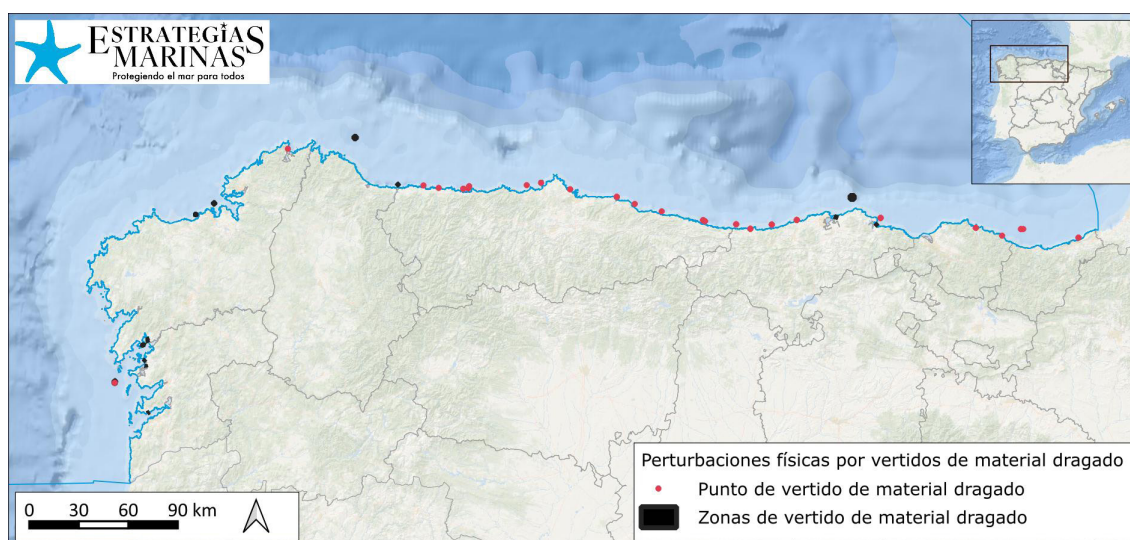


Figura 1. Localización de potenciales perturbaciones físicas por vertidos de material dragado. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de Puertos del Estado y las comunidades autónomas)

1.1.2.2. PF-01-02. Superficie del fondo marino perturbada por cables submarinos (m²)

En la demarcación noratlántica, el tendido de cables submarinos se corresponde exclusivamente con cables de telecomunicaciones, en particular de carácter internacional, de ámbito europeo (conexión con Reino Unido) o intercontinental (conexión con Estados Unidos).



Durante el periodo 2016-2021 el tendido de nuevos cables en la demarcación noratlántica se corresponde con la ampliación de la red de cables de fibra óptica (ficha A-12):

- ◆ **Marea:** fruto del acuerdo entre Facebook (Meta), Telefónica y Microsoft, se trata de la primera conexión entre EEUU (Virginia Beach) y España (Bilbao), mediante el tendido de un cable submarino transatlántico de 6.600 km que concluyó en 2018.
- ◆ **Amitié:** propiedad del consorcio formado por Facebook (Meta), Aqua Comms, Vodafone, Orange y Microsoft, constituye un cable de fibra óptica trasatlántico que conecta EEUU (Lynn) con Reino Unido (Bude) y Francia (Le Porge). De una longitud total de 6.792 km, fue instalado en 2021 aunque no ha entrado en servicio hasta 2023.

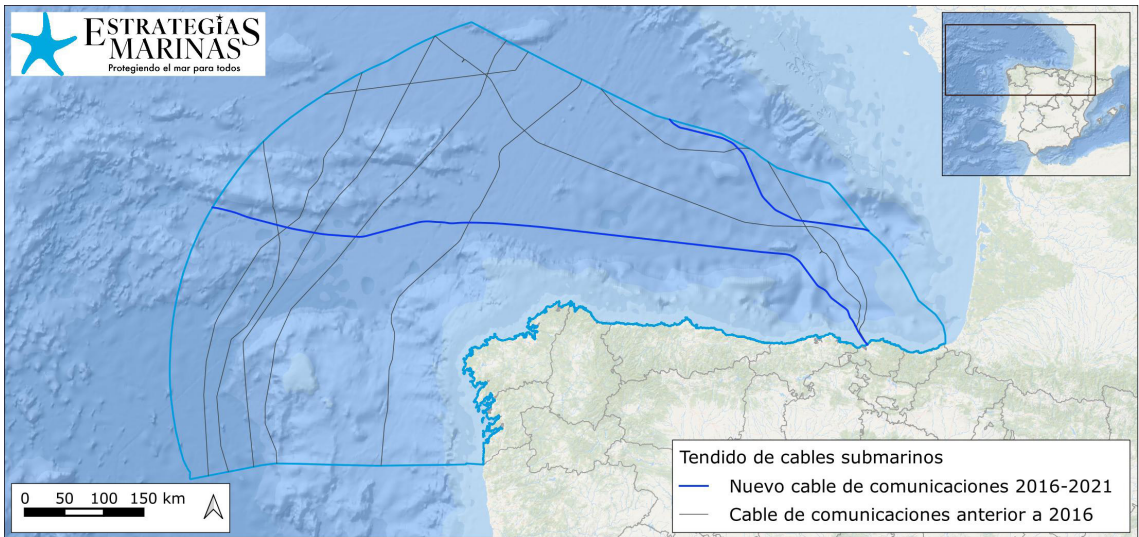


Figura 2. Ubicación aproximada de los cables tendidos en la demarcación noratlántica. En azul, se destacan los cables tendidos en el periodo 2016-2021. (Fuente: IHM)

La superficie de fondo marino perturbada se ha determinado mediante un área de influencia de 1,5 m a ambos lados de los cables. La Tabla 1 detalla la superficie de afección sobre el fondo marino de los nuevos tendidos, sumando 3.612.000 m² y correspondiendo al 0,0001 % de la superficie total de la demarcación.

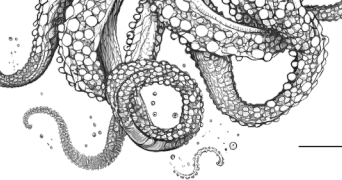
Tabla 1. Superficie de fondo marino perturbada por los nuevos cables tendidos en la demarcación noratlántica en el periodo 2016-2021. (Fuente: CEDEX a partir de información del IHM)

Nombre del cable	Tipo	Superficie afectada (m ²)
Marea	Fibra óptica	2.678.000
Amitié	Fibra óptica	934.000

1.1.2.3. PF-01-03. Superficie del fondo marino perturbada por instalaciones de acuicultura marina (m²)

El indicador cuantifica el área de fondo marino perturbado por las actividades de acuicultura marina, descrita en las fichas de actividad A-17. Se incluye también en este apartado las perturbaciones potenciales que se pudiesen producir por marisqueo (ficha de actividad A-13).

Se considera que la acuicultura da lugar a una perturbación del fondo marino por la sedimentación y deposición en el fondo de materia orgánica y otras partículas, tanto debajo de las instalaciones



flotantes como en un perímetro cercano. En el caso de los parques de cultivo, se considera que la perturbación viene por la remoción del sustrato para la búsqueda de moluscos.

Para evaluar la superficie del fondo marino perturbada en la demarcación se han seguido diferentes criterios, en función de las distintas casuísticas observadas. Se parte de la información geográfica disponible tanto de instalaciones como de recintos. Cuando los recintos están ocupados sólo por las bateas, fijas o flotantes, o por bateas y *long-lines*, se le supone un área de influencia de 150 m a cada instalación individual, para así no considerar como perturbada áreas donde no hay instalaciones. Para el resto de tipos de cultivo (jaulas, etc.), se selecciona el recinto en el que se ubican, incluidos los parques de cultivo antes mencionados, donde se entiende que toda la superficie ocupada por los mismos está potencialmente perturbada. Si en un recinto se ubican bateas y otros tipos de cultivo, en este caso se considera afectado el recinto completo.

En el caso del marisqueo, todas las zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas que se localizan dentro de la demarcación se consideran como superficie potencialmente afectada, puesto que no es posible saber en cuáles de ellas se marisquea habitualmente y en cuáles no.

La Figura 3 muestra la localización de las zonas potencialmente perturbadas por las actividades de acuicultura y marisqueo, mientras que en la Tabla 2 se ofrece el resumen de las superficies afectadas individualmente por cada una de estas actividades, y en conjunto, puesto que gran parte de las instalaciones de acuicultura se sitúan en zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas (Figura 4). La superficie potencialmente perturbada por acuicultura y marisqueo se estima en 5.679 km².

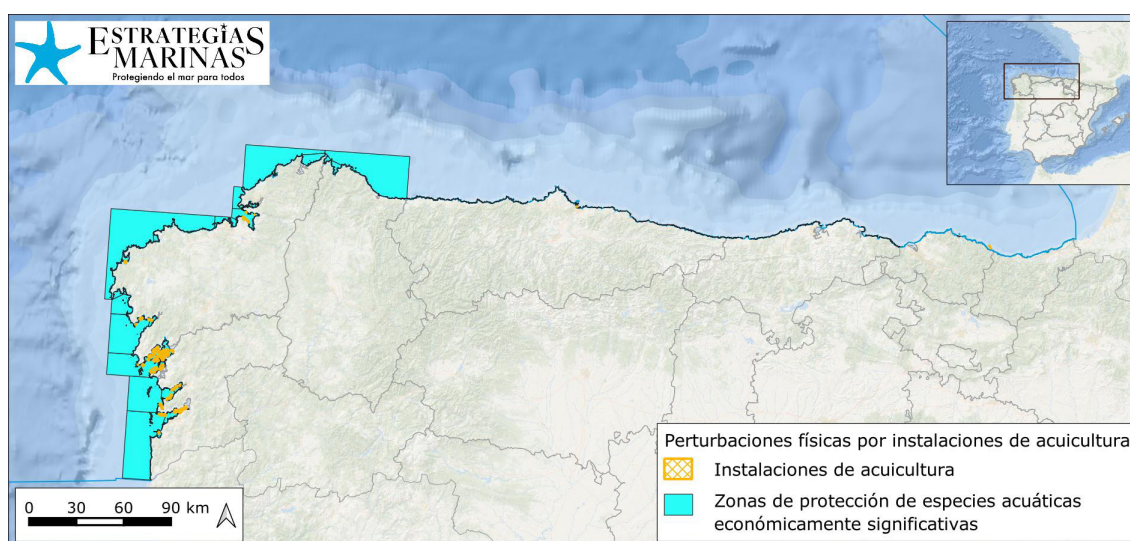


Figura 3. Localización de potenciales perturbaciones físicas por las actividades de acuicultura y marisqueo. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de las fichas de actividad A-13 y A-17)

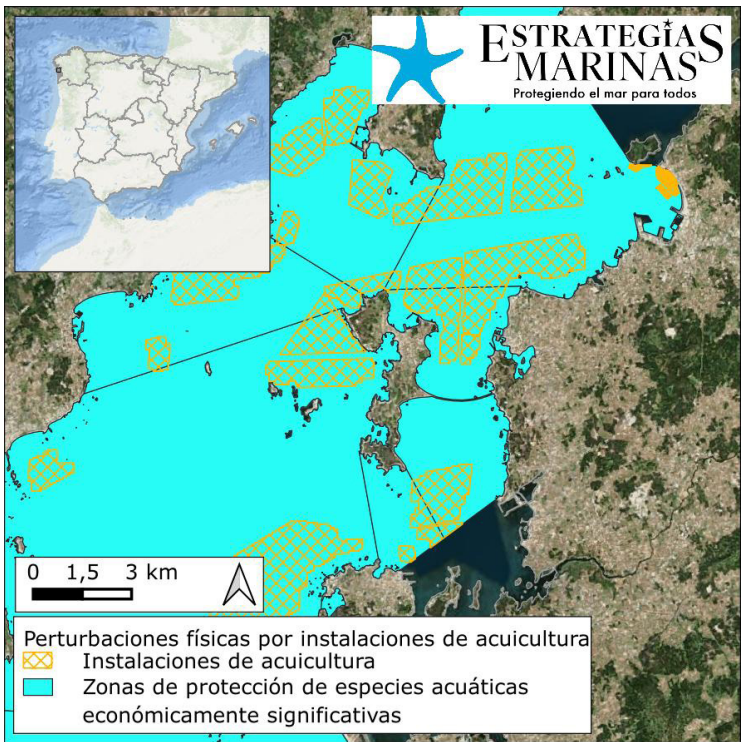


Figura 4. Ejemplo de zonas perturbadas por las actividades de acuicultura y marisqueo. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de las fichas de actividad A-13 y A-17)

Tabla 2. Superficie potencialmente perturbada por actividades de acuicultura y marisqueo (km²). (Fuente: CEDEX)

Demarcación	Instalaciones de acuicultura	Zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas	Acuicultura y marisqueo	% de la superficie de la demarcación marina potencialmente perturbada
Noratlántica	71,26 km²	5.678,76 km²	5.679,03 km²	1,81 %

1.1.2.4. PF-01-04. Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones comerciales (m²)

El indicador cuantifica la superficie de fondo marino que podría verse afectada por el fondeo de embarcaciones comerciales. Se realiza a partir del tratamiento y análisis de señales emitidas por los sistemas de identificación automática que llevan instalados los buques (AIS, por sus siglas en inglés), que incluyen la geolocalización de los buques. En la ficha A-22 sobre tráfico marítimo se dan más detalles sobre este sistema y se indican los buques que obligatoriamente deben llevar este dispositivo. El CEDEX dispone de una base de datos histórica que contiene los mensajes AIS proporcionados por SASEMAR para el periodo 2012-actualidad.

Para evaluar este indicador las tipologías de buques consideradas son los siguientes buques comerciales: pasajeros (tipos 60-69 la Recomendación ITU-R M.1371-5), cargo (tipos 70-79) y tanques (tipos 80-89). El ámbito espacial analizado se corresponde con la zona II de los puertos de interés general. El último criterio de selección considerado es que el estado de navegación indicado en el mensaje AIS sea fondeado (navstatus=1). El periodo de estudio comprende los años 2015-2022 y el intervalo



de recuperación de datos es de 1 hora. Este intervalo se considera suficiente puesto que los buques comerciales suelen estar fondeados en los lugares habilitados para ello periodos de tiempo más amplios, de varias horas o días. Cada una de las áreas de estudio se ha discretizado usando una malla de 0,001 grados de resolución, por lo que el número final de filas y columnas del mallado dependerá del área de la zona II de cada puerto.

El resultado que se obtiene del procesado de la información anterior es el número de horas que los buques permanecen en las distintas celdas. Para facilitar la visualización se ofrecen mapas de polígonos con una duración de fondeos similar, de tal forma que los colores rojos indican una mayor ocupación temporal de la superficie marina, mayor cantidad de horas de fondeo.

A los resultados obtenidos se les realiza un control de calidad, derivado de las limitaciones de los datos empleados: el estado de navegación es un dato que la tripulación del buque introduce manualmente cuando cambia su estado, por ejemplo, de navegando a fondeado o viceversa, y no siempre lo hace en el instante preciso en el que se produce el cambio. Este control se realiza en dos fases. En la primera se utiliza la significancia estadística, y se omiten aquellos valores que están por debajo del primer cuantil de los tiempos de ocupación de cada celda, para tratar de eliminar los valores del estado de navegación incorrectamente introducidos. El intervalo restante se divide utilizando en 9 clases, que distan entre ellas un percentil de 7,5. En una segunda fase se analizan los resultados visualmente y se aplica el criterio de experto para validarlos o hacer pequeñas correcciones si fuese necesario. En este paso se utiliza también la información ofrecida por las cartas náuticas, de contornos de fondeaderos.

Con esta metodología se obtiene la ocupación de los fondeaderos. No se puede conocer el número de anclas que se han lanzado al fondo en un periodo determinado, ni los daños causados, pero cabe presuponer que allí donde ha habido ocupación en superficie ha habido también fondeo. Como ejemplo, la Figura 5 muestra la imagen del resultado obtenido en el área del puerto de Bilbao junto con la imagen de la carta náutica donde se delimitan las zonas de fondeo, donde se puede apreciar cómo el fondeo se produce en las zonas habilitadas para ello, y que el fondeadero situado más alejado del puerto es el que menos ocupación presenta.

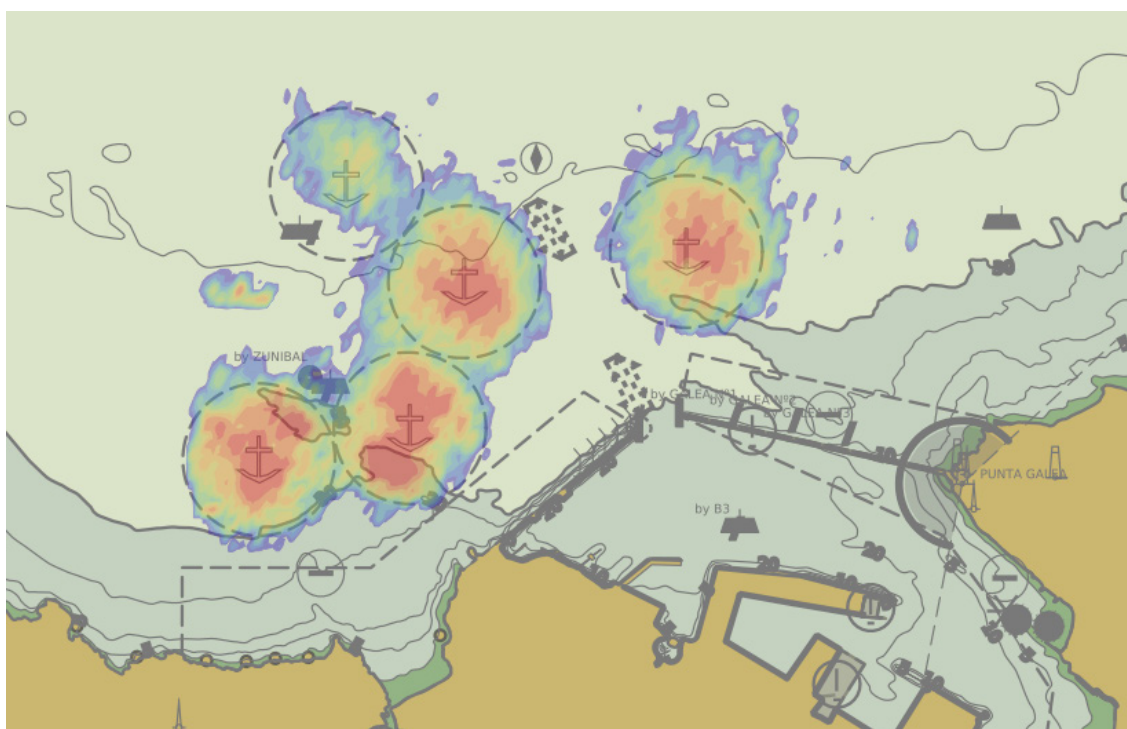
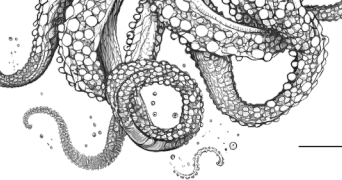


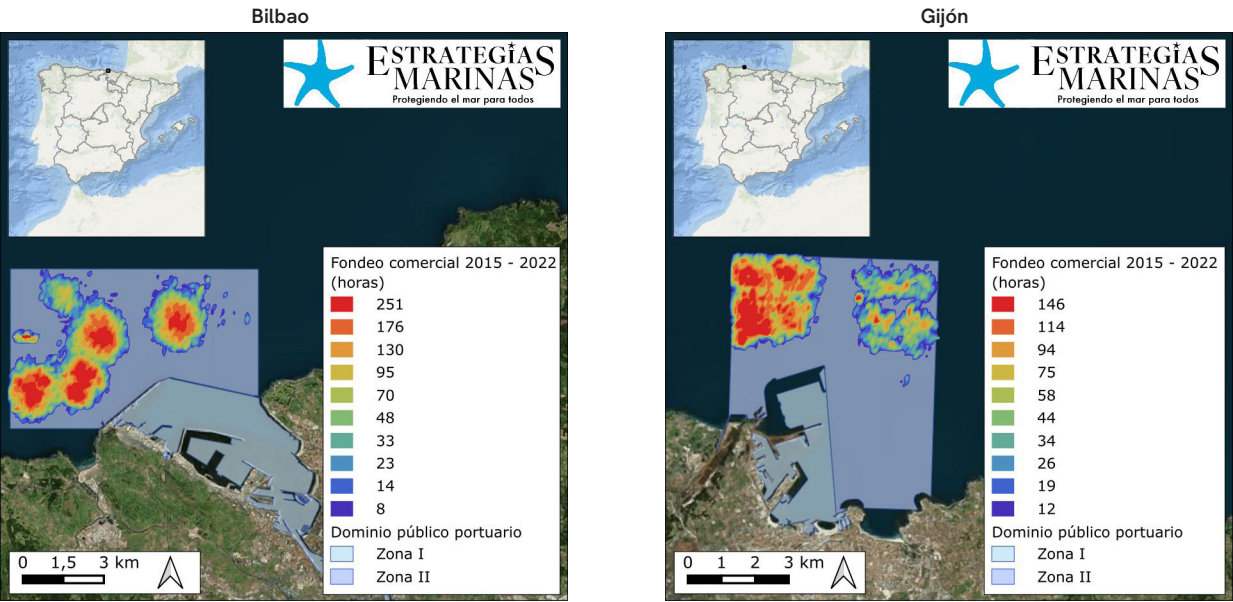
Figura 5. Fondeo comercial en los fondeaderos de la Autoridad Portuaria de Bilbao representados en las cartas náuticas. (Fuente: IHM y CEDEX)



Tras el análisis, y como conclusión, hay que mencionar que la superficie del fondo marino que se estima potencialmente afectada por perturbaciones físicas por fondeo comercial asciende a más de 80 km². En la Figura 7 se muestra la intensidad de la ocupación de algunos puertos de interés general a modo de ejemplo.



Figura 6. Zonas identificadas con perturbaciones físicas por fondeo comercial. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)



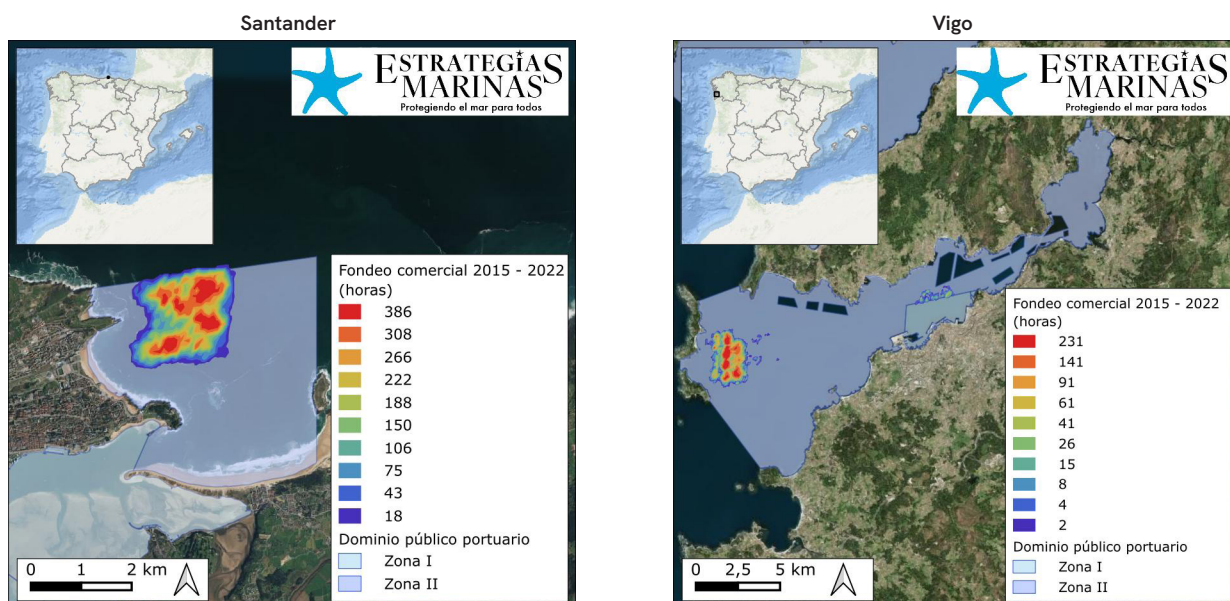


Figura 7. Horas de presencia de buques comerciales fondeados en el periodo 2015-2022. Nótese que las escalas son diferentes en cada figura.
(Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

1.1.2.5. PF-01-05. Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones deportivas (m²)

Otra de las actividades que causan una perturbación física del fondo marino es el fondeo de embarcaciones recreativas. Tanto el ancla como el arrastre de la cadena sobre el fondo originan una modificación del sustrato y la degradación de las especies que en él habitan. Esta es una actividad muy extendida por las costas españolas, y hasta hace unos años, no eran muchas las zonas habituales de fondeo donde existiesen sistemas de amarre regulado que impidiese el impacto en los fondos. En los últimos años se está llevando a cabo una mayor regulación y vigilancia de esta actividad, realizándose estudios sobre capacidad de carga y habilitándose zonas de fondeo, permanentes o de temporada, que impidan que se causen daños.

El CEDEX ha desarrollado una metodología para identificar barcos de recreo fondeados y el área de fondo afectada por el barrido de la cadena en Canarias en el marco del proyecto europeo Advancing Maritime Spatial Planning in the Outermost Regions (MSP-OR). Parte de los trabajos de Deter et al. (2017) para la costa azul francesa, si bien ha sido modificada para adaptarla a la casuística de la costa española. Está basada en el análisis de datos AIS de los tipos 36, navegación a vela, y 37, turismo, de la Recomendación ITU-R M.1371-5, y tiene como principal ventaja el constituir un flujo continuo de datos, del que además se dispone de una serie histórica de más de 10 años. Por el contrario, la principal limitación de esta metodología es que sólo los buques recreativos de más de 24 m de eslora, están obligados a llevar AIS (AIS A), y en España, la mayoría de los barcos recreativos son embarcaciones, de menos de 24 m de eslora, donde la instalación del sistema AIS es voluntaria (AIS B). Deter et al. (2017) estimaron que sólo 1 de cada 20 barcos recreativos disponen de sistema AIS, con un sesgo a favor de los de mayor eslora. Está pendiente todavía la verificación de este dato para España, siendo necesario hacer un cálculo de la representatividad de este método para distintas zonas de la costa.

El análisis que se realiza con esta metodología es de alta resolución espacial y temporal. Por ello se extraen todas las posiciones y datos estáticos (nombre, identificador del buque, etc.) asociados tanto a los mensajes AIS A como AIS B para el periodo considerado en la zona de estudio designada. Un ejemplo se muestra en la Figura 8.

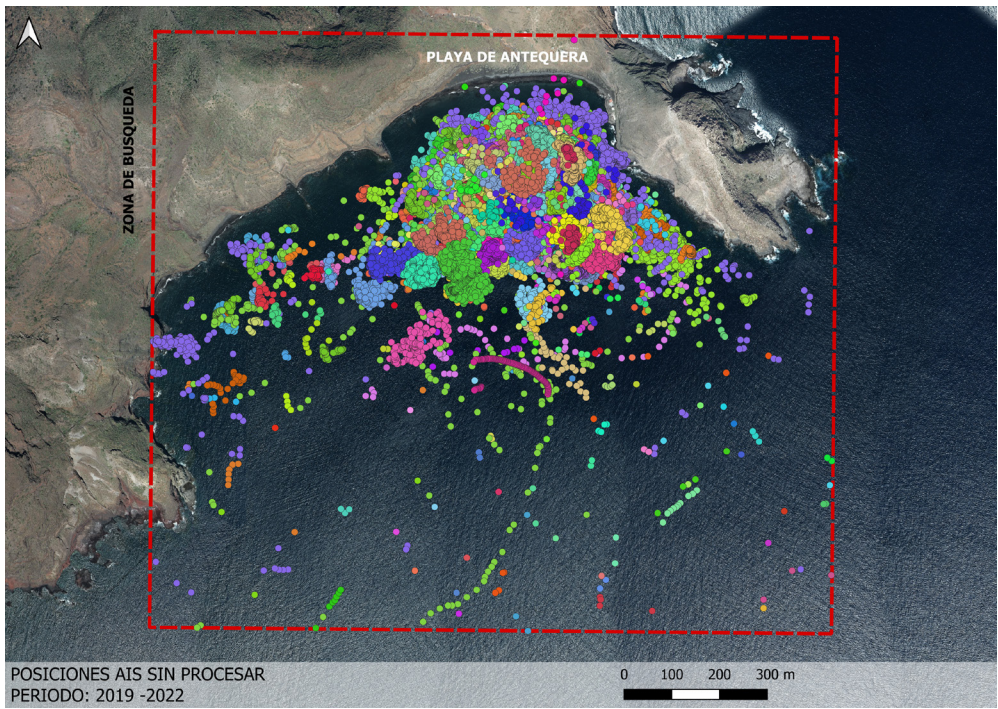


Figura 8. Posiciones AIS sin procesar (los distintos colores muestran diferentes barcos recreativos). (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR para el proyecto europeo MSP-OR)

Tras la adecuación de los datos, se definen una serie de criterios para distinguir cuando un barco está fondeado de cuando no lo está: velocidad máxima del barco inferior a 1 nudo, número mínimo de 10 posiciones, tiempo mínimo de presencia o tiempo y distancia máxima entre dos posiciones consecutivas. Con ello se hace una primera selección de los buques que están fondeados y se determina el número de fondeos de cada uno de ellos y su duración. Posteriormente, para cada fondeo se realiza el ajuste de sus posiciones a una circunferencia, y se considera que su centro es la posición del ancla. Para evaluar el área barrida por la cadena se realiza la envolvente de las posiciones de fondeo, considerando también la supuesta posición del ancla (en función de si cambia la corriente de marea o la dirección del viento, el área barrida puede aparentar el círculo completo o un sector circular), y se reduce el área del polígono obtenido en 1/3, manteniendo su forma, para no considerar como afectada la zona en la que la cadena se encuentra suspendida en el agua.

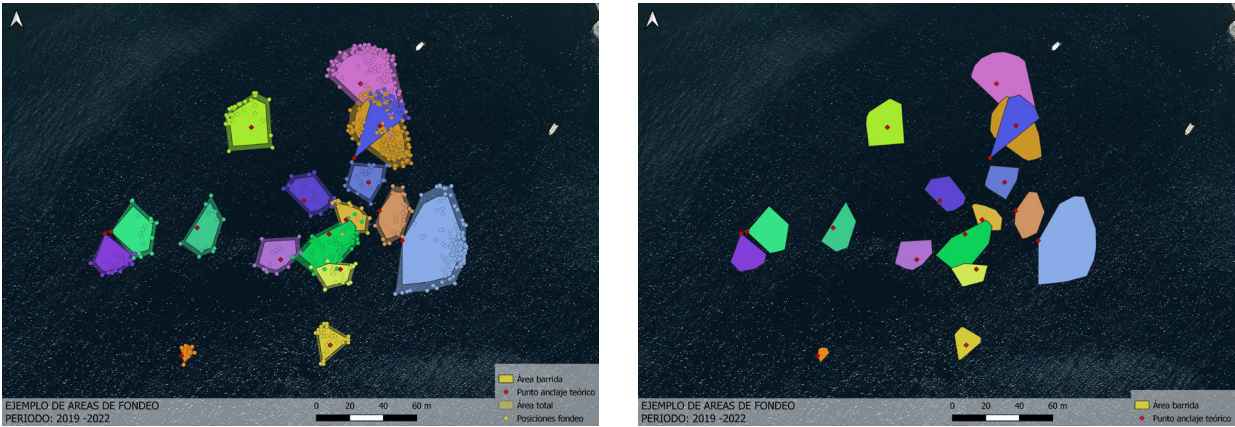


Figura 9. Posiciones AIS, envolvente y área potencialmente perturbada (los distintos colores muestran diferentes fondeos). (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR para el proyecto europeo MSP-OR)



La distribución de los fondeos se representa espacialmente en forma de malla, a través del número de anclas por celda o de la densidad de fondeos, esto es el número de veces que una celda, o parte de ella, ha sido barrida por una cadena y el tiempo que ha durado su ocupación. Otros resultados interesantes que se obtienen son un histograma de las esloras de los buques, de la duración de los fondeos, el número de fondeos por días, días de la semana, meses y años, para poder evaluar las épocas de mayor ocupación de los fondeaderos.

Dadas las dimensiones del litoral de la demarcación, esta metodología de detalle no puede ser aplicada en toda la demarcación, y se han seleccionado distintas zonas piloto para poder evaluar los resultados obtenidos. Se ha tratado de elegir zonas donde no existan sistemas de amarres que regulen el fondeo, para tratar de identificar las zonas potencialmente perturbadas. En el caso de la demarcación noratlántica, se han seleccionado las islas Cíes y el litoral asturiano. En este último los resultados obtenidos muestran como el fondeo se concentra principalmente en las rías y no hay zonas con fondeo masivo de barcos que dispongan de AIS en mar abierto.

Para las islas Cíes, el número de posiciones AIS obtenidas para el periodo 2016-2021 es de 760.635. Después de aplicar la metodología descrita se contabilizaron 5.400 fondeos. En cuanto a la distribución espacial, los fondeos se concentran frente a las playas de Rodas, Nuestra Señora y San Martiño, estando menos frecuentada la playa de Figueiras (Figura 10). La Figura 11 muestra la duración de la ocupación de las celdas por cadenas y anclas, y las conclusiones que se obtienen de la misma son similares a las ya expuestas. La superficie estimada en la que el fondeo pudiera estar provocando perturbaciones físicas es de 1,28 km².

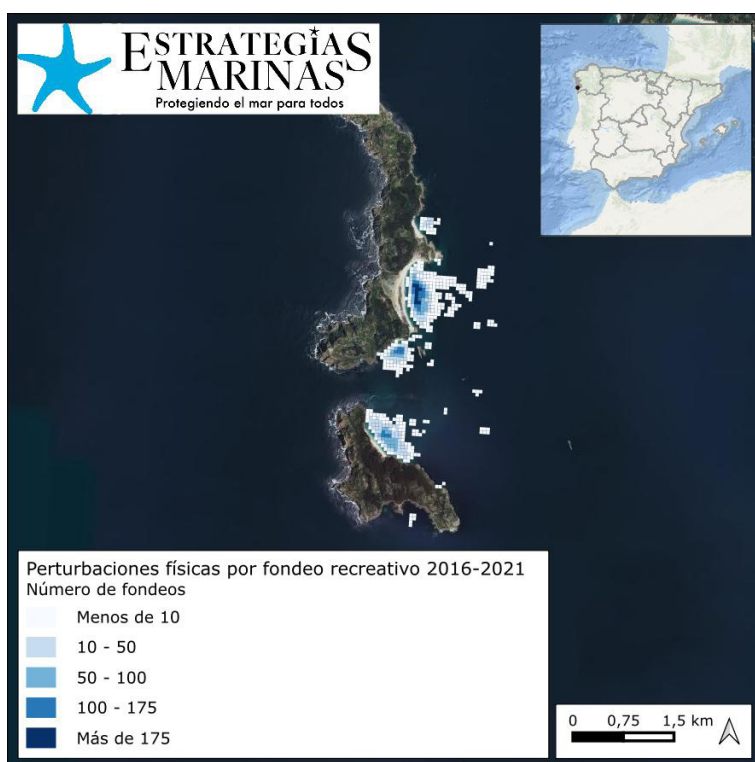


Figura 10. Número de fondeos (ancla o cadena) en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

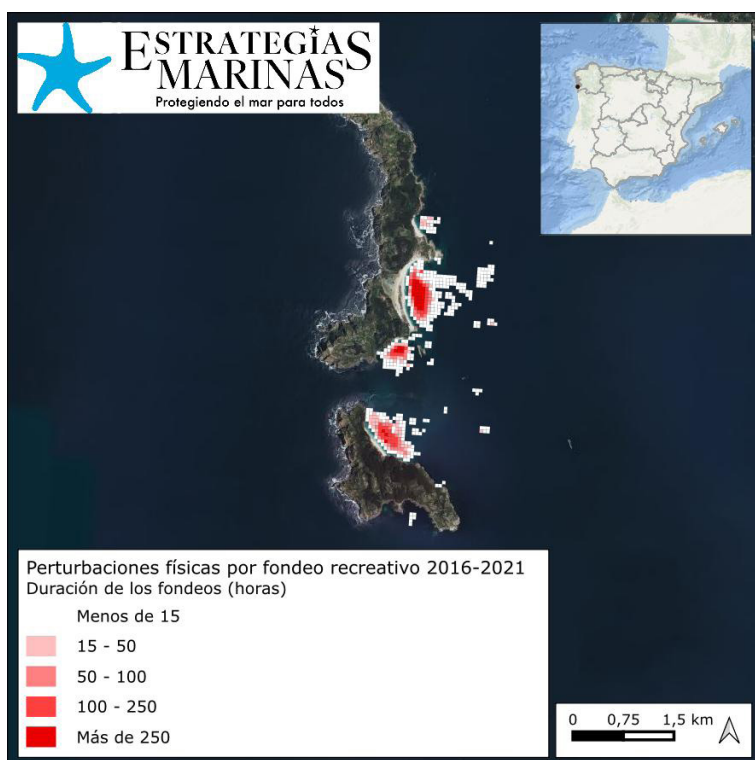


Figura 11. Horas de presencia de fondeos (anclas o cadena) en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

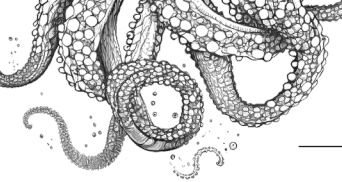
1.1.2.6. PF-01-06. Superficie del fondo marino perturbada por pesca con artes de fondo (m²)

Para la obtención de la distribución espacial de una actividad pesquera por arte o por metier (metier, combinación de arte de pesca, caladero, época de pesca y caladero de pesca) es necesario combinar la información de los cuadernos de pesca o *logbooks* y los sistemas de seguimiento de buques (SSB), en este caso concreto la información contenida en los VMS (*Vessel Monitoring System*) (Fernández-Arcaya et al., 2024). Los reglamentos de la UE 2371/2002, 2244/2003, 1224/2009 y 404/2011, junto con sus trasposiciones a la legislación estatal, establecen que los buques de más de 15 m de eslora, posteriormente ampliada a los buques de 12 m con mareas de más de 24 horas, está obligados a llevar instalado el sistema de localización de buques por satélite (*Vessel Monitoring System*, VMS).

Según los reglamentos arriba mencionados, cada embarcación debe emitir una señal, al menos cada dos horas. Esta frecuencia puede ser cambiada bien por decisión del Estado miembro o ser reglamentada para zonas o pesquerías concretas. Con cada señal queda registrada:

- ◆ Identificación de la embarcación (Código CFR)
- ◆ Fecha y hora
- ◆ Posición en latitud y longitud
- ◆ Velocidad instantánea
- ◆ Rumbo
- ◆ Si está Activo (realizando pesca) o No

La información de si está pescando o no se gestiona desde el barco, siendo en la mayoría de las ocasiones incorrecta, por lo que no puede ser utilizada.



A esta información es necesario aplicarle determinados filtros que permitan identificar qué señales corresponden a pesca y cuáles no, lo que permite establecer claramente las zonas de pesca y el tiempo aproximado que la flota pasa en cada una de ellas. La identificación de si está o no pescando en un momento determinado se hace en base al arte de pesca que está utilizando y la velocidad media, que es particular de cada pesquería. Una vez que esta información se ha procesado, se puede combinar con cualquier información contenida o derivada de los diarios de pesca. Así, se puede obtener la distribución espacial de las capturas por especie, o, al cruzar la información de los diarios de pesca con la de las hojas de venta diarias, la distribución espacial del valor económico obtenido (ganancia) por una pesquería de la venta de las descargas.

El procesado de la información se realiza en tres fases:

1. control de calidad y preparación de la información de los VMS
2. combinación con la información de los libros de pesca, que permite incorporar información de arte de pesca y metier a los VMS
3. identificación de pesca o navegación

Para el procesado de la información y aplicación de filtros se usa una combinación de algoritmos propios y del paquete para R VMStools (Hintze et al, 2012)

En la primera fase se eliminan principalmente los puntos fuera de rumbo, en tierra y puntos que están en puerto. Para esto último se establece un umbral de distancia a puerto, que puede ser global o para cada puerto, por el que a menor distancia del umbral se considera que el punto está en el puerto y no hay que tenerlo en cuenta. Con carácter general se aplica un umbral de 3 mn. Posteriormente se calcula el tiempo transcurrido entre señales sucesivas del mismo barco y la distancia entre puntos sucesivos del mismo barco. Se establece un umbral de tiempo entre puntos a partir del cual se considera que ha existido un error de transmisión y por lo tanto no se puede tener en cuenta. Normalmente ese umbral es de 4 horas. A partir de la información de tiempo y distancia se calcula la velocidad media entre puntos sucesivos del mismo barco.

En la segunda fase se combina con los libros de pesca utilizando el código del barco (CFR) y la fecha de salida y de regreso (inicio y final de marea), para asignar el arte de pesca a cada ping.

En función del arte de pesca y la velocidad media se identifica si el barco está pescando o en tránsito, los rangos de velocidad media para definir si está pescando o no son:

– Arrastre: en este caso la velocidad media está relacionada con el tiempo efectivo de pesca

♦ OTB y OTM: $2,25 \leq v \leq 4,25$

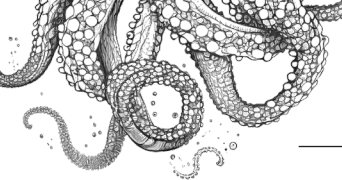
♦ PTB: $1,5 \leq v \leq 2,5$

– Resto de artes (PS, LHP, LLS, LLD, GNS, LHM, LTL, GTR, DRB, FPO, HMD, LA, LHP, LHM, SDN, LNB, LA, LHP, SV, SA): en estos casos la velocidad media está relacionada con el tiempo que la embarcación tarda en recoger los aparejos de pesca, es decir, no es tiempo efectivo de pesca.

♦ $0,01 \leq v \leq 2,1$

Dado que la información original ha sido alterada y filtrada, los resultados expuestos deben ser valorados como estimados, y por lo tanto no pueden ser evaluados como una cuantificación del esfuerzo total ejercido con un arte en una determinada área a lo largo de un año.

Posteriormente se realiza el cálculo del índice de superficie de abrasión (SAR), que es el número de veces que es arrastrada un área dada. Es decir, si el área barrida por todo el arrastre en una celda de 1 km² es de 2,5 km², el SAR es de 2,5.



$$SAR_{A1} = \frac{\sum_{ping_{A1}=1}^n AB_{ping}}{Area_{A1}}$$

Siendo $Area_{A1}$ el área medida en km^2 del área dada $A1$ y AB_{ping} el área barrida de un ping definido como pesca dentro del área $A1$. El área barrida de un ping dado es el producto de la velocidad media, el tiempo de pesca asignado al ping y el ancho del aparejo de arrastre.

La estimación del ancho del arte se puede realizar de dos formas distintas (Eigaard et al., 2015):

- Si se dispone de la información de las dimensiones de los distintos elementos de los aparejos (apertura horizontal del arte de pesca, longitud de las mallas y dimensiones de las puertas) se puede aplicar para el arrastre las ecuaciones 1-3 (Eigaard et al., 2015)
- En caso de que no se disponga de las medidas de los aparejos se pueden usar las ecuaciones, en función del metier, de la tabla 4 (Eigaard et al., 2015).

En este caso se ha utilizado la librería `sfdSAR` de R (Millar y Pinto, 2023) a partir de las ecuaciones de la Tabla 4 de Eigaard et al. (2015). Al no disponer de equivalencias entre los metier definidos en el paquete de R con los metier para la flota española en aguas del Atlántico nordeste y del Mediterráneo se han realizado las siguientes sustituciones según criterio experto:

Tabla 3. Equivalencias entre los metier definidos por el paquete R con los de la flota española.

Metier Original	Metier estimación SAR
OTB_DEF	OT_DMF
OTB_DWS	OT_DMF
OTB_MDD	OT_DMF
OTB_MCD	OT_DMF
OTM_DEF	OT_DMF
OTB_MPD	OT_MIX_DMF_PEL
OTM_DEF	OT_MIX

El siguiente paso para obtener la distribución espacial en formato grid es realizar la suma de la unidad de esfuerzo asignada a cada ping agregada a nivel de celda del grid. Respecto a los grid y sus tamaños, se ha establecido como estándar para el análisis, visualización y almacenado de la información el formato c-square. Esta decisión se ha fundamentado principalmente en que: ha sido seleccionado como estándar por diversos organismos internacionales (por ejemplo, el ICES para el envío de datos de pesca); es escalable (permite aumentar o reducir el tamaño de las celdas, garantizando que los grids con celdas de menor tamaño estén contenidos en los de celdas de mayor tamaño); cada celda tiene un código único, que se va haciendo más grande según se gana en resolución; y es válido para cualquier parte del planeta. Los dos tamaños de grid que usamos normalmente son los de $0,1^\circ$ (aproximadamente 10 km de lado para nuestra latitud), $0,05^\circ$ (aproximadamente 5 km de lado) y $0,01^\circ$ (aproximadamente 1 km de lado).



Con el fin de mantener la confidencialidad, de acuerdo con el WGSFD, los datos que estén en abierto siempre estarán disponibles a una resolución de $0,05^\circ$ y solo se representarán aquellas celdas donde al menos hayan faenado 3 barcos.

Para calcular la superficie sometida a abrasión, se realiza el promedio anual del SAR para los años de los que se dispone de datos en el periodo 2016-2022, y se consideran aquellas celdas cuyo SAR promedio es superior a 0,1. Los resultados obtenidos para la demarcación noratlántica se muestran en la Figura 12, y en ella se puede observar cómo buena parte de la plataforma continental se encuentra potencialmente perturbada.

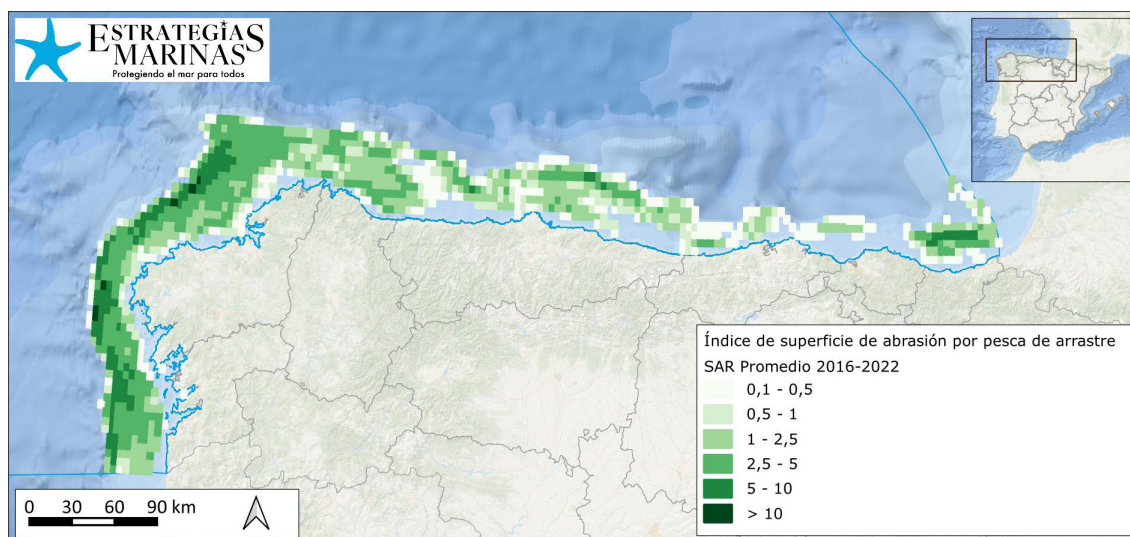


Figura 12. Índice de superficie de abrasión (SAR) por pesca de arrastre. Promedio anual en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)

Otros artes de pesca dirigidos a capturas especies demersales, como el palangre de fondo y el enmalle, también pueden causar la perturbación del fondo marino. En este caso se estima la superficie de fondo potencialmente perturbada partir del tiempo de pesca. En la Figura 13 se muestran las zonas donde el promedio anual del tiempo de pesca para el periodo 2016-2022 es superior a 0,1 horas para el palangre de fondo, y en la Figura 14 para el enmalle.

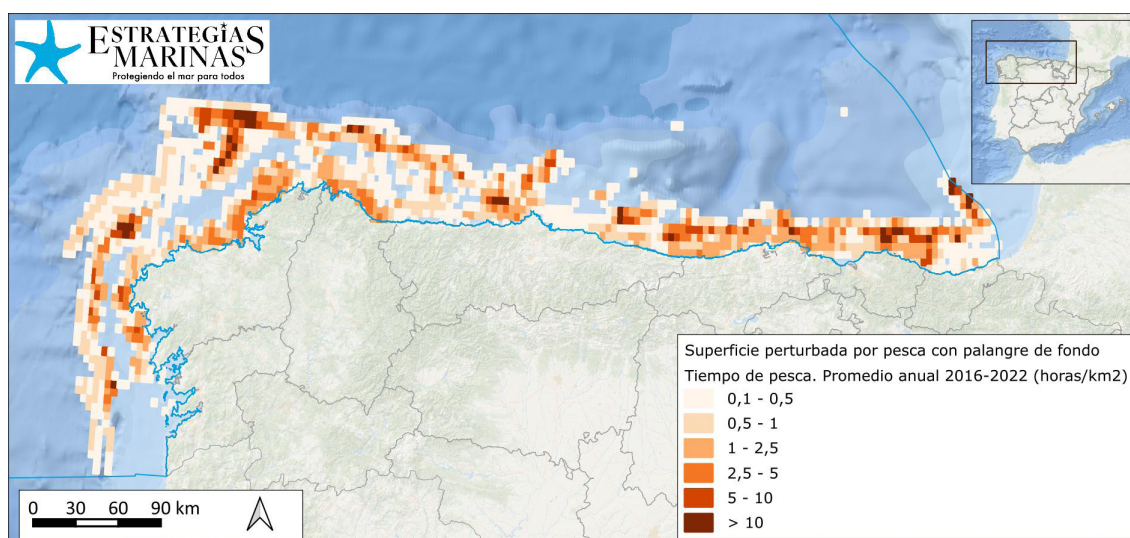


Figura 13. Superficie de fondo potencialmente perturbada por pesca con palangre de fondo. Promedio anual del tiempo de pesca por unidad de superficie en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)

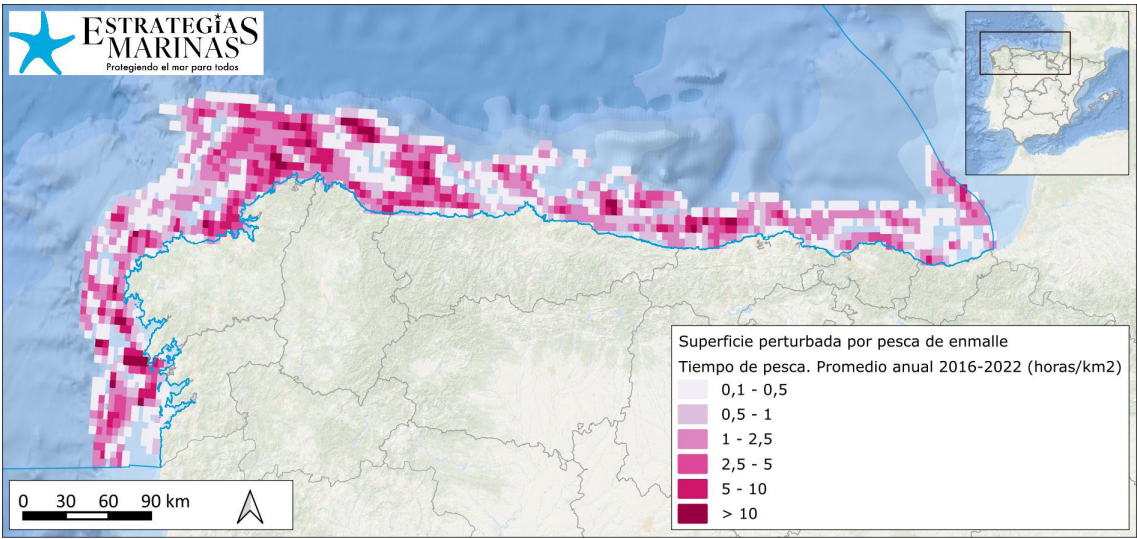


Figura 14. Superficie de fondo potencialmente perturbada por pesca de enmalle. Promedio anual del tiempo de pesca por unidad de superficie en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)

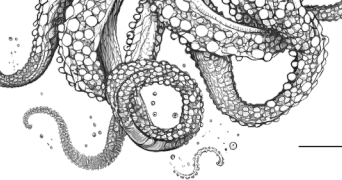
Un resumen de las superficies afectadas por cada una de estas artes se muestra en la Tabla 4. La superficie total potencialmente perturbada por pesca de arrastre, palangre de fondo y enmalle se estima en 39.709 km², inferior a la suma de las artes por separado, puesto que una misma celda se puede ver afectada por más de un arte.

Tabla 4. Superficie potencialmente perturbada por actividades de pesca (km²). (Fuente: IEO-CSIC)

Arte	Superficie potencialmente perturbada (km²)
Arrastre	24.732
Palangre de fondo	29.843
Enmalle	30.809
Todas las artes	39.709

1.1.2.7. PF-01-07. Superficie del fondo marino perturbada por aporte de áridos a playas (m²)

El indicador cuantifica la superficie del fondo marino afectada por el depósito de sedimentos para la regeneración de playas durante el presente periodo de evaluación. Destacar que se considera que las reacomodaciones de áridos en la misma playa producen una perturbación física, ya que el material depositado se mantiene en el mismo sistema, no dando lugar a una pérdida neta de sedimentos en el mismo. Los datos proceden del Inventario de Extracciones de Áridos para Aporte a Playas en España, y han sido proporcionados por los diferentes servicios periféricos de costas; conviene recordar aquí que, en el Inventario de extracciones de áridos conviven dos modelos de datos diferentes para el periodo del tercer ciclo de estrategias marinas. El primero de ellos cubre el periodo 2016-2018, y los trasvases de áridos estaban incluidos en la categoría otros, sin embargo, desde 2019 suponen una categoría aparte. Entre las lagunas de información detectadas a la hora de valorar este indicador, es interesante incidir en que la información geográfica sobre la distribución de los vertidos y de superficie afectada no siempre ha sido facilitada, siendo más escasa en el primero de los periodos



mencionados. Por ello, para los registros que cuentan con información geográfica en puntos y el dato de la superficie (), se han representado con un radio calculado por la fórmula $A = \pi r^2$; es decir, el radio de la aportación correspondiente a dichos registros viene dado por $r = \sqrt{A/\pi}$. Si no se cuenta con información de la superficie, se asigna a esos registros la media de todos los registros de vertidos disponibles para el periodo 2016-2021. Si la información geográfica viene dada en tramos se calcula el ancho del buffer en función de la superficie y la longitud del tramo. Para aquellos registros que no cuentan con superficie, se utiliza, al igual que en el caso anterior, la media calculada para todos los registros del mismo tipo de extracción en el periodo 2016-2021. Además, en este caso no se considera sólo la superficie perturbada que está dentro de la demarcación, sino toda la zona regenerada.

Una vez se cuenta con polígonos para todos los registros reportados, se procede a disolver las geometrías, generando un único registro por demarcación. Así, se puede calcular el área afectada asegurando que no se contabiliza una misma superficie más de una vez. Es por esto por lo que, en las figuras de detalle que se incluyen en este indicador, se muestra a la izquierda una figura con los polígonos correspondientes a las diferentes actuaciones, y a la derecha, una figura donde se muestra la superficie global afectada por las diferentes actuaciones acometidas.

En la demarcación noratlántica y sus alrededores se han contabilizado 23 vertidos de material para regeneración de playas susceptibles de causar perturbaciones en el fondo marino durante el periodo 2016-2021 (Figura 15); éstas suman 218.763 m² de superficie. Destacan las actuaciones en la playa de Laredo (Figura 16), las actuaciones en las playas de Reiro, Relojero y Combouzas, las actuaciones en A Coruña (Figura 17), y las actuaciones en la playa de Deva, en Guipúzkoa (Figura 18).



Figura 15. Perturbaciones físicas por aporte de áridos a playas en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)



Figura 16. Zonas de vertido para la regeneración de la playa de Laredo, en la costa cantábrica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

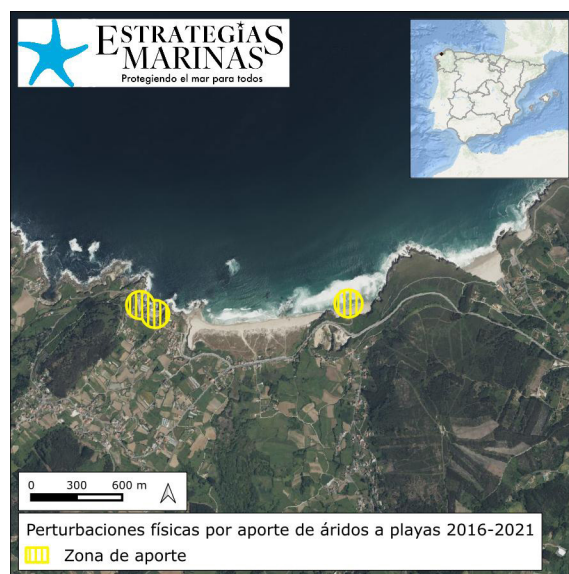


Figura 17. Zonas de vertido para la regeneración de las playas Reiro, Relojero y Combouzas, en la costa de A Coruña. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

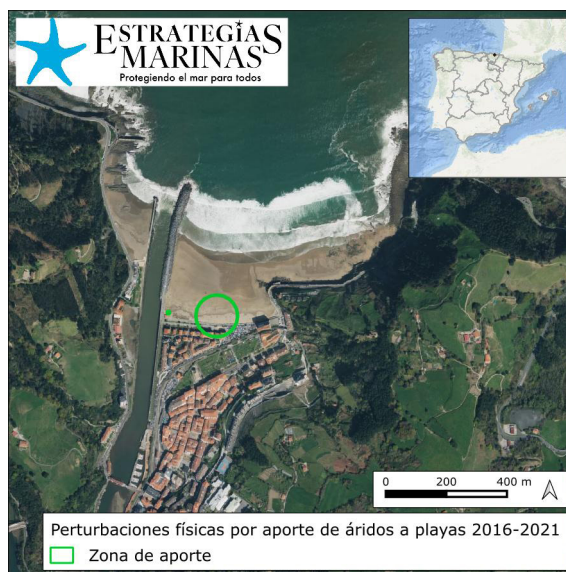


Figura 18. Zonas de vertido para la regeneración de la playa de Deva, en la costa de Gipuzkoa. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

1.1.2.8. Integración de indicadores y conclusiones

La superficie mínima del fondo marino de la demarcación noratlántica que se estima que ha podido sufrir algún tipo de perturbación física durante el presente periodo de evaluación es de 40.543 km², lo que representa el 12,9 % de la superficie de la demarcación.

En este tercer ciclo de estrategias marinas se ha realizado un gran esfuerzo de mejora de metodologías para poder tener información más precisa que en ciclos anteriores sobre la localización de las actuaciones que causan perturbaciones físicas, ya sea por abrasión o por sedimentación. A pesar de ello, aún existen limitaciones y margen para mejorar, ya que no siempre se dispone de información geográfica sobre la ubicación de la presión y se aproxima a través de la localización de la actividad. Por ello los datos aquí proporcionados hay que interpretarlos con cierta precaución.

Las actividades que han causado perturbación física en la demarcación noratlántica en el tercer ciclo de estrategias marinas se indican en la Tabla 5 junto a una estimación de la superficie potencialmente perturbada según la información geográfica recopilada y considerando el tratamiento dado antes. Su distribución espacial se muestra en la Figura 19.

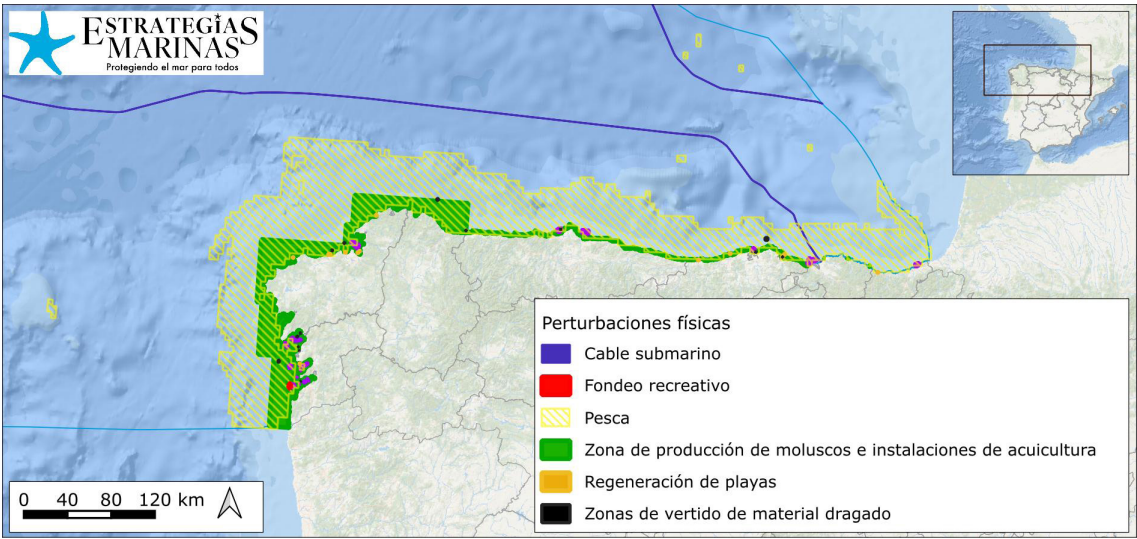
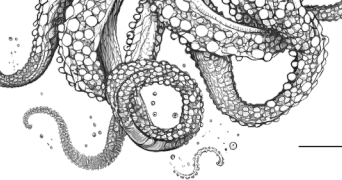


Figura 19. Localización de potenciales perturbaciones físicas del periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

Tabla 5. Resumen de superficies potencialmente afectadas por perturbación física en la demarcación noratlántica en el periodo 2016-2021. (Fuente: CEDEX)

Actividad	Superficie potencialmente afectada (m²)
Vertido de material dragado	11.468.436
Tendido de cables	3.612.000
Acuicultura y marisqueo	5.679.029.953
Fondeo comercial	80.423.910
Fondeo recreativo (sólo zona piloto)	1.281.024
Pesca con artes demersales	39.709.692.623
Regeneración de playas	218.763
Suma de las actividades individuales	45.485.726.709
Demarcación noratlántica	40.543.551.582

La superficie de la demarcación afectada por perturbación física es inferior a la suma de la superficie de las actividades por separado por coincidencias de actuaciones en el espacio en distintos momentos. La actividad que más contribuye a este valor es, con diferencia, la pesca con artes demersales. En el descriptor 6 se evalúa la posible afección de estas actividades sobre los distintos tipos de hábitats.



1.2. Fuentes de información

Instituto Hidrográfico de la Marina – IHM. Cartas náuticas. <https://ideihm.covam.es/portal/servicios-web/>

C-square. <http://csquares.sourceforge.net/>, <http://www.cmar.csiro.au/csquares/>

Deter, J. Lozuponea, X., Inacioa, A., Boisseryc, P., Holon, F. (2017) Boat anchoring pressure on coastal seabed: Quantification and bias estimation using AIS data. *Marine Pollution Bulletin* Volume 123, Issues 1-2, 175-181.

Eigaard, O. R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G. E., Hintzen, N. T., Laffargue, P., ... & Rijnsdorp, A. D. (2016). Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions. *ICES Journal of Marine Science*, 73(suppl_1), i27-i43.

Eigaard, O. R., Bastardie, F., Hintzen, N. T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., ... & Rijnsdorp, A. D. (2017). The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 847-865.

Fernandez-Arcaya, U., Rodríguez-Basalo, A., Verísimo, P., Rodríguez, J., Ceballos, E., Gonzalez-Irusta, J. M., ... & Punzón, A. (2024). Bottom fishing beyond trawling. Spatio-temporal trends of mobile and static bottom fisheries on benthic habitats. *Marine Policy*, 159, 105805.

Hintzen, N. T., Bastardie, F., Beare, D., Piet, G. J., Ulrich, C., Deporte, N., ... & Degel, H. (2012). VMStools: open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. *Fisheries Research*, 115, 31-43.

Hintzen, N. T., Piet, G. J., & Brunel, T. (2010). Improved estimation of trawling tracks using cubic Hermite spline interpolation of position registration data. *Fisheries research*, 101(1-2), 108-115.

Lambert, G. I., Jennings, S., Hiddink, J. G., Hintzen, N. T., Hinz, H., Kaiser, M. J., & Murray, L. G. (2012). Implications of using alternative methods of vessel monitoring system (VMS) data analysis to describe fishing activities and impacts. *ICES Journal of Marine Science*, 69(4), 682-693.

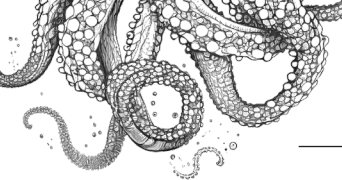
Lee, J.; South, A. & Jennings, S. 2010 Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, Oxford University Press, , 67, 1260-1271

Millar, C. and Pinto, C. (2023). sfdSAR: Functions to calculate Swept area ratio and Surface and subsurface abrasion from VMS data_. R package version 1.0.0.

Russo, T., D'Andrea, L., Parisi, A., & Cataudella, S. (2014). VMSbase: an R-package for VMS and logbook data management and analysis in fisheries ecology. *PLoS One*, 9(6), e100195.

Russo, T., Parisi, A., & Cataudella, S. (2011). New insights in interpolating fishing tracks from VMS data for different métiers. *Fisheries Research*, 108(1), 184-194.

Recomendación ITU-R M.1371-5 (2014). Características técnicas de un sistema de identificación automático mediante acceso múltiple por división en el tiempo en la banda de frecuencias de ondas métricas del servicio móvil marítimo. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1371-5-201402-!!!PDF-S.pdf



2. NOR-PF-02. Pérdidas físicas

2.1. Caracterización de la presión

2.1.1. Descripción de la presión

Esta ficha aborda las pérdidas físicas en la demarcación marina noratlántica. Su definición y la identificación de las actividades que causan esta presión se puede consultar en la introducción común de las presiones físicas. Se describen a continuación los trabajos realizados para la cuantificación de la presión.

2.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino se ha realizado seguimiento de las actividades humanas anteriormente mencionadas en base a los siguientes indicadores con el fin de calcular la superficie marina afectada por pérdidas físicas en el periodo 2016-2021:

- ◆ **PF-02-01.** Superficie del fondo marino afectada por nuevas infraestructuras portuarias o por modificación de las existentes (m^2)
- ◆ **PF-02-02.** Superficie del fondo marino afectada por nuevas obras de defensa o por modificación de las existentes (m^2). En el cálculo de la superficie sellada por espigones se ha considerado únicamente su parte emergida, debido a que la metodología empleada para su cartografiado se basa en la inspección de imágenes del PNOA.
- ◆ **PF-02-03.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevos arrecifes artificiales (m^2)
- ◆ **PF-02-04.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevas infraestructuras de extracción de petróleo y gas (m^2)
- ◆ **PF-02-05.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevos parques eólicos marinos (m^2)
- ◆ **PF-02-06.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevas plataformas científico-técnicas (m^2)
- ◆ **PF-02-07.** Superficie del fondo marino afectada por la extracción de sedimentos del fondo marino para regeneración de playas (m^2)
- ◆ **PF-02-08.** Superficie del fondo marino afectada por dragados portuarios (m^2)
- ◆ **PF-02-09.** Superficie del fondo marino afectada por la creación de playas artificiales (m^2)

Se describen a continuación los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores mencionados. Estos deben ser interpretados con cierta cautela, teniendo en cuenta las especificaciones realizadas para cada uno de ellos.

2.1.2.1. PF-02-01. Superficie del fondo marino afectada por nuevas infraestructuras portuarias o por modificación de las existentes (m^2)

La superficie del fondo marino de la demarcación noratlántica sellada durante el presente periodo de evaluación es de unos 109.000 m^2 , muy inferior a los 1,5 millones de m^2 contabilizados en el ciclo anterior. Prácticamente la totalidad de esta cifra procede de los trabajos de construcción realizados en el Puerto Exterior de Punta Langosteira, perteneciente a la Autoridad Portuaria de A Coruña. El resto de puertos contribuyen muy minoritariamente al sellado de los fondos marinos de la demarcación. Estos datos se muestran de forma desagregada en la Tabla 6, mientras que la localización de los puertos se detalla en la Figura 20. Además, en la Figura 21 se ofrece el detalle de algunas de las modificaciones realizadas por los diferentes puertos.

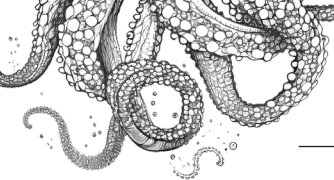


Tabla 6. Superficie del fondo marino de la demarcación noratlántica sellada por infraestructuras portuarias en el periodo 2016-2021

Puerto	Tipo de infraestructura	Superficie ocupada (m²)	Superficie retirada (m²)
Puerto Exterior de A Coruña-Langosteira	Puerto de interés general	107.730	
Puerto de O Grove	Puerto	640	645
Puerto de Burela	Puerto	1.132	
Puerto de Llanes	Puerto	224	
Demarcación noratlántica		109.726	645



Figura 20. Localización de pérdidas físicas por modificaciones portuarias para el periodo 2016-2021 en la demarcación marina noratlántica. (Fuente: CEDEX)

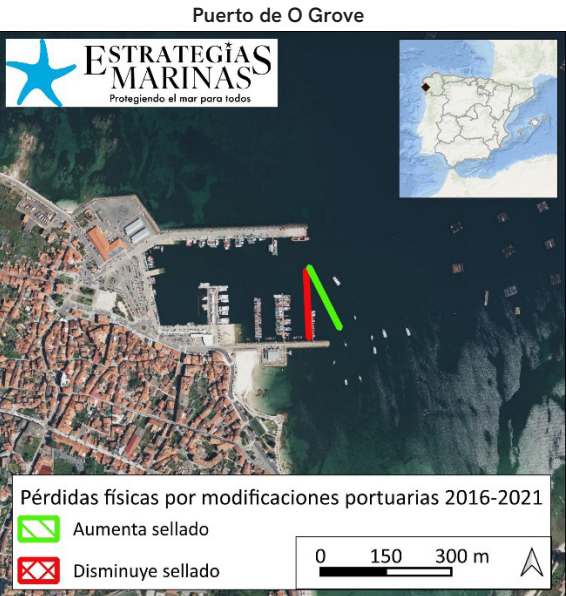




Figura 21. Detalle de las modificaciones portuarias de los puertos de O Grove, Langosteira y Llanes para el periodo 2016-2021. (Fuente: CEDEX)

2.1.2.2. PF-02-02. Superficie del fondo marino afectada por nuevas obras de defensa o por modificación de las existentes (m²)

No se han identificado nuevas estructuras de protección en la línea de costa de la demarcación marina noratlántica que generen pérdidas físicas del fondo marino ni ampliaciones de las existentes.

2.1.2.3. PF-02-03. Superficie del fondo marino ocupada por nuevos arrecifes artificiales (m²)

Durante el tercer ciclo de estrategias marinas no se tiene constancia de que se hayan instalado nuevos arrecifes artificiales en la demarcación marina noratlántica, por lo que no se han producido nuevas pérdidas físicas debido a esta actividad.

2.1.2.4. PF-02-04. Superficie del fondo marino ocupada por nuevas infraestructuras de extracción de petróleo y gas (m²)

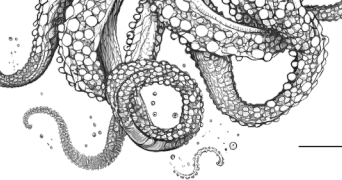
En el periodo 2016-2021 no se han construido nuevas infraestructuras de extracción de petróleo y gas de la demarcación marina noratlántica ni modificación de las infraestructuras gasistas existentes, por lo que no se han producido nuevas pérdidas físicas debido a esta actividad.

2.1.2.5. PF-02-05. Superficie del fondo marino ocupada por nuevos parques eólicos marinos (m²)

En el periodo 2016-2021 no se han construido parques eólicos offshore, por lo que esta actividad no ha dado lugar a sellado del fondo marino.

2.1.2.6. PF-02-06. Superficie del fondo marino ocupada por nuevas plataformas científico-técnicas (m²)

En la demarcación marina noratlántica no se tiene constancia de la instalación de plataformas científico-técnicas fijas que den lugar a pérdidas físicas en el periodo 2016-2021. En 2023 se ha instalado



en el área de ensayos BIMEP una plataforma flotante sobre la que se encuentra un aerogenerador de dos megavatios de potencia formando parte del proyecto de demostración DemoSATH (SAITEC).

2.1.2.7. PF-02-07. Superficie del fondo marino afectada por la extracción de sedimentos del fondo marino para regeneración de playas (m²)

Para evaluar la superficie de fondo marino afectada por la extracción de sedimentos para la regeneración de playas se emplea la información del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España, proporcionada por los Servicios Periféricos de Costas de MITECO, en concreto por la Demarcación de Costas del País Vasco (Bizkaia), Servicio Provincial de Costas en Gipuzkoa, Demarcación de Costas en Cantabria, Servicio Provincial de Costas en Pontevedra y Demarcación de Costas en A Coruña. Se considera que la extracción de áridos de yacimientos submarinos, el dragado portuario para la regeneración de playas y el trasvase de áridos entre diferentes playas son las tipologías de extracciones que dan lugar a una pérdida del sustrato por retirada de sedimentos. Se considera que las reacomodaciones de áridos en la misma playa, sin embargo, producen una perturbación física, ya que el material depositado se mantiene en el mismo sistema, no dando lugar a una pérdida neta de sedimentos en el mismo. La categoría otros, dada su indefinición en ocasiones y por precaución, se ha incluido en las extracciones que producen perturbación física, y por tanto tampoco son tenidas en cuenta a la hora de valorar este indicador. Conviene recordar aquí que en el Inventario de extracciones de áridos conviven dos modelos de datos diferentes para el periodo del tercer ciclo de estrategias marinas. El primero de ellos cubre el periodo 2016-2018, y los trasvases de áridos estaban incluidos en la categoría otros. Desde 2019 suponen una categoría aparte. Entre las lagunas de información detectadas a la hora de valorar este indicador, es interesante incidir en que la información geográfica sobre la distribución de las extracciones y de superficie afectada no siempre ha sido facilitada, siendo más escasa en el primero de los periodos mencionados.

Realizadas estas consideraciones generales, en la demarcación noratlántica y sus alrededores se han contabilizado 11 extracciones susceptibles de causar pérdida física en el periodo 2016-2021, de las cuales la mayoría se localizan en aguas de transición y sólo 4 en aguas de la demarcación o en playas que lindan con la misma: 3 en A Coruña y 1 en Pontevedra. Para la última, el Servicio de Costas de Pontevedra facilita la superficie afectada, 21.200 m², pero no su localización. En cuanto a las 3 primeras extracciones mencionadas, se corresponden con dragados realizados en el puerto de Langosteira. No se proporciona la superficie afectada por cada uno de los proyectos y como información geográfica se ha trasladado un punto. Al no disponerse de información sobre esta superficie, se ha supuesto que es igual a la media de la superficie afectada para el resto de actuaciones de España para las que sí se dispone de este dato. En cuanto a la geometría de dicha superficie, se ha supuesto que es circular. La localización de los puntos es muy cercana, dando lugar a la superposición de los polígonos creados. La superficie encerrada por el contorno más exterior de los polígonos (Figura 22) es de 28.140 m², que sumados a los 21.200 m² del dragado de Pontevedra proporcionan una superficie de casi 50.000 m².

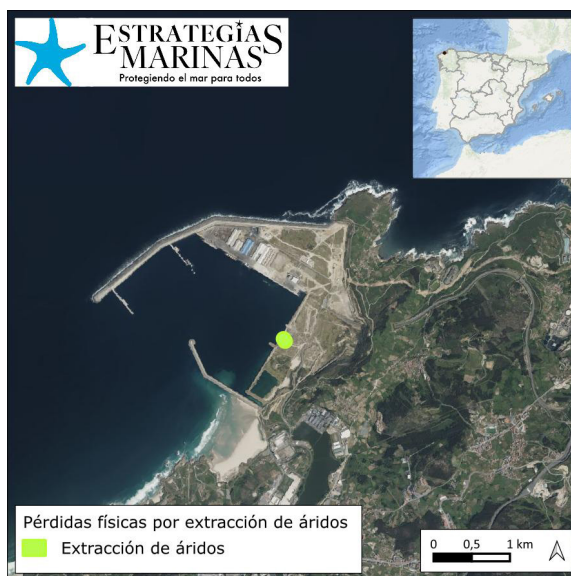


Figura 22. Extracción de áridos en el Puerto de Langosteira en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

2.1.2.8. PF-02-08. Superficie del fondo marino afectada por dragados portuarios (m²)

Los dragados portuarios también suponen una presión para el fondo marino, ya que dan lugar a una pérdida física de sustrato por extracción de material. La información geográfica sobre las zonas afectadas por esta actividad se obtiene, por un lado, del Inventario de dragados en los puertos españoles, que aglutina la información de los puertos de interés general (Puertos del Estado), y por otro, de los informes sobre vertidos al mar para el reporting a convenios internacionales que realiza el CEDEX por encargo de la Dirección General de la Costa y el Mar del MITECO, y que incluye los dragados en puertos autonómicos. En el proceso de recopilación de información se solicita, entre otros datos:

- ◆ La superficie dragada (cifra)
- ◆ La localización del dragado (información espacial, polígono)

Si bien se va mejorando con el transcurrir de los años, la información contenida en estas bases de datos no es completa ni homogénea, ni siempre es facilitada en la forma adecuada para evaluar la distribución espacial. A veces sólo se dispone de la superficie dragada como dato numérico, de proyecto o afectada, por lo que no se puede identificar la zona del fondo marino realmente dragada.

En la zona norte de España se tiene constancia de la realización de 19 dragados en 5 puertos de interés general en el periodo 2016-2021. Para todos ellos se ha facilitado información numérica sobre la superficie dragada, y suman una superficie total de 5.890.809 m². En cuanto a los puertos, se han realizado 72 dragados en 28 puertos. Sólo para 18 de ellos se tiene información sobre la superficie, que asciende a casi 500.000 m². Sin embargo, las áreas mencionadas no tienen por qué corresponderse con área de fondo de la demarcación afectada. Muchos de los dragados se han realizado en puertos donde parte o la totalidad del puerto se ubica fuera de la demarcación. Además, cuando los dragados se realizan en canales de navegación, para primer establecimiento y después para mantenimiento o mejora de calados, o incluso con fines ambientales, la localización a veces es la misma, por lo que el impacto es más limitado.

Los dragados para los que se cuenta con información geográfica de la superficie dragada y se ubican total o parcialmente dentro de la demarcación son 14 (Figura 23, Tabla 7). Ocupan una superficie de



más de 9 millones de m² tras disolver los polígonos que se solapan y omitir las superficies situadas fuera de la demarcación (Figura 24). El puerto que más contribuye a esta cifra es el Puerto de Bilbao, donde se extraen arenas del banco submarino ubicado en el sector norte de la Zona II para cubrir la demanda de materiales de relleno en los proyectos de las nuevas infraestructuras del puerto de Bilbao (BOE-A-2013-4817).

Tabla 7. Dragados portuarios que causan pérdida física en el periodo 2016-2021. (Fuente: Puertos del Estado y MITECO)

Puerto	Superficie dragada (m²)
A Coruña	120.057
Bilbao	8.449.123
Campelo	3.334
Canido	4.261
Ferrol-San Cibrao I	6.439
Ferrol-San Cibrao II	171.446
Langosteira	4.514
Luarca	21.560
Marín y Ría de Pontevedra	13.014
Meira	10.457
Vigo	6.430
Santander	485.650
Viavélez	14.083
Viveiro, Celeiro	16.751
Demarcación noratlántica	9.327.117



Figura 23. Pérdidas físicas por dragado en zonas portuarias de la demarcación noratlántica en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información de Puertos del Estado)

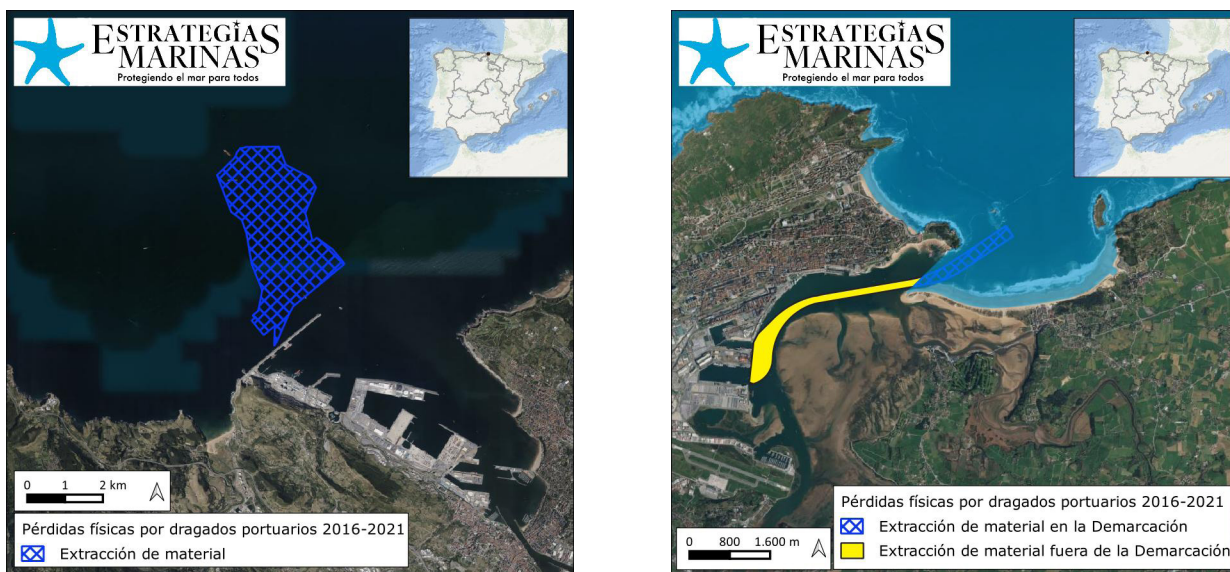


Figura 24. Detalle de las zonas con pérdidas físicas por dragado en los puertos de Bilbao y Santander para el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información de Puertos del Estado)

2.1.2.9. PF-02-09. Superficie del fondo marino afectada por la creación de playas artificiales (m²)

En este ciclo no se ha conseguido recopilar la información necesaria para valorar este indicador.

2.1.2.10. Integración de indicadores y conclusiones

En este tercer ciclo de estrategias marinas se dispone de mejor información que en ciclos anteriores sobre la localización de las actuaciones que causan sellado o modificación del perfil de fondo por extracción de material, si bien todavía existen algunas limitaciones, ya que no de todos los proyectos se dispone de información geográfica sobre la superficie afectada, se proporciona la información de proyecto o la información facilitada no es un polígono. Por ello los datos aquí proporcionados deben interpretarse con cierta precaución, atendiendo a las explicaciones dadas en cada caso.

En el periodo 2016-2021 no se han construido nuevas infraestructuras de protección de la costa frente a la erosión y el cambio climático ni instalado arrecifes artificiales, parques eólicos marinos, infraestructuras de investigación y/o experimentación o instalaciones relacionadas con la explotación de hidrocarburos, y no se ha obtenido información sobre nuevas playas artificiales construidas. Por tanto, las actividades que han ocasionado pérdida física en la demarcación noratlántica en el tercer ciclo de estrategias marinas son la modificación de las infraestructuras portuarias, la extracción de áridos para regeneración de playas (de yacimientos submarinos, dragados portuarios y trasvases), y los dragados portuarios para primer establecimiento, mantenimiento y mejora de calados, mejora de las infraestructuras o con fines ambientales (Figura 25).

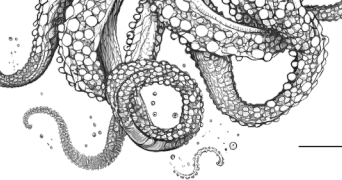


Figura 25. Localización de pérdidas físicas potenciales en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

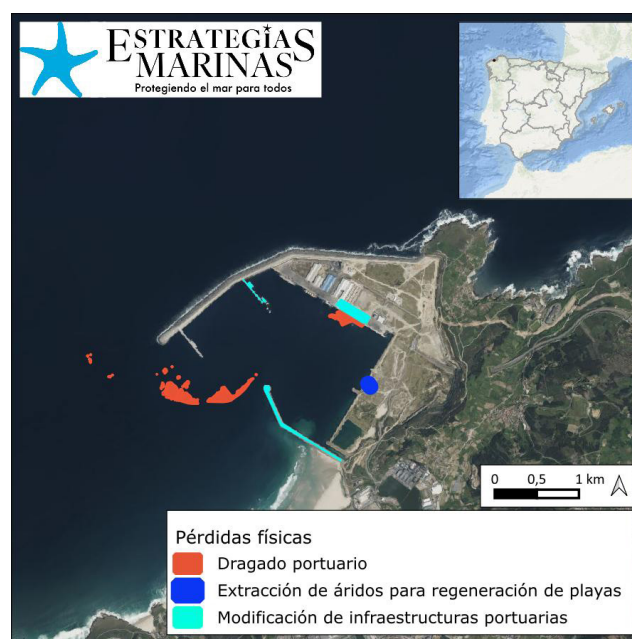


Figura 26. Pérdidas físicas potenciales en el Puerto de Langosteira en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

La superficie potencialmente afectada por cada una de ellas, en base a la información geográfica que se ha conseguido recopilar y teniendo en cuenta el tratamiento dado a la misma especificado anteriormente, se presenta a modo de resumen en la Tabla 8. La superficie de la demarcación afectada por pérdida física es de 8.972.877 m², inferior a la suma de la superficie de las actividades por separado (9.485.983 m²), por coincidencias en el espacio. La actividad que, con diferencia, más contribuye es el dragado portuario, y en concreto en este ciclo por los dragados realizados en el puerto de Bilbao para extraer arenas para rellenos portuarios.

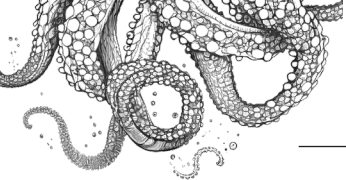
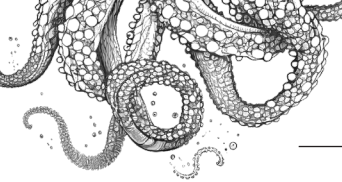


Tabla 8. Actividades que causan pérdida física en el periodo 2016-2021 y superficie potencialmente afectada. (Fuente: CEDEX)

Actividad	Superficie potencialmente afectada (m²)
Infraestructuras portuarias	109.726
Extracción de áridos para regeneración de playas	49.140
Dragados portuarios	9.327.117
Suma de las actividades individuales	9.485.983
Demarcación noratlántica	8.972.877



2.2. Enfoque DPSIR

2.2.1. Actividades humanas que generan la presión

- ◆ Defensa costera y protección contra las inundaciones (A-03)
- ◆ Infraestructuras mar adentro (excepto las destinadas a explotación de petróleo, gas o energías renovables) (A-04)
- ◆ Reestructuración de la morfología del fondo marino, incluido el dragado y el depósito de materiales (A-05)
- ◆ Extracción de minerales (roca, minerales metálicos, grava, arena, conchas) (A-06)
- ◆ Infraestructura de transportes (A-21)
- ◆ Infraestructuras de turismo y ocio (A-28)

2.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

Los impactos relacionados con la pérdida física se abordan en el criterio D6C4 de la Decisión 2017/848 formulado como “La extensión de la pérdida del tipo de hábitat, resultante de presiones antropogénicas, no supera una proporción especificada de la extensión natural del tipo de hábitat en el área de evaluación” y se describen en la ficha de evaluación inicial del descriptor 6.

2.2.3. Efectos transfronterizos

La pérdida física es una presión localizada que no presenta efectos transfronterizos.

2.2.4. Descriptores afectados

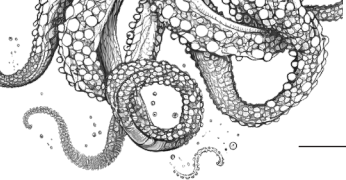
Los descriptores más relevantes a efectos de esta presión son:

Descriptores de presión:

- ◆ **Descriptor 2.** Especies alóctonas
- ◆ **Descriptor 6.** Integridad de los fondos marinos
- ◆ **Descriptor 7.** Alteración de las condiciones hidrográficas

Descriptores de estado:

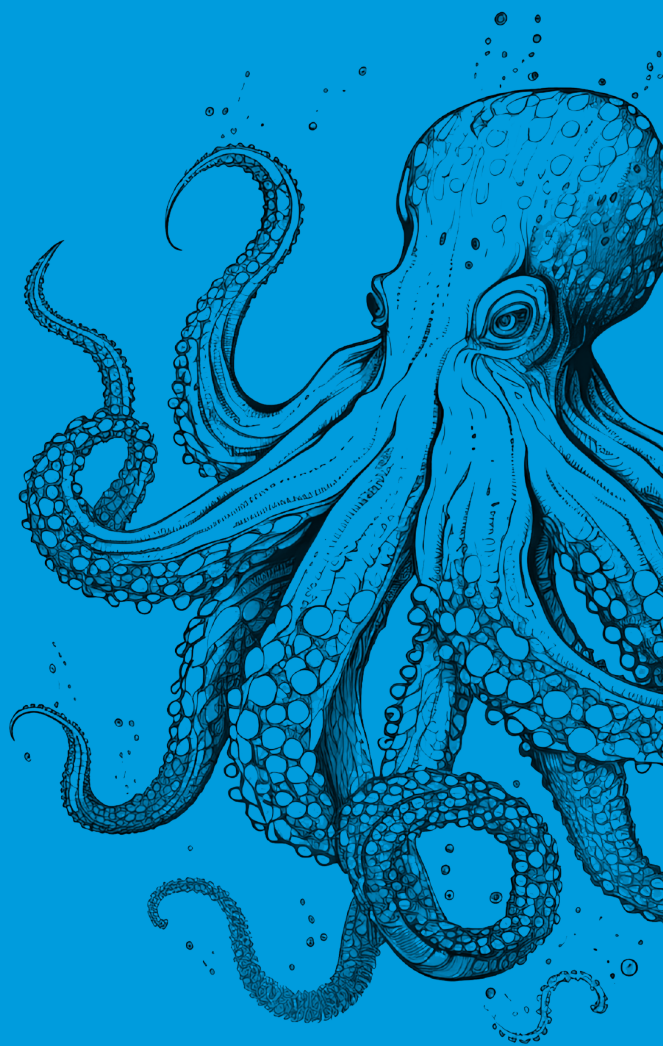
- ◆ **Descriptor 1.** Biodiversidad



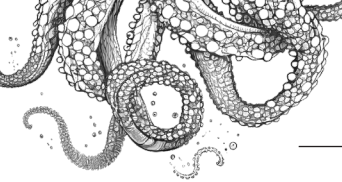
2.3. Fuentes de información

SAITEC. <https://saitec-offshore.com/es/projects/demosath/>

BOE-A-2013-4817. Resolución de 17 de abril de 2013, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Extracción de arenas en el sector norte de la Zona II de la Autoridad Portuaria de Bilbao. BOE núm. 110, de 8 de mayo de 2013, páginas 34794 a 34816. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-4817



PRESIONES BIOLÓGICAS



3. NOR-PB-02. Introducción de organismos patógenos microbianos

3.1. Caracterización de la presión

3.1.1. Descripción de la presión

La introducción de organismos patógenos microbianos (virus, bacterias y hongos patógenos, huevos de parásitos intestinales y bacterias fecales) en el medio marino se produce a través de las aguas sin depurar, de las aguas residuales con un tratamiento de depuración insuficiente o de las especies cultivadas.

El establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales y la construcción de estructuras de emisarios submarinos han disminuido el potencial de contaminación microbiológica, a pesar de que aún existen zonas con problemas. Se sabe que los altos niveles de enterococos en aguas marinas recreativas (costas, playas, lugares turísticos, etc.) indican la presencia de patógenos humanos provocados por descargas no tratadas al medio ambiente marino y son la causa de infecciones humanas. Por lo tanto, las concentraciones de enterococos se utilizan con frecuencia como indicadores generales de contaminación fecal. En particular, las especies *E. faecalis* y *E. faecium* están relacionadas con infecciones del tracto urinario, endocarditis, bacteriemia, infecciones neonatales e infecciones del sistema nervioso central, abdominales y pélvicas. También se ha demostrado una correlación entre los niveles elevados de enterococos y los riesgos de gastroenteritis humana. La abundancia en heces humanas y animales y la sencillez de los métodos analíticos para su medición, ha favorecido el uso de enterococos como indicador del buen estado ecológico. En esta línea, la Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño establece como indicadores de la calidad de las aguas de baño los enterococos intestinales y la bacteria *Escherichia coli* y fija una serie de valores de calidad (excelente, buena, suficiente e insuficiente) para aguas costeras y de transición.

Para evitar que las posibles contaminaciones microbiológicas que puedan sufrir los organismos marinos vivos (moluscos bivalvos, equinodermos, tunicados y gasterópodos) comercializados para consumo se trasladen al ser humano, se establecen tres tipos de zonas de producción de moluscos (Reglamento (UE) 2015/2285 de la Comisión, de 8 de diciembre de 2015, Reglamento (CE) 854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004):

- ◆ Zonas de clase A: aquellas en las que se pueden recolectar moluscos bivalvos vivos para el consumo humano directo. Los moluscos bivalvos vivos comercializados procedentes de estas zonas deberán cumplir las correspondientes normas sanitarias contempladas en la sección VII, capítulo V, del anexo III del Reglamento (CE) no 853/2004.
- ◆ Zonas de clase B: aquellas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse para el consumo humano tras su tratamiento en un centro de depuración o su reinstalación, de modo que cumplan las normas sanitarias exigidas en las zonas de clase A.
- ◆ Zonas de clase C: aquellas en las que pueden recolectarse moluscos bivalvos vivos que únicamente pueden comercializarse para el consumo humano tras su reinstalación durante un período prolongado, de modo que cumplan las normas sanitarias exigidas en las zonas de clase A.

Los centros de depuración son establecimientos dotados de las instalaciones necesarias para conseguir la eliminación de gérmenes patógenos en los moluscos vivos para el consumo humano.



3.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

Para la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino no se cuenta con información sobre la introducción de patógenos microbianos desde fuentes puntuales en el espacio, por lo que se emplean indicadores de estado para establecer las zonas en las que pudiese haber problemas. En concreto, se consideran los siguientes indicadores:

- ◆ PB-02-01. Número de zonas con calidad de las aguas de baño insuficiente
- ◆ PB-02-02. Número de contaminaciones de corta duración
- ◆ PB-02-03. Duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos

Los resultados de la valoración de los 3 indicadores definidos se presentan a continuación.

3.1.2.1. PB-02-01. Número de zonas con calidad de las aguas de baño insuficiente

La Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño indica que los Estados miembros clasificarán las aguas de baño en función de su calidad. Este indicador aglutina todas aquellas zonas de baño costeras que en el periodo de evaluación han sido clasificadas algún año como con calidad insuficiente, esto es, para los enterococos intestinales percentil 90 > 185 UFC/100 ml y para *E. coli* percentil 90 > 500 UFC/100 ml.

Por su parte, el Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño de transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2006/7/CE establece la elaboración por parte de la autoridad competente del censo de zonas de aguas de baño anualmente que contendrá, entre otra, información sobre los puntos de muestreo en cada zona de aguas de baño, la temporada de baño, su duración prevista y el calendario de control para cada uno de los puntos de muestreo. A este respecto, se tomará una muestra de las aguas de baño antes del comienzo de la temporada de baño y durante toda la temporada de baño se tomarán, de manera general, al menos ocho muestras. Las fechas de muestreo deberán distribuirse a lo largo de toda la temporada de baño y el intervalo entre las fechas de los muestreos nunca podrá exceder de un mes.

La información se obtiene de las notificaciones anuales realizadas por España a la Unión Europea y que ha sido descargada de la Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente (EIONET), portal que la Unión Europea utiliza para la notificación de las directivas relacionadas con el medio ambiente.

Durante el periodo 2016-2021, se han clasificado de calidad insuficiente 30 puntos de muestreo de zonas de baño costeras en la demarcación marina noratlántica. Hay que destacar que ninguna zona ha resultado de calidad insuficiente en el 2021 (Tabla 9). La localización de estos puntos se presenta en la Figura 27. La playa de Bañugues (Asturias), ha sido clasificada de calidad insuficiente los años 2017 a 2020 y la playa de Estorde (A Coruña) los años 2016 a 2018. El detalle de estas playas se presenta en la Figura 28 y en la Figura 29. Hay que indicar que en la demarcación existen 573 puntos de muestreo (número medio en el periodo considerado) de la calidad de las zonas de aguas de baño.

Tabla 9. Número de puntos de muestreo de zonas de baño costeras con calidad insuficiente en la demarcación marina noratlántica durante el periodo 2016-2021. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de EIONET)

Año	Núm. de puntos de muestreo con calidad insuficiente
2016	15
2017	7
2018	5



Año	Núm. de puntos de muestreo con calidad insuficiente
2019	2
2020	1
2021	-
TOTAL	30



Figura 27. Localización de los puntos de muestreo con calidad de las aguas de baño insuficiente de la demarcación marina noratlántica durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de EIONET)

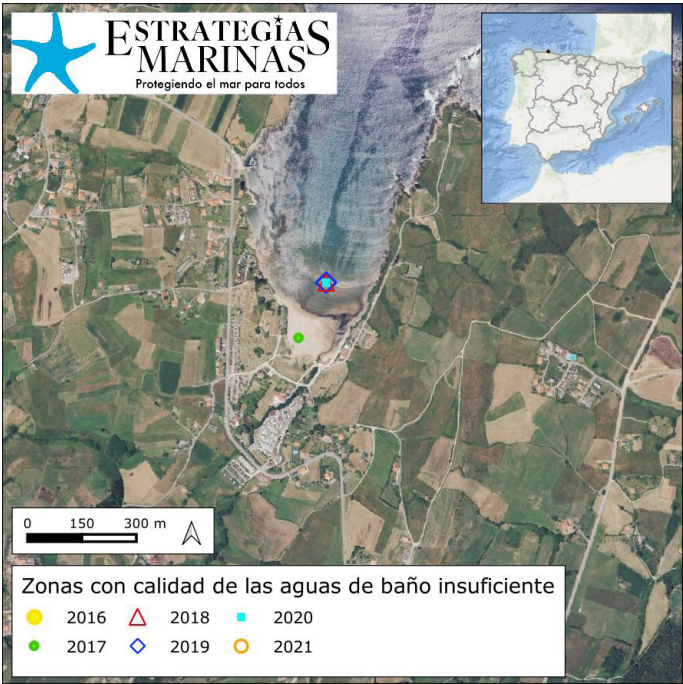


Figura 28. Detalle de la playa de Bañugues (Asturias) con la situación de los puntos de muestreo para la calidad de las aguas de baño. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de EIONET)

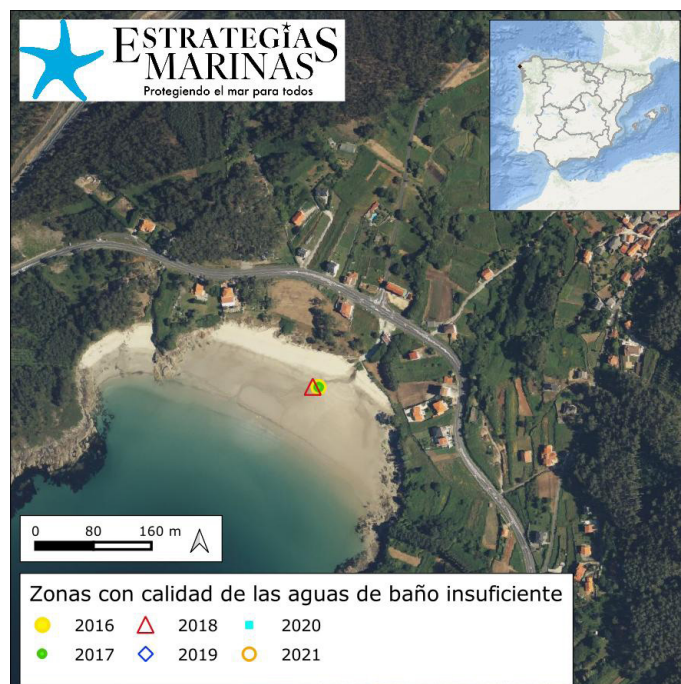
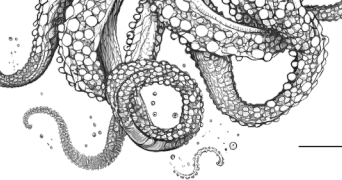


Figura 29. Detalle de la playa de Estorpe (A Coruña) con la situación de los puntos de muestreo para la calidad de las aguas de baño. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de EIONET)

3.1.2.2. PB-02-02. Número de contaminaciones de corta duración

El indicador identifica las aguas de baño costeras expuestas a contaminación de corta duración durante el periodo de interés, según lo notificado por España a la Comisión Europea en el marco de la Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño. Una contaminación de corta duración es aquella cuyas causas sean claramente identificables, que normalmente se prevea no afecte a la calidad de las aguas por un período superior a unas 72 horas y para la cual la autoridad competente haya establecido procedimientos de predicción y gestión.

En el periodo 2016-2021 se han producido 27 contaminaciones de corta duración en la demarcación marina noratlántica, 5 en 2016, 2 en 2017, 6 en 2018, 4 en 2019, 3 en 2020 y 7 en 2021. La localización de estos episodios se presenta en la Figura 30. Las playas que han estado expuestas a un mayor número de contaminaciones de corta duración han sido: la playa de Ondarreta en San Sebastián, Gipuzkoa (5 episodios entre los años 2016 y 2018), y la playa de Santa Marina en Ribadesella, Asturias (4 episodios entre los años 2016 y 2020).

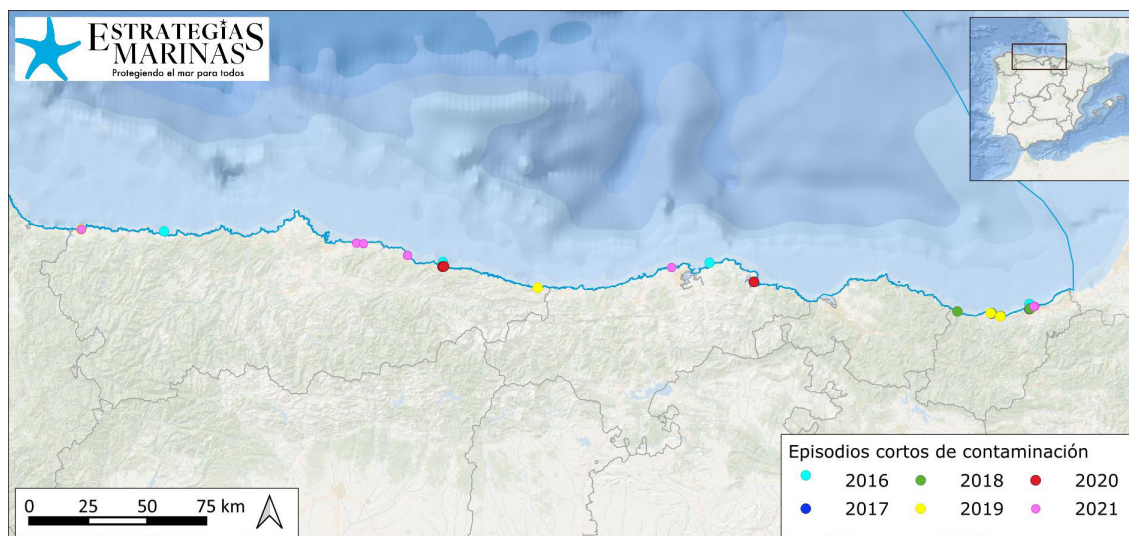


Figura 30. Localización de los episodios cortos de contaminación de la demarcación marina noratlántica durante el periodo 2016-2021.
(Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de EIONET)

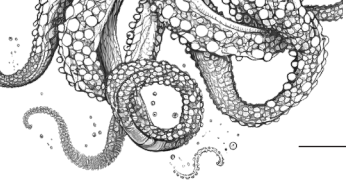
3.1.2.3. PB-02-03. Duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos

El indicador identifica aquellos casos en los que el cierre de zonas de producción de moluscos y de otros organismos marinos vivos sea debido a la superación de los niveles establecidos para los microorganismos patógenos en base a la legislación vigente. Esta información se consultará a las comunidades autónomas y se calcula como número máximo de días de cierre en cada zona de producción para un periodo determinado.

A este respecto, el Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos, transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2006/113/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos, establece las normas que deberán aplicarse a la calidad exigible tanto a las aguas como a la producción de moluscos bivalvos vivos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos marinos vivos, en orden a una mejora y protección de las aguas que permita salvaguardar su vida y crecimiento, así como garantizar su buena calidad para el consumo humano directo o previa transformación.

Es aplicable a las aguas costeras y salobres dedicadas a la producción de moluscos bivalvos vivos, moluscos gasterópodos, tunicados y equinodermos vivos que sean declaradas a tales efectos. En este sentido, con carácter bienal, se publica la orden ministerial que hace pública la ubicación y los límites de las zonas de producción y de reinstalación de moluscos bivalvos vivos, así como su clasificación microbiológica y las especies criadas en estas zonas. La última actualización de estas zonas queda recogida en la Orden APA/798/2022, de 5 de agosto, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español. Con posterioridad a esta publicación, Cantabria publica la Orden MED/19/2022, de 19 de diciembre, por la que se declaran y clasifican las zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos del litoral de la Comunidad Autónoma de Cantabria, en relación con la calidad de sus aguas; y el País Vasco publica la Orden de 30 de septiembre de 2022, de la Consejera de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, por la que se establece la clasificación de las zonas de producción de moluscos bivalvos del litoral de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

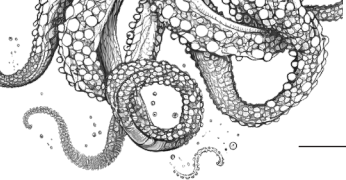
En el presente periodo de evaluación no se puede evaluar este indicador en la demarcación marina noratlántica debido a que no se dispone de datos de cierre de las zonas de producción de moluscos.



3.1.2.4. Conclusiones

En la caracterización de la presión de introducción de organismos patógenos microbianos cabe indicar que durante el periodo 2016-2021 se han clasificado de calidad insuficiente 30 puntos de muestreo de zonas de baño costeras en la demarcación marina noratlántica. Además, ha habido 27 contaminaciones de corta duración, 5 en 2016, 2 en 2017, 6 en 2018, 4 en 2019, 3 en 2020 y 7 en 2021. Las playas que han estado expuestas a un mayor número de contaminaciones de corta duración han sido: la playa de Ondarreta en San Sebastián, Gipuzkoa (5 episodios entre los años 2016 y 2018), y la playa de Santa Marina en Ribadesella, Asturias (4 episodios entre los años 2016 y 2020).

Respecto a la calidad de las zonas de producción, no se puede evaluar este indicador debido a que no se dispone de datos de cierre de las zonas de producción de moluscos.



3.2. Enfoque DPSIR

3.2.1. Actividades humanas que generan la presión

- ◆ Acuicultura marina (A-17)
- ◆ Transporte marítimo (A-22)
- ◆ Usos urbanos (A-25)
- ◆ Usos industriales (A-26)
- ◆ Actividades de turismo y ocio (A-29)

3.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

La introducción de organismos patógenos microbianos (virus, bacterias y hongos patógenos, huevos de parásitos intestinales y bacterias fecales) en el medio marino puede provocar la acumulación de estos patógenos en organismos acuáticos, pudiendo alterar la estructura de las comunidades biológicas, y la posible transmisión de enfermedades infecciosas al hombre a través de su ingestión.

3.2.3. Efectos transfronterizos

No se considera que esta presión tenga efectos transfronterizos debido al periodo de supervivencia de los organismos patógenos en el medio marino y a que la venta de productos del mar a otros países tiene que pasar controles sanitarios que limitarían el efecto de los organismos patógenos microbianos.

3.2.4. Descriptores afectados

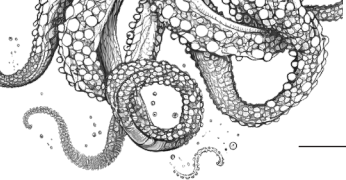
Los descriptores más relevantes a efectos de esta presión son:

Descriptores de presión:

- ◆ **Descriptor 8.** Contaminantes y sus efectos
- ◆ **Descriptor 9.** Contaminantes en los productos de la pesca

Descriptores de estado:

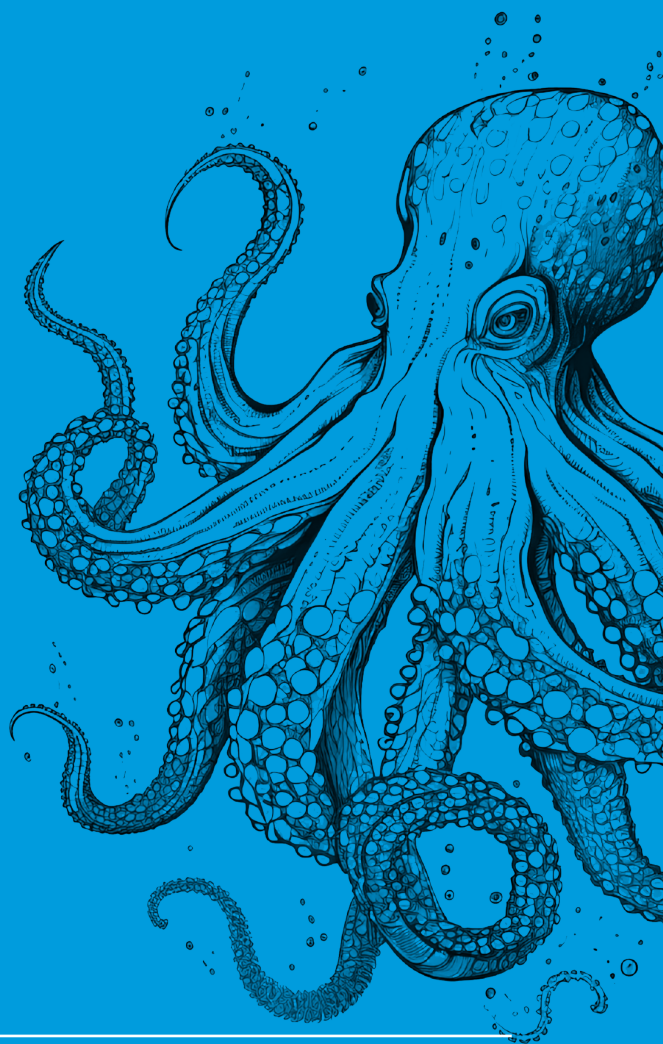
- ◆ **Descriptor 1.** Biodiversidad



3.3. Fuentes de información

EIONET, Central Data Repository, Bathing Water Directive 2006/7/EC .

<https://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/bwd>



PRESIONES POR APORTE DE SUSTANCIAS, BASURAS Y ENERGÍA



4. NOR-PSBE-02. Aporte de materia orgánica: Fuentes difusas y fuentes puntuales

4.1. Caracterización de la presión

4.1.1. Descripción de la presión

Por aportes de materia orgánica al medio marino se entiende no la generada en el propio medio marino por la muerte de organismos o sus excreciones, sino aquella que llega al sistema desde el exterior. En este caso, se evalúa únicamente la materia orgánica aportada desde fuentes puntuales terrestres, ya que no se dispone de información sobre los aportes difusos de materia orgánica que pudieran llegar al medio desde ríos o por escorrentía directa.

Los vertidos de materia orgánica desde tierra pueden tener su origen en las aguas residuales de naturaleza urbana. Los que mayores cargas aportan son aquellos no sometidos a depuración, o los que poseen únicamente un tratamiento primario, aunque también hay procesos industriales que tienen emisiones de este tipo como subproductos.

En lo que se refiere a la acuicultura marina, tampoco se presenta información de este tipo de fuente difusa, ya que en la Encuesta de Establecimientos de Acuicultura se ofrece información sobre la cantidad de comida aportada a las instalaciones de acuicultura, pero se desconoce qué proporción es consumida, ni la materia orgánica aportada al medio por las especies cultivadas.

La información que se emplea para estimar la carga de materia orgánica que llega al medio marino desde vertidos terrestres es la contenida en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR). Este registro no es exhaustivo y sólo contiene información de los complejos de cierta entidad. Dentro de las emisiones para las que hay datos en este registro, las relacionadas con la materia orgánica son la demanda química de oxígeno (DQO) y el carbono orgánico total (COT). El Real Decreto 508/2007 establece que, para el COT (como C total o DQO/3) el umbral a partir el cual es necesario hacer pública la información sobre las emisiones al agua es de 50.000 kg/año. La DQO está incluida entre las sustancias para las que los complejos notificarán las emisiones, aunque no serán incluidas, en principio, en la información que el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en cumplimiento de los requisitos de información, deba remitir a organismos europeos o cualquier otro de carácter internacional.

Se han seleccionado los complejos con emisiones de DQO y COT al litoral. De los obtenidos, se han descartado aquellos que, una vez ubicados en un mapa, se localizan alejados de la costa.

4.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En este apartado se evalúa cómo varían las cargas aportadas de materia orgánica al medio marino en la demarcación. Para ello se emplean los siguientes indicadores:

- ◆ PSBE-02-01. DQO aportada por instalaciones que notifican al Registro PRTR (kg/año): Este indicador evalúa las emisiones al litoral de demanda química de oxígeno (DQO) para aquellas instalaciones con obligación de aportar esta información al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR).
- ◆ PSBE-02-02. COT aportado por instalaciones que notifican al Registro PRTR (kg/año): Este indicador cuantifica las emisiones al litoral de carbono orgánico total (COT) para aquellas instalaciones con obligación de aportar esta información al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR).



Para el análisis se consideran además el número anual de complejos para los que hay datos y la localización de los complejos. En esta presión no se analizan los indicadores por separado sino conjuntamente.

4.1.2.1. PSBE-02-01. DQO aportada por instalaciones que notifican al Registro PRTR y PSBE-02-01. COT aportado por instalaciones que notifican al Registro PRTR

En la demarcación marina noratlántica el número de complejos que aportan datos al PRTR en el periodo que comprende el tercer ciclo de las estrategias marinas (2016-2021) es de 66 en total, y varía entre 15 y 37 para la DQO y el 35 y 45 para el COT (Figura 31).

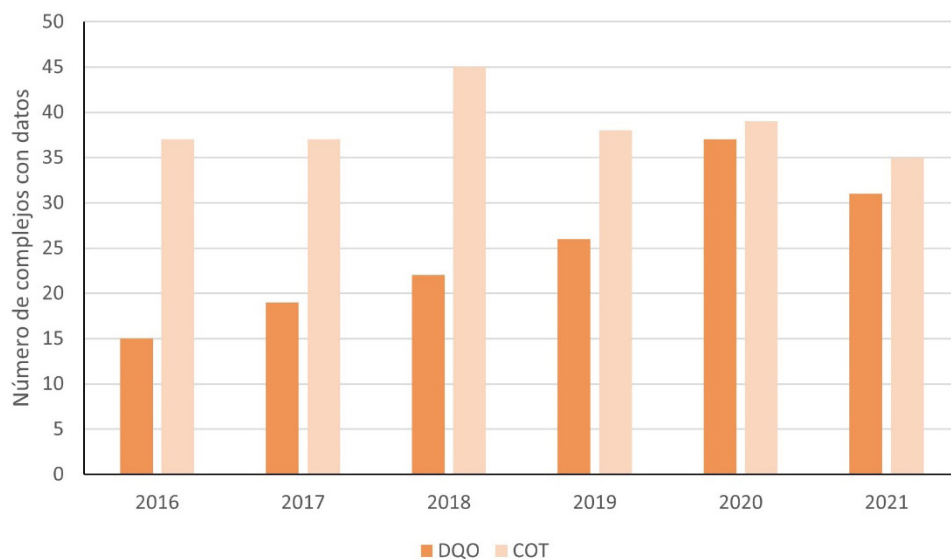


Figura 31. Número de complejos que aportan datos de DQO y COT al Registro PRTR (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

El hecho de que el número de instalaciones no sea constante en el tiempo dificulta que se puedan realizar análisis de tendencias en las cargas aportadas. La Figura 32 ofrece datos sobre la variación de la DQO por años para las provincias bañadas por esta demarcación. En ella se observa como los valores más elevados se encuentran en las provincias de Cantabria y A Coruña en las que, además, hay datos para todos los años del ciclo. El valor total de carga de DQO en la demarcación para el periodo 2016-2021 es de 107 millones de kg aportados en el periodo 2016-2021, lo que supone una media de casi 18 millones de kg/año.

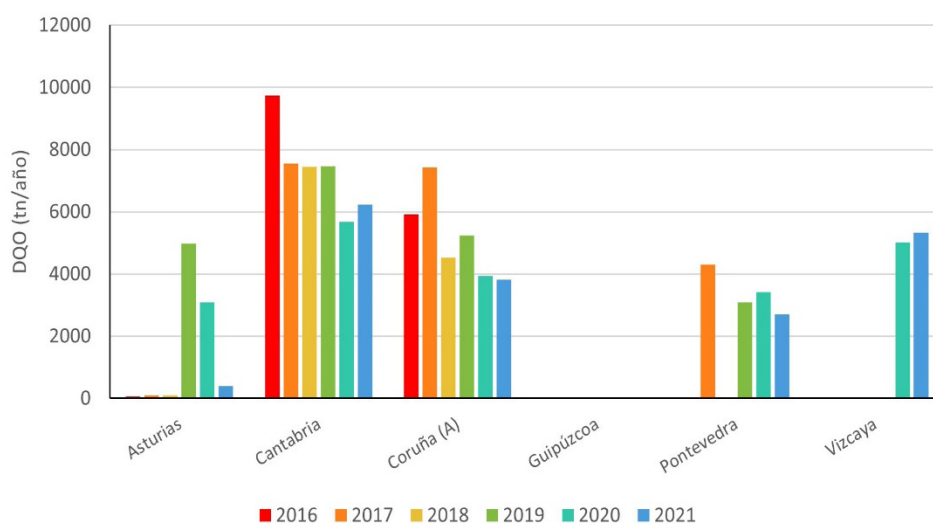
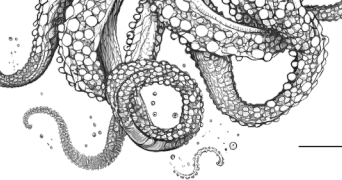


Figura 32. DQO aportada a la demarcación por complejos que notifican al Registro PRTR. (Fuente: figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

En el caso del COT, el total aportado a la demarcación (Figura 33) en el periodo que comprende el tercer ciclo de las estrategias marinas (2016-2021) es de casi 57 millones de kg. Los valores más altos los presenta Asturias, con más de 5 millones de kg en 2017, muy por encima de los 1,4 millones de kg/provincia y año de media de la demarcación.

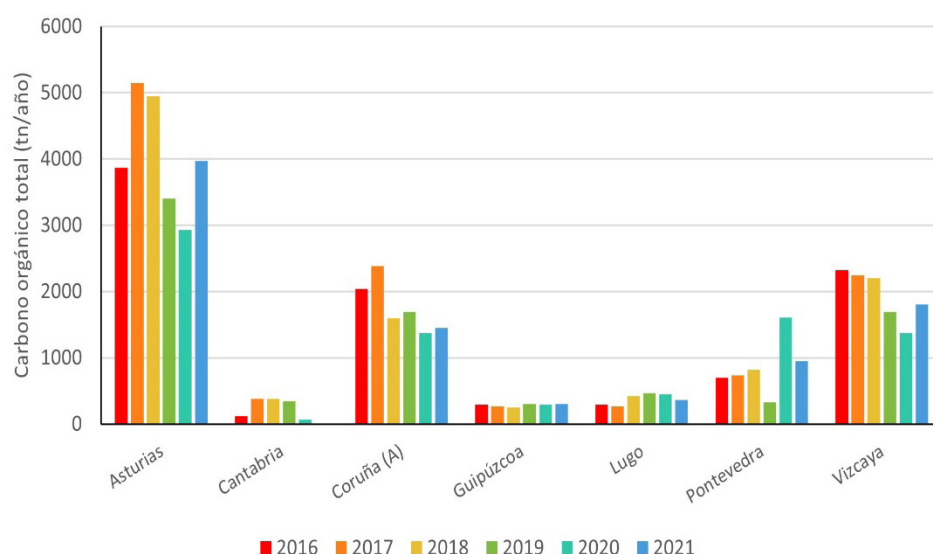


Figura 33. COT aportado a la demarcación por complejos que notifican al Registro PRTR. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

La localización de los complejos se muestra en la Figura 34. En ella se puede observar cómo hay una concentración de éstos en la zona de Gijón-Avilés, Santander, Ferrol, A Coruña y Bilbao. De los 66 complejos mostrados, 11 son estaciones depuradoras de aguas residuales. Estas instalaciones tienen obligación de informar sobre sus emisiones al registro PRTR cuando poseen una capacidad de 100.000 habitantes-equivalentes o superior.

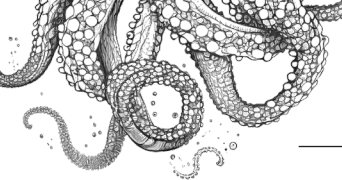


Figura 34. Localización de complejos que notifican al Registro PRTR emisiones de DQO o COT al litoral (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

El Ministerio para la Transición Ecológica ofrece la localización de los puntos de vertido activos de estaciones depuradoras clasificadas por carga orgánica entrante en el periodo enero 2019-diciembre 2020 (Figura 35). En esta demarcación se localizan 70 puntos, habiendo sido el agua depurada antes de ser vertida con tratamiento secundario en todos ellos salvo en 6: Burela, Muxia, Poio-Sanxenxo, Illa de Arousa, Tapia de Casariego y Gijón Este. En relación con la EDAR Gijón Este, el 13 de abril de 2021 se iniciaron las obras para construir los equipos necesarios de cara a realizar un tratamiento secundario a las aguas residuales en la planta. A finales de año comenzó a funcionar el nuevo sistema.

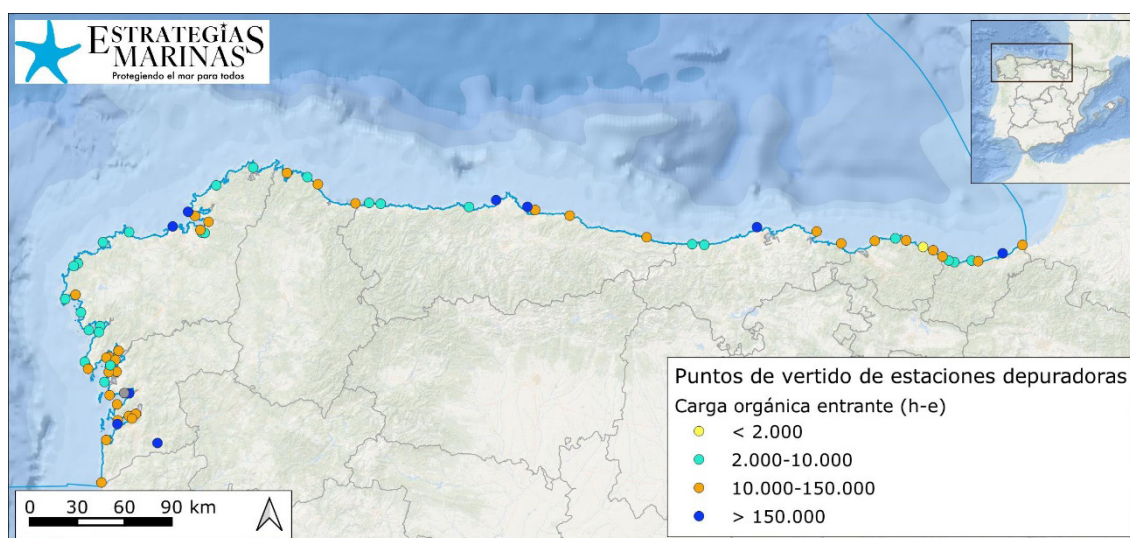


Figura 35. Puntos de vertido activos de estaciones depuradoras clasificadas por carga orgánica entrante en el periodo enero 2019 – diciembre 2020. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO. Directiva 91/271, informe Q2021)



4.1.2.2. Conclusiones

Una de las vías de entrada al medio marino de la materia orgánica generada por la actividad humana son las emisiones que se realizan desde fuentes puntuales. La única fuente de datos pública que ofrece información cuantitativa sobre emisiones al mar de carbono orgánico total (COT) y demanda química de oxígeno (DQO) es el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR). Este registro no es exhaustivo y sólo contiene información de las instalaciones de cierta entidad. Para la demarcación noratlántica se ha obtenido información para 66 complejos, y variando entre 15 y 37 complejos anuales para la DQO y entre 35 y 45 para el COT. El valor global de carga de COT aportado en la demarcación en el periodo 2016-2021 es de 56.802.321 kg, siendo la media anual de 9.467.054 kg/año, mientras que para la DQO la carga total aportada es de 107.524.806 kg, siendo la media anual de 17.920.801 kg/año. La variabilidad espacio-temporal es elevada, si bien se observa una agrupación de instalaciones en los siguientes ámbitos de la demarcación: Gijón-Avilés, Santander, Ferrol, A Coruña y Bilbao.



4.2. Enfoque DPSIR

4.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las principales actividades que generan esta presión son:

- Usos urbanos
- Usos industriales
- Acuicultura marina

4.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

El aporte de materia orgánica al mar puede suponer un aumento de la actividad de los organismos descomponedores, que se alimentan de la misma, pudiendo causar una disminución del oxígeno disponible para el resto de seres vivos, volviéndose el medio anaerobio, con las consecuencias que ello conlleva.

La Dirección General del Agua ofrece información sobre las masas de agua costeras y de transición que presentaron impactos por materia orgánica durante el tercer ciclo de planificación hidrológica. 5 masas de agua de transición han sido clasificadas como con impactos por materia orgánica (Tabla 10), y ninguna costera. Las presiones que darían origen a este impacto para cada masa de agua no se identifican en el Plan Hidrológico vigente.

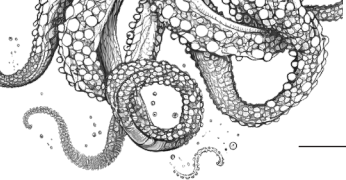
Tabla 10. Masas de agua con impacto por materia orgánica, siendo AT – aguas de transición. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de la Dirección General del Agua)

Código	Nombre	Demarcación	Categoría
ES017MSPFES111T014010	Oiartzun transición	Cantábrico Oriental	AT
ES017MSPFES111T044010	Artibai transición	Cantábrico Oriental	AT
ES017MSPFES111T046020	Oka Exterior transición	Cantábrico Oriental	AT
ES018MSPFES144MAT000080	Estuario de Ribadesella	Cantábrico Occidental	AT
ES018MSPFES145MAT000060	Estuario de Avilés	Cantábrico Occidental	AT

El descriptor principalmente relacionado con esta presión es el descriptor 4, Redes Tróficas: “Todos los elementos de las redes tróficas marinas, en la medida en que son conocidos, se presentan en abundancia y diversidad normales y en niveles que pueden garantizar la abundancia de las especies a largo plazo y el mantenimiento pleno de sus capacidades reproductivas”. Aportes abundantes de materia orgánica, debido a su descomposición, pueden causar una disminución del oxígeno disuelto o incluso anoxia, con el consiguiente cambio en las especies presentes en el medio marino. Esto también puede tener incidencia sobre el descriptor 1: Se mantiene la biodiversidad, la calidad y la frecuencia de los hábitats y la distribución y abundancia de especies están en consonancia con las condiciones fisiográficas y climáticas reinantes.

4.2.3. Efectos transfronterizos

Se considera que esta presión que no genera efectos transfronterizos ya que no se han detectado impactos en las aguas costeras que lindan con Portugal o con Francia.



4.2.4. Descriptores afectados

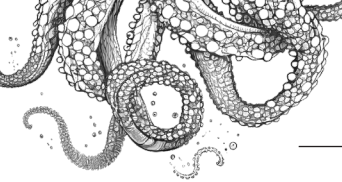
Los descriptores más relevantes a efectos de esta actividad son:

Descriptores de presión:

- 💧 **Descriptor 5.** Eutrofización

Descriptores de estado:

- 💧 **Descriptor 4.** Redes tróficas
- 💧 **Descriptor 1.** Biodiversidad



5. NOR-PSBE-03. Aporte de otras sustancias: fuentes difusas, fuentes puntuales, deposición atmosférica, incidentes graves

5.1. Caracterización de la presión

5.1.1. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

El aporte de contaminantes al medio marino constituye una presión, sobre todo, para los organismos que en él habitan. Los efectos que tiene sobre los mismos dependen, entre otros factores, del tipo de contaminante. En la Directiva marco sobre la estrategia marina se ponen como ejemplo los contaminantes de tipo sintético, no sintético o radionucleidos. Los aportes de contaminantes pueden ser:

- De origen terrestre: vertidos urbanos, industriales, piscícolas, ríos y escorrentía superficial
- De origen marino: buques, plataformas, piscícolas
- De origen aéreo: deposiciones atmosféricas

Para las fuentes de origen terrestre se usará como fuente de información el programa RID (*Riverine Inputs and Direct Discharges*, entradas desde ríos y descargas directas), lanzado por el Convenio OSPAR. Éste recopila información sobre las cargas totales aportadas de las siguientes sustancias contaminantes: cadmio, mercurio, cobre, plomo, zinc, γ -hexaclorociclohexano (γ -HCH, lindano) y bifenilos policlorados (PCBs) que llegan al mar desde tierra, ya sea por vertidos directos de origen urbano, industrial o acuicultura o bien por aportes desde ríos.

Las comunidades autónomas que lindan con la demarcación marina noratlántica son País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia, mientras que demarcaciones hidrográficas que intersecan con ella son Cantábrico Oriental, Cantábrico Occidental, Galicia-Costa y Miño-Sil. Se considera que los ríos canalizan buena parte de la escorrentía difusa de sustancias contaminantes que pudiesen alcanzar este medio aguas arriba de las estaciones de muestreo. Sin embargo, no todas las cuencas están monitorizadas. Existe un porcentaje pequeño de cursos de agua que no están monitorizados, y para sus cuencas, no se dispone de información sobre los posibles aportes difusos. Es necesario también tener en cuenta la desigual distribución de estaciones dentro de las comunidades autónomas/demarcaciones hidrográficas a la hora de evaluar las cargas, puesto que podría darse el caso de que se observen mayores cargas en las zonas más monitorizadas por el simple hecho de contar con más estaciones.

En cuanto a las posibles fuentes de contaminación marina, no se dispone de información de los vertidos autorizados de contaminantes que se hayan podido producir desde buques. Los incidentes graves de contaminación que generan un aporte no intencionado y no controlado de sustancias contaminantes al medio marino se describen en el criterio 3 del descriptor 8. Otro vertido mar-mar es el que se produce en las instalaciones de acuicultura, si bien las comunidades autónomas no aportan información al RID sobre sustancias contaminantes. Por último, comentar que en la demarcación noratlántica se localiza la plataforma Gaviota, si bien se desconoce si realiza algún vertido de sustancias contaminantes al medio.

En la demarcación marina noratlántica no se producen vertidos directos de radionucleidos a las aguas costeras. La información sobre los niveles medidos en mar abierto es publicada anualmente por el Consejo de Seguridad Nuclear, organismo competente en la materia.

La evaluación de las deposiciones atmosféricas se hace en base a los datos del Programa Concertado de Vigilancia y Evaluación del Transporte a Larga Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa (programa EMEP). Este programa modela la deposición anual en el océano de dos contaminantes orgánicos persistentes: dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/



Fs) y benzo-alfa-pirenos (B[α]P) y de tres metales pesados: cadmio, mercurio y plomo. Para este ciclo (2016-2021) no se ha podido acceder a los datos de los dos contaminantes orgánicos.

5.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

En este apartado se evalúa cómo varían las cargas aportadas de contaminantes al medio marino en la demarcación. El número de indicadores definidos en los programas de seguimiento de tercer ciclo asciende a 64, puesto que se desglosan por tipo de sustancia y origen. No se van a listar aquí los citados indicadores y se van a desarrollar uno a uno como se hace en otras fichas, sino que, para facilitar la comprensión y lectura, se realiza un análisis en función del origen. Se seguirá para el análisis el mismo orden especificado en el apartado anterior, comenzando así por las fuentes de origen terrestre.

5.1.2.1. Aportes desde tierra – vertidos directos y aportes de ríos

Se han analizado las cargas anuales del periodo que abarca el tercer ciclo de estrategias marinas (2016-2021). Es necesario aclarar que los datos no tienen la misma cobertura espacial todos los años, por lo que no se pueden analizar tendencias, pero sí puede contribuir, de forma general, a la identificación de las fuentes de procedencia de los contaminantes.

Es también necesario resaltar que los datos presentados deben ser empleados únicamente para conocer el orden de magnitud de la estimación de las máximas cargas que pueden llegar al mar a través de los ríos, pero no sería correcto utilizar datos concretos. Esto se debe a la metodología empleada para la obtención de estas cargas, puesto que se calculan con el caudal medio anual de los ríos o en ocasiones con el caudal medio de series temporales más largas.

Las siguientes gráficas muestran la contribución de los vertidos directos y los aportes desde ríos a los estuarios y aguas costeras (Figura 36 a Figura 47). De ellas se puede concluir que el cadmio, mercurio, plomo y cobre son aportados principalmente por los vertidos directos en las demarcaciones hidrográficas de Cantábrico Oriental y Occidental, y por ríos para las demarcaciones de Galicia Costa y Miño-Sil. También llegan al mar principalmente a través de los ríos el cobre y el zinc en todas las demarcaciones hidrográficas, el γ-HCH en Cantábrico Oriental y PCBs en Galicia Costa.

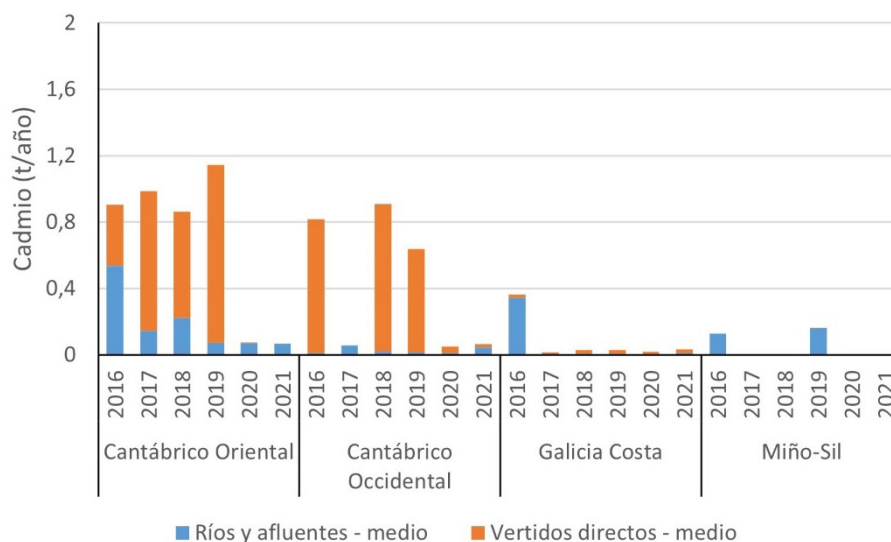


Figura 36. Aportes de cadmio desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

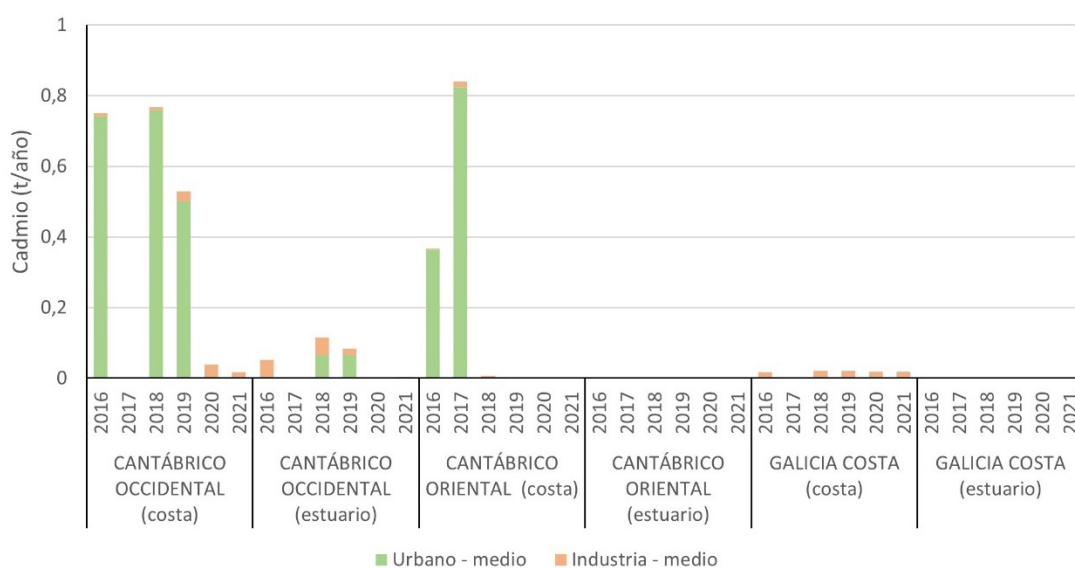
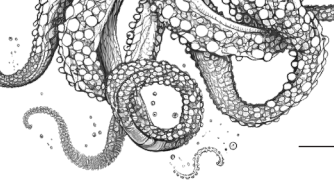


Figura 37. Aportes de cadmio por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

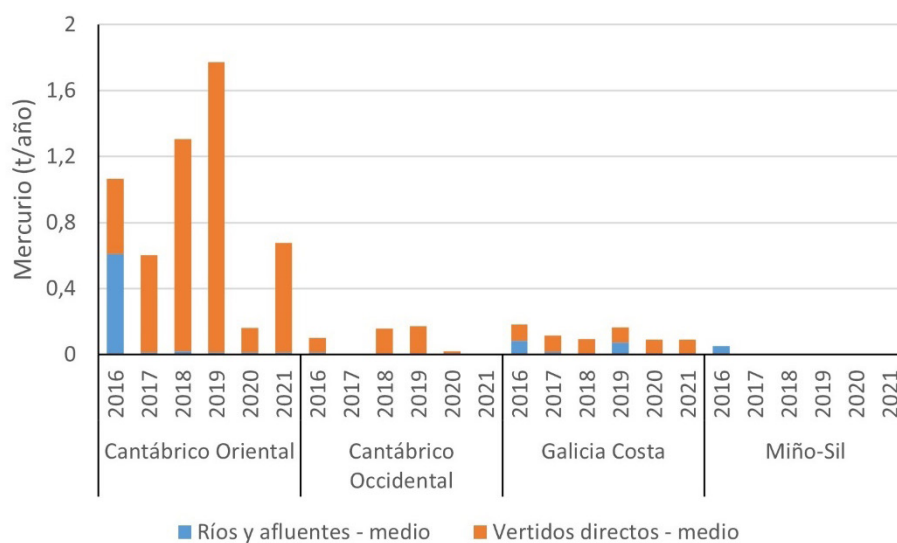


Figura 38. Aportes de mercurio desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

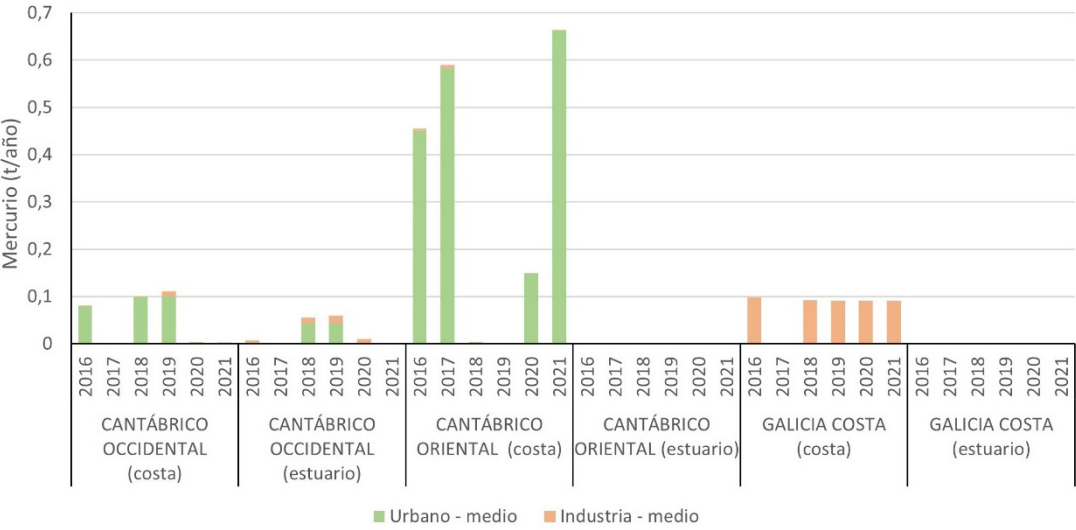
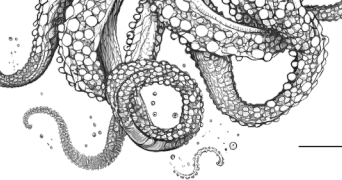


Figura 39. Aportes de mercurio por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

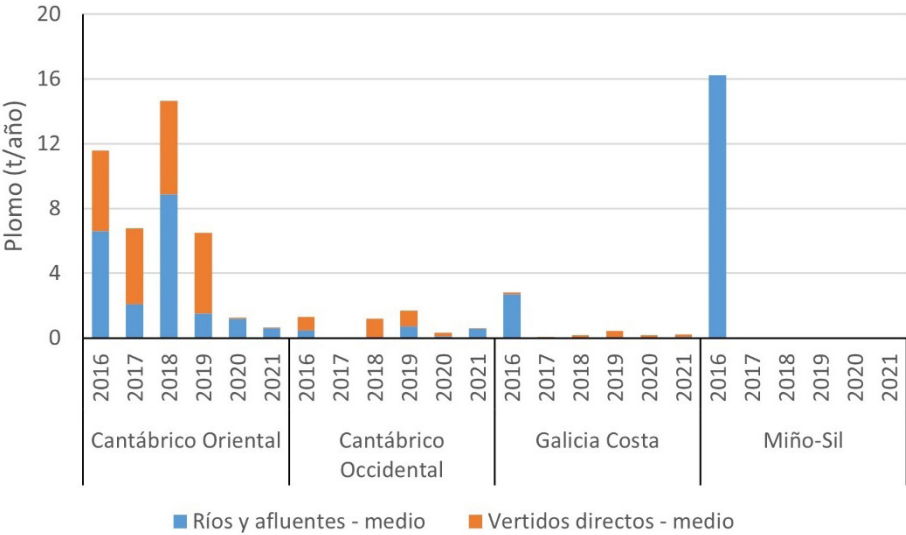


Figura 40. Aportes de plomo desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

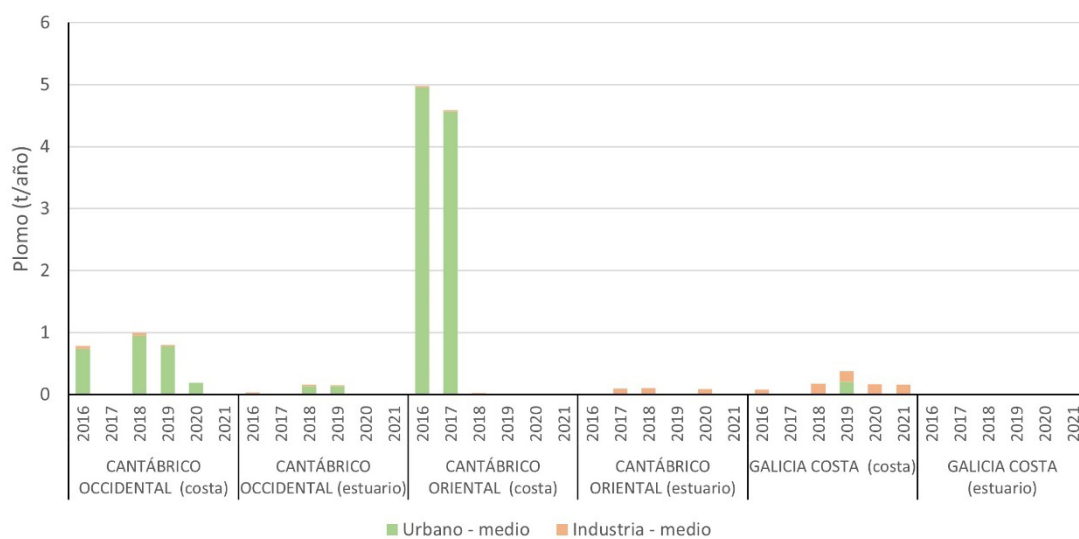
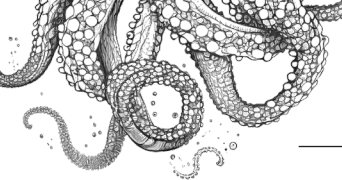


Figura 41. Aportes de plomo por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

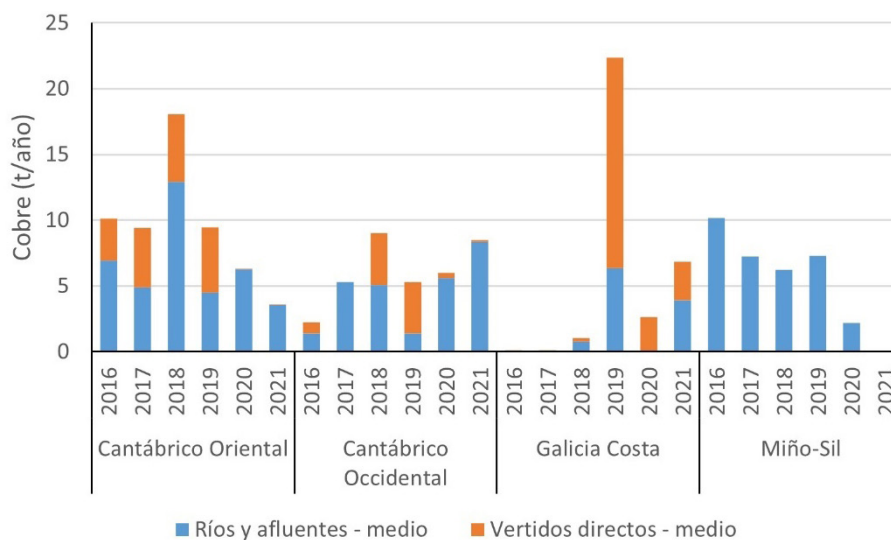


Figura 42. Aportes de cobre desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

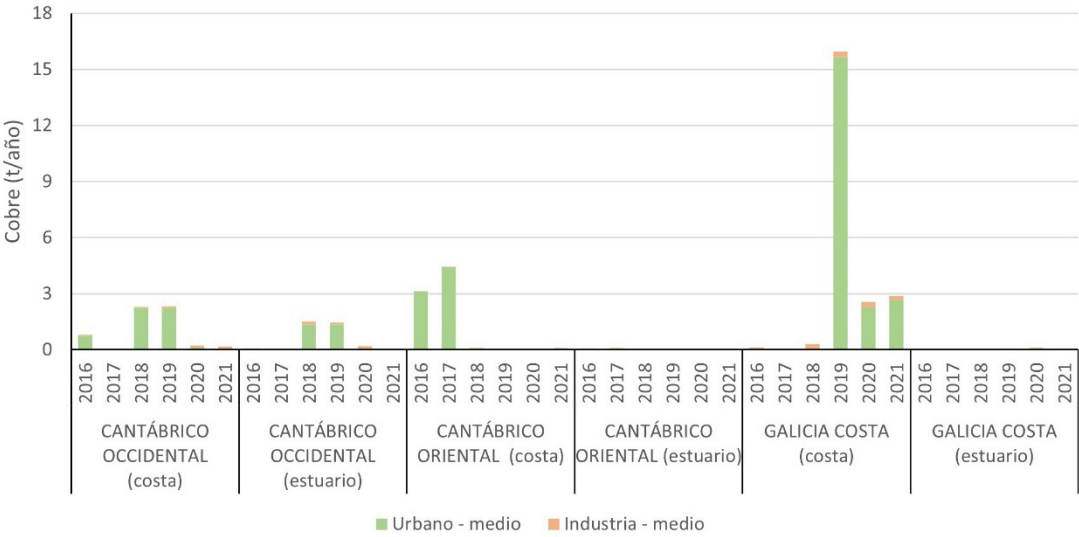


Figura 43. Aportes de cobre por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

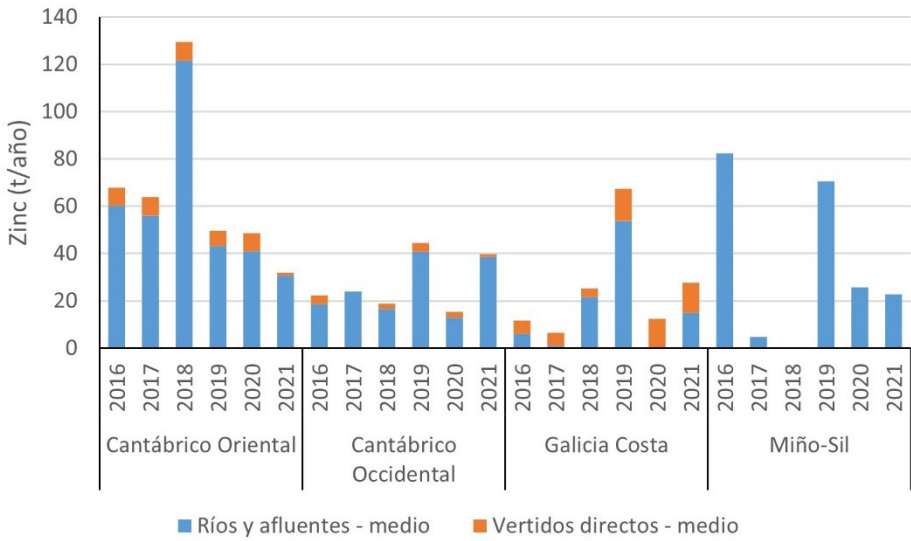


Figura 44. Aportes de zinc desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

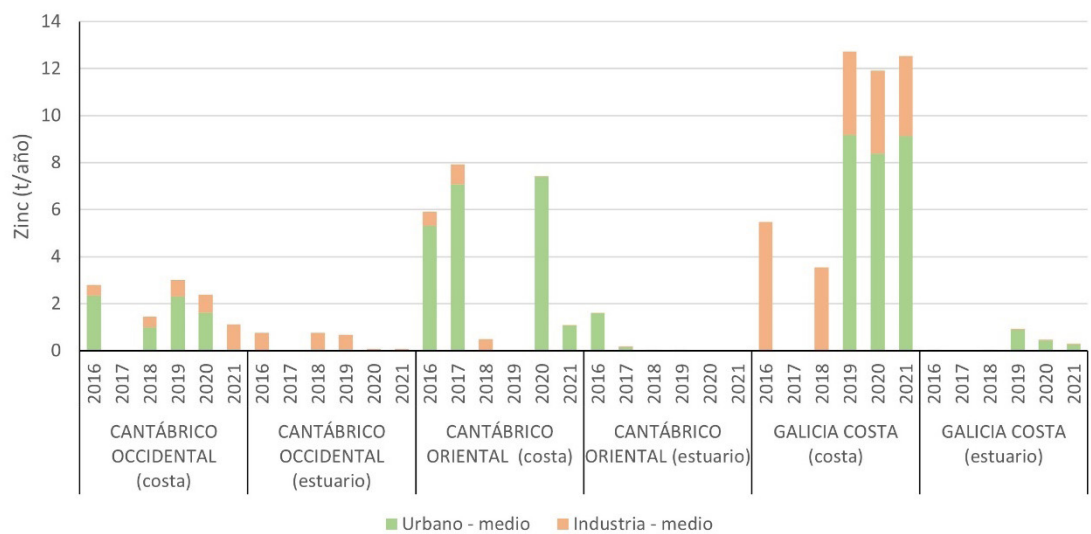


Figura 45. Aportes de zinc por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

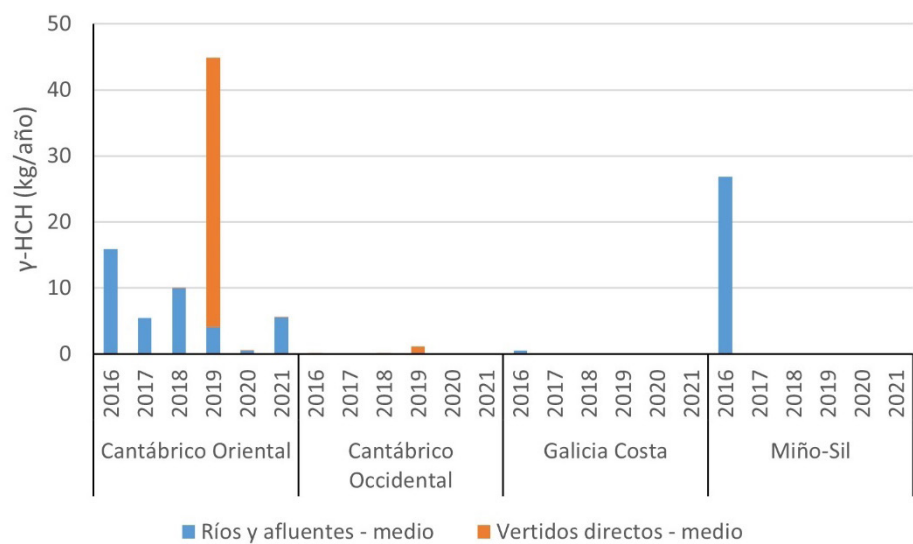


Figura 46. Aportes de Y-hexaclorociclohexano desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

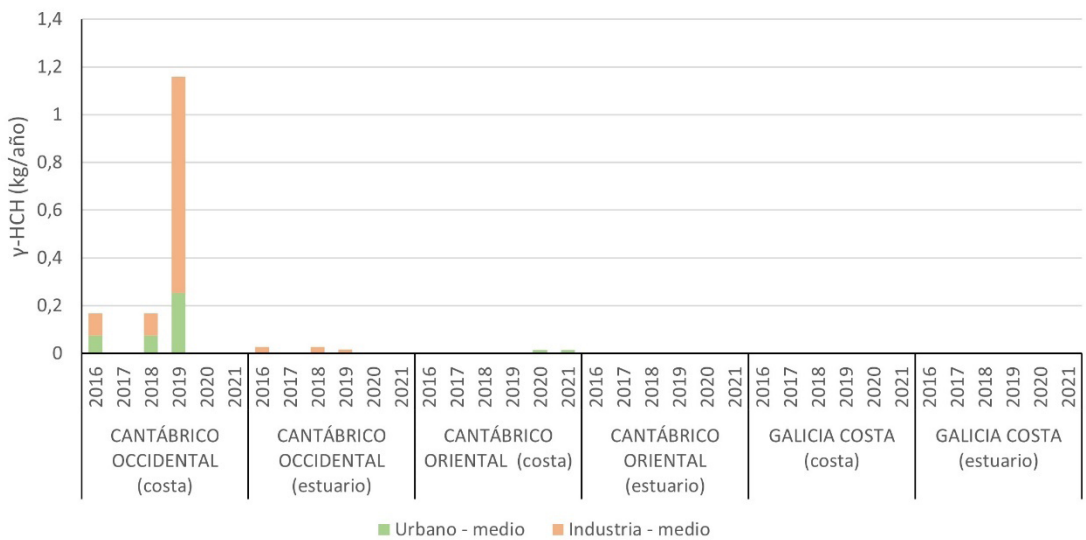
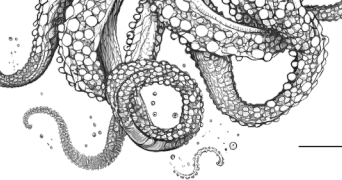


Figura 47. Aporte de γ -hexaclorociclohexano por vertido directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

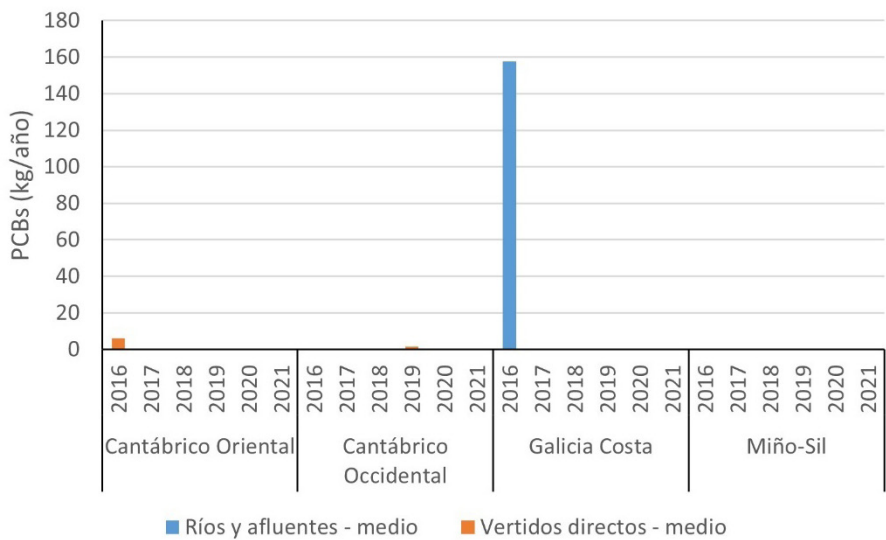


Figura 48. Aportes de PCBs desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

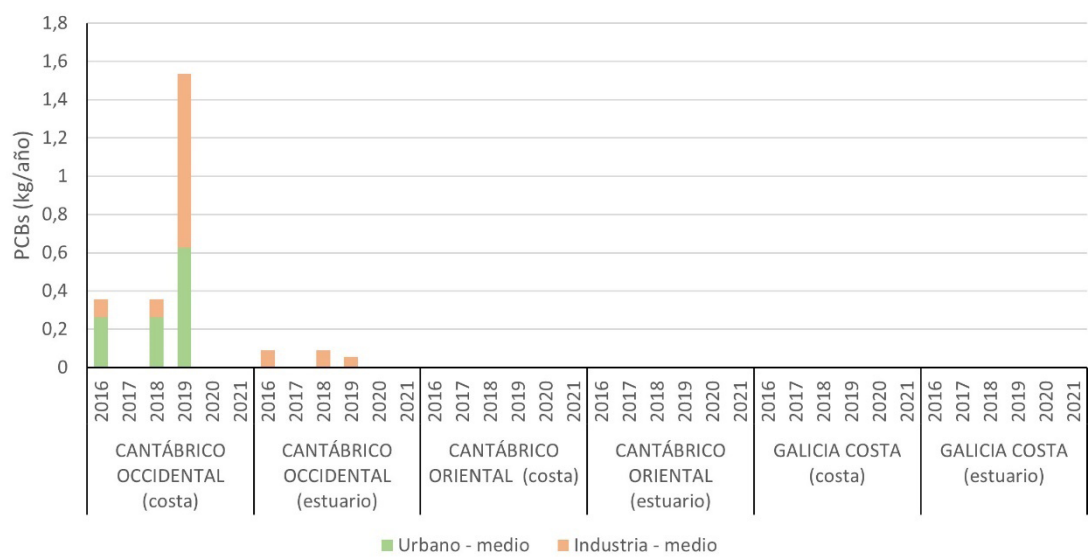
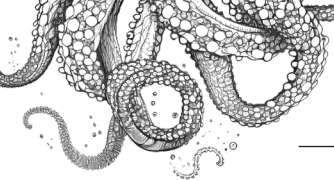


Figura 49. Aporte de PCBs por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

Es conveniente remarcar que, como ya se adelantó en la descripción de la presión, las series de datos de las que se dispone no contienen información de las mismas fuentes de aportes para todos los años, por lo que no es posible elaborar tendencias temporales y realizar un análisis espacial comparable entre años de la entrada de contaminantes al medio marino. El número de ríos con información no es constante tampoco entre los contaminantes. En la Tabla 11} se muestra el número de ríos que contiene datos de cada contaminante por año.

Tabla 11. Número de ríos con datos de cada contaminante por año. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

Número de ríos con datos						
Contaminante	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Cd	40	27	37	43	41	39
Hg	40	27	42	37	41	38
Cu	22	26	43	37	41	39
Pb	40	27	43	37	41	39
Zn	26	26	43	37	41	39
Y-HCH	33	32	42	36	40	38
PCBs	17	7	8	0	0	0

Para el cadmio y el mercurio, se observan pequeñas variaciones interanuales, y en ambos casos hay valores elevados, para el cadmio en 2016 y 2018 en Miño-Sil y para el mercurio en 2016 en Cantábrico Oriental y Miño-Sil (Figura 50).

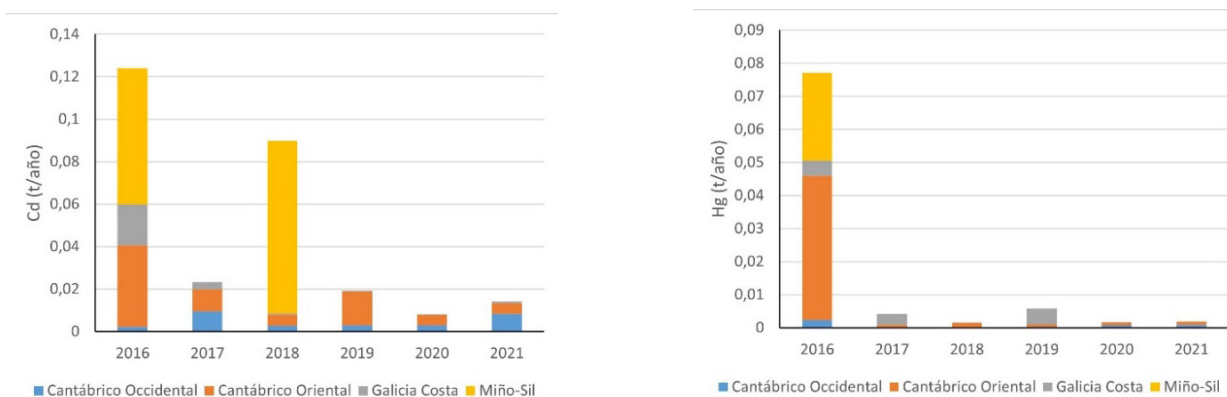


Figura 50. Aporte medio anual de cadmio (izquierda) y mercurio (derecha) por ríos con datos anuales. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

Para el plomo tampoco se puede describir una tendencia clara, y destacan los aportes realizados por el Miño-Sil en 2016 (Figura 51). En cuanto al zinc, podría decirse que los aportes que se producen unos años doblan prácticamente a los aportes de otros años (Figura 52).

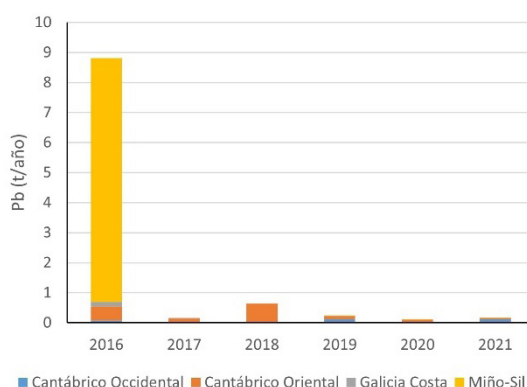


Figura 51. Aporte medio anual de plomo por ríos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

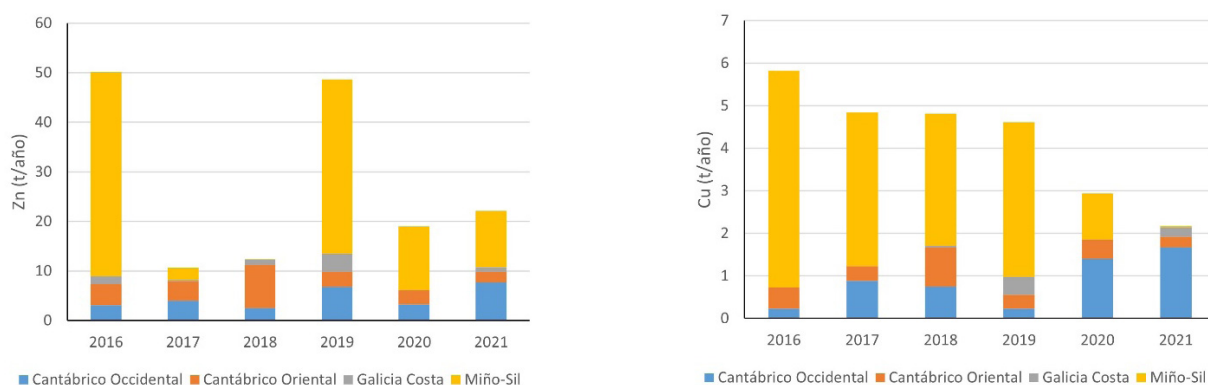


Figura 52. Aporte medio anual de cobre (izquierda) y de zinc (derecha) por ríos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)



En cuanto a las cargas de γ -HCH, el comportamiento es similar a los descritos anteriormente: variaciones interanuales con un máximo que destaca en un año concreto, en este caso 2016. A la vista de los resultados se puede concluir que el hecho de que la serie analizada sea tan sólo de 6 años no permite establecer tendencias claras. Para los PCBs, solo existen datos de 2016 de la demarcación de Galicia Costa, de Miño-Sil y Cantábrico Occidental para 2017 y 2018 con resultado de 0, por lo que no se puede realizar ningún tipo de análisis espacial.

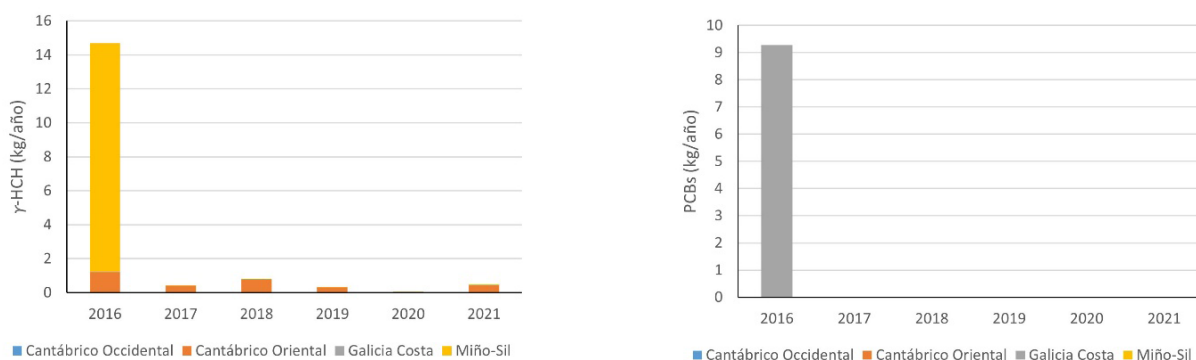


Figura 53. Aporte medio anual de γ -HCH (izquierda) y de PCBs (derecha) por ríos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del programa RID del Convenio OSPAR)

En las siguientes figuras (Figura 54 a Figura 60) se representa, de forma espacial, la carga media de los contaminantes mencionados aportada por los ríos para el periodo 2016-2021 según el Programa RID.



Figura 54. Aporte medio anual de cadmio por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

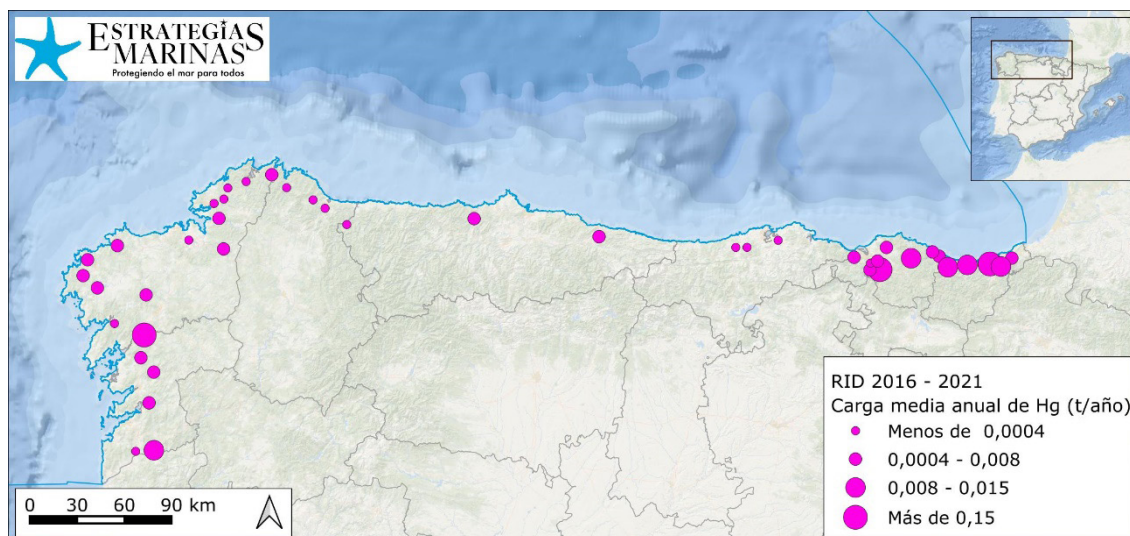
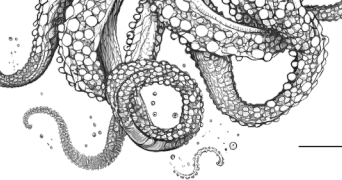


Figura 55. Aporte medio anual de mercurio por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

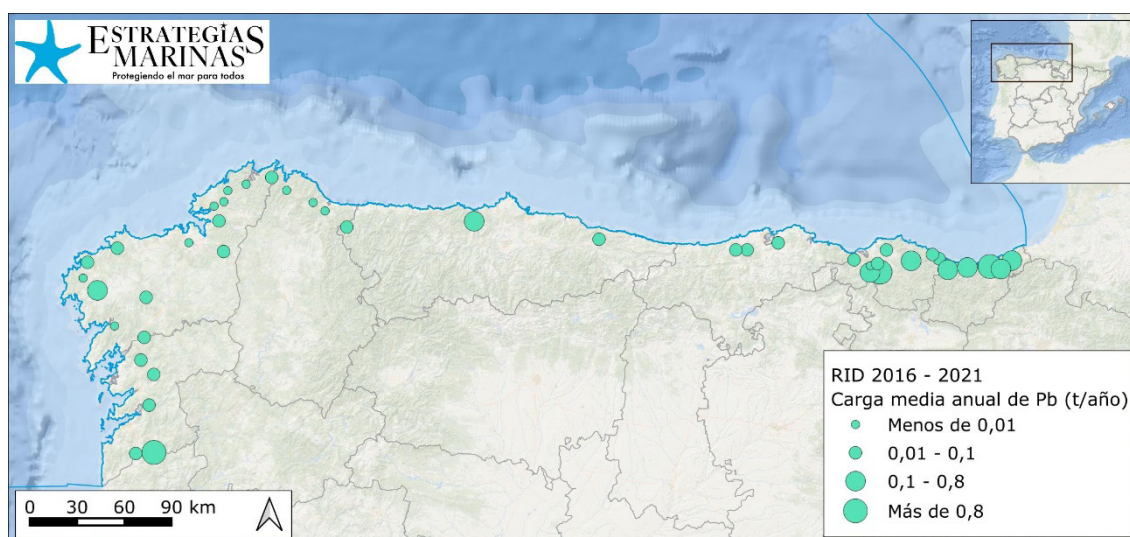


Figura 56. Aporte medio anual de plomo por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

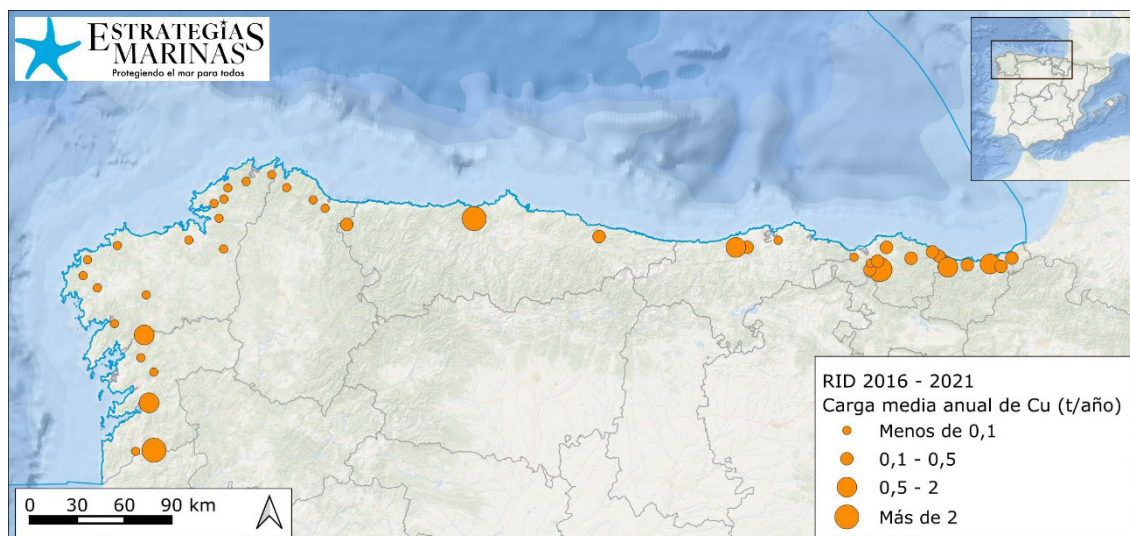


Figura 57. Aporte medio anual de cobre por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

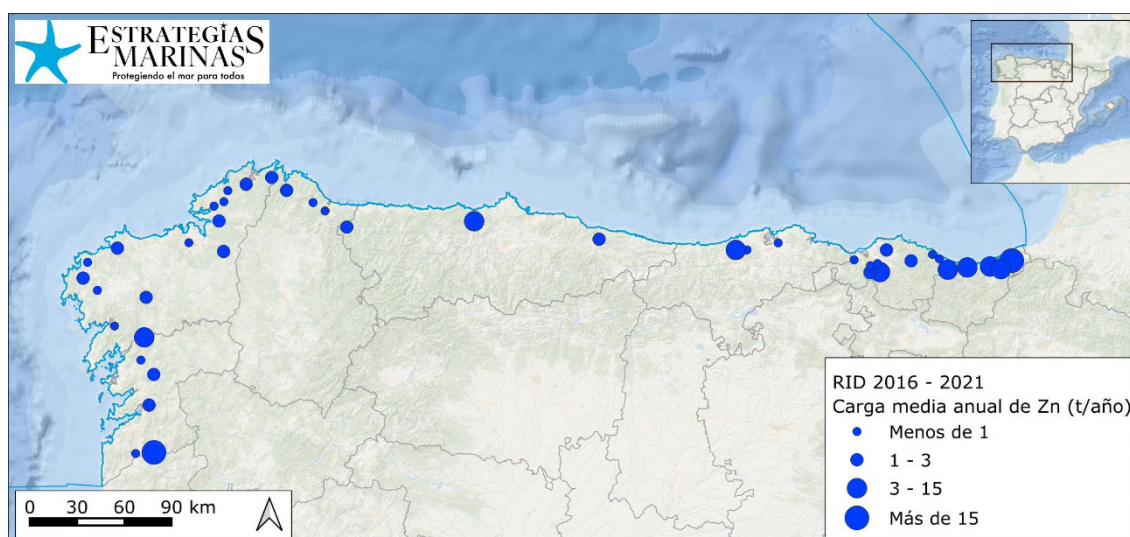


Figura 58. Aporte medio anual de zinc por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

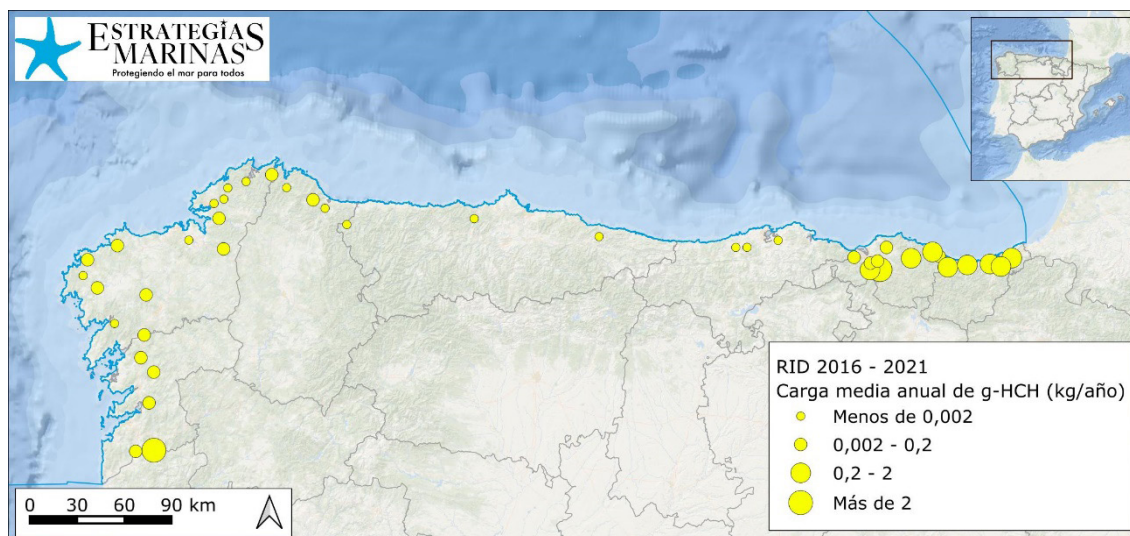


Figura 59. Aporte medio anual de Y-HCH por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

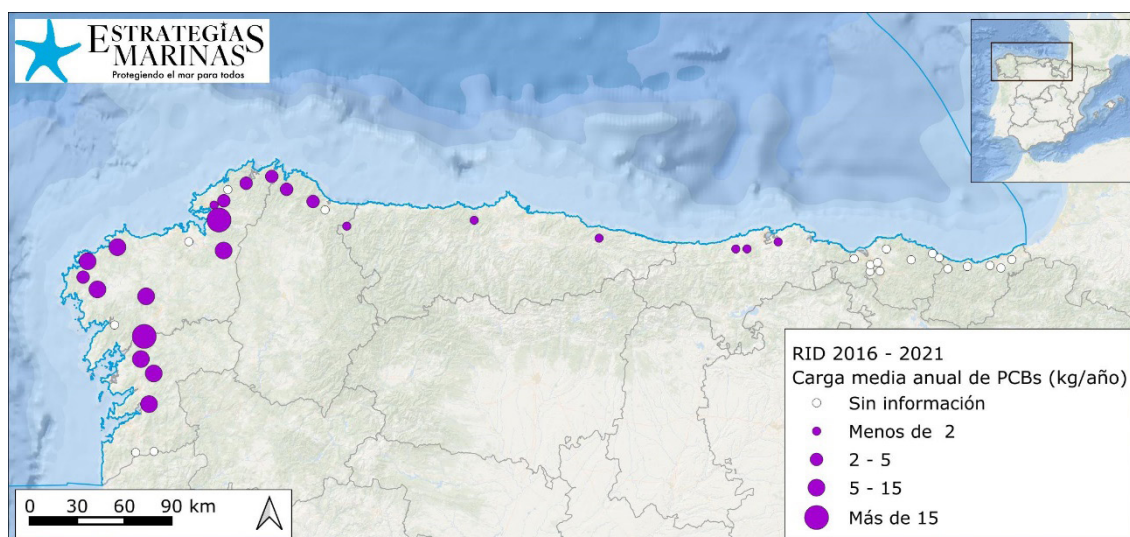
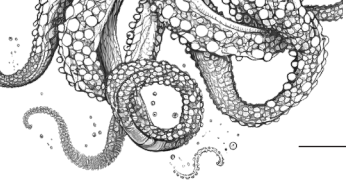


Figura 60. Aporte medio anual de PCBs por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

Para completar la información de los vertidos de contaminantes desde tierra, para los contaminantes no incluidos en el programa RID, se ha utilizado la información ofrecida por el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes de Contaminantes (Registro PRTR). No todas las instalaciones que realizan vertidos al mar están obligadas a enviar información a este Registro, sino sólo aquellas que superan los umbrales que se especifican en el Real Decreto 508/2007, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas, y sus modificaciones posteriores. La información que se ofrece no es, por tanto, exhaustiva, sino que tiene en cuenta las instalaciones de mayor entidad. De este Registro, se seleccionan aquellos complejos que vierten al litoral, y se les asocian las cargas de contaminantes de las que han informado en el

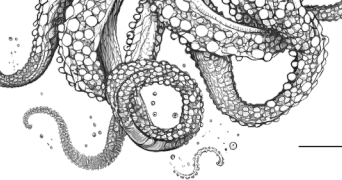


periodo 2016-2021. Para esta demarcación existen datos de 87 complejos. La definición de litoral es entendida en el mismo en sentido amplio, incluyendo también el dominio público marítimo-terrestre al que dan lugar las aguas de transición. En la Tabla 12 y Tabla 13 se muestran las cargas aportadas de contaminantes por complejos que informan al PRTR.



Tabla 12. Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos inorgánicos por complejos que informan al Registro PRTR. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos (kg/año)							
Compuesto / Demarcación Hidrográfica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Arsénico y compuestos (como As)	21	191	129	51	23.883	124	24.399
Cantábrico occidental	9	118	116	30	23.841	92	24.206
Cantábrico oriental	6	8	8	16	33	22	92
Galicia costa	6	65	5	5	9	10	101
Cadmio y compuestos (como Cd)	66	25	391	35	257	25	799
Cantábrico occidental	59	17	12	30	256	25	399
Cantábrico oriental	0	0	377	3	0	0	381
Galicia costa	8	8	1	1	1	1	19
Cianuros (como CN total)	2.599	3.240	2.064	1.820	586	716	11.026
Cantábrico occidental	2.440	3.160	1.540	1.781	553	665	10.139
Cantábrico oriental	134	44	524	37	30	42	810
Galicia costa	25	36	1	3	3	10	77
Cobre y compuestos (como Cu)	2.964	3.647	2.472	1.462	4.079	251	14.874
Cantábrico occidental	83	857	1.211	131	106	26	2.414
Cantábrico oriental	2.807	2.623	1.145	1.236	985	188	8.985
Galicia costa	74	166	116	95	2.988	37	3.475
Cromo y compuestos (como Cr)	367	655	193	215	216	128	1.774
Cantábrico occidental	345	330	47	210	214	79	1.225
Cantábrico oriental	5	1	144	4	1	44	198
Galicia costa	17	325	2	1	2	5	352
Fluoruros (como F total)	180.582	164.240	302.251	216.826	176.684	139.940	1.180.523
Cantábrico occidental	65.774	63.434	149.357	69.837	53.950	71.587	473.938



Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos (kg/año)							
Compuesto / Demarcación Hidrográfica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Cantábrico oriental	57.783	49.533	42.409	42.676	50.532	30.879	273.812
Galicia costa	57.026	51.273	110.486	104.312	72.203	37.474	432.773
Mercurio y compuestos (como Hg)	67	115	87	49	69	69	457
Cantábrico occidental	15	88	63	49	45	41	300
Cantábrico oriental	50	25	21	0	0	20	117
Galicia costa	2	2	2	1	24	8	40
Níquel y compuestos (como Ni)	745	937	710	463	369	631	3.855
Cantábrico occidental	425	652	410	243	276	497	2.504
Cantábrico oriental	201	158	294	185	74	104	1.016
Galicia costa	118	127	6	34	19	30	335
Plomo y compuestos (como Pb)	263	624	183	111	141	26	1.349
Cantábrico occidental	49	459	101	105	136	21	870
Cantábrico oriental	127	28	3	1	0	0	159
Galicia costa	87	138	79	5	5	5	319
Zinc y compuestos (como Zn)	9.622	10.875	15.275	11.695	12.463	8.189	68.118
Cantábrico occidental	1.828	6.991	4.979	2.107	2.575	911	19.392
Cantábrico oriental	7.191	2.126	8.288	8.870	6.563	6357	39.395
Galicia costa	602	1.759	2.008	717	3.324	920	9.331

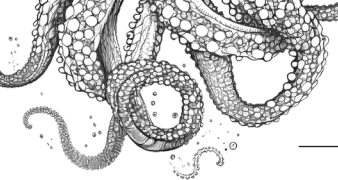
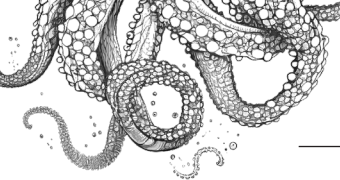


Tabla 13. Cargas aportadas de compuestos orgánicos por complejos que informan al Registro PRTR. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

Cargas aportadas de compuestos orgánico (kg/año)							
Compuesto / Demarcación Hidrográfica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano (HCH)				0			0
1,2,3-Triclorobenceno				3			3
1,2,4-Triclorobenceno		0		3			3
1,2-dicloroetano (DCE)	0	0	0	14	0	0	14
1,3,5-Triclorobenceno				3			3
Alaclor				0			0
Aldrín				0			0
Antraceno	0	0	0	0	0	0	0
Atrazina	0	0	0	0	0	0	0
Benceno	0	14	0	0	0	4	18
Benzo(a)pireno	0	0	1	0	0	0	2
Benzo(b)fluoranteno	0	0	1	0	0	1	2
Benzo(g,h,i)perileno	1	5	2	5	1	1	14
Benzo(k)fluoranteno	0	0	0	0	0	0	1
Bromodifeniléteres (PBDE)				0			0
Clorfenvinfós				0			0
Cloroalcanos, C10-C13				0			0
Clorpirifós				0			0
Compuestos orgánicos halogenados (como AOX)	55.363	58.751	31.755	44.171	57.807	26.402	274.250
Compuestos organoestánicos (como Sn total)	2	3	1	4	1	1	14
DDT total				0			0



Cargas aportadas de compuestos orgánico (kg/año)							
Compuesto / Demarcación Hidrográfica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Diclorometano (DCM)	29	152	28	0	0	130	338
Dieldrín				0			0
Diurón	21	20	30	17	17	21	126
Endosulfán				0			0
Endrín				0			0
Etilbenceno	0	0		0	0	0	0
Fenoles (como C total)	3.713	3.690	3.198	3.776	16.650	6.560	37.587
Fluoranteno	2	7	3	18	2	1	34
Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	498	191.517	129	85.601	255	270	278.271
Hexaclorobenceno (HCB)	0	0	0	0	0	0	0
Hexaclorobutadieno (HCBD)				0			0
Hidrocarburos aromáticos policíclicos totales PRTR (HAP totales PRTR)	7	21	17	189	114	264	612
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0	0	1	0	0	0	1
Isodrín				0			0
Isoproturón	0	0	4	1	0	1	6
Lindano	1	1	0	0		1	2
Naftaleno	0	1	1	0	0	42	44
Nonifenol y Etoxilatos de nonilfenol (NP/NPE)	99	256	433	342	264	61	1.454
o,p'-DDT				0			0
Octilfenoles y octilfenoles etoxilatos	36	3	37	5	7	0	88
p,p'-DDD				0			0
p,p'-DDE				0			0



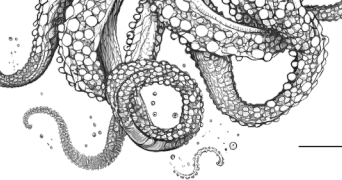
Cargas aportadas de compuestos orgánico (kg/año)							
Compuesto / Demarcación Hidrográfica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
p,p'-DDT				0			0
PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como Teq)	0	0	0	0	0	0	0
Pentaclorobenceno				0			0
Pentaclorofenol (PCP)	1	0	0	0	0	0	1
Policlorobifenilos (PCB)	0	0	0	0	74	0	74
Simazina	0	0	0	0	0	0	0
Tetracloroetileno (PER)	100	41	2	17	0	0	160
Tetraclorometano (TCM)	15	6	12	0	0	0	33
Tolueno	21	134	0	27	12	78	272
Tributilestaño y compuestos	172	0	0	43	0	0	216
Triclorobencenos totales (TCB)		0					0
Tricloroetileno	34	4	0	0	0	0	38
Triclorometano	90	149	121	116	102	46	624
Trifenilestaño y compuestos	0	0	0	0	0	0	0
Trifluralina				0			0
Xilenos totales	0	12	0	0	0	0	12

5.1.2.2. Aportes desde tierra – vertidos de radionucleidos

En cuanto al vertido de radionucleidos al medio marino, en la demarcación noratlántica no existe ninguna actividad industrial que conlleve este tipo de vertidos directos.

Como ya se indicó en el informe del anterior periodo de evaluación, la Fosa Atlántica alberga unas 140.000 toneladas de residuos radioactivos a unos 3.000 metros de profundidad, sobre los que no se realiza en estos momentos un seguimiento periódico de su estado.

En todo caso, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) dispone de un Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental, que cubre las aguas costeras desde 1993, en el que están contempladas 15 estaciones a lo largo del litoral español. Las estaciones están seleccionadas de forma que por su localización y características sean representativas del litoral español (principales cabos, puertos y playas sometidas



a corrientes marinas o situadas en desembocaduras fluviales). La red de estaciones está gestionada por el CEDEX, con la colaboración de diversos organismos públicos (Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, Autoridades Portuarias, Sociedad Estatal de Salvamento y Seguridad Marítima, etc.). En ellas se muestrea agua, y, además, en una estación del Cantábrico (Cabo de Ajo) se recogen algas, peces y marisco cada tres años.

El CSN reporta anualmente al Parlamento un resumen de los resultados obtenidos de la red y los publica en su página web (www.csn.es). Con la misma frecuencia publica los resultados de los programas de vigilancia radiológica ambiental en su Colección de Informes Técnicos, incorporando un análisis de estos, incluyendo gráficos con la evolución temporal y valores en tablas. Además, en cumplimiento con los requerimientos de vigilancia ambiental fijados por la Comisión Europea en el artículo 36 del Tratado Euratom, el CSN envía anualmente dichos resultados a la Comisión Europea. En este sentido, se representa la serie temporal de 2001-2021 para actividad alfa total (Figura 62), actividad beta total (Figura 63) y tritio (Figura 64) y se señalan los datos pertenecientes al presente periodo de evaluación.



Figura 61. Localización de las estaciones de monitorización radiológica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos del Consejo de Seguridad Nuclear)

5.1.2.2.1. Concentración del índice de actividad alfa total (Bq/m^3)

Este indicador analiza las variaciones del índice de actividad alfa total en las estaciones de seguimiento del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear en aguas marinas abiertas y portuarias.

La concentración del índice de actividad alfa total en esta demarcación, mostrado en la Figura 62, experimenta una tendencia decreciente durante la primera mitad del tercer ciclo de estrategias, coincidiendo en el año 2018 con los valores mínimos observados en el periodo de estudio para Cabo Ortega y Cabo Silleiro que registraron 59 y 58 Bq/m^3 respectivamente. Para final de ciclo se produce un ligero aumento del indicador concluyendo con un valor medio de 69,5 Bq/m^3 .

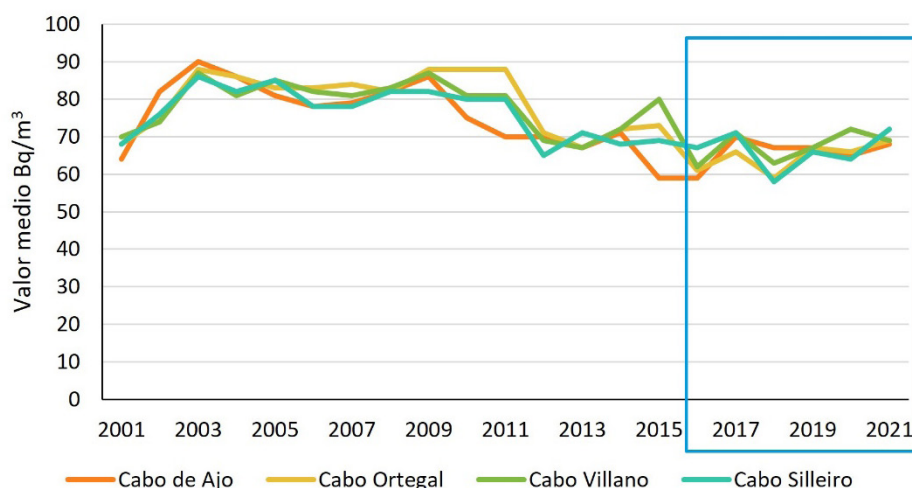
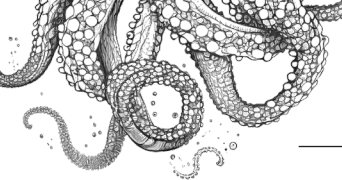


Figura 62. Concentración del índice de actividad alfa total (Bq/m^3) en las estaciones de la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)

5.1.2.2.2. Concentración del índice de actividad beta total (Bq/m^3)

Este indicador analiza las variaciones del índice de actividad beta total en las estaciones de seguimiento del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear en aguas marinas abiertas y portuarias.

La concentración del índice de actividad alfa total en esta demarcación, mostrado en la Figura 63, mantiene la tendencia estable que ya se venía observando desde ciclos anteriores, concluyendo el ciclo con una media de $12.750 Bq/m^3$.

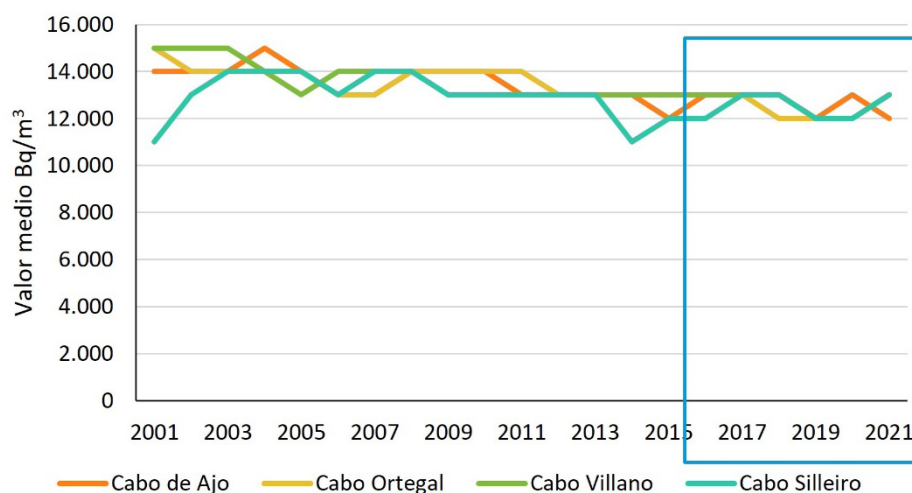
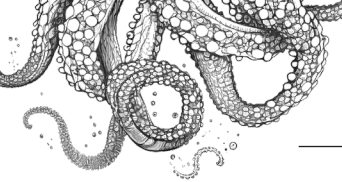


Figura 63. Concentración del índice de actividad beta total (Bq/m^3) en las estaciones de la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)



5.1.2.2.3. Concentración de actividad de tritio (Bq/m^3)

Este indicador analiza las variaciones de la actividad de tritio en las estaciones de seguimiento del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear en aguas marinas abiertas y portuarias.

La concentración del índice de actividad de tritio en esta demarcación, mostrado en la Figura 64, experimenta una tendencia decreciente durante el tercer ciclo de estrategias, finalizando con un valor medio de $72 \text{ Bq}/\text{m}^3$, lo cual corresponde a un descenso del 19,1 % respecto a los valores del año 2016.

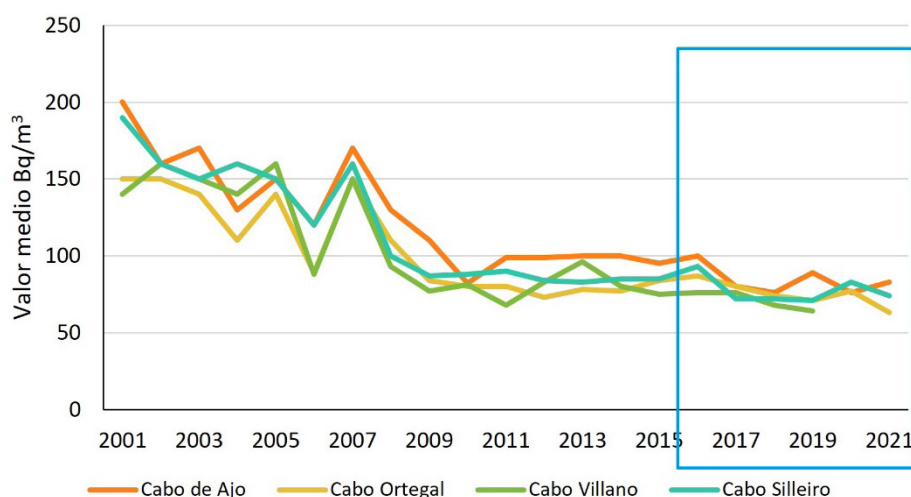


Figura 64. Concentración de actividad de tritio (Bq/m^3) en las estaciones de la demarcación. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)

En general, cabe señalar que, los valores obtenidos para cada determinación analítica resultan bastante homogéneos en los distintos puntos de muestreo y similares en las sucesivas campañas. En todos ellos los valores en este ciclo de evaluación son, de media, inferiores a la media obtenida para el primer ciclo de evaluación.

5.1.2.3. Aportes desde el mar – Vertido de material dragado de los puertos

En cuanto a los aportes que llegan al medio marino por vertidos de sedimentos procedentes de dragados portuarios en esta demarcación en los años 2019, 2020 y 2021 no hubo vertidos al mar, por lo que solo se representan los datos del periodo comprendido entre 2016 y 2018. Durante este periodo se efectuaron 22 vertidos al mar de material dragado, siendo 2016 el año en el que se realizó un mayor número de aportes (17), procedentes de puertos de Interés General y puertos autonómicos, mientras que los vertidos realizados en 2017 y 2018 fueron de Interés General. En la Figura 65 y la Figura 66 se incluyen los datos relativos a las toneladas vertidas de metales pesados.

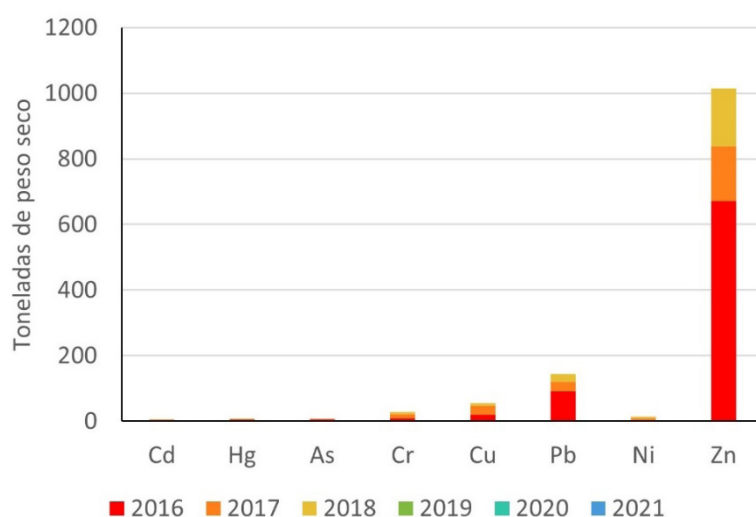


Figura 65. Aportes de metales pesados (t/año) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y comunidades autónomas)

Se puede comprobar que los vertidos del material dragado portuario contienen sobre todo zinc y en menor medida plomo, cobre y cromo. Por su parte cadmio, mercurio, níquel y arsénico están menos presentes en los sedimentos portuarios, aunque su toxicidad o peligrosidad puede ser mayor.

En la Figura 66 se puede comprobar con más detalle la evolución seguida desde 2016 hasta 2018 para cada compuesto contemplado y las toneladas vertidas al mar.

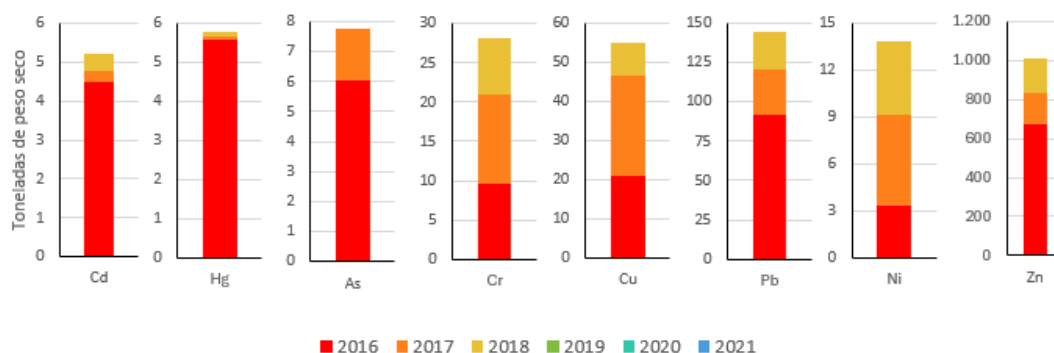


Figura 66. Aportes de metales pesados (t/año) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y comunidades autónomas)

En la Figura 67 se puede ver el reparto anual de los contaminantes orgánicos, al igual que en el caso de los metales pesados solo se muestra información de los años 2016, 2017 y 2018 ya que como se ha comentado anteriormente los dragados efectuados en el resto del ciclo no fueron vertidos al mar.

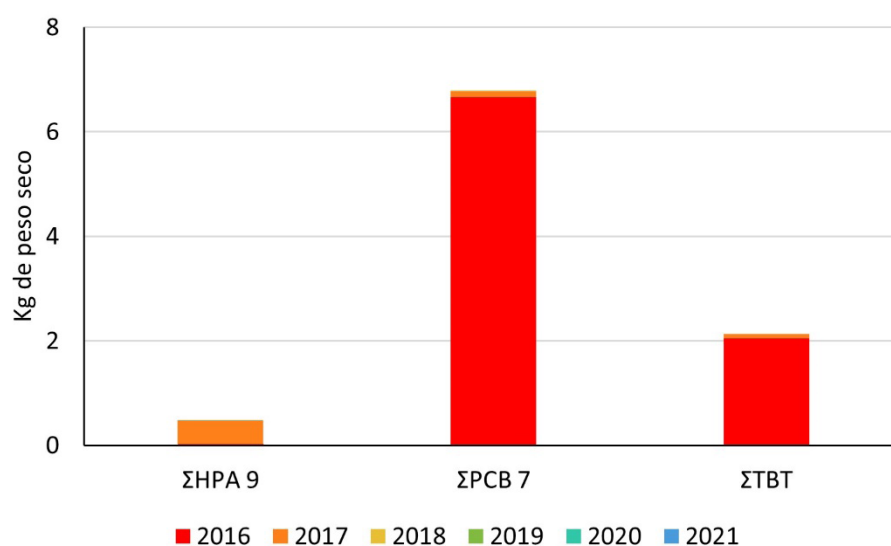


Figura 67. Aportes de contaminantes orgánicos (kg/año) contenidos en los vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y comunidades autónomas)

La distribución espacial de estos aportes de metales pesados durante el periodo comprendido entre 2016 y 2018 se puede estudiar en las figuras siguientes por cada metal pesado y contaminante orgánico de interés.

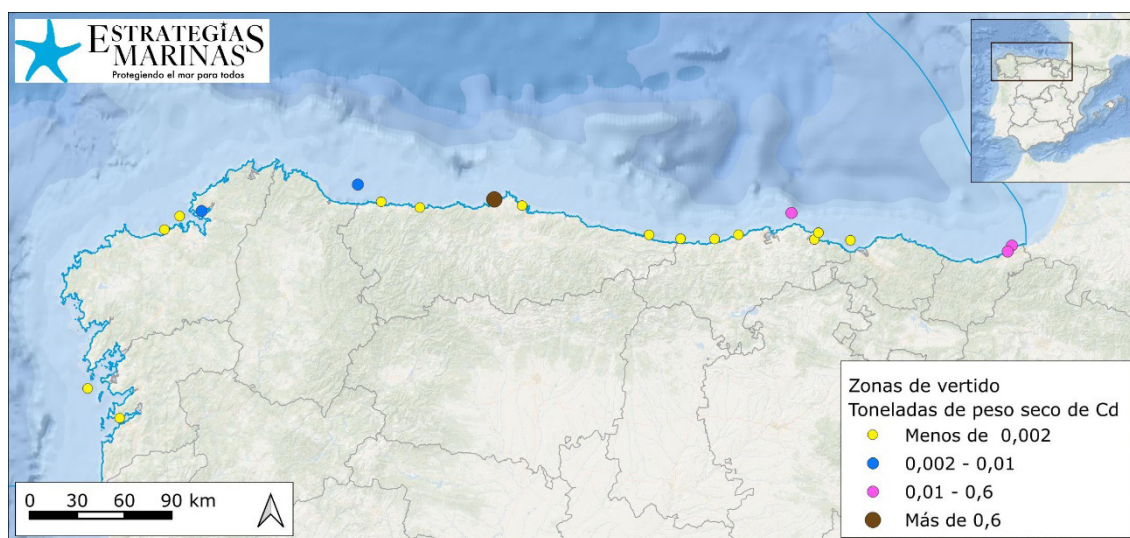


Figura 68. Aportes de Cd contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y comunidades autónomas)

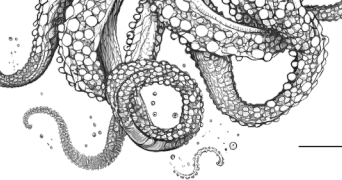


Figura 69. Aportes de Hg contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

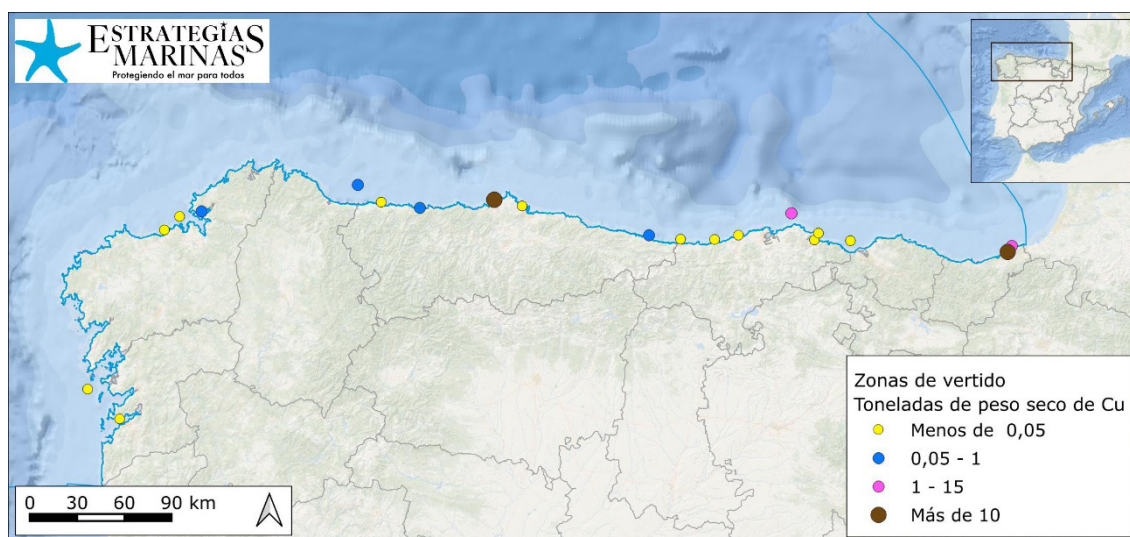


Figura 70. Aportes de Cu contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

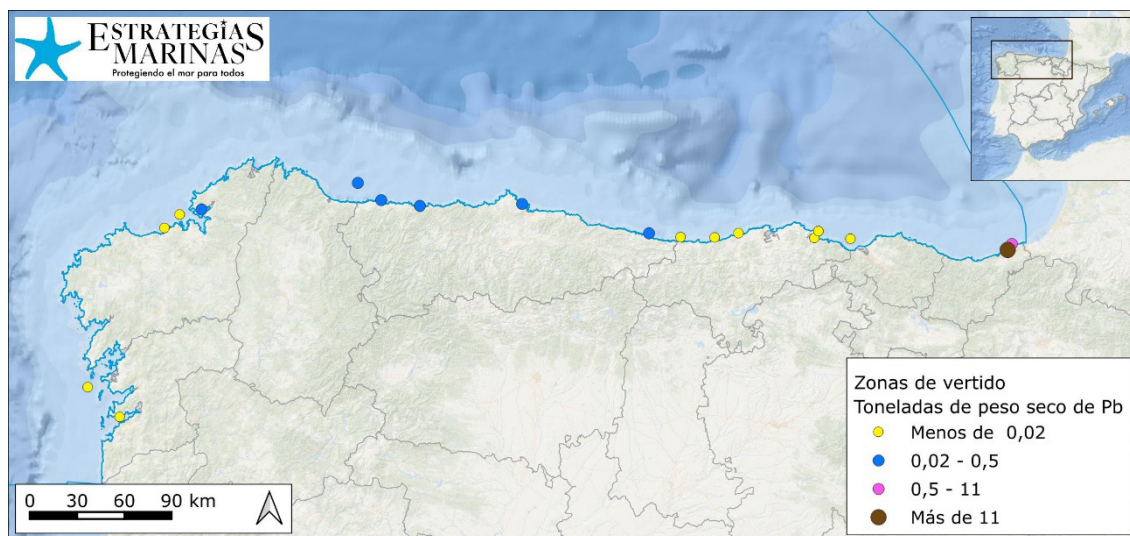


Figura 71. Aportes de Pb contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

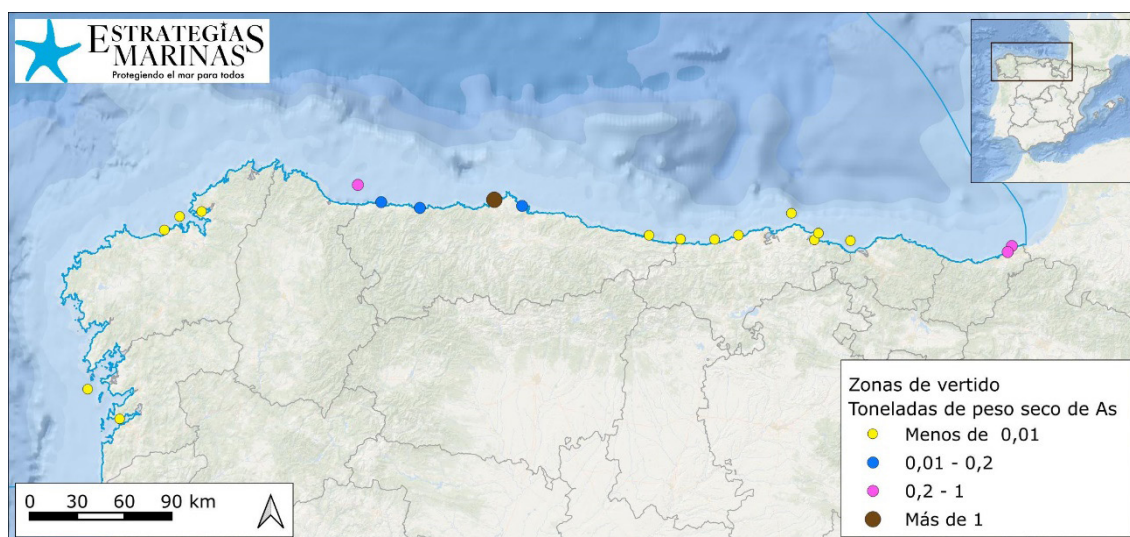


Figura 72. Aportes de As contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

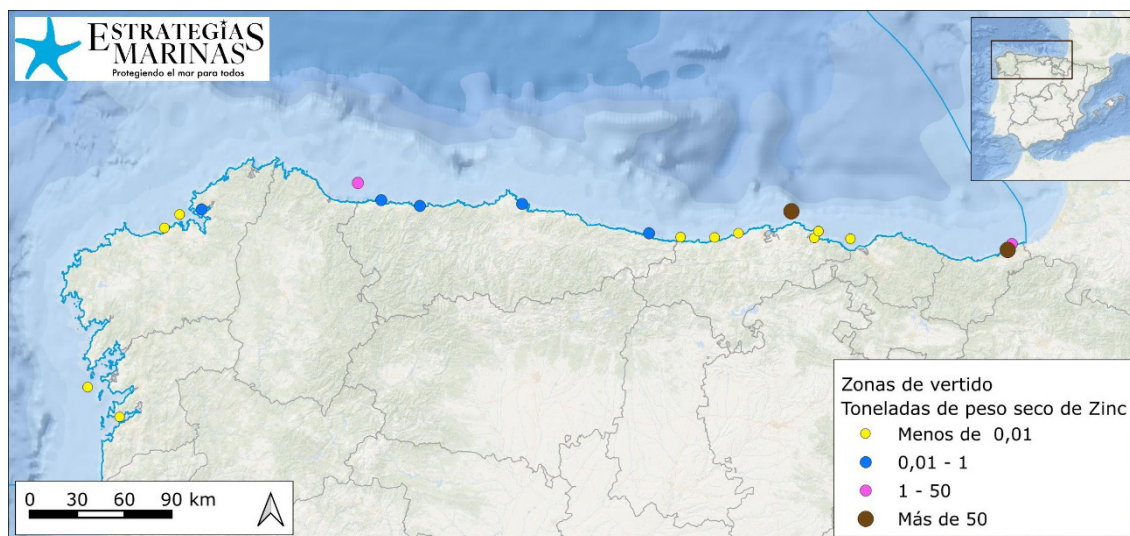


Figura 73. Aportes de Zn contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

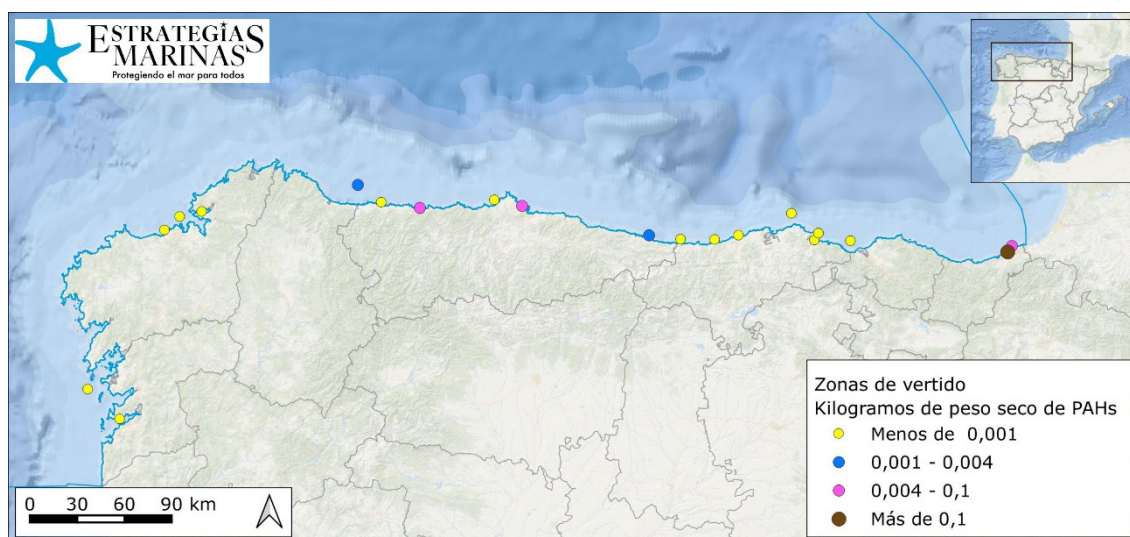


Figura 74. Aportes de PAHs (Σ 9 congéneres IUPAC) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y comunidades autónomas)

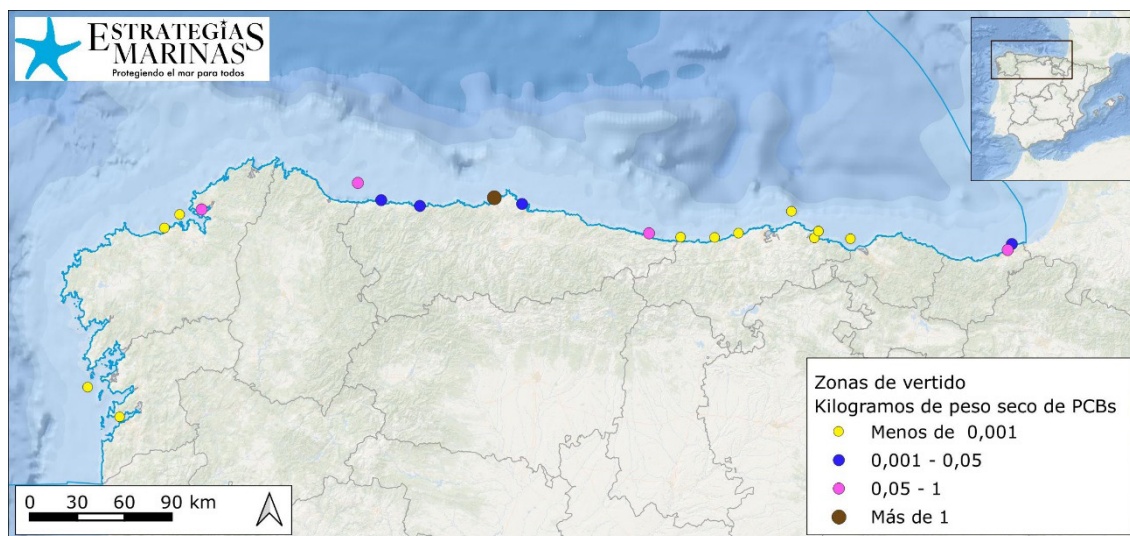


Figura 75. Aportes de PCBs (Σ 7 congéneres IUPAC) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y comunidades autónomas)

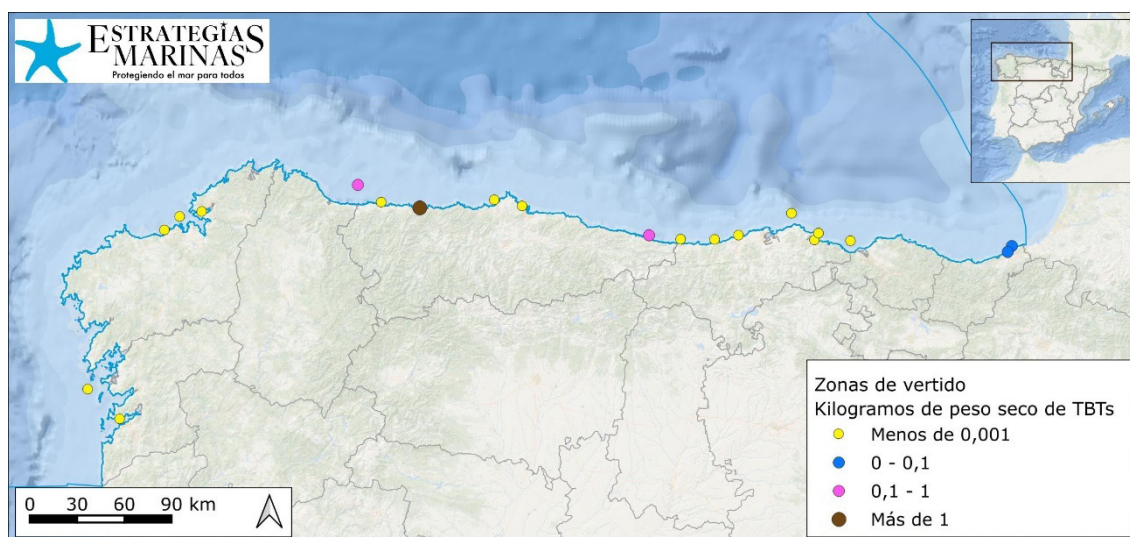


Figura 76. Aportes de TBTs contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y comunidades autónomas)

5.1.2.4. Aportes desde el aire – Depositiones atmosféricas

Los contaminantes también llegan al medio marino por deposición desde la atmósfera. El Programa Concertado de Vigilancia y Evaluación del Transporte a Larga Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa (EMEP) modela la deposición de varios metales pesados (Cd, Pb, Hg) a partir de las emisiones reportadas por los países europeos, proporcionando así información sobre la contaminación transfronteriza. Se emplean para ilustrar las deposiciones atmosféricas los datos modelados para el último año del ciclo, 2021.



5.1.2.4.1. Masa de cadmio depositada desde la atmósfera por unidad de superficie (g/km²/año)

El indicador hace referencia a la masa de cadmio (Cd) depositado desde la atmósfera, por unidad de superficie, en las aguas marinas de la demarcación, que ascendió, para 2021 a 1,6 t. Se concentra en la zona cercana al litoral y disminuye al alejarse de la costa (Figura 77). Las cargas más elevadas de este elemento se registran en las playas del País Vasco, destacando la zona de Bilbao que alcanza los 64 g/km²/año, seguido de las playas de Gijón en Asturias. Por el lado contrario, las mediciones en aguas abiertas de la demarcación registran 2,7 g/km²/año de mínimo.

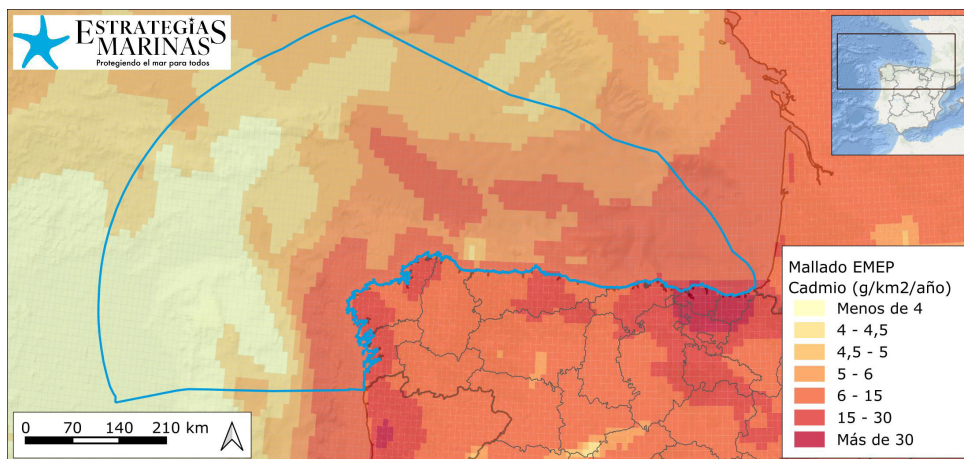


Figura 77. Masa de cadmio (Cd) depositada desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)

5.1.2.4.2. Masa de plomo depositada desde la atmósfera por unidad de superficie (kg/km²/año)

El indicador hace referencia a la masa de plomo (Pb) depositada desde la atmósfera, por unidad de superficie, en las aguas marinas de la demarcación. Durante el año 2021 se depositaron más de 44.000 t. Generalmente, esta concentración disminuye al alejarse pocos kilómetros de la costa. Las cargas más elevadas de este elemento se registran en las playas del Principado de Asturias, destacando la zona de Gijón que alcanza los 1,17 kg/km²/año, seguido de las playas del País Vasco (Figura 78). Por el contrario, las mediciones en aguas abiertas de la demarcación registran 0,07 kg/km²/año de mínimo.

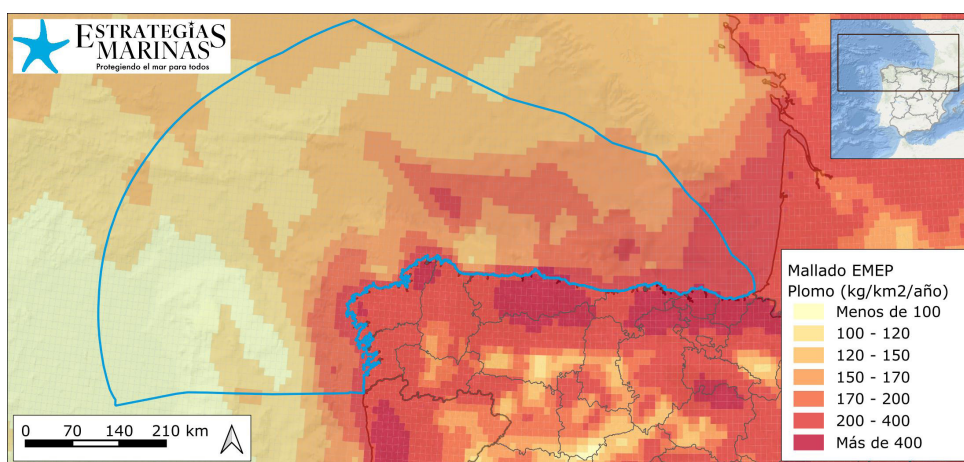


Figura 78. Masa de plomo (Pb) depositada desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)



5.1.2.4.3. Masa de mercurio depositada desde la atmósfera por unidad de superficie ($\text{g}/\text{km}^2/\text{año}$)

El indicador hace referencia a la masa de mercurio (Hg) depositada desde la atmósfera, por unidad de superficie, en las aguas marinas de la demarcación. El total acumulado para 2021 fue de poco más de 1.400 kg. Las deposiciones de mercurio durante el año 2021 se concentran en la zona cercana al litoral (Figura 79).

Las cargas más elevadas de este elemento se registran en las playas del País Vasco, destacando la zona de Bilbao que alcanza los $16,5 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$, seguidas de las playas septentrionales de A Coruña. Por el contrario, las mediciones en aguas abiertas de la demarcación registran $3,2 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$ de mínimo.

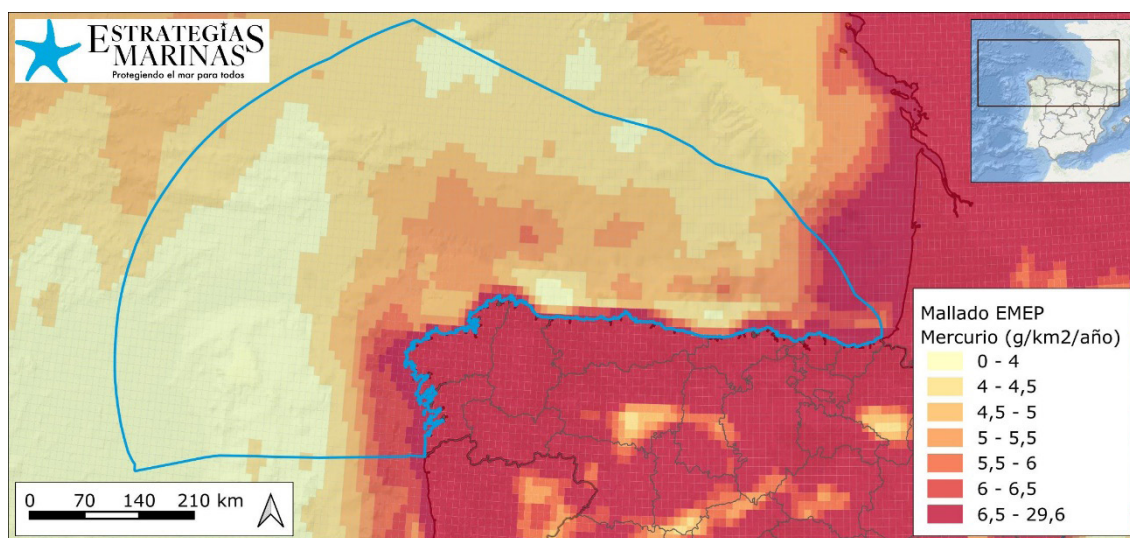


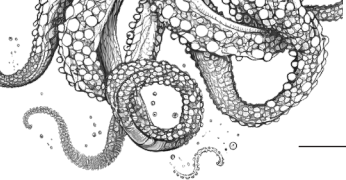
Figura 79. Masa de mercurio (Hg) depositada desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)

5.1.2.5. Integración de indicadores–Conclusiones

En esta ficha se evalúa la variación espacial y temporal de los aportes de contaminantes al medio marino en la demarcación noratlántica, tratando de considerar múltiples vías de entrada si bien no se dispone de información de los vertidos autorizados de contaminantes que se hayan podido producir desde buques ni desde instalaciones de acuicultura. Los incidentes graves de contaminación que generan un aporte no intencionado y no controlado de sustancias contaminantes al medio marino se describen en el criterio 3 del descriptor 8.

Cuando se analiza la contribución de los vertidos directos y ríos a los estuarios y aguas costeras se observa que las series de datos aportados al Programa RID no cuentan con información comparable para todos los años, por lo que no es posible elaborar tendencias ni realizar un análisis espacial comparable entre los años de la entrada de contaminantes al medio marino (Tabla 11). Para los años en los que hay datos de caudales de ríos y se puede hacer una comparativa con los aportes por vertidos directos, Cd, Hg, Pb, y Cu son aportados principalmente por los vertidos directos en las demarcaciones hidrográficas de Cantábrico Oriental y Occidental, y por ríos para las demarcaciones de Galicia Costa y Miño-Sil. También llegan al mar principalmente a través de los ríos el cobre y el zinc en todas las demarcaciones hidrográficas, y el γ -HCH en Cantábrico Oriental.

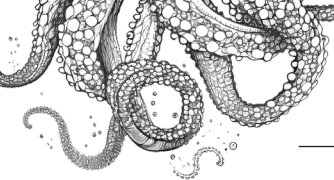
En lo relativo a los radionucleidos, no se producen vertidos directos al mar en esta demarcación. Para controlar los valores en el mar se dispone de 4 estaciones pertenecientes al Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear. Las concentraciones de alfa total, beta total



y tritio son muy similares entre las estaciones de Cabo de Ajo, Cabo Ortegal, Cabo Sillero y Cabo Villano entre los años 2016-2021, siendo ligeramente inferiores a los detectados en años pasados.

Los vertidos de material dragado portuario son otra fuente de entrada de metales pesados al medio. En el periodo 2016-2018, en la demarcación se realizaron 22 vertidos de los que 8 corresponden a puertos de interés general y 14 a puertos autonómicos y, que introdujeron sobre todo Zn (1.014 t) y en menor medida Pb (144 t), Cu (55 t) y Cr (28 t). Por su parte Ni (14 t), As (8 t), Hg (6 t) y Cd (5 t) están menos presentes en los sedimentos portuarios, aunque su peligrosidad puede ser mayor. En cuanto a su distribución espacial, es la zona de vertidos cercana al puerto de Avilés la que mayor carga recibe de los metales pesados citados. En los años 2019-2021 el material dragado no ha tenido como destino final el mar.

Para los aportes que llegan al mar desde el aire, durante el año 2021 las totalidades de las masas depositadas sobre la demarcación ascendieron a 1.681,48 kg de Cd, 44.361,06 t de Pb y 1.418,65 kg de Hg.



5.2. Enfoque DPSIR

5.2.1. Actividades humanas que generan la presión

La principal actividad que genera contaminantes en esta demarcación son los usos industriales y la reestructuración de la morfología del fondo marino, incluido el dragado y el depósito de materiales.

5.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

La Dirección General del Agua ofrece información sobre las masas de agua costeras y de transición que presentaron impactos por contaminación química durante el tercer ciclo de planificación hidrológica (2022-2027). Han sido clasificadas 6 masas de agua de transición con impactos por contaminación química. La masa de agua costera que se identificó en el segundo plan hidrológico (2015-2021) que causaba incumplimiento del estado químico (*Moaña*, en Galicia) en este ciclo no presenta impacto por contaminación química. El listado de estas masas de agua se muestra en la Tabla 14 y la localización de estas masas de agua se muestra en la Figura 80, en la Figura 81 y la Figura 82 se muestra en detalle Avilés y Bilbao respectivamente.

Tabla 14. Masas de agua con impacto por contaminación química, siendo TW – aguas de transición y CW – aguas costeras. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de la DGA)

Código	Nombre	Demarcación	Categoría
ES010MSPFES503MAT000260	Estuario del Miño_tramo2	MIÑO-SIL	TW
ES010MSPFES505MAT000270	Estuario del Miño_tramo1	MIÑO-SIL	TW
ES017MSPFES111T068010	Nerbioi / Nervión Interior transición	CANTÁBRICO ORIENTAL	TW
ES017MSPFES111T068020	Nerbioi / Nervión Exterior transición	CANTÁBRICO ORIENTAL	TW
ES018MSPFES144MAT000080	Estuario de Ribadesella	CANTÁBRICO OCCIDENTAL	TW
ES018MSPFES145MAT000060	Estuario de Avilés	CANTÁBRICO OCCIDENTAL	TW



Figura 80. Masas de agua de transición impactadas por contaminantes. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos de la Dirección General del Agua)

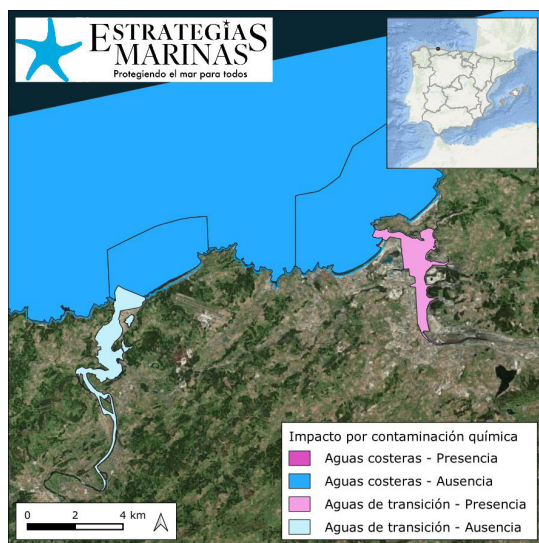


Figura 81. Masas de aguas de transición impactadas por contaminación química en Avilés. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la DGA)

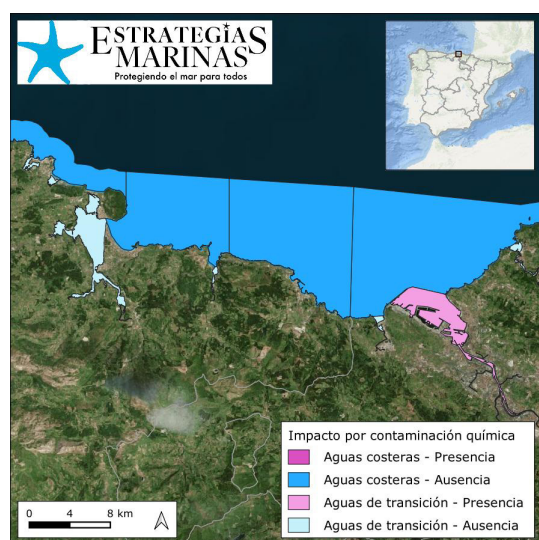


Figura 82. Masas de aguas de transición impactadas por contaminación química en Bilbao. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la DGA)

5.2.3. Descriptores afectados

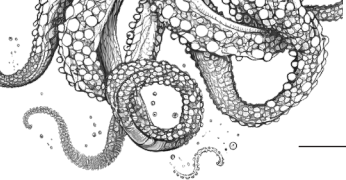
Los descriptores más relevantes a efectos de esta presión son:

Descriptores de presión:

- 💧 **Descriptor 8.** Contaminación y sus efectos
- 💧 **Descriptor 9.** Contaminantes en los productos de la pesca

Descriptores de estado:

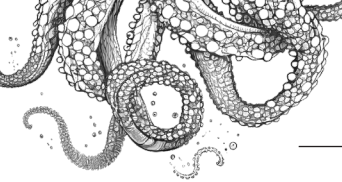
- 💧 **Descriptor 1.** Biodiversidad



5.3. Fuentes de información

EMEP MSC-E. (2021). Meteorological Synthesizing Centre – East. Pollution data on heavy metals and persistent organic pollutants in the region.

<http://msce.ecovostok.ru/pollution-assessment-ru/region-emep/dannye-po-tm-i-soz>



6. NOR-PSBE-04. Aporte de basuras (basuras sólidas, incluidas microbasuras)

6.1. Caracterización de la presión

6.1.1. Descripción de la presión

El aporte de basuras al medio marino desde diferentes fuentes, tanto terrestres como marítimas, constituye una presión extremadamente compleja y perjudicial para el medio. La complejidad para caracterizar esta presión procede de la dificultad en la identificación de las fuentes de las basuras presentes en el medio marino. La nocividad del aporte de basuras marinas está relacionada, como se verá más adelante, con su elevada cantidad en el medio y con su composición.

En este sentido, las basuras marinas se definen como cualquier material sólido persistente, manufacturado o procesado que haya sido desechado, depositado o abandonado en ambientes marinos y costeros (UNEP, 2005). Esta definición incluye aquellos objetos con origen en las actividades humanas que se vierten o abandonan directamente en el medio marino y costero o llegan al mismo a través de ríos, sistemas de alcantarillado y depuración de aguas o empujados por el viento u otros desde la zona terrestre. Las basuras marinas están compuestas por multitud de materiales tales como: plásticos, madera, metales, vidrio, goma, telas, papel, incluyendo los derivados o desechados de las actividades pesqueras y se pueden dividir por tamaños:

- ◆ macrobasuras marinas: aquellos residuos que aparecen en costas y océanos, que sean productos manufacturados y tengan tamaños superiores a 5 mm.
- ◆ microbasuras marinas: residuos con tamaños inferiores a 5 mm, que generalmente se denominan “microplásticos” ya que es el material mayoritario en esta fracción.

6.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

Hay que indicar que no existen datos de aportes de basuras al medio marino. Solo se dispone de datos de presencia de macrobasuras marinas en diferentes compartimentos (playas y flotantes), y de cantidades de basuras retiradas.

Así, en la valoración de la intensidad y variación espaciotemporal de esta presión sobre el medio marino se han considerado:

- ◆ la presencia de macrobasuras en playas,
- ◆ la presencia de macro y microbasuras flotantes en ríos,
- ◆ los residuos recogidos en las instalaciones de recepción portuarias, considerando las cantidades recogidas como cantidades de basuras que se ha evitado que lleguen al medio marino.

Los resultados de la valoración se presentan a continuación en función de los 3 indicadores definidos o de su relación con estos. Hay que indicar que el indicador PSBE-04-02. Emisiones estimadas de microplásticos al medio marino por fuente (t/año) no se ha podido evaluar en el presente ciclo de evaluación al no disponerse de información al respecto.

6.1.2.1. PSBE-04-01. Fuentes de los objetos de macrobasuras en playas (nº de objetos/fuente)

Respecto a las macrobasuras en playas, se han utilizado los datos estacionales de basuras marinas



de un transecto de 100 m en 9 playas de la demarcación para el periodo 2016-2021: Agiti, Meñakoz, Oyambre, Vega, Covas, Baldaio, O Rostro, A Lanzada y Rodas. Estos datos proceden del programa de seguimiento BM-1. Hay que indicar que se dispone de datos de todo el periodo de las 9 playas objeto de seguimiento, excepto de la primavera del año 2020 de las 9 playas. Se muestran los resultados considerando el total de objetos identificables, en los cuales no están incluidos los fragmentos ni los objetos clasificados en la categoría “otros” según las diferentes tipologías de materiales.

En el establecimiento de los orígenes de las macrobasuras en playas, se ha aplicado un nuevo método denominado *Matrix Scoring Technique* (MST) (Tudor y Williams, 2004; Buceta *et al.*, 2021), metodología seguida por el Grupo de Trabajo de Basuras Marinas (ICG-ML) del Convenio OSPAR para la protección del medio marino del Atlántico noreste, que consiste en una matriz de puntuación basada en la probabilidad de que un objeto determinado se asocie con una fuente concreta, considerando que un determinado tipo de objeto puede tener orígenes diferentes. Conviene indicar que para determinados objetos se han asignado diferentes probabilidades en función de si se encuentran en las costas mediterráneas o atlánticas (MITECO, 2022). Se han considerado 10 orígenes: pesca, acuicultura, aguas residuales, turismo en playa, navegación, agricultura, construcción y demolición, comercio y hostelería, otras actividades en tierra y otras actividades en el mar.

La metodología MST supone una mejora sustancial al ejercicio de identificación de fuentes de macrobasuras en playas realizado en el 2º ciclo de las estrategias marinas siguiendo lo indicado entonces por el ICG-ML. En el anterior ciclo, esta identificación se realizó considerando los objetos más frecuentes o top X, entendido como el que representa el 80 % de los objetos encontrados, y asignándolos a 5 grupos de orígenes: actividades de turismo y ocio, usos urbanos, transporte marítimo, pesca y marisqueo y otros. En esta última categoría, se incluían aquellos objetos cuyo origen no podía ser asignado a ninguna de las anteriores categorías o aquellos que podían corresponderse con más de una fuente, representando en la mayoría de los casos más del 50 % de los objetos más frecuentes encontrados en las playas y, por tanto, siendo un método poco preciso. Esta precisión se mejora aplicando el método MST aunque no se pueden comparar los resultados obtenidos en ambos ciclos de las estrategias marinas al haber utilizado metodologías diferentes.

Así, en la Figura 83 se presentan las fuentes de basuras en las playas de la demarcación noratlántica considerando el total de los objetos identificables en la demarcación en el periodo considerado.

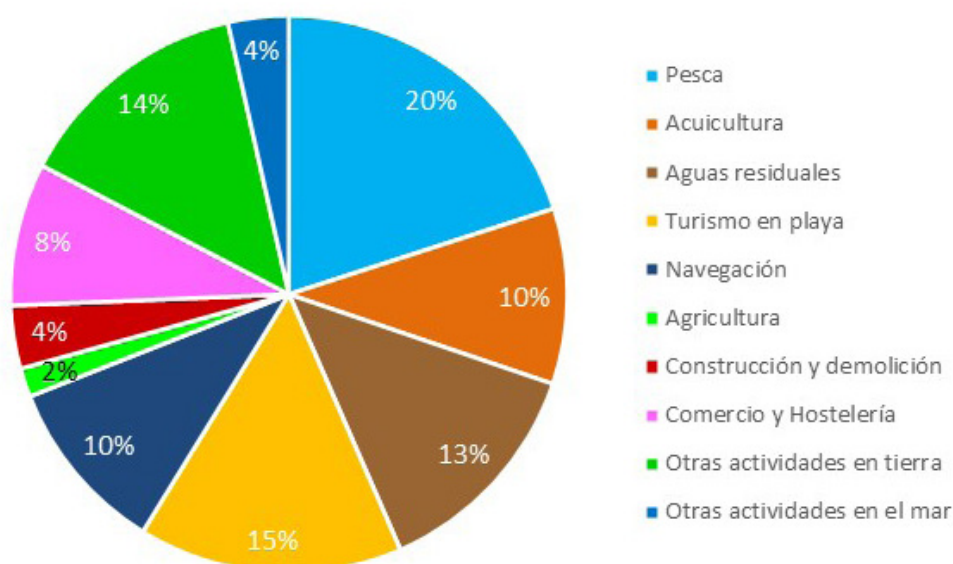


Figura 83. Fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación noratlántica durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)



Las basuras procedentes de la pesca resultan mayoritarias (20 %) en las playas de la demarcación noratlántica, seguidas por las procedentes del turismo en playa (15 %), de otras actividades en tierra (14 %), que incluye los residuos generados por cualquier otra actividad humana que se desarrolle en la zona terrestre diferente a las consideradas explícitamente, como por ejemplo industria o gestión de basuras urbanas, además de toda las basuras generadas en tierra que puedan ser transportadas al mar por los ríos, y de las aguas residuales (13 %). Las basuras que tienen como origen la acuicultura y la navegación representan el 10 % por cada origen de las basuras encontradas en las playas de la demarcación.

La variación temporal de las fuentes de basuras a lo largo del periodo 2016-2021 se presenta en la Figura 84, donde se observa que no existe una diferencia significativa entre los diferentes años del periodo considerado respecto a los orígenes de las basuras marinas en las playas, aunque sí en el número total de objetos (Tabla 15). A este respecto, la cantidad de objetos encontrados en las playas de la demarcación muestra una tendencia general decreciente en los 3 últimos años del periodo de evaluación. Cabe mencionar que las fuentes marítimas de basuras marinas (pesca, acuicultura, navegación y otras actividades en el mar) en el conjunto de la demarcación suponen un 54 % del total de objetos identificables encontrados en sus playas. Por último, como se ha comentado anteriormente, estos resultados no se pueden comparar con los obtenidos en el segundo ciclo de evaluación al haberse aplicado diferentes metodologías de identificación de fuentes de basuras marinas.

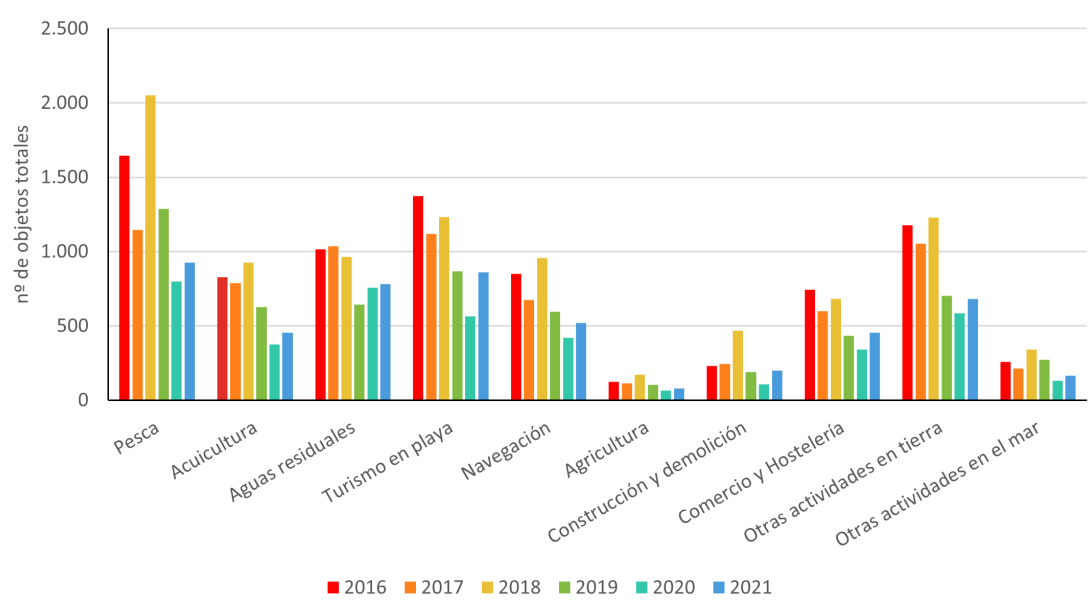
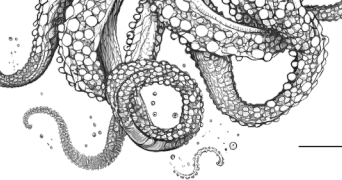


Figura 84. Variación temporal de las fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación noratlántica durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)

Tabla 15. Número de objetos encontrados en las playas de la demarcación durante 2016-2021 de cada fuente de basuras marinas. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)

Fuente	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Pesca	1.646	1.148	2.051	1.286	798	926	7.855
Acuicultura	826	788	926	625	374	454	3.994
Aguas residuales	1.014	1.038	964	644	756	781	5.196



Fuente	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Turismo en playa	1.375	1.119	1.233	867	566	860	6.020
Navegación	849	676	958	597	419	521	4.020
Agricultura	123	113	172	102	64	80	653
Construcción y demolición	232	244	466	189	106	200	1.437
Comercio y Hostelería	742	597	681	433	341	453	3.249
Otras actividades en tierra	1.178	1.055	1.227	701	584	683	5.427
Otras actividades en el mar	259	213	342	272	132	164	1.382
TOTAL	8.243	6.990	9.020	5.717	4.140	5.122	39.232

La distribución espacial de las fuentes de basuras marinas en las diferentes playas (de este a oeste) para el periodo 2016-2021 se muestra en la Figura 85. Se observa que la distribución de las fuentes en las diferentes playas sigue la tendencia general de la demarcación, con un predominio de los objetos procedentes de la pesca, sobre todo en las playas de A Lanzada y Rodas, principalmente debido a la abundancia de cabitos, cordeles y filamentos de plástico con un diámetro < 1 cm. En la playa de Agiti predominan los objetos procedentes de otras actividades en tierra, principalmente botellas y garrafas de bebida de plástico, y de turismo en playa, como envases de comida de plástico y latas de bebida o anillas de latas de bebida, mientras que en la playa de Oyambre los objetos más abundantes son los procedentes de las aguas residuales, fundamentalmente bastoncillos de algodón y de turismo en playa, principalmente tapas, tapones y corchos de plástico y colillas de cigarrillos.

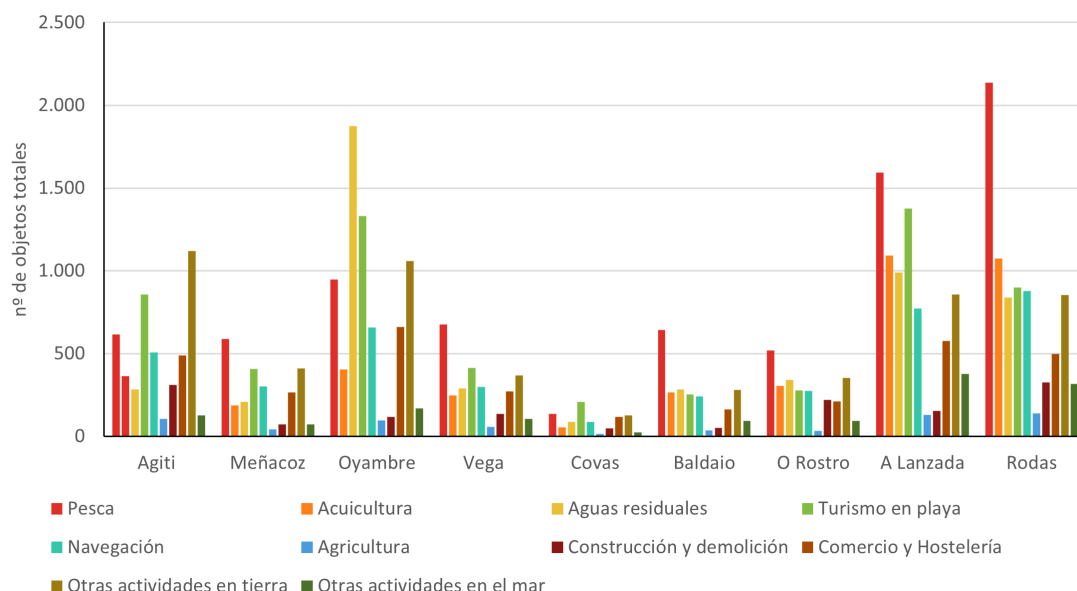
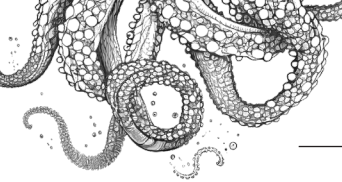


Figura 85. Distribución espacial de las fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación noratlántica durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)



Asimismo, los ríos constituyen una vía de entrada de basuras al medio marino y en este sentido, el Proyecto ríos 2021, coordinado por Proyecto Libera, Paisaje Limpio y Asociación Vertidos Cero en el marco del Proyecto Libera ciencia, ha aplicado una metodología en cauces de la cuenca atlántica y mediterránea para evaluar las fuentes de origen de los residuos presentes en los ríos.

Uno de los cauces seleccionados, y perteneciente a la demarcación marina noratlántica, es el río Lagares (Pontevedra) en el que se ha realizado el muestreo en tres transectos que representan la cabecera del río en la laguna del Mol, el tramo medio previa entrada a la ciudad de Vigo, y la desembocadura, correspondiente al tramo del río con cierta influencia de la onda de marea a 1 km de la desembocadura. Se realizaron dos campañas de muestreo en el año 2021, en junio (primavera-verano) y en noviembre (otoño-invierno).

En lo que se refiere a las basuras marinas, los muestreos han consistido en:

- La caracterización de los residuos en las orillas y el cauce utilizando la aplicación móvil eLitter. Para la caracterización de los residuos en cauce se desplegaron en cada punto barreras diseñadas al efecto, manteniéndolas durante diferentes periodos de tiempo en función de la velocidad del río (de 1,5 a 2 horas). En paralelo se realizó un conteo de residuos en las riberas.
- La toma de muestras de sedimentos y columna de agua para verificar la presencia de microplásticos (partículas entre 1 μm y 5 mm). Para la toma de sedimentos se utilizó un corer para sedimentos blandos, mientras que para la toma de muestras de microplásticos en columna de agua se utilizó un filtro metálico de apertura de malla 150 μm y 8 cm de diámetro que se expuso a contracorriente en la zona superficial de la columna de agua y se permitió el paso del flujo, tras medir la velocidad en ese punto, durante 3 minutos, anotándose el volumen de agua filtrado. La identificación de los microplásticos se realizó mediante lupa binocular y posteriormente con el apoyo de la técnica FTIR (espectroscopía de transmisión de infrarrojo con transformada de Fourier) para definir su origen.

Además, se ha realizado una caracterización hidrológica del río (velocidad y profundidad) y de la calidad del agua (pH, conductividad eléctrica, cationes y aniones mayoritarios, nitratos, nitritos y amonio).

Los resultados obtenidos revelan que los microplásticos dominantes en la columna de agua fueron del tipo fibra, con un 67 % de promedio, y con una cantidad total de microplásticos (fibras, fragmentos, esferas y films) que varía entre un mínimo de 0,16 microplásticos/litro en la cabecera del río y un máximo de 0,76 microplásticos/litro en el tramo medio del río. Respecto a los polímeros, se identificaron en columna de agua y en sedimento 8 tipos y derivados, siendo el rayón (fibra textil sintética hecha de celulosa) el más abundante seguido del poliéster (se encuentra frecuentemente en botellas de agua y refrescos, y se utiliza comúnmente en ropa sintética) en ambas matrices, además de observarse polietileno.

Además, se encontraron otros tipos de polímeros que solo aparecen en las muestras de agua como polietilenimina, nylon, celulosa, azlon y acrílico, en su mayoría fibras que están presentes comúnmente en la fabricación de textil.

Se observó una correlación positiva entre la cantidad de microplásticos y la concentración de nitratos, fundamentalmente en el tramo medio del río, que indicaría como fuente más probable de estas partículas las descargas de depuradoras de aguas residuales próximas.

Respecto a las macrobasuras, durante las campañas realizadas en el año 2021 se han caracterizado un total de 456 objetos en el río Lagares, 332 objetos en el cauce y 124 objetos en la orilla del río (Figura 86). Las basuras en el cauce son más abundantes en el tramo medio del río, correspondiendo la mayoría de las basuras caracterizadas a lo largo del cauce del río a objetos plásticos, fundamentalmente bolsas y piezas pequeñas y medianas, residuos higiénicos, principalmente toallitas húmedas, y dentro de la categoría “otros”, a materiales de construcción. En la orilla del río predominan los objetos plásticos, sobre todo bolsas, y trozos de papel y cartón.



Indicar que los residuos flotantes caracterizados en cauce fueron casi inexistentes frente a aquellos que aparecen en el fondo del cauce, lo cual parece indicar que el mayor aporte al mar es derivado de la dinámica de sedimentos, es decir, directamente por movilización del lecho del río hacia el mar en momentos de alta energía del cauce (crecidas, temporales...).

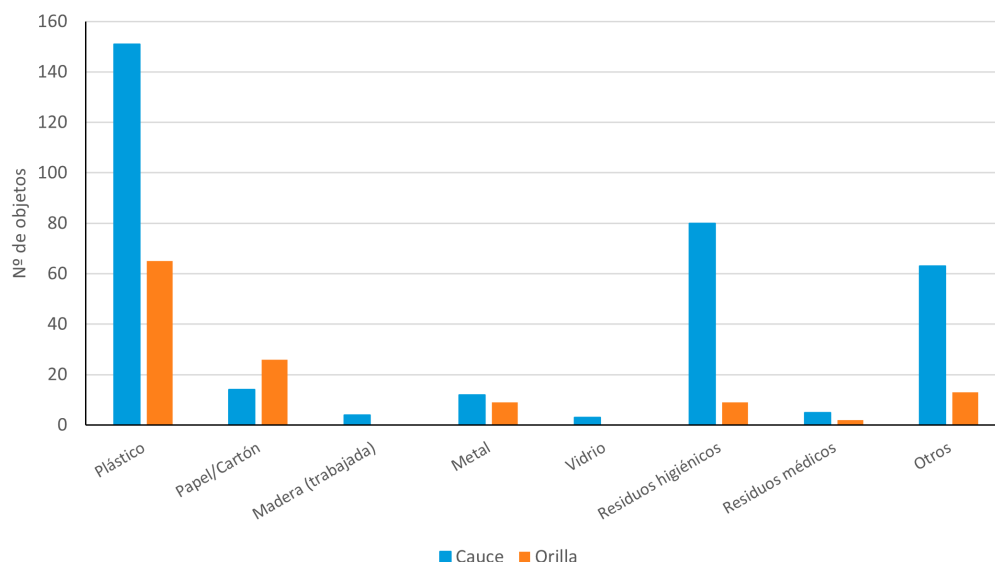


Figura 86. Objetos encontrados en el río Lagares durante las campañas realizadas en 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Proyecto ríos 2021)

6.1.2.2. PSBE-04-03. Volumen de basuras recogidas en los puertos de interés general (m³)

En referencia al transporte marítimo como fuente potencial de basuras marinas, hay que indicar que durante el periodo 2011-2021 se recogieron un total de 302.928 m³ de basuras de los puertos de interés general de la demarcación noratlántica, mientras que en el periodo 2016-2021 se recogieron 193.944 m³ de basuras, por lo que se ha evitado que llegara esa cantidad de basuras al medio marino. La distribución de esta recogida según los diferentes puertos del periodo 2011-2021 se presenta en la Figura 87.

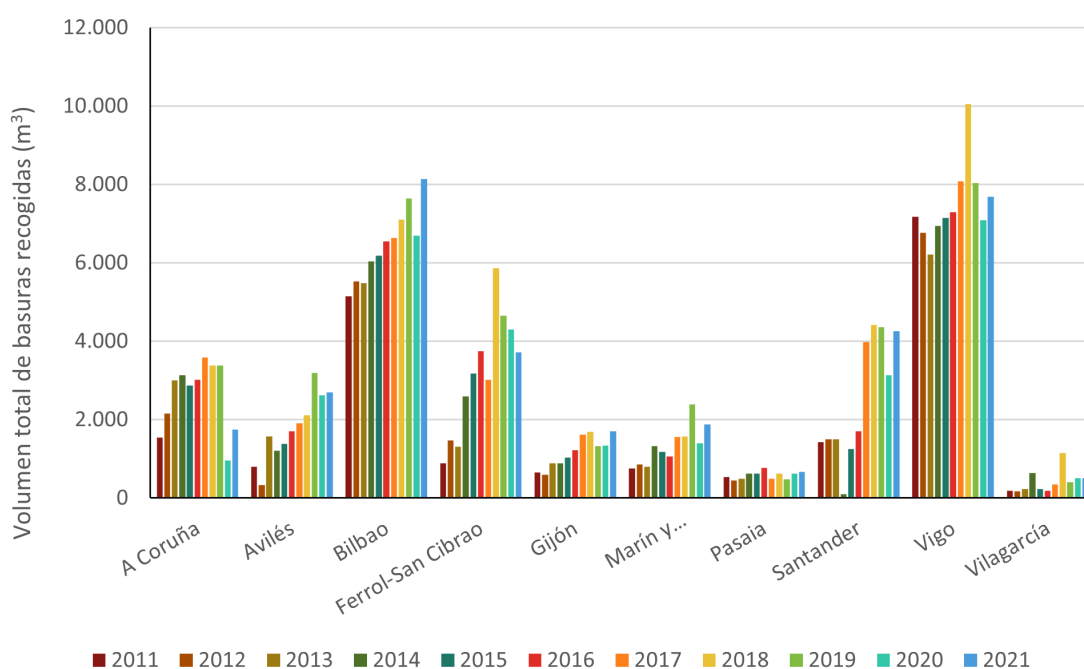


Figura 87. Basuras recogidas en los puertos de interés general de la demarcación durante 2011-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de Puertos del Estado)

En este sentido, el puerto de Vigo fue el puerto que más volumen de basuras recogió entre los años 2011 y 2021, seguido muy de cerca por el puerto de Bilbao y en menor medida por el puerto de Ferrol-San Cibrao, no existiendo en general una diferencia significativa entre las recogidas en los diferentes años analizados en los puertos considerados aunque en los puertos de Avilés, Bilbao, Gijón, Marín y ría de Pontevedra y Santander existe una tendencia al alza en la recogida de basuras desde el año 2011.

6.1.2.3. PSBE-04-04. Ratio basuras recogidas por los puertos de interés general (m³/buque)

Este ratio se establece en función de las cantidades de basuras recogidas en las instalaciones de recepción portuarias de los puertos de interés general, consideradas como cantidades que se ha evitado que lleguen al medio marino procedentes del transporte marítimo, y del número de buques que transitan en los diferentes puertos de interés general.

Así, según lo expuesto en la Tabla 16, los puertos de Bilbao, Vigo y Santander, por este orden, son los que tuvieron un mayor tráfico de buques durante el periodo de evaluación 2016-2021, y aunque el puerto de Vigo tuvo menos tráfico que el de Bilbao, su ratio de basuras recogidas es superior, cifrándose en unos 4,93 m³/buque frente a los 2,60 m³/buque en Bilbao. Aunque los buques que transitan el puerto de Bilbao tienen un mayor tonelaje bruto que los que lo hacen en el puerto de Vigo, este hecho no influye en el volumen de basuras descargadas. El puerto de Marín y ría de Pontevedra, con un tráfico medio muy inferior al de Bilbao, presenta un ratio sensiblemente superior a este último.

El ratio de basuras recogidas por los puertos de interés general de la demarcación marina noratlántica durante el periodo 2016-2021 fue de 2,74 m³/buque.

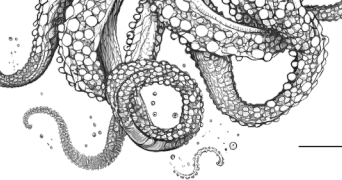


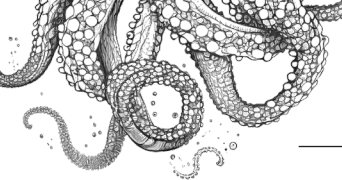
Tabla 16. Valores medios del tráfico de buques, tonelaje bruto y basuras recogidas por los puertos de interés general para el periodo 2016-2021. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de Puertos del Estado)

Puerto	Núm. de buques	Tonelaje bruto (t)	Basuras recogidas (m³)	Ratio basuras recogidas (m³/buque)
A Coruña	1.103	18.821.365	2.679	2,43
Avilés	799	5.606.570	2.375	2,97
Bilbao	2.737	45.641.956	7.128	2,60
Ferrol-San Cibrao	1.067	15.315.178	4.213	3,95
Gijón	1.197	18.123.473	1.482	1,24
Marín y ría de Pontevedra	497	4.068.907	1.640	3,30
Pasaia	919	6.709.627	608	0,66
Santander	1.511	28.331.024	3.641	2,41
Vigo	1.632	34.350.790	8.042	4,93
Vilagarcía	340	2.319.639	517	1,52

Cabe indicar que en los puertos de interés general está implantado desde el año 2011 un sistema de tarifa fija para la recepción de residuos de los buques en función del tamaño del barco e independiente del volumen de residuo descargado que se regula en el Art. 132 del Texto Refundido de la Ley de Puertos y de la Marina Mercante (Real Decreto Legislativo 2/2011). Concretamente el Art. 132.8 establece que “las Autoridades Portuarias cobrarán una tarifa fija a los buques que atraquen, en cada escala en el puerto, hagan o no uso del servicio de recepción de desechos previsto en este artículo. Dicha tarifa fija, dependiente de las unidades de arqueo bruto (GT) del buque les dará derecho a descargar por medios de recogida terrestre en la Zona I del puerto, sin coste adicional, durante los siete primeros días de la escala, todos los desechos de los anexos I y V del Convenio MARPOL 73/78”. Lo anterior va acompañado de bonificaciones y exenciones en casos concretos.

Entre las bonificaciones recogidas en la citada normativa, se encuentra la reducción del 20 % en la tarifa cuando el buque dispone de un certificado de la administración marítima en el que se haga constar que, por la gestión ambiental del buque, por su diseño, equipos disponibles o condiciones de explotación, se generan cantidades reducidas de los desechos correspondientes. Esto constituye un incentivo para la gestión ambiental a bordo de los buques orientada a la reducción en la generación de residuos.

Entre los buques y embarcaciones exentos del mencionado sistema tarifario cabe citar los buques o embarcaciones de pesca fresca y las embarcaciones deportivas o de recreo autorizadas para un máximo de 12 pasajeros. En ambos supuestos la autoridad portuaria debe suscribir un convenio con los operadores de las cofradías de pescadores o las instalaciones náutico-deportivas con el fin de establecer un plan que asegure la entrega periódica de desechos y residuos generados por el buque o embarcación, aceptado por uno de los prestadores del servicio, debiéndose justificar trimestralmente las entregas realizadas.



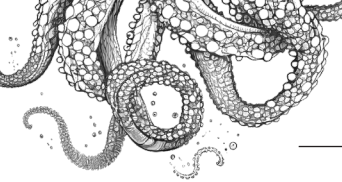
6.1.2.4. Conclusiones

Considerando los objetos identificables en las playas de la demarcación noratlántica, el 20 % de los objetos presentes tienen como origen las actividades pesqueras. Les siguen los objetos procedentes del turismo en playa (15 %), de otras actividades en tierra (14 %), como industria, gestión de basuras urbanas o las transportadas al mar por los ríos, y de las aguas residuales (13 %). Estos orígenes se han mantenido en las playas de la demarcación a lo largo del periodo analizado, sin diferencias significativas entre los diferentes años y en las diferentes playas consideradas. Cabe mencionar la relativa importancia que tienen las fuentes marítimas de basuras marinas (pesca, acuicultura, navegación y otras actividades en el mar) en el conjunto de la demarcación que suponen un 54 % del total de objetos identificables encontrados en sus playas.

La cantidad de objetos encontrados en las playas de la demarcación muestra una tendencia general decreciente en los 3 últimos años del periodo de evaluación.

Las macrobasuras aportadas por el río Lagares a las aguas marinas de la demarcación son objetos plásticos, principalmente bolsas y piezas pequeñas y medianas. Este aporte de residuos se realizaría mayoritariamente a través de los sedimentos del río. Por otra parte, los microplásticos dominantes en la columna de agua del río Lagares son fibras y los polímeros más abundantes, tanto en la columna de agua como en el sedimento, son el rayón y el poliéster, ambas fibras textiles, de lo que se puede deducir que la principal fuente de microplásticos que son aportados por el río Lagares al medio marino de la demarcación son las descargas de depuradoras de aguas residuales.

Durante el periodo 2016-2021 se ha evitado que 193.944 m³ de basuras llegaran al medio marino procedentes del transporte marítimo, siendo el ratio de basuras recogidas por los puertos de interés general de la demarcación durante ese periodo de 2,74 m³/buque.



6.2. Enfoque DPSIR

6.2.1. 2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las actividades humanas que generan esta presión son:

- ◆ Reestructuración de la morfología del fondo marino, incluido el dragado y el depósito de materiales (A-05)
- ◆ Extracción de petróleo y gas (A-07)
- ◆ Pesca y marisqueo (profesional, recreativa) (A-13)
- ◆ Acuicultura marina (A-17)
- ◆ Agricultura (A-19)
- ◆ Infraestructura de transportes (A-21)
- ◆ Transporte marítimo (A-22)
- ◆ Usos urbanos (A-25)
- ◆ Usos industriales (A-26)
- ◆ Tratamiento y eliminación de residuos (A-27)
- ◆ Infraestructuras de turismo y ocio (A-28)
- ◆ Actividades de turismo y ocio (A-29)
- ◆ Operaciones militares (A-30)

6.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

El aporte de basuras al mar supone una seria amenaza para la vida marina, tanto por su elevada cantidad en el medio marino como por su composición (mayoritariamente plásticos con unos elevados tiempos de permanencia en el medio, en ocasiones superiores a 200 años, que se fragmentan en pequeñas partículas o microplásticos), y pueden afectar negativamente, como se ha indicado anteriormente, a los individuos, poblaciones y ecosistemas marinos.

Las basuras marinas y, en particular la acumulación de residuos plásticos, han sido identificadas como un problema global junto con otros temas actuales clave como el cambio climático, la acidificación oceánica y la pérdida de biodiversidad (CBD and STAP-GEF, 2012).

La Dirección General del Agua ofrece información sobre las masas de agua costeras y de transición que presentaron impactos por basuras durante el tercer ciclo de planificación hidrológica. Así, en ninguna masa de agua costera o de transición de la demarcación se identificaron impactos significativos por basuras.

Los impactos relacionados con los criterios de la Decisión 2017/848 D10C3 (Basuras ingeridas) y D10C4. Efectos adversos de las basuras en las especies) se describen en la ficha de evaluación inicial del Descriptor 10.

6.2.3. Efectos transfronterizos

Las basuras marinas, aunque sean producidas por actividades humanas, con la acción de vientos y corrientes oceánicas pueden esparcirse hasta lugares más remotos, lejos de las fuentes provocando sus consecuentes efectos en países que pueden estar lejos del punto de origen de las basuras (CBD and STAP-GEF, 2012).



6.3. Fuentes de información

Buceta, J.L., Gil Gamundi, J.L., Martínez-Gil, M. y Zorzo, P. (2021). *¿De dónde proceden las basuras marinas que encontramos en las playas? Un nuevo método de evaluación*. Ingeniería Civil núm. 198, pp. 5-14.

Documento final del Grupo de Trabajo GT-16 Basuras Marinas del Congreso Nacional de Medio Ambiente 2018.

Estado de las masas de agua PHC (2015-2021): <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/estado-masas-agua-phc-2015-2021.aspx>.

Información referente al Convenio Internacional MARPOL 73/78 para prevenir la contaminación por los buques facilitada por Puertos del Estado y obtenida en las memorias anuales publicadas en las web de las autoridades portuarias.

Información referente al tráfico de buques en las diferentes autoridades portuarias facilitada por Puertos del Estado.

MITECO. Programa de seguimiento de basuras marinas en playas (BM-1).

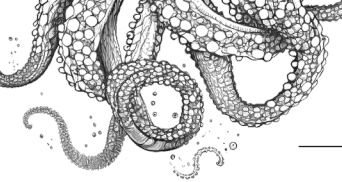
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (2022). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2022*. Madrid, 321 pp.

Proyecto Libera, Paisaje Limpio y Asociación Vertidos Cero. Proyecto Ríos 2021, Informe anual.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY AND THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL ADVISORY PANEL—GEF (2012). *Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions*. Montreal, Technical Series No. 67, 61 pages.

Tudor, D., y Williams, A.T. (2004). *Development of a "Matrix Scoring Technique" to determine litter sources at a Bristol Channel beach*. Journal of Coastal Conservation 10, pp. 119-127.

UNEP (2005). *Marine Litter, an analytical overview*.



7. NOR-PSBE-06. Aporte de otras fuentes de energía: vertidos térmicos

7.1. Caracterización de la presión

7.1.1. Descripción de la presión

Las aguas marinas captadas para la refrigeración de las centrales térmicas constituyen uno de los vertidos cuantitativamente más importantes que afectan a las zonas costeras. Estas aguas son devueltas al mar con unas propiedades físicoquímicas distintas a las originales. Por un lado su temperatura es más elevada que la del agua del medio receptor (hasta 10-15 °C) y, además, suelen llevar una cantidad residual de sustancias antifouling, adicionadas para mantener limpio el circuito de refrigeración.

De igual forma, las plantas regasificadoras utilizan agua de mar durante el proceso de regasificación donde se eleva la temperatura del gas licuado. En este proceso el agua de mar baja su temperatura en unos 3 a 15 °C y son luego devueltas al mar. En ambos casos se trata de vertidos térmicos que llevan asociados tanto una contaminación térmica como química que, por el gran volumen de estas descargas, pueden producir importantes efectos perjudiciales, alterando el equilibrio ecológico de las aguas marinas costeras.

Dependiendo del proceso de refrigeración, los vertidos de las centrales térmicas pueden presentar, además de un incremento de temperatura, un incremento en el contenido de sales debido a la evaporación producida, con lo que el vertido es más caliente y salino que el agua del mar (hasta 15 psu) por lo que puede poseer mayor densidad que el agua marina y su comportamiento puede ser muy parecido al de los vertidos hiperdensos de las desaladoras, afectando a los ecosistemas bentónicos. Los cambios de temperatura en el agua pueden afectar los procesos vitales que implican reacciones químicas y la velocidad de éstas.

Los organismos acuáticos de sangre fría, como los peces, no pueden regular la temperatura de sus cuerpos de modo tan eficiente como los animales de sangre caliente, por lo que estos aceleran o retrasan todos los procesos para que la necesidad de oxígeno y la velocidad de reacción se ajusten al medio ambiente donde viven.

La necesidad aumentada de oxígeno en presencia de altas temperaturas es particularmente grave, puesto que el agua caliente posee una capacidad menor para retener oxígeno disuelto que el agua fría.

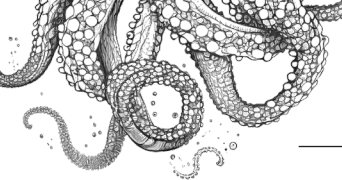
Además, cambios en la temperatura del agua pueden afectar la actividad y la velocidad de natación con una reducción en la capacidad para cazar su alimento.

Esta inactividad resulta más crítica porque el pez necesita más alimento para mantener su velocidad metabólica la cual es más alta en aguas más calientes. Por otro lado, los mecanismos reproductores, como el desove, están accionados por cambios de temperatura por lo que cambios anómalos en la temperatura del agua pueden transformar este ciclo.

Otro de los efectos es que los cambios de temperatura pueden beneficiar la aparición de organismos patógenos lo que favorece, a su vez, el aumento de mortandad en los peces al ser menos resistentes.

Los efectos de los vertidos térmicos se pueden resumir en los siguientes:

1. Alterar la composición del agua modificando su densidad, la concentración de oxígeno disuelto y favoreciendo los depósitos de sedimentos.
2. Provocar que especies no tolerantes a temperaturas altas mueran o emigren a otras regiones.
3. Producir cambios en la tasa de respiración, crecimiento, alimentación, desarrollo embrionario y reproducción de los organismos del sistema.



4. Estimular la actividad bacteriana y parasitaria (hongos, protozoos, nematodos, etc.), haciendo el sistema más susceptible a enfermedades y parasitismo por organismos oportunistas.
5. Aumentar la susceptibilidad de los organismos del sistema a cualquier contaminante debido el estrés de tener que sobrevivir a una temperatura anormal.
6. Causar cambios en los periodos de reproducción de muchas especies lo que puede desembocar en el florecimiento exagerado de algunas especies y la desaparición de otras.

7.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación

Los indicadores seleccionados para caracterizar esta presión son los siguientes:

- ◆ PSBE-06-01. Vertidos procedentes de la refrigeración de centrales térmicas (nº de vertidos).
- ◆ PSBE-06-02. Vertidos procedentes de plantas regasificadoras (nº de vertidos).
- ◆ PSBE-06-03. Caudal total anual autorizado de vertidos térmicos (hm³/año).

Para las centrales térmicas e instalaciones regasificadoras el caudal autorizado por año se ha extraído del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, concretamente de la Autorización Ambiental Integrada asociada a cada instalación. Se excluyen de este estudio las centrales que se encuentran clausuradas en el momento de elaboración del presente trabajo, pese a no estar todavía desmanteladas.

7.1.2.1. PSBE-06-01. Vertidos procedentes de la refrigeración de centrales térmicas (nº de vertidos)

En la demarcación marina noratlántica existen 4 centrales térmicas que producen 3 vertidos térmicos procedentes de la refrigeración. Una de las centrales térmicas de Vizcaya no vierte al mar, ya que el agua utilizada pasa a la regasificadora que tiene acoplada, que, tras usar el agua facilitada por la central térmica, vierte al mar el agua utilizada en su proceso industrial. Por tanto, el vertido de esta central térmica no se cuantifica ya que se computa a la regasificadora mencionada. Así, la distribución del número de vertidos procedentes de centrales térmicas (y la energía producida en 2020) en la demarcación desglosado por provincias se puede ver en la Tabla 17.

Tabla 17. Relación de provincias con el número de vertidos procedentes de la refrigeración de centrales térmicas en la demarcación marina noratlántica. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

Provincia	Número de vertidos procedentes de centrales térmicas	Energía generada en 2020 (GWh)
A Coruña	1	2.103
Asturias	1	2.403
Vizcaya	1	1.131

7.1.2.2. PSBE-06-02. Vertidos procedentes de plantas regasificadoras (nº de vertidos)

En la demarcación marina noratlántica existen 2 regasificadoras con 2 vertidos asociados de agua más fría que la del entorno. Una se ubica en A Coruña y otra en Vizcaya.



7.1.2.3. PSBE-06-03. Caudal total anual autorizado de vertidos térmicos (hm³/año)

En la demarcación marina noratlántica está autorizado un caudal de 1.654 hm³/año. Esto supone el 14 % del caudal total anual autorizado de vertidos térmicos al mar en España. Si el caudal total se desglosa según los caudales autorizados por provincias, el resultado es el siguiente: A Coruña 441 hm³/año, Asturias 626 hm³/año y Vizcaya 587 hm³/año.

La distribución por origen y provincia puede verse en la Figura 88. La distribución geográfica de los puntos de vertido puede verse en la Figura 89. A modo de detalle, se muestran los puntos de vertidos térmicos en el puerto de Bilbao (Figura 90).

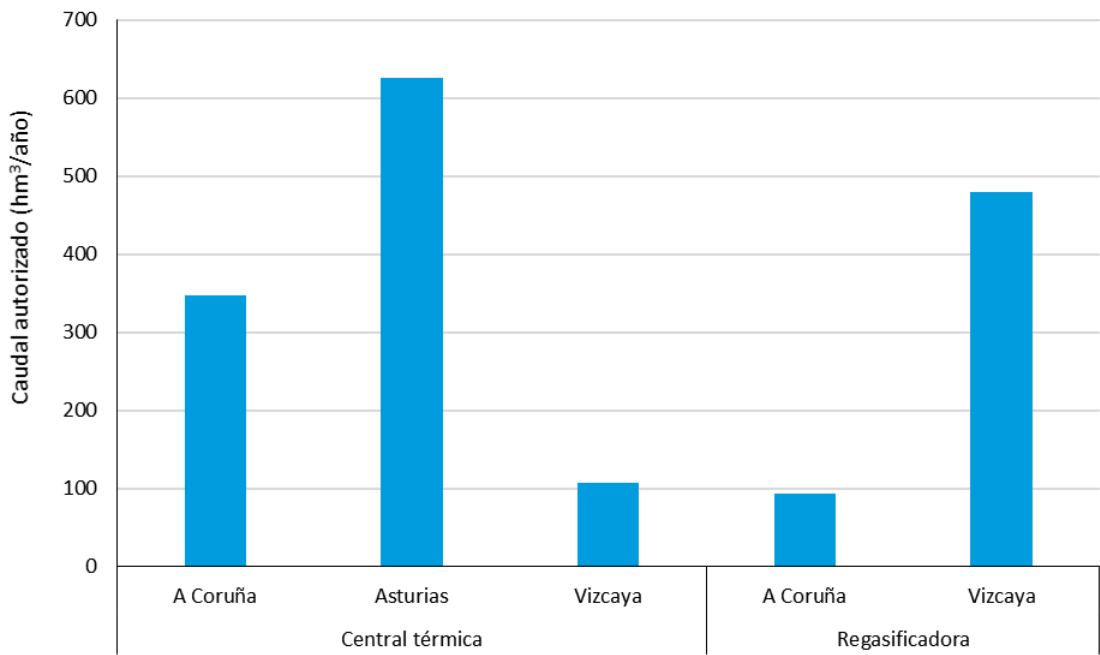


Figura 88. Caudal autorizado para centrales térmicas y regasificadoras en la demarcación marina noratlántica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

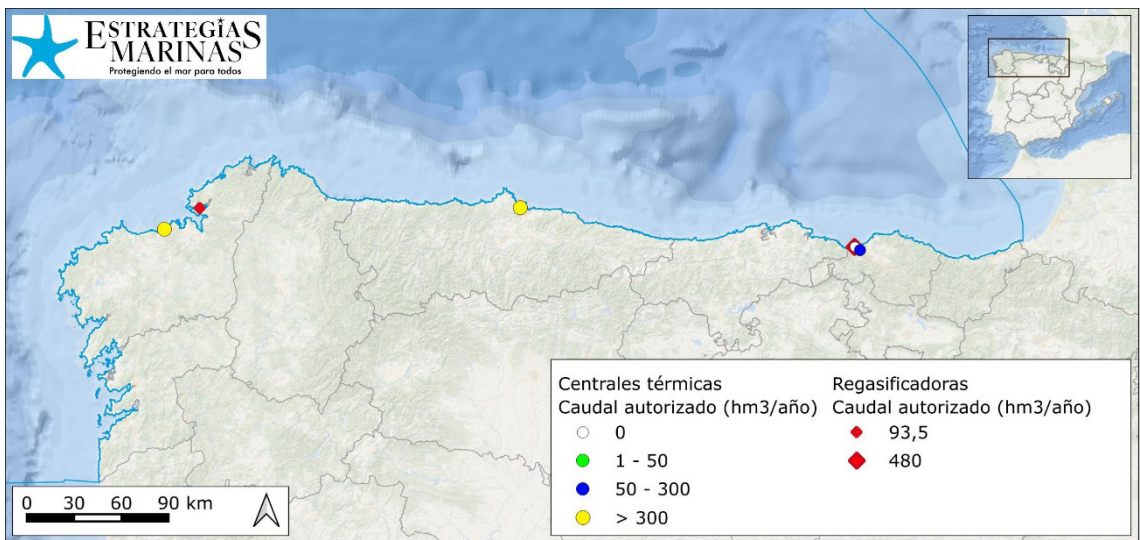


Figura 89. Localización de los vertidos térmicos presentes en la demarcación marina noratlántica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

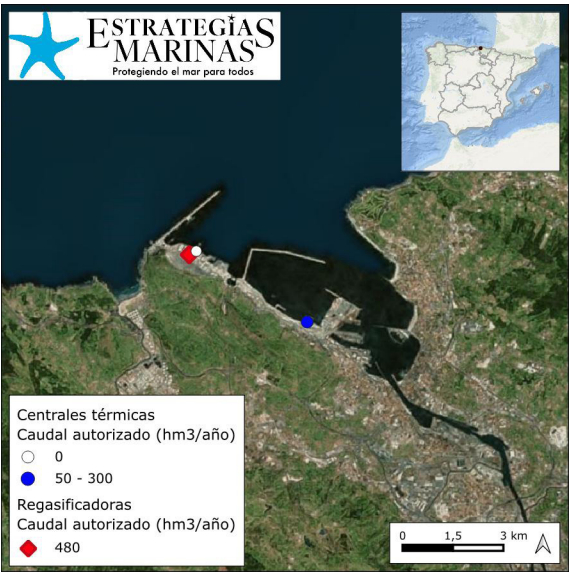


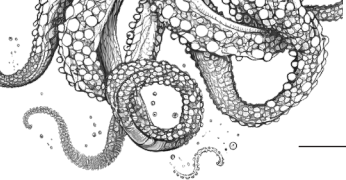
Figura 90. Localización de los vertidos térmicos presentes en el puerto de Bilbao. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

7.1.2.4. Conclusiones

En la demarcación marina noratlántica se contabilizan 3 vertidos procedentes de la refrigeración de 4 centrales térmicas y 2 vertidos procedentes de 2 regasificadoras. El caudal autorizado para el total de las instalaciones es de 1.654 hm³/año, que supone el 14 % del caudal total anual autorizado de vertidos térmicos en España. Se encuentran repartidos como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Vertidos térmicos autorizados por provincia en la demarcación marina noratlántica, así como número de vertidos. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

Provincia	Caudal autorizado (hm³/año)	N.º de vertidos de centrales térmicas	N.º de vertidos de regasificadoras
A Coruña	441	1	1
Asturias	626	1	0
Vizcaya	587	1	1



7.2. Enfoque DPSIR

7.2.1. Actividades humanas que generan la presión

La principal actividad humana que genera esta presión es la denominada “Usos industriales”.

7.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión

Los impactos que, de forma general, pueden producir esta presión, han sido descritos anteriormente en esta ficha. No se dispone de información sobre los impactos concretos que los vertidos descritos producen en la demarcación marina noratlántica.

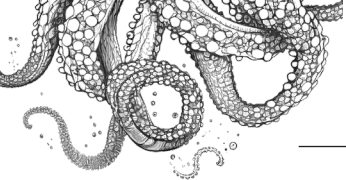
7.2.3. Efectos transfronterizos

Dada la localización de los vertidos térmicos y su alcance, no son esperables efectos transfronterizos para esta presión.

7.2.4. Descriptores afectados

Descriptores de estado:

- 💧 **Descriptor 1.** Biodiversidad



7.3. Fuentes de información

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Ministerio para la Transición Ecológica.

<http://www.prtr-es.es/>

Autorizaciones Ambientales Integradas correspondientes.

ESTRATEGIAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos