



ESTRATEGIA MARINA

DEMARCACIÓN MARINA LEVANTINO-BALEAR

PARTE IV. DESCRIPTORES DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL

DESCRIPTOR 9: CONTAMINANTES EN PRODUCTOS DE LA PESCA

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:

- José Benedicto
- Juan Antonio Campillo
- Beatriz Fernández
- Concepción Martínez-Gómez
- Víctor M. León

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



Índice

1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR 9	1
1.1. Escala espacial y temporal.....	1
1.2. Fuentes de información y programas de seguimiento.....	1
2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL	6
2.1. Conceptos clave	6
2.2. Elementos de evaluación.....	7
2.2.1. Criterios del Buen Estado Ambiental.....	7
2.2.2. Componentes del descriptor. Fundamento en la selección de criterios e indicadores 8	
2.3. Determinación niveles de referencia o de base y criterios de evaluación.....	10
2.4. Evaluación del Estado Actual.....	11
2.4.1. Niveles reales de contaminantes que se hayan detectado y número de contaminantes que hayan sobrepasado los niveles máximos reglamentarios	12
2.4.1.1. Niveles reales de contaminantes que se han detectado.....	12
2.4.1.2. Número de contaminantes que han sobrepasado los contenidos máximos permitidos 17	
2.4.2. Frecuencia con la que se sobrepasan los contenidos máximos permitidos.....	18
2.4.3. Información complementaria	20
2.5. Lagunas de información y conocimiento.....	21
2.6. Evaluación integrada a nivel de criterio y descriptor. Conclusiones.....	22
3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL	24
3.1. Interpretación del BEA en relación con los criterios del Descriptor 9	24
3.2. Ámbito y limitaciones	24
3.3. Definición del BEA. Metodología y fundamento	24
3.3.1. Integración de los criterios e indicadores.....	25
3.3.2. Valoración del BEA del Descriptor 9	30
4. ANEXOS	32
Anexo I. Glosario de términos y acrónimos.....	32
Anexo II. Referencias	34



1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR 9

1.1. Escala espacial y temporal

La escala espacial y temporal considerada en la evaluación del descriptor 9 varía dependiendo de la disponibilidad de datos de cada grupo de contaminantes y de las especies objetivo.

Para la demarcación levantino-balear existe una mayor información de los niveles de metales pesados (Cd, Pb y Hg) que del resto de los contaminantes legislados. La mayoría de las concentraciones de metales en peces, cefalópodos y crustáceos que se utilizan en la evaluación de este descriptor proceden del proyecto de investigación SANCO “*Estudio de arsénico y metales pesados en pescados y mariscos de interés comercial*” desarrollado en el año 2001 en el marco de un convenio de colaboración entre el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y la Secretaria General de Pesca Marítima (SGPM). Aunque este proyecto incluyó, entre otras, las especies comerciales más representativas de la costa mediterránea de España, el área de captura de la mayoría de ellas estuvo limitada a la plataforma continental adyacente al polígono Cabo de Palos-Ibiza-Cabo de la Nao.

La periodicidad y la cobertura espacial de las actividades de monitoreo que se realizan con regularidad, en el marco de los requerimientos de MED POL (distribución espacial y tendencias temporales), son adecuadas y se dispone de series temporales de concentraciones de algunos de los contaminantes legislados (metales, órganoclorados e hidrocarburos aromáticos policíclicos) en mejillón y salmonete de fango. La serie de datos de salmonete cubre un periodo variable, del 2001 al 2008, para metales, y del 2006 al 2008, para contaminantes orgánicos. La serie de datos de metales en mejillón cubre el periodo 2004-2007, mientras que para contaminantes orgánicos el periodo cubierto es del 2004-2008.

La mayor parte de la información corresponde a la franja costera y a la plataforma próxima, y no se dispone de datos suficientes para realizar una evaluación adecuada de la región oceánica y de los ambientes profundos, que representan el porcentaje mayor de la superficie total de esta demarcación.

1.2. Fuentes de información y programas de seguimiento

Para proteger a los consumidores las autoridades sanitarias llevan a cabo diferentes programas de seguimiento de las concentraciones de contaminantes regulados en



productos de consumo humano. Actualmente, estos programas son realizados por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN; <http://www.aesan.msc.es/>) y por las Comunidades Autónomas con competencias de desarrollo normativo y ejecución de las materias relacionadas con la seguridad alimentaria (Ley 17/2011, de Seguridad Alimentaria y Nutrición). En esta evaluación no se va a utilizar la información procedente de los controles oficiales ya que la zona geográfica de captura no está perfectamente identificada.

En el año 2001, se realizó un extenso estudio de niveles de metales pesados (Proyecto SANCO), que incluyó 21 especies de peces, cefalópodos y crustáceos de interés comercial, capturadas en caladeros situados en la plataforma de la demarcación levantino-balear. La mayoría de las muestras fueron obtenidas en una campaña de investigación pesquera del IEO y los análisis de los niveles de metales se realizaron en la matriz adecuada, aplicando siempre protocolos estandarizados y bajo controles externos (QUASIMEME) que asegurasen la calidad analítica. En cada especie se llevó a cabo un muestreo estratificado por clases de tallas, partiendo de la talla mínima comercial hasta la máxima capturada, efectuando una mayor ponderación a los ejemplares de mayor talla.

Este estudio aportó información a las autoridades sanitarias de la UE para establecer las CMP en los productos de la pesca. Dado su interés y metodología aplicada, los resultados obtenidos fueron incluidos en el Codex Alimentario de la Unión Europea. Del mencionado estudio se ha recopilado la información correspondiente a las especies de la demarcación levantino-balear para poder desarrollar este descriptor.

El programa de monitoreo de la contaminación química en las aguas costeras mediterráneas de España, que desde el año 2004 realiza el IEO para dar cumplimiento a MED POL, aunque no tiene como objetivo la evaluación de riesgos para la salud humana aporta datos periódicos de las concentraciones de contaminantes químicos prioritarios (metales traza, PCBs, pesticidas e HAPs) en una especie comestible muy solicitada, como es el salmonete de fango, y en otra, potencialmente comestible, el mejillón silvestre. Estos datos son utilizados en la evaluación y su calidad analítica ha sido comprobada participando en ejercicios de intercalibración organizados por MED POL y el Laboratorio del medio ambiente marino del Organismo Internacional de la Energía Atómica (AIEA-LEM) (www.iaea.org).

El programa de seguimiento que utiliza mejillón como especie objetivo está basado en el uso de poblaciones naturales y posee una amplia cobertura espacial. Las 15 estaciones MED POL están distribuidas a lo largo del litoral de la demarcación cubriendo zonas urbanas e industriales (Barcelona, Tarragona, Valencia y Cartagena), zonas de especial atención (Portmán), zonas próximas a desembocaduras de ríos



relevantes por sus aportes (Delta del Ebro, Cullera y Santa Pola), pequeñas poblaciones (Cadaqués, Blanes y Peñíscola,) y zonas protegidas (Islas Medas e Islas Columbretes). Los contaminantes se analizan en las partes blandas del mejillón, aplicando siempre los mismos protocolos estandarizados de preparación de las muestras y de análisis. En cada estación se analizan, anualmente, tres muestras compuestas.

El programa de seguimiento que utiliza salmonete de fango como bioindicador del estado de la contaminación química está basado en el análisis de ejemplares procedentes de los principales caladeros de la demarcación levantino-balear y posee una cobertura espacial adecuada. La serie de datos disponibles incluye concentraciones de metales (Cd, Hg y Pb) en salmonetes de 13 áreas y 21 caladeros, durante el periodo 2001-2008, mientras que los contaminantes orgánicos (NDL-PCBs, BaP y Σ 4HAPs) se han estudiados en 11 áreas y 16 caladeros durante el periodo 2006-2008. Las áreas y caladeros estudiados, de norte a sur, fueron Barcelona (delta del Llobregat), Tarragona (Torredembarra), Delta Ebro (plataforma media y delta distal), Castellón (desembocadura río Mijares), Sagunto (plataforma media), Valencia (desembocadura río Turia y al S de la Albufera), Mallorca (Bahía de Alcudia), Santa Pola (plataforma media y desembocadura río Segura), tramo litoral Cabo de Palos-Cabo de la Nao, Mar Menor, Cartagena (Escombreras-Portmán, Escombreras-Cabo Tiñoso y plataforma media), Mazarrón (plataforma media) y Águilas (Águilas sur y plataforma media). Los contaminantes se analizan en el tejido muscular aplicando siempre los mismos protocolos estandarizados de preparación y de análisis. En cada caladero se analizan individualmente entre 8 y 12 ejemplares.

Durante el periodo 2004-2006 y en el marco del proyecto Interreg/medocIIIC/MYTILOS (Andral *et al.*, 2010), se realizó un amplio estudio de la distribución espacial de la contaminación química en las aguas costeras de la cuenca occidental del Mediterráneo, que incluía una serie de estaciones ubicadas en la demarcación levantino-balear. El estudio estuvo basado en un biomonitoreo activo, utilizando mejillones de características biológicas similares e idéntica procedencia que estuvieron fondeados durante tres meses en las zonas de interés. Las concentraciones de contaminantes químicos (Hg, Cd, Pb, Dioxinas, DL-PCBs, BaP y Σ 4HAPs) fueron determinadas antes y después del periodo de exposición. Los puntos de fondeo correspondían tanto a puntos problemáticos (frente a las principales ciudades y núcleos industriales) como a reservas marinas alejadas de focos directos de contaminación. Aunque el objetivo principal de este estudio no fue el riesgo asociado al consumo humano de los productos pesqueros sino conocer la distribución espacial la contaminación, los datos de concentraciones de dioxinas y DL-PCBs generados (Caixach *et al.*, 2007) son los únicos disponibles en la demarcación.



Se ha efectuado una extensa revisión bibliográfica para recopilar la máxima información existente de estudios que aportasen datos de niveles de contaminantes químicos en productos de la pesca. En el ámbito de Cataluña, la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (ACSA) ha realizado estudios periódicos (2000-2002, 2005-2007, 2008 y 2010) sobre el contenido de determinados contaminantes químicos (arsénico, cadmio, mercurio, plomo, dioxinas y furanos, bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, hexaclorobenceno, éteres difenílicos policlorados, éteres difenílicos policlorados y naftalenos policlorados) en la “dieta total” con el objetivo de estudiar la evolución de sus concentraciones, la ingesta y el riesgo para la población.

El primer estudio (ACSA, 2004), iniciado en el año 2000, permitió estimar la ingesta de los contaminantes anteriormente citados por parte de la población y evaluar el posible riesgo para la salud, identificando el grupo de alimentos “pescado y marisco” como el que contribuía de forma más significativa a la ingesta de contaminantes a través de la dieta. Dada la capacidad toxica y carcinógena de algunos compuestos y la gran variedad de pescado y marisco que ingiere la población, se decidió caracterizar con mayor precisión la ingesta de contaminantes derivada de su consumo y ampliar el conocimiento de la contribución de este grupo de alimentos a la exposición dietética de la población de Cataluña.

El estudio específico lo realizó, en 2005, el ACSA (ACSA, 2008), en colaboración con el Laboratorio de Toxicología y Salud Medioambiental de la Universidad Rovira e Virgili y el Grupo de Investigación en Toxicología GRETCERETOX del Parque Científico de la Universidad de Barcelona. Se analizaron catorce especies (sardina, atún, boquerón, caballa, emperador, salmón, merluza, salmonete, lenguado, sepia, calamar, mejillón, almeja y gamba) entre las que más consume la población y los resultados mostraron que la ingesta de casi todos los contaminantes fue inferior a la estimada en el 2000 y que únicamente la ingesta de metil-mercurio fue motivo de preocupación. Aunque en este estudio todas las especies estudiadas presentaron concentraciones de mercurio (excepto en el emperador o pez espada cuya nivel de Hg superó el CMP), cadmio, plomo, dioxinas y furanos, y dioxinas y furanos más bifenilos policlorados similares a las dioxinas inferiores a los CMP por la normativa Comunitaria, la información generada solo se ha utilizado de manera cualitativa en la evaluación de este descriptor ya que se desconoce el lugar de captura de las especies estudiadas porque las muestras se obtuvieron en diversos establecimientos comerciales. Las publicaciones generadas, relacionadas con los productos de la pesca, se incluyen en el Anexo bibliográfico (Bocio *et al*, 2007; Domingo, 2007 y 2007a; Falco *et al*, 2006 y 2006a; Llobet *et al*, 2006 y 2007).



En 2002, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación inició un amplio programa para evaluar la presencia de PCDD/Fs y DL-PCBs en peces y otros productos de la pesca consumidos en España, en colaboración con el Laboratorio de Espectrometría de Masas, actualmente adscrito al Departamento de Química Ambiental, del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) del CSIC en Barcelona (Abad *et al.*, 2003). Los muestreos incluyeron un gran número de peces, cefalópodos y crustáceos capturados en diferentes caladeros de los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico y del mar Mediterráneo, pero también en este caso se desconoce la procedencia de las capturas (Gomara *et al.*, 2005).

Por tanto, en la mayoría de los estudios realizados y en las publicaciones científicas generadas no se informa sobre la zona de captura de las especies analizadas, ya que el objetivo era evaluar la ingesta de la población. El origen de los productos de la pesca que se venden en mercados o grandes centros de distribución es diverso por lo que es difícil establecer una relación entre los niveles de contaminantes y los caladeros de los que proceden. La concentración de estos contaminantes en los productos del mar depende en gran medida del medioambiente de la zona donde los organismos fueron capturados. Por dicho motivo estas publicaciones no se consideran de utilidad para la evaluación de este descriptor.

Para la evaluación del estado actual del descriptor 9 en la demarcación levantino-balear se ha utilizado la siguiente información:

- Datos de concentraciones de metales (Cd, Hg y Pb) en mejillón silvestre (*Mytilus galloprovincialis*), correspondientes al periodo 2004-2007 (fuente: IEO).
- Datos de concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (BaP y Σ 4PAHs) en mejillón silvestre (*Mytilus galloprovincialis*), correspondientes al periodo 2004-2008 (fuente: IEO).
- Datos de concentraciones de PCBs no dioxínicos (NDL-PCBs) en mejillón silvestre (*Mytilus galloprovincialis*), correspondientes al periodo 2001-2008 (fuente: IEO).
- Datos de concentraciones de metales (Cd, Hg y Pb) en salmonete de fango, muestreados en la plataforma continental (hasta 300 m de profundidad) durante el periodo 2001-2008 (fuente: IEO).
- Datos de concentraciones de PCBs no dioxínicos (NLD-PCBs) en salmonete de fango, muestreados en la plataforma continental (hasta 100 m de profundidad) durante el periodo 2006-2008 (fuente: IEO).



- Datos de concentraciones de dioxinas y Σ (Dioxinas+DL-PCBs) obtenidos en mejillones transplantados durante 3 meses en estaciones de la demarcación levantino balear, durante el periodo 2004-2006 (fuente: Proyecto de investigación Interreg/medocIIIC/MYTILOS).
- Datos de concentraciones de metales (cadmio, mercurio y plomo) en peces, crustáceos, moluscos bivalvos y cefalópodos muestreados en 2001 (fuente: IEO, proyecto SANCO).
- Dada su complementariedad e importancia los datos obtenidos por el Departamento de Salud de la Generalitat de Cataluña y el Laboratorio de dioxinas del Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales de Barcelona, se han considerado de manera cualitativa en la evaluación del estado del descriptor 9.

2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL

2.1. Conceptos clave

El Descriptor 9 está formulado en la Directiva marco de Estrategia Marina (DMEM) como: “Las concentraciones de los contaminantes químicos presentes en el pescado y otros productos de la pesca destinados al consumo humano, determinando si éstos superan los niveles establecidos por la normativa comunitaria o por otras normas pertinentes”.

Contaminación es la introducción directa o indirecta en el medio marino, como consecuencia de la actividad humana, de sustancias o energías, incluidas las fuentes sonoras submarinas de origen humano, que provoquen o puedan provocar efectos nocivos, como perjuicios a los recursos vivos y a los ecosistemas marinos (incluida la pérdida de biodiversidad), riesgos para la salud humana, obstáculos a las actividades marítimas, especialmente a la pesca, al turismo, a las actividades de ocio y demás usos legítimos del mar, una alteración de la calidad de las aguas marinas que limite su utilización y una reducción de su valor recreativo, o, en términos generales, un menoscabo del uso sostenible de los bienes y servicios marinos.

El término *Contaminante* se define en la DMA (Directiva 2000/60/CE) como cualquier sustancia que pueda causar contaminación, en particular las sustancias enumeradas en el anexo VIII de la citada Directiva, y se aplica a las sustancias peligrosas presentes en los productos de la pesca, como resultado de una contaminación medioambiental, para las cuales existen niveles de regulación para consumo humano. Las sustancias



peligrosas son sustancias (elementos químicos o compuestos) o grupos de sustancias que son tóxicas, persistentes y con capacidad de bioacumulación.

“*Contenidos Máximos Permitidos*” (CMP) son las concentraciones máximas admisibles para consumo humano reguladas por legislación nacional o comunitaria.

“*Otros estándares relevantes*” pueden ser otros estándares y recomendaciones nacionales o internacionales (WHO, FAO, etc.) que han sido establecidas para peces y productos de la pesca y que no entran en contradicción con la legislación de la UE.

Los términos “*peces y productos de la pesca*” se interpretan como únicamente aquellos peces, crustáceos, moluscos, equinodermos, huevos y algas que han sido obtenidas en la naturaleza y que estén destinados a consumo humano.

El Reglamento CE 1831/2003 indica que el CMP debe establecerse a un nivel estricto, que pueda conseguirse razonablemente si se aplican buenas prácticas agrícolas, pesqueras y de producción y teniendo en cuenta el riesgo relacionado con el consumo del alimento. En el caso de los contaminantes que se consideran cancerígenos genotóxicos, o, en los casos en los que la exposición actual de la población, o de los grupos más vulnerables, se aproxime a la ingesta tolerable o la supere, deben establecerse CMP tan bajos como sea razonablemente posible (*as low as reasonably achievable*, ALARA).

2.2. Elementos de evaluación

2.2.1. Criterios del Buen Estado Ambiental

El descriptor 9 incluye dos criterios de buen estado ambiental: los niveles reales de contaminantes que se hayan detectado y el número de contaminantes que haya sobrepasado los niveles máximos reglamentarios (9.1.1) y la frecuencia con la que se sobrepasan los CMP (9.1.2). Por lo tanto, para la evaluación del descriptor 9 se han seleccionado:

- i. los datos disponibles de aquellos contaminantes para los que se han establecido CMP en los productos de la pesca.
- ii. los datos disponibles de aquellas especies marinas de peces, crustáceos y moluscos que se consideran productos de la pesca, recogidos en la naturaleza (no ejemplares procedentes de estaciones de cultivos marinos) y cuya procedencia es inequívocamente la demarcación levantino-balear.



2.2.2. Componentes del descriptor. Fundamento en la selección de criterios e indicadores

Aunque una gran variedad de contaminantes acceden al medio marino de forma directa o indirecta, sólo se han fijado CMP para aquellos que por su toxicidad suponen un riesgo para la salud de los consumidores. Los grupos de contaminantes regulados por la legislación vigente en organismos para consumo humano procedentes del medio marino son:

Metales

Los metales traza forman parte de la corteza terrestre y son componentes naturales del medio marino. Se consideran ubicuos, ya que no son ni química ni biológicamente degradables, por lo que pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años. Entre los metales de alta masa atómica, o metales pesados, se encuentran el cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb), metales no esenciales para ninguna función metabólica y tóxicos incluso a concentraciones muy bajas. Su persistencia, capacidad de acumulación en los organismos marinos y poder de biomagnificación (caso del Hg) en la cadena trófica, les confieren un alto riesgo para la salud de los consumidores de productos del mar, estando sus contenidos máximos regulados por la legislación de la UE.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)

Es un grupo numeroso de compuestos que contienen dos o más anillos aromáticos de 6 carbonos fusionados, siendo algunos de ellos cancerígenos y/o genotóxicos. Al igual que los metales pueden tener un origen natural, pero su presencia en el medio marino se debe, fundamentalmente, a las actividades antropogénicas; sobre todo a las relacionadas con la combustión de cualquier tipo de materia orgánica y/o el transporte y utilización de combustibles fósiles.

Dentro de los HAPs, el benzo(a)pireno (BaP) se utiliza como marcador de la presencia y el efecto de HAPs cancerígenos en los alimentos, ya que por su elevado peso molecular es altamente persistente y por tanto bioacumulable. Actualmente, se encuentran reguladas las CMP de BaP y de la suma de las concentraciones de 4 HAPs (BaP+benzo-a-antraceno+benzo-b-fluoranteno+criseno), que en lo sucesivo denominaremos como Σ 4HAPs, en partes blandas de moluscos bivalvos (Reglamento UE 835/2011). En el pasado, se había establecido un contenido máximo de BaP en carne de pescado no ahumada (Reglamento CE 1881/2006) como indicador potencial de contaminación medioambiental, pero como los HAPs se metabolizan rápidamente en peces y no se acumulan en su carne comestible, este CMP no es aplicable en la actualidad.



Dioxinas (PCDD/F)

El término dioxinas está referido a un grupo de 75 policlorodibenzo-para-dioxinas (PCDD) y 135 policlorodibenzofuranos (PCDF), de los cuales 17 congéneres presentan riesgos toxicológicos. Tanto las PCDDs como los PCDFs son dos grupos de compuestos halogenados aromáticos de gran preocupación ambiental debido a su facilidad de dispersión a través de la atmósfera, su alta persistencia, su facilidad para incorporarse al sedimento, su capacidad de acumulación en biota y de biomagnificación través de la cadena trófica, y, especialmente, por su elevada toxicidad sobre los organismos marinos y los seres humanos. El medio marino puede ser el destino final de los PCDD/Fs y los productos de la pesca contribuyen significativamente a la exposición humana a estos compuestos vía consumo.

Policlorobifenilos (PCBs)

Los PCBs son un grupo de 209 congéneres diferentes de origen antropogénico, que se caracterizan por su toxicidad, persistencia y alto carácter lipofílico, por lo que se acumulan a lo largo de la cadena trófica, causando efectos adversos o tóxicos en organismos expuestos a estas sustancias. Pueden clasificarse en dos grupos, en función de sus propiedades toxicológicas: Uno formado por 12 congéneres que presentan propiedades toxicológicas similares a las de las dioxinas, por lo que a menudo se denominan “PCBs similares a las dioxinas” (DL-PCBs) y otro formado por el resto de congéneres que no presenta toxicidad de tipo dioxínico y tienen un perfil toxicológico diferente y que se conocen como “PCBs no similares a las dioxinas” (NDL-PCBs).

La suma de los seis PCBs marcadores o indicadores (congéneres 28, 52, 101, 138, 153 y 180), que en lo sucesivo denominaremos como Σ 6PCBs, comprende, aproximadamente, la mitad de la cantidad total de NDL-PCBs presentes en los piensos y en los alimentos. Esta suma, se considera como un marcador adecuado de la presencia y la exposición humana a los NDL-PCBs y, por lo tanto, debe fijarse como contenido máximo.

La dieta es la principal ruta de exposición de los humanos a estos compuestos, y principalmente la comida de origen animal. Como las dioxinas y los DL-PCBs se encuentran en el medio ambiente como mezclas de diferentes congéneres y la toxicidad de cada congénere es diferente y puede variar del orden de mil veces, su toxicidad global se expresa en valores de equivalencia tóxica (EQT), facilitando así la evaluación del riesgo y los controles reglamentarios. Como consecuencia de ello, los resultados analíticos relativos a cada uno de los congéneres del grupo de dioxinas y de los congéneres del grupo DL-PCBs de importancia toxicológica se expresan en una unidad cuantificable, denominada equivalente tóxico de TCDD (EQT).



Como los contaminantes químicos no se acumulan de manera homogénea en los diferentes tejidos de un organismo, para evaluar si la concentración de contaminantes presentes supera o no los CMP por la normativa vigente, las concentraciones han de determinarse en aquellos tejidos que están destinados a su consumo (p. ej. tejido muscular, tejido blando).

En peces, la matriz adecuada para evaluar el estado del descriptor 9 es el tejido muscular. Los datos de contaminantes en salmonete de fango obtenidos en el marco del programa MED POL están referidos a esta matriz. En crustáceos y moluscos la matriz adecuada para evaluar el estado del descriptor 9 es el tejido blando total (sin concha, sin exoesqueleto). Los datos de contaminantes en mejillón natural, obtenidos en el marco del programa MED POL, están referidos a esta matriz. En el caso particular de los crustáceos, se excluye la carne oscura del cangrejo, así como la cabeza y el tórax de la langosta y de crustáceos similares de gran tamaño. En el caso de los moluscos cefalópodos, también se excluyen del análisis del tejido blando las vísceras.

2.3. Determinación niveles de referencia o de base y criterios de evaluación.

La Directiva 2008/56/CE fija que para llevar a cabo la evaluación del estado actual del medio marino utilizando este descriptor se empleará la normativa comunitaria existente, u otras normas pertinentes a escala nacional o regional, en la que se establezcan los CMP para los contaminantes presentes en pescados y otros productos procedentes de la pesca que se hayan capturado o recogido en la naturaleza y destinados al consumo de la población.

Como ya se ha señalado anteriormente el Reglamento UE Nº 1881/2006 y las modificaciones pertinentes realizadas hasta la fecha (Reglamento UE Nº 565/2008; Reglamento UE Nº 629/2008; Reglamento UE Nº 420/2011; Reglamento UE Nº 1259/2011; Reglamento UE Nº 835/2011) fijan los CMP de determinados contaminantes en los productos alimenticios incluyendo peces, crustáceos, moluscos bivalvos, cefalópodos o productos de la pesca y productos derivados.

Como nivel de referencia se utilizarán los CMP establecidos de los contaminantes legislados en las diferentes especies marinas comerciales identificadas.

En la Tabla 9.1 se especifican los CMP para las diferentes especies marinas evaluadas en este descriptor para la demarcación levantino-balear.

Tabla 9.1. Contenidos máximos permitidos (CMP) para determinados contaminantes en las diferentes especies marinas.



Contaminantes o grupos de contaminantes regulados	Peces	Especies de peces excepcionadas	Crustáceos	Moluscos Bivalvos	Cefalópodos
Cd (mg/kg, p.f.)	0,05	0,010-0,30*	0,5	1	1
Hg (mg/kg, p.f.)	0,5	1,0*	0,5	0,5	0,5
Pb (mg/kg, p.f.)	0,3	-	0,5	1,5	1
Σ Dioxinas (pg/g EQT-OMS, p.f.)	3,5	3,5**	3,5	3,5	3,5
Σ (Dioxinas + DL- PCBs) (pg/g EQT-OMS, p.f.)	6,5	10,0**	6,5	6,5	6,5
Σ NDL- PCBs (ng/g, p.f.)	75	300,0**	75	75	75
BaP (μg/kg, p.f.)	2	-	5	5	5
Σ4HAPs (μg/kg, p.f.)	-	-	-	30	-

*Especies enumeradas en el Anexo del Reglamento de la Comisión (EC) No 629/2008 del 2 de Julio que enmienda el Reglamento de la Comisión (EC) No 1881/2006.

***Anguilla anguilla*

2.4. Evaluación del Estado Actual

Como ya se ha señalado anteriormente, el descriptor 9 incluye dos criterios de buen estado ambiental: Niveles reales de contaminantes que se hayan detectado y número de contaminantes que hayan sobrepasado los niveles máximos reglamentarios (9.1.1) y la frecuencia con la que se sobrepasen los niveles máximos reglamentarios (9.1.2).

Por lo tanto, para la evaluación del estado actual del descriptor 9 en la demarcación levantino balear se ha utilizado la siguiente información:

- Todos los datos disponibles de aquellos contaminantes en los que los contenidos máximos permitidos (CMP) para salud humana se encuentren establecidos por la normativa comunitaria en productos de la pesca.
- Todos los datos disponibles de aquellas especies marinas de peces, cefalópodos, crustáceos y moluscos que se consideran productos de la pesca, recogidos en la naturaleza y cuya procedencia es inequívocamente la demarcación levantino-balear.



2.4.1. Niveles reales de contaminantes que se hayan detectado y número de contaminantes que hayan sobrepasado los niveles máximos reglamentarios

Es fundamental insistir en que las tallas analizadas de cada especie corresponden a las de mayor consumo que, en general, suelen coincidir con las de mayor captura y comercialización. Como norma general, con algunas excepciones, los contaminantes persistentes aumentan su concentración al aumentar la edad de los pescados. Dado que la talla aumenta con la edad, en una misma especie existirán más probabilidades de encontrar las concentraciones más altas en los ejemplares de mayor talla.

Debido a que determinadas especies altamente migratorias, como tiburones, atún rojo o atún blanco, entre otros, desarrollan su ciclo vital tanto en aguas territoriales de países europeos como en aguas internacionales, los niveles de los diferentes contaminantes presentes en sus tejidos no pueden atribuirse a una región o subregión marina determinada.

2.4.1.1. Niveles reales de contaminantes que se han detectado

Metales pesados (Cd, Hg y Pb)

Atendiendo a los datos disponibles, se han evaluado las concentraciones de Cd, Hg y Pb en 17 especies de peces, dos de crustáceos, tres de moluscos cefalópodos y una de moluscos bivalvos. Los resultados más notables para cada metal se detallan a continuación.

Cadmio

Ninguna de las muestras de todas las especies analizadas ha sobrepasado los CMP para el cadmio, encontrándose todos los valores, en general, muy alejados del mismo. Los rangos en que se mueven las concentraciones de cadmio, los CMP establecidos para las diferentes especies estudiadas y el porcentaje de muestras que superan los CMP se muestran en la Tabla 9.2.

Tabla 9.2. Rango de las concentraciones de cadmio en diferentes especies de peces, cefalópodos, moluscos bivalvos y crustáceos, y porcentaje de muestras que superan el contenido máximo permitido (CMP).

Cd (mg/Kg, peso fresco)						
Peces		Periodo	N	Rango	CMP	% de ejemplares con [C] > CMP
		de muestreo				
Bacaladilla	<i>Micromesistius potassou</i>	2001-2002	23	0,001-0,002	0,050	0
Besugo	<i>Pagellus acarné</i>	2001	23	0,001-0,002	0,050	0



Boquerón	<i>Engraulis encrasicolus</i>	2001	7	0,002-0,011	0,300	0
Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>	2001	23	0,001-0,003	0,050	0
Brótola	<i>Phycis blennoides</i>	2001-2002	27	0,001-0,002	0,050	0
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>	2001	23	0,001-0,005	0,100	0
Capellán	<i>Trisopterus minutus</i>	2001	23	0,001-0,003	0,050	0
Gallo	<i>Lepidorhombus boscii</i>	2002	19	0,001-0,003	0,050	0
Gallo del norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	2001	14	0,001-0,002	0,050	0
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>	2001	8	0,001-0,011	0,100	0
Jurel Mediterráneo	<i>Trachurus mediterraneus</i>	2001	8	0,001-0,003	0,100	0
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>	2001	22	0,001-0,003	0,050	0
Pez Espada	<i>Xiphias gladius</i>	2001	7	0,001-0,009	0,300	0
Rape	<i>Lophius spp.</i>	2001-2002	20	0,001-0,003	0,050	0
Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>	2001-2008	276	0,001-0,009	0,050	0
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>	2001	23	0,001-0,003	0,050	0
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>	2001	8	0,002-0,003	0,100	0
Cefalópodos						
Calamar	<i>Loligo vulgaris</i>	2001	7	0,003-0,008	1,000	0
Sepia	<i>Sepia officinalis</i>	2001	7	0,002-0,004	1,000	0
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	2001	13	0,003-0,010	1,000	0
Moluscos bivalvos						
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2007	203	0,057-0,839	1,000	0
Crustáceos						
Gamba roja	<i>Aristeus antennatus</i>	2002	23	0,019-0,054	0,500	0
Gamba blanca	<i>Parapenaeus longirostris</i>	2001-2002	22	0,017-0,097	0,500	0

Mercurio

Nueve especies de peces y dos especies de crustáceos superaron los CMP para este metal. Los mayores porcentajes de ejemplares con concentraciones de Hg que superan los CMP se observaron en especies que ocupan altos niveles en la cadena trófica, como la merluza (22,7 %), el pez espada (14,3 %), o el rape (10 %), en especies de crustáceos decápodos, gamba roja (13 %) y gamba blanca (9,1 %) y en la bacaladilla (14,3 %). Otras especies que presentaron menores porcentajes de valores fueron la breca (8,7 %), la brótola (8 %), el gallo del N (7,1 %), el gallo (5,3 %), el besugo (4,8 %) y el salmonete de fango (0,4 %). Los rangos en que se mueven las concentraciones de mercurio, los CMP para las diferentes especies estudiadas y el porcentaje de muestras que superan el CMP se resumen en la Tabla 9.3.

Si se consideran las tallas de los organismos estudiados se observa que, como norma general, las concentraciones de Hg aumentan con la talla o con la edad, lo que



confirma estudios anteriores que concluyen lo mismo. Este sería el caso de las concentraciones de Hg en la mayoría de las especies de peces y crustáceos.

Tabla 9.3. Rango de las concentraciones de mercurio en diferentes especies de peces, cefalópodos, moluscos bivalvos y crustáceos, y porcentaje de muestras que superan el contenido máximo permitido (CMP).

Hg (mg/Kg, peso fresco)						
Peces		Periodo muestreo	N	Rango	CMP	% ejemplares con C > CMP
Bacaladilla	<i>Micromesistius potassou</i>	2001-2002	23	0,058-0,772	0,500	14,3
Besugo	<i>Pagellus acarne</i>	2001	23	0,083-1,040	1,000	4,8
Boquerón	<i>Engraulis encrasicolus</i>	2001	7	0,021-0,148	0,500	0
Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>	2001	23	0,046-2,271	0,500	8,7
Brótola	<i>Phycis blennoides</i>	2001-2002	27	0,079-0,522	0,500	8
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>	2001	23	0,020-0,306	0,500	0
Capellán	<i>Trisopterus minutus</i>	2001	23	0,067-0,851	1,000	0
Gallo	<i>Lepidorhombus boscii</i>	2002	19	0,149-1,037	1,000	5,3
Gallo del norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	2001	14	0,073-1,053	1,000	7,1
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>	2001	8	0,014-0,048	0,500	0
Jurel Mediterráneo	<i>Trachurus mediterraneus</i>	2001	8	0,018-0,228	0,500	0
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>	2001	22	0,040-0,809	0,500	22,7
Pez Espada	<i>Xiphias gladius</i>	2001	7	0,078-1,002	1,000	14,3
Rape	<i>Lophius spp.</i>	2001-2002	20	0,205-2,430	1,000	10
Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>	2001-2008	276	0,010-1,117	1,000	0,4
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>	2001	23	0,053-0,925	1,000	0
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>	2001	8	0,019-0,273	0,500	0
Cefalópodos						
Calamar	<i>Loligo vulgaris</i>	2001	7	0,051-0,099	0,500	0
Sepia	<i>Sepia officinalis</i>	2001	7	0,045-0,258	0,500	0
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	2001	13	0,023-0,310	0,500	0
Moluscos bivalvos						
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2007	203	0,040-0,090	0,500	0
Crustáceos						
Gamba roja	<i>Aristeus antennatus</i>	2002	23	0,297-0,658	0,500	13
Gamba blanca	<i>Parapenaeus longirostris</i>	2001-2002	22	0,024-0,506	0,500	9,1

Plomo



Sólo en mejillón y gamba roja se superó el CMP establecido para este contaminante. En mejillón, el 21,2 % del total de muestras superó el CMP, mientras que en gamba roja sólo lo superó un 4,4 %. Atendiendo a la información espacial disponible, que proceden del programa de seguimiento de la contaminación marina para la implementación por España del Programa MED POL, se conoce que en mejillón solo se sobrepasan los CMP de Pb en las estaciones de muestreo de Barcelona, Portmán (Murcia) y Cartagena. Los rangos en que varían las concentraciones de plomo, los CMP para las diferentes especies estudiadas y el porcentaje de muestras que superan el CMP se resumen en la Tabla 9.4.

Tabla 9.4. Rango de las concentraciones de plomo en diferentes especies de peces, cefalópodos, moluscos bivalvos y crustáceos, y porcentaje de muestras que superan el contenido máximo permitido (CMP).

Pb (mg/Kg, peso fresco)						
Peces		Periodo de muestreo	N	Rango	CMP	% ejemplares con C > CMP
Bacaladilla	<i>Micromesistius potassou</i>	2001-2002	23	0,005-0,028	0,30	0
Besugo	<i>Pagellus acarné</i>	2001	23	0,026-0,258	0,30	0
Boquerón	<i>Engraulis encrasicholus</i>	2001	7	0,026-0,052	0,30	0
Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>	2001	23	0,017-0,074	0,30	0
Brótola	<i>Phycis blennoides</i>	2001-2002	27	0,023-0,061	0,30	0
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>	2001	23	0,008-0,052	0,30	0
Capellán	<i>Trisopterus minutus</i>	2001	23	0,005-0,034	0,30	0
Gallo	<i>Lepidorhombus boscii</i>	2002	19	0,002-0,036	0,30	0
Gallo del norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	2001	14	0,026-0,038	0,30	0
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>	2001	8	0,011-0,040	0,30	0
Jurel Mediterráneo	<i>Trachurus mediterraneus</i>	2001	8	0,007-0,041	0,30	0
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>	2001	22	0,015-0,041	0,30	0
Pez Espada	<i>Xiphias gladius</i>	2001	7	0,011-0,019	0,30	0
Rape	<i>Lophius spp.</i>	2001-2002	20	0,016-0,029	0,30	0
Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>	2001-2008	276	0,002-0,080	0,30	0
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>	2001	23	0,004-0,084	0,30	0
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>	2001	8	0,023-0,138	0,30	0
Cefalópodos						
Calamar	<i>Loligo vulgaris</i>	2001	7	0,038-0,093	1,00	0
Sepia	<i>Sepia officinalis</i>	2001	7	0,044-0,085	1,00	0
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	2001	13	0,086-0,322	1,00	0
Moluscos bivalvos						
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2007	203	0,194-5,637	1,500	21,2



Crustáceos						
Gamba roja	<i>Aristeus antennatus</i>	2002	23	0,041-0,507	0,500	4,4
Gamba blanca	<i>Parapenaeus longirostris</i>	2001-2002	22	0,065-0,200	0,500	0

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (BaP y Σ4HAPs)

Las concentraciones de BaP y Σ4HAPs se han evaluado en mejillón, atendiendo a la reglamentación establecida para bivalvos. Sólo una muestra supero el CMP establecido para BaP, lo que representa un 0,3% del total de muestras analizadas, y ninguna superó el CMP para la Σ4HAPs. Los rangos en que se mueven las concentraciones de BaP y la Σ4HAPs, los CMP para el mejillón y el porcentaje de muestras que superan el CMP se resumen en la Tabla 9.5.

Tabla 9.5. Rango de concentraciones de Benzo (a) pireno y Σ4HAPs en mejillón silvestre, contenido máximo permitido (CMP) y porcentaje de muestras que superan el CMP.

BaP (µg/kg, peso fresco). n.d.= no detectado						
Especies		Periodo de muestreo	N	Rango	CMP	% ejemplares con valores > CMP
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2008	192	n.d.-5,59	5	0,3
Σ4HAPs (µg/kg peso fresco)						
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2008	193	n.d.-25,04	30	0

Compuestos organohalogenados (Dioxinas, DL-PCBs y NDL-PCBs)

Las concentraciones de dioxinas (PCDDs/Fs) y PCBs similares a las dioxinas (DL-PCBs) se han evaluado atendiendo a los únicos datos disponibles que proceden del Proyecto MYTILOS, en el que mejillones de un lugar limpio fueron transplantados y fondeados en aguas de la demarcación levantino-balear. Las concentraciones de dioxinas obtenidas no superaron el CMP en ninguna de las 10 muestras estudiadas y estuvieron dentro del rango 0,17-0,54 pg/g EQT-OMS de peso fresco. La toxicidad correspondiente a la suma de dioxinas y DL-PCBs tampoco supero en ningún caso el CMP y los valores más altos se cuantificaron en estaciones ubicadas en la proximidad de zonas industriales y urbanas. Los niveles de los DL-PCBs oscilaron entre 2,32 pg/g EQT-OMS de peso fresco, detectado frente a la depuradora del Llobregat, y 1,672 pg/g EQT-OMS de peso fresco, obtenidos en la reserva marina de Cabo de Palos-Islas Hormigas (Murcia).

Las concentraciones de NDL-PCBs se han evaluado en salmonete de fango y mejillón silvestre (fuente: IEO), atendiendo a los datos disponibles. Las concentraciones de NDL-PCBs en mejillón no superan en ninguna muestra el CMP. En el caso del



salmonete de fango, el 10,5 % de las muestras supera el CMP para estas sustancias. Atendiendo a la información espacial disponible, procedente del programa MED POL, se puede indicar que el 75% de los ejemplares de salmonete de fango capturados en el Delta del Llobregat (Barcelona) sobrepasaron el CMP para los NDL-PCBs, y, en menor medida (4.5 %), las muestras obtenidas en el Delta del Ebro.

Tabla 9.6. Rango de concentraciones de dioxinas, suma de Σ (Dioxinas + DL-PCBs) y NDL-PCBs en peces y moluscos bivalvos, contenido máximo permitido (CMP) y porcentaje de muestras que superan el CMP.

Dioxinas (pg/g EQT-OMS, peso fresco)						
Especies		Año muestreos	N	Rango	CMP	% ejemplares con valores > CMP
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2006	10	0,023- 0,540	3,5	0
Σ (Dioxinas + DL-PCBs) (pg/g EQT-OMS, peso fresco)						
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2006	10	1,672-2,647	6,5	0
NDL-PCBs (ng/g EQT-OMS, peso fresco)						
Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>	2006-2008	129	1,91- 443,07	75	11,6
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2004-2008	506	0,61- 62,25	75	0

Los datos obtenidos por el Departamento de Salud de la Generalitat de Catalunya y el laboratorio de dioxinas del Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales de Barcelona, han puesto de manifiesto que, aunque los productos del mar son una de las vías de entrada de contaminantes tóxicos al consumidor, todas las concentraciones de mercurio, cadmio, plomo, dioxinas y furanos, y dioxinas y furanos más bifenilos policlorados similares a las dioxinas, estuvieron por debajo de los CMP establecidos por la normativa Comunitaria.

2.4.1.2. Número de contaminantes que han sobrepasado los contenidos máximos permitidos

Atendiendo a los datos disponibles, tres contaminantes (Hg, Pb y NDL-PCBs) han superado los niveles máximos reglamentarios en determinadas especies. El contaminante B(a)P superó el CMP en un 0,3% de las muestras de mejillón. La tabla 9.7. recoge la información más relevante sobre el número de contaminantes que sobrepasan los CMP.

Tabla 9.7. Número de contaminantes evaluados y número de contaminantes que sobrepasan los CMP en las especies evaluadas.



Organismos	Nombre científico	Nº de contaminantes legislados	Nº de contaminantes evaluados	Nº de contaminantes que sobrepasan CMP
Peces				
Bacaladilla	<i>Micromesistius potassou</i>	6	3	1 (Hg)
Besugo	<i>Pagellus acarne</i>	6	3	1 (Hg†)
Boquerón	<i>Engraulis encrasicolus</i>	6	3	0
Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>	6	3	1 (Hg)
Brótola	<i>Phycis blennoides</i>	6	3	1 (Hg)
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>	6	3	0
Capellán	<i>Trisopterus minutus</i>	6	3	0
Gallo	<i>Lepidorhombus boscii</i>	6	3	1 (Hg)
Gallo del norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	6	3	1 (Hg)
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>	6	3	0
Jurel Mediterráneo	<i>Trachurus mediterraneus</i>	6	3	0
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>	6	3	1 (Hg)
Pez Espada	<i>Xiphias gladius</i>	6	3	1 (Hg)
Rape	<i>Lophius spp.</i>	6	3	1 (Hg)
Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>	6	4	2 (Hg*, NDL-PCBs)
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>	6	3	0
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>	6	3	0
Cefalópodos				
Calamar	<i>Loligo vulgaris</i>	6	3	0
Sepia	<i>Sepia officinalis</i>	6	3	0
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	6	3	0
Moluscos bivalvos				
Mejillón	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	8	8	2 (Pb, BaP**)
Crustáceos				
Gamba Roja	<i>Aristeus antennatus</i>	6	3	2 (Hg, Pb††)
Gamba Blanca	<i>Parapenaeus longirostris</i>	6	3	1 (Hg)

* 0.4% muestras de salmonete de fango periodo 2001-2008

** 0.3% muestras de mejillón periodo 2004-2008

† 4.8 % muestras de besugo muestreadas en 2001

†† 4.4 % muestras de gamba roja muestreadas en 2001

2.4.2. Frecuencia con la que se sobrepasan los contenidos máximos permitidos

Actualmente, se han fijado CMP para 6 contaminantes o grupos de contaminantes (Cd, Hg, Pb, Dioxinas, Σ (Dioxinas+DL-PCBs) y NDL-PCBs), en peces, crustáceos y moluscos cefalópodos, y 8 (los anteriores más Σ 4HAPs y BaP) en moluscos bivalvos.

Como se indica en el apartado 2.4.1., a nivel de especie, la frecuencia con la que se sobrepasan los CMP para cada contaminante legislado varía desde un 0 % hasta un 22,7 % (Hg en Merluza).



Atendiendo al número total de contaminantes, existen lagunas de información para el total de las especies comerciales evaluadas (exceptuando el mejillón silvestre), por lo que no se puede afirmar de manera inequívoca, el porcentaje real de contaminantes legislados que no superan los CMP (Figura 9. 1). Atendiendo a los datos disponibles, el porcentaje de especies (agrupados por categorías taxonómicas) que superaron los CMP, se distribuye de la siguiente manera:

- El 0 % de las tres especies de cefalópodos estudiadas superaron los CMP de los contaminantes evaluados (Cd, Hg y Pb)
- El 0 % de las especies de peces estudiadas (17) superaron el CMP para Cd y Pb
- El 0% de las especies de crustáceos estudiadas (2) superaron el el CMP para el Cd
- El 0 % de las especies de moluscos bivalvos (1) superaron el CMP para el Cd, Hg, Σ 4HAPs, dioxinas, Σ (dioxinas+DL-PCBs) y NDL-PCBs
- El 5.8 % de las especies de peces estudiadas (17) superaron el CMP para NDL-PCBs
- El 59 % de las especies de peces estudiadas (17) superaron el CMP para el Hg*
- El 100 % de las especies de crustáceos estudiadas (2) superaron el CMP para el Hg
- El 50 % de las especies de crustáceos estudiadas (2) superaron el CMP para el Pb*
- El 100 % de las especies de moluscos bivalvos (1) superaron el CMP para el Pb y BaP*

* (Menos del 5% de los individuos de la especie)

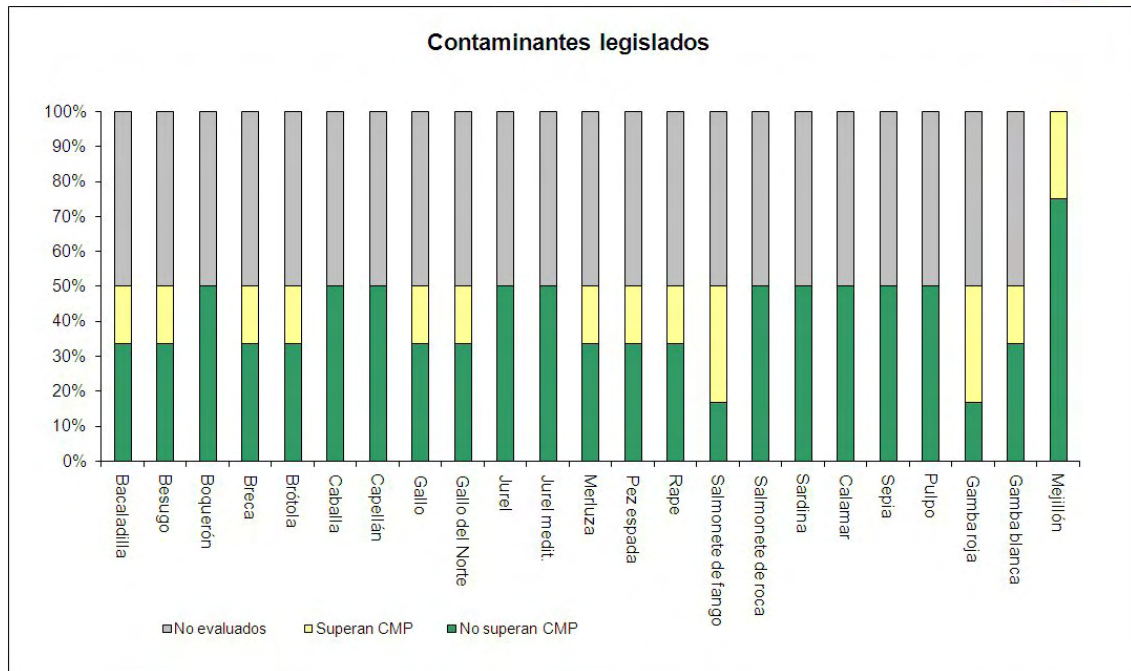


Figura 9.1. Porcentaje de contaminantes legislados en especies marinas de interés comercial de la demarcación levantino-balear.

2.4.3. Información complementaria

Aunque se trata de compuestos que actualmente no están regulados por la normativa comunitaria, también se ha evaluado en muestras de pescado comercializado en Cataluña la presencia de hexaclorobenceno (HCB), naftalenos policlorados (PCNs), difenil éteres policlorados (PBDEs) y difenil éteres policlorados (PCDEs) (Domingo, 2007; Domingo *et al.*, 2006 y 2007a). Los estudios realizados concluyen que el grupo de peces y marisco contribuye de forma importante a la ingesta diaria de HAPs, PCNs y HCB. En el caso del HCB, se comprobó que la exposición de la población catalana es considerablemente inferior a los límites para la ingesta diaria tolerable (IDT) que aconseja la OMS, establecidos en 0,17 $\mu\text{g} / \text{kg} \text{ día}$, para que no existan efectos cancerígenos y en 0,16 $\mu\text{g} / \text{kg} \text{ día}$ para que no existan efectos neoplásicos en humanos (Falcó *et al.*, 2004). En el caso de los PCDE y los PBDE, los estudios realizados en 14 especies marinas ampliamente consumidas en Cataluña, muestran que las mayores concentraciones de PCDE se encuentran en salmonete (*Mullus spp.*), seguido de sardina, boquerón y atún, mientras que para los PBDE, las mayores concentraciones se alcanzan en salmón, caballa, pez espada y salmonete. Actualmente, no existen equivalentes de toxicidad para estos compuestos. En el caso de los PBDE, no parece que su comportamiento sea similar al de dioxinas, pero con respecto a los PCDE podría ser de gran interés establecer unos valores de TEF (equivalentes de toxicidad) para



evaluar los riesgos sobre la salud humana (Domingo *et al.*, 2006). En mamíferos, estos compuestos son capaces de inducir la aril hidrocarburo hidroxilasa y constituyen un grupo de 206 congéneres de estructura diferente parecida a la de los PCBs. Su presencia ambiental deriva fundamentalmente de la presencia como impureza en preparaciones de clorofenol. En relación a los PCNs, la principal vía de ingesta deriva del consumo de salmón, lenguado y atún. Como ocurre con otros compuestos los PCNs no tienen valores de TEFs que permitan valorar el riesgo sobre la salud (Llobet *et al.*, 2007).

2.5. Lagunas de información y conocimiento

El programa de seguimiento de la contaminación que da cumplimiento al programa MED POL incluye el análisis de las concentraciones de seis (Cd, Hg, Pb, BaP, Σ 4PAHs, NDL-PCBs) de los ocho contaminantes legislados, pero solo en dos especies (mejillón y salmonete de fango). Existe, por tanto, necesidad de proporcionar información sobre la presencia de agentes químicos en las especies destinadas al consumo humano de las zonas de pesca comercial, sobre todo de los niveles actuales de dioxinas (PCDDs/Fs) y DL-PCBs.

Para una evaluación correcta del descriptor 9, sería necesario diseñar y aplicar un programa de seguimiento específico y continuado de las concentraciones de contaminantes en productos de la pesca, con trazabilidad sobre su procedencia, que incluya el análisis de todos los contaminantes, o grupos de contaminantes, legislados en las especies comerciales más representativas de las diferentes zonas de extracción/caladeros de la demarcación, y que tenga una frecuencia adecuada para poder controlar las posibles variaciones de los niveles de los indicadores. Las condiciones en ambientes más profundos podría estudiarse realizando estudios específicos dirigido a las especies más representativas y más consumidas en la dieta.

Dado el alto número de especies marinas que son utilizadas para consumo humano, el programa de seguimiento debería tener una periodicidad anual, una estrategia de muestreo particularmente dirigida a evaluar el estado del descriptor 9 y a aplicar normas estandarizadas de análisis (Real Decreto 604/2003, Orden SCO/3427/2005, Orden SCO/3517/2006 y Reglamento (CE) Nº 333/2007), con el fin de que los resultados analíticos se puedan interpretar de una manera uniforme en toda la UE.

Es necesario resaltar que, actualmente, se dispone de una información limitada espacialmente, ya que se centra, fundamentalmente, en la franja costera y en la plataforma interna. Por tanto, para tener una visión global de la situación del



descriptor 9 en todo el espacio de la demarcación levantino-balear, falta información de especies destinadas a consumo humano que habiten en zonas de mar abierto y de aguas más profundas.

Las propuestas que aquí se presentan y otras posibles mejoras deben realizarse dentro de un marco de colaboración, coordinación y consenso entre los distintos organismos implicados tanto a nivel de Comunidades Autónomas como nacional (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición) y Regional (Programa MED POL). También sería fundamental colaborar con los países del entorno (Francia, Portugal y Marruecos) a través de convenios y programas de seguimiento internacionales.

Sería aconsejable que en los programas nacionales o autonómicos de seguimiento y control de las concentraciones de contaminantes regulados en productos de la pesca para consumo humano se prestase una mayor atención a la trazabilidad sobre su fuente de origen. Si se cumpliera esta premisa, la información procedente de estos programas podría utilizarse para la evaluación de la situación de este descriptor, así como en los programas de medidas y seguimiento para alcanzar los objetivos medioambientales en las estrategias marinas, economizando y optimizando los recursos empleados en los programas de vigilancia.

Por otro lado, para realizar una correcta evaluación en las *especies altamente migratorias*, destinadas a consumo humano, sería necesario coordinar los estudios e integrar los resultados obtenidos en tales especies, dentro de cada demarcación marina de la UE en las que habitan temporalmente.

2.6. Evaluación integrada a nivel de criterio y descriptor. Conclusiones.

Conviene resaltar que es necesario conocer los niveles de contaminantes y el número de contaminantes en productos de la pesca que hayan sobrepasado los niveles máximos reglamentarios para la salud pública así como la frecuencia con la que esto ocurre. Sin embargo, los valores por debajo de estos niveles no son necesariamente indicadores del buen estado ambiental, ya que, como se indica en la evaluación del descriptor 8, pueden producirse efectos adversos en los organismos marinos cuando están expuestos a concentraciones más bajas que las establecidas por la legislación para su consumo humano.

En el caso de que en una región, o subregión, determinada, una especie presente concentraciones que exceden los CMP, ello no debe suponer declarar que la región no cumple el Buen Estado Ambiental (BEA). El que una sola especie no cumpla no significa



que todas las especies que habitan en esa demarcación presenten un mal estado ambiental, ni que el consumo de productos pesqueros procedentes de esa región marítima sea, en general, peligroso, ya que existen especies que por su particular fisiología acumulan contaminantes en mayor proporción que otras.



3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL

3.1. Interpretación del BEA en relación con los criterios del Descriptor 9

Una metodología de integración basada en “*uno fuera todos fuera*”, no se considera aplicable para la evaluación del buen estado ambiental (BEA) en base al descriptor 9, según las recomendaciones generadas por el Grupo de Trabajo *ad hoc* para este descriptor (Swartenbroux *et al.*, 2010). En el caso de que una especie tenga concentraciones que superen los CMP establecidos, estos resultados no pueden generalizarse y declarar que la demarcación no cumple el BEA para el descriptor 9, ni que el consumo de peces y marisco que provenga de la demarcación sea peligroso.

3.2. Ámbito y limitaciones

Los niveles máximos reglamentarios de los contaminantes en los organismos marinos para su consumo humano se ven sometidos a revisión periódica y el alcance del BEA dependerá asimismo de las posibles modificaciones de la reglamentación nacional o comunitaria, en cuanto a sus valores o tipo de contaminante a evaluar.

3.3. Definición del BEA. Metodología y fundamento

El desarrollo de una metodología para evaluar de manera conjunta los datos de concentraciones de contaminantes que superan los CMP establecidos para su consumo, es esencial para realizar adecuadamente un seguimiento y una valoración integrada de la calidad ambiental en la demarcación levantino-balear. El proceso se inicia con la valoración individual de cada indicador químico (tipo de contaminante) y biológico (especies) en matrices específicas y en sitios/áreas individuales, comparando el valor obtenido para el indicador con su CMP como criterio de valoración. Las comparaciones iniciales determinan si la combinación del indicador en un sitio dado está por debajo del CMP (verde) o lo sobrepasa (amarillo). Este primer nivel de integración del estado de un indicador puede ser después agrupado en un segundo nivel de integración considerando el número total de contaminantes en una especie dada. Siguiendo el mismo principio, se pueden obtener diferentes niveles de agregación a niveles superiores (grupo(s) taxonómico(s), demarcación), expresándose gráficamente la proporción de los diferentes tipos de indicadores que exceden los



niveles utilizados como criterios de valoración. Por todo ello, se propone realizar la integración de los datos disponibles en diferentes niveles con el fin de identificar los principales grupos taxonómicos, especies y contaminantes que excedan los CMP, facilitando así las medidas de gestión ambiental a adoptar para solucionar el problema.

Teniendo en cuenta las recomendaciones generadas por el Grupo de Trabajo *ad hoc* para este descriptor, se proponen unos valores umbrales (porcentajes de indicadores) para cada proceso de integración, que permitirán decidir si se cumple o no el BEA en cada nivel de integración. Los umbrales propuestos deberán ser revisados y discutidos en las próximas etapas de evaluación, previstas en el desarrollo de la DMEM.

Donde existen suficientes datos de seguimiento, se gana confianza en la interpretación de que la concentración de contaminantes en la especie específica que no sobrepasa los CMP. Sin embargo, en aquellos casos en los que no existan datos de ciertos contaminantes legislados la interpretación implica un mayor grado de incertidumbre.

3.3.1. Integración de los criterios e indicadores

Nivel de integración 1: Contaminante vs especie

Nivel de integración 1a: Este nivel de integración está referido a las proporciones de indicadores (número de individuos de una especie y sitio) que deberían estar por debajo del CMP, para decidir si se cumple o no el BEA. Teniendo en cuenta que es la primera vez que se realiza este tipo de integración con valores de campo, se propone utilizar un valor umbral (VU_{1a}) inicial del 95 % (frecuencia de individuos de una especie/sitio que presenta concentraciones de cada contaminante legislado inferiores a los CMP).

Atendiendo a los datos disponibles y destacando que de la mayoría de las especies solo se disponen de datos de un área de captura (excepto para mejillón y salmonete de fango), se presentan como ejemplos los resultados obtenidos aplicando el nivel de integración 1a propuesto (Figuras 9.2 a 9.6).

Para el Cd, todas las especies cumplen el BEA, ya que el 100 % de las muestras mostró concentraciones inferiores al CMP (Figura 9.2.).

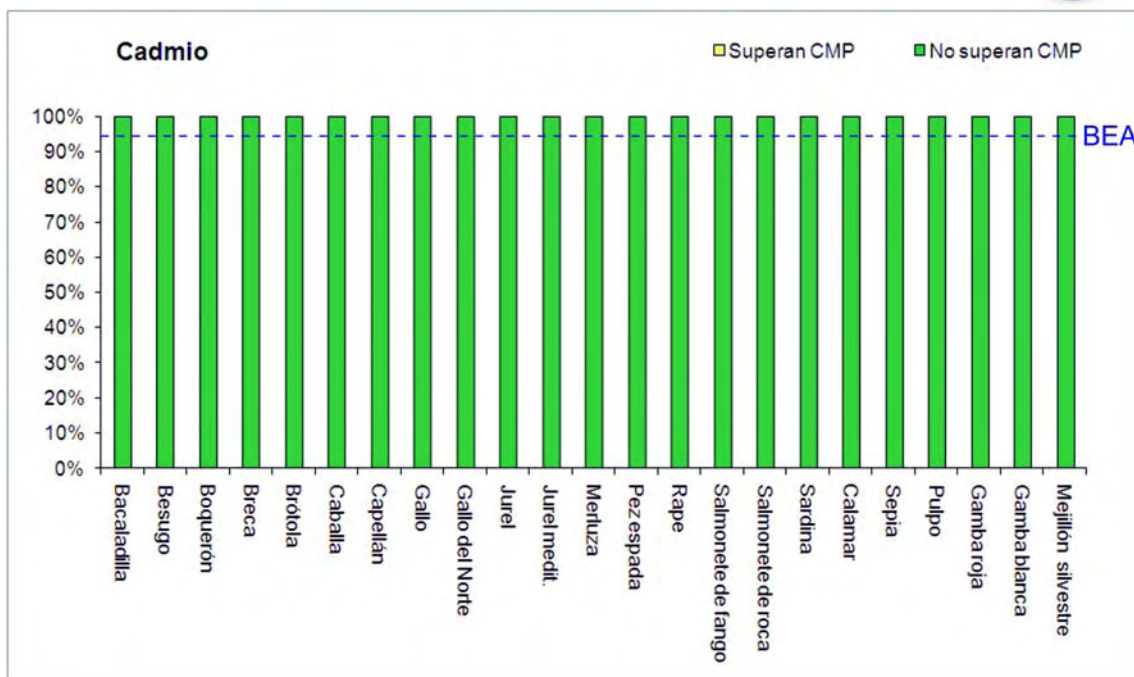


Figura 9.2. Porcentaje de ejemplares en especies marinas de interés comercial de la demarcación levantino-balear que superan los CMP de cadmio.

Para el Hg, 8 especies de peces y 2 de crustáceos no cumplen el BEA, ya que presentan porcentajes variables de muestras que sobrepasan los CMP (Figura 9.3.).

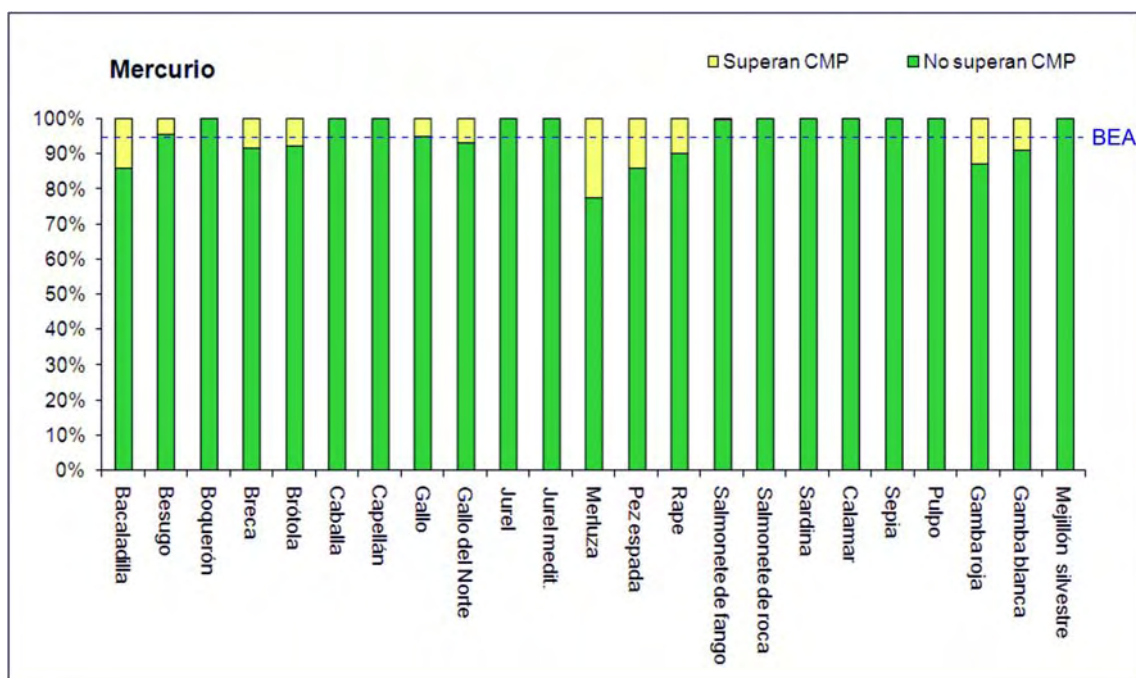


Figura 9.3. Porcentaje de ejemplares en especies marinas de interés comercial de la demarcación levantino-balear que superan los CMP de mercurio.



Para el Pb, todas las especies de peces y crustáceos cumplen el BEA, siendo el mejillón silvestre la única que no lo cumple (Figura 9.4.).

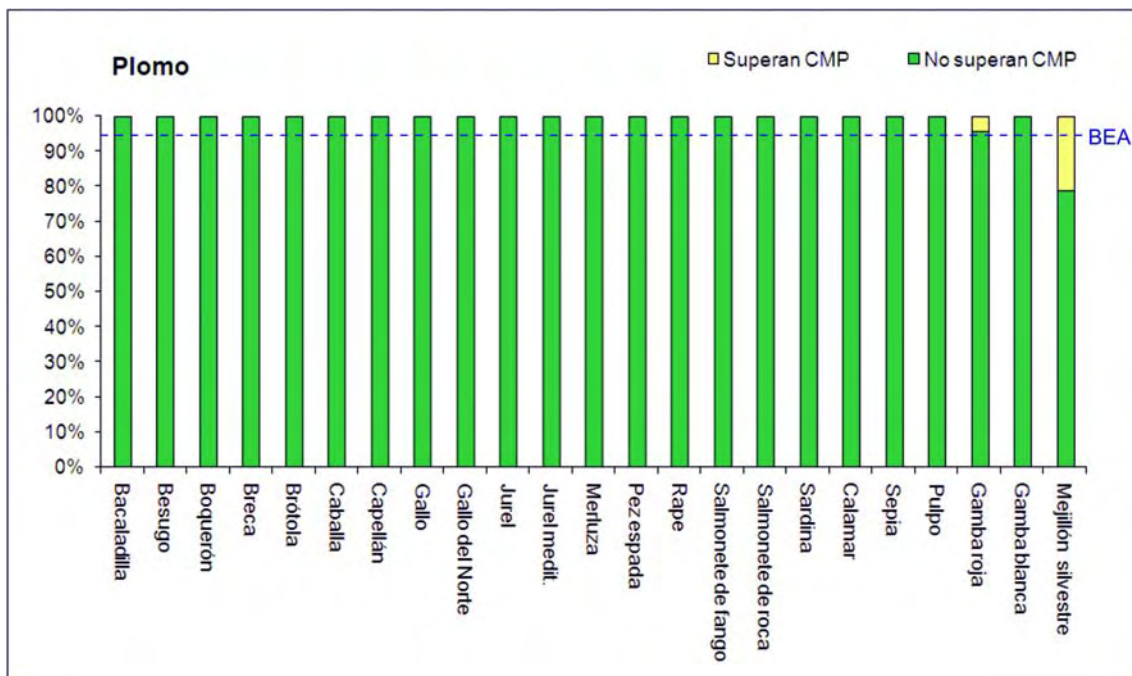


Figura 9.4. Porcentaje de ejemplares en especies marinas de interés comercial de la demarcación levantino-balear que superan los CMP de plomo.

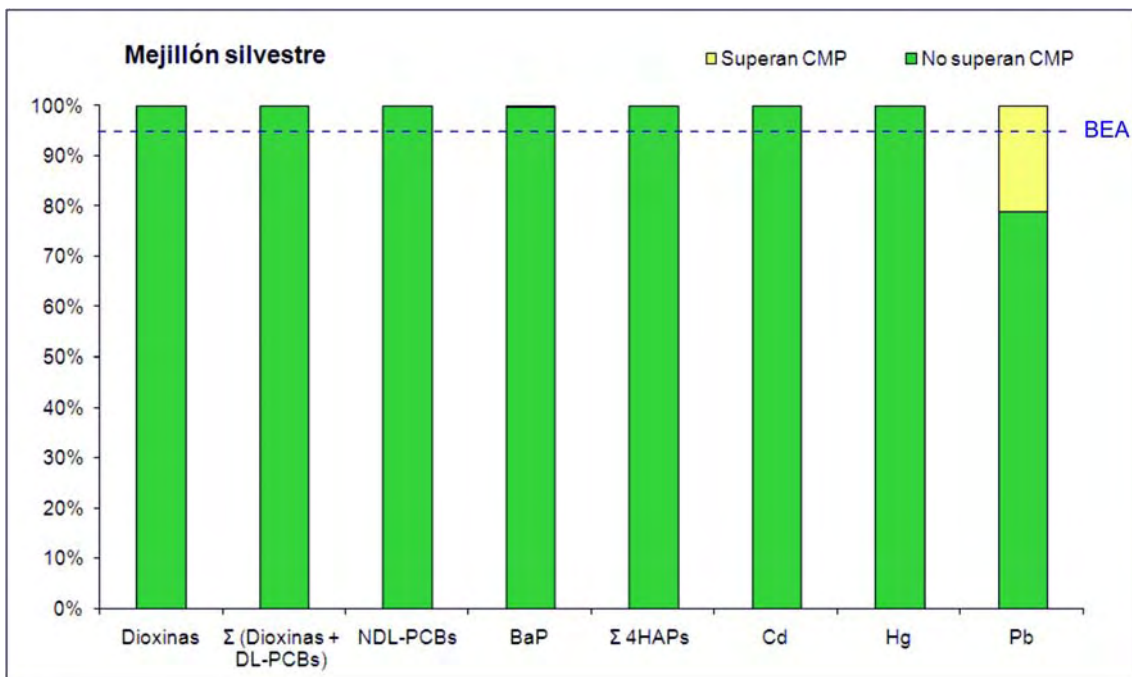




Figura 9.5. Porcentaje de ejemplares de mejillón silvestre de la demarcación levantino-balear que superan los CMP de los contaminantes legislados.

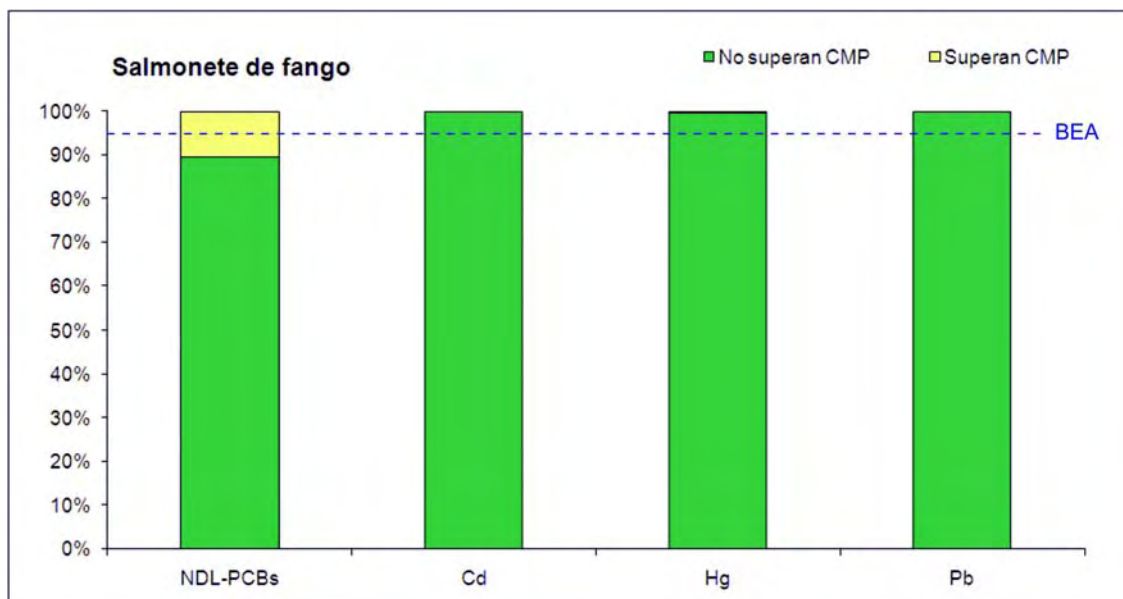


Figura 9.6. Porcentaje de ejemplares de salmonete de fango de la demarcación levantino-balear que superan los CMP de los contaminantes legislados.

Nivel de integración 1b: Total de contaminantes vs especie

Este nivel de integración está referido a las proporciones de indicadores (número de contaminantes/especie) que cumplen el BEA al nivel de integración 1a, para decidir si se cumple o no el BEA al nivel de integración 1b. En esta evaluación, se ha propuesto utilizar un valor umbral ($VU-1_b$) de $n < 2$, siendo n el número de contaminantes legislados que no cumplen el BEA para una especie dada. Esto significa, que una especie que supere el CMP en dos contaminantes no cumpliría el BEA.

Dado que actualmente existen 6 contaminantes legislados para peces, crustáceos y cefalópodos y 8 para moluscos bivalvos, para una especie, al nivel de integración 1b, el BEA se alcanzará cuando:

- más del 66,6 % del porcentaje de contaminantes legislados no hayan sobrepasado sus respectivos CMP en peces, crustáceos y cefalópodos: $VU-1_b$ propuesto = 70 %.
- más del 75% del porcentaje de contaminantes legislados no hayan sobrepasado sus respectivos CMP en moluscos bivalvos: $VU-1_b$ propuesto = 80 %.

Atendiendo a los datos disponibles y destacando que en la mayoría de las especies no se disponen de datos de las concentraciones de todos los contaminantes legislados (excepto para mejillón), se presentan como ejemplos los resultados obtenidos



aplicando el nivel de integración 1b propuesto (Figura 9.7). El porcentaje referido como gris indica el grado de incertidumbre en cada una de las especies.

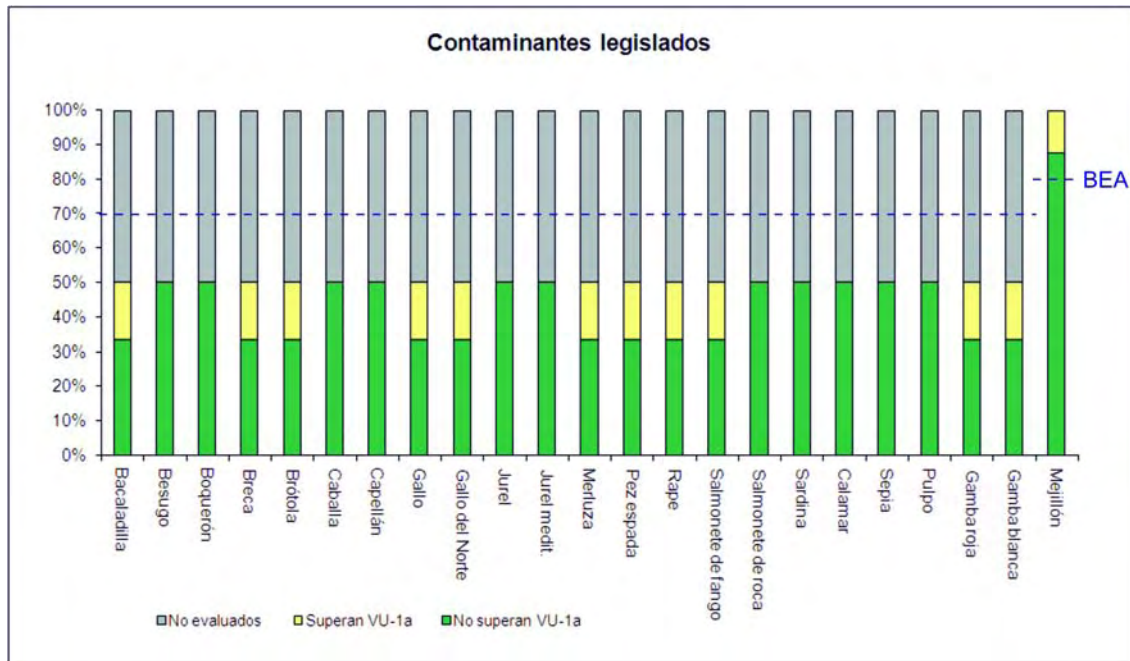


Figura 9.7. Porcentaje de contaminantes legislados en especies marinas de interés comercial de la demarcación levantino-balear que cumplen el BEA.

Nivel de integración 2: Total especies vs categoría (grupo(s) taxonómico(s) legislado)

Este nivel de integración está referido a las proporciones de indicadores (número de especies/grupo taxonómico(s) legislados (peces, moluscos cefalópodos, moluscos bivalvos, y otros organismos marinos, excluyendo los anteriores) que cumplen el BEA al nivel de integración 1b, para decidir si se cumple o no el BEA al nivel de integración 2. En esta evaluación, se ha propuesto utilizar un valor umbral (VU-2) del 95% (frecuencia de especies/grupo(s) taxonómico(s) legislados que cumplen el BEA).

En cada demarcación marina, el número de especies por grupo(s) taxonómico(s) legislados destinadas a consumo humano difiere. En esta valoración, no se ha podido determinar el número exacto de especies marinas destinadas a consumo humano, y, consecuentemente, no se puede realizar con precisión la valoración al nivel de integración 2.

Dado que actualmente existen 4 grupo(s) taxonómicos con contaminantes legislados (peces, moluscos bivalvos, moluscos cefalópodos y otros organismos marinos,



excluyendo los anteriores) el BEA para cada categoría (grupo(s) taxonómico(s)) al nivel de integración 2 se alcanzará cuando:

- más del 95% del porcentaje de especies de peces cumplan el BEA según el nivel de integración 1b.
- más del 95% del porcentaje de especies de moluscos bivalvos cumplan el BEA según el nivel de integración 1b.
- más del 95% del porcentaje de especies de moluscos cefalópodos cumplan el BEA según el nivel de integración 1b.
- más del 95% del porcentaje de especies (excluyendo los organismos incluidos en las anteriores categorías) cumplan el BEA según el nivel de integración 1b.

Nivel de integración 3: Total especies por categorías vs demarcación

Este nivel de integración está referido a las proporciones de indicadores (total de especies integradas por categorías (grupo(s) taxonómico(s)) en la demarcación que cumplen el BEA al nivel de integración 2), para decidir si se cumple o no el BEA al nivel de integración 3. En esta evaluación se ha propuesto utilizar un valor umbral (VU-3) del 95%.

Cada una de las cuatro categorías evaluadas a nivel de integración 2 (peces, moluscos bivalvos, moluscos cefalópodos y otros organismos marinos, excluyendo los peces y los moluscos bivalvos) contribuyen en un 25 % a la determinación del BEA para el total de la demarcación. Teniendo en cuenta que es la primera vez que se realiza este tipo de integración con valores de campo y que se desconoce el número total de especies destinadas a consumo humano en cada una de las categorías, se propone asignar el mismo peso a cada una de las categorías. Sin embargo, esta propuesta deberá ser revisada y el peso de cada categoría deberá ponderarse, cuando exista información nueva (por ejemplo, el número de especies incluidas dentro de cada categoría).

3.3.2. Valoración del BEA del Descriptor 9

Como se comentó en los apartados anteriores, existe un elevado grado de incertidumbre relacionado con el número y el tipo de contaminantes evaluados en cada especie considerada (exceptuando mejillón silvestre). Atendiendo a los resultados disponibles y siguiendo la metodología para la integración de criterios e indicadores propuesta en este informe, no se puede determinar con certeza si se cumple el BEA del descriptor 9 en la demarcación levantino-balear.



Al nivel de integración 1a, hay que destacar que 10 de las 23 especies capturadas en el año 2001 y que han sido utilizadas en esta evaluación superaron el CMP para el mercurio.

Al nivel de integración 1b, los resultados indican que se cumpliría el BEA, dado que ninguna de las especies evaluadas supera el VU_{1a} al nivel de integración total de contaminantes por especie. Sin embargo, es importante resaltar que la valoración del estado actual del descriptor 9 en la demarcación levantino-balear tiene incertidumbre en cuanto a el número de contaminantes evaluados (no se tiene información de todos los contaminantes legislados) niveles actuales (mayoría de los datos están referidos a muestreos del año 2001) y a el número total de especies destinadas a consumo humano (sólo se han podido considerar 23 especies) y zonas de capturas en la demarcación (no hay información detallada de caladeros/estaciones de muestreo específicos dentro de la demarcación, excepto para el caso del salmonete de fango y mejillón silvestre). Esta información se considera indispensable cuando se quieran extrapolar los resultados y/o realizar comparaciones en las próximas evaluaciones.



4. ANEXOS

Anexo I. Glosario de términos y acrónimos

Lista de nombres de especies por orden alfabético

Especies de peces	Nombre científico
Bacaladilla	<i>Micromesistius potassou</i>
Besugo o aligote	<i>Pagellus acarné</i>
Boquerón	<i>Engraulis encrasicolus</i>
Breca	<i>Pagellus erythrinus</i>
Brótola	<i>Phycis blennoides</i>
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>
Capellán o faneca menor	<i>Trisopterus minutus</i>
Gallo	<i>Lepidorhombus boscii</i>
Gallo del Norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>
Jurel mediterráneo	<i>Trachurus mediterraneus</i>
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>
Rape	<i>Lophius spp.</i>
Salmonete de fango	<i>Mullus barbatus</i>
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>
Especies de cefalópodos	
Calamar	<i>Loligo vulgaris</i>
Sepia	<i>Sepia officinalis</i>
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>
Especies de crustáceos	
Gamba roja	<i>Aristeus antennatus</i>
Gamba blanca	<i>Parapenaeus longirostris</i>
Gamba roja	<i>Aristeus antennatus</i>
Especies de moluscos bivalvos	
Mejillón silvestre	<i>Mytilus galloprovincialis</i>

Lista de abreviaciones por orden alfabético

AESAM	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
AIEA-LEM	Laboratorio del medio ambiente marino de la Agencia Internacional de la Energía Atómica
BaA	Benzo[a]antraceno
BaP	Benzo[a]pireno
BbF	Benzo[b]fluoranteno
BEA	Buen Estado Ambiental
CCAA	Comunidades Autónomas



Cd	Cadmio
CE	Comisión Europea
CMP	Contenido Máximo Permitido
Cris	Criseno
DL-PCBs	Bifenilos policlorados dioxínicos
DMEM	Directiva Marco de Estrategia Marina
EQT	Equivalentes de toxicidad
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
FAO	Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
HAPs	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
HCB	Hexaclorobenceno
Hg	Mercurio
Σ4HAPs	Suma de 4 hidrocarburos aromáticos policíclicos
IAEA	Agencia Internacional de la Energía Atómica
ICES	Consejo Internacional para la Exploración del Mar
IEO	Instituto Español de Oceanografía
IIQAB-CSIC	Laboratorio de Dioxinas del Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales de Barcelona
IQP	Instituto Químico de Sarria
INTERREG	Programa de la UE sobre Innovación y medio ambiente en las regiones europeas que comparten soluciones
MYTILOS	Proyecto de Investigación Interreg/ medocIIIC
COI	Comisión Oceanográfica Internacional
JRC	Joint Research Centre
MED POL	Programa de Vigilancia de la Contaminación Marina en el Mar Mediterráneo
NDL-PCBs	Policlorobifenilos no dioxínicos
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAM	Plan de Acción para el mar Mediterráneo
Pb	Plomo
PBDEs	Polibromo difenil-éteres
PCBs	Policlorobifenilos
PCDD/Fs	Dioxinas
PCDDs	Policlorodibenzo-para-dioxinas
PCDEs	Difenil éteres policlorados
PCDFs	Policlorados dibenzo-p-furanos
PCNs	Naftalenos policlorados
p.f.	Peso fresco
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio ambiente
QUASIMEME	Quality Assurance of Information for Marine Environmental Monitoring
SANCO	Proyecto de Investigación sobre metales y arsénico en productos de la pesca
SGMP	Secretaria General de Pesca Marítima
TEQ	Equivalencia Tóxica
UE	Unión Europea



Anexo II. Referencias

- Abad, E.; Abalos, M.; Calvo, M.; Nombela, J.; Caixach, J.; Rivera, J. 2003. Surveillance program on dioxins and dioxin-like PCBs in fish and shellfish consumed in Spain. *Organohalogen Compounds*, vol. 62, pp. 49-52.
- ACSA. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. 2004. Contaminants químics, estudi de dieta total a Catalunya.
- ACSA. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. 2008. Contaminants químics en peix i marisc consumit a Catalunya: avaluació de la ingesta diària.
- Andral, B.; Galgani, F.; Tomasino, C.; Bouchouca, M.; Blottiere, C.H.; Scarpato, A.; Benedicto, J.; Deudero, S.; Calvo, M.; Cento, A. 2011. Chemical Contamination Baseline in the Western Basin of the Mediterranean Sea Based on Transplanted Mussels. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 61 (2): 261-271.
- Bocio, A.; Domingo, J.L.; Falcó, G.; Llobet, J.M. 2007. Concentrations of PCDD/PCDFs and PCBs in fish and seafood from the Catalan (Spain) market: Estimated human intake. *Environ. Int.*, 33: 170-175.
- Caixach, J.; Calvo, M.; Bartolomé, A.; Palacios, O.; Guerra, M.; Abad, E.; Rivera, J. 2007. Analysis of PBDEs, DL-PCBs and PCDD/Fs in caged mussels in the Western Mediterranean Sea. Mytilos Project. *Organohalogen Compd*, 69: 243-246.
- Domingo, J.L.; Bocio, A.; Falcó, G.; Llobet, J.M. 2006. Exposure to PBDEs and PCDEs associated with the consumption of edible marine species. *Environ. Sci. Technol.*, 40: 4394-4399.
- Domingo, J.L. 2007. Health risks arising from the dietary intake of chemical contaminants: a case study of the consumption of edible marine species in Catalonia, NE Spain. *Contributions to Science*, 3 (4): 459-468.
- Domingo, J.L.; Bocio, A. 2007a. Levels of PCDD/PCDFs and PCBs in edible marine species and human intake: a literature review. *Environ Int.*, 33(3): 397-405.



Falcó, G.; Bocio, A.; Llobet, J.M.; Domingo, J.L.; Casas, C.; Teixido, A. 2004. Dietary intake of hexachlorobenzene in Catalonia, Spain. *Science of the Total Environment*, 322: 63-70.

Falcó, G.; Llobet, J.M.; Bocio, A.; Nadal, M.; Domingo, J.L. 2006. Exposure to hexachlorobenzene through fish and seafood consumption in Catalonia, Spain. *Organohalogen Compd.*, 68: 1529-1531.

Falcó, G.; Llobet, J.M.; Bocio, A.; Domingo, J.L. 2006a. Daily intake of arsenic, cadmium, mercury, and lead by consumption of edible marine species. *J Agric Food Chem.* 54(16): 6106-12.

Gomara, B.; Bordajandi, L.R.; Fernandez, M.A.; Herrero, L.; Abad, E.; Abalos, M.; Rivera, J. 2005. Levels and trends of poly-chlorinated dibenzo-*p*-diox-ins/furans (PCDD/Fs) and dioxin-like poly-chlorinated biphenyls (PCBs) in Spanish commercial fish and shellfish products, 1995–2003. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 8406–8413.

Llobet, J.M.; Falcó, G.; Bocio, A.; Domingo, J.L. 2006. Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons through consumption of edible marine species in Catalonia, Spain. *J. Food Prot.*, 69(10): 2493-2499.

Llobet, J.M.; Falcó, G.; Bocio, A.; Domingo, J.L. 2007. Human exposure to polychlorinated naphthalenes through the consumption of edible marine species. *Chemosphere (NL)*, 66 (6): 1107-1113.

Swartenbroux, F.; Angelidis, M.; Aulne, M.; Bartkevics, V.; Benedicto, J.; Besada, V.; Bignert, A.; Bitterhof, A.; Kallikainen, A.; Hoogenboom, R.; Jorhem, L.; Jud, M.; Law, R.; Licht Cederberg, D.; McGovern, E.; Miniero, R.; Schneider, R.; Velikova, V.; Verstraete, F.; Vinas, L.; Vlad, S. 2010. Marine Strategy Framework Directive. Task Group 9. Contaminants in fish and other seafood. *JRC Scientific and Technical Report*. EUR 24339 EN-2010.