



ESTRATEGIA MARINA
DEMARCACIÓN MARINA NORATLÁNTICA
PARTE IV. DESCRIPTORES DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL
DESCRIPTOR 6: FONDOS MARINOS
EVALUACIÓN INICIAL Y BUEN ESTADO AMBIENTAL



Madrid, 2012



ESTRATEGIAS MARINAS: EVALUACIÓN INICIAL, BUEN ESTADO AMBIENTAL Y OBJETIVOS AMBIENTALES

AUTORES DEL DOCUMENTO

Instituto Español de Oceanografía:

- Alberto Serrano
- Antonio Punzón
- Olvido Tello

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- José Manuel González-Irusta

CARTOGRAFÍA DIGITAL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

Olvido Tello

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Carolina Sánchez
- Carmen Díaz
- Colaboración: Nuria Hermida Jiménez y Elena Pastor Garcia, en el marco del proyecto IDEO (Infraestructura de Datos Espaciales) del IEO, han participado en la elaboración, corrección y actualización de capas GIS que fueron utilizadas en la elaboración de la cartografía para los diferentes descriptores.

COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

Demetrio de Armas

Juan Bellas

COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (DIVISIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)

José Luis Buceta Miller

Felipe Martínez Martínez

Ainhoa Pérez Puyol

Sagrario Arrieta Algarra

Jorge Alonso Rodríguez

Ana Ruiz Sierra

Javier Pantoja Trigueros

Mónica Moraleda Altares

Víctor Escobar Paredes



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-12-175-8



DESCRIPTOR 6: FONDOS MARINOS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR.....	2
1.1.	Interpretación del descriptor. Criterios e indicadores aplicables. Ámbito y limitaciones. Escala espacial y temporal. Nexos y solapamiento con otros descriptores de estado ambiental. Principales presiones e impactos.....	2
1.2.	Fuentes de información. Legislación y convenios internacionales relacionados con el descriptor. Programas de seguimiento.....	15
2.	EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL	16
2.1.	Conceptos clave.....	16
2.2.	Elementos de evaluación.....	16
2.3.	Determinación de niveles de referencia o de base.....	19
2.4.	Evaluación del estado actual. Principales actividades, presiones e impactos	19
2.5.	Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento	32
2.5.1.	Lagunas de información y conocimiento	33
2.5.2.	Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento.....	35
3.	DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL	38
	Referencias.....	39



1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR

1.1. Interpretación del descriptor. Criterios e indicadores aplicables. Ámbito y limitaciones. Escala espacial y temporal. Nexos y solapamiento con otros descriptores de estado ambiental. Principales presiones e impactos

1.1.1. Interpretación del descriptor

La Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (DMEM) y la Ley de Protección del Medio marino establecen para este descriptor la siguiente definición:

“La integridad de los fondos marinos se encuentra en un nivel que garantiza que la estructura y las funciones de los ecosistemas están resguardadas y que los ecosistemas bentónicos, en particular, no sufren efectos adversos”

La interpretación de los términos que contiene dicho descriptor se desarrolló en el Grupo de Trabajo 6 de la DMEM, organizado por el JRC y el ICES, y se encuentra recogida en su informe conjunto (Rice et al., 2010), desarrollados también en una publicación científica paralela (Rice et al, 2012).

El término “fondos marinos” incluye tanto la estructura física como la composición biótica de las comunidades bentónicas. En este sentido son de especial relevancia aquellos organismos bioconstructores o generadores de hábitats que modifican la estructura de los fondos marinos (Buhl-Mortensen et al, 2010).

La expresión “integridad” hace referencia a la preservación de la conectividad espacial, a que los hábitats no estén artificialmente fragmentados, y al funcionamiento natural de los procesos de los ecosistemas. Áreas de alta integridad respecto a ambas propiedades son consideradas “resilientes”, o dicho de otra forma, áreas donde las actividades humanas llegan sólo a producir alteraciones no permanentes, sin que el daño se transmita a través de los componentes del ecosistema. En ese sentido, “no sufrir efectos adversos” significa que los impactos existen, pero que son sostenibles para los niveles naturales de diversidad y productividad, y los procesos no están degradados.

Ya en el documento del grupo de trabajo (Rice et al, 2010) se reconoce que existe una gran incertidumbre científica sobre muchos aspectos de la ecología bentónica y de las tolerancias de los ecosistemas bentónicos a las perturbaciones, que se añade a la diversidad de características que presentan tanto los ecosistemas bentónicos como las presiones humanas. Por tanto, la evaluación del BEA requiere de la integración de estudios locales donde se refleje la distribución en mosaico de los ecosistemas bentónicos y de las presiones, siendo las escalas regionales demasiado amplias para el cumplimiento de los objetivos.

Las limitaciones de información disponible sobre características de los fondos, bióticas y abióticas, de la tipología y distribución espacial de las presiones, y de las respuestas de los



organismos bentónicos a esas presiones, han obligado a una limitación equivalente en el enfoque de este descriptor. Siguiendo los pasos del documento de trabajo citado (Rice *et al*, 2010) la medida del BEA para la “integridad de los fondos marinos” sigue los tres siguientes pasos:

- Identificación de las estructuras ecológicas y funciones de especial importancia: en nuestro caso identificación de los fondos marinos ocupados por hábitats considerados biogénicos o de especial vulnerabilidad, a partir de la lista de todos los hábitats obtenida en el descriptor 1.
- Identificación de las presiones humanas cuyos impactos pueden alcanzar niveles que degraden el estado ambiental. Se ha hecho especial hincapié en las actividades pesqueras. Además se ha recopilado toda la información disponible sobre otras presiones (sellado, modificación de la sedimentación, modificación del perfil de fondo, extracción selectiva).
- Para los diferentes componentes del ecosistema y presiones, se ha realizado una identificación de atributos e indicadores para evaluar el estado. Se han desarrollado indicadores basados en el área de cobertura de los hábitats, como el porcentaje de área afectado por presiones. En los indicadores derivados de la especie y/o especies bioconstrutoras, se han utilizado diversos índices incluyendo índices ecológicos (riqueza y diversidad).

1.1.2. Criterios e indicadores aplicables

A partir de las conclusiones de los Grupos de Trabajo organizados por JRC e ICES para los diferentes descriptores incluidos en la DMEM, y de las consultas a los organismos competentes y convenciones marinas regionales, la Comisión Europea publicó la Decisión 2010/477/UE de septiembre de 2010. En ella se establecieron los criterios y estándares metodológicos a considerar en relación con el buen estado ambiental (BEA). Según dicho documento, para el Descriptor 6, deberían tenerse en cuenta dos criterios y seis posibles indicadores:

Criterio 6.1. Daños físicos en relación con las características del sustrato

Su objetivo es evaluar la magnitud de los impactos producidos por las actividades humanas en los sustratos del fondo marino que estructuran los hábitats bentónicos. Entre los distintos tipos de sustratos, los biogénicos (producidos por la acción de un organismo vivo), que son los más sensibles a las perturbaciones físicas, desempeñan una serie de funciones que sirven de apoyo a los hábitats y comunidades bentónicas.



Indicador 6.1.1. Tipo, abundancia, biomasa y extensión del sustrato biogénico relevante.

- Indicador principal: porcentaje de área ocupada por sustrato biogénico
 - Indicador secundario: frecuencia de ocurrencia de cuadrículas ocupadas por sustrato biogénico (en caso de que no se disponga de cartografiados continuos)
- Indicador principal: área ocupada por cada tipo de hábitat biogénico/vulnerable
 - Indicador secundario: frecuencia de ocurrencia por cuadrícula de cada hábitat biogénico/vulnerable (en caso de que no se disponga de cartografiados continuos)
- Indicador principal: biomasa por unidad de superficie de la especie estructurante /bioconstructora por hábitat

Este criterio se ha abordado en coordinación con el descriptor 1 (criterios 1.4 y 1.5), como área de distribución de aquellos hábitats listados como vulnerables en directivas, convenios y comisiones. Por tanto se ha identificado “sustrato biogénico relevante” con “hábitats biogénicos” e incluyendo una dimensión de conservación, aquellos incluidos en directivas (en la Demarcación Noratlántica: Convenio OSPAR y Directiva de Hábitats principalmente).

Como resultado del Descriptor 1- Nivel de hábitats, se ha generado una lista de hábitats presentes en la demarcación (ver Anexo V- Fichas de hábitats, del Documento D1), incluidos los biogénicos. La información disponible de cada hábitat es muy variable (ver apartado 1.2), por lo que sólo en algunos hábitats se dispone de información sobre tipo, abundancia, biomasa y extensión.

Indicador 6.1.2. Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos.

- Indicador principal: porcentaje de área ocupada por cada tipo de hábitat biogénico/vulnerable afectado por impactos significativos de una presión determinada.
 - Indicador secundario: porcentaje de cuadrículas del hábitat biogénico/vulnerable (en caso de que no se disponga de cartografiados continuos) afectadas por impactos significativos de una presión determinada.

De aquellos hábitats de los que se dispone de área de distribución, se evalúa la superficie de solapamiento con el área de afección de presiones e impactos humanos. Se ha definido una gradación en los niveles de presión, y se han identificado aquellos niveles que se considera afectan de manera significativa. La principal presión son las actividades pesqueras, y es de la que se tiene más información espacial a través de las “cajas azules” o VMS (*Vessel Monitoring by Satellite*).



Criterio 6.2. Estado de la comunidad bentónica

Las características de la comunidad bentónica, la composición por especies, la composición por tallas o los rasgos funcionales, ofrecen una indicación importante del potencial de buen funcionamiento que tiene el ecosistema. La información necesaria sobre la estructura y la dinámica de una comunidad se obtendrá, según proceda, midiendo: su diversidad de especies; su productividad (abundancia o biomasa); el predominio en ella de taxones y taxocenosis tolerantes o sensibles; y su composición por tallas, reflejada en la proporción de individuos pequeños y grandes.

Indicador 6.2.1. Presencia de especies particularmente sensibles y/o tolerantes

La sensibilidad o tolerancia de las especies es diferente para cada impacto. En los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios la principal presión es la pesca de arrastre. Existe abundante información disponible sobre los efectos del arrastre en los ecosistemas bentónicos (al nivel de comunidad, poblaciones y/o individuos), realizadas en su mayoría en otras zonas (i.a. Collie et al, 1997; Kaiser et al, 1998; Bergman, 2000; Allen & Clarke, 2007; Puig *et al.*, 2012) pero también en la demarcación Noratlántica (Serrano *et al.*, 2011; González-Irusta *et al.*, en prensa). No obstante, la mayor parte de índices biológicos propuestos para los ecosistemas marinos han sido desarrollados para cuantificar el efecto de diversos gradientes de polución sobre las zonas infralitorales e intermareales en estuarios y áreas costeras (Juan y Demestre, 2012), y no son universalmente aplicables, puesto que los organismos no son igualmente sensibles a distintas perturbaciones y pueden responder de manera diferenciada (Dauvin, 2007). De esta forma, aunque se tiene un conocimiento amplio sobre los impactos directos e indirectos de las artes de arrastre, apenas existen índices que permitan cuantificar este impacto. Recientemente, Juan y Demestre (2012) han propuesto un índice específico para la cuantificación de los impactos de las artes de arrastre en los ecosistemas bentónicos. No obstante, este índice no ha podido ser aplicado en esta evaluación inicial, debido al escaso tiempo transcurrido desde su publicación. En futuras evaluaciones, éste y otros índices que puedan desarrollarse serán de gran interés y deberán ser utilizados para medir el impacto de esta importante alteración antropogénica.

- Indicador: Biomasa de la especie estructurante

Por lo antes expuesto, como indicador principal empleado en el análisis de este criterio se ha utilizado el de la biomasa de la especie estructurante. Esta información es abundante (tanto en el espacio como en el tiempo) en el caso de los hábitats de fondos blandos circalitorales y batiales, pero no lo es tanto en los fondos duros de cualquier profundidad o en fondos blandos infralitorales.

Indicador 6.2.2. Índices multimétricos que evalúen el estado y funcionalidad de la comunidad bentónica

- Indicador: índice de riqueza (nº de especies) por hábitat
- Indicador: índice de diversidad de Shannon por hábitat (descrito en el Descriptor 1)



Realmente estos índices no son multimétricos, sino métricas simples. Pero la ausencia de un consenso sobre la efectividad de los índices multimétricos existentes para todas las presiones y hábitats y la falta de información base ha obligado a la utilización de estas métricas. Estos indicadores se han calculado para aquellos hábitats de los que se dispone de más información, principalmente los circalitorales y batiales sedimentarios, aunque también en algunos casos para comunidades infralitorales. Además, al igual que ocurría con el sub-criterio 6.2.1., el uso de indicadores multimétricos que permitan evaluar el estado de la comunidad bentónica es de gran interés.

La reciente aplicación de la Directiva Marco del Agua ha permitido el desarrollo de numerosos estudios sobre el estado de las comunidades bentónicas del intermareal y de los fondos infralitorales españoles, incluyendo varios trabajos en la demarcación Noratlántica (Muxika et al, 2007; De Paz et al, 2008; Puente y Díaz, 2008; Guinda et al, 2008), que incluyen índices multimétricos (AMBI, M-AMBI, CFR). En Borja *et al.* (2011) figura una primera aproximación a la aplicación del M-AMBI a la DMEM, aplicada a tres estaciones en la costa vasca. En la presente memoria de Evaluación inicial se ha incluido los principales resultados obtenidos fruto de la evaluación de los elementos de macroalgas-angiospermas y macroinvertebrados bentónicos en las aguas costeras a través de los diversos índices citados.

- Indicador: CFR (“Calidad de los fondos rocosos”) para macroalgas del intermareal
- Indicador: M-AMBI (“Multivariate AZTI marine biotic index”) para macroinvertebrados bentónicos de fondos blandos infralitorales.

No obstante, estos valores de evaluación se han mostrado a título informativo, ya que: i) la clasificación de las especies según criterios de sensibilidad a otras presiones depende de una información que se encuentra dispersa entre administraciones y organismos de investigación, sin que se disponga de datos o estudios continuos en el espacio o en el tiempo; ii) Estos trabajos tenían como objetivo evaluar el estado de las masas de agua que define la DMA y no el estado de los hábitats presentes en cada demarcación por lo que su uso en la Estrategia Marina no es sencillo y presenta numerosas dificultades metodológicas pendientes aún de resolución.

Indicador 6.2.3. Proporción de biomasa o número de individuos en el macrobentos por encima de una determinada longitud/talla

No aplicable por falta de información. En los programas de seguimiento nacionales no se incluyen medidas de tallas de invertebrados bentónicos, excepto en algunos grupos faunísticos de interés comercial. Por ello, sólo se tiene información sobre algunos ecotipos (crustáceos, moluscos) en algunos hábitats.



Indicador 6.2.4. Parámetros que describan las características (forma, pendiente y ordenada en el origen) del espectro de talla de la comunidad bentónica.

No aplicable por falta de información. No existen tomas de datos continuas de tallas de todos los componentes del dominio bentónico.

1.1.3. Ámbito y limitaciones

El Descriptor 6 se aplica a todos los fondos marinos, dentro del ámbito geográfico de la Directiva 2008/56/CE. Las limitaciones en la aplicación provienen de la información disponible, que será la que determine los indicadores que sea más adecuado utilizar.

El ámbito geográfico de esta evaluación para la demarcación Noratlántica son las aguas jurisdiccionales de la costa norte española desde la frontera con Portugal (41,87ºN, 8,89ºO) hasta la frontera con Francia (43,42ºN, 1,79ºO). El ámbito batimétrico es desde el dominio intermareal superior hasta el batial. Se dispone de poca información a profundidades superiores a los 1000 m, por tanto sólo se analizará hasta el talud superior.

La información más continua de la que se dispone es sobre el circalitoral y batial sedimentario, siendo más escasa y dispersa en el tiempo y en el espacio la de fondos rocosos (a cualquier profundidad). La información sobre fondos intermareales e infralitorales de cualquier sustrato aún no siendo escasa, es muy dispersa, y por tanto heterogénea en cuanto a su escala y precisión.

1.1.4. Escala espacial y temporal

La escala espacial utilizada ha sido diferente en función de la información disponible. En los hábitats del circalitoral y batial sedimentario se ha utilizado una malla de de 5 x 5 millas, mientras que para el resto de hábitats la escala es variable y cambia en función del tipo de información espacial existente.

En hábitats circalitorales y batiales la escala temporal es desde 1992 hasta la actualidad (2010). Se han utilizado los últimos 5 años para determinar el estado actual y toda la serie para determinar niveles de referencia.

En Rice *et al.* (2010) se destaca que la escala de evaluación del estado ambiental es problemática debido a la distribución en mosaico, o parcheada, de los hábitats, de las actividades humanas, de los impactos que producen las segundas en los primeros (normalmente con gran variabilidad local), y de los sistemas de seguimiento de los fondos marinos.



1.1.5. Nexos y solapamientos con otros descriptores

Existe un alto grado de solapamiento entre el descriptor 6 y los criterios de diversidad de hábitat del D1 (1.4, 1.5 y 1.6).

Los criterios de estado (p.e. 6.2- Estado de la comunidad bentónica) están relacionados con todos los descriptores de presión.

El criterio 6.1.2 (Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos) está relacionado con los criterios 1.5.1, 1.6 y 6.2.

Existe un nexo entre los descriptores que hacen referencia a hábitats (D1 y D6) y el D7 (7.2.1- Extensión espacial de los hábitats afectados por alteraciones permanentes, y 7.2.2- Cambios en los hábitats y, en especial, en las funciones que en ellos se desarrollan...).

La integridad de los fondos marinos puede verse alterada por la presencia de basuras y residuos de origen antrópico, por lo que también habría un solapamiento entre este descriptor y el descriptor 10.

1.1.6. Principales presiones e impactos

En los fondos sedimentarios de más de 100 m de profundidad de la demarcación Noratlántica la principal presión sobre los hábitats biogénicos son las actividades pesqueras, especialmente la pesca de arrastre de fondo. A menor profundidad, otras presiones cobran más relevancia, con impactos identificables a escala regional o local.

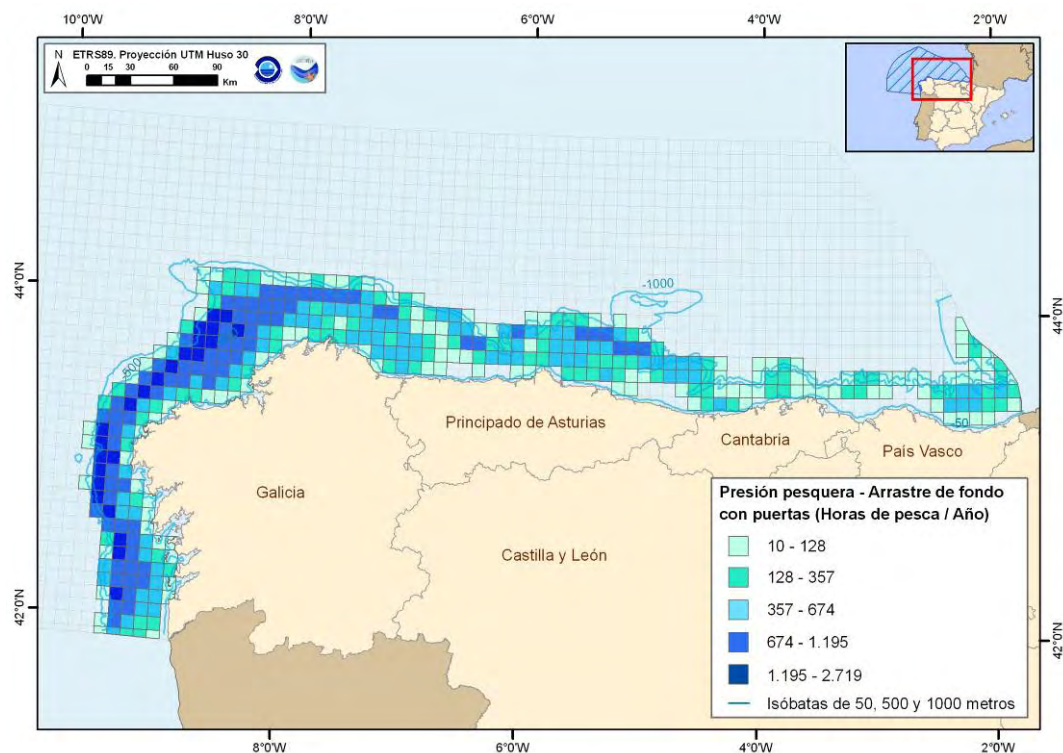
Presión pesquera

La diversidad topográfica y geográfica de la demarcación Noratlántica con plataformas estrechas y expuestas como la del mar Cantábrico, otras más anchas como la plataforma gallega, y áreas protegidas y amplias como las “ríaas” gallegas, ha dado lugar al desarrollo de gran diversidad de pesquerías. La pesca puede afectar a los hábitats bentónicos eliminando o dañando a los organismos sésiles en la zona de contacto con el arte, o afectando tanto al epibentos como al bentos infaunal si se produce remoción del sedimento. Los impactos más serios son los producidos por los artes de arrastre y las dragas, siendo menos relevante la importancia de los artes fijos de enmalle o palangre, y prácticamente inexistente la de los de superficie (salvo que sea necesario mantenerlos fijos al fondo). El otro efecto que pueden tener los impactos sobre los hábitats bentónicos, es la posible alteración del sedimento y la resuspensión de partículas contaminantes o ricas en nutrientes. Existen numerosas descripciones sobre los efectos en los ecosistemas de las actividades pesqueras, p.e. los volúmenes de revisión Lindeboom & de Groot (1998) y Kaiser y de Groot (2000), pero son más escasas en la demarcación Noratlántica (Serrano *et al*, 2011; González-Irusta *et al*, en prensa).

En los fondos sedimentarios de más de 100 m de profundidad, la principal presión es la ejercida por la flota de arrastre. Esta flota está constituida por 146 embarcaciones censadas (media), y trabajan principalmente con aparejos de arrastre con puertas y a la pareja. En el



primero de los casos, pueden usarse refuerzos especiales en el aparejo que les permite su utilización en zonas más duras (actualmente la pesca con "tren de bolos" está prohibida). Como media anual (período 2004-2006), la flota de la modalidad de arrastre de fondo con puertas estuvo compuesta por 87 barcos que ejercieron un esfuerzo de 16872 días de pesca y declararon un desembarco de 39258 t. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado por cada embarcación, las características técnicas medias de esta flota fueron de 27,9 m de eslora total, 137,5 TRB de arqueo y 313,2 kW de potencia. La distribución geográfica del esfuerzo se extiende desde el País Vasco hasta la frontera galaico-portuguesa, observándose las mayores concentraciones en aguas del norte y oeste de la plataforma continental gallega, siendo máxima en las aguas frente a Coruña (Figura 1).



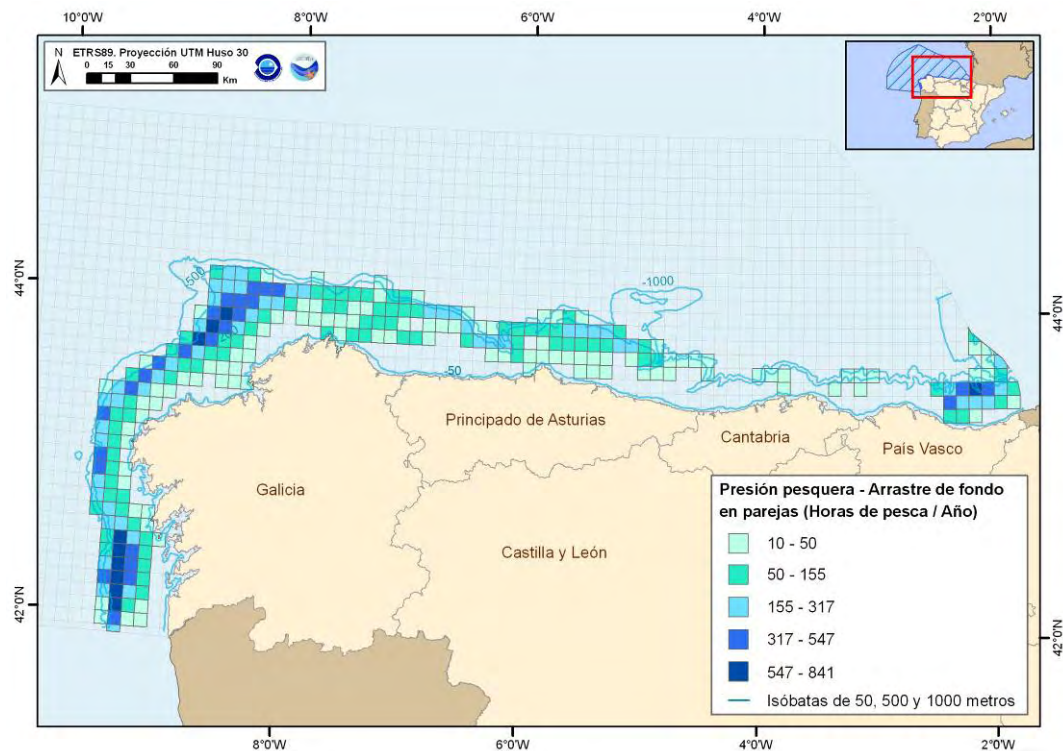


Figura 2. Distribución geográfica del esfuerzo de arrastre con parejas.

La flota de la modalidad de arrastre de fondo en pareja estuvo compuesta por 53 barcos (2004-2006) que ejercieron un esfuerzo de 8396 días de pesca de media por año, y declararon un desembarco de 28987 t. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de esta flota fueron de 27,6 m de eslora total, 144,3 TRB de arqueo y 336,5 kW de potencia. La distribución geográfica del esfuerzo se extiende desde la frontera con Francia hasta Portugal, observándose mayores concentraciones en la plataforma continental situada frente a la costa de Coruña y Vigo (Figura 2).

Los enmalles y palangres tienen posibilidad de ser "calados" en una mayor diversidad de sustratos que en el caso de los arrastres, pudiendo ser fijados en zonas más duras y de ecotono entre fondo sedimentario y rocoso, incluso sobre sustrato rocoso en función de los elementos y construcción del aparejo. Los impactos principalmente vienen derivados de los bloques utilizados para la fijación de los aparejos de pesca, y por los efectos que puedan tener los artes de pesca perdidos, sobre todo los enmalles (pesca fantasma).

La flota de la modalidad de palangre de fondo estuvo compuesta por 50 barcos que ejercieron un esfuerzo de 3965 días de pesca y declararon un desembarco de 1178 t. En este censo sólo se han tenido en cuenta las embarcaciones que están obligadas a declarar libros de pesca. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de esta flota fueron de 15,8 m de eslora total, 24,1 TRB de arqueo y 113,9 kW de potencia. La distribución geográfica del esfuerzo se extiende desde el golfo de Vizcaya hasta Portugal, observándose las mayores concentraciones al norte de Galicia y Asturias (Figura 3).

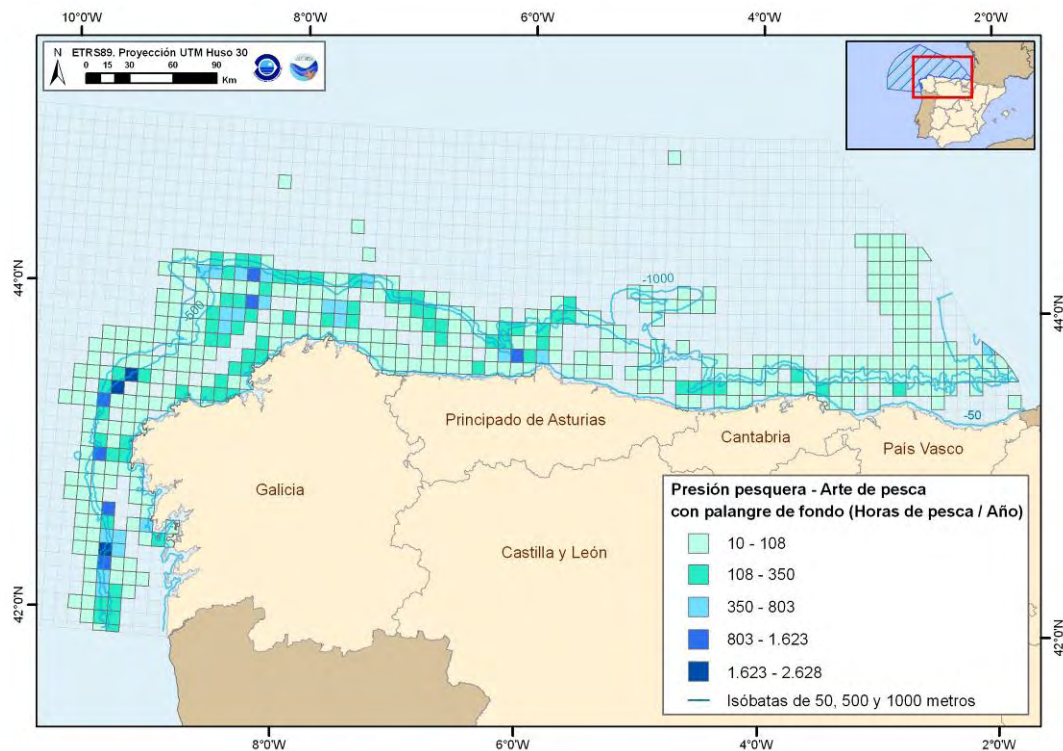


Figura 3. Distribución geográfica del esfuerzo con palangre de fondo.

Las flotas de enmalle (las que están obligadas a declarar libros de pesca) operan con dos aparejos, el rasco (dirigido a la pesca del rape, *Lophius spp*) y la volanta (dirigido a la pesca de la merluza, *Merluccius merluccius*). La flota de la modalidad de enmalle de fondo tipo “volanta” está formada por 49 barcos de media (2004-2006). El número de días de pesca fue de 5226 y declararon un desembarco de 1372 t. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de esta flota fueron 17,6 m de eslora total, 26,7 TRB de arqueo y 125,5 kW de potencia. La distribución geográfica del esfuerzo se extiende desde Santander al Cabo Finisterre, observándose las mayores concentraciones en aguas al norte de Galicia y Asturias (Figura 4).

Para el periodo 2004-2006, la media anual de flota de enmalle de fondo tipo “rasco” estuvo compuesta por 29 barcos. Ejercieron un esfuerzo de 2055 días de pesca y declararon un desembarco de 603 t. Una vez ponderadas al esfuerzo realizado, las características técnicas medias de esta flota fueron 16,6 m de eslora total, 28,6 TRB de arqueo y 130,9 kW de potencia. La distribución geográfica del esfuerzo muestra que la actividad de esta flota se concentra casi en su totalidad en aguas del Cantábrico, siendo prácticamente nula en la plataforma gallega.

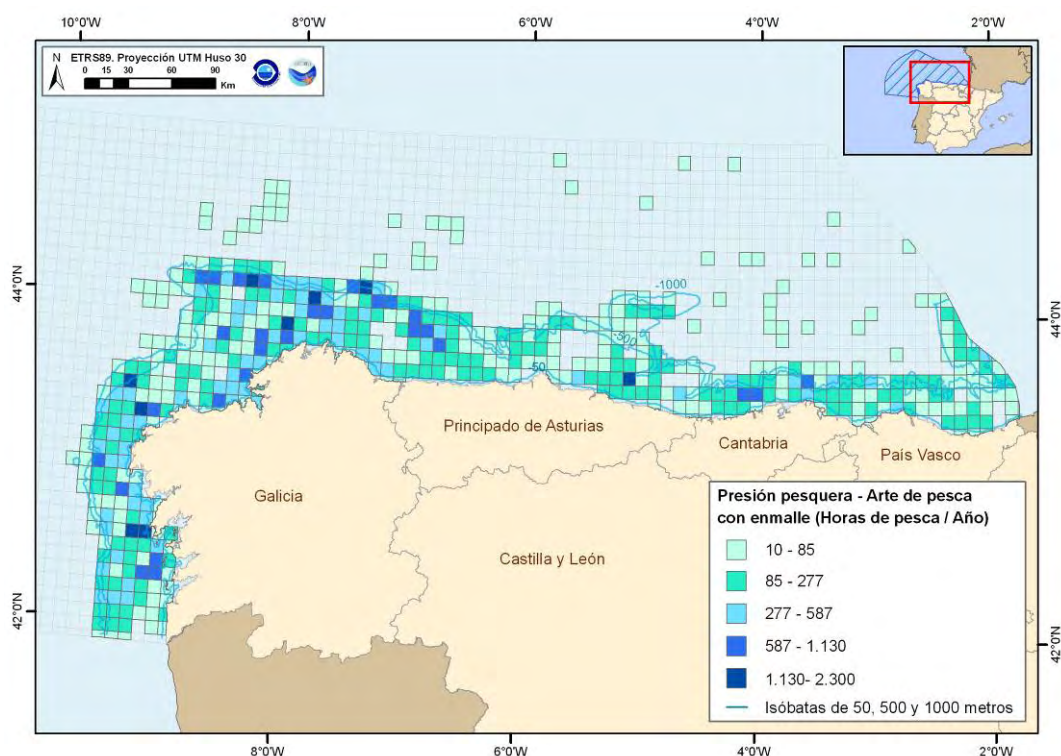


Figura 4. Distribución geográfica del esfuerzo con arte de enmalle (volanta y rasco conjuntamente)

Otra actividad de pesca importante en la zona de estudio pero con impacto escaso en los hábitats bentónicos son las llevadas a cabo por las flotas de cerco. De forma excepcional este aparejo puede ser utilizado en fondos muy someros y largarse el aparejo contra el fondo, y por lo tanto ejercer un impacto sobre los hábitats asociados. La media anual (2004-2006) estuvo compuesta por 325 barcos que ejercieron un esfuerzo de 20239 días de pesca y declararon un desembarco de 56456 t. Las características técnicas medias de esta flota fueron de 20 m de eslora total, 48,4 TRB de arqueo y 200,9 kW de potencia. No obstante, se observan grandes diferencias entre las características técnicas de los barcos de Galicia (17 m, 29,0 TRB y 153,9 kW) y los del País Vasco y Cantabria (27 m, 93,7 TRB y 306,3 kW). La distribución geográfica del esfuerzo indica que la zona de máximo esfuerzo es al sur de Cabo Finisterre, aunque su actividad se distribuye de forma muy homogénea en toda la demarcación (Figura 5).

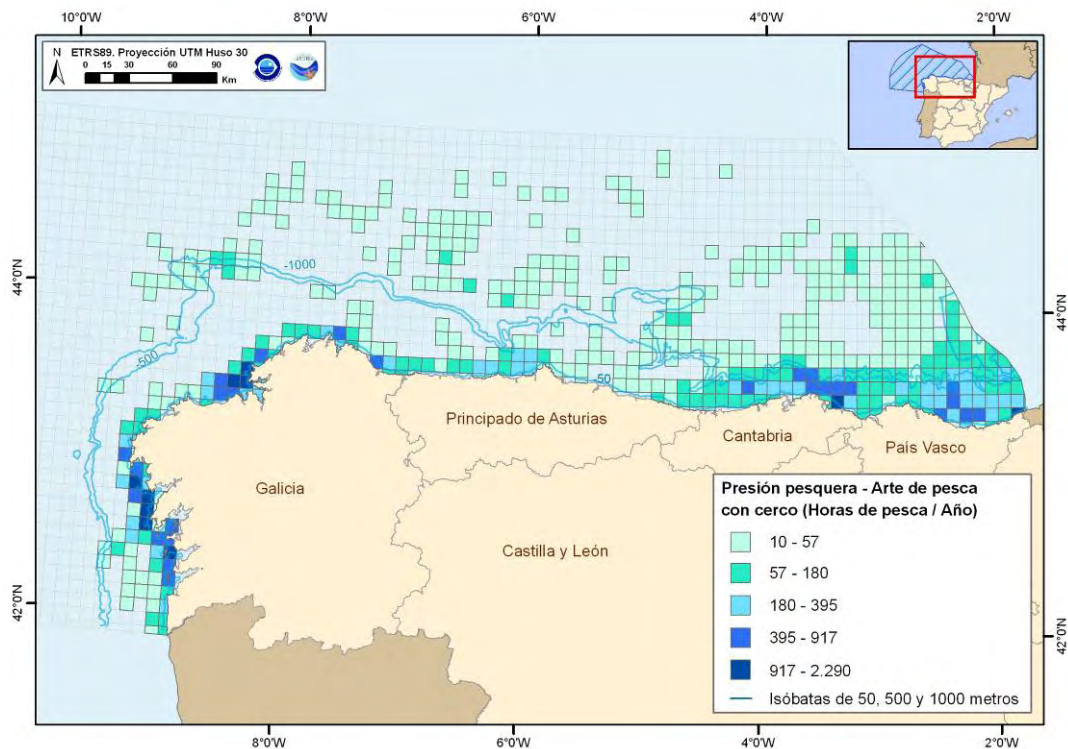


Figura 5. Distribución geográfica del esfuerzo con arte de cerco.

Una parte importante de la flota está formada por las embarcaciones censadas como artes menores. En total hay censadas 5570 embarcaciones (media entre 2004 y 2006). Esta flota en la mayoría de los casos está compuesta por embarcaciones menores a 12 metros, y por lo tanto no está obligada a declarar libros de pesca ni a llevar a bordo el VMS, por lo que no se dispone de información espacial de esfuerzo. La mayoría de esta flota operan al sur del Cabo Finisterre (el 92% de la flota está censada en puertos gallegos), donde la existencia de las "rías" les permite trabajar al abrigo del mar y en zonas altamente productivas. De forma general podemos decir que a lo largo del año emplean de forma sucesiva diversos artes de pesca en función de las especies objetivo. Esta sucesión en las especies objetivo viene condicionada por la gestión administrativa de los recursos y artes, accesibilidad del recurso, valor estacional de las especies, y usos y costumbres. Actualmente no se dispone de la información necesaria para hacer una evaluación del esfuerzo de esta flota, y por lo tanto de su impacto.

Otras presiones

Existe una gran variedad de actuaciones o impactos en la zona costera y en la plataforma que pueden interactuar con los hábitats bentónicos, además de otras actividades llevadas a cabo tierra adentro, que utilizando como vector por ejemplo los ríos tienen consecuencias en el medio marino y por lo tanto en sus hábitats. Entre ellos podemos destacar los asociados a pérdidas y daños físicos del medio, contaminación por sustancias peligrosas, acumulación de nutrientes y materias orgánicas, y perturbaciones biológicas. En el Apartado



II del Documento sobre análisis de presiones e impactos se puede encontrar una descripción detallada de cada una de las presiones evaluadas en esta evaluación.

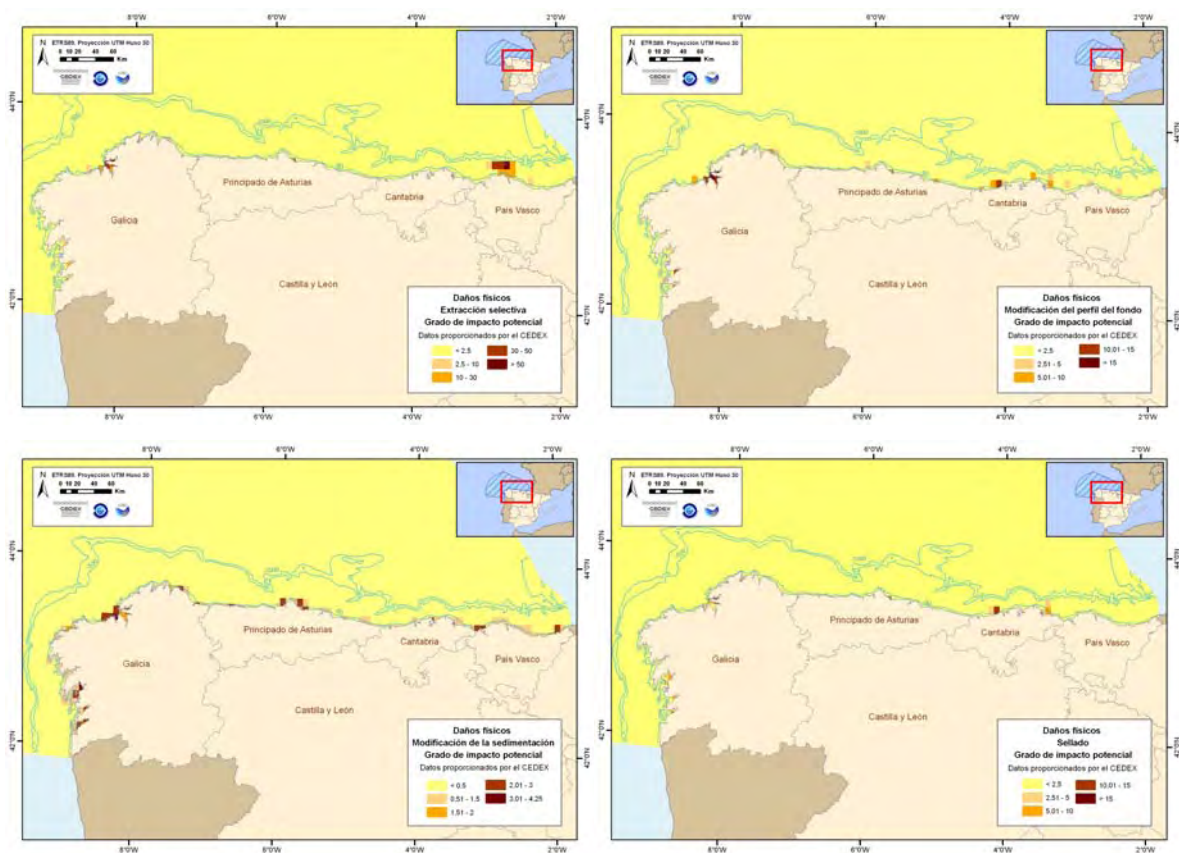


Figura 6. Principales presiones físicas en la demarcación Noratlántica.

Entendemos como pérdidas y daños físicos en los ecosistemas marinos como la desaparición y modificación del sustrato o hábitat motivados por el sellado o la variación del perfil del fondo. Entre sus consecuencias están las de provocar cambios a corto plazo en las concentraciones de sólidos en el agua, el depósito de los sedimentos que puede dar lugar al enterramiento de especies y hábitats, modificaciones de la sedimentación, abrasión. Las actividades más importantes asociadas a las pérdidas físicas que podemos destacar son: extracción de sólidos; explotación de yacimientos submarinos y dragados portuarios; vertidos de material portuario dragado; regeneración de playas y creación de playas artificiales; cables y tuberías; arrecifes artificiales y hundimiento controlado de pecios; parques eólicos marinos; Exploración y explotación de hidrocarburos; plataformas, etc.

Por la amenaza que supone para la biodiversidad marina, además hay que destacar, aunque es objeto de otro descriptor, los desechos marinos (además de la basura marina se han de considerar los pecios o las municiones abandonadas o vertidas al mar, por ejemplo).



1.2. Fuentes de información. Legislación y convenios internacionales relacionados con el descriptor. Programas de seguimiento

1.2.1. Fuentes de información

Para la obtención de la información relacionada con la presencia, extensión y estado de conservación de los hábitats presentes en la demarcación Noratlántica se han utilizado dos fuentes principales de información. Por un lado, para los hábitats litorales e infralitorales y para los hábitats circalitorales y profundos de sustrato duro, se ha empleado principalmente información presente en la bibliografía o datos facilitados por las Comunidades Autónomas. Esta información procede en su mayor parte de los diversos estudios que estas administraciones realizan en el ámbito de sus competencias medioambientales (aplicación de la DMA en aguas costeras, estudios sobre el estado de los recursos marisqueros, cartografiados bionómicos, etc.) (ver Anexo II del Descriptor 1 referente a la metodología usada en la recopilación de la información sobre hábitats).

Respecto a los hábitats circalitorales y profundos de fondos blandos se han empleado principalmente datos recogidos en la campaña anual de investigación de arrastre de fondo *DEMERSALES*, que el IEO realiza en la demarcación Noratlántica desde 1983. Esta información se completó con información bibliográfica sobre estos hábitats, pero en general, la fuente principal de información empleada fue la que se extrajo de este estudio anual.

Para las metodologías de campaña y de identificación de hábitats ver Anexo II del descriptor 1.

1.2.2. Legislación y convenios internacionales relacionados con el descriptor

Los fondos marinos se encuentran protegidos por diversas normativas, tanto de índole internacional, como europeo o nacional. Una relación no exhaustiva de este marco relacionado se puede ver a continuación:

- Directiva de Hábitats. La Directiva en su Anexo I establece un listado de hábitats de interés comunitario, entre los cuales se encuentran varios hábitats bentónicos marinos.
- Directiva Marco del Agua. Esta Directiva, al requerir la evaluación de elementos como las macroalgas, angiospermas y macroinvertebrados bentónicos, utiliza los hábitats bentónicos como indicadores de la calidad de las aguas costeras.
- Convenio OSPAR para la protección del Atlántico Noreste. En el marco de la estrategia de ecosistemas y diversidad biológica, se ha adoptado una Lista de especies y hábitats amenazados y/o en declive, donde se incluyen una serie de invertebrados, aves, peces, reptiles, mamíferos y hábitats para los cuales hay que adoptar especiales medidas de gestión y conservación
- Convenio de Diversidad Biológica (Río de Janeiro 1992), con el mandato de Jakarta y otras directrices relacionados específicamente con la biodiversidad marina.



- Código de conducta responsable para pesquerías de la FAO, dirigido a asegurar una explotación responsable de los recursos vivos marinos en armonía con el medio ambiente marino.

2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL

2.1. Conceptos clave

La Decisión de la Comisión 2010/477/UE establece unas recomendaciones generales en cuanto a los conceptos clave a analizar para poder dar respuesta a los dos criterios establecidos para examinar el BEA en relación con el Descriptor 6. Sin embargo, este documento no establece pautas claras de selección de los indicadores más adecuados.

En este sentido, la introducción al descriptor establece el objetivo (*ver supra*), haciendo referencia a términos como diversidad natural, productividad, procesos ecológicos dinámicos y resistencia del ecosistema. Y por otro lado, recalca que es preciso que las tareas de evaluación y seguimiento se efectúen tras un análisis inicial de las presiones humanas y de los impactos y amenazas a la biodiversidad, recomendando finalmente el paso de una escala pequeña a otra más amplia.

El Criterio 6.1 (*Daños físicos en relación con las características del sustrato*) habla de los impactos de las distintas presiones sobre los hábitats bentónicos, y con especial referencia, por su sensibilidad y papel estructural, a los biogénicos.

Hábitats biogénicos son aquellos creados por un organismo vivo. Son muy diversos en tamaño y estructura, y pueden incluir arrecifes, bancos o comunidades de coral, arrecifes de poliquetos, plantas marinas, campos de laminariales, *maërl*, comunidades de mejillones u ostreidos, etc. La estructura tridimensional generada por estos hábitats modifica las condiciones de la zona, incrementando la complejidad ambiental, y generando una gran influencia en la fauna bentónica asociada. También elevan la complejidad biológica, al modificar las relaciones predador-presa en diferentes formas, por ejemplo sirviendo como refugio de especies presa (Grabowski, 2004). Suelen ser hábitats ricos y diversos (i.a. Husebø, 2002 ; Grall, 2006 ; Mortensen *et al.* 2008), en comparación con hábitats estructuralmente menos complejos.

2.2. Elementos de evaluación.

2.2.1. Identificación y selección de hábitats

La metodología general de identificación de hábitats está descrita en el documento del descriptor 1 (texto y Anexo II). Se parte de un listado de hábitats basado en la clasificación EUNIS, pero adaptado a las características regionales de la demarcación (en coordinación con el grupo de expertos de hábitats que están elaborando la lista patrón de hábitats para el Inventario Español de Hábitats Marinos). Para el descriptor 6 sólo se han tenido en cuenta



los hábitats biogénicos, concretamente los que figuran en los listados OSPAR y Directiva de Hábitats (Tabla 1).

HÁBITAT	CONVENIOS
Comunidades de penatúlceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Agregaciones de esponjas sobre fondos circalitorales y batiales	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Jardines de coral	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Arrecifes de <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Fondos de <i>maërl</i>	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Fondos rocosos infralitorales dominados por <i>Gelidium spp.</i>	RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Bosques de Laminariales	RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Fondos infralitorales rocosos dominados por <i>Paracentrotus lividus</i>	RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Fondos rocosos infralitorales	RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Fondos rocosos circalitorales	RED NATURA 2000 (Arrecifes)
Fondos rocosos profundos	RED NATURA 2000 (Arrecifes)

Tabla 1. Hábitats biogénicos que se han tenido en cuenta en el descriptor 6

2.2.2. Distribución de los hábitats

El cartografiado de hábitats es una tarea pendiente dentro de la ecología en nuestro país. Existen numerosos estudios, pero es necesario un esfuerzo de unificación de criterios y metodologías.

Para el desarrollo de los indicadores sobre extensión de hábitat biogénico (6.1.1) ver Descriptor 1.

En general, la metodología empleada para el cálculo de la extensión de los hábitats biogénicos (al igual que en el resto de hábitats) ha dependido del tipo de información espacial disponible. Los hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y profundos (dentro del rango batimétrico muestreado en la campaña DEMERSALES) se han analizado en función del porcentaje de cuadrículas estadísticas (de 5x5 millas) con presencia del hábitat. Para calcular el valor de evaluación inicial se calculó el valor medio de este porcentaje para los últimos 5 años de serie histórica, mientras que en el caso del valor de referencia se empleó el valor máximo de la serie histórica. En el resto de hábitats, la metodología empleada dependió de si existía en la bibliografía información cartográfica sobre la extensión de los mismos y en caso de que así fuese, si esta proporcionaba polígonos con la extensión el hábitat o solo puntos de presencia en zonas en las que se detecto la presencia del mismo. Para aquellos hábitats en los que existía información cartográfica en la bibliografía la extensión parcial (tan solo para un hábitat existe información continua a lo largo de toda la demarcación Noratlántica) del mismo fue calculada usando el programa ARCGIS. El primer paso en el cálculo de dicha extensión fue la digitalización (en aquellos mapas que se encontraban en papel) de la información. Una vez digitalizada, la información era proyectada en la cuadrícula UTM correspondiente y se calculaba su área en km². Además, también se obtenía información relativa al porcentaje del estrato batimétrico



ocupado por el hábitat con objeto de dar una idea de la importancia relativa y extensión del hábitat en el conjunto de la demarcación. Para ello previamente se calculaba la extensión en km² de los tres estratos definidos en este documento; infralitoral (desde la línea de costa hasta la línea batimétrica de los 30 m), circalitoral (entre las líneas batimétricas de 30 y 200 m) y el estrato batial (desde la línea de los 200 m hasta el límite de las aguas territoriales españolas). Para el resto de hábitats, aquellos sin cartografías completas, no existe información suficiente como para poder calcular su extensión, por lo que lo máximo que se ha podido conseguir es proporcionar la extensión del tipo de sustrato y estrato batimétrico en el que se desarrollan (ej. Fondos rocosos circalitorales).

2.2.3. Presiones

Esta información es imprescindible para el criterio 6.1.2 (extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos) y su indicador basado en el porcentaje de área ocupada por cada tipo de hábitat (o porcentaje de cuadrículas con presencia) afectadas por impactos significativos de cada presión.

Con metodología SIG se evalúa la superficie de solapamiento con el área de afección de presiones e impactos humanos. Se ha definido una gradación en los niveles de presión y se han identificado aquellos niveles altos que se considera afectan de manera significativa.

La principal presión son las actividades pesqueras, y es de la que se tiene más información espacial a través de las "cajas azules" o VMS (*Vessel Monitoring by Satellite*). Según la ORDEN ARM/3238/2008, de 5 de noviembre y el REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) Nº 404/2011 DE LA COMISIÓN de 8 de abril de 2011, solamente la flota mayor a 15 metros está obligada a llevar instalada el sistema de localización de buques por satélite (VMS). Es decir, no se dispone de la información, ni se podrá analizar, el esfuerzo ejercido por la flota menor de 15 m. Esta flota está constituida por más de 5500 embarcaciones aproximadamente y trabaja con múltiples artes, fundamentalmente en zonas costeras y dentro de las "rías". Para el análisis de los esfuerzos de estas flotas será necesario realizar un diseño de muestreo específico, actualmente no implementado.

Para la asignación correcta de la información de VMS a una actividad concreta, uso de un arte concreto o asignación de especie objetivo, es necesario cruzar la información de VMS, una vez filtrada y corregida, con la contenida en los libros de pesca. Según la legislación comunitaria (CEE, 1983) la flota de más de 10 metros de eslora está obligada a rellenar los cuadernos de pesca. En ellos queda registrada la siguiente información por día de pesca: el aparejo de pesca, la captura realizada de todas aquellas especies que hayan supuesto más de 50 kg por día de pesca y el rectángulo estadístico donde se ha realizado la captura. Una parte de la información no ha podido ser cruzada porque la información de los libros de pesca estaba incompleta o incorrecta.



2.3. Determinación de niveles de referencia o de base

Se ha seguido la estrategia de elegir como nivel de referencia o de base el valor de referencia favorable, o FVR (*favourable reference value*: JNCC, 2006; Piha & Zampoukas, 2011). En los hábitats de fondos blandos circalitorales y batiales se ha utilizado el valor más alto de la serie histórica. Si el hábitat está sujeto a otra directiva con definición de niveles de referencia (p.e. DMA, DH) se han mantenido esos valores. Cuando sólo se dispuso de datos para un momento puntual (eje: extensión del hábitat de hábitats infralitorales) este se ha empleado como valor de referencia provisional.

2.4. Evaluación del estado actual. Principales actividades, presiones e impactos

Cómo ya se ha descrito en otros apartados, la evaluación del estado actual ha podido desarrollarse sólo en algunos de los hábitats en los que se tiene información más completa. A continuación pasamos a describir la definición del estado actual para cada uno de los criterios e indicadores aplicables en este descriptor:

2.4.1. Criterio 6.1. Daños físicos en relación con las características del sustrato

Indicador 6.1.1. Tipo, abundancia, biomasa y extensión del sustrato biogénico relevante.

El área del sustrato biogénico/vulnerable ha sido estudiada mediante el empleo de tres tipos de indicadores; Porcentaje de ocurrencia por cuadrícula, área en km² y porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat. El primer indicador se empleó en el caso de los hábitats circalitorales y batiales de fondos blandos (sumando los porcentajes de los hábitats biogénicos presentes), mientras que los otros dos indicadores se aplicaron para todos los demás hábitats en los que existía información cartográfica (también como la suma de los valores obtenidos para cada hábitat biogénico).

- Indicador: Porcentaje de área ocupada por sustrato biogénico

En la Tabla 2 se muestra el porcentaje de área ocupada por sustrato biogénico. En el caso del infralitoral, el único del que se dispone de cartografiados continuos, se ha realizado por comunidad autónoma. Este indicador debe interpretarse con cautela, ya que por ejemplo en el estrato infralitoral solo se dispone de datos para una pequeña parte de los sustratos biogénicos presentes. De esta forma, en la comunidad autónoma de Cantabria o en la del País Vasco el único hábitat que ha sido tenido en cuenta a la hora de calcular el indicador ha sido el de fondos infralitorales rocosos dominados por *Gelidium* sp. Otros hábitats presentes en estas comunidades como las praderas de *Cystoseira*, las comunidades de *Laminaria ochroleuca* o los fondos dominados por erizos no han sido incluidos al no disponerse de cartografiados continuos de los mismos en estas zonas. El caso contrario es el de la comunidad autónoma de Galicia, donde un buen número de los posibles hábitats biogénicos infralitorales han sido incluidos en la evaluación (incluidos los fondos de *maërl*), si bien también en esta comunidad existen hábitats biogénicos de los que no se ha conseguido



información, como las praderas de *Cystoseira*, por lo que probablemente el valor real sea mayor al 21,93 % de la Tabla 2.

INDICADOR: PORCENTAJE DE AREA OCUPADA POR SUSTRATO BIOGÉNICO (%)	
	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de presencia de hábitats biogénicos en fondos infralitorales	GALICIA: 21,93% ASTURIAS: No se dispone de datos para el conjunto de la demarcación CANTABRIA: 3,37% PAÍS VASCO: 12,19 %
Porcentaje de presencia de hábitats biogénicos en fondos circalitorales	No existen cartografiados continuos de ningún hábitat biogénico en este estrato
Porcentaje de presencia de hábitats biogénicos en fondos batiales	No existen cartografiados continuos de ningún hábitat biogénico en este estrato

Tabla 2. Porcentaje de área ocupada por sustrato biogénico

- Indicador secundario: frecuencia de ocurrencia de cuadrículas ocupadas por sustrato biogénico

En la Tabla 3 se muestra el valor máximo (nivel de referencia) en la frecuencia de ocurrencia de los dos hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y batiales de la demarcación Noratlántica, así como el valor medio para los últimos 5 años en ambos hábitats (valor de evaluación inicial). Como se observa, el porcentaje de ocurrencia de los hábitats biogénicos es relativamente bajo y así por ejemplo, el valor medio para los últimos años es de tan solo el 2,47% de las cuadrículas muestreadas.

	VALOR DE EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de presencia de hábitats biogénicos en fondos blandos circalitorales y batiales	2,47 %	10,7%

Tabla 3. Valor máximo (nivel de referencia) y valor medio (valor de evaluación inicial) en la frecuencia de ocurrencia de los dos hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y batiales

- Indicador: frecuencia de ocurrencia por cuadrícula de cada hábitat biogénico vulnerable y/o protegido

El indicador *frecuencia de ocurrencia* se ha usado para los hábitats analizados por la campaña DEMERSALES, mientras que el resto de indicadores se ha empleado para todos los demás hábitats de los que se ha podido obtener un cartografiado continuo. Por último, algunos hábitats importantes como los jardines de coral o los arrecifes de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata* están pendientes de ser cartografiados, por lo que actualmente no es posible conocer su extensión. No obstante, se han localizado puntos de presencia de



estos hábitats, lo que permite analizar (aunque de una manera no cuantitativa) las distintas presiones que afectan a estos hábitats, así como en trabajos futuros modelar la extensión de su hábitat potencial.

En general, los hábitats con sustrato biogénico relevante presente en los fondos arrastrables de la demarcación Noratlántica presentan una extensión limitada (Tabla 4), siendo mucho menos abundantes que otros hábitats dominados por especies menos sensibles, detectados en estos mismos tipos de fondos, y que presentan niveles de referencia mucho más altos (p.e. 51 % en fondos dominados por *Astropecten irregularis*). Probablemente, la mayor sensibilidad de estos hábitats a las alteraciones antrópicas y especialmente a las artes de arrastre sea en gran parte responsable de su escasa extensión. Esto es especialmente notable en el caso de las agregaciones de esponjas que tan solo aparecen en el 0,03 % de las cuadrículas muestreadas como máximo.

ÁREA OCUPADA (PORCENTAJE DE OCURRENCIA POR CUADRÍCULA)					
HÁBITAT	VALOR DE EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN	ZONA DE MÁXIMA OCURRENCIA ÚLTIMOS 5 AÑOS	MARCO DE PROTECCIÓN
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	2,45%	10,40%	Descenso de la frecuencia (mínimo en 1998)	Cantábrico Occidental y Central	OSPAR Red Natura 2000
Agregaciones de esponjas sobre fondos circalitorales y batiales	0,02%	0,03%	No hay suficientes datos para establecer un patrón	Galicia	OSPAR Red Natura 2000

Tabla 4. Área ocupada por hábitats con sustrato biogénico relevante

- Indicador: área ocupada por cada tipo de hábitat biogénico vulnerable y/o protegido

En cuanto al resto de hábitats, prácticamente todos (salvo los fondos de *maërl*) se forman sobre sustrato rocoso y por lo tanto están protegidos por la Directiva Hábitats al estar incluidos en el Anexo I de dicha Directiva bajo la denominación de “Arrecifes” (Cod. 1170), si bien algunos también han sido incluidos en la lista de hábitats amenazados y/o en peligro de OSPAR (Tabla 5). Los fondos rocosos circalitorales y batiales no son evidentemente hábitats biogénicos, pero sí que suponen el sustrato sobre el que se asientan diferentes comunidades biológicas formadoras de sustrato biogénico, todas las cuales se hayan amparados por la Directiva Hábitats. Aunque lo ideal sería conocer la extensión de cada una de las comunidades biológicas presentes en estos fondos, incluyendo especialmente a las comunidades formadoras de hábitats biogénicos, esto no es posible a día de hoy, por lo que se ha calculado la superficie total de fondos rocosos circalitorales y batiales, así como el porcentaje del estrato batimétrico que ocupan, con objeto de proporcionar un dato sobre la extensión total de hábitat potencial para estas comunidades.



Hay que tener en cuenta, no obstante, que además del tipo de sustrato existen multitud de otras variables que afectan a la distribución de las comunidades biológicas (competencia con otras especies, profundidad, hidrodinamismo, etc.) por lo que finalmente, la extensión de las distintas comunidades presentes en estos fondos será siempre mucho menor.

El hábitat con la mayor extensión cartografiada fueron los bosques de laminarias, que solo en Galicia se extienden por 219 km², una extensión superior a la del resto de hábitats juntos. El segundo hábitat cartografiado más extenso son los fondos de *maërl* que ocupan 21,78 km², seguidos de los fondos de *Gelidium*, que si bien no ocupan más de 20 km² en ninguna comunidad autónoma, sumados en todas superan ampliamente la extensión de los fondos de *maërl*. Los jardines de coral y los arrecifes de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata* no han sido cartografiados y por lo tanto su extensión es desconocida.

INDICADOR: AREA OCUPADA (km ²)	
HÁBITAT	NIVEL DE REFERENCIA
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES DOMINADOS POR <i>GELIDIUM</i> SPP.	GALICIA: 12,08 km ² ASTURIAS: 10,52 km ² (Zona de evaluación) CANTABRIA: 11,47 km ² PAÍS VASCO: 16.5 km ²
BOSQUES DE LAMINARIALES	GALICIA: 219,35 km ² ASTURIAS: 15,67 km ² (Zona de evaluación) CANTABRIA: Sin información cuantitativa PAÍS VASCO: Prácticamente 0
FONDOS DOMINADOS POR <i>Paracentrotus lividus</i>	GALICIA: 9,99 km ² ASTURIAS: 19,85 km ²
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES	908,35 km ²
FONDOS ROCOSOS CIRCALITORALES	4742 km ²
FONDOS DE MAËRL	GALICIA: 21.78 km ² RESTO DE COMUNIDADES: No se conocen citas de este hábitat
FONDOS ROCOSOS PROFUNDOS	2047 km ² (solo se dispone de información sobre el sustrato para el 6,91% del conjunto de la demarcación)
JARDINES DE CORAL	Sólo se dispone de datos de presencia
ARRECIFES DE <i>LOPHELIA PERTUSA</i> Y/O <i>MADREPORA OCULATA</i>	Sólo se dispone de datos de presencia

Tabla 5. Área ocupada por tipo de hábitat biogénico/vulnerable

- Indicador: porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat

Además del área ocupada por el sustrato biogénico relevante (medido en km²), también se ha empleado como indicador el porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat. Este porcentaje se ha estimado para el conjunto del piso batimétrico (en el caso de los fondos rocosos) y para la combinación de piso batimétrico y estrato en el caso de los hábitats biogénicos. Este indicador presenta la ventaja de dar información sobre la importancia relativa del hábitat respecto a la unidad de estudio (representada por el estrato o por la combinación de estrato y tipo de sustrato). Los fondos rocosos infralitorales ocupan aproximadamente la mitad del estrato infralitoral (45,2%), siendo más abundantes en el País Vasco (58,3%) y Asturias (54,16%) y menos abundantes en Cantabria (46,87%) y en Galicia (40,55%, al estar incluidos los fondos sedimentarios de la rías). Por el contrario, tanto en el estrato circalitoral como en el estrato batial los fondos rocosos son menos abundantes que los fondos blandos. Siendo los fondos rocosos más importantes en el estrato circalitoral



(23,79%) que en el batial (10,41%, hay que recordar que hablamos del talud superior), donde se concentran en unas áreas concretas de la costa norte española (Galicia y el banco submarino del Cachucho, ver Ficha de fondos rocosos profundos del anexo V del descriptor 1). En Galicia, donde se dispone de información cartográfica para tres hábitats biogénicos infralitorales de fondos rocosos, estos ocupan más de un 54 % en este tipo de fondos, siendo los bosques de laminarias claramente los más abundantes (49,45%), seguidos de los fondos dominados por *Gelidium* sp (2,43%) y los fondos dominados por *Paracentrotus lividus* (2,01%). La importancia de las comunidades de Laminarias no obstante no se mantiene a lo largo de la demarcación, sino que se reduce longitudinalmente a medida que avanzamos hacia el este hasta desaparecer totalmente en las costas más orientales del Mar Cantábrico. En Asturias, en la zona de evaluación del Cabo Peñas la importancia de estas comunidades es aún elevada (26,59%). Al igual que ocurre con las laminarias, los fondos de *maërl* se concentran en la comunidad de Galicia, especialmente en la parte externa de algunas rías como la ría de Arousa o la Ría de Vigo y ocupa aproximadamente el 3,3% de la superficie de los fondos blandos infralitorales gallegos.

INDICADOR: AREA OCUPADA (% DEL TIPO DE FONDO OCUPADO POR EL HÁBITAT)	
HÁBITAT	NIVEL DE REFERENCIA
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES DOMINADOS POR <i>GELIDIUM SPP.</i>	GALICIA: 2,43% ASTURIAS: 13,11% CANTABRIA: 9,31% PAÍS VASCO: 21,02%
BOSQUES DE LAMINARIALES	GALICIA: 49,45% ASTURIAS: 26,59% CANTABRIA: Sin datos cuantitativos PAÍS VASCO: Prácticamente 0%
FONDOS DOMINADOS POR <i>Paracentrotus lividus</i>	GALICIA: 2,01% ASTURIAS: 9,43% CANTABRIA: Sin datos PAÍS VASCO: Sin datos
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES	45,2%
FONDOS ROCOSOS CIRCALITORALES	23,79%
FONDOS DE <i>MAËRL</i>	GALICIA: 3,3% ASTURIAS: No se conocen citas CANTABRIA: No se conocen citas PAÍS VASCO: No se conocen citas
FONDOS ROCOSOS PROFUNDOS	10,41% (del total de fondos profundos de los que se dispone de información)
PRADERAS INFRALITORALES DE FANEROGAMAS	No se dispone de información cartográfica sobre praderas de fanerógamas situadas fuera de las aguas de transición (no incluidas en la Directiva)
JARDINES DE CORAL	Sólo se dispone de datos de presencia
ARRECIFES DE <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>	Sólo se dispone de datos de presencia

Tabla 6. Porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat

- Indicador: biomasa por unidad de superficie de la especie estructurante /bioconstructora por hábitat

La biomasa de las especies estructurantes en los hábitats que forman fue calculada usando los datos de la campaña DEMERSALES (en el caso de los hábitats circalitorales y batiales de fondos blandos), así como la información existente en la bibliografía en el resto de hábitats.



En este segundo caso solo se pudo obtener información que puede ser utilizada como valor de referencia, ya que no se dispone de información continua en el tiempo. La Tabla 7 muestra los valores de evaluación inicial, los valores del nivel de referencia y el patrón de evolución de los dos hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y profundos de la demarcación Noratlántica. Estos valores difieren de los obtenidos en el indicador biomasa de la especie estructurante (utilizado también en el descriptor 1 y presente en las fichas) ya que ha sido calculado obteniendo el valor medio anual solo para los lances con presencia de facies, en vez de para todos los lances.

BIOMASA DE LA ESPECIE ESTRUCTURANTE POR HÁBITAT (kg/km ²)			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos prof. y circa.	2,36 kg/km ²	19.66 kg/km ²	Sin tendencia clara
Agregaciones de esponjas sobre fondos blandos profundos	41,92 kg/km ²	4,86 kg/km ²	Incremento

Tabla 7. Biomasa por unidad de superficie de la especie estructurante/bioconstructora por hábitat. Especies estructurantes: Cnidaria Octocorallia Pennatulacea y Porifera de gran porte (Hexactinellida y Demospongia principalmente), respectivamente

A diferencia de lo que ocurre con las comunidades de pennatuláceos y las agregaciones de esponjas, las estimaciones de biomasa de la especie estructurante que se han utilizado para calcular los valores de referencia que se muestran en la Tabla 8 corresponden a datos de estudios realizados en un momento puntual y por lo tanto la información no permite estimar el valor de evaluación inicial o el patrón de evolución. No obstante, es un dato útil de cara a conocer cuál fue la biomasa de estas especies en el momento en el que se realizó el estudio, con la ventaja adicional de que las fechas de los estudios utilizados varían bastante poco entre ellos al haberse realizado en todos los casos a finales de los 80 principios de los 90. Los datos se expresan en forma de kg/m² para todos los hábitats con la excepción del hábitat formado por el erizo *Paracentrotus lividus* en los que la biomasa de la especie estructurante se sustituye por la abundancia dada en nº de individuos por m² (ind/m²).

BIOMASA DE LA ESPECIE ESTRUCTURANTE (kg/m ² en las zonas con presencia del hábitat)	
HÁBITAT	VALOR DE REFERENCIA
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES DOMINADOS POR <i>GELIDIUM</i> SPP.	GALICIA: 2,45 kg/m ² ASTURIAS: 2,27 kg/m ² CANTABRIA: 1,66 kg/m ² PAÍS VASCO: 1,27 kg/m ²
BOSQUES DE LAMINARIALES	GALICIA: 5,44 kg/m ² ASTURIAS: Sin datos CANTABRIA: Sin datos PAÍS VASCO: Sin datos
FONDOS DOMINADOS POR <i>Paracentrotus lividus</i>	GALICIA: 42,3 ind/m ² (Zona de evaluación) ASTURIAS: 58,63 ind/m ² (Zona de evaluación) CANTABRIA: Sin datos PAÍS VASCO: Sin datos
FONDOS DE MAËRL	GALICIA: Este dato no está disponible en kg/m ² , ver Ficha de <i>Maërl</i> para más información

Tabla 8. Biomasa de la especie estructurante en las zonas con presencia de hábitat

Demarcación Noratlántica
Evaluación inicial y buen estado ambiental
Descriptor 6: fondos marinos



Las evaluaciones de abundancia del erizo no abarcaron en ningún caso el conjunto de la comunidad autónoma en la que se hicieron, aunque si grandes proporciones de esta por lo que los valores obtenidos se han incluido aunque especificando que corresponden a zonas de evaluación (tramos de costa entre Monte Louro y A Guarda en el caso de Galicia, y costa occidental en el caso de Asturias).

- Indicador 6.1.2. Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos

Este indicador se ha calculado para cada uno de los 11 hábitats protegidos presentes en la demarcación Noratlántica. En la Tabla 9 y Tabla 10 se muestra el porcentaje de afección de las principales presiones de origen distinto a la pesca (Tabla 9) y de las presiones pesqueras (Tabla 10) sobre los hábitats infralitorales (con cartografiados continuos) y sobre el sustrato rocoso en general. Las presiones se han calculado para una malla de 5x5 millas. Por esta razón es necesario extremar la precaución a la hora de calcular la superposición de las presiones sobre los hábitats, ya que el hecho de que una presión presente un porcentaje de afección sobre un hábitat no significa necesariamente que este impactando sobre el mismo (dependerá del área de afección de la presión, la zona exacta donde esta se produce, la sensibilidad del hábitat a dicha presión, etc.). Por lo tanto el porcentaje de potencial afección debe interpretarse como una medida de riesgo potencial más que como una medida de impacto real.

INDICADOR: % de afección sobre el área total ocupada por el hábitat				
HABITAT	MODIFICACION SEDIMENTACION	EXTRACCION SELECTIVA	MODIFICACION PERFIL FONDO	SELLADO
Bosques de laminarias	15,71	2,64	4,03	0,03
Fondos rocosos infralitorales dominados por <i>Gelidium</i> spp.	9,57	0,00	0,58	0,02
Fondos rocosos profundos	0,00	0,82	0,00	0,00
Fondos rocosos infralitorales	14,89	1,63	3,25	1,09
Fondos rocosos circalitorales	3,82	0,28	0,47	0,31
<i>Fondos de maërl</i>	47,75	0,80	4,34	0,00
Fondos rocosos infralitorales dominados por <i>Paracentrotus lividus</i>	8,35	0,69	1,30	0,22

Tabla 9. Extensión de fondos afectados de forma significativa por las presiones identificadas en el análisis de presiones e impactos (% de afección sobre el área total ocupada por el hábitat)

Dentro de las presiones descritas en el Documento de análisis de presiones e impactos, la modificación de la sedimentación es la que tiene un impacto potencial más elevado sobre los hábitats infralitorales (Tabla 9), alcanzando valores muy altos en el caso de los fondos de



maërl, potencialmente afectados en casi el 50% de su extensión. Si bien es cierto que se desconoce el grado de interacción entre la presión y el hábitat, y de forma cuantitativa cual es el impacto, el extraordinario valor ambiental de este hábitat y su sensibilidad a los procesos de sedimentación (que puede destruir el hábitat: Peña, 2010) hace aconsejable extremar la precaución y en la medida de lo posible reducir la sedimentación en zonas cercanas a estos hábitats.

Otras presiones identificadas y que presentan afecciones potenciales a los hábitats infralitorales son la modificación del perfil de fondo y el sellado. Tienen afecciones no demasiado elevadas (con valores que no alcanzan en ningún caso el 4 %) pero sí conspicuas, ya que afectan a la mayor parte de los hábitats infralitorales cartografiados e incluso a los fondos rocosos circalitorales. Finalmente, la extracción selectiva es la única presión que tiene alguna afección potencial sobre los fondos rocosos profundos.

En cuanto a las presiones provocadas por la pesca (Tabla 10), las mayores interacciones potenciales entre hábitats infralitorales y artes de pesca fueron observadas en el caso de las artes de cerco. Como se ha mencionado en la descripción de las presiones, los impactos de esta modalidad de pesca sobre los hábitats bentónicos son escasos e inciertos (ver punto 1.1.6), si bien no deja de ser importante que el porcentaje de interacción con esta pesca sea del 55,53% en el caso de los fondos de *maërl* y del 39,21% en el caso de los bosques de laminarias.

INDICADOR: % de afección sobre el área total ocupada por el hábitat									
HÁBITAT	ARRAS	CERCO	ENM.	LINEA	PAL. FO.	NASAS	ARRAS. PAR.	CURRIC	CEBO VIVO
<i>Laminariales</i>	0,00	39,21	2,50	0,00	0,00	2,09	0,00	0,00	0,00
<i>Gelidium</i>	0,00	9,72	0,17	2,85	0,00	1,83	0,00	0,00	1,00
<i>Fondos rocosos Profundos</i>	9,41	0,58	4,00	5,10	2,63	0,00	2,37	0,22	12,62
<i>Fondos rocosos infralitoral</i>	0,00	17,05	1,45	2,37	0,00	2,17	0,00	0,00	0,63
<i>Fondos rocosos circalitoral</i>	4,99	13,03	11,78	3,95	0,00	3,31	0,42	2,08	0,34
<i>Fondos de Maërl</i>	0,00	55,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Fondos P. lividus</i>	0,00	6,15	0,01	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00

Tabla 10. Extensión de fondos afectados de forma significativa por las actividades pesqueras (% de afección sobre el área total ocupada por el hábitat. ENM: enmalle, LINEA: línea de mano, PAL. FO.: Palangre de fondo, ARRAS.PAR: Arrastre de pareja, CURRIC: curricán

Respecto al impacto potencial sobre los hábitats infralitorales, es especialmente importante resaltar las nasas y el arte de enmalle, por ser los que presentan un mayor riesgo de afección sobre una mayor variedad de hábitats infralitorales (principalmente bosques de laminarias y comunidades de *Gelidium*). Las artes de arrastre presentan un porcentaje de interacción alto sobre los fondos rocosos circalitorales y profundos, pero este riesgo es muy reducido ya que los artes de arrastre (en sus dos modalidades) no pueden, por limitaciones técnicas, arrastrar



en zonas de roca. No obstante, el uso de arte de arrastre con protección de la relinga inferior puede permitir a ciertos barcos trabajar sobre fondos duros. Por tanto conviene hacer un seguimiento científico y velar por el cumplimiento de la legalidad vigente para prevenir conductas ilegales que puedan dañar los fondos rocosos circalitorales y profundos. La distribución espacial de otros artes, como el palangre de fondo o el enmalle, podría estar provocando efectos negativos sobre los mismos. Hay que destacar que no se han evaluado el impacto de la flota artesanal, que tiene la zona infralitoral como una de las principales zonas de trabajo.

El impacto sobre los jardines de coral y los arrecifes de coral (ver Anexo Fichas para una descripción de lo que se ha considerado arrecife de coral) ha sido analizado calculando el número de puntos de presencia afectados de manera significativa por las distintas presiones. En el caso de las presiones definidas en el análisis de presiones e impactos de la demarcación tan solo la extracción selectiva presenta una posible afección sobre una zona con presencia de jardines de coral (Tabla 11). Aunque el riesgo de interacción es bajo, teniendo en cuenta el porcentaje afectado y la amplia superficie de la cuadrícula usada, el elevado valor ambiental de estos hábitats y el principio de precaución, requiere el desarrollo de medidas de control y zonas de protección alrededor de los puntos de presencia (tipo *buffer*) que asegure el impacto 0 sobre estos hábitats prioritarios.

INDICADOR: % de puntos de presencia afectados				
HABITAT	MODIFICACION SEDIMENTACION	EXTRACCION SELECTIVA	MODIFICACION PERIFONDO	SELLADO
Arrecifes de coral de <i>Lophelia pertusa</i> y/o <i>Madrepora oculata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
Jardines de coral	3.85	7.69	0.00	0.00

Tabla 11. Porcentaje de puntos de presencia afectados de forma significativa por las presiones identificadas en el análisis de presiones e impactos

En cuanto al impacto de las artes de pesca sobre los jardines de coral y los arrecifes de coral de aguas frías (Tabla 12), el riesgo de impacto potenciales es relativamente elevado en algunos casos, como en las artes de cerco (15,38% de interacción potencial con los jardines de coral) o el enmalle (19,23% de interacción potencial con los jardines de coral y 9,68% con los arrecifes de coral) o las artes de arrastre (19,23% de interacción potencial con los jardines de coral y 6,45% de interacción potencial con los arrecifes de coral). De estas artes, las que presentan un mayor riesgo de mostrar un impacto negativo es el arte de enmalle por el peligro que representa la pesca fantasma (ver Descriptor 10 para más información).

INDICADOR: % de puntos de presencia afectados									
HÁBITAT	ARRAS	CERCO	ENM.	LINEA	PAL. FO.	NASAS	ARRAS. PAR.	CURRIC	CEBO VIVO
Arrecifes de coral	6,45	3,23	9,68	0,00	0,00	0,00	3,22	0,00	3,23
Jardines de coral	19,23	15,38	19,23	15,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 12. Porcentaje de puntos de presencia afectados de forma significativa por las presiones pesqueras.



El impacto potencial de las distintas presiones sobre los hábitats biogénicos presentes en fondos blandos circalitorales y batiales ha sido analizado cuantificando el número de cuadrículas con presencia de los hábitats afectadas por las distintas presiones. En el caso de las presiones de origen distinto al pesquero (Tabla 13) existe riesgo de impacto en el caso de la modificación de la sedimentación (9,09% de afección potencial sobre los fondos dominados por Pennatuláceos) y en la extracción selectiva (10 % de afección potencial sobre los fondos dominados por agregaciones de esponjas). Estos riesgos pueden provocar impactos directos e indirectos de intensidad importante sobre estos hábitats que en la medida de lo posible deben de ser reducidos. No obstante, el mayor riesgo que existe para estos hábitats son los artes de arrastre de fondo.

	INDICADOR: % de cuadrículas			
	SELLADO	MODIF. SEDIMENTACION	MODIF. PERFIL DE FONDO	EXTRACCION SELECTIVA
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos prof. y circa.	0,00	9,09	0,00	0,00
Agregaciones de esponjas sobre fondos blandos profundos.	0,00	0,00	0,00	10,00

Tabla 13. Porcentaje de cuadrículas con presencia del hábitat afectado de manera significativa por las presiones de origen distinto al pesquero (descritas en el documento de presiones e impactos).

En la Tabla 14 se muestran las afecciones potenciales de las distintas artes de pesca sobre estos hábitats. El porcentaje de impacto de las artes de arrastre es bajo en ambos casos (0% sobre los pennatuláceos y 20% sobre las agregaciones de esponjas). No obstante, estos valores pueden llevar a equivoco, ya que lo que muestran es que la escasa superficie de fondos arrastrables que mantienen comunidades de pennatuláceos y esponjas se encuentran en la actualidad en zonas donde la presión por artes de arrastre es baja. Desconocemos cuál sería la superficie impactada de estos hábitats si conociésemos la distribución potencial de los mismos. El impacto de otros artes es en general bajo, aunque hay que destacar el impacto potencial de las artes de enmalle, que en el caso de las comunidades de pennatuláceos es del 9,09%. Estos es especialmente significativo si tenemos en cuenta que este hábitat es el que presenta mayores abundancias de basura derivada de la pesca de todos los hábitats analizados (ver Descriptor 10).

INDICADOR: % de puntos de presencia afectados									
HÁBITAT	ARRAS	CERCO	ENM.	LINEA	PAL. FO.	NASAS	ARRAS. PAR.	CURRI	CEBO VIVO
Comunidades de pennatuláceos	0,00	0,00	9,09	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agregaciones de esponjas	20,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	20,00	10,00	0,00

Tabla 14. Porcentaje de cuadrículas con presencia del hábitat afectado de manera significativa por las presiones pesqueras.



2.4.2. Criterio 6.2. Estado de la comunidad bentónica

Indicador 6.2.1. Presencia de especies particularmente sensibles y/o tolerantes

- Indicador: Biomasa de la especie estructurante

Además de estudiar la extensión del sustrato biogénico relevante, también se ha analizado la biomasa de la especie estructurante para el conjunto de la demarcación, así como su evolución histórica cuando fue posible (Tabla 15 y Tabla 16). A diferencia del valor calculado en el criterio 6.1. *Daños físicos en relación con las características del sustrato*, el criterio empleado ahora calcula la biomasa para el conjunto de la demarcación y no solo para el hábitat. En el caso de las especies estructurantes, la biomasa se da en g/km^2 y se ha calculado como el valor medio de abundancia para el conjunto de lances que se realizan en la campaña DEMERSALES, mientras que en el caso de las especies estructurantes de los hábitats infralitorales el valor es la biomasa total estimada en cada zona de estudio.

En general, al igual que ocurría con la extensión, la abundancia media de las especies formadoras de hábitats presentes en los fondos arrastrables de la demarcación noratlántica, son de las más bajas de todas las observadas en este tipo de fondos (Tabla 15). No obstante, las diferencias no son tan significativas como las observadas en la extensión y por ejemplo el nivel de evaluación de la estrella de mar *A. irregularis* es de $66 \text{ g}/\text{km}^2$, poco más de lo observado en las agregaciones de esponjas.

INDICADOR: BIOMASA DE ESPECIE ESTRUCTURANTE			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
COMUNIDADES DE PENNATULÁCEOS SOBRE FONDOS BLANDOS PROF. Y CIRCA.	24 g/km^2	73 g/km^2	Incremento
AGREGACIONES DE ESPONJAS SOBRE FONDOS BLANDOS PROFUNDOS	43 g/km^2	156 g/km^2	Incremento

Tabla 15. Biomasa de la especie estructurante en hábitats circalitorales y batiales de fondos blandos . Especies estructurantes: Cnidaria Octocorallia Pennatulacea y Porifera de gran porte (Hexactinellida y Demospongia principalmente), respectivamente

Esta menor diferencia tiene dos causas principales. Por un lado, el incremento observado en los últimos años en las abundancias medias de esponjas y pennatuláceos (ver anexo Fichas en el descriptor 1) ha ayudado a reducir las diferencias en la abundancia media entre estas dos especies y el resto. Por otro lado, esponjas y pennatuláceos no son tan escasos como sugiere su escasa extensión, sino que se encuentran presentes en el ecosistema de forma dispersa, sin formar hábitats, lo que explica los bajos valores de área ocupada por el hábitat y su no tan baja abundancia. La presencia de numerosos ejemplares dispersos de pennatuláceos y esponjas en los fondos arrastrables del mar Cantábrico es una buena noticia de cara a la posible recuperación de los hábitats que forman, los cuales (probablemente a consecuencia del impacto de las artes de arrastre) han visto muy menguada su presencia en este tipo de fondos.



INDICADOR: BIOMASA DE LA ESPECIE ESTRUCTURANTE (t)	
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES DOMINADOS POR <i>GELIDIUM SPP.</i>	GALICIA: 24.500 t ASTURIAS: 6.271 t (zona de evaluación) CANTABRIA: 19.040 t PAÍS VASCO: 21011 t
BOSQUES DE LAMINARIALES	GALICIA: 1072183 t ASTURIAS: Sin datos CANTABRIA: Sin datos PAÍS VASCO: Sin datos
FONDOS DOMINADOS POR <i>Paracentrotus lividus</i>	GALICIA: 57100 t ASTURIAS: 2652 t CANTABRIA: Sin datos PAÍS VASCO: Sin datos
FONDOS DE MAÉRL	GALICIA: Este dato no está disponible en kg/m ² , ver Ficha de <i>Maërl</i> para más información

Tabla 16. Biomasa de la especie estructurante en hábitats infralitorales

Indicador 6.2.2. Índices multimétricos que evalúen el estado y funcionalidad de la comunidad bentónica, como, por ejemplo, la diversidad y riqueza de especies o la proporción de especies oportunistas y de especies sensibles

- Indicadores de Riqueza y Diversidad

Con objeto de evaluar el estado y funcionalidad de la comunidad bentónica se han utilizado dos indicadores que tratan de evaluar el estado de los hábitats en función del estado del conjunto de especies presentes en ese hábitat: diversidad y riqueza (Tabla 17 y Tabla 18). Los valores de diversidad y riqueza y su evolución en el tiempo solo han podido ser establecidos en unos pocos hábitats, ya que no en todos se dispone de esta información.

Los hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y batiales de la demarcación Noratlántica son los únicos que presentan una serie histórica de datos de diversidad y riqueza que permitan analizar la evolución de estos indicadores. En estos hábitats, la diversidad mostró valores de evaluación comprendidos entre 2,25 y 2,31 con un valor de referencia de 2,54 en ambos casos. Se trata de los valores de diversidad más elevados de todos los observados en los 11 hábitats presentes en este tipo de fondos, lo que confirma la importancia de los hábitats formadores de sustrato biogénico como puntos calientes de biodiversidad.



INDICADOR: DIVERSIDAD			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos prof. y circa.	2,31	2,54	Sin evolución
Agregaciones de esponjas sobre fondos blandos profundos.	2,25	2,54	No hay datos suficientes para establecer un patrón
Fondos rocosos infralitorales dominados por <i>Gelidium spp.</i>		1,5-4 (varía en función de la zona y el estudio que se consulte)	Sin dato
Bosques de Laminariales		3-4,15 (varía en función de la zona y el estudio que se consulte)	Sin dato
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES DOMINADOS POR <i>Paracentrotus lividus</i>	Sin dato	Sin dato	Sin dato
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato
Fondos rocosos circalitorales	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato
Jardines de coral	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Fondos de <i>Maerl</i>	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Fondos rocosos profundos	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato

Tabla 17. Valores en los distintos hábitats biogénicos del indicador “diversidad”

INDICADOR: RIQUEZA (especies/lance)			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos prof. y circa.	42,85	47,67	Doble periodo, separado por el 2003. Incremento
Agregaciones de esponjas sobre fondos blandos profundos.	49,80	56,00	No hay datos suficientes para establecer un patrón
Fondos rocosos infralitorales dominados por <i>Gelidium spp.</i>	Sin dato	20-63, aunque se han observado máximos de 341 especies	Sin dato
Bosques de Laminariales	Sin dato	25-90 (varía en función de la zona y el estudio que se consulte). El valor máximo observado es de 509 especies distintas	Sin dato
Eriales de erizos	Sin dato	Sin dato	Sin dato
FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Fondos rocosos circalitorales	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato
Jardines de coral	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Fondos de <i>Maerl</i>	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Fondos rocosos profundos	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato

Tabla 18. Valores en los distintos hábitats biogénicos del indicador “riqueza”



La riqueza también fue muy elevada, especialmente en las agregaciones de esponjas donde se han llegado a citar hasta 56 especies/lance. A diferencia de la diversidad, que no mostró ningún tipo de tendencia a lo largo de la serie histórica en ninguno de los dos hábitats analizados (las agregaciones de esponjas debido a su escasez presentan varios años sin dato de diversidad, por lo que no es posible analizar la evolución a lo largo de toda la serie histórica, ver Ficha agregaciones de esponjas, Anexo V del descriptor 1), la riqueza si mostró una evolución positiva en las comunidades de Pennatuláceos a partir del año 2003. Establecer la razón de este incremento en el número de especies por lance a partir de este año anómalo no es posible con la información de la que se dispone. El hecho de que la Riqueza aumente pero no así la Diversidad sugiere que este incremento es consecuencia de la aparición de especies poco numerosas, lo que perfectamente podría ser consecuencia de una mejor revisión y clasificación de las especies capturadas. No obstante, esto es solo una hipótesis y un análisis más detallado de las especies responsables del incremento en Riqueza observado es necesario a la hora de determinar las posibles causas del mismo.

- Indicadores multimétricos utilizados para la evaluación de las aguas costeras de la DMA.

Como ya se ha comentado en el apartado 1.1.2, en la Demarcación Marina Noratlántica, en el marco de los planes hidrológicos de cuenca, se ha utilizado los índices CFR (macroalgas) y M-AMBI_(macroinvertebrados bentónicos) para la evaluación del estado ecológico de las aguas costeras. El documento de presiones e impactos recoge, en su punto “8. Evaluación de otras directivas” información cartográfica sobre la evaluación realizada en función de estos dos índices multimétricos. El estado de las masas de agua costeras de la Demarcación en función de los indicadores de macroalgas y macroinvertebrados es mayoritariamente Muy Bueno o Bueno, existiendo únicamente una masa con estado peor que bueno para ambos elementos. Cabe destacar que en la costa de Galicia sólo se ha evaluado el estado de las masas en función del elemento de macroinvertebrados bentónicos.

2.5. Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento

La investigación de los hábitats presentes en los mares españoles está en una etapa muy temprana, no habiéndose completado aún la fase descriptiva. No existen planes de seguimiento continuos en el tiempo y en el espacio de los fondos marinos, de la estructura, composición y funcionamiento de sus poblaciones, comunidades, hábitats y ecosistemas. Son excepción, los estudios contemplados dentro de la Directiva Marco del Agua (DMA, Directiva 2000/60/CE) en la zona intermareal e infralitoral y las campañas de arrastre de fondo que desarrolla el IEO en los fondos circalitorales y batiales (30-800 m de profundidad) sedimentarios de toda la península.



2.5.1. Lagunas de información y conocimiento

Pueden identificarse como carencias:

- **Intermareal e infralitoral rocoso y sedimentario:** El estrato intermareal y el infralitoral comparten algunas importantes lagunas de conocimiento e información que en la medida de lo posible deberían de solucionarse en futuras evaluaciones.

La DMA ha supuesto en los últimos años un importante avance en el conocimiento de los hábitats y las comunidades biológicas que pueblan los fondos intermareales e infralitorales en la demarcación noratlántica y en general en el conjunto de las costas europeas. No obstante, aunque los objetivos perseguidos por ambas directivas son relativamente similares (alcanzar un buen estado ambiental) se enfrentan a la problemática con visiones distintas; *deconstructing, structural approach vs 'holistic, functional approach* (Borja *et al*, 2010), lo que no ha permitido en muchos casos emplear esta información en la DMEM. Una de las principales diferencias prácticas es que mientras en la DMA, la unidad de estudio son las masas de agua, en la estrategia marina lo son los hábitats (al menos en parte del Descriptor 1 y en el Descriptor 6). De esta forma, gran parte de la información procedente de la DMA no ha podido incluirse en la evaluación inicial por pertenecer a muestreos en los que el hábitat sobre el que se realizaban no estaba siquiera identificado. Además, como es lógico, la estrategia de muestreo en los trabajos de la DMA no se diseñó para cubrir los distintos hábitats presentes en la zona de estudio, sino para analizar las distintas masas de agua descritas en cada comunidad autónoma, lo que hace que en muchos casos existan hábitats que no han sido muestreados (al menos de una manera suficientemente amplia).

Por otro lado, existe un claro déficit de cartografiados de las comunidad biológicas, tanto en el intermareal como en el infralitoral, déficit que no ha sido paliado por la DMA ya que dicha directiva no contempla la necesidad de cartografiar los hábitats presentes en las distintas masas de agua. En la zona intermareal de la demarcación Noratlántica, con la excepción de las aguas de transición (estuarios y marismas, no incluidas en la DMEM) prácticamente no existen cartografiados bionómicos de las distintas comunidades biológicas intermareales. La anchura de la franja intermareal es desconocida en gran parte de las demarcaciones. Los pocos datos disponibles, son antiguos y pertenecen a estudios realizados con un objetivo comercial o de gestión de un recurso marisquero y no como parte del cartografiado de una comunidad biológica concreta. En el estrato infralitoral la problemática es muy similar. En general no existe o no se ha podido conseguir un cartografiado bionómico de los hábitats infralitorales (con la excepción de un cartografiado en Cabo Peñas), la información existente es antigua (más de 20 años en su mayor parte), es incompleta (solo cubre el 44% de los fondos rocosos infralitorales en el mejor de los casos) y poco precisa (capas de hábitats en las que no se incluye la comunidad biológica), discontinua en el espacio (varía mucho por CCAA) y con un enfoque hacia el



cartografiado de recursos, no de hábitats. Además, en la mayor parte de las comunidades tampoco se desarrollan programas continuos de seguimiento (salvo alguna excepción), sólo estudios dispersos y muy puntuales en el tiempo.

Circalitoral y batial sedimentario: las campañas del IEO no utilizan muestreadores apropiados para la identificación y cartografiado de hábitats. La información obtenida no es la óptima, sólo una aproximación. El problema no es tanto la capturabilidad como la gran superficie muestreada que supera en muchos casos las manchas ocupadas por los hábitats. Además, su rango batimétrico no supera los 800 m por lo que las comunidades biológicas presentes en la demarcación por debajo de esta profundidad permanecen prácticamente inexploradas (salvo estudio puntuales como los que se realizan en el proyecto INDEMARES).

- **Circalitoral y batial rocoso:** Prácticamente no hay información. No se ha podido encontrar un solo estudio que cartografié comunidades del circalitoral rocoso a una escala de interés para la DMEM. Además, no existen programas continuos de seguimiento, sólo estudios dispersos y muy escasos.
- **Batial profundo y abisal:** los estudios por debajo del talud superior son muy escasos y prácticamente inexistentes en las llanuras abisales (dentro de las 200 millas de ZEE hay una gran superficie abisal)

Además:

- o No hay estudios sobre distribución de tallas de todas los taxones bentónicos
- o Pocos estudios sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas bentónicos
- o Escasez de estudios sobre especies sensibles y oportunistas, es decir sobre la respuesta, positiva o negativa de las especies a las diferentes presiones e impactos
- o Es necesario desarrollar índices similares a los desarrollados para las perturbaciones antrópicas habituales en los fondos infralitorales y intermareales pero adaptados a las peculiaridades de las presiones e impactos más representativos en los fondos circalitorales y batiales (índices de impacto de la pesca, especialmente del arrastre).
- o Carencia de estudios sobre modelado de hábitats. Es necesario realizar un gran esfuerzo para tratar de pasar de la información puntual que existe en la actualidad a una información continua que permita, aunque sea en información obtenida a través de un modelo desarrollar los indicadores que no han sido desarrollados en esta evaluación inicial.
- o Se carece de toda información espacial sobre las actividades de las flotas menores de 15 m de eslora, denominadas "artesanales". Esto impide la evaluación de la presión de la parte más importante de la flota (en número de barcos) que actúa en el infralitoral, circalitoral y batial.



La información sobre otras presiones identificadas en el análisis de presiones e impactos presenta un grado de precisión demasiado bajo para realizar análisis a escala detallada, aspecto este que debería mejorarse en futuras evaluaciones.

2.5.2. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento

La necesidad más perentoria es el desarrollo de proyectos y estudios sobre los hábitats bentónicos, su identificación, cartografiado, sobre su funcionamiento y estructura.

También debe consensuarse una lista de hábitats que contenga los principales hábitats presentes en las aguas españolas, siguiendo una clasificación de tipo jerárquico. Este trabajo ya se ha iniciado en el seno del MAGRAMA y con la asesoría del IEO y otros organismos de investigación (Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad - Inventario de hábitats y especies), basado en el sistema EUNIS (Davies *et al.*, 2004; Connor *et al.*, 2004; RAC/SPA, 2006; Foster-Smith *et al.*, 2007; Salomidi *et al.*, 2012) pero con las necesarias adaptaciones a los hábitats de nuestras aguas.

Deben fomentarse los estudios que utilicen modelos de idoneidad de hábitats (ENFA, Maxent, i.a. Galparsoro *et al.*, 2009; Monk *et al.*, 2010; Bryan and Metaxas, 2007; Phillips *et al.*, 2006) que permitirán unas extrapolaciones más fiables a partir de los datos de base. El uso de estos modelos permitirá también la estimación de áreas de cobertura potencial que pueden ser utilizadas en el desarrollo de indicadores de estado.

Los estudios para la identificación de hábitats siguen un proceso ideal ya establecido sonda multihaz - sónar de barrido lateral - vídeo/fotografía - dragas/arrastres. Existe una información bastante completa en nuestras aguas de cartografiados multihaz y de muestreos con dragas, arrastres, etc. Hay que potenciar la escala intermedia de estudios con sónar y con métodos visuales.

En cuanto a la vulnerabilidad de los hábitats el compartimento más importante es el epibentónico. Sin embargo, debe desarrollarse el estudio de otros compartimentos, (endobentónico, suprabentónico, bentopelágico) por su importancia en la estructura de los ecosistemas y por la necesidad de conocer la vulnerabilidad de los mismos, y la presencia de especies oportunistas o sensibles.

En esta línea, es necesario potenciar estudios sobre las respuestas de las especies a las presiones, para clarificar la identificación de especies oportunistas o sensibles y desarrollar índices al respecto (en la línea de lo hecho en la DMA).

Sería necesario que sistemas de seguimiento similares a los VMS de la flota industrial, fueran implementados globalmente en la flota artesanal (menos de 15 metros). Estos sistemas para esta flota ya están siendo explorados en pesquerías de especial seguimiento o de forma más general en determinadas Comunidades Autónomas ("cajas verdes" en la Comunidad Autónoma de Andalucía). Igualmente sería necesario que esta flota registrara las capturas, el arte de pesca utilizado en su captura y caladero en un formato similar al libro de pesca utilizado por la flota industrial, y adaptado al sector artesanal. El seguimiento de estas flotas



es fundamental ya que además de ser muy numerosas actúan en zonas litorales o rocosas proclives a la presencia de hábitats vulnerables.

Por último será necesario implementar el seguimiento científico de las actividades pesqueras de mayor interacción con los hábitats biogénicos.

Desarrollo adicional de los criterios e indicadores

Es necesario desarrollar indicadores que permitan cuantificar el estado ecológico de una comunidad bentónica en relación a las distintas presiones específicas de los hábitats circalitorales y batiales. En este sentido destaca sobre el resto de presiones la producida por las artes de arrastre (Collie *et al*, 1997; Kaiser *et al*, 1998; Bergman, 2000; Allen & Clarke, 2007; Serrano *et al.*, 2011; González-Irusta *et al*, en prensa). En este sentido se proponen algunos índices, con diferentes grados de complejidad para su utilización en futuras evaluaciones (de más sencillo a más complejo):

1. Respecto a la sensibilidad a las actividades pesqueras de fondo en los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios, se proponen dos índices, basados en la proporción de especies sensibles y oportunistas al arrastre (catalogación obtenidas de la bibliografía, ver citas en párrafo anterior):

$$\text{Nº spp sensibles al arrastre} * 100 / \text{nº total spp}$$

$$\text{Nº spp oportunistas al arrastre} * 100 / \text{nº total spp}$$

2. Además se propone otros dos indicadores basados en criterios de funcionalidad-vulnerabilidad, siguiendo las pautas establecidas en el grupo de trabajo (Rice *et al*, 2010).

- Porcentaje por hábitat de grupos funcionales representativos de las comunidades bentónicas. Un posible listado podría incluir los siguientes grupos funcionales:

Grupo funcional	Sensibilidad / tolerancia
Crustáceos carroñeros	Oportunistas
Gasterópodos de gran tamaño	Sensibles
Erizos regulares	Sensibles
Estrellas	Oportunistas / sensibles
Equinodermos depositivos	Oportunistas
Corales de gran porte	Sensibles
Eponjas de gran porte	Sensibles
Poliquetos carnívoros	Oportunistas
Otros grupos	

- Porcentaje en biomasa de fauna sésil de gran porte (principalmente cnidarios y esponjas).

3. Es necesario desarrollar índices multimétricos más complejos, siguiendo la línea de lo realizado por Juan y Demestre (2012) que permitan equiparar los índices de sensibilidad al arrastre a otros índices desarrollado para medir las presiones antropogénicas.

4. Por último, es necesario desarrollar índices sobre la sensibilidad a las presiones antropogénicas de la integridad del fondo marino desde el punto de vista geoambiental. Rice *et al.* (2012) indica que el tipo de sustrato es el primer atributo que define la integridad del fondo marino. Así, que el fondo del mar esté compuesto por material fino o grueso, más



consolidado o menos, de origen biogénico o terrígeno, influye en la estructura y funciones del ecosistema. Además, considera que la batimetría es una característica importante en todos estos tipos de sustratos, por ende, la fisiografía y la morfología del fondo marino son indicadores del estado ambiental del medio marino, ya que ambos pueden influir en las propiedades del sustrato y en las comunidades bentónicas (Tittensor *et al.*, 2009).

Por lo tanto, el conocimiento de los procesos y eventos que afectan a los atributos que definen la integridad del fondo marino desde el punto de vista geoambiental (batimetría, morfología, y sedimentología del fondo marino) y cómo aquellos condicionan su evolución es fundamental para poder implementar herramientas que permitan modelizar su comportamiento, y así, poder hacer aproximaciones futuras que nos ayuden a tomar decisiones en la gestión del medio marino (Tabla 19).

Criterio	DISCIPLINA	ATRIBUTOS	METODOLOGIA
Daños físicos del sustrato	Geografía	Situación	GIS
		Datos geográficos	GIS
	Fisiografía	Relieves predominantes	Batimetría/GIS
	Geomorfología	Rasgos morfogenéticos	Sísmica MAR SBL
	Sedimentología	Indices y parámetros, texturas, ..etc	Master sizer Sedigraph Lupa binocular Imagen satelite Trampas sed.
	Geoquímica	Componentes	Servicio externo
	Riesgos	Presiones antrópicas Presiones geológicas Presiones climáticas	Batimetría Sísmica Muestreo Sedimen. Geotécnia

Tabla 19. Metodologías y disciplinas para el desarrollo futuro de geoindicadores del D6

Estos procesos y eventos que ocurren en el margen continental pueden ser de origen continental o marino, y de índole natural o antropogénico (por ejemplo, aportes fluviales, viento, oleaje, corrientes, dragados, construcciones litorales y off-shore, etc). En definitiva, es necesario observar el medio marino desde una perspectiva conceptual fuente-sumidero (*source to sink*, S2S, en terminología anglosajona).

Los aportes de sedimentos al margen continental provienen de los sistemas fluviales, cuyo estudio resulta de gran interés para la mejor comprensión de la influencia del cambio



climático sobre los fondos marinos (Fernández-Salas et al., 2003; Fernández-Salas et al., 2008). Ya que su desarrollo está muy influido por el régimen hidrológico de la cuenca fluvial, por su fisiografía y por el dinamismo de la cuenca marina que recoge la carga sólida transportada por aquellos sistemas.

Diversos estudios científicos desarrollados por equipos del IEO (p.e. el Grupo de Geociencias Marinas del laboratorio de Málaga) han puesto de manifiesto la necesidad de disponer de un mejor conocimiento de los procesos de transporte sedimentario de pequeña escala temporal -y su variabilidad a dicha escala- así como cuantificar, con el mayor detalle posible, el volumen total de la carga sólida transportada que pasa a formar parte del depósito submarino. Estos datos son muy necesarios para mejorar los modelos matemáticos y las simulaciones numéricas que permitan hacer una prospectiva evolutiva de la integridad del fondo marino.

3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL

En la mayor parte de los hábitats no se dispone en la actualidad de información adecuada sobre su extensión y/o estado. Las limitaciones espacio-temporales y metodológicas no permiten definir en este momento el BEA (Buen Estado Ambiental) de los hábitats como un valor cuantitativo o puntual. Por tanto, la definición de Buen Estado Ambiental no debe ser el nivel de referencia establecido en la evaluación del estado, sino una tendencia positiva hacia ese nivel o una estabilidad, dado que en muchas ocasiones el nivel de referencia es imposible de alcanzar (pérdida de hábitat irreversible, elevados costes sociales, escala temporal a largo plazo de los procesos de recuperación, etc.). Por otra parte, el concepto de Buen Estado Ambiental debe tener en cuenta el uso sostenible de los mares y un nivel de actividad humana que sea compatible con la conservación de los ecosistemas marinos, de acuerdo con el enfoque ecosistémico. Por tanto, el BEA no es asimilable al nivel de referencia, sino que debe tener en consideración otros factores. Esto se puede concretar en las siguientes condiciones:

- El área de distribución de los hábitats biogénicos y/o hábitats protegidos mantienen tendencias positivas o estables de manera que se asegura su conservación (indicador 6.1.1)
- Los efectos adversos derivados de las actividades humanas no alcanzan una extensión espacial y/o intensidad que comprometa el mantenimiento de los hábitats bentónicos
- El estado de las comunidades bentónicas, evaluado en términos de biomasa de la especie estructurante, riqueza / diversidad, u otros indicadores relacionados, se mantiene dentro de valores que garanticen su perdurabilidad y funcionamiento, y el mantenimiento de las especies características y especies clave asociadas (criterio 6.2)



Referencias

- Allen JI, Clarke KR (2007). Effects of demersal trawling on ecosystem functioning in the North Sea: a modelling study. *Marine Ecology Progress Series*, 336: 63-75
- Bergman MJN, van Santbrink JW (2000). Mortality in megafaunal benthic populations caused by trawl fisheries on the Dutch continental shelf in the North sea in 1994. *ICES. Jour. Mar. Scien.*, 57, 1321-1331
- Borja , Elliott M, Carstensen J, Heiskanen AS, van de Bund W (2010). Marine management – Towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 2175–2186
- Borja A, Galparsoro I, Irigoien X, Iriondo A, Menchaca I, Muxika I, Pascual M, Quincoces I, Revilla M, Rodríguez JG, Santurtún M, Solaun O, Uriarte A, Valencia V, Zorita I (2011). Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 62,889–904
- Bryan TL, Metaxas A (2007). Predicting suitable habitat for deep-water gorgonian corals on the Atlantic and Pacific Continental Margins of North America. *Marine Ecology Progress Series*, 330, 113-126
- Buhl-Mortensen L, Vanreusel A, Gooday AJ, Levin LA, Priede IG, Buhl-Mortensen P, Gheerardyn H, King NJ, Raes M (2010). Biological structures as a source of habitat heterogeneity and biodiversity on the deep ocean margins. *Marine Ecology*, 31, 21–50
- Collie JS, Escanero GA, Valentine PC (1997). Effects of bottom fishing on the benthic megafauna of Georges Bank. *Marine Ecology Progress Series*, 155: 159-172
- Connor DW, Allen JH, Golding N, Howell KL, Lieberknecht LM, Northen KO, Reker JB (2004). *Marine Habitat Classification for Britain and Ireland*. Version 04.05.JNCC. Peterborough
- Dauvin JC (2007). Paradox of estuarine quality: benthic indicators and indices, consensus or debate for the future. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 271—281
- Davies C, Moss D, Hill MO (2004). *EUNIS Habitat Classification Revised 2004*. Report to: European Environment Agency, European Topic Centre On Nature Protection And Biodiversity, 310 p
- De Paz L, Patricio J, Marques JC, Borja A, Laborda AJ (2008). Ecological status assessment in the lower Eo estuary (Spain). The challenge of habitat heterogeneity integration: A benthic perspective. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1275-1283
- Fernández-Salas LM, Lobo FJ, Hernández-Molina FJ, Somoza L, Rodero J, Díaz del Río V, Maldonado A (2003). High-resolution architecture of late Holocene highstand



- prodeltaic deposits from southern Spain: the imprint of high-frequency climatic and relative sea-level changes. *Continental Shelf Research*, 23: 1037-1054
- Fernández-Salas LM, Lobo FJ, Hernández-Molina FJ, Díaz del Río V, Somoza L (2008). Modelo estratigráfico secuencial de muy alta resolución de los depósitos del alto nivel del mar del Holoceno Superior en el sur de la Península Ibérica. *GeoTemas*, 10: 523-526
- Juan S de, Demestre M (2012). A Trawl Disturbance Indicator to quantify large scale fishing impact on benthic ecosystems. *Ecological Indicators*, 18, 183-190
- Foster-Smith R, Connor D, Davies J (2007). *What is habitat mapping?* In: MESH Guide to Habitat Mapping. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough (MESH Project). Available online at www.searchmesh.net/default.aspx?page=1900
- Galparsoro I, Borja A, Bald J, Liria P, Chust G (2009). Predicting suitable habitat for the European lobster (*Homarus gammarus*), on the Basque continental shelf (Bay of Biscay), using Ecological-Niche Factor Analysis. *Ecological Modelling*, 220, 556-567
- González-Irusta JM, Punzón A, Serrano, A. Environmental and fisheries effects on *Gracilechinus acutus* (Echinodermata: Echinoidea) distribution. Is it a suitable bioindicator of trawling disturbance? *ICES Jour. Mar. Sci.* (en prensa)
- Grabowski JH (2004). Habitat complexity disrupts predator-prey interactions but not the trophic cascade on oyster reefs. *Ecology*, 85, 995-1004
- Grall J, Le Loc'h F, Guyonnet B, Riera P (2006). Community structure and food web based on stable isotopes ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) analysis of a North Eastern Atlantic maerl bed. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 338, 1-15
- Guinda X, Juanes JA, Puente A, Revilla JA (2008). Comparison of two methods for quality assessment of macroalgae assemblages, under different pollution types. *Ecological Indicators*, 8 (5), 743-753
- Husebø Å, Nottestad L, Fossa JH, Furevik DM, Jorgensen SB (2002). Distribution and abundance of fish in deep-sea coral habitats. *Hydrobiologia*, 471, 91-99
- Kaiser MJ, de Groot SJ, eds. (2000). *The effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues*. Blackwell Publishing
- Kaiser MJ, Edwards DB, Armstrong PJ, Radford K, Lough NEL, Flatt RP, Jones HD (1998). Changes in megafaunal benthic communities in different habitats after trawling disturbance. *ICES. Jour. Mar. Scien.*, 55: 353-361
- Lindeboom H, de Groot S (1998). *The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems*. NIOZ-Rapport 1998-1. RIVO-DLO REPORT C003/98, 404 pp
- Monk J, Ierodiaconou D, Versace VL, Bellgrove A, Harvey E, Rattray A, Laurenson L, Quinn GP (2010). Habitat suitability for marine fishes using presence-only modelling and multibeam sonar. *Marine Ecology Progress Series*, 420, 157-174



- Mortensen PB, Buhl-Mortensen L, Gebruk AV, Krylova EM (2008). Occurrence of deep-water corals on the Mid-Atlantic Ridge based on MAR-ECO data. *Deep-Sea Research II*, 55, 142–152
- Muxika I, Borja A, Bald J (2007). Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 16–29
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259
- Peña V (2010). *Estudio ficológico de los fondos de maërl y cascajo en el noroeste de la Península Ibérica*. Tesis doctoral, Universidad da Coruña. 626 pp
- Piha H. & Zampoukas N. 2011. Review of Methodological Standards Related to the Marine Strategy Framework Directive Criteria on Good Environmental Status. JRC Scientific and Technical Report. EUR 24743 EN –2011. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/16069/1/lbna24743enn.pdf>
- Puente A, Diaz RJ (2008). Is it possible to assess the ecological status of highly stressed natural estuarine environments using macroinvertebrates indices? *Marine Pollution Bulletin*, 56, 1880–1889
- Puig P, Canals M, Martín J, Amblas D, Lastras G, Palanques A, Calafat AM (2012). Ploughing the deep sea floor. *Nature*, 489 (7415), 286–289
- Rice J, Arvanitidis C, Borja A, Frid C, Hiddink J, Krause J, Lorance P, Ragnarsson SÁ, Sköld M, Trabucco B (2010). *Marine Strategy Framework Directive – Task Group 6 Report Seafloor integrity*. EUR 24334 EN – Joint Research Centre, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 73 pp
- Rice J, Arvanitidis C, Borja A, Frid C, Hiddink J, Krause J, Lorance P, Ragnarsson SÁ, Sköld M, Trabucco B, Enserink L, Norkko A (2012). Indicators for Sea-floor Integrity under the European Marine Strategy Framework Directive. *Ecological Indicators*, 12, 1: 174-184
- Salomidi M, Katsanevakis S, Borja A, Braeckman U, Damalas D, Galparsoro I, Mifsud R, Mirto S, Pascual M, Pipitone C, Rabaut M, Todorova V, Vassilopoulou V, Fernández VT (2012). Assessment of goods and services, vulnerability, and conservation status of European seabed biotopes: a stepping stone towards ecosystem-based marine spatial management. *Mediterranean Marine Science*, 13,49–88
- Serrano A, Rodríguez-Cabello C, Sánchez F, Velasco F, Olaso I, Punzón A (2011). Effects of anti-trawling artificial reefs on ecological indicators of inner shelf fish and invertebrate communities in the Cantabrian Sea (Southern Bay of Biscay). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91(3), 623–633



Tittensor DP, Baco AR, Brewin PE, Clark MR, Consalvey M, Hall-Spencer J, Ashley AR, Schlacher T, Stocks KI, Rogers AD (2009). Predicting global habitat suitability for stony corals on seamounts. *Journal of Biogeography*, 36: 1111–1128