



DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA ESTIMAR LAS PRESIONES Y AMENAZAS QUE AFECTAN AL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE CADA TIPO DE HÁBITAT COSTERO

Francisco Javier Gracia
María Aranda
Augusto Pérez-Alberti





DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA ESTIMAR LAS PRESIONES Y AMENAZAS QUE AFECTAN AL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE CADA TIPO DE HÁBITAT COSTERO





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

El presente documento fue realizado en el marco del proyecto *Establecimiento de un sistema estatal de seguimiento del Estado de Conservación de los Tipos de Hábitat en España*, promovido y financiado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, desarrollado entre 2015 y 2017.

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo Martín¹

Realización y producción

Tragsatec

Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo² y Juan Carlos Simón Zarzoso²

Autores

Francisco Javier Gracia Prieto³

María Aranda García³

Augusto Pérez Alberti⁴

Coordinación y revisión editorial

Olga Lamas Murúa²

Jara Andreu Ureta²

Íñigo Vázquez-Dodero Estevan²

¹ Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica

² Tragsatec. Grupo Tragsa

³ Universidad de Cádiz (UCA)

⁴ CRETUS. Universidade de Santiago de Compostela

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

Gracia F J, Aranda M & Pérez-Alberti A. 2019. Descripción de procedimientos para estimar las presiones y amenazas que afectan al estado de conservación de cada tipo de hábitat costero. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 35 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra no representan necesariamente la posición del Ministerio para la Transición Ecológica. La información y documentación aportadas para la elaboración de esta monografía son responsabilidad exclusiva de los autores.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 638-19-088-X

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE PRESIONES Y AMENAZAS PARA EL MEDIO COSTERO	7
1.1. Actividad minera y extractiva y producción de energía	12
1.2. Transportes y redes de comunicación	13
1.3. Urbanización, desarrollo residencial y comercial	13
1.4. Uso de recursos biológicos diferentes de la agricultura y silvicultura	15
1.5. Intrusión humana y perturbaciones	16
1.6. Contaminación.....	17
1.7. Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas.....	18
1.8. Alteraciones del sistema natural.....	19
1.9. Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)	20
1.10. Catástrofes naturales y fenómenos geológicos	20
1.11. Cambio climático	21
2. PRESIONES Y AMENAZAS PRESENTES EN CADA TIPO DE HÁBITAT	23
2.1. Plataformas rocosas y acantilados.....	23
2.2. Grandes calas y bahías poco profundas.....	25
2.3. Playas.....	26
2.4. Dunas	28
2.5. Marismas.....	30
2.6. Marjales y lagunas costeras.....	32
2.7. Estuarios mareales y rías, y deltas mediterráneos	32
3. REFERENCIAS	35



1. DESCRIPCIÓN DE PRESIONES Y AMENAZAS PARA EL MEDIO COSTERO

En capítulos anteriores se ha descrito el medio costero como un entorno muy dinámico, no solo desde el punto de vista natural, sino también desde el punto de vista socio-cultural y económico. En él se concentra una gran cantidad de actividades que afectan a todos los tipos de hábitat descritos.

De Andrés *et al.* (2017) analizan los cambios en la población urbana residente en zonas costeras de España en las últimas seis décadas. Atendiendo a la Figura 1, se puede comprobar cómo la población urbana ha aumentado más del doble en zonas próximas a ecosistemas costeros como humedales, estuarios, lagunas, playas y dunas, praderas de fanerógamas marinas, calas y bahías. Este hecho refleja que los asentamientos humanos son una de las principales presiones que sufre el medio costero.

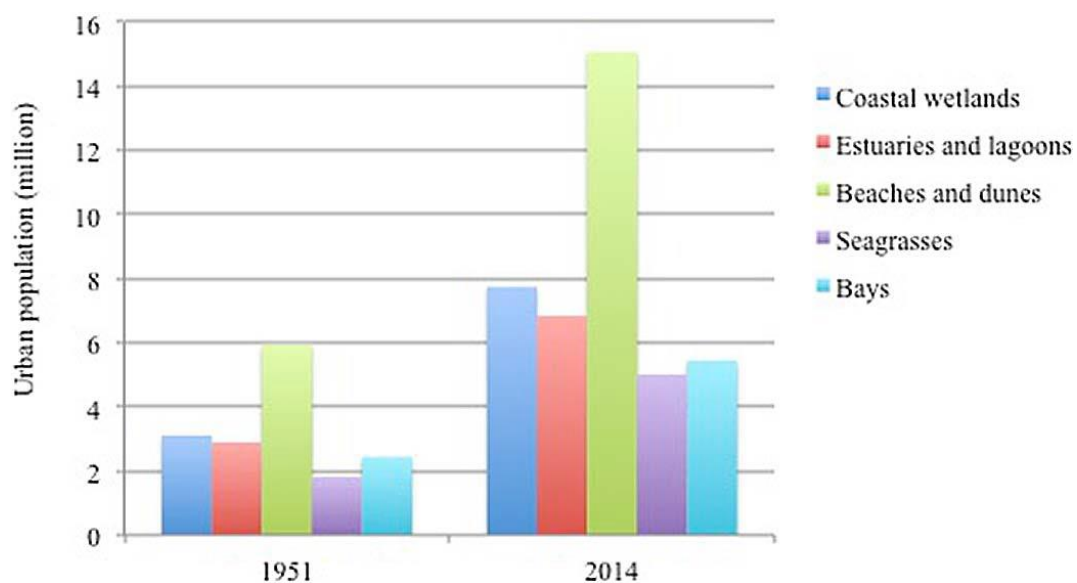


Figura 1 Evolución de la población urbana que reside cerca de los ecosistemas y unidades fisiográficas costeros en España. En azul oscuro, humedales costeros; en rojo, estuarios y lagunas; en verde, playas y dunas; en morado, praderas de fanerógamas marinas y en azul claro, bahías y calas. Fuente: extraída de De Andrés *et al.* (2017).

Antes de describir las principales presiones y amenazas que sufre el medio costero, es necesario definir qué se entiende por presión y por amenaza.

Las presiones se corresponden con agentes que ponen en riesgo la integridad de los tipos de hábitat en términos de sus parámetros de 'Superficie ocupada' y de 'Estructura y función'. Tienen una dimensión temporal actual o reciente, a diferencia de las amenazas que implican una proyección temporal a corto-medio plazo.

Por su parte, las amenazas se corresponden con las presiones proyectadas al futuro próximo (12 años) y, para evaluarlas, se utiliza la información de la evolución de las presiones en el pasado reciente. Para ello se tienen en cuenta las bases de información que muestran tendencias recientes (p. ej. series temporales de datos), que permiten evaluar el régimen de perturbaciones.

El principal procedimiento que se utiliza para la identificación de las presiones y amenazas consiste en una revisión bibliográfica analizando la situación en la que se encuentran los principales tipos de hábitat,



identificando las actuaciones que se han llevado a cabo y la planificación de cada área en concreto durante los últimos años. Además, el análisis histórico de fotografías aéreas aporta una gran cantidad de información sobre las presiones que se han ido dando en la zona costera en concreto.

Para ello se requiere la implementación de, al menos, las siguientes capas de información en un Sistema de Información Geográfica (en adelante GIS, del inglés *Geographic Information System*):

- Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE). Escala 1:25.000.
- Mapa de tipos de hábitat de España. Escala 1:25.000.
- Mapa de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC). Escala 1:25.000.
- Mapa de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Escala: 1:25.000.
- Mapa de la Red Natura 2000. Escala: 1:25.000.
- Mapa de usos del suelo, *Corine land cover* 2000. Escala: 1:25.000.

A continuación, se describen las principales presiones y amenazas a las que puede estar sometido el medio costero, utilizando para ello como referencia el listado empleado para la evaluación sexenal del estado de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario (THIC; European Commission 2011)¹, y teniendo en cuenta las presiones y amenazas descritas en "Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España" (VV.AA. 2009).

En primer lugar, se indican presiones 'generales' que afectan a todo el medio costero, para ir pormenorizando, en el caso de que sea necesario, a cada tipo de hábitat concreto.

Las principales presiones y amenazas que afectan al medio costero se presentan en la Tabla 1. Se puede comprobar que, de todas ellas, las que afectan prácticamente a todos los ecosistemas costeros se corresponden con el nivel 1, siendo en total 11. En los niveles sucesivos, 2, 3 y 4, se especifica cada presión o amenaza concreta a la que están o pueden estar sometidos estos ecosistemas. Para los apartados siguientes, tan solo se tendrán en cuenta las variables de nivel 1 con el fin de simplificar lo máximo posible el procedimiento de seguimiento, ya que se consideran suficientes para la estimación del estado actual y tendencias de los tipos de hábitat costeros. Siempre que se considere necesario, se puede ampliar el nivel de detalle para tipos de hábitat específicos.

Una vez identificadas todas las presiones que afectan a la franja costera, es necesario estimar, para cada una de ellas, la intensidad del impacto según el siguiente baremo:

- **H:** importancia elevada. Impacto de gran influencia directa o inmediata y/o que actúa sobre áreas grandes.
- **M:** importancia media. Impacto de mediana influencia directa o inmediata, de influencia principalmente indirecta y/o que actúa regionalmente o sobre una parte moderada del área.
- **L:** importancia baja. Impacto de baja influencia directa o inmediata, de influencia indirecta y/o que actúa localmente sobre una pequeña parte del área.

¹ <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-bd/activities/reporting/article-17/reference-material-for-reporting-period-2007-2012-art-17>



Tabla 1 Presiones y amenazas identificadas para el medio costero. Los códigos y descripción de las presiones y amenazas son los especificados en el listado de presiones y amenazas utilizado para la evaluación sexenal 2007-2012 del estado de conservación de los THIC (European Commission 2011). Fuente: elaboración propia.

Nota: L= importancia baja (en verde); M= importancia media (en ámbar); H= importancia elevada (en rojo).

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	INTENSIDAD DEL IMPACTO
1	C	Actividad minera y extractiva y producción de energía		M
3	C01.01	Extracción de arena y grava		M
4	C01.01.02	Extracción de áridos de playa		M
3	C01.05	Salinas		M
4	C01.05.01	Abandono de salinas		M
4	C01.05.02	Conversión de salinas	Por ejemplo, para acuicultura o arrozales.	M
1	D	Transportes y redes de comunicación		M
2	D01	Carreteras, caminos y vías de tren		H
3	D01.01	Sendas, pistas, carriles para bicicletas	Incluye caminos forestales sin asfaltar.	M
3	D01.02	Carreteras y autopistas	Incluye todas las carreteras pavimentadas o asfaltadas.	H
3	D01.03	Aparcamientos y áreas de estacionamiento de vehículos		H
2	D02	Infraestructuras lineales de servicio público		L
3	D02.01	Tendidos eléctricos y líneas telefónicas		L
2	D03	Rutas de navegación, puertos, construcciones marinas		H
3	D03.01	Áreas portuarias		H
4	D03.01.02	Muelles/puertos turísticos o embarcaderos recreativos		M
4	D03.01.03	Puertos pesqueros		M
4	D03.01.04	Puertos industriales		H
3	D03.03	Construcciones marinas		H
2	D04	Aeropuertos, rutas de vuelo		H
3	D04.01	Aeropuertos		H
1	E	Urbanización, desarrollo residencial y comercial		H
2	E01	Zonas urbanas, asentamientos humanos		H
3	E01.01	Zonas de crecimiento urbano continuo		H
3	E01.02	Zonas de crecimiento urbano discontinuo		H
3	E01.03	Población dispersa		M
3	E01.04	Otros patrones de distribución poblacional		M
2	E02	Áreas industriales o comerciales		M
2	E03	Residuos		H
3	E03.01	Eliminación de residuos domésticos y provenientes de instalaciones recreativas		H
3	E03.02	Eliminación de residuos industriales		H
3	E03.03	Eliminación de residuos inertes		H
3	E03.04	Otros residuos		M/L

Continúa en la siguiente página ►



NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	INTENSIDAD DEL IMPACTO
4	E03.04.01	Aporte de áridos en el litoral, enriquecimiento sedimentario en playas		M/L
2	E04	Construcciones y edificios en el paisaje		M
3	E04.01	Construcciones agrícolas y edificios en el paisaje		M
3	E04.02	Construcciones militares y edificios en el paisaje	Excepto vías de comunicación (p. ej. aeropuertos se señalan en la sección D).	M
1	F	Uso de recursos biológicos diferentes de la agricultura y silvicultura		M
2	F01	Acuicultura marina y de agua dulce		M
3	F01.01	Piscicultura intensiva, intensificación		M
3	F01.02	Cultivo en suspensión	Por ejemplo, mejillones, algas marinas, peces.	M
1	G	Intrusión humana y perturbaciones		H
2	G01	Deportes al aire libre y actividades de ocio, actividades recreativas organizadas		M
3	G01.02	Excursionismo, equitación y uso de vehículos no motorizados		M
3	G01.03	Vehículos motorizados		H
2	G02	Instalaciones deportivas y de ocio		M
3	G02.08	Campings y caravanas		H
3	G02.09	Avistamiento de animales	Por ejemplo avistamiento de aves, cetáceos, etc.	L
2	G03	Centros de interpretación		L
2	G05	Otras molestias e intrusiones humanas		M
3	G05.01	Pisoteo, uso excesivo		H
3	G05.05	Mantenimiento intensivo de limpieza de playas		M
3	G05.07	Medidas de conservación inapropiadas o ausentes		M
3	G05.09	Vallas, cercados		L
1	H	Contaminación		H
2	H03	Contaminación de agua marina	Aguas marinas y salobres.	H
3	H03.01	Vertidos de petróleo en el mar		H
3	H03.02	Presencia de productos químicos tóxicos en el material vertido al mar		H
3	H03.03	Marco contaminación marina (i.e. bolsas de plástico, espuma de poliestireno)	Por ejemplo, ingestión accidental por parte de tortugas marinas, mamíferos y aves marinas.	H
2	H05	Contaminación de suelos y residuos sólidos (excluyendo vertidos)		H
3	H05.01	Desechos y residuos sólidos		H
1	I	Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas		H
2	I01	Especies invasoras y especies alóctonas	especies de plantas y animales	H
1	J	Alteraciones del sistema natural		M
2	J02	Cambios inducidos en las condiciones hidráulicas		H
4	J02.01.02	Tierras ganadas al mar, estuarios o marismas		H

Continúa en la siguiente página ►



NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	INTENSIDAD DEL IMPACTO
3	J02.02	Eliminación de sedimentos (p. ej. barro)		H
4	J02.02.02	Dragados en costas y estuarios		H
3	J02.04	Alteraciones provocadas por las inundaciones		H
4	J02.04.01	Inundaciones		H
3	J02.05	Alteraciones en la dinámica y flujo del agua, general		M
4	J05.05.01	Alteraciones en el flujo del agua (mareas y corrientes marinas)		M
4	J02.05.02	Alteraciones en los componentes estructurales de los cursos de las aguas continentales	Directiva Marco del Agua (DMA) ² : impermeabilización de suelos en zonas de ribera y en llanuras de inundación	M
4	J02.05.06	Alteración en la exposición al oleaje		M
3	J02.12	Diques, muros de contención, playas artificiales, general		M
4	J02.12.01	Barreras de contención y otras obras marinas de protección del litoral, presas de marea	DMA: incluidas presas de contención para protección de inundaciones y para la generación de energía mareomotriz.	M
4	J02.12.02	Diques y barreras de contención de desbordamiento en los sistemas de aguas continentales		M
3	J02.13	Abandono de la gestión de las masas de agua		H
3	J02.14	Alteración de la calidad del agua provocada por cambios inducidos en la salinidad de origen humano	Aguas marinas y costeras, p. ej. crecimiento de algas en arrecifes.	H
3	J02.15	Otras alteraciones de origen humano inducidas en las condiciones hidrológicas		H
1	K	Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)		M
2	K01	Procesos abióticos naturales (lentos)		H
3	K01.01	Erosión		H
3	K01.02	Colmatación		H
3	K01.03	Deseccación		H
2	K02	Evolución biocenótica, sucesiones	Incluye el aumento en la superficie de vegetación arbustiva.	H
3	K02.01	Cambios en la composición de especies (sucesiones)		H
3	K02.02	Acumulación de materia orgánica		M
3	K02.03	Eutrofización (natural)		H
3	K02.04	Acidificación (natural)		H
2	K03	Relaciones interespecíficas de fauna		M
3	K03.01	Competencia	Por ejemplo, gaviotas/estérnidos.	M
3	K03.04	Depredación		M

Continúa en la siguiente página ►

² Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de Octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas



NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	INTENSIDAD DEL IMPACTO
2	K04	Relaciones interespecíficas de flora		M
3	K04.01	Competencia		M
1	L	Catástrofes naturales y fenómenos geológicos		H
2	L02	Maremotos		H
2	L07	Tormentas, ciclones		H
2	L08	Inundaciones (procesos naturales)		H
1	M	Cambio climático		M
2	M01	Cambios en las condiciones abióticas		M
3	M01.02	Sequía y disminución de la precipitación		L
3	M01.03	Inundaciones y aumento de la precipitación		M
3	M01.04	Alteraciones en el pH		M
3	M01.05	Alteraciones en el flujo hídrico (fluvial, mareal y oceánico)		M
3	M01.06	Alteraciones en la exposición al oleaje		H
3	M01.07	Cambios en el nivel del mar		M
2	M02	Cambios en las condiciones bióticas		L

La definición, causas y consecuencias, así como posibles medidas de gestión ante las amenazas identificadas para la zona costera, se explican a continuación, en los apartados posteriores, de manera que se evalúa la intensidad de estas presiones para cada uno de los medios costeros y se evita así la repetición de sus características.

1.1. Actividad minera y extractiva y producción de energía

La actividad minera y extractiva y la producción de energía se centra principalmente en la extracción de áridos de los fondos, cuyo destino principal es su utilización en el sector de la construcción y la obra pública, especialmente en la regeneración de playas (Figura 2).

Se debe incidir en la importancia de los estudios de dinámica marina y costera para identificar si las obras de regeneración costera son adecuadas y necesarias o, si por el contrario, el problema de erosión de las costas se puede solucionar por medio de otras medidas de gestión tales como la eliminación de diques y espigones o la prohibición de la construcción sobre el litoral, entre otras.



Figura 2 Regeneración costera en la playa de La Victoria (Cádiz) en abril de 2015. Autor: María Aranda.

1.2. Transportes y redes de comunicación

Un factor clave de transformación del territorio es la fragmentación de tipos de hábitat por infraestructuras de transporte³. La implantación de redes de transporte y de comunicación produce cambios tanto estructurales (urbanización) como funcionales (incremento del volumen de tráfico) que multiplican el efecto fragmentador.

Para el seguimiento de estas presiones existen indicadores que describen el estado de los ecosistemas. Estos indicadores fueron propuestos por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2010), basándose en parámetros fisiográficos y morfológicos, relacionados con la fragmentación de tipos de hábitat, a través de su integración en un GIS. La documentación sobre la fragmentación de tipos de hábitat causada por infraestructuras de transporte se encuentra en la página web del MITECO⁴.

1.3. Urbanización, desarrollo residencial y comercial

Este apartado se refiere a los problemas derivados de la ocupación residencial, cada vez más intensa y problemática en nuestras costas (Figura 3).

³ https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conectividad-fragmentacion-de-habitats-y-restauracion/fragm_habitats_causa_transp.aspx

⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conectividad-fragmentacion-de-habitats-y-restauracion/default.aspx>

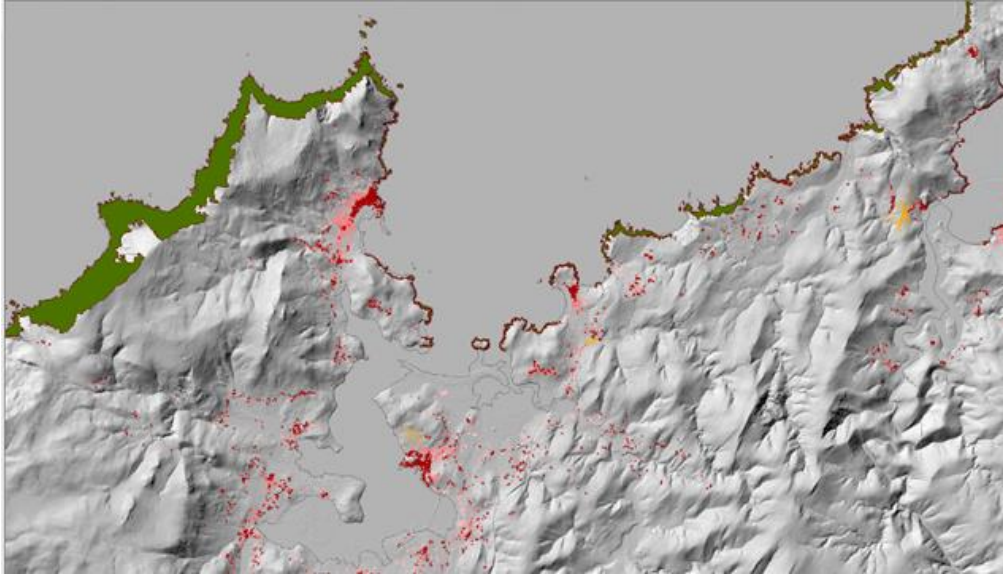


Figura 3 Superficie construida en el entorno de la ría de Ortigueira. Acantilados en verde. Fuente: modificada a partir del Plan de Ordenación del Litoral (POL) de Galicia.

El desarrollo demográfico de los últimos años responde a tres tendencias principales: despoblamiento del interior, crecimiento de las ciudades y densificación del litoral (Figura 4). En la actualidad, el litoral continúa incrementando su población (Fundación BBVA 2010).

Actualmente existe una ocupación densa de viviendas en la franja costera, que alcanza incluso la primera línea de costa. Se trata, por tanto, de los tramos de costa más degradados, urbanizados y con gran presión sobre los ecosistemas y, en el caso de costas rocosas, sobre la estabilidad de los frentes acantilados.

En este tipo de presiones se incluyen todas aquellas edificaciones que no sean de tipo industrial, es decir, incluyendo las construcciones turísticas y de vivienda costera, así como las infraestructuras relacionadas con las mismas, como aparcamientos o vías de comunicación de acceso a las áreas residenciales.



Figura 4 Fotografía nocturna de la península ibérica en la que se observan los núcleos más poblados: Madrid, Sevilla y zonas litorales. Fuente: *National Aeronautics and Space Administration* (NASA 2014)⁵.

La urbanización desmesurada de los últimos años ha modificado la línea de costa, construyendo edificios y carreteras sobre dunas y cordones litorales, desecando marismas y lagunas costeras y rigidizando el litoral mediante diques y espigones. Todas estas actuaciones se hicieron suponiendo que la línea de costa permanecería estable, que los eventos extremos de inundación estarían dentro del rango histórico definido y que el nivel del mar no cambiaría. Una suposición errónea de la que se están viendo las consecuencias en los últimos años.

1.4. Uso de recursos biológicos diferentes de la agricultura y silvicultura

Las actividades de explotación de los recursos naturales, tales como la acuicultura en zonas de marisma, el marisqueo y la pesca, no se encuentran dirigidas tan solo a los recursos costeros, sino que, en la mayoría de los casos, también engloban el medio marino.

Este tipo de presiones tiene su origen en la sobreexplotación de especies con alto valor comercial, sin tomar en consideración los períodos de reproducción, tamaño y población de las especies. La prolongada presión sobre los caladeros litorales y la práctica de modalidades y artes inadecuadas, unidas a los efectos negativos de la contaminación urbana e industrial en determinados tramos de la costa, son algunos de los problemas que afectan a estos recursos.

Como una forma novedosa de utilización de la productividad biológica de los espacios de marisma, se implantan desde hace una década los cultivos marinos, tanto de moluscos (parque de cultivo) como de peces y crustáceos, utilizando las salinas tradicionales.

⁵ <https://www.nasa.gov/content/iberian-peninsula-at-night>



De la misma manera, la obtención de biomasa a partir de la vegetación marina (Agencia de Medio Ambiente de Andalucía 1991) está siendo desarrollada para la producción de alimentos y otras aplicaciones en la industria química y farmacéutica (Figura 5).



Figura 5 (A) ejemplo de utilización de algas para la industria alimentaria; (B) ejemplos de aplicación de algas para productos farmacéuticos; (C) proceso de despesque en una salina de Chiclana de la Frontera (Cádiz). Autora: Isabel García, 2015; (D) marisqueo de moluscos en la costa de Galicia. Fuente: Faro de Vigo, 2016.

Todas estas presiones deben ser controladas por las leyes que las regulan, de manera que la utilización de los recursos naturales costeros sea sostenible y se pueda alargar en el tiempo.

Es necesario un conocimiento global de la manera óptima de explotar estos recursos, a través de la educación y concienciación de la población y de las grandes empresas.

1.5. Intrusión humana y perturbaciones

Este apartado hace referencia a los distintos deportes al aire libre y actividades de ocio (Figura 6) que tienen lugar en la franja costera, ocupada por acantilados y plataformas rocosas, así como a las instalaciones, fijas y no fijas, que necesitan estas actividades, centros de interpretación, ocupación militar y desorden civil y otras molestias e intrusiones humanas (Tabla 1). Este tipo de perturbaciones ha ocasionado un aumento de los impactos sobre los ecosistemas costeros, tanto en lo que se refiere a la biota como a la dinámica geomorfológica, además de ocasionar la fragmentación de los mismos en la mayoría de los casos.



Figura 6 Ejemplo de actividades deportivas que tienen lugar en la franja costera: *kitesurf* en la laguna costera de la playa de Valdevaqueros, Tarifa (Cádiz). Autor: Javier Calleja.

Es necesario identificar los elementos que ocasionan las presiones descritas, cartografiarlos (si se trata de estructuras fijas) e identificar si hay signos de inestabilidad. En el caso de que los haya, se propone limitar las actividades en el espacio afectado de manera que se recupere el tipo de hábitat y no se vea afectada su estructura y función.

1.6. Contaminación

La contaminación es uno de los grandes problemas que sufre el medio marino, en general, y el medio costero, en particular. Son muchas las fuentes de contaminación, y las consecuencias que están ocasionando en los tipos de hábitat marinos y costeros son casi irreparables. Existen diversas medidas que intentan mitigar los flujos de contaminación hacia estas zonas. En ese sentido, es imprescindible identificar los flujos contaminantes hacia el mar en los polígonos industriales. También se entienden como puntos de contaminación los vertederos urbanos costeros que vierten directamente al mar. En este caso, se tomarán muestras en el foco del vertido que serán analizadas químicamente para evaluar si este cumple con los requerimientos exigidos por la normativa.

Para tener un mayor control de los puntos contaminantes hay que cartografiarlos, mediante GIS, tanto en estuarios, marismas, playas, dunas, plataformas costeras y acantilados.

No hay que olvidar los puntos de contaminación ocasionados por los propios usuarios de las zonas costeras (Figura 7). La reducción de estos contaminantes pasa sin duda por una mayor educación ambiental de los habitantes y usuarios de las zonas costeras y un mayor control de estos residuos mediante la instalación de papeleras y contenedores suficientes en las zonas más presionadas.



Figura 7 Imagen de la playa de El Garxal, delta del Ebro (mayo 2018). Autor: María Aranda.

1.7. Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas

La introducción intencionada o accidental de especies invasoras causa graves daños a los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos, ya que estas pueden ocasionar desequilibrios ecológicos entre las poblaciones nativas, tales como cambios en la composición de especies y en la estructura trófica, desplazamiento de las especies nativas, pérdida de biodiversidad, reducción de la diversidad genética y transmisión de una gran variedad de enfermedades (Aguilar 2005).

Las especies invasoras, problemáticas y con modificaciones genéticas pueden representar una presión actual del tipo de hábitat, que deberá identificarse para cada zona concreta, o tratarse de una amenaza futura. En cualquier caso, la gestión de este tipo de presiones y amenazas se fundamenta en tres pilares: prevención, actuación, e información y sensibilización (Programa Andaluz para el Control de las Especies Exóticas Invasoras)⁶.

La primera de ellas se lleva a cabo con la alerta temprana y la normativa como ejes fundamentales, reduciendo la probabilidad de ocurrencia de la amenaza. En segundo lugar, se deben llevar a cabo actuaciones sobre el terreno, en las que se deben mantener los criterios fundamentales de trabajo (riesgo, impacto, oportunidad y factibilidad) incorporando herramientas que ayudan a la priorización y selección, así como a la revisión y análisis de los resultados. Por último, es necesario informar y sensibilizar a la ciudadanía y a los sectores implicados, incluyendo los resultados obtenidos sobre las actuaciones de otras comunidades autónomas y en la investigación científica desarrollada por instituciones y universidades, que trabajan continuamente en estos campos.

⁶<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta1web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=4f3c0b5c9e6f6410VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=b9c80b5c9e6f6410VgnVCM2000000624e50aRCRD>



Existe una amplia bibliografía que recoge los procedimientos de actuación, así como catálogos de las principales especies invasoras registradas en España. El Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) tiene a disposición del público los últimos planes de actuación, listas actualizadas, códigos de conducta y otros documentos de interés ante este tipo de amenazas⁷.

1.8. Alteraciones del sistema natural

Uno de los principales problemas derivados de la ocupación humana del litoral es la modificación de la escorrentía superficial, lo que genera problemas de tipo ambiental y la aceleración de los procesos erosivos. Los pequeños cauces de agua, o simplemente los que surgen en momentos de lluvia intensa, pueden ser desviados o canalizados. A consecuencia de ello, pueden desencadenarse procesos de movimiento de masas o de erosión lineal.

La propuesta de métrica para este caso es la elaboración de un mapa de drenaje potencial del área mediante herramientas GIS. Se propone cartografiar los tipos de cauces según sea su funcionamiento (estacional, episódico o permanente). Es necesario identificar los puntos de erosión y de modificación de los tipos de hábitat por eliminación de las escorrentías en los frentes rocosos. Para ello, se debe hacer un estudio comparativo de la zona a partir de ortofotografías mediante GIS.

Por otra parte, la modificación de los acuíferos y de los flujos de aguas subsuperficiales es otra variable a tener en cuenta en la modificación de los flujos hídricos costeros. La captación de agua en acuíferos próximos al mar y la modificación de la circulación hipodérmica, así como de las aguas subterráneas, conlleva graves problemas en la evolución de los ecosistemas del litoral.

Para controlar esta presión se deben medir los caudales subterráneos, haciendo un inventario de acuíferos próximos a la costa y de sus modos de vaciado hacia el mar, mediante el uso de testigos cromáticos y otros métodos registrados en la bibliografía. Se deben inventariar los pozos y traídas de aguas litorales y medir los caudales extraídos anualmente en los mismos. Debe evaluarse, así mismo, el alcance de la cuña salina en los acuíferos costeros mediante datos obtenidos en pozos, como el análisis químico de las aguas. La salinización de los acuíferos supone una fuente adicional de contaminación que incide en la calidad de las surgencias, en la fauna de los suelos, lagunas y estuarios, y que, habitualmente, es consecuencia de la sobreexplotación de los acuíferos detríticos costeros.

También se propone llevar a cabo un estudio de la circulación hipodérmica en los acantilados costeros y del potencial de filtración de los diferentes materiales calizos, silíceos o sedimentarios, enfrentando casos sin interceptación artificial aparente con otros claramente afectados por la actividad humana. Se pueden relacionar los casos afectados con desprendimientos o caídas de bloques por la saturación hídrica en el edificio rocoso.

⁷ <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/>



1.9. Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)

Estos procesos tienen que ver con los procesos abióticos naturales lentos como son la erosión, la colmatación, los hundimientos, los desprendimientos, etc. (Figura 8) y, además, con las relaciones interespecíficas de la fauna y la flora.



Figura 8 Ejemplo de desprendimiento de acantilados en la costa. Autor: María Aranda.

1.10. Catástrofes naturales y fenómenos geológicos

Se consideran catástrofes naturales y fenómenos geológicos los maremotos, terremotos, hundimientos, tormentas o inundaciones costeras (Figura 9). La probabilidad de que ocurran este tipo de fenómenos en España es muy inferior a la de otros países de nuestro entorno. No obstante, ante este tipo de amenazas, es importante contar con planes de prevención y gestión. En este caso, la transmisión de información a la ciudadanía es esencial para prevenir daños humanos, así como la formación sobre cómo actuar en el caso de que ocurra.

A nivel ecosistémico suponen una amenaza de gran intensidad ya que llevan asociada, por lo general, una destrucción del tipo de hábitat.

La prevención de este tipo de catástrofes es difícil, ya que se trata de fenómenos naturales de gran intensidad. Por el contrario, sí se pueden minimizar los riesgos asociados a través de planes de gestión y actuación ante este tipo de catástrofes naturales costeras.



Figura 9 Temporal costero en la playa de San Lorenzo, Gijón. Febrero de 2016. Fuente: extraída del diario digital 'El Comercio'.

1.11. Cambio climático

De acuerdo con los últimos informes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, del inglés *Intergovernmental Panel on Climate Change*), las tendencias climáticas actuales plantean riesgos para los sistemas humanos y naturales. Son estos últimos los que reflejan los impactos más evidentes siendo, además, unos más vulnerables que otros, como es el caso de los ambientes costeros.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)⁸ es el marco nacional de referencia para el desarrollo y la coordinación entre las administraciones públicas de las acciones de evaluación de impacto, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y su objetivo es la integración de los resultados de estas evaluaciones en la planificación y gestión de los sistemas ecológicos y los sectores socioeconómicos españoles (Losada *et al.* 2014). Según indica este último informe sobre el cambio climático en la costa española, "es de especial importancia progresar en la integración de las medidas que permitan anticipar su adaptación desde la planificación y la gestión costera, necesarias para minimizar los impactos que el cambio climático proyecta en las costas españolas".

El desarrollo socioeconómico, junto con otros factores de origen no climático como la hipoxia, desvío o variación de caudales en los ríos, retención de sedimentos o pérdida de tipos de hábitat, potencian los impactos del cambio climático en la costa. Es decir, la suma de las presiones descritas con anterioridad hace que los efectos derivados del cambio climático se potencien en las zonas costeras con efectos tales como inundaciones, retroceso de la línea de costa, cambio en la intrusión salina, etc.

⁸ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/>



Los ecosistemas costeros y, en especial, las zonas bajas como el delta del Ebro, las desembocaduras de los ríos y estuarios, y las marismas experimentarán impactos adversos como la inundación costera y la erosión debido a la subida del nivel del mar y cambios en la dirección e intensidad del oleaje.

Las playas, dunas y acantilados en erosión continuarán erosionándose debido al ascenso del nivel del mar y también, aunque en menor medida, por aumento de la intensidad del oleaje o cambios en la dirección del mismo.

Todos estos impactos pueden reducirse aplicando las correctas medidas de adaptación. La eficiencia de las opciones de adaptación al cambio climático implementadas dependerá enormemente de su interacción con las presiones que el hombre ejerza sobre la costa y sus consiguientes impactos.

Para la evaluación de estos impactos y la propuesta de medidas de adaptación y mitigación, el Tercer Programa de Trabajo del PNACC (2014-2020)⁹ plantea una serie de escenarios futuros. Estos escenarios, que se pueden consultar a través de un visor desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria)¹⁰ dentro del proyecto Cambio Climático en la Costa de España (C3E)¹¹, muestran los distintos grados de peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y consecuencias que puede ocasionar una determinada subida del nivel del mar, un cambio en las condiciones de oleaje o los daños derivados de obras marítimas y sus efectos en las playas (Figuras 10 y 11).

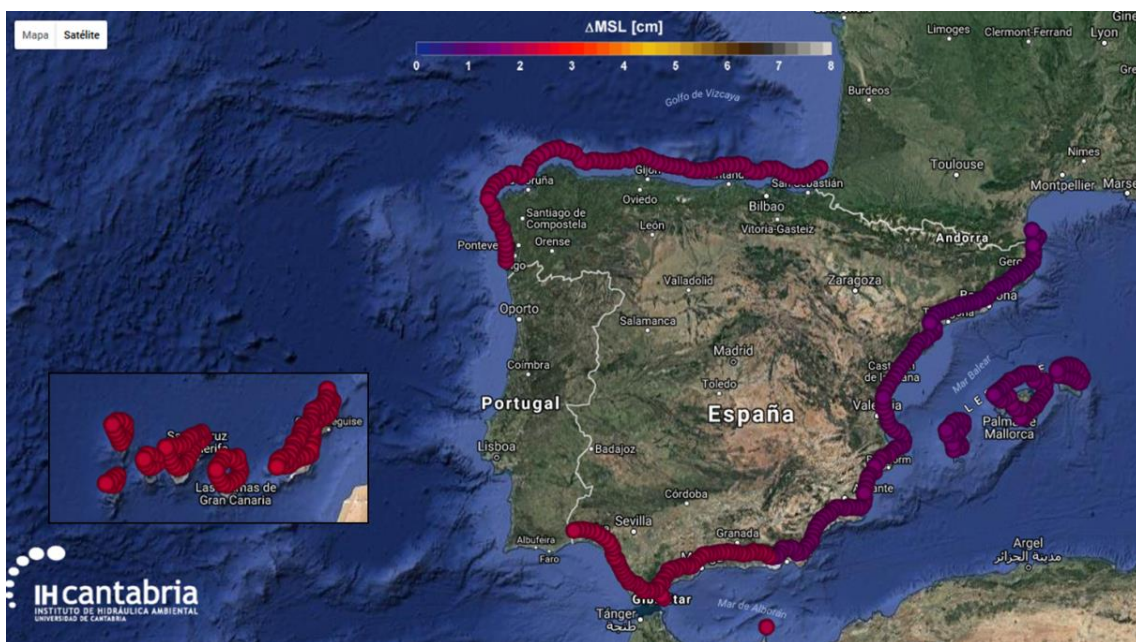


Figura 10 Proyecciones de aumento del nivel medio del mar (MSL, del inglés *marine sea level*) anual para el año 2020 en la costa española. Fuente: visor del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria).

⁹ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/3PT-PNACC-enero-2014_tcm30-70397.pdf

¹⁰ <http://www.c3e.ihcantabria.com/>

¹¹ Toda la información acerca de este proyecto se encuentra disponible en el enlace:

<http://www.ihcantabria.com/es/investigacion/clima-marino-y-cambio-climatico/item/676-visor-c3e>

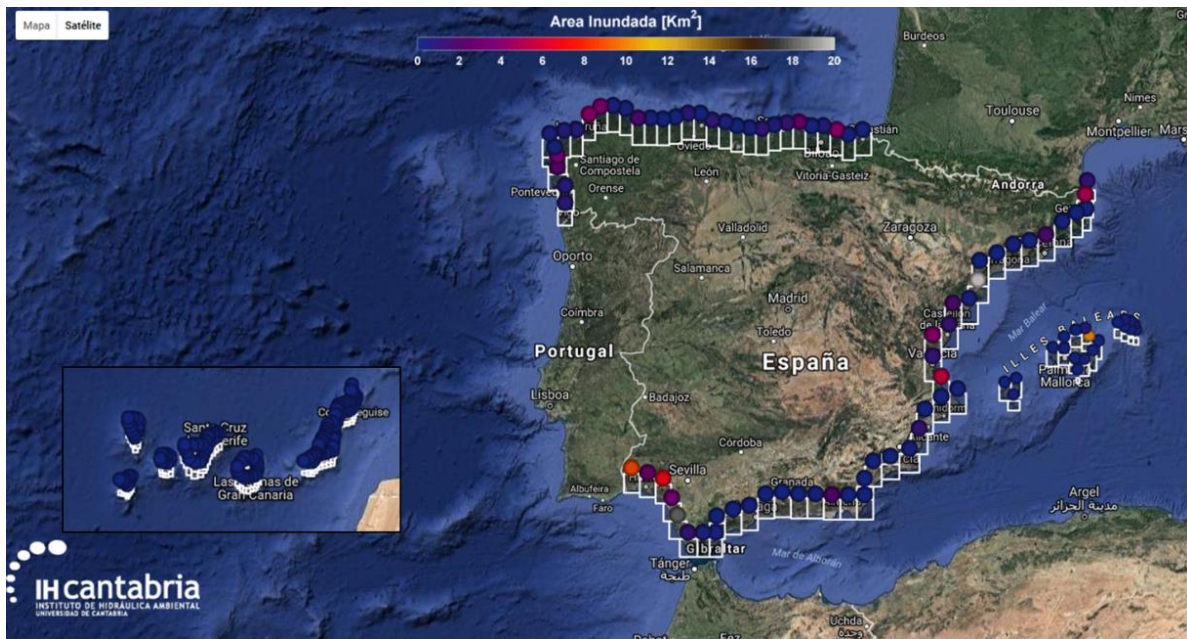


Figura 11 Consecuencias sobre los ecosistemas (área inundada en km²) de una subida del nivel del mar de 1 metro por encima de los valores actuales. Fuente: visor del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria).

Toda la información sobre el cambio climático en España se puede consultar en la página web del MITECO¹².

2. PRESIONES Y AMENAZAS PRESENTES EN CADA TIPO DE HÁBITAT

2.1. Plataformas rocosas y acantilados

La configuración de las costas rocosas, especialmente su altura y dificultad de acceso, determina que no todas las presiones y amenazas descritas para el medio costero (Tabla 1) estén presentes. En la Tabla 2 se han seleccionado aquellas de nivel 1 que, en mayor o menor medida, afectan a las plataformas rocosas y acantilados.

¹² <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/impactos-en-la-costa-espanola-por-efecto-del-cambio-climatico/>

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/z_costeras.aspx



Tabla 2 Presiones y amenazas de nivel 1 identificadas para los acantilados y plataformas rocosas según el listado utilizado para la evaluación sexenal 2007-2012 del estado de conservación de los THIC (European Commission 2011). Fuente: elaboración propia.

Nota: L= importancia baja (en verde); M= importancia media (en ámbar).

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	IMPORTANCIA DEL IMPACTO
1	C	Actividad minera y extractiva y producción de energía	Excepcional	L
1	D	Transportes y redes de comunicación	Excepcional	L
1	E	Urbanización, desarrollo residencial y comercial	Localizados	M
1	F	Uso de recursos biológicos diferentes de la agricultura y silvicultura		M
1	G	Intrusión humana y perturbaciones		L
1	H	Contaminación		M
1	I	Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas		M
1	J	Alteraciones del sistema natural		M
1	K	Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)		M
1	L	Catástrofes naturales y fenómenos geológicos		L/M
1	M	Cambio climático		M

En el caso de los acantilados y plataformas, al igual que en otros tipos de hábitat costeros, se pueden identificar los principales impactos con un seguimiento de la evolución del sistema, tal y como se ha planteado en el apartado sobre la evaluación del estado de conservación de la estructura y función (Gracia *et al.* 2019), es decir, mediante ortofotografías e inspección *in situ* de manera que se evalúen las presiones cuantificables con este tipo de técnicas (edificaciones, carreteras, erosión, etc.).

Las variables seleccionadas para realizar el seguimiento de la estructura y función de los acantilados y plataformas son las siguientes:

- Dinámica geomorfológica
 1. Erosión lineal
 2. Movimientos de masas
 3. Retroceso de la costa
- Componentes bióticos
 4. Biodiversidad
 5. Composición florística y faunística



6. Grado de naturalidad de la vegetación y la fauna
 7. Presencia de especies indicadores de calidad ambiental
 8. Cambios en la cobertura edáfica
- Componentes del suelo
 9. Profundidad del suelo
 10. Cambios físico-químicos del suelo
 11. Cambios en la temperatura del suelo
 12. Cambios en la humedad del suelo
 - Grado de antropización
 13. Actividad agraria, forestal y ganadera
 14. Grado de urbanización
 15. Cercanía de la industria y de las vías de comunicación
 16. Densidad de ocupación
 17. Cambios en el grado de accesibilidad
 18. Presencia de actividades turísticas sobre acantilados y plataformas

Como en el caso de otros ecosistemas costeros, el cálculo de las presiones y amenazas no tiene una periodicidad tan evidente como el de la estructura y función. La frecuencia de seguimiento depende de la situación en la que se encuentre el sistema. Si se trata de un sistema muy castigado, con fuerte presión antrópica y modificaciones en su estructura, se deberá tener un mayor control sobre él. Así mismo, algunas de las presiones y amenazas no afectan de manera continua a cada tipo de hábitat. En el caso de la mayoría de los acantilados, pueden darse períodos largos hasta que la presión vuelva a actuar, por lo que la evaluación de los daños causados se llevará a cabo cuando tenga lugar dicha presión. En cambio, en el caso de las plataformas rocosas, mucho más accesibles, las medidas de vigilancia pasan por velar para que la protección continúe y las presiones o amenazas a las que pueda verse sometido se reduzcan o no se produzcan.

Dicho lo anterior, hay que señalar que el seguimiento de los acantilados y plataformas rocosas requiere de la puesta en marcha de estudios que permitan conocer con exactitud el grado de incidencia de las diferentes amenazas sobre los ecosistemas. Se trata de tipos de hábitat que, por su peculiaridad, no han recibido hasta ahora la atención dispensada a otros ambientes costeros, como es el caso de playas, dunas, lagunas, etc. Ello determina que sea arriesgado cuantificar las diferentes amenazas.

2.2. Grandes calas y bahías poco profundas

La información relativa a las presiones y amenazas para las grandes calas y bahías poco profundas se puede encontrar en VV.AA. (2009).



2.3. Playas

A continuación, se indican las presiones y amenazas, de entre las descritas en la Tabla 1 ,que afectan directamente a las playas (Tabla 3).

Tabla 3 Presiones y amenazas de nivel 1 para playas según el listado utilizado para la evaluación sexenal 2007-2012 del estado de conservación de los THIC (European Commission 2011). Fuente: elaboración propia.

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	C	Actividad minera y extractiva y producción de energía
1	D	Transportes y redes de comunicación
1	E	Urbanización, desarrollo residencial y comercial
1	G	Intrusión humana y perturbaciones
1	H	Contaminación
1	I	Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas
1	J	Alteraciones del sistema natural
1	K	Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)
1	L	Catástrofes naturales y fenómenos geológicos
1	M	Cambio climático

Se pueden identificar los principales impactos con un seguimiento de la evolución del sistema, tal y como se ha planteado en el apartado sobre la evaluación del estado de conservación de la estructura y función (Gracia *et al.* 2019), es decir, a través de fotografías aéreas e inspección *in situ* de manera que se evalúen las presiones que se puedan caracterizar con este tipo de técnicas (edificaciones, carreteras, erosión, etc.).

Así, si fuera necesario, para las playas se puede ampliar el nivel de especificación para poder adecuar la evaluación a cada tipo de hábitat concreto, con desplazamientos al campo.

La Tabla 4 es una matriz de impacto de las presiones y amenazas sobre las diferentes variables de estructura y función descritas en Gracia *et al.* (2019), para las playas. No se han especificado los impactos que tienen sobre los factores de gestión y protección. Así, en el apartado de evaluación de la estructura y función de los sistemas de playa (Gracia *et al.* 2019) se han seleccionado las siguientes variables para estos tipos de hábitat:

- Factores morfosedimentarios y oceanográficos (FM)
 1. Dimensiones de la playa: anchura de la playa seca (m)
 2. Aporte sedimentario: cambios en la línea de costa (m/año, en los últimos 10 años)
 3. Rango de marea (m)
 4. Frecuencia de oleajes energéticos (%)
 5. Pedregosidad (%)



- 6. Pendiente de la playa
- Factores ecológicos (FE)
 - 7. Aportes orgánicos de origen marino (arribazones, bermas vegetales y desechos marinos acumulados)
 - 8. Densidad de infauna característica de la zona intermareal (invertebrados, artrópodos, moluscos, etc.)
- Factores de gestión (FG)
 - 9. Retirada de los desechos marinos acumulados de origen biológico
 - 10. Limpieza mecanizada de la playa
 - 11. Regeneración de la playa
 - 12. Rango de ocupación de la playa durante la época estival (%)
 - 13. Presencia de estructuras de ingeniería

Tabla 4 Matriz de impacto de las diferentes presiones y amenazas en las distintas variables de estructura y función sobre playas. Fuente: elaboración propia.

Nota: influencia baja (en verde); influencia media (en ámbar); gran influencia (en rojo). Los cuadros en blanco se deben a que la presión o amenaza no afecta a la variable en concreto.

PRESIONES Y AMENAZAS	VARIABLES							
	FM						FE	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Actividad minera y extractiva y producción de energía	Red	Red	Blanco	Blanco	Red	Red	Ambar	Ambar
Transportes y redes de comunicación	Verde	Verde	Blanco	Blanco	Ambar	Ambar	Verde	Ambar
Urbanización, desarrollo residencial y comercial	Red	Red	Blanco	Blanco	Red	Red	Ambar	Red
Intrusión humana y perturbaciones	Red	Red	Blanco	Blanco	Red	Ambar	Ambar	Red
Contaminación	Verde	Verde	Blanco	Blanco	Ambar	Verde	Red	Red
Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas	Verde	Verde	Blanco	Blanco	Verde	Verde	Red	Red
Alteraciones del sistema natural	Red	Red	Blanco	Ambar	Red	Red	Ambar	Ambar
Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)	Red	Red	Blanco	Red	Red	Red	Red	Ambar
Catástrofes naturales y fenómenos geológicos	Red	Red	Blanco	Red	Red	Red	Red	Red
Cambio climático	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar

El cálculo de las presiones y amenazas no tiene una periodicidad tan evidente como el de la estructura y función. La frecuencia del seguimiento de este tipo de factores depende de la situación en la que se



encuentre el sistema. Si se trata de un sistema muy castigado, con fuerte presión antrópica y modificaciones en su estructura se deberá tener un mayor control sobre él. Como mínimo, se plantea un seguimiento anual para evaluar si el sistema está siendo más afectado o mantiene su nivel de presión, además de identificar posibles futuras amenazas. Para ello, es necesaria la comunicación con las administraciones encargadas de las actuaciones en las playas para tener el mayor control posible de lo que allí sucede.

Así mismo, algunas de las presiones y amenazas no afectan de manera continua a cada tipo de hábitat. En algunos casos, pueden darse períodos largos hasta que la presión vuelva a actuar por lo que la evaluación de los daños causados se llevará a cabo cuando tenga lugar dicha presión. Este tipo de amenazas a medio-largo plazo deben gestionarse desde el punto de vista de la prevención.

En cambio, si se trata de un sistema con un alto grado de conservación y protección, las medidas de vigilancia pasan por velar para que esta protección continúe y las presiones o amenazas a las que pueda verse sometido se reduzcan o no se produzcan.

Hay que tener en cuenta que los cambios a corto plazo son, normalmente, debidos a la interferencia humana y son prácticamente irreversibles. Este hecho obliga a los gestores a ajustar el sistema de referencia en base a objetivos alcanzables y reales.

2.4. Dunas

A continuación, se presentan las presiones y amenazas de nivel 1 identificadas para las dunas (Tabla 5). Como ya se ha explicado anteriormente, tan solo se consideran las de nivel 1 con el fin de que los procedimientos de estimación de la intensidad se reduzcan lo máximo posible, ya que cada uno de los niveles engloba a los inferiores.

Tabla 5 Presiones y amenazas de nivel 1 para dunas según el listado utilizado para evaluación sexenal 2007-2012 del estado de conservación de los THIC (European Commission 2011). Fuente: elaboración propia.

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	D	Transportes y redes de comunicación
1	E	Urbanización, desarrollo residencial y comercial
1	G	Intrusión humana y perturbaciones
1	H	Contaminación
1	I	Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas
1	J	Alteraciones del sistema natural
1	K	Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)
1	L	Catástrofes naturales y fenómenos geológicos
1	M	Cambio climático



En el apartado de evaluación de la estructura y función de los sistemas dunares se han seleccionado las siguientes variables para estos tipos de hábitat:

- Factores morfosedimentarios (FM)
 1. Superficie del sistema dunar (ha)
 2. Longitud del sistema dunar activo (km)
 3. Anchura del sistema dunar activo (km)
 4. Tendencia costera, últimos 10 años (en m/año, avance: >0; retroceso: <0)
 5. Altura modal de las dunas del sistema dunar costero (m)
 6. Grado de fragmentación del sistema dunar (%)
 7. Porcentaje de frente dunar con escarpes erosivos
- Factores ecológicos y de cobertera vegetal (FE)
 8. Continuidad de las sucesiones vegetales
 9. Presencia de conejos
 10. Presencia de invertebrados, reptiles y nidos de aves en el sistema dunar
 11. Porcentaje de plantas con raíces expuestas
- Factores de gestión y protección (FG)
 12. Control de paso y estacionamiento de vehículos
 13. Instalación de captadores de arena en el frente dunar
 14. Control de acceso, aislamiento, cerramiento
 15. Paneles informativos (nº por cada 500 m de longitud de sistema dunar)
 16. Porcentaje del sistema dunar afectado por residuos sólidos y basuras
 17. Regeneración artificial de la playa

La Tabla 6 representa una matriz de impacto de las presiones y amenazas en las diferentes variables de estructura y función de los sistemas dunares. No se han especificado los impactos que tienen sobre los factores de gestión y protección. Las variables descritas para estos factores son medidas de gestión del entorno dunar, como por ejemplo el control de paso y estacionamiento de vehículos, la instalación de captadores de arena, el control de acceso, los paneles informativos, el porcentaje del sistema dunar afectado por residuos sólidos y basuras, o la regeneración artificial de la playa. Todas ellas medidas correctoras para mitigar el impacto que puedan producir las presiones descritas con anterioridad.



Tabla 6 Matriz de impacto de las diferentes presiones y amenazas en las distintas variables de estructura y función en sistemas dunares costeros. Fuente: elaboración propia.

Nota: influencia baja (en verde); influencia media (en ámbar); gran influencia (en rojo).

PRESIONES Y AMENAZAS	VARIABLES		FM					FE			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Transportes y redes de comunicación	Red	Red	Red	Ambar	Verde	Red	Ambar	Red	Verde	Verde	Ambar
Urbanización, desarrollo residencial y comercial	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Ambar	Red	Verde	Verde	Ambar
Intrusión humana y perturbaciones	Ambar	Ambar	Verde	Ambar	Ambar	Ambar	Red	Red	Verde	Verde	Red
Contaminación	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Ambar	Verde	Red	Ambar	Ambar	Ambar
Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Red	Verde	Red	Ambar	Ambar	Verde
Alteraciones del sistema natural	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Ambar
Procesos naturales bióticos y abióticos	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Ambar
Catástrofes naturales y fenómenos geológicos	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Ambar	Ambar	Red
Cambio climático	Ambar	Ambar	Ambar	Red	Ambar	Ambar	Red	Ambar	Ambar	Ambar	Red

En cuanto a la periodicidad, al tratarse de sistemas ligados a los anteriores, la periodicidad de cálculo es la misma a la de estos. Es necesaria una evaluación, al menos anual, del estado de los sistemas dunares, para identificar posibles nuevas presiones y proponer las medidas de gestión adecuadas para su mitigación.

2.5. Marismas

Las presiones y amenazas que afectan a los tipos de hábitat de marisma se especifican en la Tabla 7.



Tabla 7 Presiones y amenazas de nivel 1 para marismas según el listado utilizado para la evaluación sexenal 2007-2012 del estado de conservación de los THIC (European Commission 2011). Fuente: elaboración propia.

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	C	Actividad minera y extractiva y producción de energía
1	D	Transportes y redes de comunicación
1	E	Urbanización, desarrollo residencial y comercial
1	G	Intrusión humana y perturbaciones
1	H	Contaminación
1	I	Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas
1	J	Alteraciones del sistema natural
1	K	Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)
1	L	Catástrofes naturales y fenómenos geológicos
1	M	Cambio climático

Tal y como se especificó en Gracia *et al.* 2019, las variables utilizadas para la evaluación de la estructura y función en los tipos de hábitat de marismas son las siguientes:

1. Estructura física
2. Zonación de la vegetación
3. Altura de la vegetación
4. Especies características
5. Indicadores negativos
6. Otros indicadores negativos
7. Indicadores de zonas con peculiaridades
8. Indicadores físico-químicos

La intensidad del impacto de estas presiones y amenazas sobre las variables descritas se muestra en la Tabla 8.



Tabla 8 Matriz de impacto de las diferentes presiones y amenazas en las distintas variables de estructura y función en marismas. Fuente: elaboración propia.

Nota: influencia baja (en verde); influencia media (en ámbar); gran influencia (en rojo).

PRESIONES Y AMENAZAS	VARIABLES OBLIGATORIAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Actividad minera y extractiva y producción de energía	Red	Red	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar
Transportes y redes de comunicación	Red	Red	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar
Urbanización, desarrollo residencial y comercial	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Red	Red	Ambar
Uso de recursos biológicos diferentes de la agricultura y silvicultura	Ambar	Ambar	Verde	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar
Intrusión humana y perturbaciones	Ambar	Ambar	Verde	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar
Contaminación	Ambar	Ambar	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas	Verde	Verde	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Alteraciones del sistema natural	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Procesos naturales bióticos y abióticos	Verde	Verde	Red	Red	Red	Ambar	Ambar	Ambar
Catástrofes naturales y fenómenos geológicos	Red	Red	Red	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar	Ambar
Cambio climático	Red	Red	Red	Red	Ambar	Verde	Verde	Verde

La periodicidad de cálculo es anual, reduciéndose en el caso de identificación de una presión importante que modifique las condiciones del sistema.

Los efectos de estas presiones sobre las variables descritas en los tipos de hábitat de marisma son, en la mayoría de los casos, de influencia media-alta. Esto destaca la necesidad de un control exhaustivo de estos sistemas de manera que se mantenga su estructura y función y, en los peores casos, que su recuperación sea efectiva.

2.6. Marjales y lagunas costeras

Las presiones y amenazas que afectan a estos tipos de hábitat se desarrollan en Camacho *et al.* (2019).

2.7. Estuarios mareales y rías, y deltas mediterráneos

Los estuarios mareales y rías se tratan conjuntamente con los deltas mediterráneos por su semejanza como sistemas de transición. Se considera, por tanto, que en general las mismas presiones y amenazas afectan a ambos sistemas (Tabla 9).



Tabla 9 Presiones y amenazas de nivel 1 para estuarios mareales y rías, deltas mediterráneos y grandes calas y bahías poco profundas según el listado utilizado para la evaluación sexenal 2007-2012 del estado de conservación de los THIC (European Commission 2011). Fuente: elaboración propia.

Nota: influencia baja (en verde); influencia media (en ámbar); gran influencia (en rojo).

NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	C	Actividad minera y extractiva y producción de energía
1	D	Transportes y redes de comunicación
1	E	Urbanización, desarrollo residencial y comercial
1	F	Uso de recursos biológicos diferentes de la agricultura y silvicultura
1	G	Intrusión humana y perturbaciones
1	H	Contaminación
1	I	Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas
1	J	Alteraciones del sistema natural
1	K	Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)
1	L	Catástrofes naturales y fenómenos geológicos
1	M	Cambio climático

En este caso, dada la amplia cantidad de indicadores descritos, la matriz de impacto (Tabla 10) de las presiones y amenazas identificadas se realiza para los elementos de calidad a nivel general:

1. Elementos de calidad biológicos:
 - 1.1. Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton.
 - 1.2. Composición y abundancia de otro tipo de flora acuática.
 - 1.3. Composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados.
 - 1.4. Composición y abundancia de la fauna ictiológica.
2. Elementos de calidad químicos y físico-químicos de soporte a los elementos de calidad biológicos:
 - 2.1. Generales: transparencia, condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes.
 - 2.2. Contaminantes específicos vertidos en cantidades significativas.
3. Elementos de calidad hidromorfológicos de soporte a los elementos de calidad biológicos:
 - 3.1. Condiciones morfológicas: variación de la profundidad; cantidad, estructura y sustrato del lecho y estructura de la zona de oscilación de la marea.
 - 3.2. Régimen de mareas: flujo de agua dulce y exposición al oleaje.



Tabla 10 Matriz de impacto de las diferentes presiones y amenazas en las diferentes variables de estructura y función para estuarios, deltas mediterráneos y grandes calas y bahías poco profundas. Fuente: elaboración propia.
Nota: influencia baja (en verde); influencia media (en ámbar); gran influencia (en rojo).

PRESIONES Y AMENAZAS	ELEMENTOS DE CALIDAD											
	1	1.1	1.2	1.3	1.4	2	2.1	2.2	3	3.1	3.2	
Actividad minera y extractiva y producción de energía	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Transportes y redes de comunicación	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green
Urbanización, desarrollo residencial y comercial	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green
Uso de recursos biológicos diferentes de la agricultura y silvicultura	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Intrusión humana y perturbaciones	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green
Contaminación	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green
Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Alteraciones del sistema natural	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Procesos naturales bióticos y abióticos	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Catástrofes naturales y fenómenos geológicos	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Cambio climático	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red

Por regla general, la mayoría de las presiones presentan altas intensidades de impacto en estos sistemas. Además, dada su enorme complejidad y la gestión incompleta de los subsistemas que los componen, se propone un seguimiento más continuado para estos sistemas tan oscilantes, de manera que se propongan medidas de gestión adecuadas y con una perspectiva integral (biológica, química, física y geológica o geomorfológica).



3. REFERENCIAS

- Agencia de Medio Ambiente de Andalucía. 1991. Recursos Naturales de Andalucía. Junta de Andalucía. Sevilla. pp. 126-127.
- Aguilar V. 2005. Especies invasoras: una amenaza para la biodiversidad y el hombre. CONABIO. Biodiversitas: 7-10.
- Aranda M, Gracia F J & Pérez-Alberti A (coords.). 2019. Selección y descripción de variables que permitan diagnosticar el estado de conservación de la 'Estructura y función' de los diferentes tipos de hábitat costeros. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 132 pp.
- Camacho A, Ferriol C, Santamans A C, Morant D, Camacho-Santamans A, Picazo A, Rochera C. 2019. Descripción de procedimientos para estimar las presiones y amenazas que afectan al estado de conservación de cada tipo de hábitat lenítico de interior. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid.
- De Andrés M, Barragán J M & García-Sanabria J. 2017. Relationships between coastal urbanization and ecosystems in Spain. Cities. 68: 8-17.
- European Commission. 2011. Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive. Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012. Final version, July 2011. Compiled by Evans D & Arvela M. European Topic Centre on Biological Diversity. <https://circabc.europa.eu/sd/a/2c12cea2-f827-4bdb-bb56-3731c9fd8b40/Art17-Guidelines-final.pdf>.
- Fundación BBVA. 2010. La población en España: 1900-2009. Cuadernos Fundación BBVA, serie Población, nº 51. Madrid. 16 pp.
- Losada I, Izaguirre C & Diaz P. 2014. Cambio climático en la costa española. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 133 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010. Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 4. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 133 pp.
- VV.AA. 2009. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_tip_hab_esp_bases_eco_preliminares.aspx.