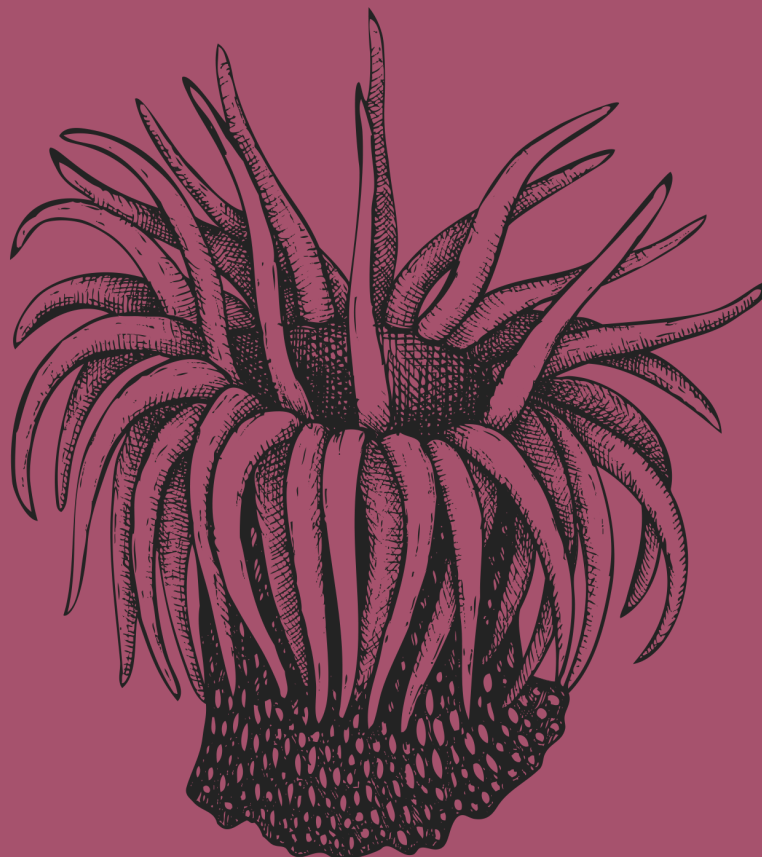




EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO DM SUDATLÁNTICA

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. SUD-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.....	27
2. SUD-PF-02. Pérdidas físicas	28
2.1. Caracterización de la presión.....	28
2.1.1. Descripción de la presión	28
2.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	28
2.2. Enfoque DPSIR.....	35
2.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	35
2.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	35
2.2.3. Efectos transfronterizos.....	35

PRESIONES BIOLÓGICAS

3. SUD-PB-02. Introducción de organismos patógenos microbianos.....	37
3.1. Caracterización de la presión.....	37
3.1.1. Descripción de la presión	37
3.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	38
3.2. Enfoque DPSIR.....	42
3.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	42
3.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	43
3.2.3. Efectos transfronterizos.....	43
3.2.4. Descriptores afectados	43
3.3. Fuentes de información.....	44

PRESIONES POR APORTE DE SUSTANCIAS, BASURAS Y ENERGÍA

4. SUD-PSBE-02. Aporte de materia orgánica: Fuentes difusas y fuentes puntuales.....	46
4.1. Caracterización de la presión.....	46
4.1.1. Descripción de la presión	46
4.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	46
4.2. Enfoque DPSIR.....	51



4.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	51
4.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	51
4.2.3. Efectos transfronterizos.....	52
5. SUD-PSBE-03. Aporte de otras sustancias: fuentes difusas, fuentes puntuales, deposición atmosférica, incidentes graves.....	53
5.1. Caracterización de la presión.....	53
5.1.1. Descripción de la presión.....	53
5.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	54
5.2. Enfoque DPSIR.....	81
5.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	81
5.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	81
5.3. Fuentes de información.....	83
6. SUD-PSBE-04. Aporte de basuras (basuras sólidas, incluidas microbasuras)	84
6.1. Caracterización de la presión.....	84
6.1.1. Descripción de la presión.....	84
6.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	84
6.2. Enfoque DPSIR.....	90
6.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	90
6.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	90
6.2.3. Efectos transfronterizos.....	90
6.3. Fuentes de información.....	91
7. SUD-PSBE-06. Aporte de otras fuentes de energía: vertidos térmicos	92
7.1. Caracterización de la presión.....	92
7.1.1. Descripción de la presión.....	92
7.1.2. Variación espacial y temporal de la presión sobre el medio marino en la demarcación.....	93
7.2. Enfoque DPSIR.....	95
7.2.1. Actividades humanas que generan la presión.....	95
7.2.2. Impactos ambientales que genera dicha presión.....	95
7.2.3. Efectos transfronterizos.....	95
7.2.4. Descriptores afectados.....	95
7.3. Fuentes de información.....	96



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 de 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. SUD-PF-01. Perturbaciones físicas

1.1. Caracterización de la presión

1.1.1. Descripción de la presión

El fondo marino puede verse perturbado tanto en su perfil como en su naturaleza por la remoción de sedimentos consecuencia de la instalación de estructuras enterradas, como cables submarinos; por la alteración de los procesos sedimentarios producidos por las instalaciones de acuicultura; por el fondeo de embarcaciones; por el vertido de material dragado y por la pesca de arrastre. Si bien las perturbaciones producidas por estas actividades son temporales o reversibles producen alteración de los hábitats y comunidades bentónicas.

Se describen a continuación los trabajos realizados para la valoración de esta 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 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. Éstos 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 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.

Para la demarcación sudatlántica se han proporcionado para el periodo 2016-2021 tres puntos de vertido, de los puertos de Isla Cristina, Sevilla y Barbate, y tres zonas de vertido, de las tres autoridades portuarias, Huelva, Sevilla y Bahía de Cádiz (Figura 1). Sevilla está presente en ambos porque los vertidos realizados por la esta autoridad portuaria se han suministrado algún año en forma de punto, y otros años en forma de polígono, si bien en la figura sólo se aprecia el punto para favorecer una mejor visualización. En Barbate, el punto de vertido se sitúa justo en el límite entre las demarcaciones sudatlántica y del Estrecho y Alborán, y por tanto, se menciona en ambas demarcaciones. La superficie ocupada por los polígonos de vertido es de 3,6 km², por lo que se considera que el área del fondo marino perturbado en esta demarcación es, como mínimo, esa cantidad.

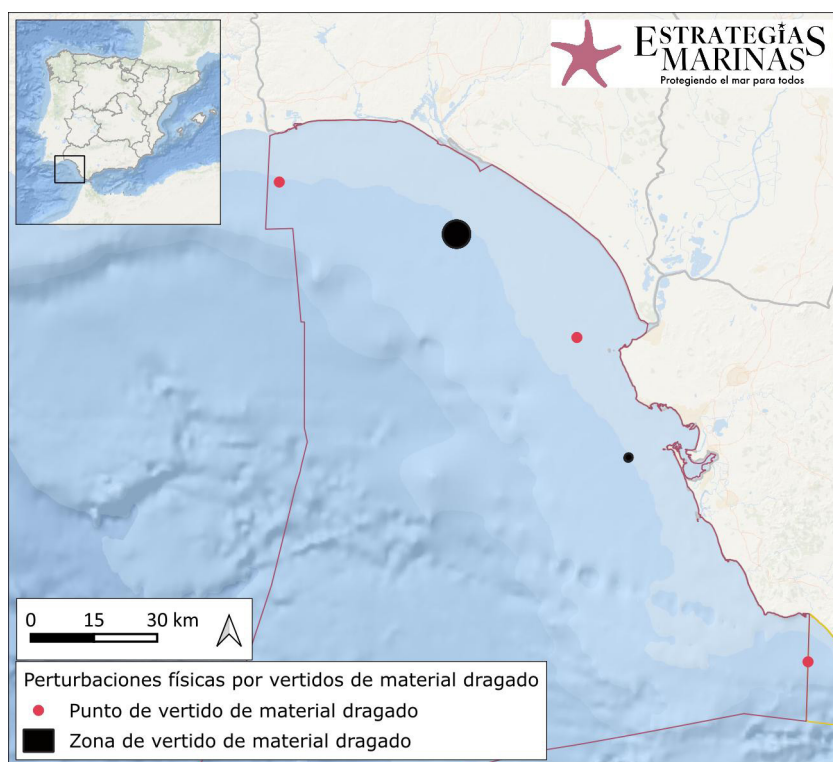


Figura 1. Localización de potenciales perturbaciones físicas por vertidos de material dragado. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de Puertos del Estado y las comunidades autónomas)

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

La demarcación marina sudatlántica alberga únicamente infraestructuras de telecomunicaciones, fundamentalmente de conexión con las islas Canarias y con otros países ribereños del océano Atlántico como EEUU o Marruecos.

Durante el periodo 2016-2021 no se tendió ningún nuevo cable en esta demarcación por lo que no se produjeron perturbaciones físicas relacionadas con esta actividad.

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 la superficie de cada zona se marisquea habitualmente y en cuál no.

La Figura 2 muestra la localización de las zonas potencialmente perturbadas por las actividades de acuicultura y marisqueo, mientras que en la Tabla 1 se ofrece el resumen de las superficies afectadas individualmente por cada una de estas actividades, y en conjunto, puesto que hay instalaciones de acuicultura que se sitúan en zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas. La superficie potencialmente perturbada por acuicultura y marisqueo se estima en 1.973 km².

Tabla 1. 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	Porcentaje de la superficie de la demarcación marina potencialmente perturbada
Sudatlántica	6,99 km ²	1.973,25 km ²	1.973,25 km ²	13,94 %

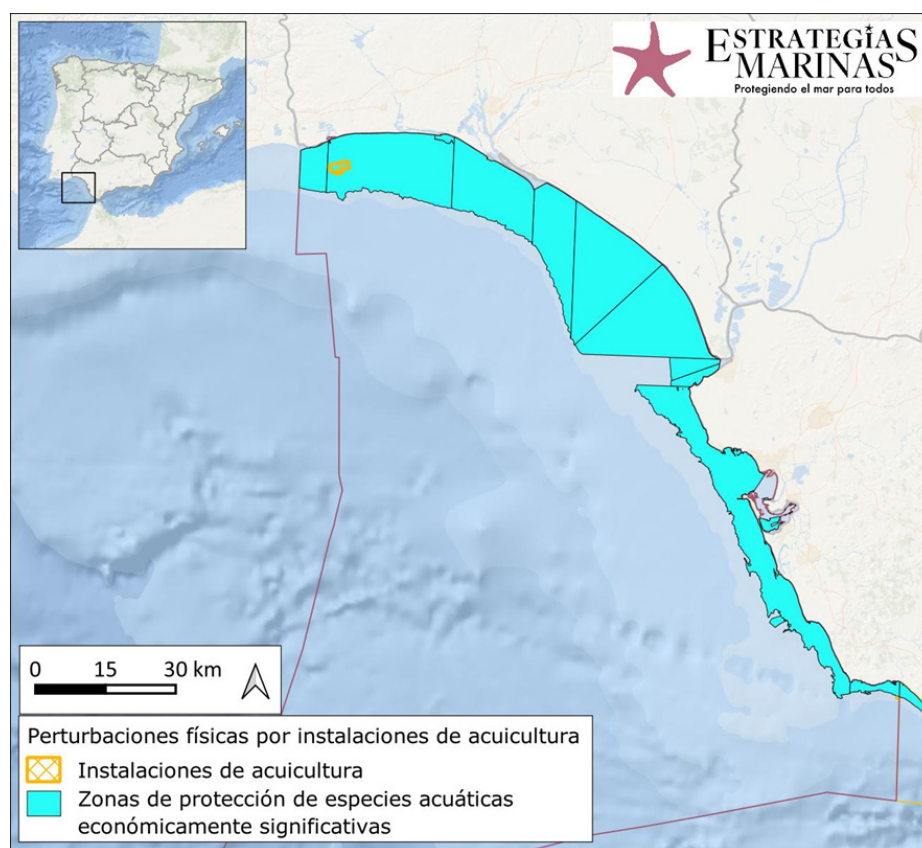


Figura 2. Localización de potenciales perturbaciones físicas por las actividades de acuicultura y marisqueo. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de la información de las fichas de actividad A-13 y A-17)



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 han 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 le 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 3 muestra la imagen del resultado obtenido en el área del puerto de Huelva junto con la imagen de la carta náutica donde se delimitan las zonas de fondeo. En este caso no todos fondeaderos están completamente ocupados, por lo que esta aproximación se considera más acertada a la hora de valorar la superficie perturbada que si se empleasen simplemente los polígonos de los fondeaderos.

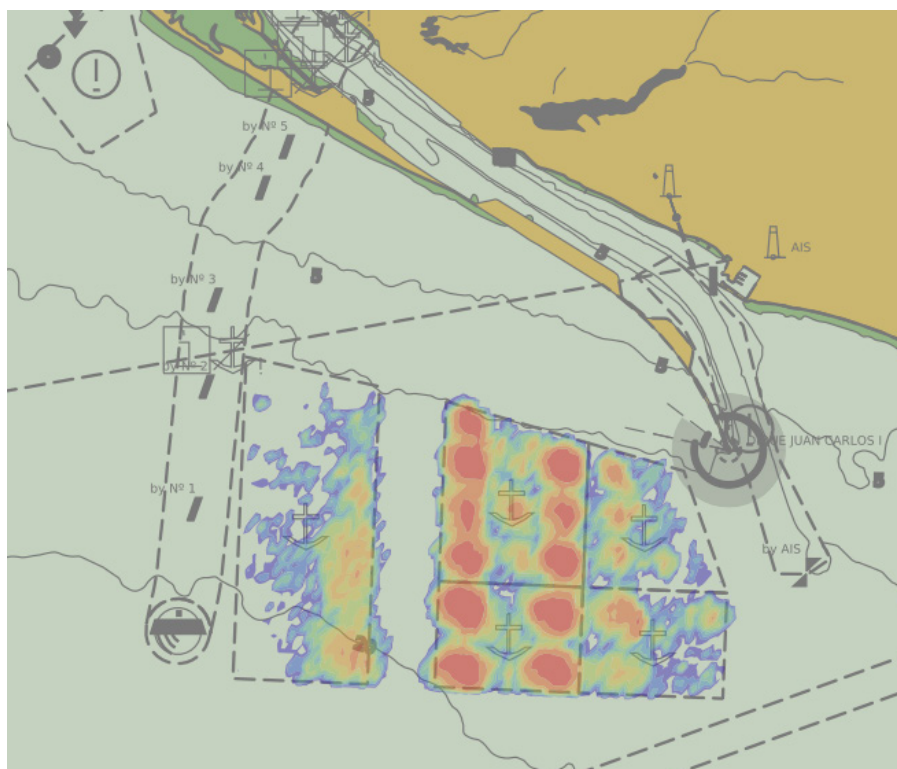


Figura 3. Fondeo comercial en los fondeaderos de la Autoridad Portuaria de Huelva representados en las cartas náuticas. (Fuente: IHM y CEDEX)

Tras el análisis, y como conclusión (Figura 4), hay que mencionar que la superficie del fondo marino que se estima potencialmente afectada por perturbaciones físicas por fondeo comercial asciende a más de 31,2 km². En la Figura 5 se muestra la intensidad de la ocupación de los fondeaderos de las autoridades portuarias de Bahía de Cádiz y Huelva.

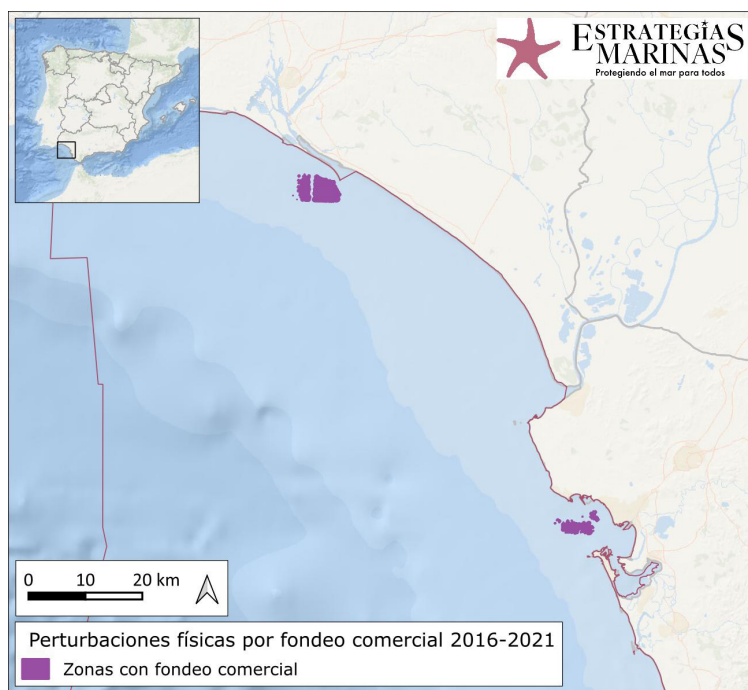


Figura 4. Zonas identificadas con perturbaciones físicas por fondeo comercial. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

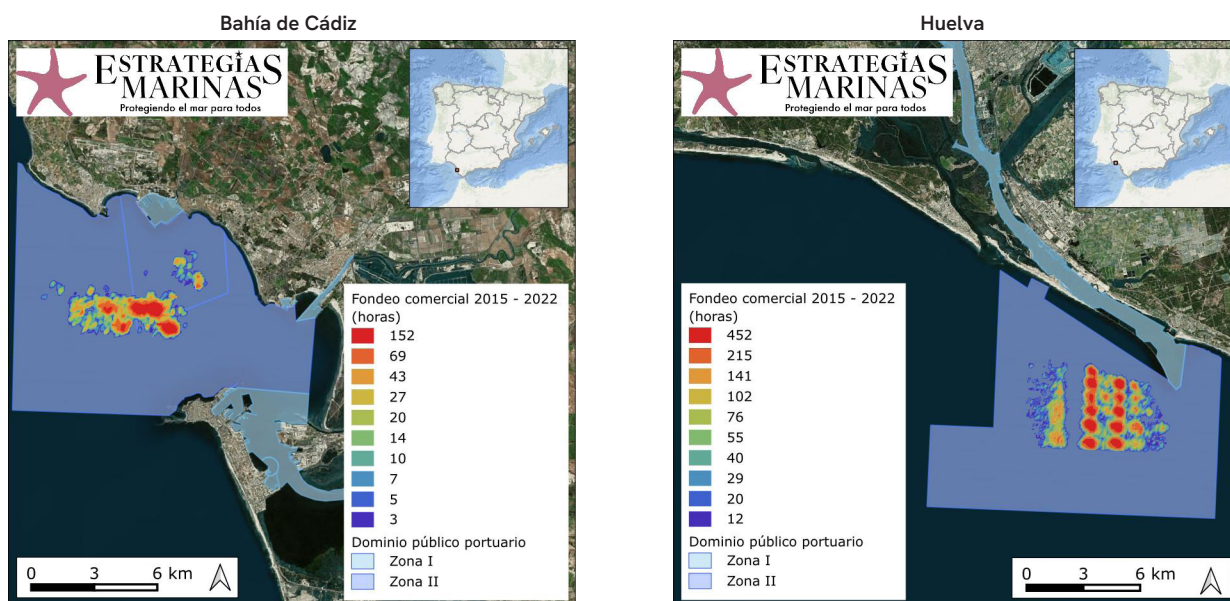


Figura 5. Horas de presencia de buques comerciales fondeados en el periodo 2015-2022. Nótese que las escalas son diferentes en cada figura. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

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 6.

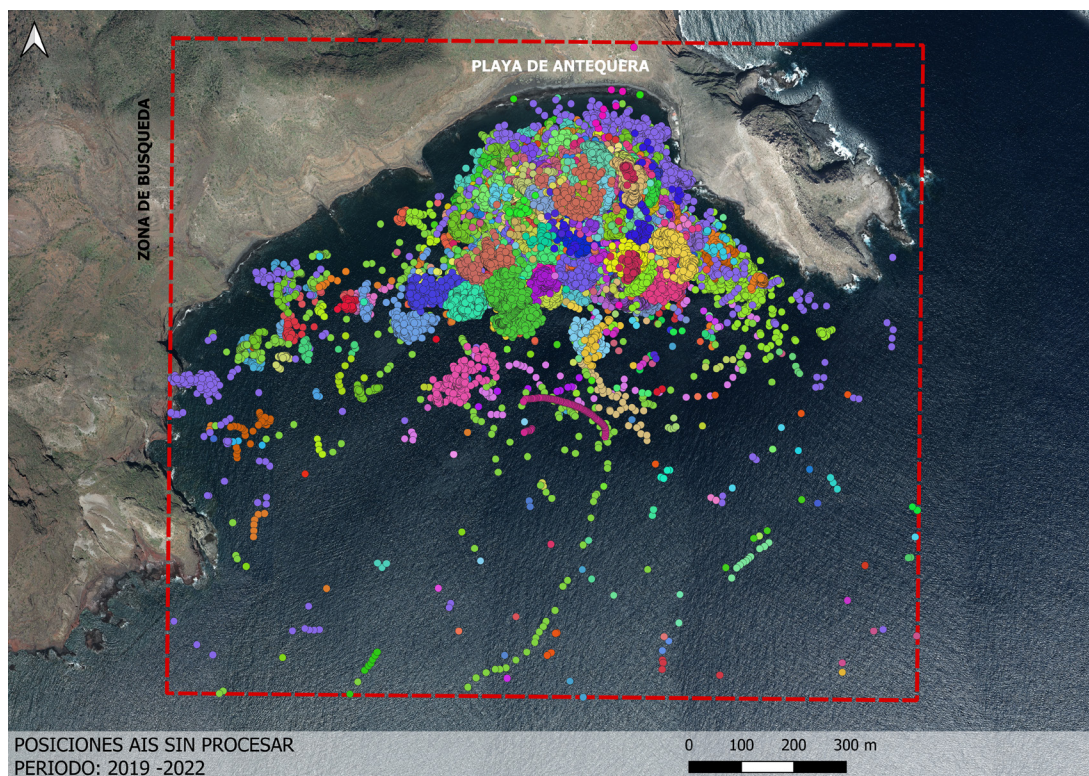


Figura 6. Posiciones AIS sin procesar (los distintos colores muestran diferentes barcos recreativos). (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR para el proyecto europeo MSP-OR)

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.

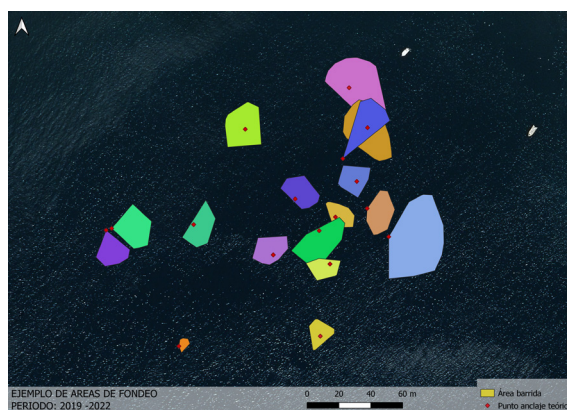
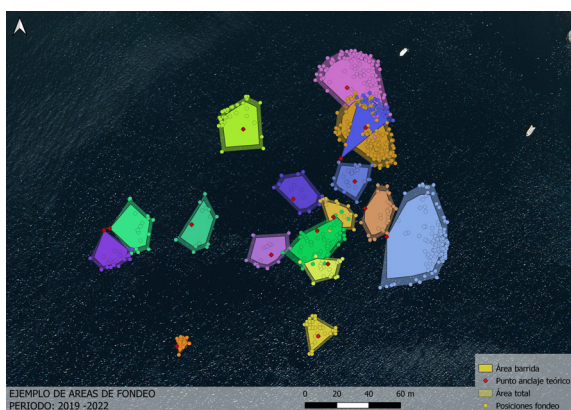


Figura 7. Posiciones AIS, envolvente y área potencialmente perturbada (los distintos colores muestran diferentes fondeos). (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR para el proyecto europeo MSP-OR)



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 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 sudatlántica, se ha seleccionado la zona que comprende la desembocadura del Guadalquivir y Chipiona. A pesar de haber recuperado más de 4,4 millones de señales AIS, de la aplicación de la metodología no se obtienen resultados representativos de zonas habituales de fondeo, salvo en la zona circundante al puerto de Chipiona.

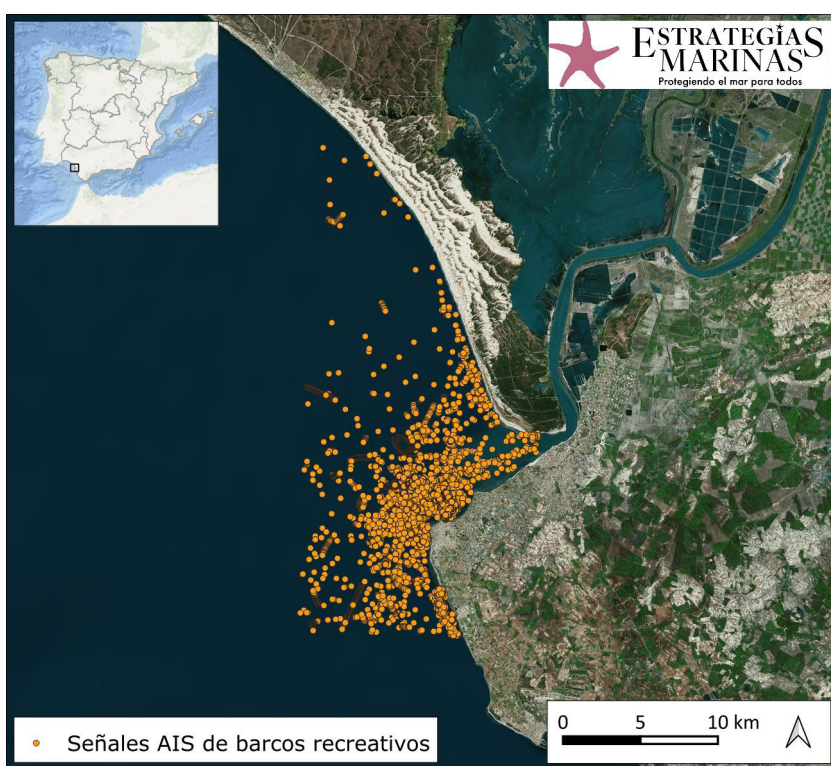


Figura 8. Señales AIS de barcos recreativos en el periodo 2016-2021 en las cercanías de Chipiona y la desembocadura del Guadalquivir (Cádiz). (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos AIS de SASEMAR)

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, están 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 reglamentado para zonas o pesquerías concretas. Con cada señal queda registrada (se reseña únicamente la información útil para este trabajo):

- ◆ 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 identificar 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 km² 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.

Para 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 dispongan de las medidas de los aparejos se puede 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 2. Equivalencias entre los metier definidos en el paquete R y los que corresponden a 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 en 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 marina sudatlántica se muestran en la Figura 9.

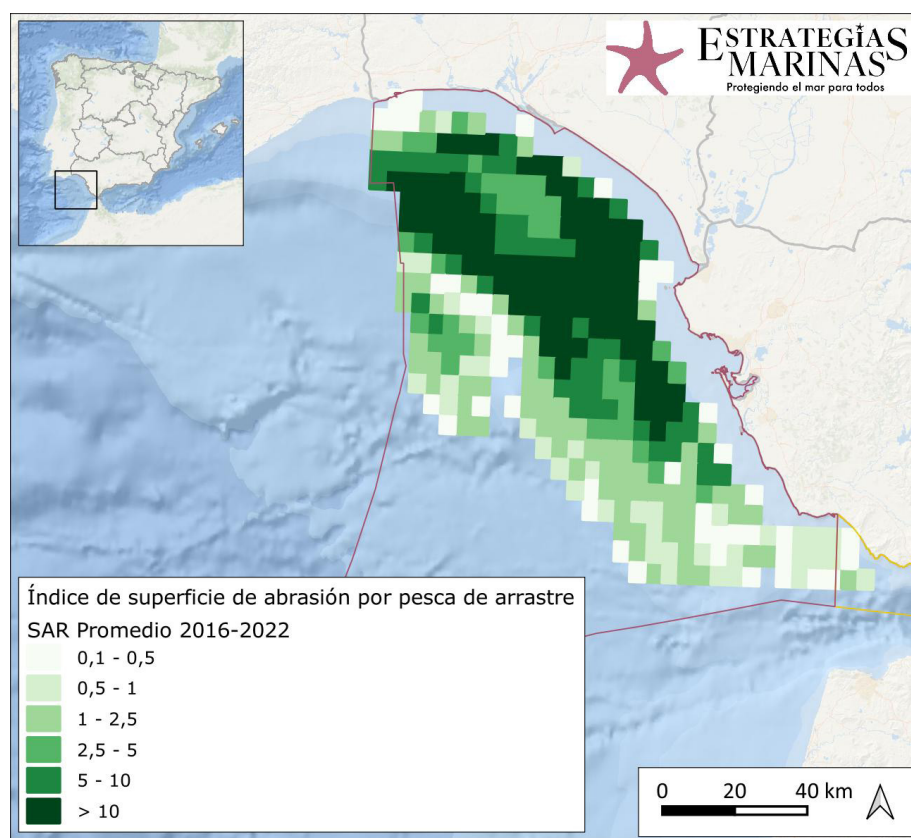


Figura 9. Índice de superficie de abrasión (SAR) por pesca de arrastre. Promedio anual en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)

Otras artes de pesca dirigidas a capturar 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 11 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 11 para el enmalle.

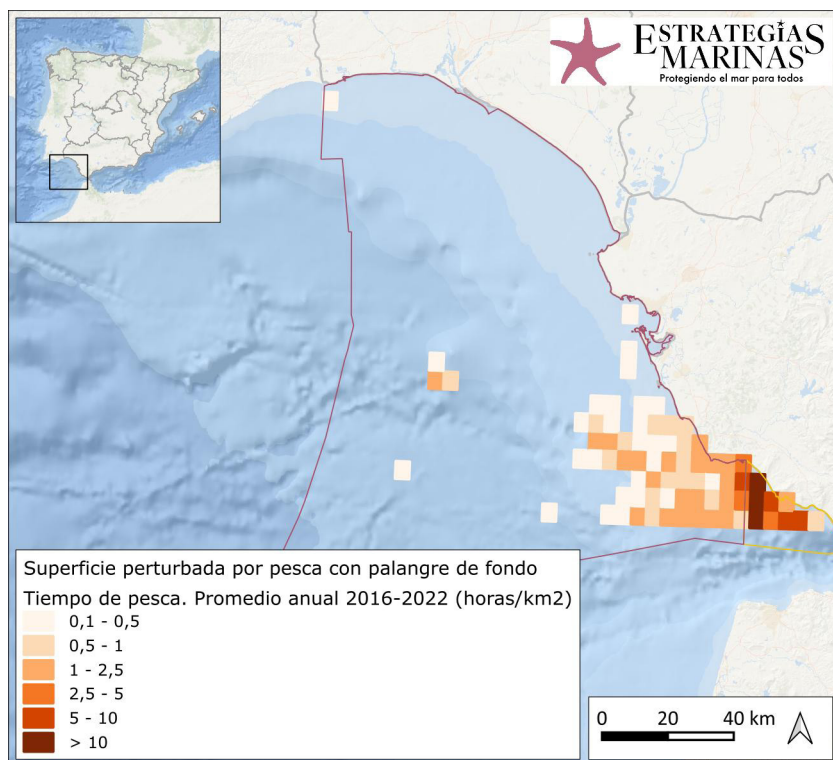


Figura 10. Superficie de fondo potencialmente perturbada por pesca con palangre de fondo. Promedio anual del tiempo de pesca por unidad de superficie en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)

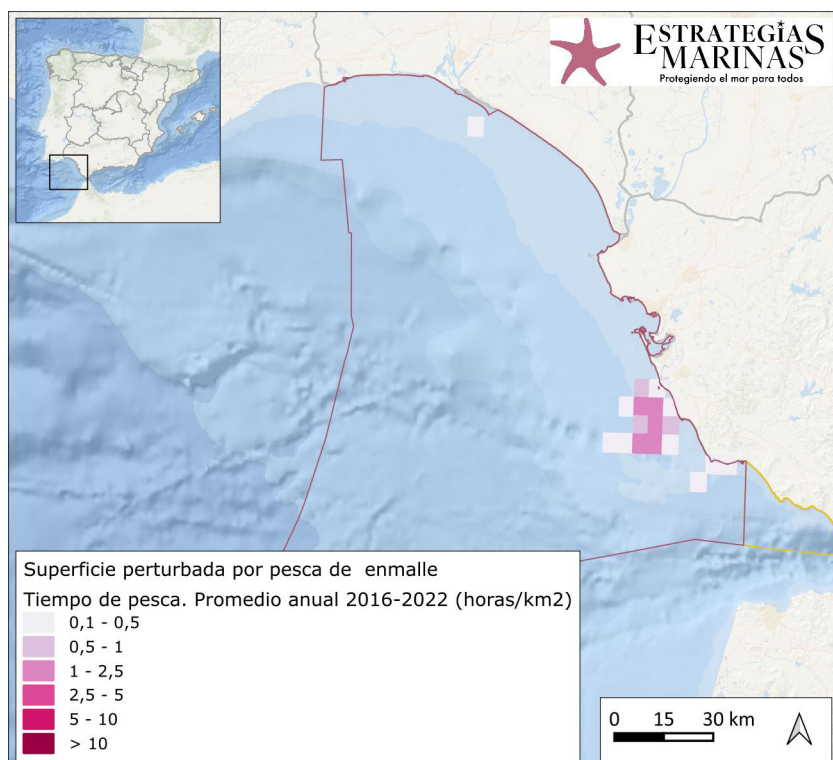


Figura 11. Superficie de fondo potencialmente perturbada por pesca de enmalle. Promedio anual del tiempo de pesca por unidad de superficie en el periodo 2016-2022. (Fuente: IEO-CSIC)



Un resumen de las superficies afectadas por cada una de estas artes se muestra en la Tabla 3. La superficie total potencialmente perturbada por pesca de arrastre, palangre de fondo y enmalle se estima en 8.568 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 3. Superficie potencialmente perturbada por actividades de pesca (km²). (Fuente: IEO-CSIC)

Arte	Superficie potencialmente perturbada (km ²)
Arrastre	7.921
Palangre de fondo	1.604
Enmalle	425
Todas las artes	8.445

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. Hay que destacar que las reacomodaciones de áridos en la misma playa, se considera que 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 (A), se han representado con un radio r 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 de todos los registros reportados, se procede a disolver las geometrías, generando un único registro por demarcación que incluye todas las figuras pertenecientes a esta. Así, se puede calcular el área afectada asegurando que no se cuenta por duplicado una misma superficie. Por esto, en algunas de las figuras de detalle que se muestran dentro de 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 afectada por las diferentes actuaciones acometidas.

En la demarcación marina sudatlántica y sus alrededores se han contabilizado 11 deposiciones de material (Figura 12) para regeneración de playas susceptibles de causar perturbaciones en el fondo marino durante el periodo 2016-2021; éstas suman 2.343.098 m² de superficie. Esta cifra representa el 0,02 % de la superficie total de la demarcación marina sudatlántica.



A modo de ejemplo, se muestran varios registros con información geográfica en la Figura 13 y en la Figura 14.

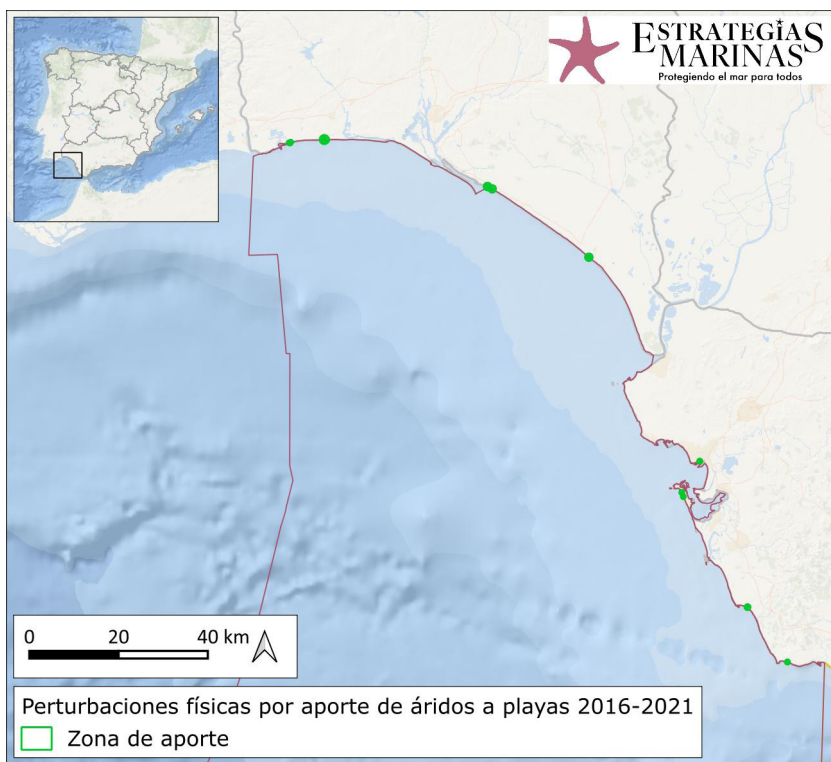


Figura 12. Zonas de vertido para la regeneración de las playas en la demarcación marina sudatlántica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)



Figura 13. Puntos de vertido de depósitos para la regeneración de las playas de La Victoria y de Santa María del Mar, Cádiz. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

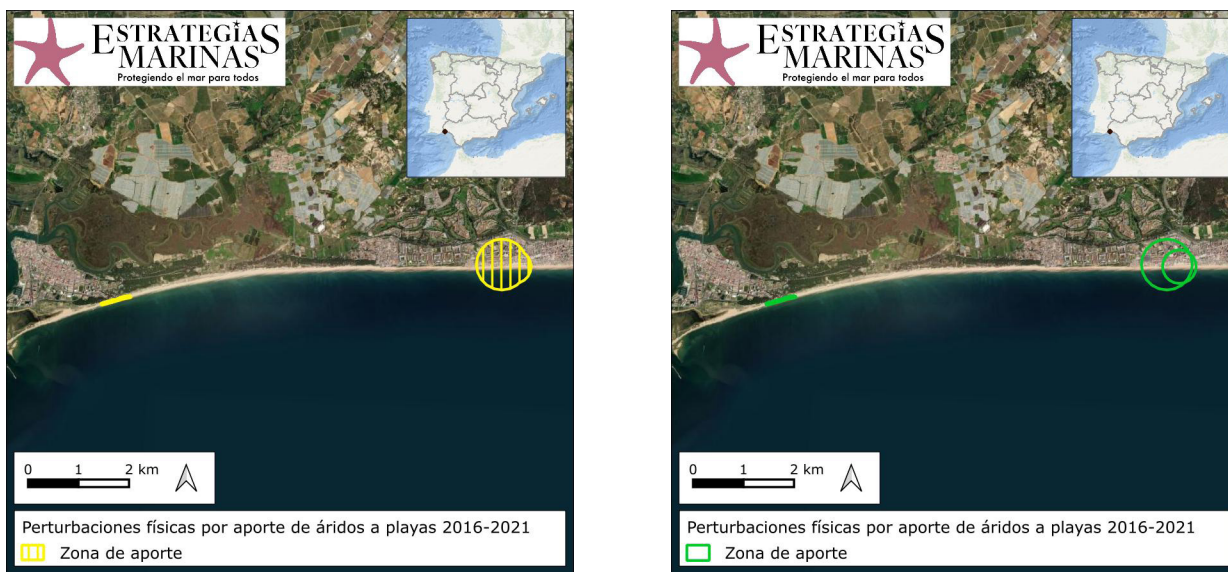


Figura 14. Puntos de vertido de depósitos para la regeneración de la playa de Isla Cristina y de la playa de La Antilla, Huelva. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir del Inventario de extracciones de áridos para aporte a playas en España)

1.1.2.8. Integración de indicadores y conclusiones

La superficie mínima del fondo marino de la demarcación sudatlántica que se estima que ha podido sufrir algún tipo de perturbación durante el presente periodo de evaluación es de 9.354 km², lo que representa el 66 % 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. Los datos aquí proporcionados hay que interpretarlos con cierta precaución.

Las actividades que han causado perturbación física en la demarcación sudatlántica en el tercer ciclo de estrategias marinas se indican en la Tabla 4 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 15.

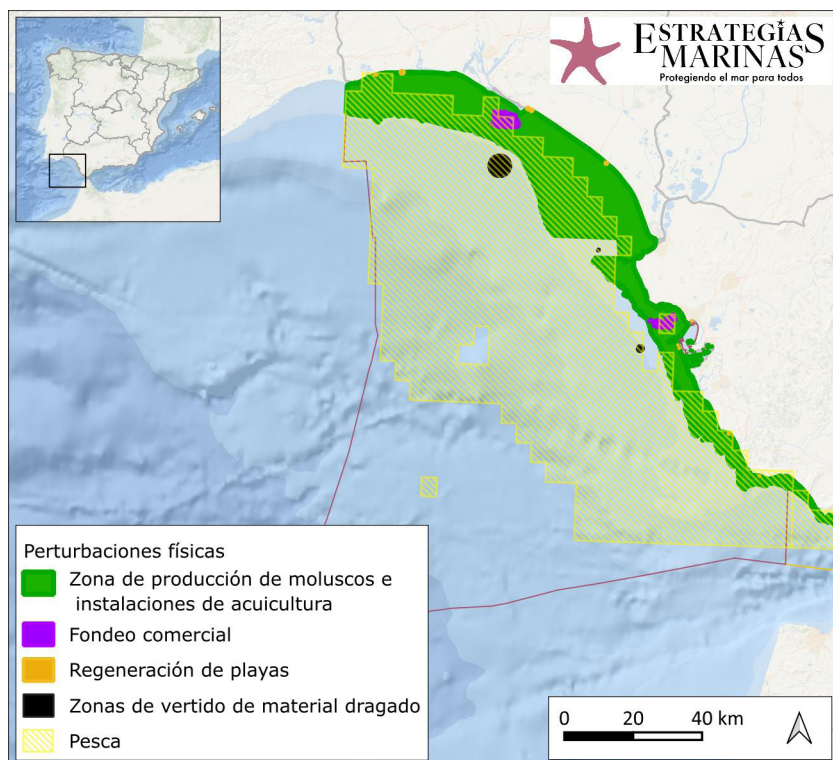


Figura 15. Localización de potenciales perturbaciones físicas del periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

Tabla 4. Resumen de superficies potencialmente afectadas por perturbación física en la demarcación sudatlántica. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX)

Actividad	Superficie potencialmente afectada (m ²)
Vertidos de material dragado	36.606.047
Tendido de cables	0
Acuicultura y marisqueo	1.973.266.914
Fondeo comercial	31.185.018
Fondeo recreativo (sólo zona piloto)	-
Pesca con artes demersales	8.445.155
Regeneración de playas	2.343.098
Suma de las actividades individuales	10.488.556
Demarcación sudatlántica (sin superposición de actividades)	9.354.548.756



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 D6 se evalúa el posible impacto 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. SUD-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 sudatlántica. 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 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-02-01.** Superficie del fondo marino afectada por nuevas infraestructuras portuarias o por modificación de las existentes (m²)
- ◆ **PF-02-02.** Superficie del fondo marino afectada por nuevas obras de defensa o por modificación de las existentes (m²). 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 (m²)
- ◆ **PF-02-04.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevas infraestructuras de extracción de petróleo y gas (m²)
- ◆ **PF-02-05.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevos parques eólicos marinos (m²)
- ◆ **PF-02-06.** Superficie del fondo marino ocupada por nuevas plataformas científico-técnicas (m²)
- ◆ **PF-02-07.** Superficie del fondo marino afectada por la extracción de sedimentos del fondo marino para regeneración de playas (m²)
- ◆ **PF-02-08.** Superficie del fondo marino afectada por dragados portuarios (m²)
- ◆ **PF-02-09.** Superficie del fondo marino afectada por la creación de playas artificiales (m²)

Se describen a continuación los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores mencionados. Éstos 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

En el periodo 2016-2021, en la demarcación marina sudatlántica no se han llevado a cabo trabajos de ampliación o remodelación de los puertos situados en aguas marinas que den lugar a la pérdida de fondos o a una posible recuperación de superficie por retirada de infraestructuras. En el ciclo anterior, sin embargo, el puerto de Cádiz construyó una nueva terminal de contenedores que sí propició la ocupación del fondo marino.



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 sudatlántica 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 sudatlántica, 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 en la demarcación marina sudatlántica ni se han modificado las 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 sudatlántica no se han instalado plataformas científico-técnicas fijas, por lo que no se han producido pérdidas físicas por este motivo.

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. 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. Las reacomodaciones de áridos en la misma playa, sin embargo, se considera que 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 zona del golfo de Cádiz se han contabilizado 35 extracciones susceptibles de causar pérdida física en el periodo 2016-2021, de las cuales 30 se localizan en aguas de la demarcación o en playas que lindan con la misma. De estas 30, 20 se han



desarrollado en Cádiz y 10 en Huelva. La suma de las superficies de las extracciones individuales introducidas en el Inventario (21 de yacimientos submarinos y 9 dragados portuarios) proporciona un total de 5.105.023 m². Sin embargo, no se puede concluir que esta sea la superficie de la demarcación realmente afectada, ya que de 18 de ellas no se dispone de información geográfica y por tanto, no se puede saber si todas las extracciones se han llevado a cabo en sitios diferentes o si varias actuaciones han extraído arena en la misma zona del fondo marino. Por ejemplo, en el yacimiento submarino de Placer de Meca, localizado frente a las costas de Trafalgar, se han realizado 13 extracciones en el periodo de interés y de ninguna de ellas se dispone información geográfica.

Cuando solo se dispone de información geográfica, en ocasiones se cuenta con las coordenadas de un punto identificativo de la zona (tipo de información más frecuente en el periodo 2016-2018), otras veces se dispone de un tramo, y otras de un polígono. En los dos primeros casos, al no disponerse de información sobre la superficie afectada, se ha supuesto que dicha superficie es igual a la media de la superficie afectada para el resto de actuaciones de España en que sí se dispone de este dato. En cuanto a la geometría de dicha superficie, se ha supuesto que es circular si se dispone de información puntual y rectangular si se dispone de información sobre el tramo. Es decir, para los casos con información puntual se calcula el radio del círculo con área igual a la superficie media de las extracciones del periodo 2016-2021. Para los casos con información sobre el tramo se calcula la anchura que debería tener el rectángulo para obtener esa superficie media de 2016-2021. Para las 11 actuaciones de las que se dispone de información geográfica se realiza la disolución de los polígonos obtenidos, para evitar, como se ha comentado antes, que las áreas ocupadas por polígonos superpuestos se contabilicen más de una vez (Figura 16). La superficie de fondo que se estima como potencialmente afectada por pérdidas físicas debido a estas extracciones de áridos es de 1.617.651 m², inferior a la suma de las superficies de proyecto, que dan un total de 1.675.252 m².



Figura 16. Detalle de las zonas de pérdidas físicas por extracción de áridos en Huelva para 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 demarcación sudatlántica 8 de los 15 proyectos de dragado ejecutados en puertos de interés general, en el periodo 2016-2021 han facilitado información numérica sobre la superficie dragada correspondientes a las Autoridades Portuarias de Sevilla, Huelva y Cádiz. Suman un total de un poco más de 10.450.000 m². Respecto a los puertos autonómicos, se ha facilitado información numérica de superficie para 8 de las 14 operaciones de dragado afectadas. Suman un total de un poco más de 1.500.000 m². Sin embargo, es necesario conocer la ubicación espacial para identificar el área de fondo de la demarcación potencialmente afectada, ya que los dragados de canales de navegación que se realizan en Huelva y Sevilla pueden situarse en aguas de transición. Cuando las operaciones se realizan en mar abierto, una misma zona de acumulación de sedimentos podría ser dragada de forma recurrente, por lo que el impacto sería más limitado y localizado que si el dragado se produjese cada vez en un sitio diferente.

Los dragados para los que se cuenta con información geográfica para la superficie dragada son 8. Ocupan una superficie de 1.666.223 m² tras disolver los polígonos que se solapan. En la Tabla 5 se muestran las superficies desglosadas por puerto, calculadas con sistemas de información geográfica. Como se puede apreciar, la diferencia entre las dos cifras de superficie aportadas es considerable, y ello se debe a que la segunda superficie calculada no incluye polígonos de dragado situados en aguas de transición por estar situados fuera de la demarcación (Figura 18).

Tabla 5. Dragados portuarios que causan pérdida física en el periodo 2016-2021. (Fuente: Puertos del Estado y MITECO)

Puerto	Superficie dragada (m ²)
Puerto de Huelva	888.445
Puertos de la Autoridad Portuaria Bahía de Cádiz	702.391
Puerto de Barbate	83.387
Demarcación sudatlántica	1.666.223

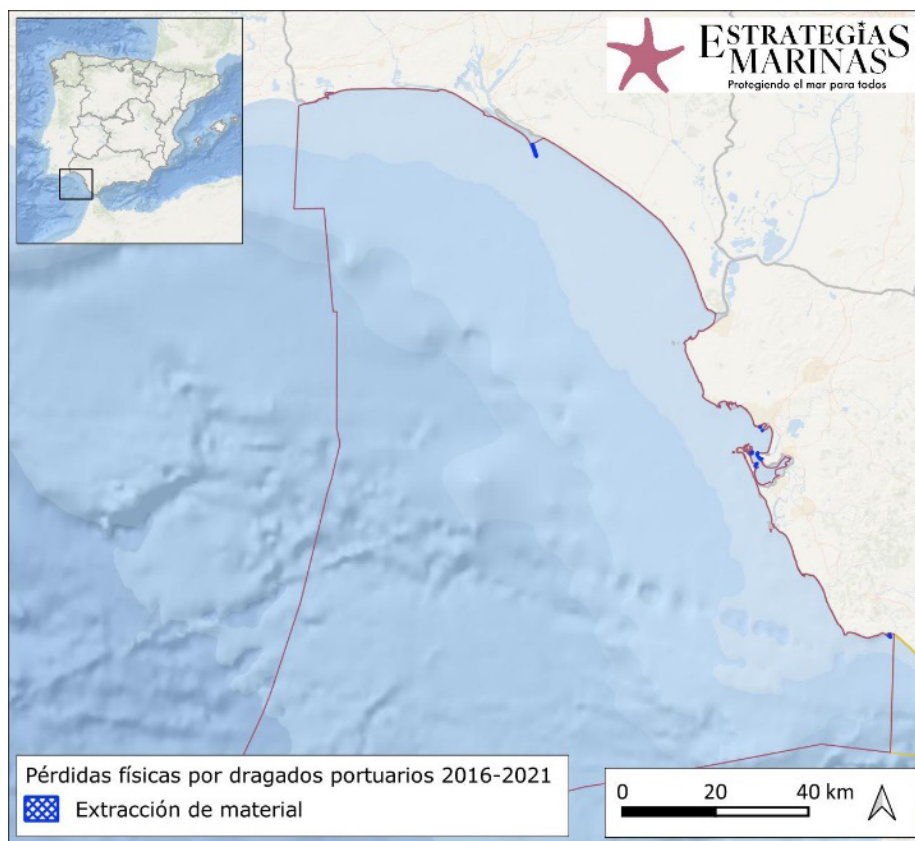


Figura 17. Pérdidas físicas por dragado en zonas portuarias de la demarcación sudatlántica en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información de Puertos del Estado)

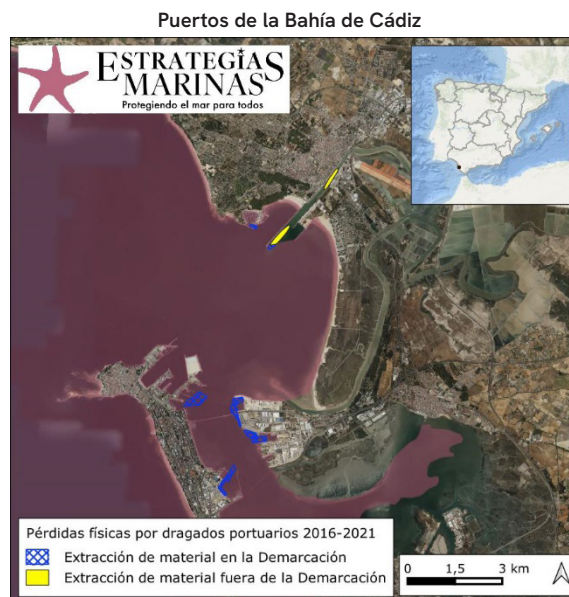
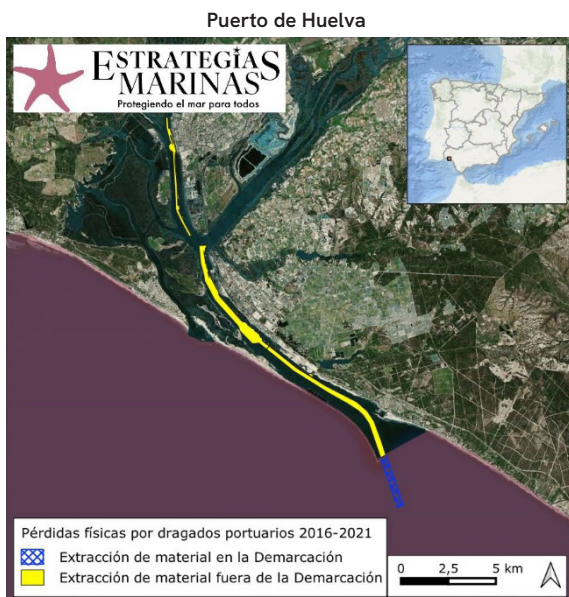




Figura 18. Detalle de las zonas dragadas en los puertos de Huelva, de la Bahía de Cádiz y Barbate para el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de información de Puertos del Estado y la Junta de Andalucía)

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 en la demarcación sudatlántica.

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. Es por ello por lo que los datos aquí proporcionados deben interpretarse con cierta precaución, atendiendo a las explicaciones dadas en cada caso.

En la demarcación sudatlántica durante el periodo 2016-2021 no se han instalado nuevos arrecifes artificiales, parques eólicos marinos, infraestructuras de investigación y/o experimentación o instalaciones relacionadas con la explotación de hidrocarburos, infraestructuras portuarias o de protección de la costa y no se ha obtenido información sobre nuevas playas artificiales construidas. Por tanto, las actividades que han ocasionado pérdida física en el tercer ciclo de estrategias marinas son la extracción de áridos para regeneración de playas (de yacimientos submarinos, dragados portuarios y trasvases) y los dragados portuarios para mantenimiento y mejora de calados, mejora de las infraestructuras o con fines ambientales (Figura 19).

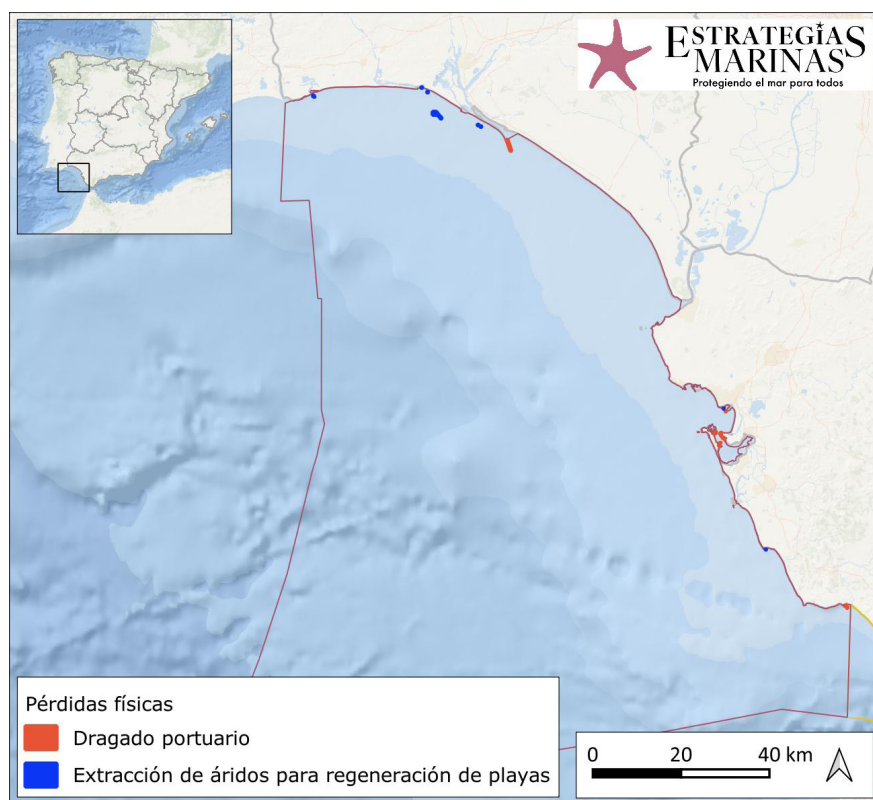


Figura 19. Localización de las pérdidas físicas potenciales generadas en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX)

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 6. La superficie de la demarcación afectada por pérdida física es de 3.200.338 m², inferior a la suma de la superficie de las actividades por separado (3.283.874 m²), por coincidencias en el espacio. La contribución de las actividades mencionadas, dragados y extracción de áridos para regeneración de playas es muy similar. Es conveniente comentar que estas dos actividades están muy relacionadas en ocasiones, ya que una de las fuentes de las que se obtienen los áridos para regeneración de playas son los dragados portuarios.

Tabla 6. Actividades que causan pérdida física en el periodo 2016-2021 y superficie potencialmente afectada. (Fuente: CEDEX)

Actividad	Superficie potencialmente afectada (m ²)
Extracción de áridos para regeneración de playas	1.617.651
Dragados portuarios	1.666.223
Suma de las actividades individuales	3.283.874
Demarcación sudatlántica	3.200.338

La superficie de fondo potencialmente afectada por pérdida física es superior en este ciclo a la del ciclo anterior, y si bien, en buena parte de este incremento se debe a que se cuenta con mejor información, todavía existe margen para la mejora, que se tratará de alcanzar en las próximas evaluaciones.



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 (UE) 2017/848 de la Comisión, de 17 de mayo de 2017, por la que se establecen los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas, así como especificaciones y métodos normalizados de seguimiento y evaluación, y por la que se deroga la Decisión 2010/477/UE 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.



PRESIONES BIOLÓGICAS





3. SUD-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 ningún punto de muestreo de las zonas de baño ha sido clasificado como de calidad insuficiente en la demarcación marina sudatlántica. Hay que indicar que en la demarcación existen 97 puntos de muestreo (número medio en el periodo considerado) de la calidad de las zonas de aguas de baño.

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 17 contaminaciones de corta duración en la demarcación marina sudatlántica, 5 en 2018, 6 en 2020 y 6 en 2021. La localización de estos episodios se presenta en la Figura 20. Las playas que han estado expuestas a un mayor número de contaminaciones de



corta duración han sido la playa de Fuentebavía en el Puerto de Santa María, Cádiz (dos episodios en los años 2018 y 2021), y la playa Bajo de Guía-Bonanza en Sanlúcar de Barrameda, Cádiz (dos episodios en 2020).

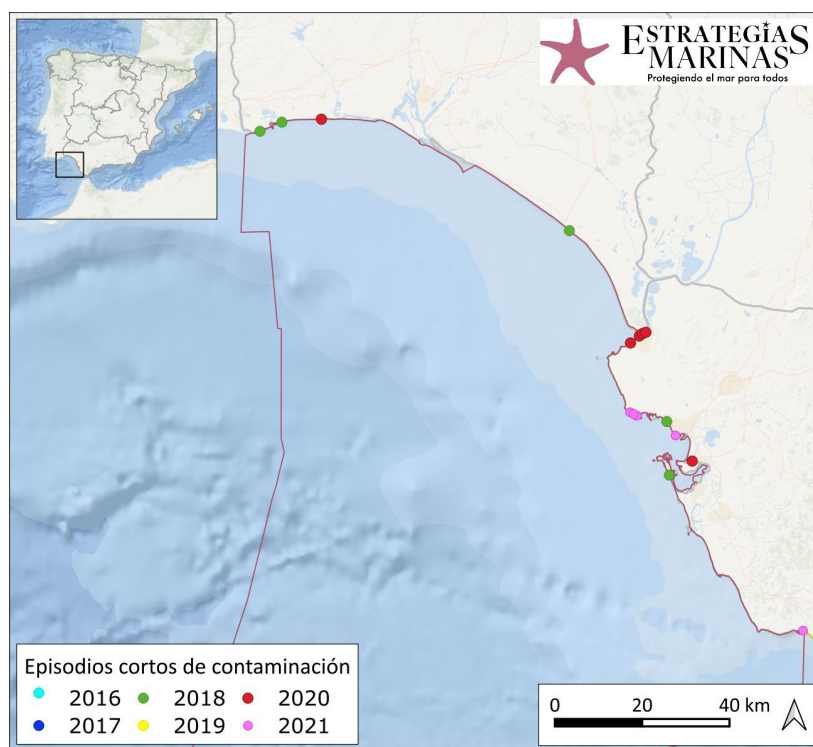


Figura 20. Localización de los episodios cortos de contaminación de la demarcación marina sudatlántica durante el periodo 2016-2021.
(Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de EIONET)

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, Andalucía ha publicado la Resolución de 8 de marzo de 2023, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica el anexo de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas.

La información respecto a los periodos de cierre de las zonas de producción de moluscos de la demarcación marina sudatlántica se ha obtenido de la página web de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, que incluye información sobre la causa de los cierres (*E. coli* o *Salmonela*), las zonas de producción (código y nombre), las especies (nombre común y científico), las fechas de inicio y fin de los cierres, y el número de días de cierre.

Hay que indicar que los datos se han desagregado en dos periodos: de 2016 hasta mediados de mayo de 2018 y desde mediados de mayo de 2018 hasta 2021, ya que las zonas de producción de moluscos cambiaron a raíz de la publicación de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas.

Según se puede observar en la Tabla 7, la duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos costeras de la demarcación marina sudatlántica en el periodo 2016-2021 ha sido de 281 días, concretamente por *E. coli* en el ostión japonés (*Magallana gigas*) y el berberecho (*Cerastoderma edule*) en la zona de producción denominada Saco de la bahía de Cádiz.

De las 24 zonas de producción de moluscos costeras de la demarcación marina sudatlántica consideradas, teniendo en cuenta las zonas de producción definidas antes y después de la publicación de la Orden de 27 de abril de 2018, 10 zonas no han sufrido ningún episodio de cierre en el periodo 2016-2021, lo que representa el 42 % de las zonas de producción de moluscos de la demarcación.

Zona de producción		Causa	Núm. máximo de días de cierre
Código	Nombre		
AND 04	Isla Canela	<i>E. coli</i>	27
AND 05	Barra del Terrón	<i>E. coli</i>	37
AND 07	Desembocadura del Piedras	<i>E. coli</i>	77
AND 08	Punta Umbría	<i>E. coli</i>	41
AND 09	Mazagón	<i>E. coli</i>	35
AND 10	Matalascañas	<i>E. coli</i>	12
AND 15	Saco de la bahía de Cádiz	<i>E. coli</i>	281
AND 16	Sancti Petri	<i>E. coli</i>	24
AND 101*	Isla Canela	<i>E. coli</i>	27
AND 102*	Barra del Terrón	<i>E. coli</i>	9



Zona de producción		Causa	Núm. máximo de días de cierre
Código	Nombre		
AND 103*	Punta Umbría	<i>E. coli</i>	15
AND 103*	Punta Umbría	<i>Salmonella</i>	3
AND 105*	Mazagón	<i>E. coli</i>	5
AND 107*	Doñana norte	<i>E. coli</i>	46
AND 108*	Doñana sur	<i>E. coli</i>	65
AND 108*	Doñana sur	<i>Salmonella</i>	1

Tabla 7. Número máximo de días de cierre de las zonas de producción de moluscos costeras de la demarcación marina sudatlántica durante el periodo 2016-2021. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de la Junta de Andalucía) *: Denominación de la zona de producción según la Orden de 27 de abril de 2018

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 no ha sido clasificada de calidad insuficiente ningún punto de muestreo de las zonas de baño costeras en la demarcación marina sudatlántica, mientras que ha habido 17 contaminaciones de corta duración, 5 en 2018, 6 en 2020 y 6 en 2021. Las playas que han estado expuestas a un mayor número de episodios cortos de contaminación han sido la playa de Fuentebravía en el Puerto de Santa María, Cádiz (dos episodios cortos de contaminación los años 2018 y 2021), y la playa Bajo de Guía-Bonanza en Sanlúcar de Barrameda, Cádiz (dos episodios cortos de contaminación en 2020).

Respecto a la calidad de las zonas de producción, la duración máxima de los episodios de cierre de zonas de producción de moluscos de la demarcación marina sudatlántica en el periodo 2016-2021 ha sido de 281 días, concretamente por *E. coli* en el ostión (*Magallana gigas*) y el berberecho (*Cerastoderma edule*) en la zona de producción denominada Saco de la bahía de Cádiz. Hay que indicar que el 42 % de las zonas de producción de moluscos de la demarcación no han sufrido ningún episodio de cierre en el periodo 2016-2021.



3.2. Enfoque DPSIR

3.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las actividades humanas que generan esta presión son:

- ◆ 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>

Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Situación legal de las zonas de producción. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/moluzonasprodu/>



PRESIONES POR APORTE DE SUSTANCIAS, BASURAS Y ENERGÍA



4. SUD-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, únicamente se evalúa 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-02-02. COT aportado por instalaciones que notifican al Registro PRTR

En la demarcación marina sudatlántica 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 20 en total, y varía entre 10 y 14 para DQO y entre 18 y 20 para COT (Figura 21).

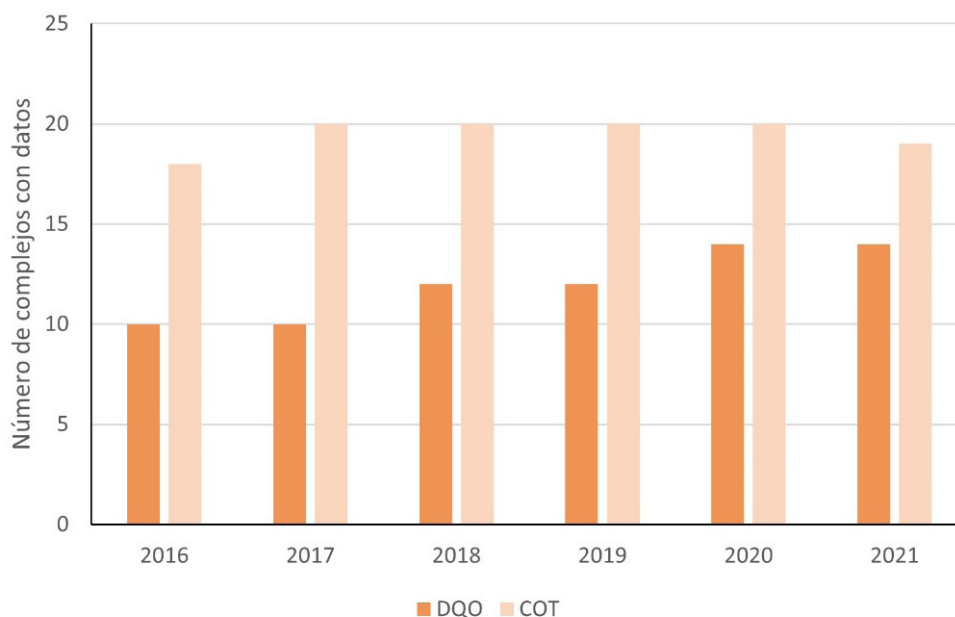


Figura 21. Número de complejos que aportan datos de DQO y COT al Registro PRTR. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

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 22 ofrece datos sobre la variación de la DQO por años para el litoral de esta demarcación y las aguas de transición cercanas. En ella se observa que los valores más elevados se encuentran en Cádiz, con un máximo de más de 2.500.000 kg/año en 2020, siendo los valores máximos de Huelva más bajos, alrededor de 1.800.000 kg/año. El valor total de carga de DQO es de 21 millones de kg aportados en el periodo 2016-2021, lo que supone una media de 3,5 millones kg/año.

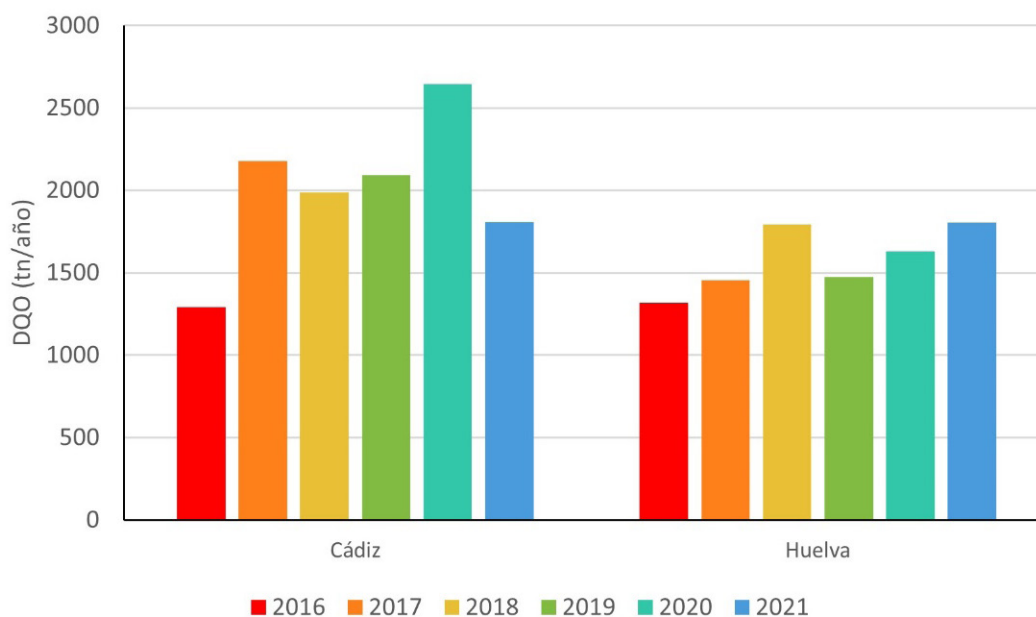


Figura 22. DQO aportada a la demarcación por complejos que notifican al Registro PRTR. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

En el caso del COT aportado a la demarcación (Figura 23), en el periodo que comprende el tercer ciclo de las estrategias marinas (2016-2021) se observa que los valores más altos los presenta Cádiz con casi 900.000 kg en 2020, por encima de los 775.000 kg de media en la demarcación. El total aportado a la demarcación para el periodo mencionado es de casi 7 millones de kg.

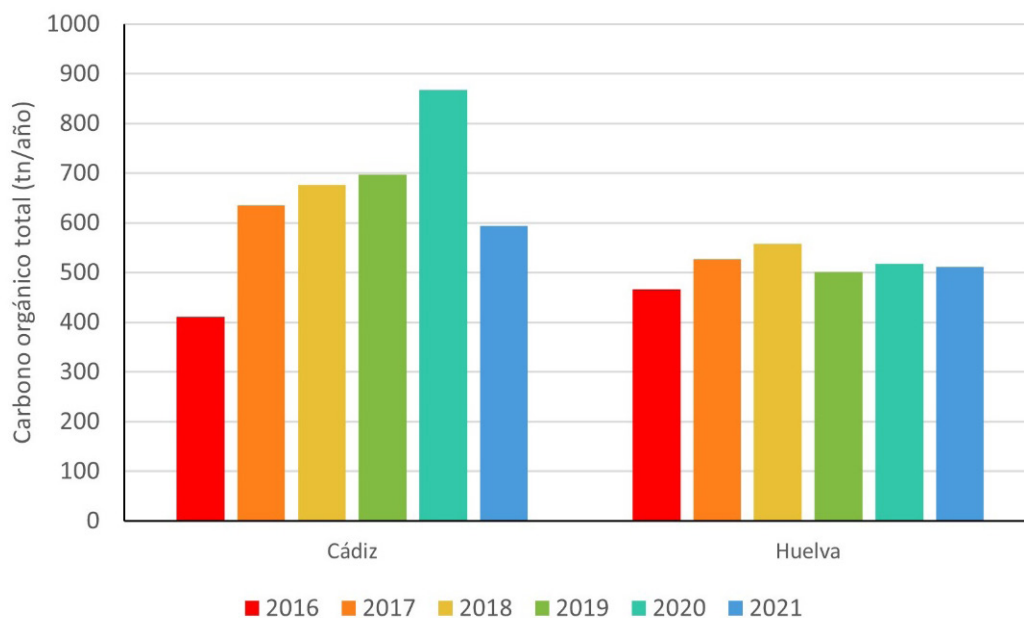


Figura 23. COT aportado a la demarcación por complejos que notifican al Registro PRTR. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)



La localización de los complejos se muestra en la Figura 24. En ella se puede ver cómo fundamentalmente se produce una concentración en la zona de la ría de Huelva y una presencia significativa en la Bahía de Cádiz. De los 20 complejos mostrados, 5 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.

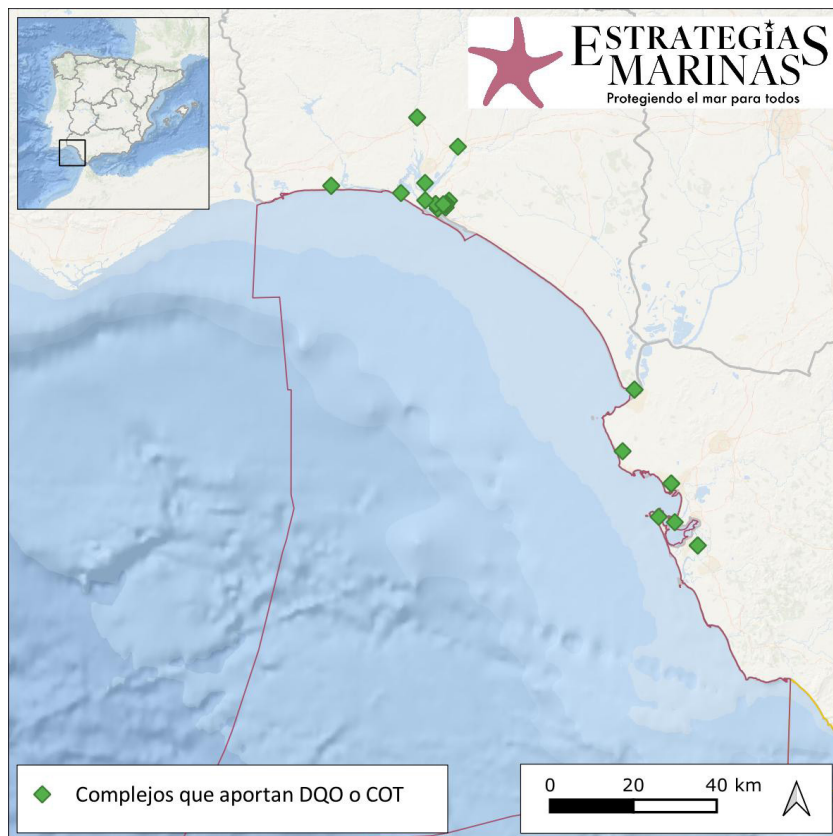


Figura 24. Localización de los complejos que notifican al registro PRTR emisiones de DQO o COT al litoral. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Registro PRTR)

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 25). En esta demarcación se localizan 21 puntos, habiendo sido el agua depurada antes de ser vertida con tratamiento secundario en todos los casos salvo en Mazagón y Palos de la Frontera.

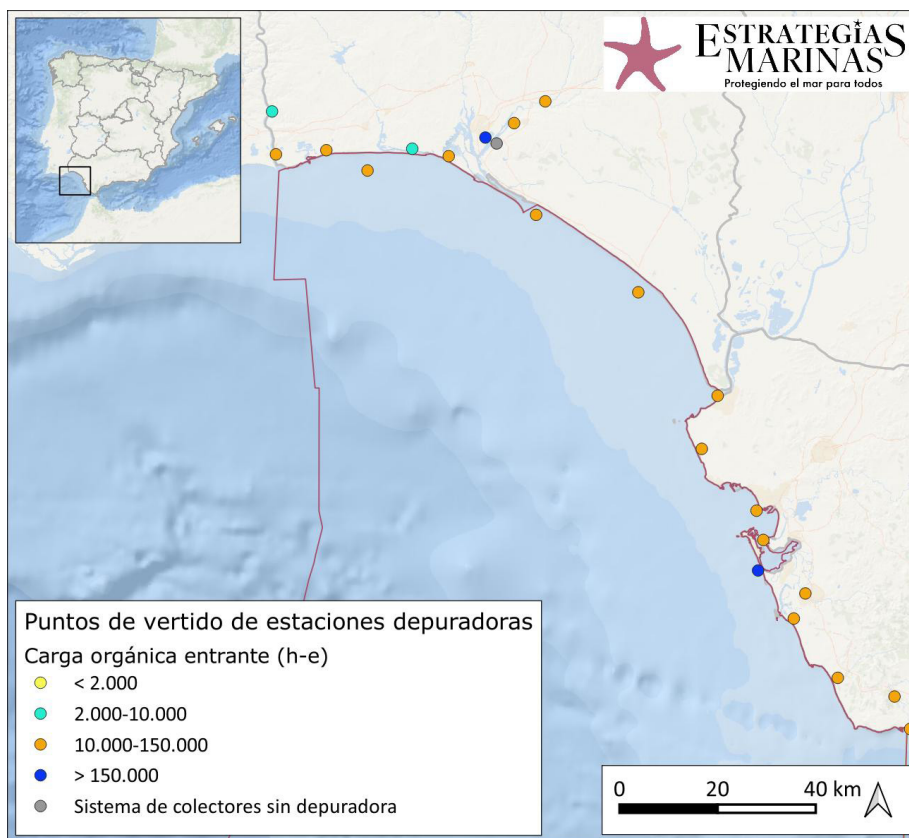


Figura 25. Puntos de vertido activos de estaciones depuradoras clasificadas por carga orgánica entrante en el periodo enero 2019–diciembre 2020. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO. Directiva 91/271, informe Q2021)

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 sudatlántica se ha obtenido información para 20 complejos, de los cuales sólo 5 son estaciones depuradoras de aguas residuales si bien hay 21 vertidos de aguas residuales urbanas en la misma zona repartidos por toda la demarcación (datos recopilados para la notificación de la Directiva 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas).

El valor global de carga de COT aportado en la demarcación en el periodo 2016-2021 es de 6.960.103 kg, siendo la media anual de 1.160.017 kg/año, mientras que para la DQO la carga total aportada es de 21.474.504 kg, siendo la media anual de 3.579.084 kg/año. Las instalaciones que informan al PRTR se concentran fundamentalmente en la ría de Huelva y la Bahía de Cádiz.



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. Su listado se expone en la Tabla 8 y su localización se muestra en la Figura 26. Se identifica una masa de agua costera y 7 de transición. La presión que daría origen a este impacto para la masa de agua costera Doñana-Matalascañas es, siguiendo la clasificación utilizada en los planes hidrológicos, aguas residuales urbanas.

Tabla 8. Masas de agua con impacto por materia orgánica, siendo AT – aguas de transición y AC – aguas costeras. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX a partir de datos de la Dirección General del Agua)

Código	Nombre	Demarcación	Categoría
ES063MSPF005200100	Desembocadura del Guadalete 1 (Puerto de Santa María)	Guadalete-Barbate	AT
ES050MSPF013213005	La Esparraguera – Tarifa	Guadalquivir	AT
ES050MSPF013213007	Cortas de los Jerónimos, los Olivillos y Fernandina	Guadalquivir	AT
ES050MSPF013213008	Brazo del Este	Guadalquivir	AT
ES050MSPF013213009	Cortas de la Isleta, Merlina, Punta del Verde y Vega de Triana	Guadalquivir	AT
ES050MSPF013213010	Dársena Alfonso XII	Guadalquivir	AT
ES050MSPF013213015	Encauzamiento del Guadaira	Guadalquivir	AT
ES050MSPF014116000	Doñana-Matalascañas	Guadalquivir	AC

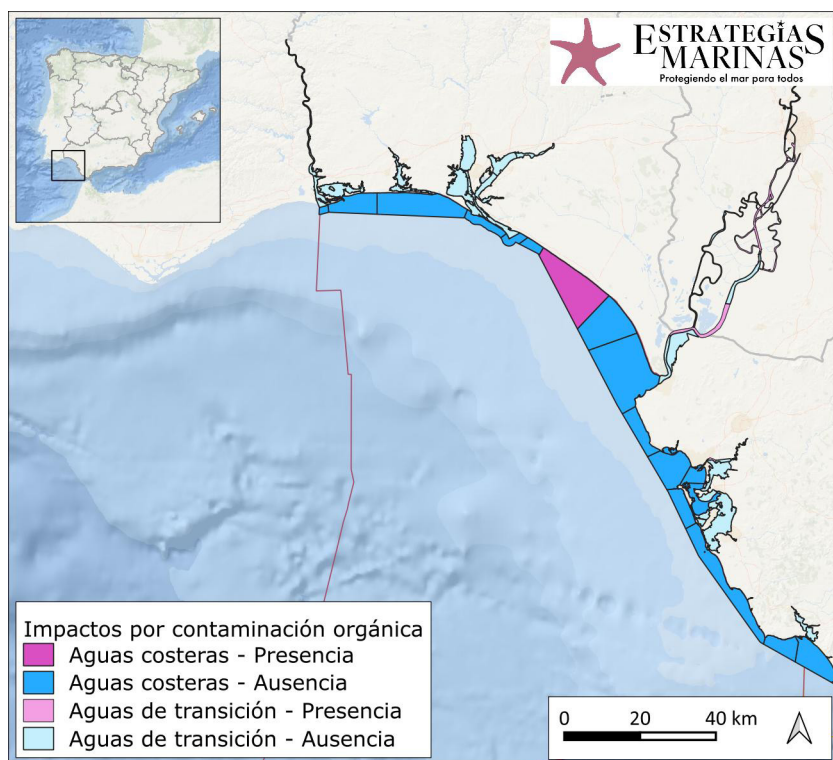


Figura 26. Masas de agua costeras y de transición impactadas por materia orgánica en la demarcación marina sudatlántica. (Fuente: Mapa elaborado por el CEDEX con datos de la Dirección General del Agua)

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, biodiversidad: “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

Las masas de aguas costeras cercanas a Portugal no han sido identificadas como con impactos por materia orgánica, por lo que no se prevé que esta presión tenga efectos transfronterizos.



5. SUD-PSBE-03. Aporte de otras sustancias: fuentes difusas, fuentes puntuales, deposición atmosférica, incidentes graves

5.1. Caracterización de la presión

5.1.1. Descripción de la presión

El aporte de contaminantes al medio marino constituye una presión para el mismo, 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 demarcaciones hidrográficas que intersecan con la demarcación marina sudatlántica son la del Guadiana, Tinto-Odiel-Piedras, Guadalquivir y Guadalete-Barbate, y la comunidad autónoma colindante es Andalucía. Se considera que los ríos canalizan buena parte de la escorrentía difusa de sustancias contaminantes que se pudiesen alcanzar este medio aguas arriba de las estaciones de muestreo. Sin embargo, no todas las cuencas están monitorizadas. Existe un porcentaje de cursos de agua que no están monitorizados, como por ejemplo el río Piedras, y para sus cuencas, no se dispone de información sobre los posibles aportes difusos. En esta demarcación no se han aportado datos relativos a la acuicultura para el periodo seleccionado.

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).

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 sudatlántica se encuentra la plataforma de gas Poseidón, si bien no se tiene constancia de que se hayan producido vertidos de contaminantes desde este tipo de instalaciones.

En la demarcación marina sudatlántica no hay instalaciones que produzcan vertidos directos de radionucleidos a las aguas costeras. La información sobre los niveles medidos en mar abierto los publica anualmente el Consejo de Seguridad Nuclear.

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 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 57, 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

Para los aportes desde tierra 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 globales, pero sí puede contribuir, de forma general, a la identificación de las fuentes de procedencia de los contaminantes. Por ejemplo, el número de ríos con información no es constante ni entre años ni entre contaminantes. En la Tabla 9 se muestra el número de ríos que contiene información de cada contaminante por año. Los datos presentados deben ser empleados 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, dada 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.

Tabla 9. Número de ríos con datos de cada contaminante por año. (Fuente: Tabla 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	6	7	4	7	7	6
Hg	6	7	7	4	7	6
Cu	6	7	7	4	7	6
Pb	6	7	7	4	7	6
Zn	6	7	7	4	7	6
Y-HCH	6	7	7	2	7	6
PCBs	6	7	6	2	4	2

Las siguientes gráficas muestran la contribución de los vertidos directos y aportes desde ríos a los estuarios y aguas costeras (Figura 27 a Figura 39). De ellas se puede concluir que los principales aportes a esta demarcación, tanto para los metales como para el γ -hexaclorociclohexano o los bifenilos policlorados, llegan al mar principalmente a través de los ríos. Las cargas aportadas por los vertidos



directos son siempre uno o dos órdenes de magnitud menores, y generalmente se realizan en los estuarios y no directamente a las aguas costeras.

Para todos los metales destacan las aportaciones realizadas en la cuenca de los ríos Tinto y Odiel. Estas cargas tan elevadas se deben a altas concentraciones procedentes del lavado de los materiales presentes en su cuenca hidrográfica. La actividad extractiva de minerales en la zona se remonta al año 3000 aC y continuó a lo largo del tiempo convirtiéndose en el siglo XIX en una explotación minera a gran escala. Según el Plan Hidrológico 2015-2021 de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, en la misma hay inventariados 17 vertidos mineros. Además, se reconocen como posibles fuentes de contaminación difusa las minas metálicas y escombreras (23 activas, 270 inactivas y 5 restauradas).

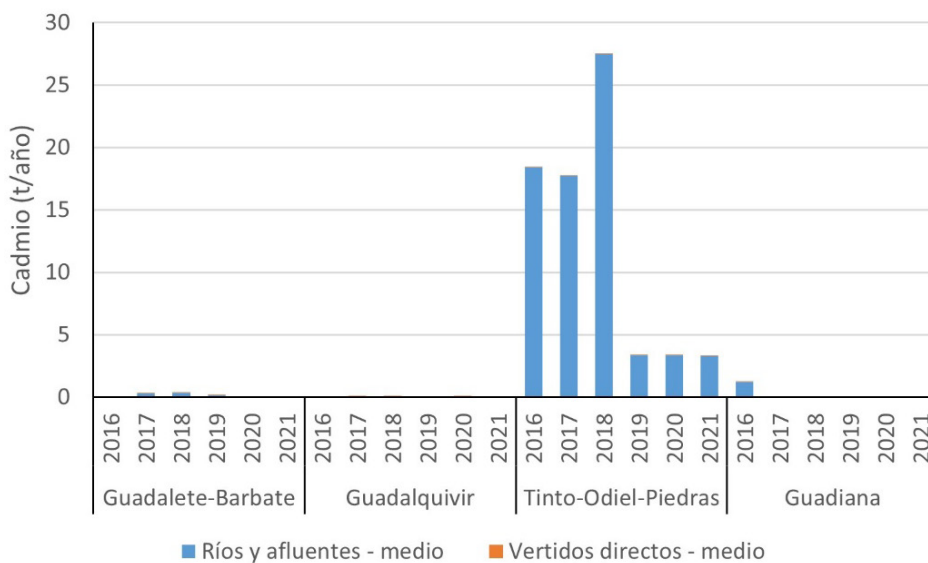


Figura 27. Aportes de cadmio desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

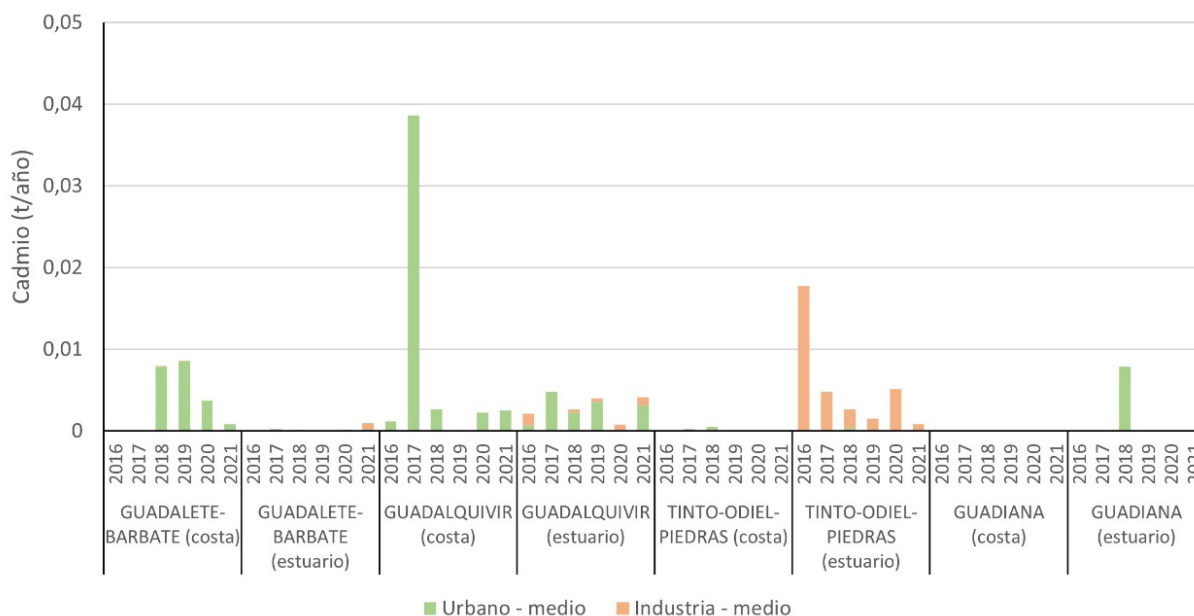


Figura 28. Aportes de cadmio por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

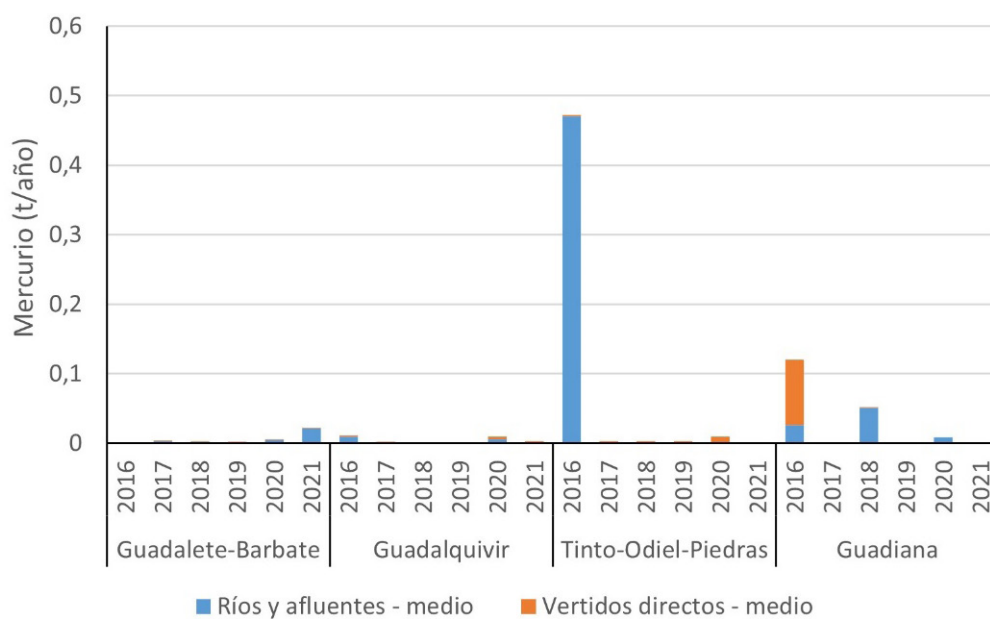


Figura 29. Aportes de mercurio desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

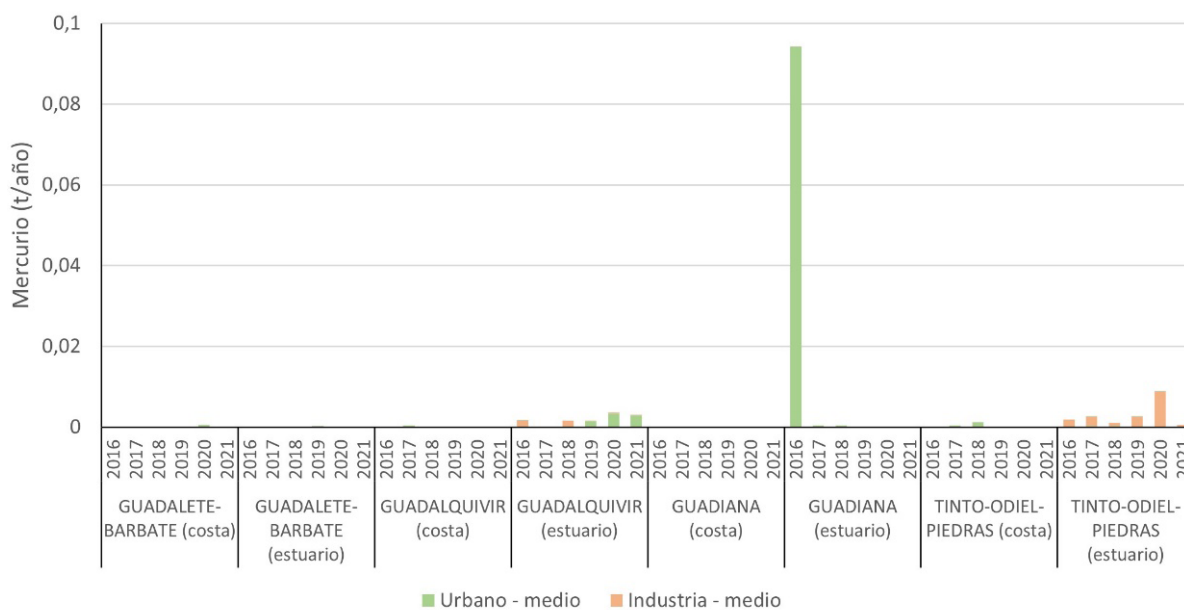


Figura 30. Aportes de mercurio por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

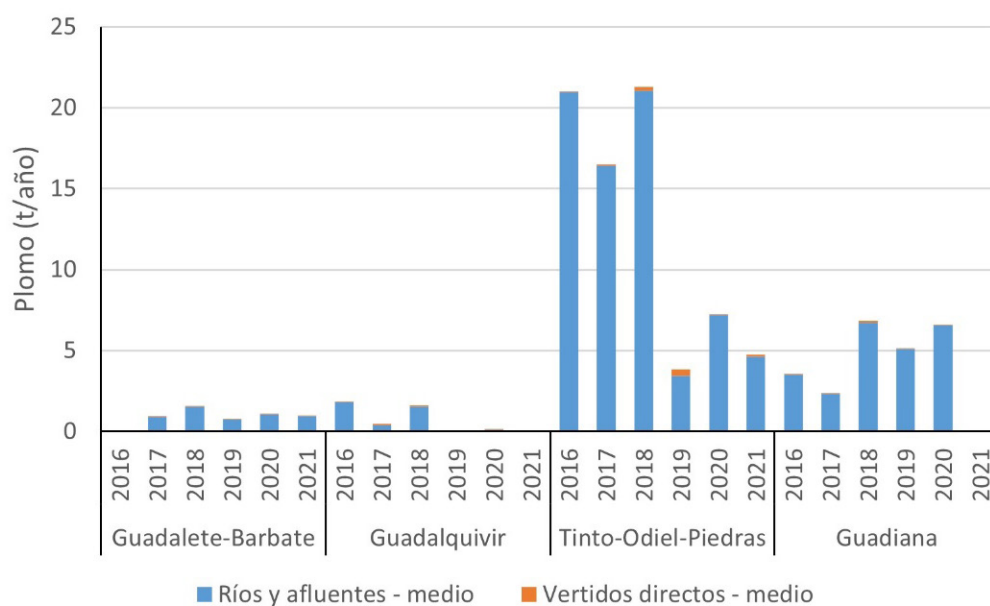


Figura 31. Aportes de plomo desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

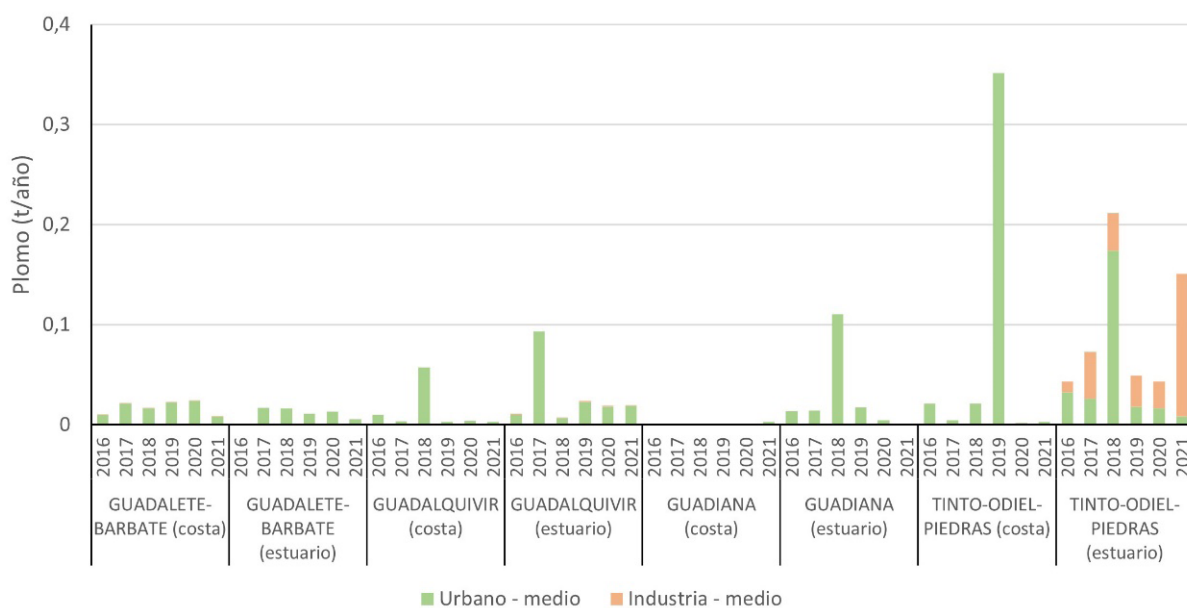


Figura 32. Aportes de plomo por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

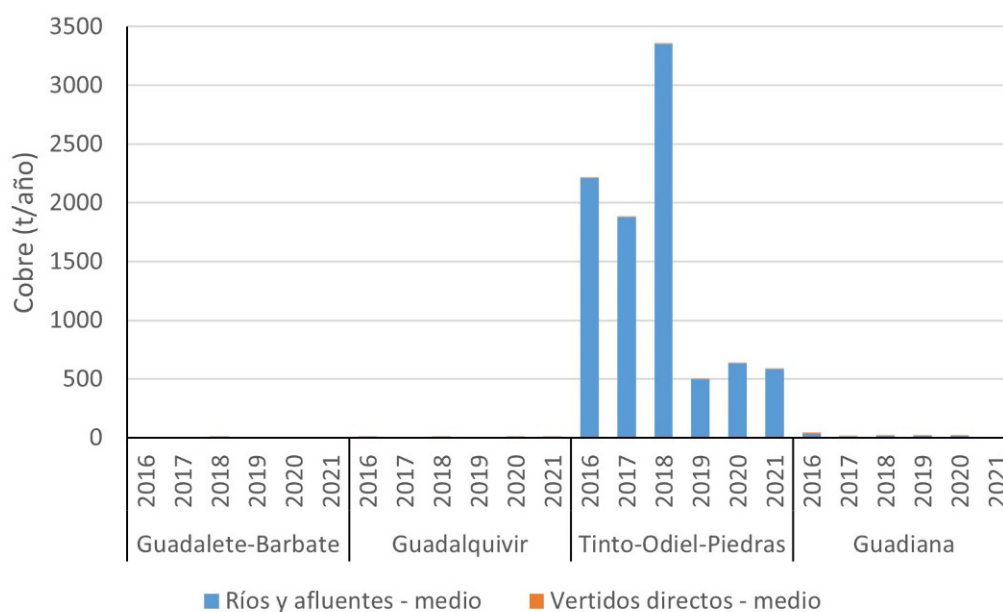


Figura 33. Aportes de cobre desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

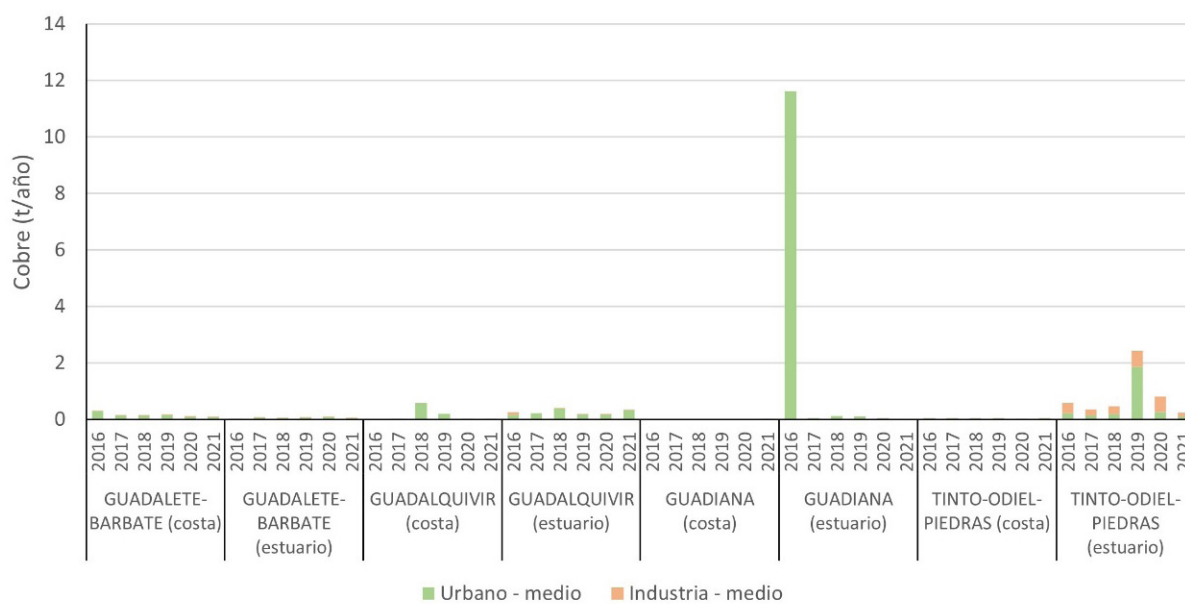


Figura 34. Aportes de cobre por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

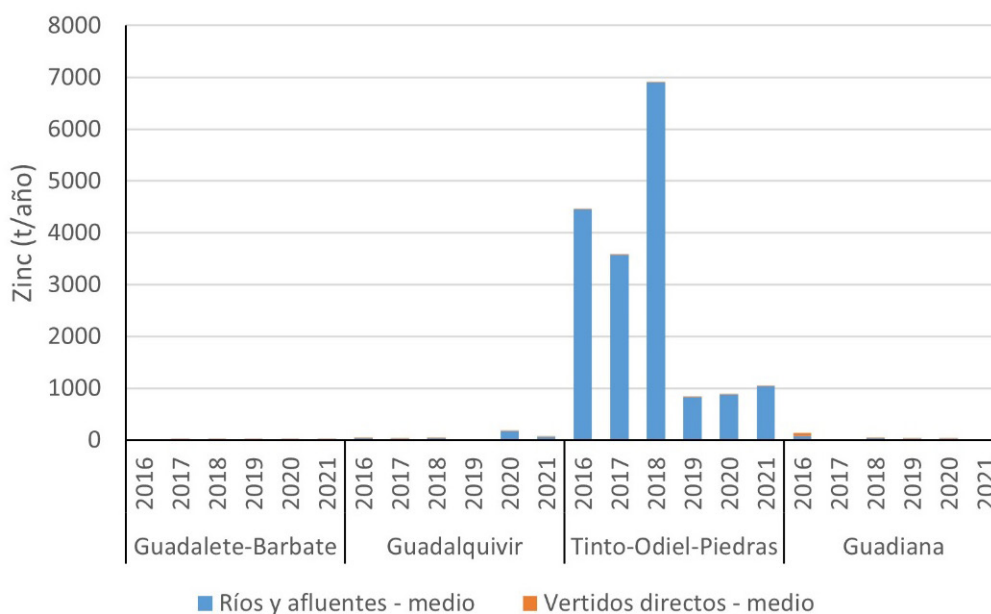


Figura 35. Aportes de zinc desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

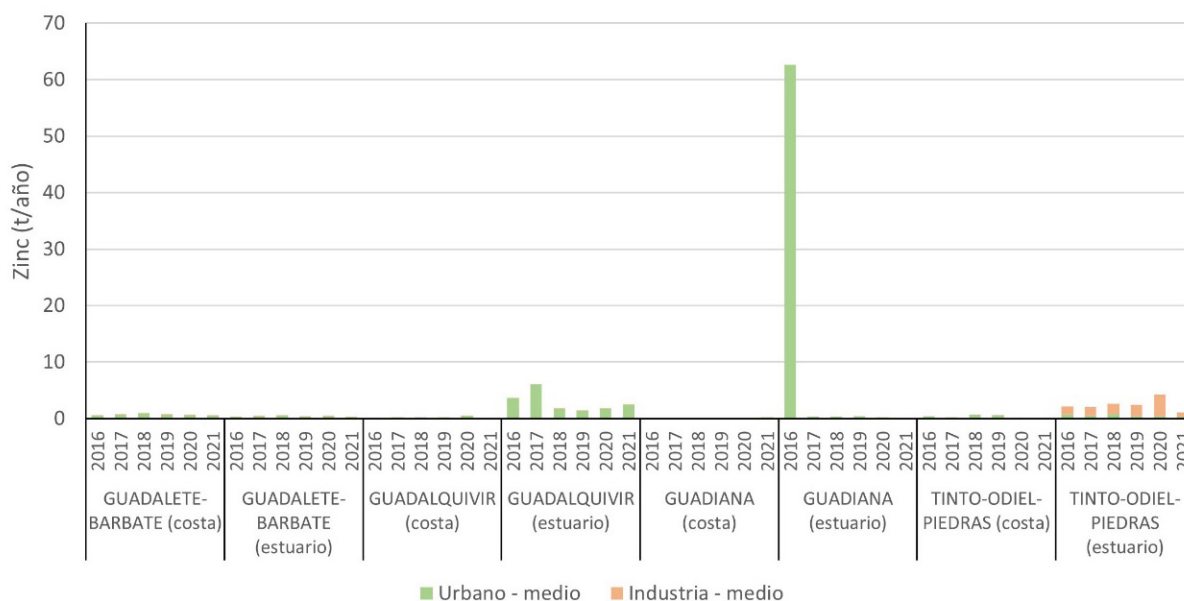


Figura 36. Aportes de zinc por vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

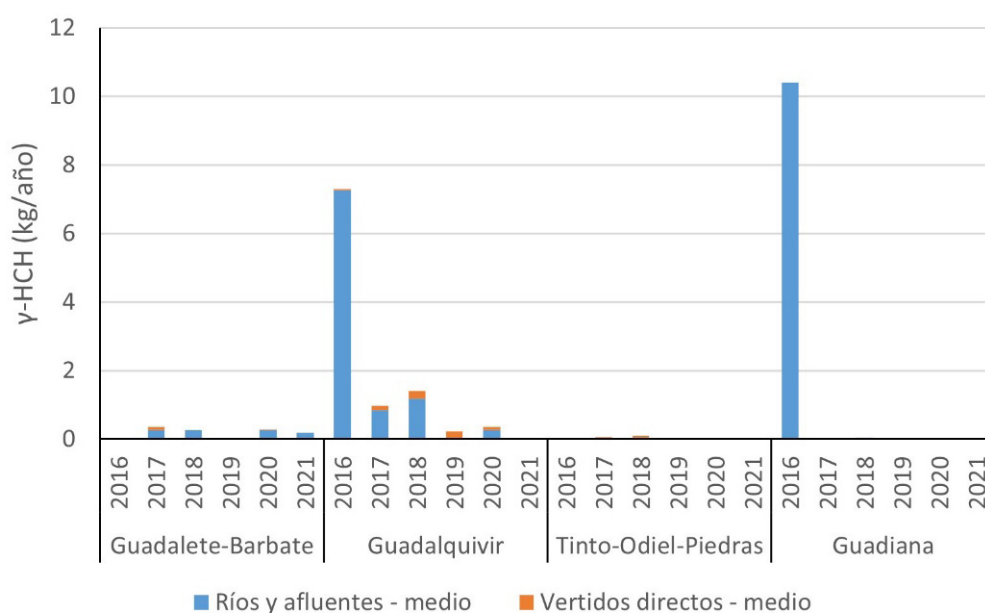


Figura 37. Aportes de γ -hexaclorociclohexano desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

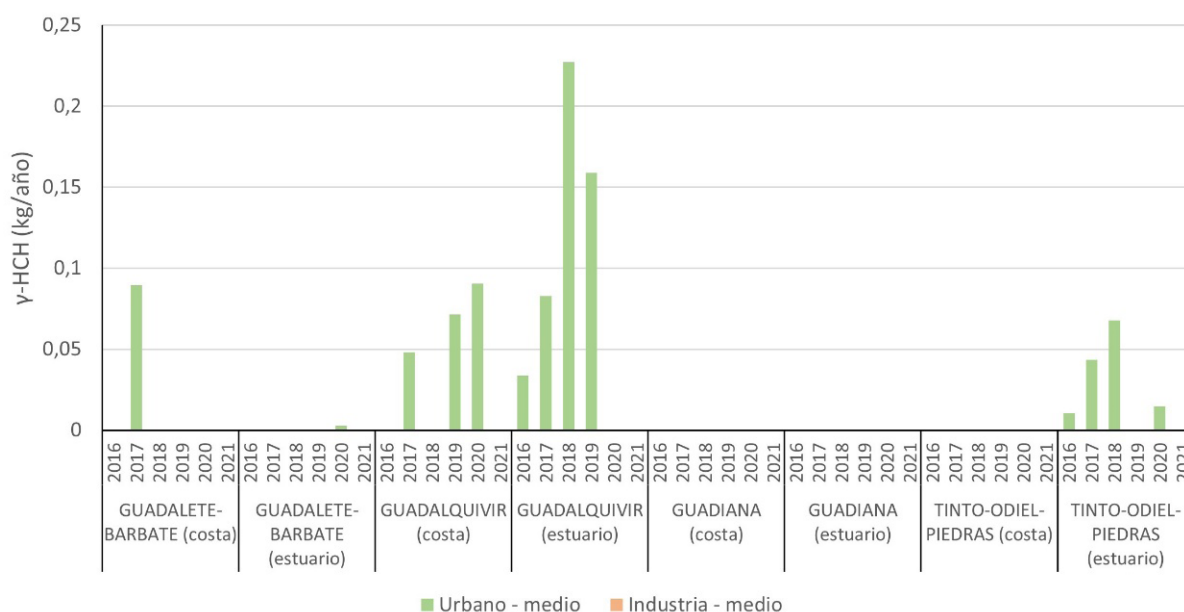


Figura 38. Aporte de γ -hexaclorociclohexano por vertido directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

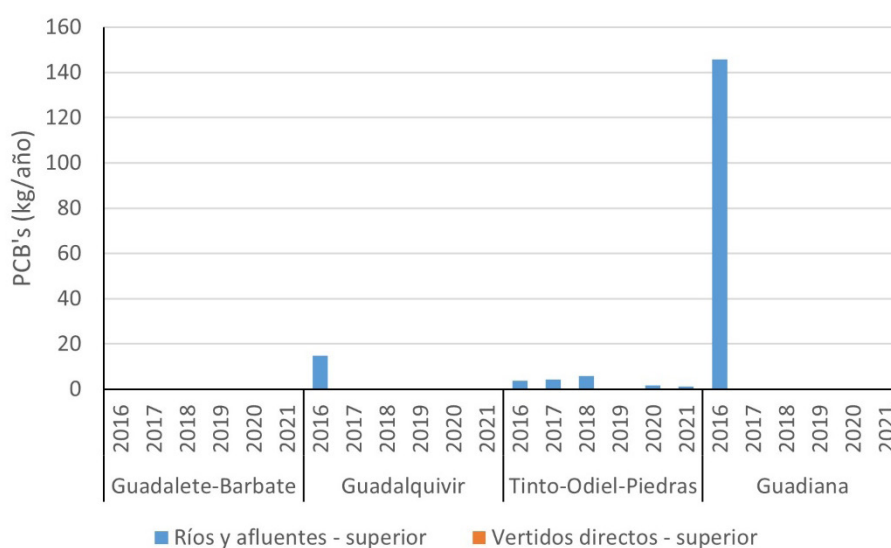


Figura 39. Aportes de PCBs desde ríos y vertidos directos. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID del Convenio OSPAR)

En las siguientes figuras (Figura 40, Figura 41 y Figura 42), se representa, de forma espacial, las cargas medias para los contaminantes mencionados en ríos según el Programa RID para el periodo de estudio (2016-2021). Como se puede apreciar, los ríos Tinto y Odiel son los que poseen las cargas de metales pesados más elevadas de forma general. Como se indicó anteriormente esta cuenca es una zona minera contribuyendo la escorrentía al aumento de las cargas de contaminantes por lavado.

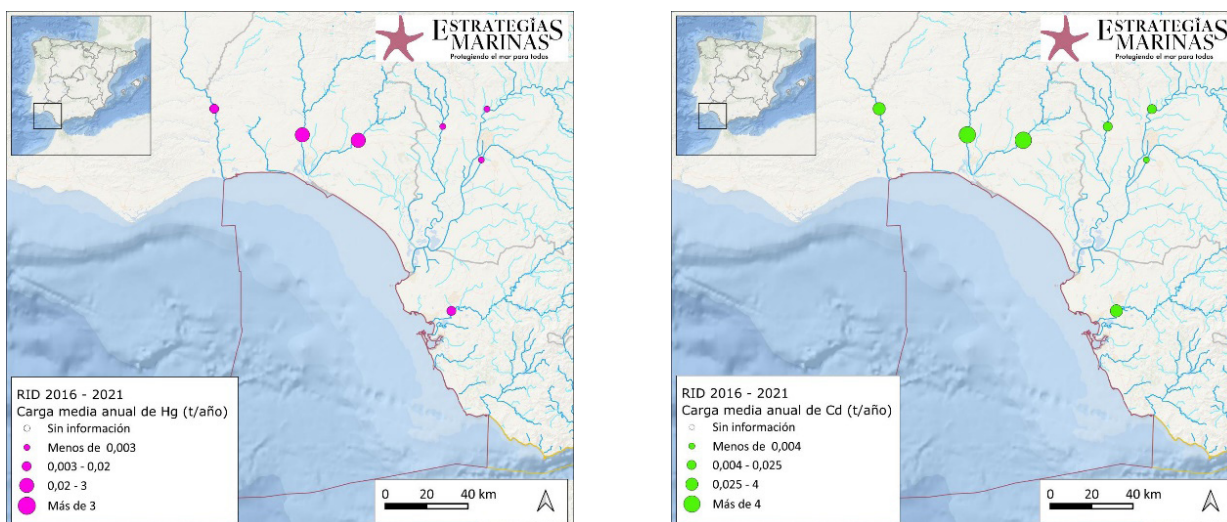


Figura 40. Carga media anual de cadmio (izquierda) y mercurio (derecha) aportada por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

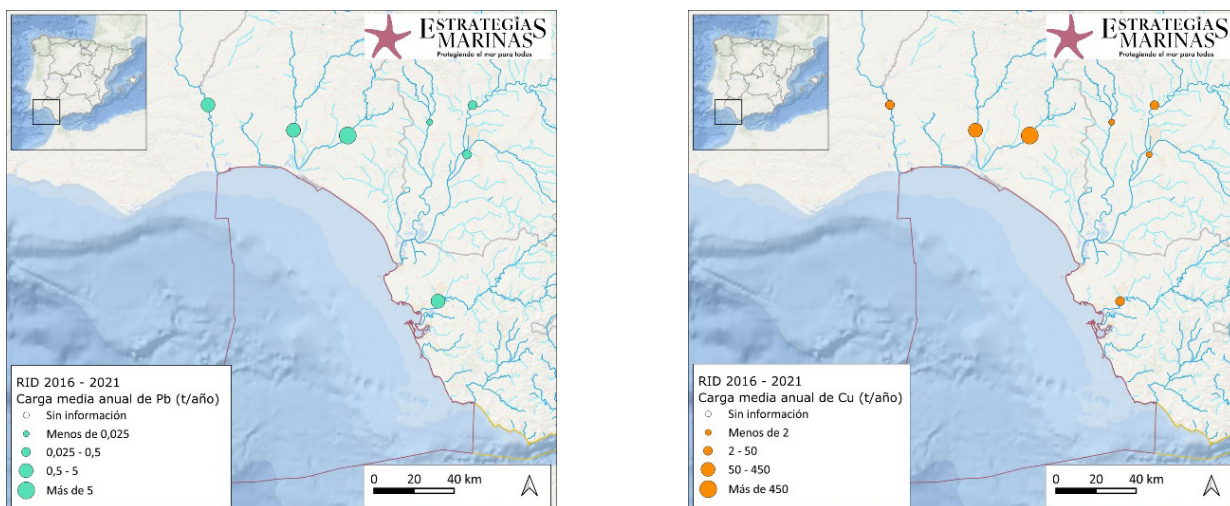


Figura 41. Carga media anual de plomo (izquierda) y cobre (derecha) aportada por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

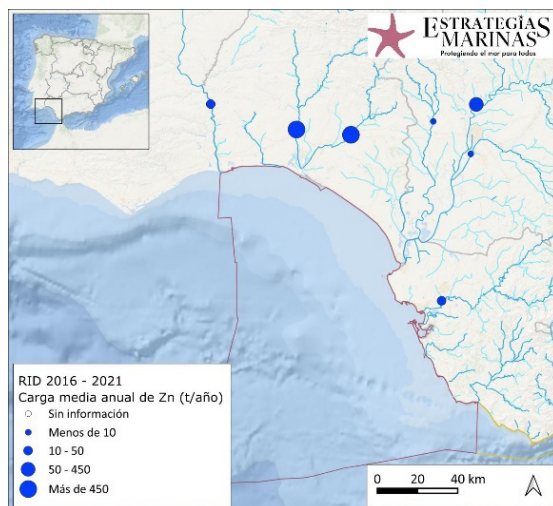


Figura 42. Carga media anual de zinc aportada por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

Las cargas más elevadas de γ -HCH y PCBs se observan en el río Guadiana (Figura 43).

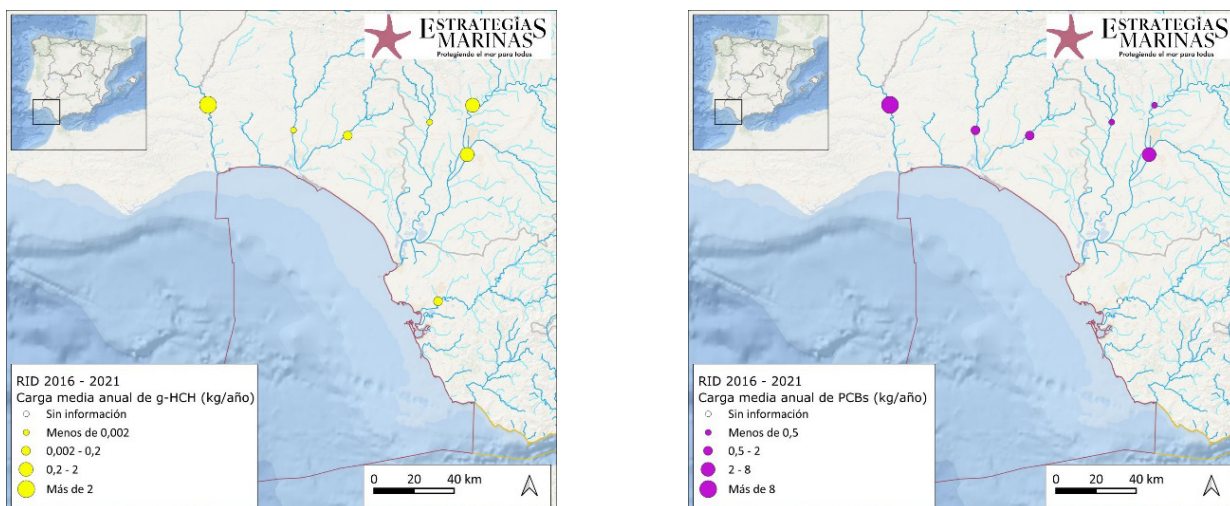


Figura 43. Carga media anual de γ -HCH (izquierda) y PCBs (derecha) aportada por ríos en el periodo 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa RID)

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 le asocian las cargas de contaminantes de las que han informado en el periodo 2016-2021, para esta demarcación hay datos de 26 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 10 y 11 se muestran las cargas aportadas de contaminantes por complejos que informan al PRTR, distinguiendo entre inorgánicos y orgánicos.

Tabla 10. Cargas aportadas de 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)	234	303	369	338	237	147	1.628
Guadalete y Barbate	11	67	56	63	57	67	321
Guadalquivir	0	11	11	11	18	11	62
Guadiana	0	0	0	0	0		1
Tinto, Odiel y Piedras	223	224	302	265	161	68	1.244
Cianuros (como CN total)	499	496	267	211	128	24	1.625



Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos (kg/año)							
Compuesto / Demarcación Hidrográfica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Guadalete y Barbate		15	129	85	101		330
Guadalquivir				26	27	19	72
Tinto, Odiel y Piedras	499	481	138	100	0	6	1.223
Cromo y compuestos (como Cr)	260	171	296	194	86	125	1.132
Guadalete y Barbate	106	13	10	39	62	76	306
Guadalquivir	7	15	27	0	0	6	56
Guadiana	0	0	0	0	0		1
Tinto, Odiel y Piedras	147	143	258	155	24	43	771
Fluoruros (como F total)	15.791	17.955	18.979	16.953	16.426	16.962	103.066
Guadalete y Barbate	468	1976	3040	2240	2684	2010	12.418
Guadalquivir	553	642	735	240	216	343	2.729
Guadiana	25	22	25	18	19		108
Tinto, Odiel y Piedras	14.745	15.316	15.179	14.455	13.508	14.609	87.812
Níquel y compuestos (como Ni)	387	413	301	153	114	202	1.570
Guadalete y Barbate	42	52	22	73	26	71	285
Guadalquivir	0	19	7	2	5	6	39
Guadiana	2	1	1	1	2		7
Tinto, Odiel y Piedras	343	341	271	77	81	126	1.239



Tabla 11. Cargas aportadas de contaminantes orgánicos y otros compuestos 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
1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano (HCH)	0	0	0	0	0	0	0
1,2-dicloroetano (DCE)	0	0	0	0	0	0	0
Antraceno	0	0	0	0	0	0	0
Benceno	103	0	14	0	1	0	118
Benzo(a)pireno		0	0	0	0	0	0
Benzo(b)fluoranteno		0	0	0	0	0	0
Benzo(g,h,i)perileno	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(k)fluoranteno		0	0	0	0	0	0
Cloroalcanos, C10-C13	2	2	3	0	0	0	6
Compuestos orgánicos halogenados (como AOX)	29.555	22.173	22.443	18.777	16.870	15.779	125.598
Compuestos organoestánicos (como Sn total)			0	0	0	0	0
Diclorometano (DCM)	0	0	0	0	0	0	0
Diurón		2	5				7
Etilbenceno	7	0	4	0	0	0	11
Fenoles (como C total)	489	1.462	3.834	3.556	3.281	2.513	15.134



Cargas aportadas de metales pesados y otros compuestos (kg/año)							
Compuesto / Demarcación Hidrográfica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total 2016-2021
Fluoranteno	0	0	0	0	0	0	0
Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	38	55	33	24	27	29	207
Hexaclorobenceno (HCB)			0	0	0	0	0
Hexaclorobutadieno (HCBd)			0	0	0	0	0
Hidrocarburos aromáticos policíclicos totales PRTR (HAP totales PRTR)	0	0	0	0	0	0	0
Indeno(1,2,3-cd)pireno		0	0	0	0	0	0
Lindano		0	0	0	0	0	0
Naftaleno			0	0	0	0	0
Nonifenol y Etoxilatos de nonilfenol (NP/NPE)	7	6	4	2	1	1	22
Octilfenoles y octilfenoles etoxilatos	3	2	3	3	3	3	17
PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como Teq)	0	0	0	0	0	0	0
Pentaclorobenceno	0	0	0	0	0	0	0
Policlorobifenilos (PCB)			0	0	0	0	0
Tolueno	69	5	45	32	30	0	182
Triclorometano	2	22	22	40	311	33	431
Xilenos totales	68	0	60	11	15	1	154



5.1.2.2. Aportes desde tierra – vertidos de radionucleidos

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

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) dispone de un Programa de vigilancia radiológica ambiental de 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.).

Las muestras de agua se toman en superficie, con frecuencia trimestral, a una distancia de 10 millas de la costa, excepto en los puertos marítimos, donde las muestras se toman en la bocana. En la demarcación sudatlántica existen 2 estaciones (Figura 44).

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, incluido 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 45), actividad beta total (Figura 46) y tritio (Figura 47) y se señalan los datos pertenecientes al presente periodo de evaluación.

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.

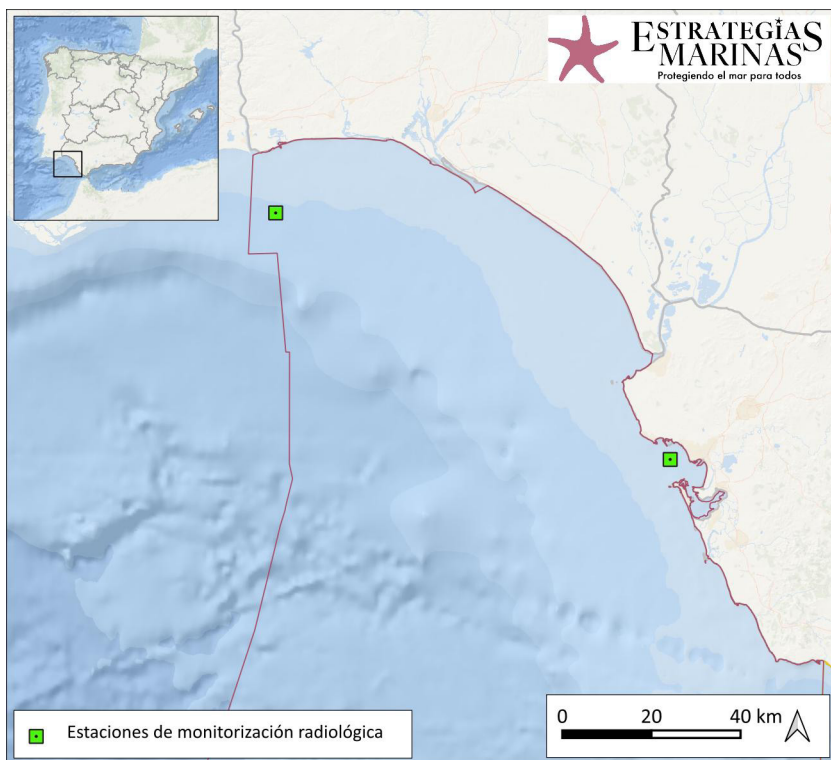


Figura 44. Localización de las estaciones de monitorización radiológica (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos del Consejo de Seguridad Nuclear)



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 45, se mantiene, en general, dentro del rango de los 60 y 80 Bq/m^3 , a excepción del año 2017 que experimenta un aumento significativo, registrando 86 Bq/m^3 en Isla Cristina y 77 Bq/m^3 en el Puerto de Cádiz. El periodo concluye con 73 y 67 Bq/m^3 respectivamente.

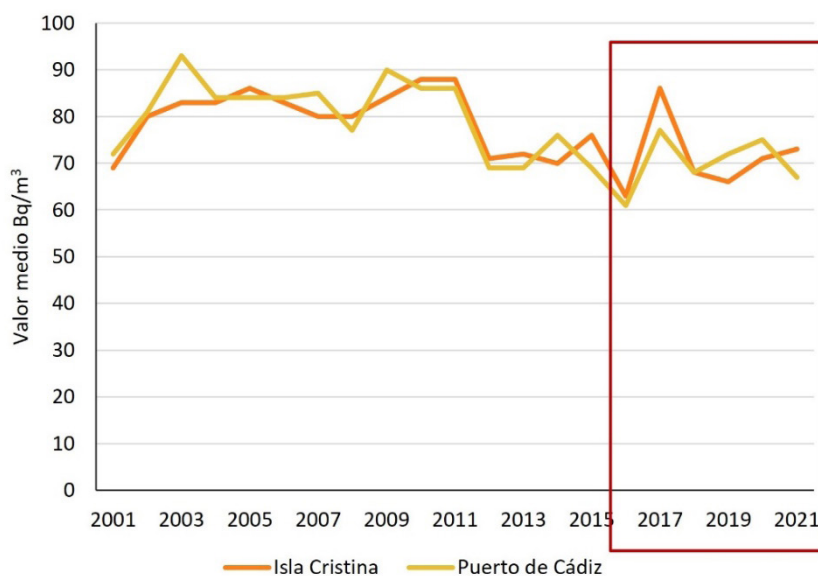


Figura 45. Concentración del índice de actividad alfa total (Bq/m^3) en las estaciones de la demarcación (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)

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 beta total en esta demarcación, mostrado en la Figura 46, mantiene la tendencia estable que ya se venía observando desde ciclos anteriores, concluyendo el ciclo con un valor de 12.500 Bq/m^3 .

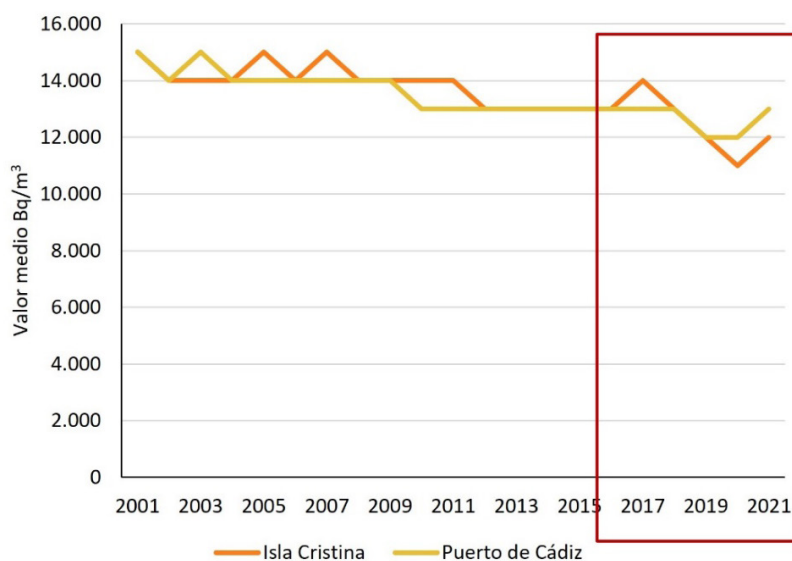


Figura 46. Concentración del índice de actividad beta total (Bq/m^3) en las estaciones de la demarcación (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)

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 47, mantiene la estabilidad del circo anterior, a excepción de una caída significativa en Isla Cristina durante el año 2019, registrando 6 Bq/m^3 . El periodo de estudio concluye con una media de 78 Bq/m^3 .

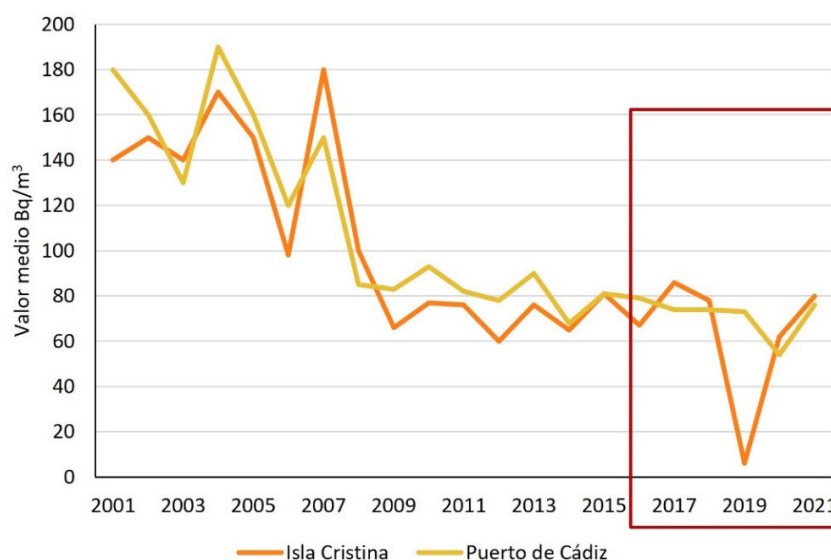


Figura 47. Concentración de actividad de tritio (Bq/m^3) en las estaciones de la demarcación (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX con datos publicados por el Consejo de Seguridad Nuclear)



5.1.2.3. Aportes desde el mar – vertidos 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 el año 2018 no hubo vertidos al mar, por lo que solo se representan los datos del periodo comprendido entre 2016-2017 y 2019-2021. Durante este periodo se efectuaron 27 vertidos al mar de material dragado; el año en el que hubo un mayor número de aportes fue 2021 en el que se realizaron 6 vertidos, todos procedentes de Puertos de Interés General, mientras que los vertidos restantes fueron tanto de puertos autonómicos como de interés general. En la Figura 48 y la Figura 49 se incluyen los datos relativos a las toneladas vertidas de metales pesados.

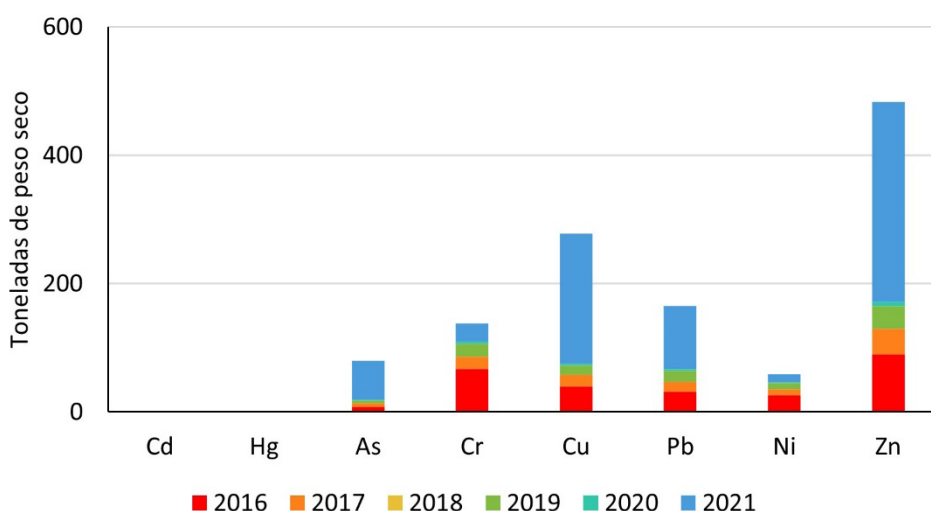


Figura 48. Aportes de metales pesados (t/año) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

Se puede comprobar que los vertidos del material dragado contienen sobre todo zinc y en menor medida cobre, plomo y cromo. Por su parte cadmio y mercurio están menos presentes en los sedimentos portuarios vertidos al mar, aunque su toxicidad o peligrosidad son proporcionalmente mayores.

En la Figura 49 se puede comprobar con más detalle la evolución seguida durante el periodo 2016-2021 para cada compuesto contemplado y las toneladas vertidas al mar.

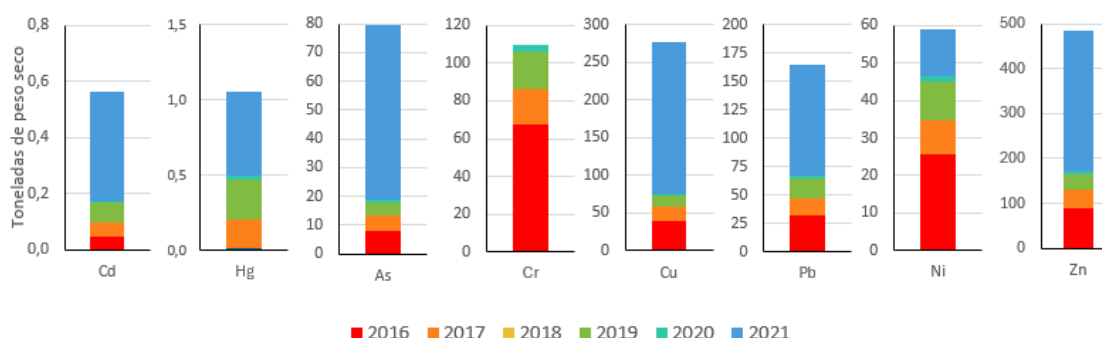


Figura 49. Aportes de metales pesados (t/año) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y Comunidad Autónoma de Andalucía)



En la Figura 50 se puede ver el reparto anual de los contaminantes orgánicos, se observa una mayor aportación de PCBs durante el año 2016.

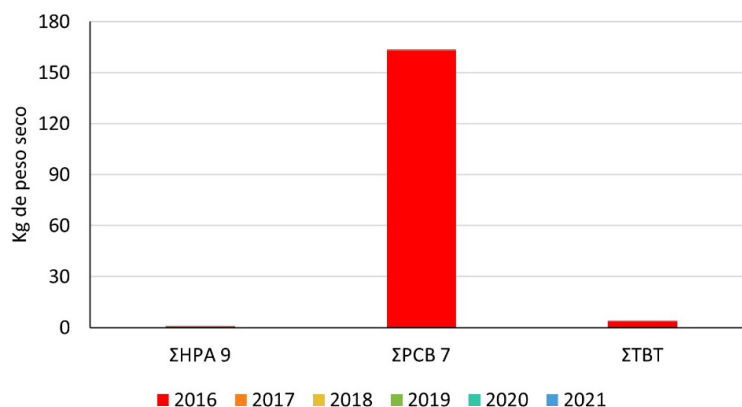


Figura 50. Aportes de contaminantes orgánicos (kg/año) contenidos en los vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y Comunidad Autónoma de Andalucía)

En cuanto a la evolución temporal seguida por este tipo de vertidos no se puede pretender encontrar patrones, ya que depende de las necesidades de mantenimiento o de ampliación de los diferentes puertos, combinándose años de escasa o nula actividad con otros de actividad media o intensa dependiendo de las necesidades y de la idoneidad ambiental (inocuidad) del sedimento para su vertido al mar. En la Figura 48 y Figura 49 se puede comprobar que los años con mayor cantidad vertida fueron los de 2016 y 2021 mientras que en 2018 y 2020 los vertidos al mar fueron escasos.

En esta demarcación los vertidos de material dragado se realizan en tres puntos de vertido. En las figuras siguientes se puede comprobar la localización de las zonas de vertido con detalle de la cantidad de cada parámetro contaminante vertido en ella durante el periodo de 2016-2021.

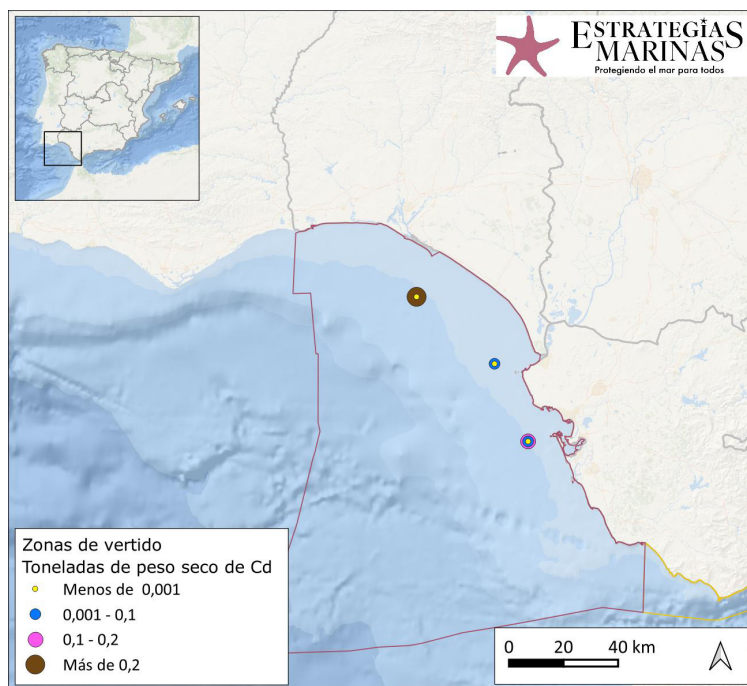


Figura 51. Aportes de Cd contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitánías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

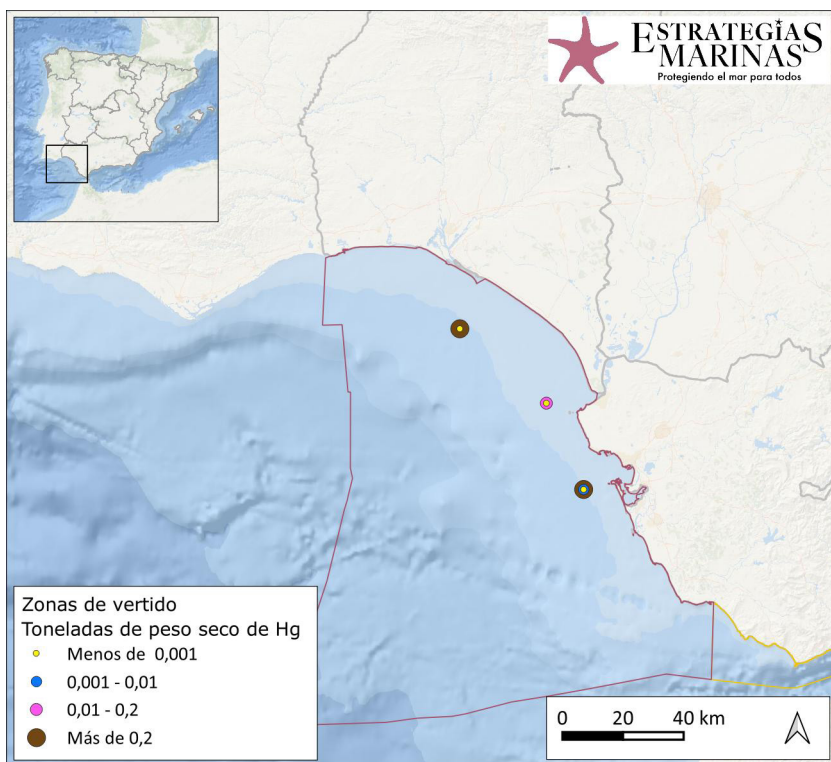


Figura 52. Aportes de Hg contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

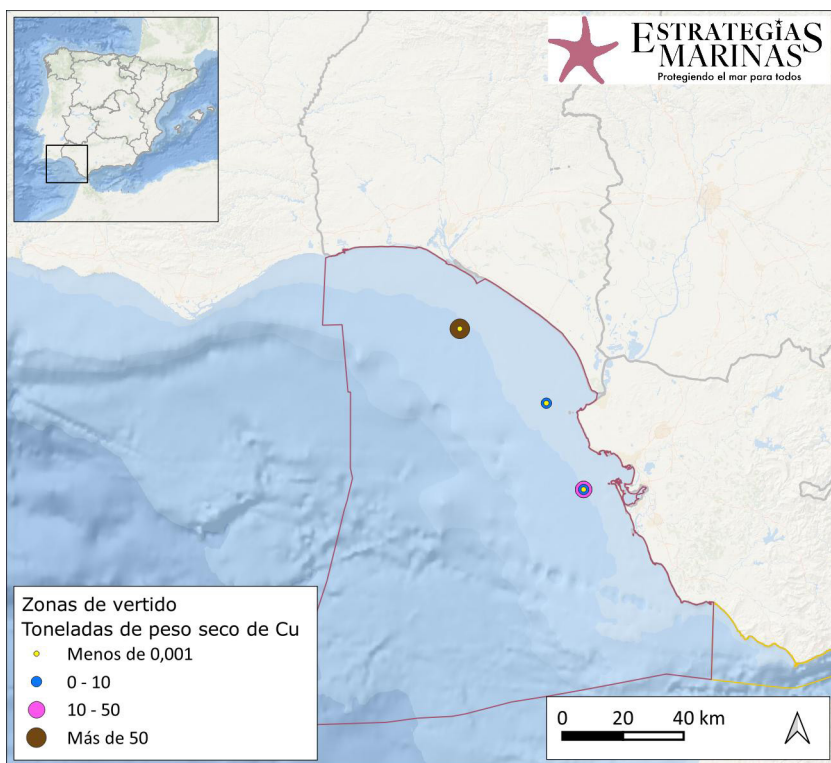


Figura 53. Aportes de Cu contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

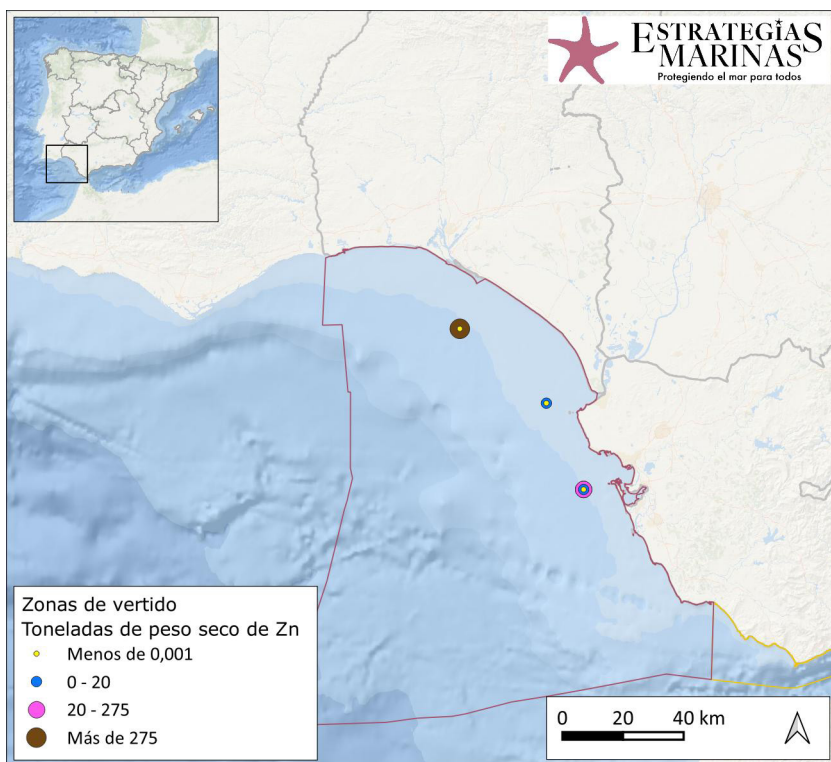


Figura 54. Aportes de Pb contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

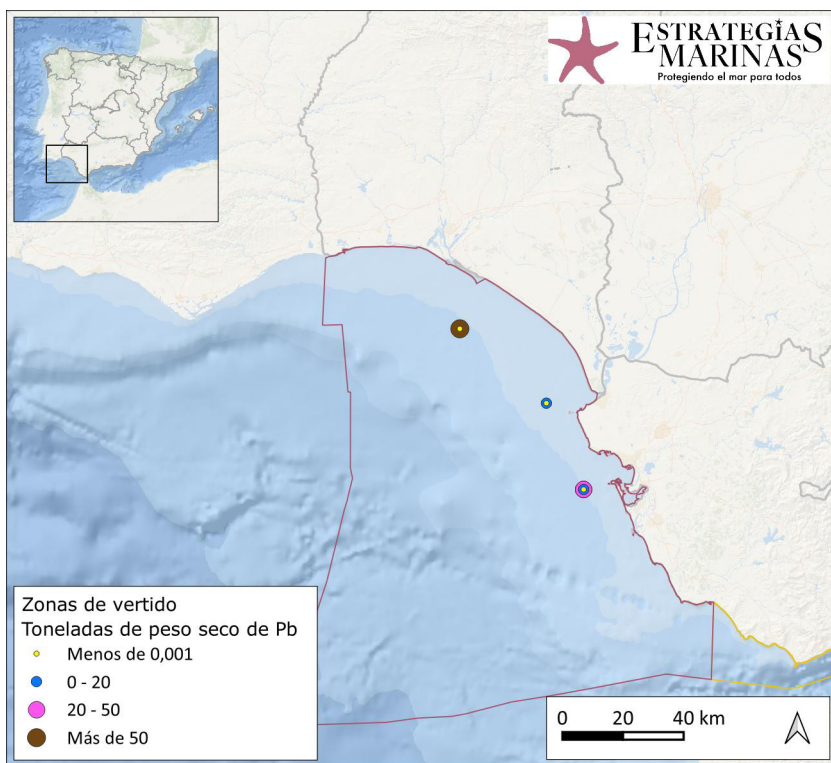


Figura 55. Aportes de Zn contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

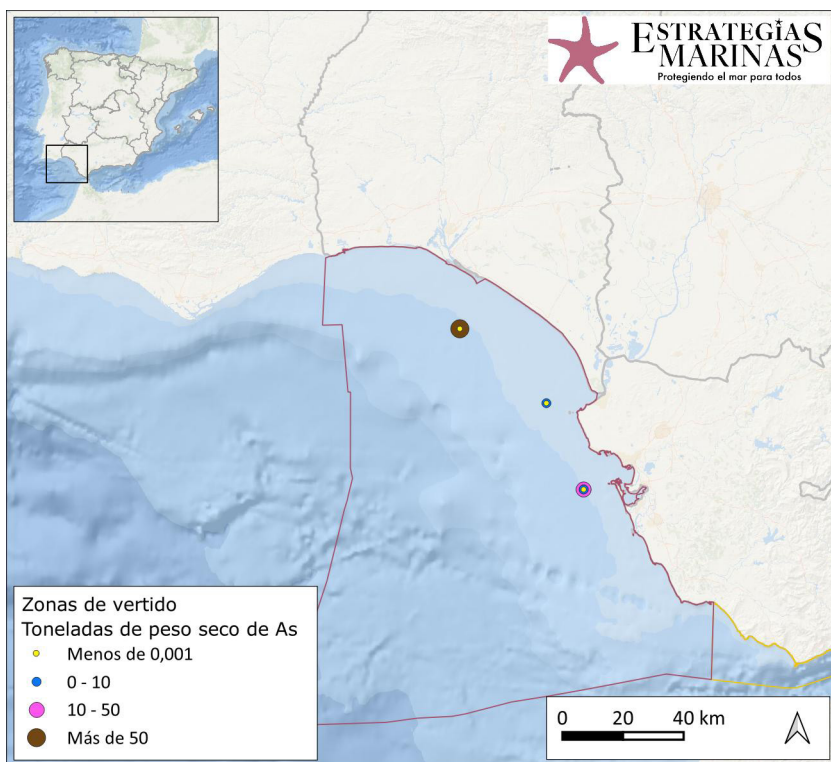


Figura 56. Aportes de As contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

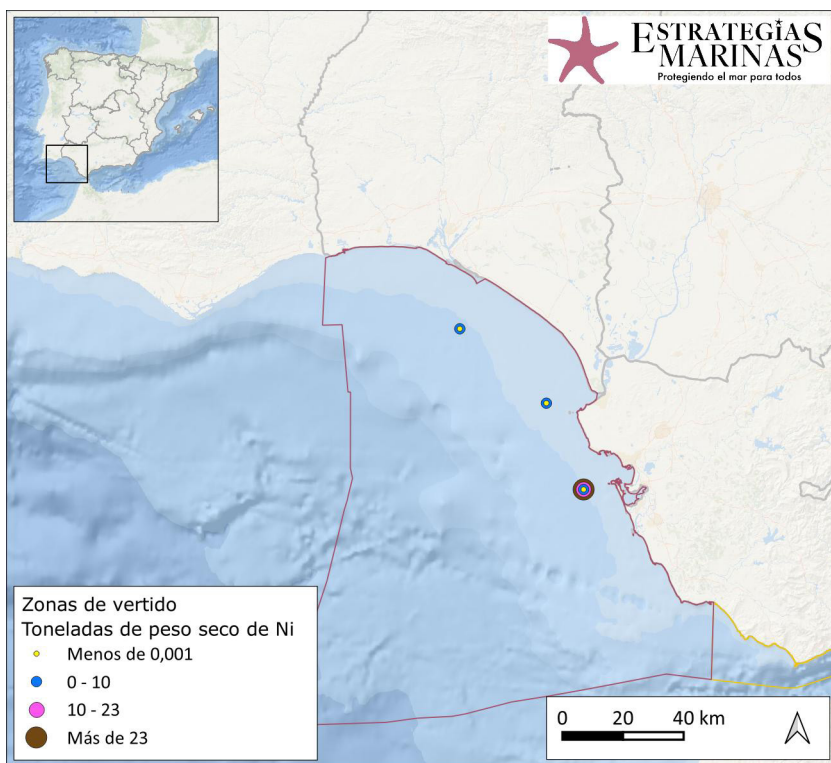


Figura 57. Aportes de Ni contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

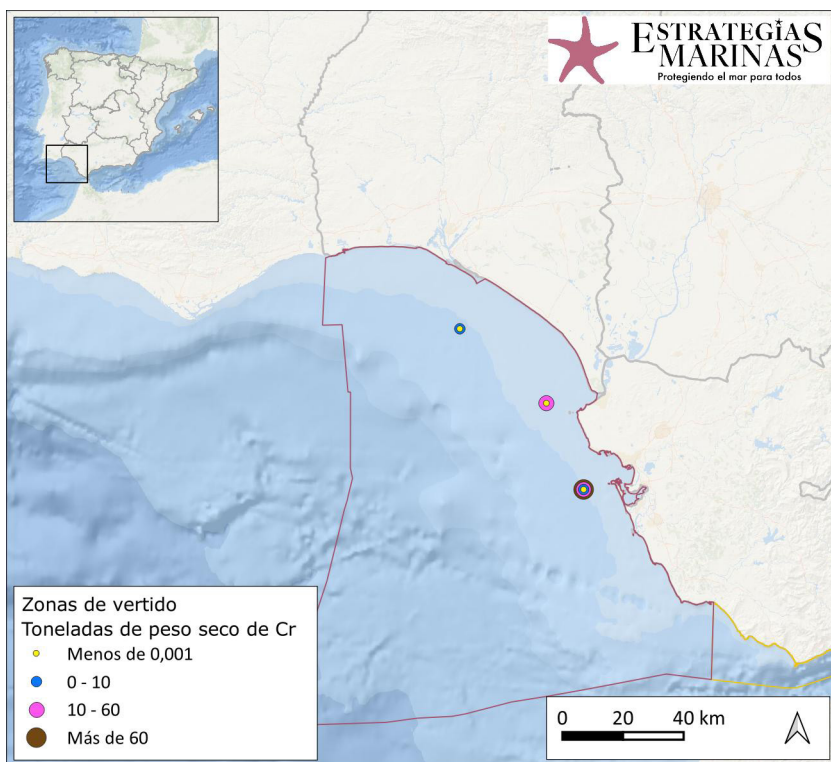


Figura 58. Aportes de Cr contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

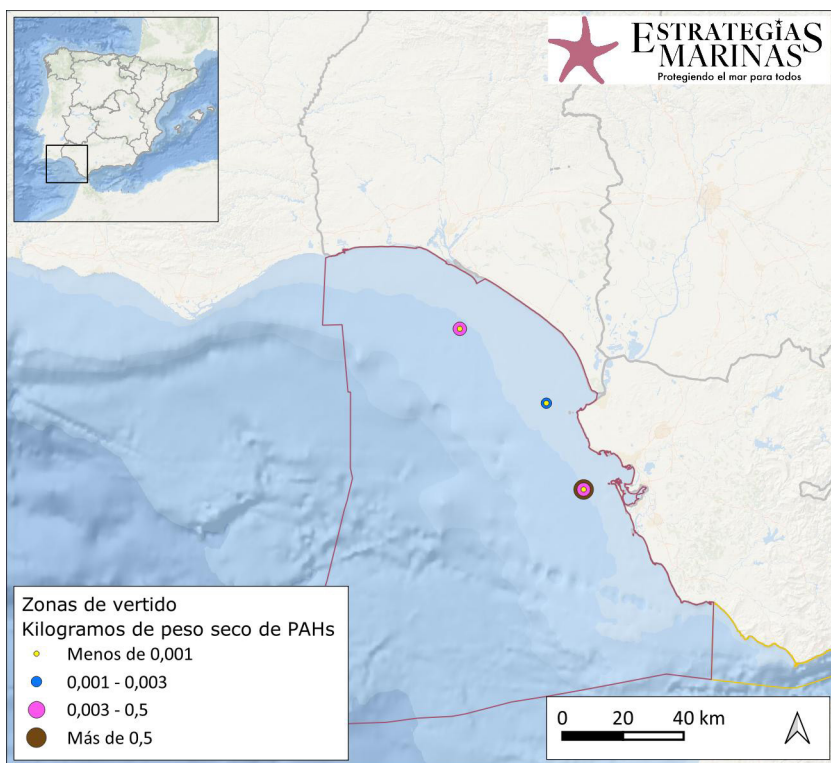


Figura 59. Aportes de PAH's contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

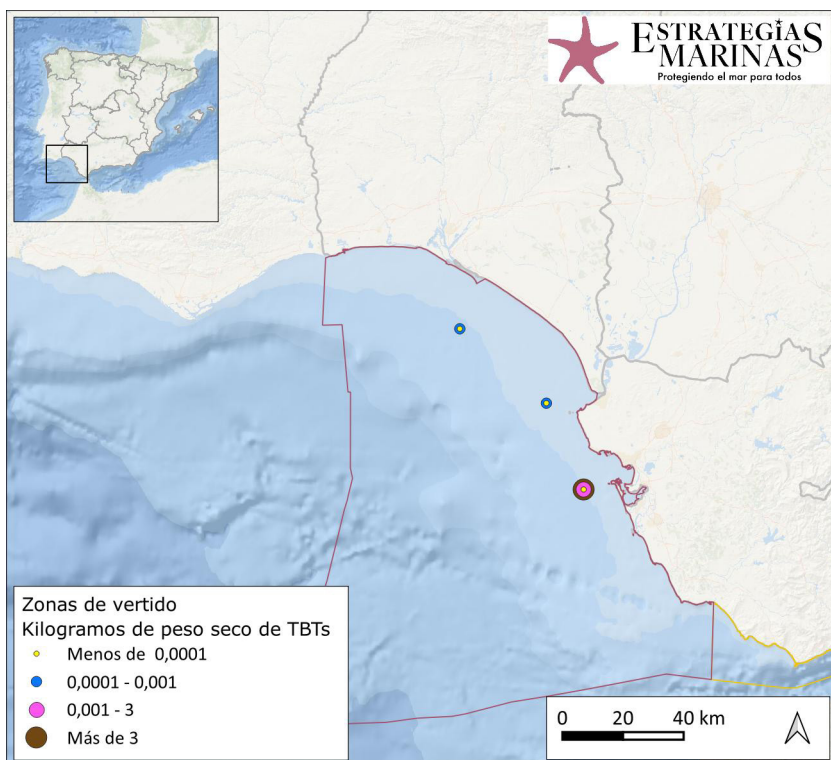


Figura 60. Aportes de TBT's contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Inventario de Dragados de Puertos del Estado y de la información aportada por las capitanías marítimas y la Comunidad Autónoma de Andalucía)

5.1.2.4. Aportes desde el aire – deposiciones 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 ($\text{g}/\text{km}^2/\text{año}$)

El indicador hace referencia a la masa de cadmio depositada desde la atmósfera, por unidad de superficie, en las aguas marinas de la demarcación, que ascendieron, para 2021 a 65 kg. Se concentran en la zona cercana al litoral y disminuye al alejarse pocos kilómetros de la costa (Figura 61). Las cargas más elevadas de este elemento se registran en las zonas costeras cerca de Barbate, donde se alcanzan concentraciones de $9,46 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$, le sigue la zona costera la sureste de Huelva hasta Matalascañas, registrando $7,68 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$. Por el lado contrario, las mediciones en aguas abiertas del golfo de Cádiz registran $3,15 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$ de mínimo.

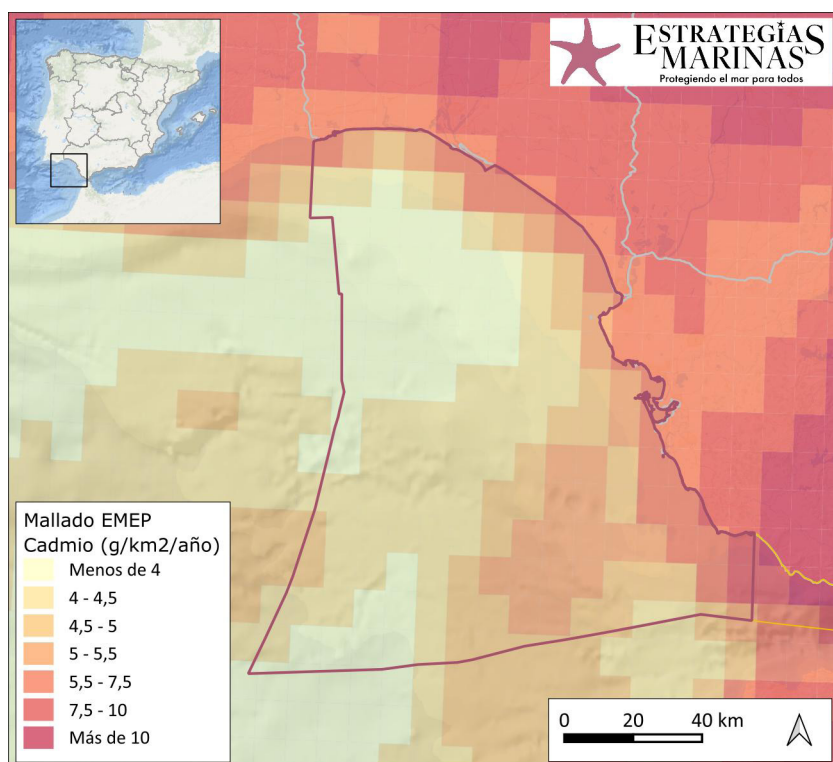


Figura 61. Masa de cadmio (Cd) depositada desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)

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. La deposición es mayor en las zonas costeras y en la parte sureste de la demarcación, en la zona cercana al dispositivo de separación de tráfico marítimo (Figura 62). Durante el año 2021, se depositaron más de 1.600 t. Las cargas más elevadas de este elemento se registran en las zonas costeras cerca de Barbate y Conil de la Frontera, donde se alcanzan concentraciones de 0,22 kg/km²/año, le sigue la zona costera la sureste de Huelva hasta Matalascañas, registrando 0,18 kg/km²/año. Por el lado contrario, las mediciones en aguas abiertas del golfo de Cádiz registran 0,08 kg/km²/año de mínimo.

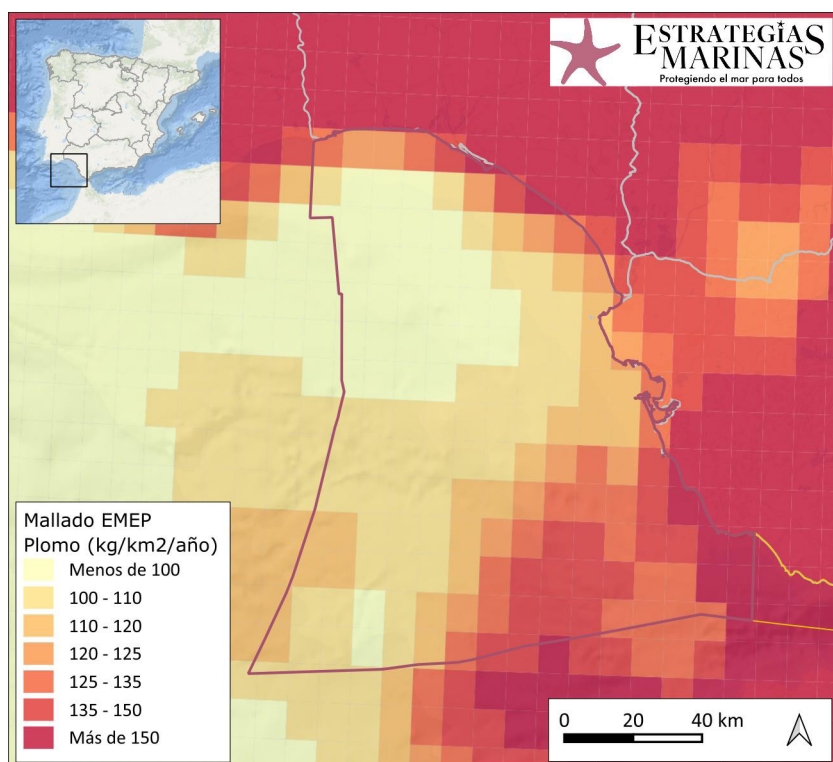


Figura 62. Masa de plomo (Pb) depositado desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)

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. Las deposiciones de mercurio durante el año 2021 fueron de poco más de 49 kg. Se concentran en la zona cercana al litoral y disminuyen al alejarse pocos kilómetros de la costa (Figura 63). Las cargas más elevadas de este elemento se registran en las zonas costeras cerca de Barbate, donde se alcanzan concentraciones de $6,21 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$, le sigue la zona costera sureste de Huelva hasta Matalascañas, registrando $5,79 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$. Por el lado contrario, las mediciones en aguas abiertas del golfo de Cádiz registran $2,48 \text{ g}/\text{km}^2/\text{año}$ de mínimo.

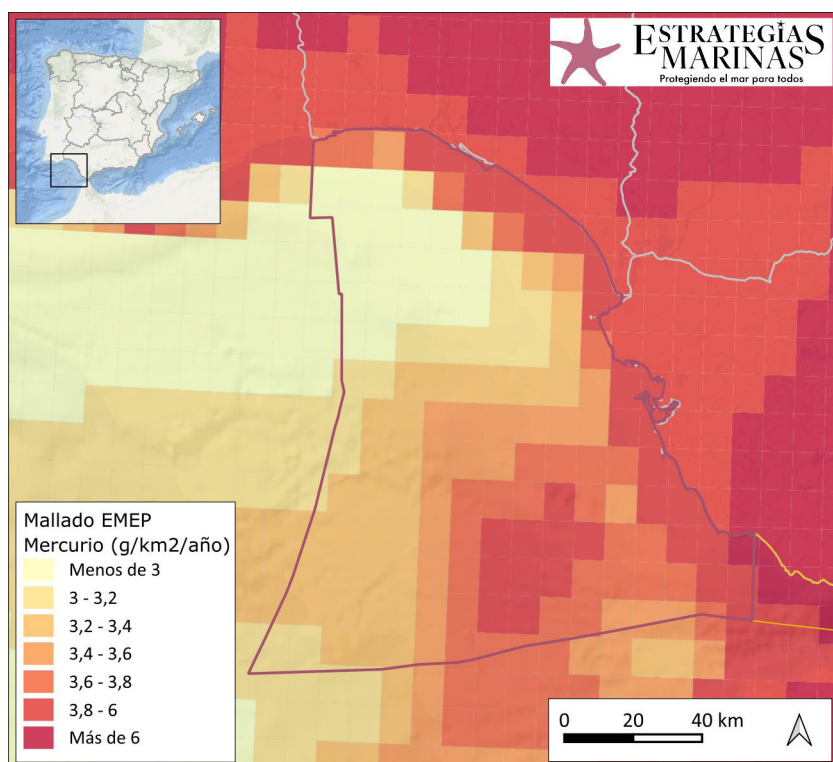


Figura 63. Masa de mercurio (Hg) depositado desde la atmósfera por unidad de superficie durante el año 2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del Programa EMEP)

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 sudatlántica, 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 aportadas al Programa RID no cuentan con información comparable para todos los años, por lo que no es posible elaborar tendencias temporales ni realizar un análisis espacial comparable entre años de la entrada de contaminantes al medio marino. Para los años en los que hay datos de caudales de ríos y se puede hacer una comparativa con los aportes por vertidos directos, se deduce que los principales aportes a esta demarcación, tanto para los metales como para el lindano (γ -HCH) o los PCBs, llegan al mar principalmente a través de los ríos.

Para los metales pesados destacan las aportaciones realizadas en la cuenca del río Tinto y Odiel. Estas cargas tan elevadas se deben a la naturaleza del terreno por el que discurren estos ríos, con explotaciones mineras (la mayoría inactivas) localizadas en la cuenca.

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 2 estaciones pertenecientes al Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear. Las concentraciones de actividad alfa total, beta total y tritio son muy similares entre las estaciones de Isla Cristina y Puerto de Cádiz entre los años 2016-2021, siendo ligeramente inferiores a los detectados en años anteriores.



Los vertidos de material dragado portuario son otra fuente de metales pesados al medio. En el periodo 2016-2021 se han realizado 27 vertidos, de los cuales 23 proceden de puertos de interés general y 4 de puertos autonómicos, en 3 zonas de vertido. Las cargas totales aportadas son Zn (483 t), Cu (277 t), Pb (165 t) y Cr (138 t). Por otro lado, Cd (0,56 t), Hg (1,05 t) y PCBs (163 kg) están menos presentes en los sedimentos portuarios vertidos al mar, aunque su toxicidad o peligrosidad son proporcionalmente mayores. En este ciclo, el vertedero asociado al Puerto de Cádiz es el que mayores cargas ha recibido.

En cuanto a los aportes que llegan al mar desde el aire durante el año 2021 las totalidades de las masas depositadas sobre la demarcación ascienden a 65 kg de Cd, 1.634 t de Pb y 49,61 kg de Hg.



5.2. Enfoque DPSIR

5.2.1. Actividades humanas que generan la presión

Las principales actividades involucradas en la entrada de contaminantes al medio marino de esta demarcación son:

- ◆ Usos industriales
- ◆ Extracción de minerales (en tierra)
- ◆ 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. De las 52 masas de aguas costeras y de transición que corresponden a esta demarcación, 11 masas de aguas de transición y 1 masa de agua costera han sido clasificadas como con impactos por contaminantes químicos, de ellas 6 masas de aguas de transición y la masa de agua costera están clasificadas como muy modificadas. El listado de las clasificadas con impacto por contaminación química se expone a continuación (Tabla 12), y la localización de estas masas de agua se muestra en la Figura 64 y Figura 65.

Tabla 12. Masas de agua costera con impacto por contaminantes. (Fuente: Tabla elaborada por el CEDEX con datos de la Dirección General del Agua)

Código	Nombre	Demarcación	Categoría
ES064MSPF004400270	Canal del Padre Santo 1	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW
ES064MSPF004400340	Río Odiel 2 (Puerto de Huelva)	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW
ES064MSPF004400280	Canal del Padre Santo 2 (Marismas del Odiel-Punta de la Canaleta)	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW
ES064MSPF004400290	Río Tinto 1 (Palos de la Frontera)	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW
ES063MSPF005200080	Puerto de Cádiz-Bahía Interna de Cádiz	GUADALETE Y BARBATE	CW
ES063MSPF005200560	Puerto de Santa María	GUADALETE Y BARBATE	TW
ES063MSPF005200180	Marismas del Río San Pedro	GUADALETE Y BARBATE	TW
ES063MSPF005200190	Marismas de Cádiz y San Fernando	GUADALETE Y BARBATE	TW
ES064MSPF004400300	Río Tinto 2 (Moguer)	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW



Código	Nombre	Demarcación	Categoría
ES064MSPF004400310	Río Tinto 3 (San Juan del Puerto)	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW
ES064MSPF004400320	Marismas del Odiel	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW
ES064MSPF004400330	Río Odiel 1 (Gibraleón)	TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	TW



Figura 64. Masas de agua costeras y de transición impactadas por contaminación química en la demarcación sudatlántica (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la DGA)

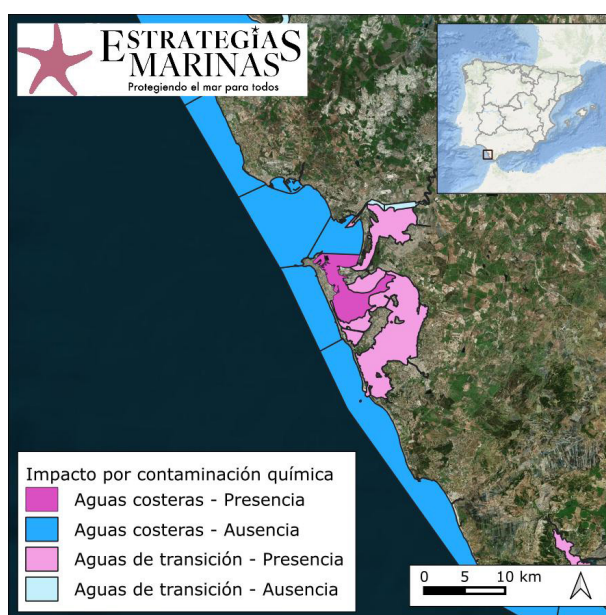


Figura 65. Masas de agua costeras y de transición impactadas por contaminación química en Cádiz (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos de la DGA)



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. SUD-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 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 en 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 playas 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,
- ◆ 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 2 playas de la demarcación para el periodo 2016-2021: Castilla y Cantilnovo. Estos datos proceden del programa de seguimiento BM-1. Hay que indicar que se dispone



de datos de todo el periodo de las 2 playas objeto de seguimiento, excepto del verano de 2018 de la playa de Castilla, del otoño de 2018 de la playa de Castilnovo, y de la primavera del año 2020 de las dos 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 alguna 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 66 se presentan las fuentes de basuras en las playas de la demarcación sudatlántica considerando el total de los objetos identificables en la demarcación en el periodo considerado.

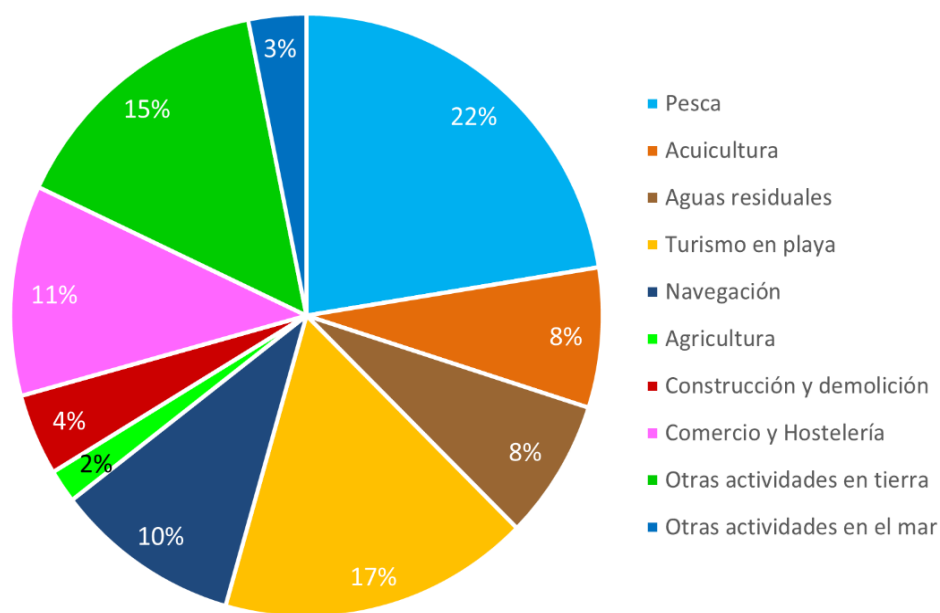


Figura 66. Fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación sudatlántica durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)



Las basuras procedentes de la pesca resultan mayoritarias (22 %) en las playas de la demarcación sudatlántica, seguidas por las procedentes del turismo en playa (17 %), de otras actividades en tierra (15 %), 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 todas las basuras generadas en tierra que puedan ser transportadas al mar por los ríos, del comercio y hostelería (11 %) y de la navegación (10 %).

La variación temporal de las fuentes de basuras a lo largo del periodo 2016-2021 se presenta en la Figura 67, 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 13). 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 terrestres de basuras marinas (aguas residuales, turismo en playa, agricultura, construcción y demolición, comercio y hostelería y otras actividades en tierra) en el conjunto de la demarcación suponen un 57 % 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.

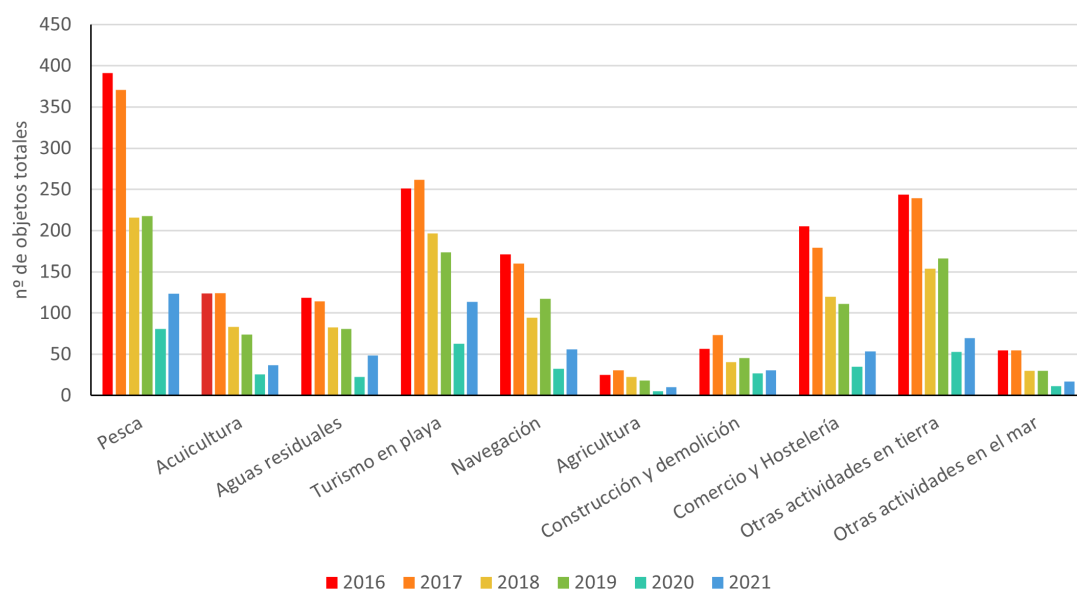


Figura 67. Variación temporal de las fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación sudatlántica durante 2016-2021. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)

Tabla 13. 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	391	371	216	218	81	123	1.400
Acuicultura	123	124	83	74	26	37	467
Aguas residuales	119	114	83	81	23	49	468
Turismo en playa	251	262	196	174	63	114	1.059



Fuente	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Navegación	171	160	95	118	33	56	632
Agricultura	25	30	23	18	5	10	112
Construcción y demolición	56	73	40	46	27	31	273
Comercio y Hostelería	205	180	120	111	35	53	704
Otras actividades en tierra	244	239	154	166	53	70	926
Otras actividades en el mar	55	55	30	30	11	17	197
TOTAL	1.640	1.608	1.040	1.035	356	559	6.238

La distribución espacial de las fuentes de basuras marinas en las diferentes playas para el periodo 2016-2021 se muestra en la Figura 68. 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, principalmente debido a la abundancia de cabitos, cordeles y filamentos de plástico con un diámetro < 1 cm. En la playa de Castilla predominan los objetos procedentes de la pesca y otras actividades en tierra, principalmente botellas y garrafas de bebida de plástico, y de turismo en playa, como envases de comida de plástico y tapas, tapones y corchos de plástico, mientras que en la playa de Castilnovo los objetos más abundantes son los procedentes de la pesca, sobre todo cabitos, cordeles y filamentos de plástico con un diámetro < 1 cm, y del turismo en playa, como las bolsas de patatas fritas, envoltorios y palos de chucherías y helados.

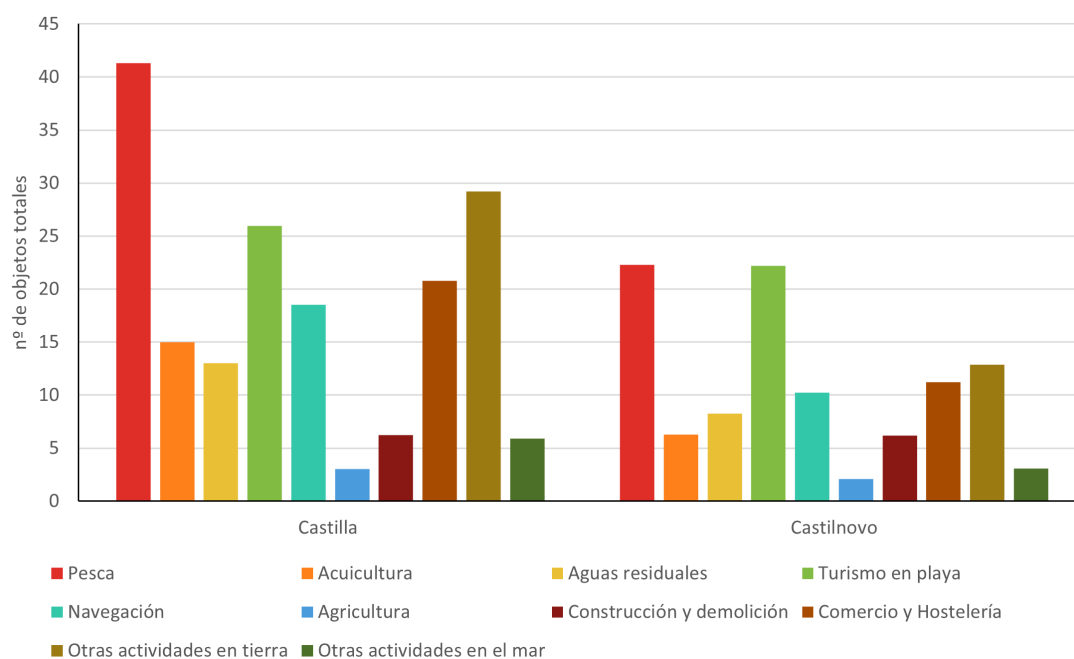


Figura 68. Distribución espacial de las fuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación sudatlántica durante 2016-2021.
(Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del MITECO)



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 176.370 m³ de basuras de los puertos de interés general de la demarcación sudatlántica, mientras que en el periodo 2016-2021 se recogieron 107.866 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 69.

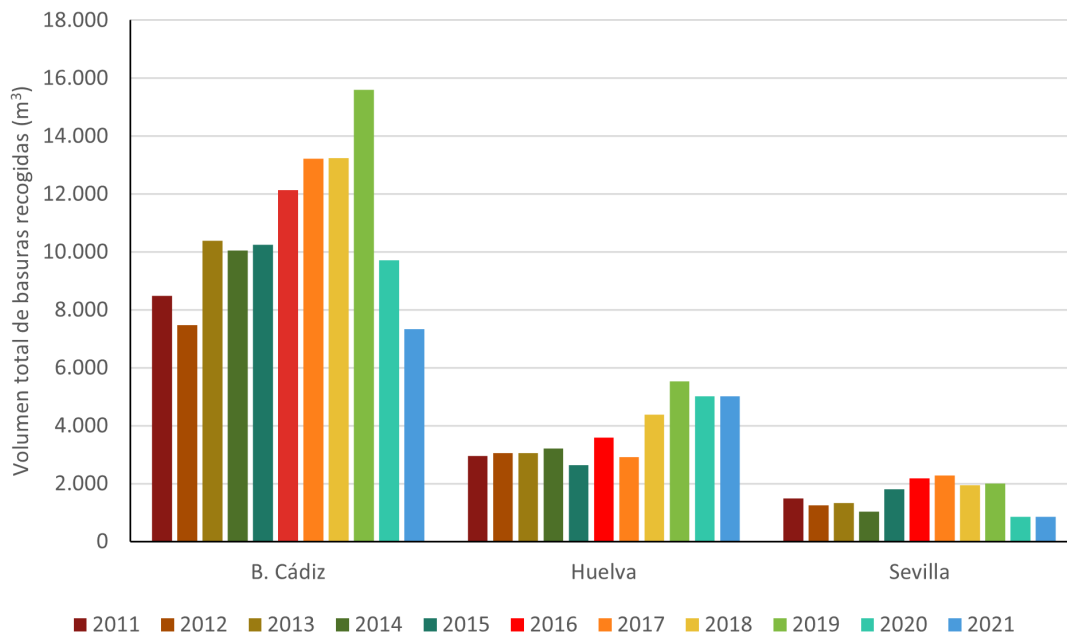


Figura 69. Basuras recogidas en los puertos de interés general de la demarcación durante 2011-2021. (Fuente elaborada por el CEDEX a partir de datos de Puertos del Estado)

En este sentido, el puerto de la Bahía de Cádiz fue el puerto que más volumen de basuras recogió entre los años 2011 y 2021, seguido por el puerto de Huelva y en menor medida por el puerto de Sevilla.

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 14, el puerto de Huelva es el que tuvo un mayor tráfico de buques durante el periodo de evaluación 2016-2021, y aunque el puerto de la Bahía de Cádiz tuvo menos tráfico que el de Huelva, su ratio de basuras recogidas es superior, cifrándose en unos 10,05 m³/buque frente a los 1,91 m³/buque en el puerto de Huelva. Aunque los buques que transitan el puerto de Huelva tienen un mayor tonelaje bruto que los que lo hacen en el puerto de la Bahía de Cádiz, este hecho no influye en el volumen de basuras descargadas.

El ratio de basuras recogidas por los puertos de interés general de la demarcación marina sudatlántica durante el periodo 2016-2021 fue de 4 m³/buque.



Tabla 14. 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)
Bahía de Cádiz	1.182	24.895.927	11.876	10,05
Huelva	2.308	37.218.263	4.412	1,91
Sevilla	1.015	5.275.298	1.690	1,66

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

Los objetos más frecuentes de basuras marinas en las playas de la demarcación sudatlántica proceden de las actividades pesqueras (22 %), objetos procedentes de turismo en playa (17 %), actividades en tierra (15 %), comercio y hostelería (11 %) y navegación (10 %). Esta distribución se ha mantenido en las playas de la demarcación a lo largo del periodo analizado. Cabe mencionar la relativa importancia que tienen las fuentes terrestres de basuras marinas (aguas residuales, turismo en playa, agricultura, construcción y demolición, comercio y hostelería y otras actividades en tierra) en el conjunto de la demarcación que suponen un 57 % 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.

Durante el período 2016-2021 se ha evitado que 107.866 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 4 m³/buque.



6.2. Enfoque DPSIR

6.2.1. 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.

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. SUD-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 fisicoquímicas 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 asociado 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 velocidad de la 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 la 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 sudatlántica existen 3 centrales térmicas que producen 3 vertidos térmicos procedentes de la refrigeración. Todas se ubican en el entorno de la ría de Huelva y tuvieron una producción conjunta de 845 GWh en 2020.

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

En la demarcación marina sudatlántica existe 1 planta regasificadora que da lugar a un vertido de agua más fría que la del medio. Esta planta también se localiza en el entorno de la ría de Huelva.

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

En la demarcación marina sudatlántica está autorizado un caudal de 634 hm³/año. Esto supone el 5 % del caudal total anual autorizado de vertidos térmicos al mar en España. La distribución por origen y provincia puede verse en la Figura 70. Se detalla la ría de Huelva ya que todos los puntos de vertido se encuentran en este entorno.

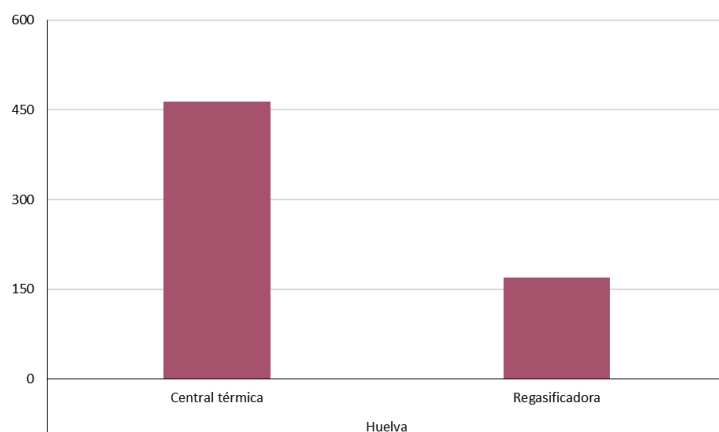


Figura 70. Caudal autorizado para centrales térmicas y regasificadoras en la demarcación marina sudatlántica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

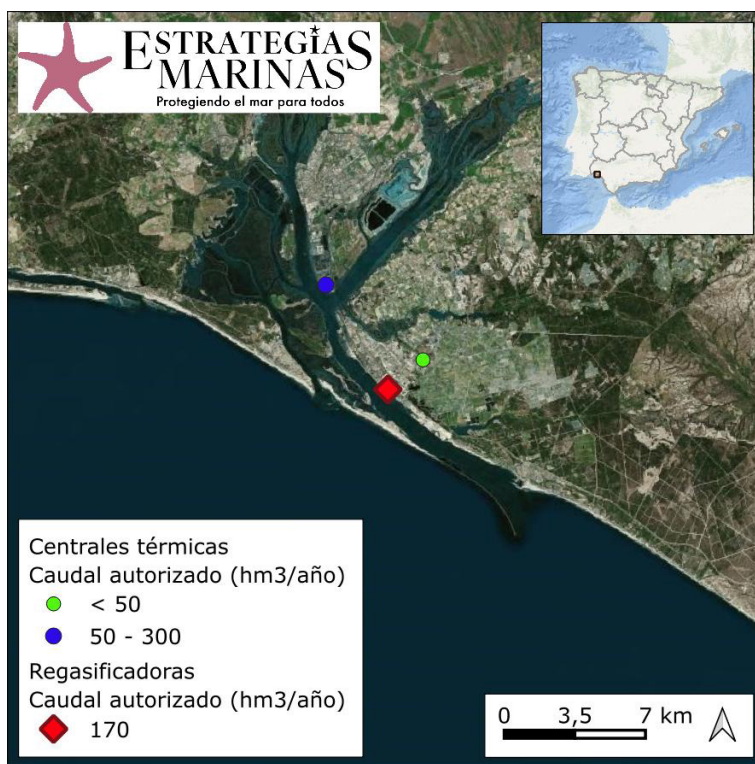


Figura 71. Localización de los vertidos térmicos presentes en la demarcación marina sudatlántica. (Fuente: Figura elaborada por el CEDEX a partir de datos del PRTR)

7.1.2.4. Conclusiones

En la demarcación marina sudatlántica se contabilizan 3 vertidos procedentes de la refrigeración de 3 centrales térmicas y 1 vertido procedente de una regasificadora. Todos los vertidos térmicos se producen en la ría de Huelva. El caudal autorizado para el total de las instalaciones es de 634 hm³/año, que supone el 5 % del caudal total anual autorizado de vertidos térmicos en España.



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, puede 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 sudatlántica.

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