

Capítulo III
Métodos Técnicos
y Aplicaciones



Índice Capítulo III

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

| | |
|--|-----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 97 |
| 2. ASIGNACIÓN DE MASAS DE AGUA MODIFICADAS | 97 |
| 3. CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES | 100 |
| 4. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RENOVACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA Y DE LA EXTENSIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES | 106 |
| 5. ANÁLISIS DE LA CALIDAD QUÍMICA | 111 |
| 5.1. Métodos para el diseño de campañas de toma de datos sobre Calidad Química | 112 |
| 5.2. Métodos para el análisis de los indicadores de la Calidad Química | 112 |
| 6. ANÁLISIS DEL ESTADO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO | 115 |
| 6.1. Métodos para el diseño de campañas de toma de datos para el Estado y Potencial Ecológico | 116 |
| 6.2. Métodos para el análisis de indicadores del Estado y del Potencial Ecológico | 118 |

1. INTRODUCCIÓN

El Bloque de Métodos Técnicos y Aplicaciones se ha concebido como una herramienta de trabajo para complementar los procedimientos de aplicación del Articulado de la ROM 5.1.

Dada la heterogeneidad que caracteriza a los sistemas portuarios y la diversidad de métodos y procedimientos de análisis, este documento se ha planteado como una herramienta básicamente orientativa, con el único objetivo de definir las especificaciones técnicas de cada uno de los métodos propuestos y de establecer los criterios mínimos que deben cumplirse en la implementación de la Recomendación.

A tal efecto, el presente documento se estructura en torno a los cinco elementos del Articulado que requieren algún tipo de análisis o cálculo: la asignación de masas de agua modificadas, la caracterización de emisiones contaminantes, el cálculo del tiempo de renovación de las masas de agua y de la extensión de las emisiones contaminantes, el análisis de la calidad química y el análisis del estado y potencial ecológico.

Cada capítulo de este documento contempla, específicamente, métodos de análisis aplicables a cada uno de los aspectos arriba señalados.

2. ASIGNACIÓN DE MASAS DE AGUA MODIFICADAS

Con el objeto de poner en evidencia la magnitud de las alteraciones físicas a las que se encuentran sometidas las aguas portuarias, se adopta el concepto de masa de agua modificada recogido en la Directiva Marco del Agua, “masa de agua superficial que, como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, ha experimentado un cambio sustancial en su naturaleza (...)”, y que, por lo tanto, no puede alcanzar el Buen Estado Ecológico. Las masas de agua reconocidas como modificadas verán reducidos sus objetivos de calidad al denominado **Buen Potencial Ecológico**.

Dadas las consecuencias que puede tener la clasificación de una masa de agua como modificada, dicho proceso requiere un exhaustivo análisis de sus características hidromorfológicas y de las repercusiones que éstas puedan tener sobre el Estado Ecológico de la misma.

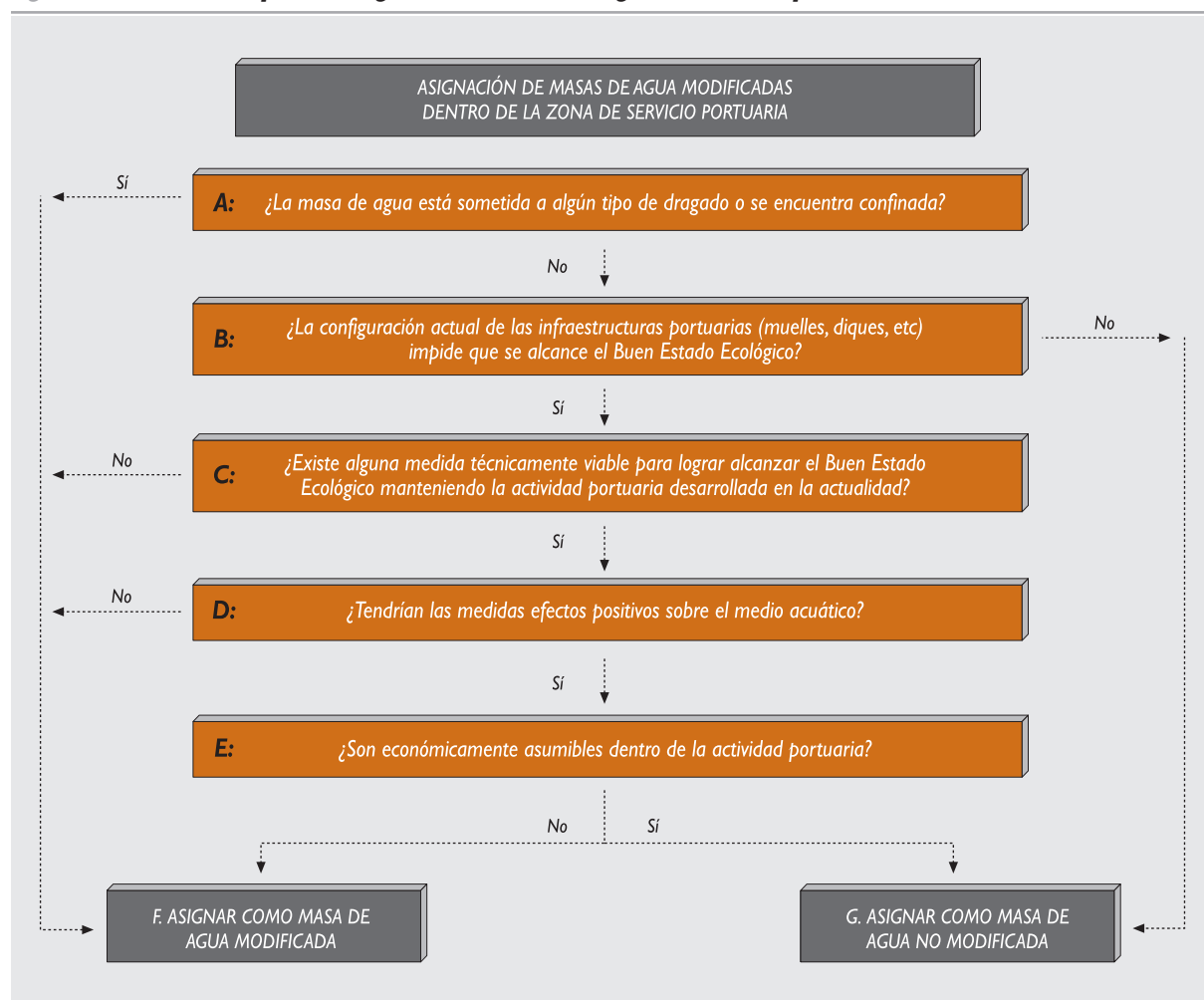
Tal y como se indica en la propia DMA, puede reconocerse la condición de modificadas a las masas de agua sometidas a usos con una especial relevancia económica y social, como es el caso de las aguas portuarias. En tal sentido, la citada Directiva establece que “los estados miembros podrán calificar una masa de agua superficial como artificial o muy modificada cuando los cambios de las características hidromorfológicas de dicha masa que sean necesarios para alcanzar su Buen Estado Ecológico impliquen **considerables repercusiones negativas en la navegación, incluidas las instalaciones portuarias**” y cuando “los beneficios derivados de las características artificiales o modificadas de la masa de agua no puedan alcanzarse razonablemente, debido a las posibilidades técnicas o a costes desproporcionados, por otros medios que constituyan una opción ambiental significativamente mejor”.

A tal efecto, se propone un método para la asignación de este tipo de masas de agua, adecuado a las peculiaridades de las zonas portuarias.

Método 2.A. Asignación de masas de agua modificadas

Asumiendo que la propia existencia del puerto puede llevar asociadas alteraciones físicas que impidan que se alcance el Buen Estado Ecológico en la Zona de Servicio Portuaria, en el proceso de asignación de las masas de agua modificadas se deberá contemplar la posibilidad de aplicar medidas que reduzcan el efecto de las mismas y permitan alcanzar el Buen Estado Ecológico. En caso contrario, dichas masas de agua podrán designarse como modificadas de acuerdo con el esquema metodológico de la Figura 2.1.III.

Los procedimientos requeridos para resolver cada una de las cinco cuestiones que constituyen el mencionado método para la asignación de las masas de agua modificadas portuarias se detalla a continuación:

Figura 2.1.III. Método para la asignación de masas de agua modificadas portuarias**A. ¿LA MASA DE AGUA SE ENCUENTRA CONFINADA O ESTÁ SOMETIDA A DRAGADO?**

Dado que la definición de masa de agua modificada alude directamente a las alteraciones físicas como responsables del incumplimiento de los objetivos ambientales necesarios para alcanzar el Buen Estado Ecológico, el primer objetivo de la asignación de las masas de agua portuarias ha de ser la identificación de las alteraciones físicas.

Dentro de la Zona de Servicio Portuario pueden reconocerse como principales alteraciones físicas los confinamientos de masas de agua en dársenas portuarias, los dragados, los diques y las canales de navegación.

En los dos primeros casos se impide que las masas de agua alcancen el Buen Estado Ecológico, siendo la única medida aplicable la desaparición de dichas alteraciones. En consecuencia, las aguas afectadas por ellas se designarán como masas de agua modificadas.

Por el contrario, para el caso de los diques y las canales de navegación el carácter modificado de las masas de agua afectadas se determinará una vez que se haya valorado si los impactos que producen son responsables de que no se alcance el Buen Estado Ecológico.

B. ¿LA CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS PORTUARIAS IMPIDE QUE SE ALCANCE EL BUEN ESTADO ECOLÓGICO?

La responsabilidad de que las masas de agua portuarias no alcancen el Buen Estado Ecológico puede recaer tanto sobre las propias infraestructuras portuarias (diques), como sobre los usos y actividades portuarias.

Para determinar si las alteraciones físicas son responsables de que no se alcance el Buen Estado Ecológico en una masa de agua será preciso evaluar su impacto sobre el medio acuático, teniendo en cuenta la susceptibilidad de su calidad a dichas alteraciones. En cualquier caso, habrá que considerar si el riesgo de no alcanzar el Buen Estado Ecológico es debido a los cambios hidromorfológicos producidos por las alteraciones físicas y no a presiones externas (p.e. el vertido de sustancias tóxicas).

C. ¿EXISTE ALGUNA MEDIDA TÉCNICAMENTE VIABLE PARA LOGRAR ALCANZAR EL BUEN ESTADO ECOLÓGICO MANTENIENDO LA ACTIVIDAD PORTUARIA DESARROLLADA EN LA ACTUALIDAD?

Dado que las masas de agua se encuentran sometidas al impacto de presiones o cambios hidromorfológicos de muy distinta naturaleza, la propuesta de medidas correctoras encaminadas a alcanzar el Buen Estado Ecológico de las masas de agua debería contemplar las siguientes opciones:

- ◆ Medidas para cambiar las condiciones hidromorfológicas.
- ◆ Medidas para mejorar el estado físico o químico.
- ◆ Medidas para mejorar el estado biológico.

D. ¿TENDRÁN LAS MEDIDAS EFECTOS GLOBALES POSITIVOS SOBRE EL MEDIO ACUÁTICO?

En la mayor parte de los casos, las medidas correctoras propuestas tendrán, de una forma u otra, efectos sobre el medio. Por ello, más que valorar la existencia de efectos (positivos o negativos) habrá que valorar si los efectos negativos son mayores que los beneficios obtenidos de la mejora del Estado Ecológico de la masa de agua.

Independientemente de lo anterior, estas medidas tendrán que ser siempre coherentes con la legislación comunitaria en materia ambiental (Directiva Hábitats, Directiva de aves, etc). Si no fuera así se consideraría que las medidas tienen efectos significativamente adversos sobre el medio.

E. ¿SON ESTAS MEDIDAS ECONÓMICAMENTE ASUMIBLES DENTRO DE LA ACTIVIDAD PORTUARIA?

Las medidas, además de ser técnicamente viables, deberán ser asumibles económicamente.

Se considera que un coste es asumible cuando no modifica la actividad portuaria más allá de su rango de variación normal a corto plazo. Por el contrario, uno no asumible será el que a largo plazo comprometa el desarrollo normal de la actividad.

F. ASIGNACIÓN DE LA MASA DE AGUA MODIFICADA

Finalizado el proceso de asignación, la masa de agua modificada tendrá que alcanzar “el mejor Estado Ecológico y Químico posible teniendo en cuenta las repercusiones que no hayan podido evitarse razonablemente debido a la naturaleza de la actividad portuaria o de la contaminación”.

Siguiendo con el esquema metodológico y conceptual de la DMA, a dichas masas de agua se les exigirá que alcancen un Potencial Ecológico bueno o muy bueno.

G. ASIGNACIÓN DE LA MASA DE AGUA NO MODIFICADA

De igual forma, las masas de agua asignadas como no modificadas tendrán que alcanzar el mejor Estado Ecológico y Químico posible. La aplicación de este método deberá someterse a las futuras decisiones que, a nivel estatal o comunitario, se adopten en relación a la asignación de las masas de agua portuarias.

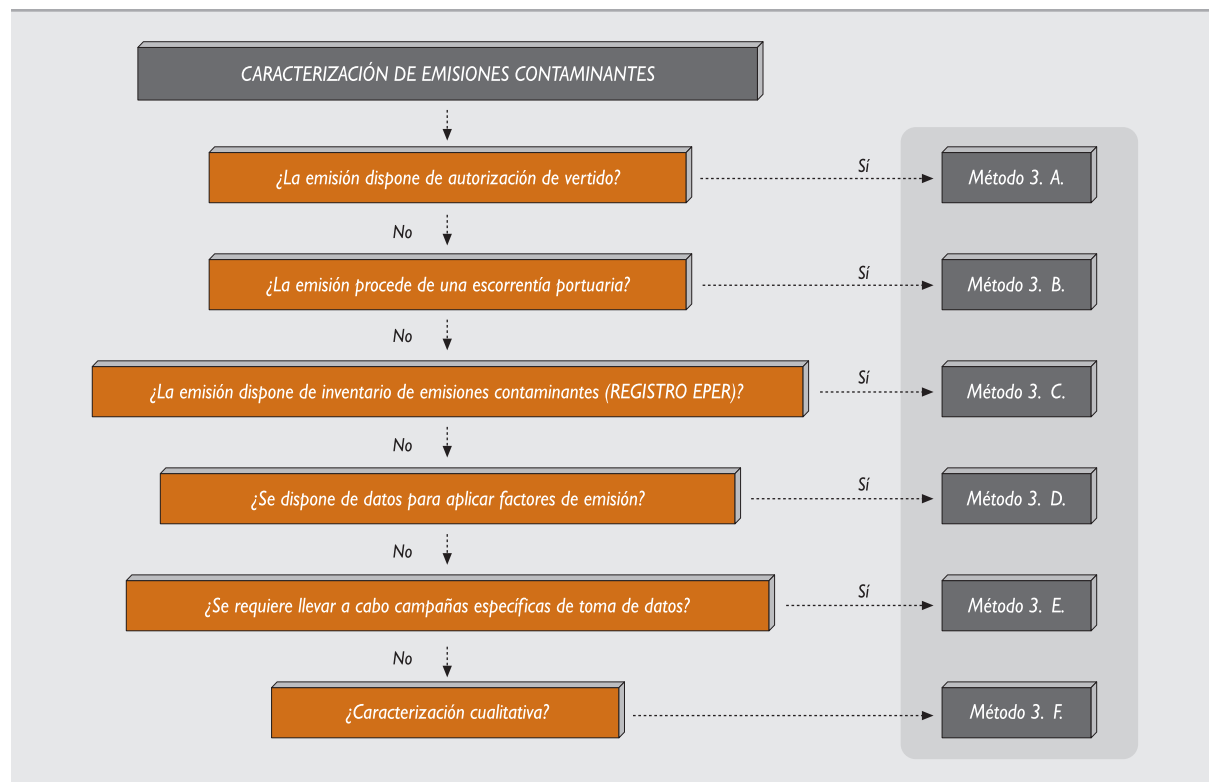
3. CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES

La evaluación y gestión del riesgo ambiental pasa por una caracterización previa de las situaciones que pudieran generar perturbaciones en la calidad del medio acuático. Por ello, deberán considerarse para su estudio todas las emisiones contaminantes localizadas en la Zona de Servicio Portuario, entendiendo por emisión contaminante la introducción al medio acuático portuario de sustancias o energías que puedan alterar la calidad de las masas de agua receptoras.

El objetivo general de esta caracterización es disponer de información suficiente para estimar el riesgo ambiental de cada emisión contaminante y actuar sobre las que suponen un riesgo inaceptable para el sistema.

En la Figura 3.1 se desarrolla un esquema metodológico que podría seguirse en la caracterización de las emisiones contaminantes de la Zona de Servicio Portuario. Dada la complejidad asociada a la obtención de la información requerida para dicha caracterización (identificación de las sustancias emitidas, concentración de las sustancias, caudal de emisión, etc) se han formulado seis procedimientos de actuación. El tipo de información disponible y las necesidades del puerto determinará, en cada caso, el procedimiento a utilizar.

Figura 3.1. Esquema metodológico de la caracterización de emisiones contaminantes



Método 3.A. Autorización de vertido

A.1. VERTIDOS DIRECTOS

En el caso de los vertidos directos, la principal fuente de datos sobre una emisión contaminante será la propia autorización de vertido, documento que, entre otros datos, debe contener toda la información relativa a las características cualitativas y cuantitativas del vertido (Artículo 246 del Real Decreto 606/2003). Debe señalarse que la pertinencia de esta actuación se apoya en la Directiva 2003/4/CE, relativa al acceso del público a la información en materia de medio ambiente que esté en poder de las Administraciones públicas competentes.

A.2. VERTIDOS INDIRECTOS

La caracterización de las emisiones indirectas, es decir de aquéllas que, aun vertiéndose en un punto determinado, resultan del agrupamiento de varios efluentes, se llevará a cabo a través de las autorizaciones o permisos correspondientes a cada uno de ellos. Atendiendo a su origen, éstas podrán incluirse en alguno de los siguientes tipos:

- ◆ Vertido de aguas residuales urbanas: cuyo titular (ayuntamiento, entidad gestora del sistema de saneamiento, etc.) deberá estar en posesión de la autorización de vertido al medio.
- ◆ Vertido de aguas residuales de origen industrial: que deben contar con el Permiso de Vertido expedido por el ente gestor del sistema de saneamiento (Ayuntamiento, etc.), en el que se expongan de forma detallada las características generales del vertido a la red.

Método 3.B. Caracterización de los caudales de escorrentía portuaria

En el caso de que las escorrentías portuarias no se encuentren sometidas a un proceso de autorización de vertido, deberá considerarse su efecto sobre la calidad de las aguas portuarias. Para ello, podrá desarrollarse un procedimiento de caracterización de las mismas en el que deberán considerarse aspectos tales como la concentración de sustancias contaminantes con objetivo de calidad, de contaminantes bacteriológicos, de sustancias consumidoras de oxígeno y de materiales que puedan generar incrementos de la turbidez en el medio.

Método 3.C. Consulta del inventario de emisiones contaminantes (Registro EPER)

La Decisión de la Comisión 2000/479/CE en el desarrollo del artículo 15 de la Directiva 96/61/CE, relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (IPPC), exige a los Estados miembros inventariar y suministrar a la Comisión los datos sobre las principales emisiones contaminantes que se producen en sus aguas.

Este precepto legal se traspone a la legislación estatal mediante el artículo 8 de la Ley 16/2002, que obliga a los titulares de las instalaciones señaladas en su Anexo I a notificar a las Comunidades Autónomas en las que estén ubicadas los datos sobre sus emisiones, al menos una vez al año. Se genera así el denominado registro EPER. El organismo encargado de difundir esta información a nivel comunitario es la Comisión Europea (www.eper.cec.eu.int), a nivel estatal el Ministerio de Medio Ambiente (www.eper-es.com) y a nivel autonómico las Consejerías de Medio Ambiente.

Método 3.D. Caracterización Cuantitativa

A falta de información concreta sobre los vertidos existentes, el análisis de los procesos responsables de su generación puede permitir, en última instancia, la cuantificación de las emisiones. Para ello, se hace necesario el

empleo de métodos de estimación aceptados nacional o internacionalmente o de factores de emisión representativos del sector productivo.

La utilización de factores de emisión es una herramienta muy útil para determinar las concentraciones en las que son emitidas las sustancias. Aunque tradicionalmente su uso ha estado estrechamente relacionado con las emisiones atmosféricas, también es posible encontrarlos, en la bibliografía técnica especializada, para las emisiones contaminantes procedentes de diversas actividades o instalaciones.

Método 3. E. Campañas específicas de toma de datos

Las campañas específicas de toma de datos se basan en el análisis de las sustancias contaminantes de la emisión en localizaciones próximas al punto de emisión. En el diseño de este proceso de caracterización (tipo de muestra, número, tamaño y frecuencia de muestreo) deberán tenerse en cuenta las peculiaridades de cada uno de los vertidos analizados, caudal, uniformidad, variabilidad, aleatoriedad, potencial tóxico de las sustancias, etc. En la siguiente relación de normas se recogen los procedimientos estandarizados para llevar a cabo el citado diseño:

- ◆ UNE-EN 25667-1:1995. Calidad de Agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo.

Tabla 3.1. Relación de las actividades de diferentes fuentes contaminantes con el tipo de emisión generada

| MATRIZ PARA ASIGNACIÓN DE LAS SUSTANCIAS CONSIDERADAS EN EL INVENTARIO EPER (D.2000/479/CE) POR CADA ACTIVIDAD GENERADORA DE EMISIONES CONTAMINANTES | |
|---|--|
| Instalaciones de combustión | Con una potencia térmica de combustión >50MW |
| | Refinerías de petróleo y de gas |
| | Coquerías |
| | Instalaciones de gasificación y licuefacción de carbón |
| Producción y transformación de metales | Instalaciones de calcinación o sintetización de minerales metálicos (incluido el mineral sulfurado) |
| | Instalaciones para la producción de fundición o de aceros brutos (fusión primaria o secundaria), incluidas instalaciones de fundición continua con capacidad > 2.5t/h |
| | Laminado en caliente de metales ferrosos con capacidad > 20t acero bruto/h |
| | Forjado de metales ferrosos con martillo con energía de impacto > 50KJ/ martillo y potencia térmica > 20MW |
| | Aplicación de capas de protección de metal ferroso fundido con capacidad de tratamiento >2t acero bruto/h |
| | Fundiciones de metales ferrosos con capacidad >20t/día |
| | Instalaciones para la producción de metales no ferrosos a partir de minerales, de concentrados o de materias primarias secundarias mediante procedimientos metalúrgicos, químicos o electrolíticos |
| Industrias minerales | Fusión de metales no ferrosos, inclusive la aleación, así como los productos de recuperación con capacidad de fusión > 4t(Pb y Cd) ó 20t(otros metales) por día |
| | Instalaciones para el tratamiento de superficies de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico (con volumen de cubetas >30 m³) |
| | Fabricación de cemento y/o clinker con capacidad de 500t/d (hornos rotatorios) o 50t/d (otros hornos) o cal con capacidad de 50t/d (hornos rotatorios) |
| | Instalaciones para la obtención de amianto y para la fabricación de productos a base de amianto |
| | Instalaciones para la fabricación de vidrio incluida la fibra de vidrio, con capacidad de fundición >20t/día |
| Industria química | Instalaciones para la fundición de materiales minerales, incluidas la fabricación de fibras minerales con capacidad de fundición >20t/día |
| | Instalaciones para la fabricación de materiales cerámicos mediante horneado con una capacidad de producción >75Tn/día, o una capacidad de horneado de más de 4m³ y de más de 300Kg/m³ de densidad de carga por horno |
| Industria química | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como hidrocarburos simples (lineales o cíclicos, saturados o insaturados, alifáticos o aromáticos) |

- ◆ UNE-EN 25667-2:1995. Calidad de Agua. Muestreo. Parte 2: Guía para las técnicas de muestreo.
- ◆ UNE-EN 25667-3:1995. Calidad de Agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y la manipulación de muestras.

Método 3.F. Caracterización Cualitativa

La caracterización cualitativa puede obtenerse a partir de una matriz como la indicada en la Tabla 3.1. en la que se relaciona las actividades generadoras de emisiones contaminantes con las sustancias consideradas en el inventario EPER (Decisión 2000/479/CE) que intervengan en las mismas. El procedimiento incluye la identificación de las actividades que puedan producir emisiones contaminantes y la asignación de las sustancias emitidas por cada actividad.

Para ello, las actividades se agrupan en subtarefas sectoriales específicas, cuyo objeto es servir de orientación a los puertos para identificar los contaminantes que previsiblemente pueden emitirse. Posteriormente, se procede a la identificación de los contaminantes por categoría de actividades con base en la experiencia adquirida con los inventarios de emisiones existentes.

| | Nutrientes | | Metales y sus compuestos | | | | | | | | Compuestos organohalogenados | | | | | | | Otros compuestos orgánicos | | | | | C. inorgánicos | | | Número de contaminantes | |
|--|-----------------|---------------|--------------------------|--------|-------|-------|----------|--------|-------|------|------------------------------|---------------|--------------|----------------|------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------|--------------------|------------------------|----------|----------|-------------------------|-----------|
| | Nitrógeno total | Fósforo total | Arsénico | Cadmio | Cromo | Cobre | Mercurio | Níquel | Plomo | Zinc | Dicloroetano | Diclorometano | Cloroalcanos | Hexadrobenceno | Hexadrobutadieno | Hexadrociclohexano | Compuestos orgánicos halogenados | BTEX | Compuestos organoestánicos | Hidrocarburos aromáticos policíclicos | Fenoles | Difeniléterbromado | Carbono orgánico total | Cloruros | Cianuros | | Fluoruros |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | x | | x | | | x | x | | x | 14 |
| | x | | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | x | | x | x | x | x | 17 |
| | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | x | | x | | 6 |
| | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | x | | | | 4 |
| | | | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | x | x | | | x | x | x | x | 13 |
| | x | x | | x | x | x | | | x | x | | | | | | | | | x | x | | | x | x | x | x | 13 |
| | x | x | | x | x | x | | | x | x | | | | | | | | | x | x | | | x | x | x | x | 13 |
| | | | | x | | | x | | x | x | | | | | | | | | x | x | | | x | x | | x | 9 |
| | | | x | | | x | | x | x | | | | | | | | | x | x | | | x | x | | x | | 9 |
| | | x | x | x | x | x | | x | x | x | | | | | | | x | | x | x | x | | x | x | x | x | 16 |
| | | | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | x | x | | | x | x | x | x | 15 |
| | | | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | x | x | | | x | x | x | x | 15 |
| | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | | | | | | x | | x | x | | | x | x | x | x | 16 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | | | | | x | | | | | | | | | | | | x | | | | | | x | | | | 3 |
| | | | x | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | x | | | x | 5 |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | x | | | | | x | | | x | 12 |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | x | | | | | x | | | x | 12 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | 24 |

(Continúa)

Tabla 3.1. Relación de las actividades de diferentes fuentes contaminantes con el tipo de emisión generada (Continuación)

| MATRIZ PARA ASIGNACIÓN DE LAS SUSTANCIAS CONSIDERADAS EN EL INVENTARIO EPER (D.2000/479/CE) POR CADA ACTIVIDAD GENERADORA DE EMISIONES CONTAMINANTES | |
|---|--|
| Industria química | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como hidrocarburos oxigenados, tales como alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, ésteres, éteres, peróxidos, resinas, epóxidos |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como hidrocarburos sulfurados |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como hidrocarburos fosforados |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como hidrocarburos halogenados |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como compuestos orgánicos metálicos |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como materias plásticas de base (polímeros, fibras sintéticas, fibras a base de celulosa) |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como cauchos sintéticos |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como colorantes y pigmentos |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como colorantes y pigmentos |
| | Fabricación de productos químicos orgánicos de base como tensioactivos y agentes de superficie |
| | Fabricación de productos químicos inorgánicos de base como gases y, en particular, amoníaco, cloro o cloruro de hidrógeno, flúor o fluoruro de hidrógeno, óxidos de carbono, compuestos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrógeno, dióxido de azufre, dicloruro de carbonilo |
| | Fabricación de productos químicos inorgánicos de base como ácidos y, en particular, ácido crómico, ácido fluorhídrico, ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido sulfúrico fumante, ácidos sulfurados |
| | Fabricación de productos químicos inorgánicos de base como bases y, en particular, hidróxido de amonio, hidróxido potásico, hidróxido sódico |
| | Fabricación de productos químicos inorgánicos de base como sales, cloruro de amonio, clorato potásico, carbonato potásico, carbonato sódico, perboratos, nitrato argéntico |
| | Fabricación de productos químicos inorgánicos de base como no metales, óxidos metálicos y otros compuestos inorgánicos como carburo de calcio, silicio, carburo de silicio |
| | Fabricación de fertilizantes a base de fósforo, de nitrógeno o de potasio (simples o compuestos) |
| | Fabricación de productos de base fitosanitarios y biocidas |
| | Instalaciones químicas que utilicen un procedimiento químico o biológicos para la fabricación de medicamentos de base |
| | Instalaciones químicas para la fabricación de explosivos |
| Ind. del papel y cartón | Fabricación de pasta de papel a partir de madera u otras materia fibrosas |
| | Fabricación de papel y cartón con capacidad > 20t/día |
| | Producción y tratamiento de celulosa con capacidad > 20t/día |
| Ind. textil | Instalaciones para el tratamiento previo o para el tinte de fibras o productos textiles con capacidad > 10t/día |
| Ind. cuero | Instalaciones para el curtido de cueros con capacidad > 12t/día |
| Ind. del carbono | Instalaciones para la fabricación de carbono sinterizado o electrografito por combustión o grafitación |
| Consumo de disolventes org. | Instalaciones para el tratamiento de superficies de materiales de objetos o productos con utilización de disolventes orgánicos, con capacidad de 159 Kg de disolvente/h o > 200t/año |
| Gestión de residuos | Instalaciones para la valoración de residuos peligrosos, incluida la gestión de aceites usados, o para la eliminación de dichos residuos en lugares distintos de los vertederos, con capacidad > 10t/día |
| | Instalaciones de incineración de los residuos municipales, con capacidad > 3t/h |
| | Instalaciones para la eliminación de los residuos no peligrosos, en lugares distintos de los vertederos, con capacidad > 50t/día |
| | Vertederos que reciban más de 10t/día o tengan una capacidad total de 25000 t (exclusión de vertederos inertes) |
| Ind. agroalimentarias y explotaciones ganaderas | Mataderos con capacidad superior a 50 t/día |
| | Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de materia prima animal (producción >75t/día) o materia prima vegetal (producción 300t/día) |
| | Tratamiento y transformación de la leche (con cantidad de leche recibida >200 t/día) |
| | Instalaciones para la eliminación o el aprovechamiento de canales o desechos de animales con capacidad > 10t/día |
| | Instalaciones destinadas a la cría intensiva que dispongan más de 40.000 emplazamientos de gallinas ponedoras o un número equivalente para otros aves |
| | Instalaciones destinadas a la cría intensiva que dispongan más de 2.000 emplazamientos para cerdos de cría (> 30 Kg) |
| | Instalaciones destinadas a la cría intensiva que dispongan más de 750 emplazamientos para cerdas |

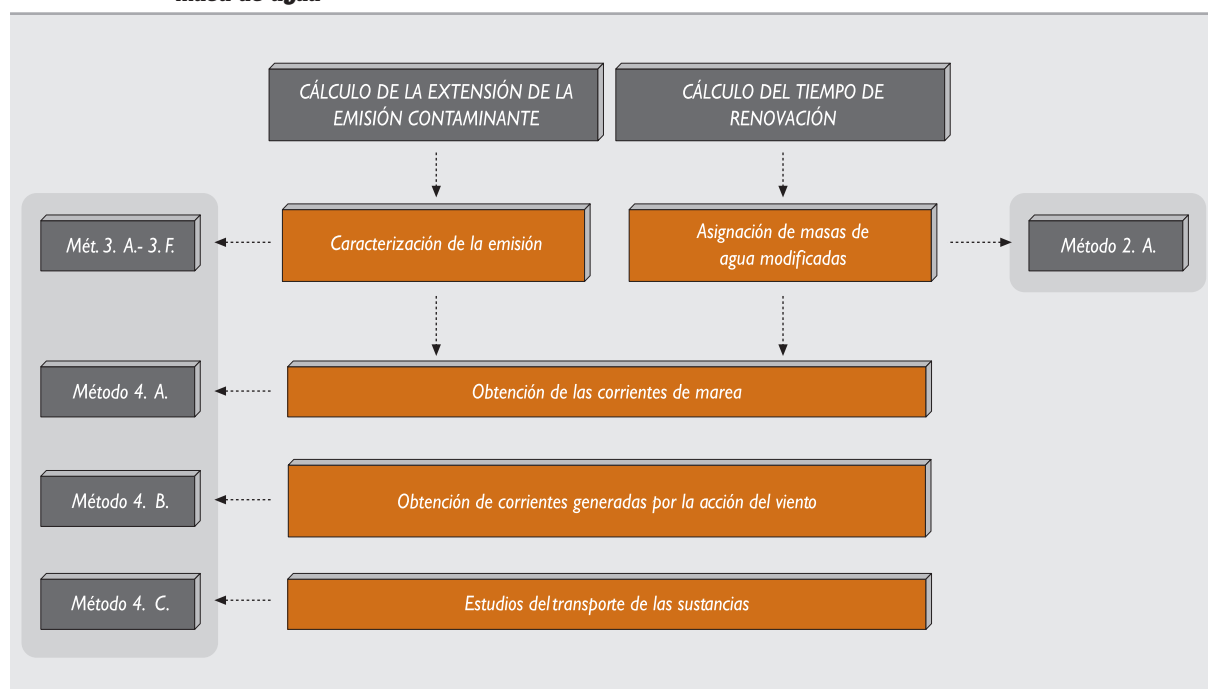
Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias

| | Nutrientes | | Metales y sus compuestos | | | | | | | | Compuestos organohalogenados | | | | | | | Otros compuestos orgánicos | | | | | | C. inorgánicos | | | Número de contaminantes | |
|--|-----------------|---------------|--------------------------|--------|-------|-------|----------|--------|-------|------|------------------------------|---------------|--------------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------|--------------------|------------------------|----------------|----------|-----------|-------------------------|----|
| | Nitrógeno total | Fósforo total | Arsénico | Cadmio | Cromo | Cobre | Mercurio | Níquel | Plomo | Zinc | Dicloroetano | Diclorometano | Cloroalcanos | Hexaclorobenceno | Hexaclorobutadieno | Hexaclorociclohexano | Compuestos orgánicos halogenados | BTEX | Compuestos organoestánicos | Hidrocarburos aromáticos policíclicos | Fenoles | Difeniléterbromado | Carbono orgánico total | Cloruros | Cianuros | Fluoruros | | |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | 24 |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | | | | | x | x | x | 14 |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | | | | | x | x | x | 14 |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | | | | | x | x | x | 14 |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | | | | | x | x | x | 14 |
| | x | x | | x | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | | x | | x | x | 8 | |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | x | x | | x | | x | | | | 16 | |
| | x | x | | | | | | | | x | | | | | | | x | x | | | x | | x | | | | 7 | |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | x | x | | x | | x | | x | | | | 15 | |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | x | | | | x | | | | 12 | |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | x | | | | x | | | | 12 | |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | | x | x | x | | | 15 | |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | x | | x | x | x | x | x | | | 16 | |
| | x | x | x | | x | x | | | | | | | | | | | x | | | | | | x | x | | | 6 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | 2 | |
| | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | | | | x | | x | x | x | | x | | x | x | 18 | |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | | x | | | x | x | x | | 15 | |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | | x | | | x | x | | x | 15 | |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | | | | | x | x | x | | 14 | |
| | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | x | | | | | | x | | x | | 12 | |
| | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | 4 | |
| | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | 4 | |
| | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | 4 | |
| | x | x | | | x | x | | | | x | | | | | | | x | | | | | | x | | | | 7 | |
| | x | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | 5 | |
| | x | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | 5 | |
| | x | x | | | | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | 5 | |

4. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RENOVACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA Y DE LA EXTENSIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES

Para el cálculo del tiempo de renovación de las masas de agua modificadas (Apdo. 4.2.2.2) y de la extensión alcanzada por una emisión contaminante (Apdo. 6.2.2.1, 6.2.3.2) se parte de los resultados obtenidos en la caracterización de las emisiones contaminantes (métodos 3.A.-3.F.) y en la asignación de masas de agua modificadas (método 2.A.). Dicha información será la base de los modelos numéricos utilizados para el cálculo de ambas variables (Figura 4.1.III.).

Figura 4.1.III. Métodos de cálculo de la extensión de la emisión contaminante y del tiempo de renovación de la masa de agua



Aunque el empleo de modelos numéricos es, en la actualidad, práctica muy habitual, y son numerosísimos los disponibles, tanto en versiones comerciales como de libre disposición en la Red, las condiciones específicas que ordinariamente concurren en el medio acuático de las áreas portuarias posibilitan la introducción de algunas hipótesis sobre su comportamiento hidrodinámico, permitiendo utilizar con éxito sus versiones más simplificadas.

Dos serán las hipótesis principales que, con generalidad, se podrán admitir, ambas relacionadas con los efectos de la marea y del viento, como causas generadoras de las principales corrientes dispersantes. Con la primera se asumirá que las corrientes de marea pueden considerarse de carácter bidimensional en profundidad, por lo que los modelos hidrodinámicos promediados en vertical (modelos H2D) proporcionarán una solución suficientemente aproximada. Con la segunda se supondrá que los efectos del viento se transmiten en profundidad, de acuerdo con una ley parabólica y, por tanto, no uniforme (modelos H2DZ, casi-tridimensionales).

La hipótesis de bidimensionalidad sobre las corrientes de marea está perfectamente justificada al tratarse ésta de un efecto barotrópico que afecta a toda la columna de agua.

La suposición de que las corrientes originadas por el viento son de trayectoria plana se sustenta en la escasa profundidad (normalmente inferior a 30 m) que presenta el mar en las áreas portuarias, que permite despreciar los efectos tridimensionales de Ekman. Por otro lado, la suposición de un valor constante en profundidad de

la viscosidad de remolino (eddy viscosity) junto con la consideración del valor medio del viento en los estudios a los que se refiere esta ROM 5.1 soportan adecuadamente la hipótesis de distribución parabólica hasta el fondo de la velocidad de estas corrientes.

Sólo en el caso de que en las campañas de medida en las masas de agua se aprecien termoclinas o picnoclinas permanentes y claramente marcadas se justificaría la utilización de modelos hidrodinámicos tridimensionales.

En lo que se refiere a los modelos de transporte de sustancias, normalmente podrá recurrirse a la ecuación de advección-difusión (conservación de la masa de sustancia) en su versión bidimensional. Sólo en el caso de estudios sobre la evolución de la concentración de oxígeno disuelto con gran demanda por fondo, o, nuevamente, en el de la presencia de picnoclinas permanentes podría considerarse la utilización de esta ecuación en tres dimensiones. En consecuencia, los modelos que, generalmente, podrán utilizarse serán aquellos cuyo fundamento científico responda, al menos, a los planteamientos que se indican en los subapartados siguientes.

Método 4.A. Obtención de las corrientes de marea

El modelo numérico hidrodinámico bidimensional (H2D) se derivará de las ecuaciones de Navier-Stokes que gobiernan el movimiento de un fluido y de la ecuación de continuidad que, para el caso de fluido incompresible, son:

- ◆ Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento.

$$\rho \left[\frac{Du}{Dt} \right] = -\nabla p + \rho g + \left[\frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \right]$$

- ◆ Ecuación de continuidad:

$$\nabla u = 0$$

donde:

- ρ = densidad del fluido.
- u = vector de velocidad (u, v, w).
- p = presión.
- g = aceleración de la gravedad.
- τ_{ij} = tensión tangencial en la dirección i sobre el plano j .
- D/Dt = derivada material.
- ∇ = gradiente.
- $\frac{\partial}{\partial x_j}$ = derivada parcial

La integración en vertical para ondas largas de las ecuaciones de cantidad de movimiento y continuidad conduce a las siguientes expresiones:

- ◆ Conservación de cantidad de movimiento:
En X)

$$\frac{\partial \bar{u}H}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{u}^2 H)}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{u}\bar{v}H)}{\partial y} - \bar{f}\bar{v}H = -gH \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{gH^2}{2\rho_0} \cdot \frac{\partial \rho_0}{\partial x} +$$

$$\frac{1}{\rho_0} \left[\tau_{xz}(\eta) - \tau_{xz}(-h) \right] + H N_h \left[\frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial y^2} \right] + 2H \frac{\partial N_h}{\partial x} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + H \frac{\partial N_h}{\partial y} \left[\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right]$$

En Y)

$$\frac{\partial \bar{v}H}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{u}\bar{v}H)}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{v}^2H)}{\partial y} + f\bar{u}H = -gH \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{gH^2}{2\rho_0} \cdot \frac{\partial \rho_0}{\partial y} +$$

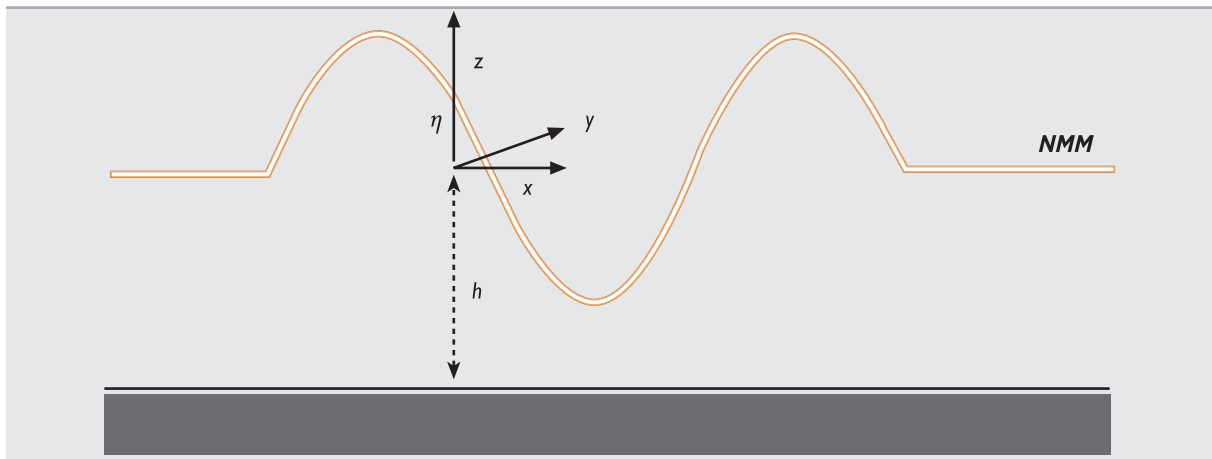
$$\frac{1}{\rho_0} [\tau_{yz}(\eta) - \tau_{yz}(-h)] + HN_h \left[\frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial y^2} \right] + 2H \frac{\partial N_h}{\partial y} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + H \frac{\partial N_h}{\partial x} \left[\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right]$$

◆ Ecuación de continuidad:

$$\frac{\partial \bar{u}H}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}H}{\partial y} + \frac{\partial H}{\partial t} = 0$$

Las variables dependientes del problema son η , \bar{u} , \bar{v} y ρ_0 que representan la elevación de la superficie libre sobre el nivel de referencia (figura 4.2), las velocidades promediadas en vertical en las direcciones x e y respectivamente y la densidad media en cada punto de cálculo.

Figura 4.2. Sistema de referencia



El resto de los términos de la ecuación son:

| | |
|------------------------------------|--|
| H | = altura de agua ($H = h + \eta$). |
| f | = parámetro de Coriolis $\Rightarrow f = 2 \Omega \sin \phi$ |
| Ω | = velocidad angular de la tierra = $7.29 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ |
| ϕ | = latitud. |
| N_h | = coeficiente horizontal de viscosidad de remolino. |
| $\tau_{xz}(\eta), \tau_{yz}(\eta)$ | = tensiones tangenciales en la superficie libre en la dirección x e y. |
| $\tau_{xz}(-h), \tau_{yz}(-h)$ | = tensiones tangenciales en el fondo en la dirección x e y. |

Por ejemplo, en el caso del viento, las tensiones generadas se pueden expresar de la siguiente forma:

$$\frac{\tau_{xz}(\eta)}{\rho_0} = C_a \frac{\rho_a}{\rho_0} W_x \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

$$\frac{\tau_{yz}(\eta)}{\rho_0} = C_a \frac{\rho_a}{\rho_0} W_y \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

donde:

C_a = coeficiente de fricción por viento.

W_x y W_y = velocidades del viento en las direcciones x e y a 10 m sobre la superficie libre.

ρ_a = densidad del aire.

La fricción por fondo puede expresarse como una variable dependiente de la profundidad, mediante la utilización de la fórmula de Colebrook:

$$C = 18 * \log \left(\frac{12 * H}{k_s} \right)$$

donde:

C = coeficiente de fricción de Chezy.

k_s = rugosidad de Nikuradse.

Por lo que las tensiones en el fondo se pueden entonces expresar como:

$$\frac{\tau_{xz}(h)}{\rho_0} = \frac{g\bar{u}\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}}{C^2}$$

$$\frac{\tau_{yz}(h)}{\rho_0} = \frac{g\bar{v}\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}}{C^2}$$

Método 4.B. Obtención de las corrientes generadas por la acción del viento

Puede considerarse que las velocidades generadas por efecto del viento constituyen un movimiento de trayectoria plana (despreciándose, por tanto, los efectos tridimensionales), cuyo campo de velocidad inducido es variable en profundidad. Por este motivo, se considerará un modelo casi-tridimensional (H2DZ).

Se admitirán las siguientes hipótesis:

- ◆ Campo de velocidades estacionario.
- ◆ Gradientes horizontales de las componentes de la velocidad despreciables.
- ◆ Componente vertical de la velocidad despreciable.
- ◆ Distribución hidrostática de presiones.

Para estas hipótesis puede adoptarse una distribución parabólica de la velocidad:

$$u(z) = \alpha z^2 + \beta z + \gamma$$

$$v(z) = \alpha' z^2 + \beta' z + \gamma'$$

Los coeficientes de estas expresiones se determinan con las condiciones de contorno en la superficie libre y en el fondo. Para ello se considera condición de no deslizamiento en el fondo ($u, v = 0$) y valor de la tensión tangencial en la superficie igual a la producida por el viento, que se supone proporcional al cuadrado de su velocidad.

Las expresiones resultantes, para la distribución vertical de la velocidad son las siguientes:

$$u(z) = \left[\frac{3}{4}a - \frac{3}{2}\bar{u} \right] \left[\left(\frac{z}{h} \right)^2 - 1 \right] + a \left(\frac{z}{h} + 1 \right)$$

$$v(z) = \left[\frac{3}{4}b - \frac{3}{2}\bar{v} \right] \left[\left(\frac{z}{h} \right)^2 - 1 \right] + b \left(\frac{z}{h} + 1 \right)$$

$$\text{siendo } a = \frac{\tau_{sx}H}{\rho N} \quad y \quad b = \frac{\tau_{sy}H}{\rho N}$$

En donde N es la viscosidad de remolino en superficie y τ_s es la tensión tangencial debida al viento ($\tau_s = cw^2$) de componentes τ_{sx} y τ_{sy} .

Para este caso, la promediación de las ecuaciones de cantidad de movimiento y de continuidad conduce a la obtención de las siguientes expresiones:

- ◆ Ecuaciones de cantidad de movimiento:

En X)

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \left(0.2\bar{u} + \frac{a}{40} \right) \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \left(0.2\bar{v} + \frac{b}{40} \right) \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + f\bar{v} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0 H} - \left(0.18 \frac{\bar{u}}{H} \sqrt{\frac{\tau_s}{\rho_0}} - 0.5 \frac{\tau_{sx}}{\rho_0 H} \right)$$

En Y)

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \left(0.2\bar{u} + \frac{a}{40} \right) \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + \left(0.2\bar{v} + \frac{b}{40} \right) \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + f\bar{u} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0 H} - \left(0.18 \frac{\bar{v}}{H} \sqrt{\frac{\tau_s}{\rho_0}} - 0.5 \frac{\tau_{sy}}{\rho_0 H} \right)$$

- ◆ Ecuación de continuidad:

$$\frac{\partial \bar{u}H}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}H}{\partial y} + \frac{\partial H}{\partial t} = 0$$

Método 4.C. Estudio del transporte de las sustancias

Para el cálculo de la extensión alcanzada por la emisión contaminante únicamente se modelarán las sustancias o procesos presentes en la misma. Con este objeto, en primer lugar, se procederá a su clasificación en conservativas, reactivas y bacteriológicas. Tal como se ha establecido en el articulado, se modelarán, cuando proceda, los procesos de dispersión de sustancias conservativas que dispongan de criterios de calidad específicos, de reducción del oxígeno disuelto y de evolución de la contaminación bacteriológica.

El modelo numérico de transporte se basa en la ecuación de conservación de la cantidad de masa de una sustancia presente en la columna de agua del medio litoral. Esta ecuación expresa que la variación local de la concentración en la unidad de tiempo se origina como consecuencia de tres procesos de transporte: la advección (o transporte por las corrientes hidrodinámicas existentes), la difusión por efecto de los fenómenos turbulentos y su reacción o interacción con otras sustancias u organismos presentes en el medio acuático. En forma tridimensional, dicha ecuación responde a la siguiente expresión:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial u_i c}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(D_{x_i} \frac{\partial c}{\partial x_i} \right) + S - Kc$$

donde:

- c = concentración de sustancia.
- u_i = las componentes del vector velocidad.
- D_{xi} = los coeficientes de difusión turbulenta.
- S = la cantidad de la sustancia introducida en el medio.
- K = tasa de reacción o degradación.

La asunción de un flujo de transporte de masa prácticamente horizontal es válida fuera de la zona de inyección de la sustancia. En el campo cercano, el fenómeno puede tener una naturaleza tridimensional, mientras que en el campo lejano el movimiento horizontal puede considerarse que prevalece sobre el vertical.

La ecuación de transporte en su forma bidimensional, se expresa como:

$$\frac{\partial H\bar{c}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}H\bar{c}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}H\bar{c}}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_{xx} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_{xy} \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_{yx} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_{yy} \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + S - KH\bar{c}$$

donde:

- H = altura de agua ($H = h + \eta$).
- \bar{c} = concentración promedio vertical de la columna de agua.
- \bar{u}, \bar{v} = las velocidades horizontales medias.
- $D_{xx}, D_{xy}, D_{yx}, D_{yy}$ = los coeficientes de dispersión.

Los coeficientes de dispersión en las direcciones x e y , que se definen a partir de las siguientes expresiones:

$$D_{xx} = \frac{(k_l \bar{u}^2 + k_t \bar{v}^2) H \sqrt{g}}{\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2} C} \quad D_{yy} = \frac{(k_l \bar{v}^2 + k_t \bar{u}^2) H \sqrt{g}}{\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2} C} \quad D_{xy} = D_{yx} = \frac{(k_l - k_t) \bar{u} \bar{v} H \sqrt{g}}{\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2} C}$$

En las fórmulas anteriores k_l representa el coeficiente de dispersión paralelo al flujo, mientras que k_t es el coeficiente de dispersión perpendicular al flujo. Es usual, en el caso de transporte bidimensional, que se asuma movimiento isotrópico ($k_l = k_t$), al no existir una dirección predominante del flujo, con lo que la ecuación de transporte bidimensional puede expresarse como:

$$\frac{\partial H\bar{c}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}H\bar{c}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}H\bar{c}}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_{xx} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_{yy} \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + S - KH\bar{c}$$

5. ANÁLISIS DE LA CALIDAD QUÍMICA

El análisis de la calidad química es un proceso ininterrumpido, periódico, sistemático y estandarizado de medición y valoración de la calidad del medio pelágico (agua) y del medio bentónico (fondos blandos), que se llevará a cabo mediante el análisis del cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para cada uno de los indicadores seleccionados a tal efecto. Éstos serán aquellas sustancias prioritarias de la Tabla 7.1 del Capítulo I (Articulado) de la ROM 5.1 cuya presencia se haya detectado en alguna de las emisiones contaminantes que vierten directamente sobre la masa de agua.

Los métodos empleados en la vigilancia de los indicadores de la calidad de las masas de agua han de ser conformes a normas nacionales o internacionales que garanticen, por un lado, el suministro de información de calidad y, por otro, la comparabilidad científica de los resultados. Con base en ello, el análisis de la calidad química de las masas de agua se sustentará en las normas surgidas como modificación del Anejo X de la Directiva Marco del Agua, y, en su defecto, en lo establecido en las Normas UNE. Cuando una sustancia prioritaria no esté recogida en ninguno de los dos supuestos anteriores podrá adoptarse alguna de las técnicas recomenda-

das en la última edición del Standard Methods (APHA, 2004). El análisis de la calidad química en la columna de agua y en los fondos de las masas de agua se estructurará en torno a dos aspectos bien diferenciados, el diseño de las campañas de toma de datos (Apdo 5.1) y el análisis de los indicadores (Apdo 5.2).

5.1. Métodos para el diseño de campañas de toma de datos sobre Calidad Química

Método 5.A. Diseño de las campañas de toma de datos

El diseño de las campañas de toma de datos se puede llevar a cabo de acuerdo con las especificaciones marcadas en las tres normas UNE de calidad del agua relativas al muestreo.

- ◆ UNE-EN 25667-1 Calidad del agua. Muestreo. Parte 1. Guía para el diseño de los programas de muestreo.
- ◆ UNE-EN 25667-2 Calidad del agua. Muestreo. Parte 2. Guía para las técnicas de muestreo.
- ◆ UNE-EN ISO 5667-3 Calidad del agua. Muestreo. Parte 3. Guía para la conservación y manipulación de las muestras de agua.

Sin embargo, ante la necesidad de disponer de campañas de toma de datos objetivas, estandarizadas y aplicables tanto a las muestras del medio pelágico (agua) como, a las del medio bentónico (sedimento), se recurrirá al diseño de campañas específicamente adaptadas a los requerimientos de la ROM 5.1, de acuerdo con las indicaciones siguientes:

DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

Estratificado e intencionado, situando los puntos de muestro en las inmediaciones del borde externo de la zona de mezcla de cada punto de emisión.

NÚMERO DE MUESTRAS

Se aconseja, en principio, tres puntos de muestreo por masa de agua.

TIPO DE MUESTRAS

- ◆ *Medio pelágico*: Muestras puntuales en dos profundidades, recogidas mediante el uso de botellas oceanográficas tipo Niskin, o equivalente.
- ◆ *Medio bentónico*: Muestras puntuales superficiales (0-30 cm) obtenidas con corer .

TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño total de la muestra dependerá del número y tipo de indicadores que deban analizarse.

FRECUENCIA DE MUESTREO

- ◆ *Medio pelágico*: Se establecerá una frecuencia mínima trimestral
- ◆ *Medio bentónico*: Se establecerá una frecuencia anual.

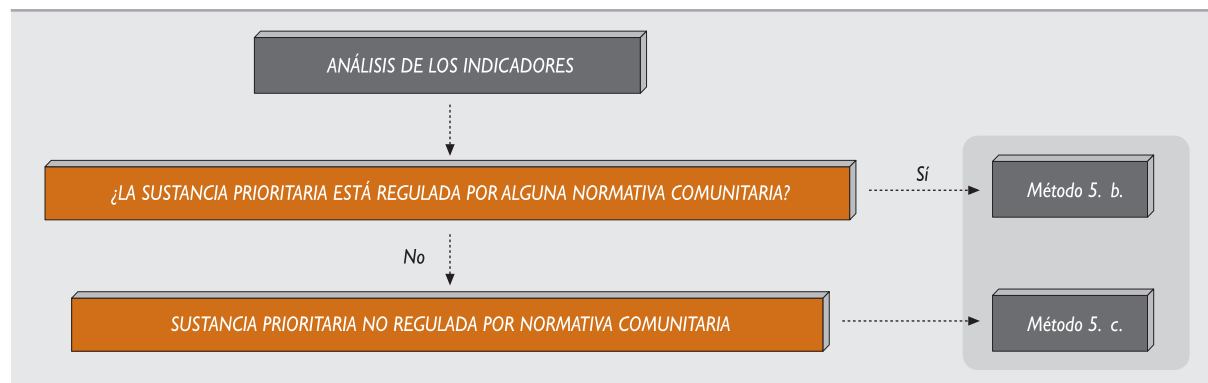
No obstante, esta intensidad geográfica y temporal de muestreo podría ser sustancialmente reducida en función de la uniformidad y permanencia que presenten los datos y conocimientos disponibles.

CONSERVACIÓN

Para la conservación de las muestras de agua y sedimento se podrá atender a lo especificado en la Norma UNE-EN ISO 5667-3 Calidad del agua. Muestreo. Parte 3.

5.2. Métodos para el análisis de los indicadores de la Calidad Química

Los métodos para el análisis de los indicadores de la calidad química de la columna de agua y de los fondos de las masas de agua se adecuarán al esquema metodológico de la Figura 5.1.

Figura 5.1. Etapas metodológicas para el análisis de los indicadores de la Calidad Química

MÉTODO 5.B. ANÁLISIS DE LAS SUSTANCIAS PRIORITARIAS REGULADAS POR NORMAS COMUNITARIAS

El análisis de las sustancias prioritarias reguladas por alguna norma comunitaria se efectuará de acuerdo a los métodos de análisis establecidos por la citada norma para las muestras de agua y de fondos blandos (Tabla 5.1.III).

MÉTODO 5.C. ANÁLISIS DE LAS SUSTANCIAS PRIORITARIAS NO REGULADAS POR NORMATIVA COMUNITARIA

Ante la ausencia de normativa legal podrán utilizarse normas reconocidas internacionalmente correspondientes a las diferentes técnicas analíticas aplicables a cada sustancia prioritaria. Entre ellas cabe señalar las normas UNE y los métodos analíticos establecidos en la última edición del “Standard Methods” (APHA, 2004), o en la Environmental Protection Agency (EPA), referidos por la Tabla 5.2.III.

Tabla 5.1.III. Sustancias con objetivos de calidad establecidos por normas comunitarias

| Sustancias prioritarias | Directivas | Técnica analítica | Límite de determinación Agua (*) | | Límite de determinación Sedimento (*) |
|-------------------------|------------|--|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Cadmio | 83/513/CEE | Espectrofotometría de absorción atómica | | | |
| Mercurio | 82/176/CEE | Espectrofotometría de absorción atómica sin llama | | | 0.05 µg/kg |
| Pentaclorofenol | 86/280/CEE | Cromatografía en fase líquida a alta presión o cromatografía gaseosa | 0.1 µg/l | | 1 µg/ kg |
| 1,2-dicloroetano | 90/415/CEE | Purga y trampa-Cromatografía en fase gaseosa | 1 µg/l | | |
| Hexaclorobenceno | 88/347/CEE | Cromatografía en fase gaseosa | 1-10 µg/l | | 1-10 µg/kg |
| Hexaclorobutadieno | 88/347/CEE | Cromatografía en fase gaseosa | 1-10 µg/l | | 1-10 µg/kg |
| Hexaclorociclohexano | 84/491/CEE | Cromatografía en fase gaseosa | Estuarios Aguas territoriales | 0.004 µg/ l ₍₁₎ | 1 µg/kg PS |
| 1,2,4-triclorobenceno | 90/415/CEE | Cromatografía en fase gaseosa | 10 µg/l | | 1 µg/kg PS |
| Triclorometano | 88/347/CEE | Cromatografía en fase gaseosa | Conc< 0.5mg/l | 0.1 µg/l | |
| | | | Conc> 0.5mg/l | 0.1 mg/l | |

(*): Límite de determinación xg de una sustancia dada, es la menor cantidad cuantitativamente determinable de una muestra sobre la base de un procedimiento de trabajo dado, que pueda todavía distinguirse de cero.

(1): Valor correspondiente a 1/5 del objetivo de calidad del Hexaclorociclohexano (0.02 µg/l).

Tabla 5.2.III. Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y el Standard Methods, o la EPA, para el análisis de la concentración de sustancias prioritarias en agua

| Sustancias prioritarias | Método 5.C | |
|--|--|--|
| | Normas UNE | Standard Methods |
| Plomo | UNE-EN 11885:1998. Calidad del agua. Determinación de 33 elementos por espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente | Métodos 3113, 311-B, 3111-C. Espectrometría de absorción atómica |
| | | Método 3500-Pb D. Ditzona |
| | | Método 3120. Espectrometría de emisión por plasma de acoplamiento inductivo |
| Níquel | UNE-EN 11885:1998. Calidad del agua. Determinación de 33 elementos por espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente | Métodos 3113, 311-B, 3111-C. Espectrometría de absorción atómica |
| | | Método 3120. Espectrometría de emisión por plasma de acoplamiento inductivo |
| Antraceno | UNE-EN-ISO 17993 : 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | Métodos 6630 B, 6630 C. Cromatografía de gases Método 6410 B. Cromatografía de gases. Espectrometría de masas |
| Fluoranteno | UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | |
| Naftaleno | UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | |
| | UNE-EN ISO 15680:2004. Calidad del agua. Determinación de ciertos hidrocarburos aromáticos monocíclicos, naftaleno y algunos compuestos clorados utilizando purga y trampa y desorción atómica | |
| Benzo(a)pireno | UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | |
| Benzo(b)fluoranteno | UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | |
| Benzo(g,h,i)perileno | UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | |
| Benzo(k)fluoranteno | UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno | UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido | |
| 4-(para)-nonilfenol Para-ter-octilfenoles Alacloro | (EPA: Métodos 505, 507, 525.2, 508.I y 551.I) | |
| Atrazina | UNE-EN 10695:2000. Calidad del agua. Determinación de ciertos compuestos orgánicos nitrogenados y fosforados seleccionados. Métodos por cromatografía de gases | |
| C10-13 Cloroalcanos Clorofenvinfos Cloropirifos | (EPA: Métodos 8141.A) | |
| Diclorometano | UNE-EN ISO 10301: 1998. Calidad del agua. Determinación de hidrocarburos halogenados altamente volátiles. Métodos por cromatografía de gases | |
| | UNE-EN ISO 15680: 2004. Calidad del agua. Determinación de ciertos hidrocarburos aromáticos monocíclicos, naftaleno y algunos compuestos clorados utilizando purga y trampa y desorción atómic | |

Tabla 5.2.III. Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y el Standard Methods, o la EPA, para el análisis de la concentración de sustancias prioritarias en agua (continuación)

| Sustancias prioritarias | Método 5.C | |
|--|--|--|
| | Normas UNE | Standard Methods |
| Alfa-endosulfán | | Métodos 6630 B, 6630 C. Cromatografía de gases Método 6410 B. Cromatografía de gases. Espectrometría de masas |
| Diuron | (EPA: Método 553) | |
| Pentaclorobenceno | UNE-EN ISO. 6468: 1997. Determinación de ciertos insecticidas organoclorados, bifenilos policlorados y clorobenzenos. Método por cromatografía de gases con extracción líquido-líquido. | |
| Trifluralina | UNE-EN 10695:2000. Calidad del agua. Determinación de ciertos compuestos orgánicos nitrogenados y fosforados seleccionados. Métodos por cromatografía de gases. | Métodos 6630 B. Cromatografía de gases |
| Benceno | UNE-EN ISO 15680:2004. Calidad del agua. Determinación de ciertos hidrocarburos aromáticos monocíclicos, naftaleno y algunos compuestos clorados utilizando purga y trampa y desorción atómica | Métodos 6210 B, 6210 C. Purga y Trampa en una columna empacada con cromatografía de gases. Espectrometría de masas |
| | | Métodos 6220 B, 6220 C. Purga y Trampa con cromatografía de gases |
| | | Método 6210 D. Purga y Trampa en columna capilar con cromatografía de gases. Espectrometría de masas |
| | | Método 6410 B. Cromatografía de gases. Espectrometría de masas |
| Difeniléteres bromados Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP) Isoproturón | (EPA: Métodos 506 y 525.2) | |
| Simazina | UNE-EN 10695:2000. Calidad del agua. Determinación de ciertos compuestos orgánicos nitrogenados y fosforados seleccionados. Métodos por cromatografía de gases | |
| Tributiltín (TBT) | | |

Al igual que en el caso de las sustancias prioritarias reguladas por normas comunitarias, ante la ausencia de normas específicas, la determinación de la concentración de las sustancias prioritarias en fondos sedimentarios se llevará a cabo adoptando la técnica analítica establecida para las muestras de agua.

6. ANÁLISIS DEL ESTADO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

El análisis del Estado y del Potencial Ecológico de las masas de agua es, al igual que la valoración de la calidad química, un proceso de observación, medición y análisis continuado y sistemático de cada uno de los dos compartimentos ambientales de las masas de agua: el medio pelágico y el medio bentónico.

Con el objeto de que dicho análisis sea objetivo, homogéneo y adecuado a las necesidades de esta Recomendación, este documento recoge métodos de análisis de cada uno de los indicadores seleccionados por la ROM 5.1 para valorar el Estado y el Potencial Ecológico de las masas de agua (Tabla 7.2 del Articulado)

Igual que en el caso del análisis de la calidad química, los métodos empleados en la evaluación de los indicadores de calidad de las masas de agua deben sustentarse en normas que garanticen la calidad de los datos medidos y la comparabilidad de los resultados. En este sentido, existen normativas que han establecido técnicas ana-

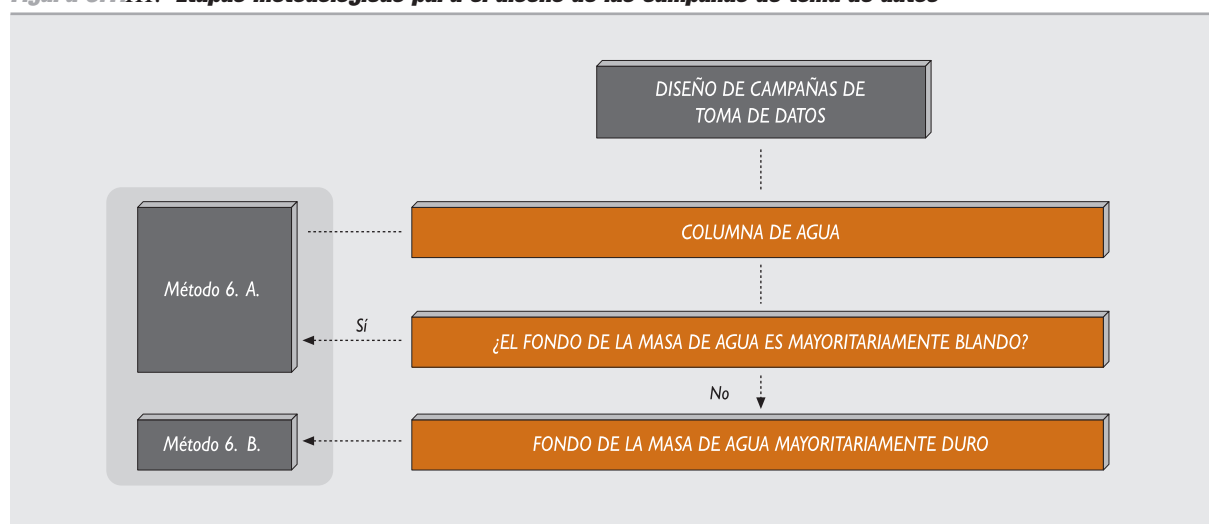
líticas para la evaluación de alguno de los indicadores incluidos en la Recomendación, como es el caso del oxígeno disuelto (Directivas 76/160, 78/659, 79/923) o de los hidrocarburos totales (Directiva 80/778). En ausencia de éstas, se adoptarán, una vez más, los métodos de análisis definidos en las normas UNE, o en otros manuales reconocidos internacionalmente (APHA, 2004, USEPA).

El análisis del Estado y del Potencial Ecológico de las masas de agua lo constituyen dos aspectos bien diferenciados, el diseño de las campañas de toma de datos (Apdo 6.1) y el análisis de los indicadores (Apdo 6.2).

6.1. Métodos para el diseño de campañas de toma de datos para el Estado y Potencial Ecológico

Con el fin de sistematizar la elección de los métodos de toma de datos se propone seguir el diagrama de la Figura 6.1.III.

Figura 6.1.III. Etapas metodológicas para el diseño de las campañas de toma de datos



MÉTODO 6.A. DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE TOMA DE DATOS: COLUMNA DE AGUA Y FONDOS BLANDOS

El diseño de las campañas de toma de datos se sustentará, de nuevo, en la filosofía definida en las tres normas UNE de calidad del agua relativas al muestreo.

- ◆ UNE-EN 25667-1 Calidad del agua. Muestreo. Parte 1. Guía para el diseño de los programas de muestreo.
- ◆ UNE-EN 25667-2 Calidad del agua. Muestreo. Parte 2. Guía para las técnicas de muestreo.
- ◆ UNE-EN ISO 5667-3 Calidad del agua. Muestreo. Parte 3. Guía para la conservación y manipulación de las muestras de agua.

Sin embargo, ante la necesidad de diseñar campañas de toma de datos objetivas, estandarizadas y aplicables, tanto al muestreo del medio pelágico (agua) como al del medio bentónico (sedimento), se recurrirá al diseño de campañas específicamente adaptadas a los requerimientos de la ROM 5.1, siguiendo las siguientes indicaciones:

DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

Sistemático, mediante una malla situada sobre la masa de agua objeto de estudio.

NÚMERO DE MUESTRAS

Se aconseja que el número de puntos de muestreo en cada masa de agua será el necesario para obtener resultados representativos.

TIPO DE MUESTRAS

◆ Medio pelágico:

Muestras puntuales recogidas directamente de la superficie para la determinación de hidrocarburos totales y detergentes.

Medidas en continuo a lo largo de un perfil vertical con una sonda multiparamétrica del oxígeno disuelto, la clorofila 'a', la turbidez la temperatura y la salinidad, estos dos últimos para el cálculo del porcentaje de saturación.

◆ Medio bentónico: Muestra puntual superficial (0-30 cm) obtenida con Corer.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

◆ Medio pelágico:

El tamaño de las muestras será de 1L para los hidrocarburos totales y de 500 ml para el análisis de los detergentes.

◆ Medio bentónico:

Para el total de determinaciones a realizar se requerirá un volumen de sedimento de 500 g (peso seco a temperatura ambiente).

En el caso de sedimentos con bajo contenido en material fino (<0.063 mm) se incrementará dicho volumen con el fin de asegurar una cantidad suficiente de dicho material para el análisis de metales pesados.

MÉTODO 6.B. DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE TOMA DE DATOS: FONDOS DUROS

A diferencia de los fondos blandos en los que el muestreo se desarrolla en estaciones puntuales, en los fondos duros el muestreo se lleva a cabo a lo largo de transectos (tramos longitudinales). Las características generales de estas campañas podrán ajustarse a las indicaciones siguientes:

DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

Estratificado, en niveles de profundidad: intermareal, 0-5, 5-15, 15-30, >30 metros.

NÚMERO DE MUESTRAS

Se realizará al menos un transecto en cada masa de agua, pudiendo considerarse un incremento de su número en función del tamaño de la masa de agua.

TIPO DE MUESTRAS

En cada nivel de profundidad se evaluarán los indicadores seleccionados en una franja de 50 m x 3 m.

FRECUENCIA

El muestreo se llevará a cabo una vez al año, preferiblemente al final de la primavera.

Tabla 6.1.III. Síntesis de las condiciones de conservación de las muestras de agua y sedimentos

| Indicadores | Tipo de recipiente (I) | Técnica de conservación | Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis |
|--|---|---|--|
| INDICADORES DE LA COLUMNA DE AGUA | | | |
| Saturación de oxígeno (*) | V | Fijar el oxígeno <i>in situ</i> y almacenar en oscuridad | 4 días como máximo |
| Turbidez (*) | P ó V | Refrigeración entre 2 y 5°C | 24 h |
| Clorofila 'a' (*) | P ó V | Refrigeración a 4°C | 24 h |
| | | Filtración y congelación de los filtros | 3 semanas |
| Detergentes | V | Refrigerado | 48 h |
| Hidrocarburos totales | Recipiente de vidrio lavado con disolvente (por ejemplo pentano) utilizado para la extracción | – | 2 h |
| | V | Acidificación a pH < 2 con ácido clorhídrico y refrigeración entre 2 a 5°C. | 28 días |
| INDICADORES DE FONDO BLANDO | | | |
| Carbono orgánico total | P ó V | Congelación a (–20°C) | 28 días |
| Nitrógeno Kjeldahl | P ó V | Congelación a (–20°C) | 28 días |
| Fósforo total | V | Congelación a (–20°C) | 28 días |
| Mercurio | P ó V | Refrigerado (4°C) o congelado hasta (–18°C). | 28 días |
| Metales pesados (excepto mercurio) | P ó V | Refrigerado (4°C) o congelado hasta (–18°C) | Hasta 6 meses refrigerado, hasta 2 años congelado |
| HAP | V | Refrigeración a 4°C | 28 días |
| PCB | V | Congelación a (–20°C) | 7 días |
| | | Extracción y refrigeración del extracto a 4°C | 40 días |

(I): P: Plástico (Poliétileno PTFE, PVC, PET); V: vidrio; VB= Vidrio Borosilicado. Fuente: Norma UNE EN 5667-3.

(*): En el caso de requerir toma de muestras puntuales para el calibrado de técnicas de medición *in situ*.

6.2. Métodos para el análisis de indicadores del Estado y del Potencial Ecológico

El método de análisis de los indicadores del Estado y del Potencial Ecológico de las masas de agua será establecido con base en la Figura 6.2.III.

MÉTODO 6.C. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DEL ESTADO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DE LA COLUMNA DE AGUA

Para el análisis de los indicadores del Estado y del Potencial Ecológico de la columna de agua podrán tomarse como referencia los métodos de análisis establecidos en las Directivas Comunitarias relativas a la calidad del medio acuático. En la Tabla 6.2.III se incluyen algunas de estas Directivas.

Como complemento a los métodos anteriores, podrá recurrirse a normas reconocidas internacionalmente en las que se establezcan métodos de análisis específicos (UNE, Standard Methods, USEPA) (Tabla 6.3.III).

Figura 6.2.III. Etapas metodológicas para el análisis de los indicadores del Estado y del potencial Ecológico**Tabla 6.2.III. Técnicas analíticas establecidas por Directivas Comunitarias**

| Indicadores del Estado y Potencial Ecológico | Directivas Comunitarias (*) | Método de Análisis |
|--|--|--|
| Saturación de oxígeno | 76/160/CEE, 79/923/CEE 78/659/CEE, 80/778/CEE | Método electroquímico-Calibrado con método de Winkler |
| Turbidez | — | — |
| Clorofila 'a' | — | — |
| Detergentes (Surfactantes) | 76/160/CEE | Espectrofotometría de absorción con azul de metileno |
| Hidrocarburos totales (disueltos o emulsionados) | 80/778/CEE | Espectrofotometría de absorción infrarroja |

(*): Directiva 76/160/CEE del Consejo, de 8 de diciembre de 1975, relativa a la calidad de las aguas de baño.

Directiva 78/659/CEE del Consejo, de 18 de julio de 1978, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.

Directiva 79/923/CEE del Consejo de 30 de octubre de 1979 relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos.

Directiva 80/778/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1980, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.

Tabla 6.3.III. Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y por el Standard Methods para el análisis en el agua de los indicadores del Estado y Potencial Ecológico

| Indicadores del Estado y del Potencial Ecológico | Método 6.C | |
|--|--|---|
| | Normas UNE | Standard Methods |
| Turbidez | UNE-EN ISO. 7027: 1995. Calidad del Agua. Determinación de la Turbiedad | Método 2130 B. Método. Nefelométrico |
| Clorofila 'a' | | Métodos 10200 H. Método Espectrométrico de absorción molecular ultravioleta-visible Método 10200 H. Método Fluriométrico |

MÉTODO 6.D. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DEL ESTADO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DE LOS FONDOS BLANDOS

En la Tabla 6.4.III se recogen las normas UNE y los métodos de la última versión del “Standard Methods” propuestos para llevar a cabo las determinaciones exigidas en la presente recomendación.

Tabla 6.4.III. Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y por el Standard Methods para el análisis del agua y en sus sedimentos de los indicadores del Estado y Potencial Ecológico. PCB: Policlorobifenilos. HPA: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

| Indicadores del Estado y del Potencial Ecológico | Método 6.D | |
|--|--|--|
| | Normas UNE | Standard Methods |
| Carbono Orgánico Total | UNE 77321:2003. Calidad del suelo. Determinación del carbono orgánico y carbono total mediante combustión seca (análisis elemental) | Método 5310 D. Método por combustión húmeda. |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | UNE 77318:2001. Calidad del suelo. Determinación del nitrógeno total. Método Kjeldahl modificado | Método 4500 Norg B. Método Kjeldahl |
| Fósforo Total | | Método 4500 P. Método automatizado de reducción con ácido ascórbico |
| Metales Pesados | UNE 77309:2001. Calidad del suelo. Determinación de cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, manganeso, níquel y cinc en extractos del suelo en agua regia. Métodos espectrométricos de absorción atómica con llama y atomización electrotrémica (Todos excepto el mercurio y el arsénico). | Metales: Métodos 3111 B, 3111 C. Método Espectrométrico de absorción atómica |
| | | Arsénico: Método 3500 As B. Método Espectrométrico de absorción atómica con atomización electrotrémica |
| | | Mercurio: Método 3112. Método Espectrométrico de absorción atómica por vapor frío |
| PCB | | Método 6431 B. Método de extracción sólido-líquido. Cromatografía gases |
| HAP | UNE 77319: 2001. Calidad del suelo. Determinación de Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Método de cromatografía líquida de alto rendimiento. | Método 6440 B. Método de extracción sólido-líquido. Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) |

MÉTODO 6.E. ANÁLISIS DEL INDICADOR DEL ESTADO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DE LOS FONDOS DUROS

Dada la inexistencia de normativa, para la evaluación de este indicador se propone un método estandarizado que se resume en la consecución de las siguientes etapas:

1. Establecer las comunidades características de los diferentes niveles de profundidad del transecto identificadas por la(s) especie(s) determinante(s). Para ello, se deberá revisar la información científica disponible en cada región biogeográfica o consultar con expertos en la materia.
2. Delimitar la extensión de los tramos representativos de cada nivel de profundidad, estableciendo un sistema de localización (GPS, balizas sumergidas...) para sucesivas evaluaciones de éstos.
3. Realizar el recorrido de cada tramo, bien a pie (intermareal) o mediante buceadores (submareal), anotando al final de éste las coberturas correspondientes a cada una de las comunidades características presentes, así como la cobertura total del tramo.