

ROM 5.1 CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES EN ÁREAS PORTUARIAS

**BÁRBARA ONDIVIELA EIZAGUIRRE, AINA GARCÍA GÓMEZ, JOSÉ ANTONIO REVILLA
CORTEZÓN, JOSÉ ANTONIO JUANES DE LA PEÑA**

Grupo de Emisarios Submarinos e Hidráulica Ambiental.
Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente.
Universidad de Cantabria.

RESUMEN

La necesidad de establecer protocolos de actuación estandarizados en el ámbito de la ingeniería marítima se ha traducido en el desarrollo del programa ROM, Recomendaciones de Obras Marítimas. En este marco de trabajo, la ROM 5.1, “Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias”, nace que con el objeto de abordar la problemática de la calidad de las aguas portuarias, recogiendo el espíritu y los principios establecidos por la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE): “Establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas”, todo ello, teniendo en cuenta los aspectos y las actividades portuarias tanto en el planteamiento general como en la forma de afrontar la problemática y gestión de los sistemas acuáticos. Por este motivo, la ROM 5.1. es una herramienta metodológica y técnica para la gestión integral de los sistemas acuáticos portuarios en la cual se conjuga la ordenación del territorio acuático portuario con el seguimiento y valoración de su calidad ecológica y química y la evaluación y gestión de los riesgos susceptibles de alterar la misma. Por lo tanto, esta Recomendación permite contribuir a la sostenibilidad del transporte, ya que, armoniza sus políticas ambientales y desarrolla métodos que permiten una identificación y reducción de los impactos ambientales portuarios, una mejor prevención, control y gestión de los riesgos ambientales y, en definitiva, una más fácil adaptación de los puertos a las exigencias y requerimientos de la abundante regulación ambiental que se está produciendo. En el presente artículo se sintetizan los aspectos más relevantes de dicha Recomendación.

INTRODUCCIÓN

El espacio litoral es un bien que aunque limitado y escaso, alberga la residencia de dos terceras partes de la población mundial. Por ello, y a pesar de esa escasez de territorio, la costa se ha convertido en los últimos años en una zona con una elevada demanda social, sujeta a un ritmo de crecimiento muy superior al experimentado por cualquier otro espacio.

Con el objeto de establecer una estrategia común de desarrollo sostenible que a nivel europeo permita controlar y gestionar ese proceso de ocupación y alteración del litoral, en los últimos años distintas Administraciones y Organismos tanto del ámbito nacional como internacional han optado por promover políticas de protección [1]. Durante la última década, la Unión Europea ha basado sus propuestas de control y protección del medio marino en un mayor conocimiento de su estado, de las amenazas reales que se derivan de la actividad humana y de la eficacia de las medidas vigentes. Estas políticas están dando lugar a la existencia de un conjunto legislativo y normativo emergente, ingente y de enorme complejidad, cuyo máximo exponente es la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, (Directiva Marco del Agua, DMA) [2], marco actual de referencia en la gestión de las aguas comunitarias. Este acto

jurídico aporta grandes mejoras en materia de gestión integrada y sostenible de nuestros recursos hídricos, al encontrarse regulados todos los tipos y usos del agua. Además, la mencionada directiva tiene un efecto directo sobre la gestión actual y futura de las aguas portuarias sin perjuicio de su calificación jurídica, de los distintos ámbitos competenciales y de la legislación específica que les sea de aplicación [3].

Las políticas comunitarias adoptadas en los últimos años en materia medio ambiental han ido más allá de la creación de un marco legislativo único en materia de gestión integral del medio acuático como es la Directiva Marco del Agua. Junto con la DMA se han introducido instrumentos de gestión con capacidad para lograr la integración ambiental como el sistema de evaluación ambiental de los proyectos públicos y privados sobre el medio (Evaluación de Impacto Ambiental), el sistema de evaluación ambiental de los planes y programas (Evaluación Ambiental Estratégica) y el sistema comunitario de gestión y auditoría ambiental (EMAS) dirigido a las empresas que, voluntariamente, acogen sus procesos de producción a determinadas exigencias más rigurosas desde el punto de vista ecológico.

Hoy en día, los puertos se encuentran integrados desde un punto de vista económico, social y ambiental dentro de núcleos de población de cuya influencia no pueden sustraerse. Por ello, en los últimos años se observa una tendencia a la reordenación de los espacios ocupados por los mismos, de modo que, al tiempo que tienden a potenciar sus actividades, planifican la optimización de las mismas para minimizar los conflictos de usos o interferencias con el entorno en que se encuentran, tratando de adaptarse a los requerimientos de la sociedad en lo referente a la conservación del medio y al planteamiento de un desarrollo sostenible.

En este sentido, los puertos españoles, conjuntamente con el resto de los puertos de la Unión Europea, han venido trabajando desde principios de la década de los noventa en el campo ambiental portuario. El objetivo de esta implicación ha sido contribuir a la sostenibilidad del transporte, armonizando sus políticas ambientales y desarrollando herramientas que permitan una identificación y reducción de los impactos ambientales portuarios, una mejor prevención, control y gestión de los riesgos ambientales y, en definitiva, una más fácil adaptación de los puertos a las exigencias y requerimientos de la abundante regulación ambiental que se está produciendo [4].

Actualmente en España los puertos mueven aproximadamente 500 millones de toneladas de mercancías anuales. Estas cifras varían enormemente si se comparan puertos como los de Algeciras o Barcelona, con 65 y 40 millones de toneladas de mercancía respectivamente [5], con puertos como el de Melilla con un volumen de 10 millones de toneladas al año (datos año 2004). Sin embargo, todos los puertos, independiente de su tamaño o del volumen de mercancías que muevan tienen, ineludiblemente, un efecto sobre el medio físico y natural sobre el que se asientan [6].

La respuesta de Puertos del Estado a la creciente necesidad de abordar frontalmente la responsabilidad ambiental de los puertos ha sido la Recomendación de Obras Marítimas “ROM 5.1. Calidad de aguas litorales en áreas portuarias” [7]. Esta norma, enmarcada en el Programa de Recomendaciones de Obras Marítimas (Programa ROM) se ha concebido para ser una herramienta metodológica robusta científica y tecnológicamente con incidencia directa tanto para el diseño, evaluación y seguimiento ambiental de las obras como de las actividades y operaciones. Con este objeto, se ha planteado un procedimiento fácil de implementar en los esquemas de gestión portuaria cuyas prioridades son compatibilizar el mantenimiento de la calidad del medio acuático, con las actividades portuarias.

El resultado ha sido una norma estructurada en torno a cuatro programas de actuación (Figura 1) que combina la ordenación del medio acuático portuario, con la evaluación de los riesgos susceptibles de alterarlo y con sistemas de valoración de la calidad de las masas de agua que constituyen dicho medio. El desarrollo pormenorizado de cada uno de estos programas es el objetivo principal del presente artículo.

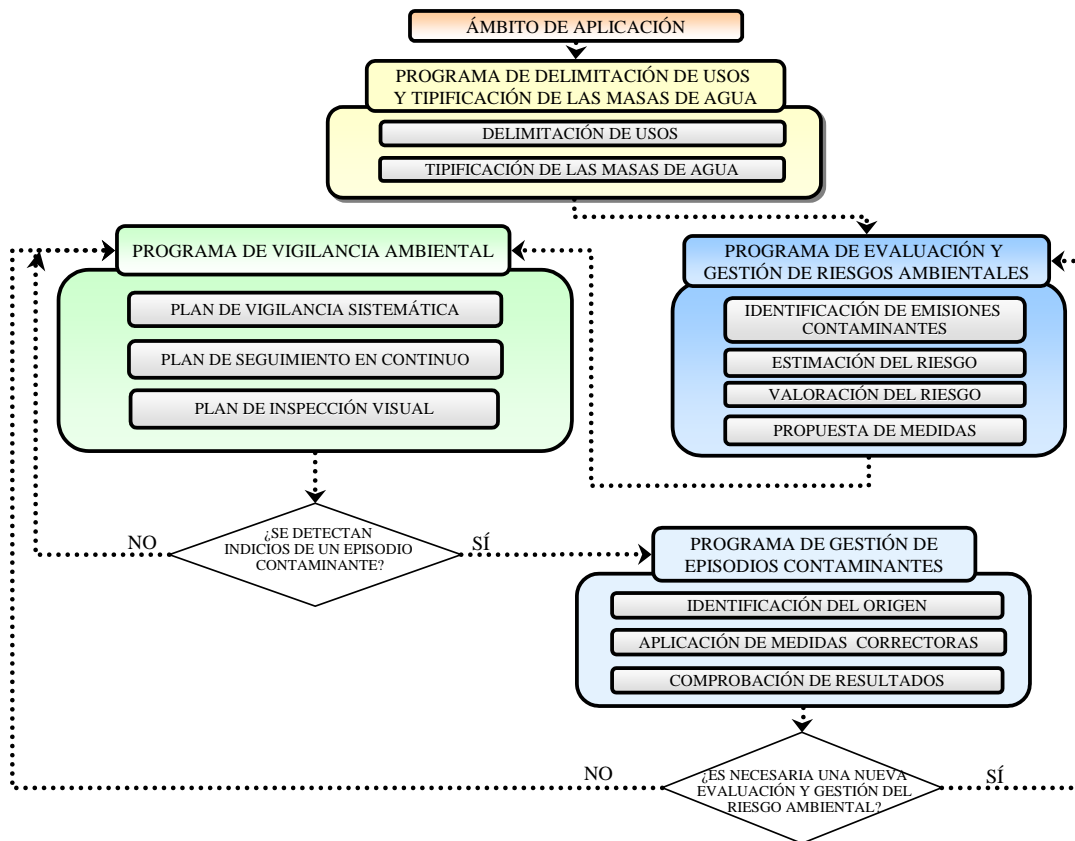


Figura 1. Diagrama de aplicación de la ROM 5.1

ÁMBITO DE APLICACIÓN

De acuerdo a lo establecido por la Directiva Marco del Agua, los puertos se enmarcan dentro de la figura de “Demarcación Hidrográfica”, ámbito espacial establecido como unidad básica de gestión de los sistemas acuáticos. Esto, junto con el reconocimiento de su importancia económica y social, ha propiciado la incorporación de las Autoridades Portuarias en el denominado Consejo del Agua o Comité de Autoridades de la Demarcación Hidrográfica. A este órgano de cooperación entre las administraciones con competencias concurrentes en materias o espacios relativos a la gestión de las aguas de la Demarcación se le ha dotado de competencias informativas y consultivas en el proceso planificador y en todos aquellos aspectos relativos a la protección de las aguas.

En el contexto de la Demarcación Hidrográfica, el ámbito de aplicación de la ROM 5.1. se circunscribe a la Zona de Servicio Portuario (en adelante ZSP), espacio legalmente tutelado por las Autoridades Portuarias. De acuerdo con la Ley 48/2003 la ZSP son “los espacios de tierra y de agua necesarios para el desarrollo de los usos portuarios y los espacios de reserva que garanticen la posibilidad de desarrollo de la actividad portuaria” [8] (Figura 2). Por ello, y por las implicaciones legales que puede llegar a tener la ampliación del ámbito de aplicación fuera de estos límites, la Zona de Servicio Portuario, definida por el plan de utilización de los espacios portuarios de cada puerto, es el ámbito de aplicación de la ROM 5.1.

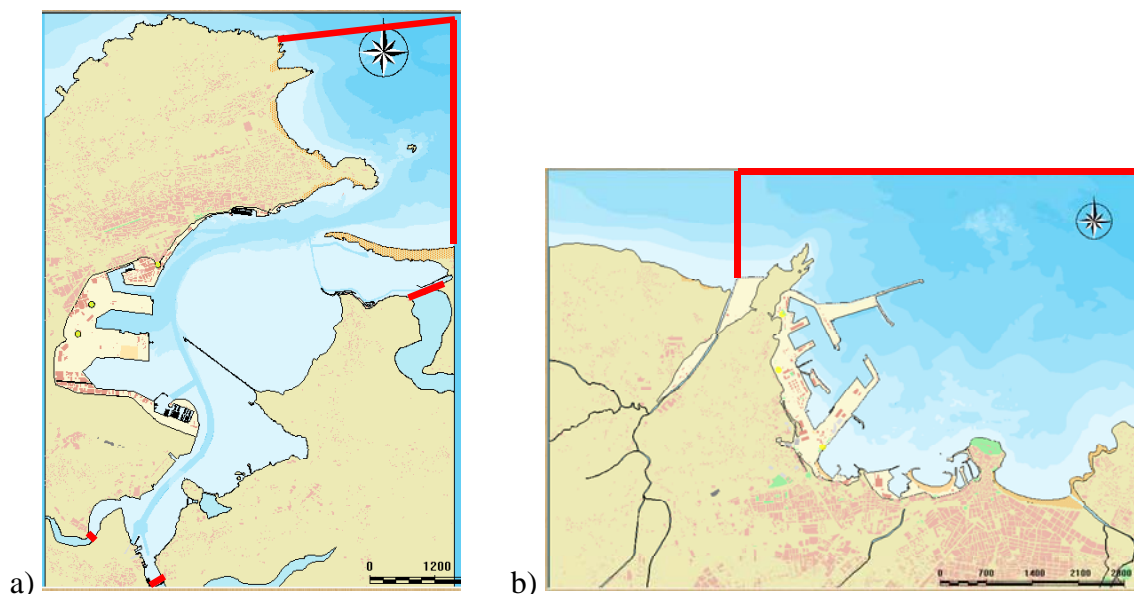


Figura 2. Ámbito de aplicación de la ROM 5.1. a) Zona de Servicio Portuario de Santander, b) Zona de Servicio Portuario de Gijón (Fuente: Atlas de puertos españoles de interés general)

PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y TIPIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA

La Delimitación de usos y Tipificación de las masas de agua es el instrumento de ordenación del medio acuático portuario, y como tal, está encaminado a reducir la heterogeneidad de los sistemas acuáticos portuarios mediante el reconocimiento de las unidades de gestión del ámbito de aplicación.

Los actuales modelos de gestión de los sistemas acuáticos establecen como unidades mínimas de gestión a las masas de agua, cuerpos significativos, bien diferenciados y perfectamente delimitados, en los que se incluye tanto la columna de agua como sus fondos.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el concepto de masa de agua coincide, a efectos de esta Recomendación, con las áreas definidas por la *delimitación de usos* y actividades del medio acuático de la Zona de Servicio Portuario (ZSP), unidades sometidas a un mismo tipo de presión y, en principio, con características uniformes. En consecuencia, los límites de estas masas de agua son establecidos a partir de los usos del medio acuático (portuarios, zonas protegidas, etc) y de las peculiaridades físicas o fisiográficas más relevantes. De este modo, la identificación y delimitación de usos y actividades se efectúa a partir del plan de utilización de espacios portuarios de cada Autoridad Portuaria, instrumento de planificación que define los espacios de tierra y de agua destinados al desarrollo de los usos portuarios y no portuarios.

Con el objeto de reducir la heterogeneidad natural del medio a un número reducido de masas de agua, tras la delimitación de los usos las masas de agua se someten a los dos procedimientos que constituyen el denominado proceso de tipificación: el establecimiento de categorías y la asignación de tipos de masas de agua.

Mediante el *establecimiento de categorías* a las aguas superficiales se determina el carácter *modificado* o *no modificado* de las masas de agua. La necesidad de adecuar los objetivos ambientales de las masas de agua a los condicionantes externos a los que se encuentran sometidas se pone de manifiesto con la utilización del concepto de masa de agua modificada masa de agua superficial que, “como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la

actividad humana, han experimentado un cambio sustancial en su naturaleza”, y que, por lo tanto, no pueden alcanzar el *Buen Estado Ecológico* exigido al resto de masas de agua. Con ello, se ha otorgado a las masas de agua sometidas a usos de especial relevancia económica y social la posibilidad de reducir sus objetivos ambientales a unos más coherentes con sus características hidromorfológicas, con los usos desarrollados y con los impactos producidos por dichos usos. Este proceso adquiere una especial relevancia en el caso de las masas de agua portuarias, ya que, con esta figura ven reconocida su excepcionalidad dentro de los sistemas acuáticos. Según establece la propia DMA una masa podrá ser modificada cuando “los cambios que sea necesario introducir para alcanzar el buen estado ecológico impliquen considerables repercusiones negativas sobre la actividad portuaria”[2]. A efectos de la ROM 5.1, las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario confinadas, por ejemplo en dársenas, y las sometidas a dragado, se consideran como masas de agua modificadas. En caso contrario, el carácter modificado de una masa de agua portuaria debe determinarse mediante la aplicación de un proceso de reconocimiento específico.

Asimismo, son masas de agua no modificadas todas aquellas masas de agua superficiales que no han experimentado un cambio sustancial en su naturaleza como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana. Al igual que la DMA, en función de la influencia fluvial se diferencian dos categorías de masas de agua no modificadas: las costeras y las de transición. Por masas de agua costeras se entienden las aguas superficiales situadas desde la línea de costa o, en su caso, desde el límite exterior de las aguas de transición, hasta una milla mar adentro del límite interior de las aguas territoriales [2]. Por su parte, las masas de agua de transición son aquellas aguas superficiales próximas a la desembocadura de los ríos salobres como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciben una notable influencia de flujos de agua dulce [2].

El segundo paso del proceso de tipificación, la *asignación de tipos de masas de agua*, supone la fragmentación de cada una de estas categorías en los denominados tipos de masas de agua, permitiendo gestionar ambientalmente unidades homogéneas desde un punto de vista estructural y funcional. El proceso de asignación se lleva a cabo mediante la aplicación de descriptores físicos e hidromorfológicos representativos de las características de las distintas categorías de masas de agua portuarias. En el caso de las masas de agua modificadas los tipos son definidos a partir de la combinación de un descriptor físico, como es la clase de sustrato (duro o blando), y un descriptor hidromorfológico, como es la tasa de renovación (renovación baja o aceptable) [9]. Del mismo modo, la asignación de tipos a las masas de agua no modificadas se lleva a cabo mediante la combinación de sendos descriptores, la clase de sustrato (duro o blando) y el carácter costero o de transición de las aguas superficiales.

EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Considerando que los usos a los que están sometidos los sistemas acuáticos son factores de presión con efectos sobre los hábitats marinos, puede afirmarse que la calidad de las masas de agua litorales es consecuencia directa de las actividades y de los usos que se desarrollan en su entorno. Dicha circunstancia pone de manifiesto la incidencia real que la actividad humana tiene sobre la calidad de los sistemas acuáticos y la importancia de incorporar en los modelos de gestión integral de los sistemas acuáticos la evaluación del riesgo ambiental de estos usos y actividades.

Sin embargo, el verdadero peligro para el medio no son tanto los factores de presión (usos y actividades), como las emisiones contaminantes que éstos producen y que, en última instancia, son las responsables de introducir al medio la carga contaminante. En este contexto, se entiende

por emisión contaminante, la descarga al medio acuático portuario de sustancias o energías que puedan alterar la calidad de las masas de agua receptoras. De acuerdo a consideraciones que van más allá de las características del medio portuario, la ROM 5.1 distingue dos tipos de emisiones contaminantes: las puntuales y las difusas. En este contexto, se consideran puntuales las emisiones canalizadas de sustancias contaminantes por puntos fijos y predefinidos (p.e. escorrentías canalizadas, alivios de tormenta, etc) y difusas las emisiones de sustancias contaminantes no canalizadas (p.e. filtraciones, dragados, etc).

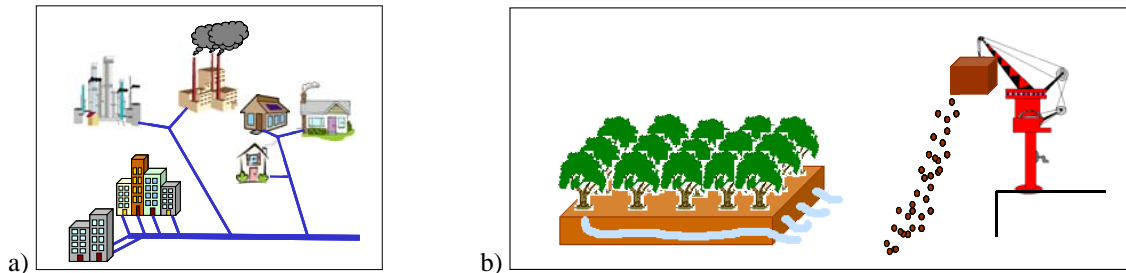


Figura 3. Emisiones contaminantes a) emisiones puntuales, b) emisiones difusas

De acuerdo con estos principios, la evaluación y gestión del riesgo se plantea como el proceso a través del cual identificar las fuentes de contaminación (emisiones contaminantes), evaluar su incidencia sobre el medio acuático portuario y minimizar sus repercusiones ambientales. Para ello, la ROM 5.1 establece cuatro etapas bien diferenciadas: identificación de los peligros, estimación del riesgo, valoración del riesgo y propuesta de medidas preventivas o correctoras.

La **identificación de las emisiones contaminantes** tiene por objeto obtener toda la información necesaria (localización y caracterización) para estimar el riesgo asociado a una emisión contaminante [10,11]. La localización de las emisiones puntuales son las coordenadas geográficas del punto de vertido y la de las emisiones difusas el área donde tiene lugar la emisión. Por su parte, la caracterización de una emisión contaminante consiste en el conocimiento exhaustivo de las características de la emisión, es decir, la naturaleza de las sustancias contaminantes presentes, la concentración de dichas sustancias y su caudal vertido. La identificación de las emisiones contaminantes es una etapa crucial para el desarrollo de este programa en tanto que, cuanto más completo sea el proceso, más verídica será la estimación del riesgo y más efectivas las medidas adoptadas con el fin de reducir o eliminar los posibles impactos sobre la calidad de las masas de agua [11].

El procedimiento para la **estimación del riesgo** se implementó con base en la Norma UNE 150008:2000 de análisis y evaluación del riesgo medioambiental [12], y en las metodologías para el estudio de la contaminación litoral originada por vertidos y alivios [13]. Con el objeto de que la estimación permitiera discriminar, con la mayor certeza posible, los orígenes y efectos de los posibles impactos generados al medio, el procedimiento propuesto por la ROM 5.1. se desarrolla en torno a la probabilidad de que se produzca una emisión contaminante (puntual o difusa), a la vulnerabilidad de las masas de agua frente a dicha emisión y a las consecuencias de la emisión sobre la calidad de las masas de agua afectadas.

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Consecuencias}$$

La estimación de la probabilidad se lleva a cabo a partir de una recopilación exhaustiva de la información existente sobre las actividades potencialmente involucradas en la generación de emisiones contaminantes inaceptables, tanto puntuales como difusas. La vulnerabilidad es estimada en función de la susceptibilidad de la masa de agua afectada, de la existencia de

sistemas de control, defensa y alarma y de la eficiencia de los procedimientos operativos establecidos. Por último, el factor de magnitud de las consecuencias producidas por una emisión contaminante es determinado con base en cuatro términos: la peligrosidad de las sustancias contaminantes contenidas en la emisión, la extensión de las masas de agua afectadas, la recuperabilidad de éstas y la repercusión social de los efectos producidos por la emisión contaminante [11, 14].

Una vez estimado el riesgo, la **valoración del riesgo** permite establecer la tolerabilidad del riesgo y la urgencia de actuar sobre él. En este sentido, la gestión del riesgo se plantea como el procedimiento a partir del cual efectuar la **propuesta de medidas preventivas y correctoras** dirigidas a reducir el riesgo.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La vigilancia, entendida como la observación sistemática de los componentes de los ecosistemas marinos es, en última instancia, la base sobre la que se asienta la gestión de la calidad de los sistemas acuáticos.

En la ROM 5.1 la Vigilancia Ambiental se convierte en un proceso continuo e ininterrumpido para la valoración de la calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario. Con este propósito, la vigilancia ambiental se estructura en torno a tres planes de actuación: la vigilancia sistemática, el seguimiento en continuo y la inspección visual. En este artículo únicamente se presentará el plan de vigilancia sistemática, ya que, es el único de obligado cumplimiento.

La vigilancia sistemática aborda la valoración de la calidad química y del estado ecológico de las masas de agua. La valoración de la **calidad química** del medio pelágico y del medio bentónico se lleva a cabo mediante el análisis del cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para las sustancias prioritarias y sustancias prioritarias peligrosas (Anexo X de la DMA) [2] cuya presencia se haya detectado en alguna de las emisiones contaminantes que vierten en la ZSP. Hoy por hoy, esta lista de 33 sustancias prioritarias, sintéticas y naturales, constituye la única referencia normativa en materia de calidad química de aguas marinas. La DMA establece que el buen estado químico es aquel en el que las concentraciones de contaminantes (sustancias prioritarias) no superan las normas de calidad ambiental. Con este objeto, los métodos de análisis empleados en la vigilancia de la calidad química de las masas de agua, en la ROM 5.1., se han adecuado a normas nacionales o internacionales de tal forma la comparabilidad científica de los resultados esté garantizada.

El análisis del **Estado Ecológico** de las masas de agua, es el proceso de medición y análisis de cada uno de los dos compartimentos ambientales de las masas de agua: el medio pelágico (columna de agua) y el medio bentónico (fondos). La elección de sistemas de valoración para la calidad ecológica de las masas de agua se basa en la aplicación de índices específicos mediante los cuales expresar la variabilidad del medio con un número reducido de variables (indicadores). Aunque es bien conocida la complejidad asociada a la implementación de este tipo de sistemas de valoración, la necesidad de disponer de instrumentos de valoración que incorporaran las peculiaridades portuarias ha llevado a que en el seno de esta Recomendación se elaborara un sistema de valoración propio de la calidad de las masas de agua portuarias.

El sistema de valoración desarrollado por la ROM 5.1 está constituido por tres índices multimétricos de valoración de la calidad del medio pelágico, de los fondos blandos y/o de los fondos duros (Figura 4).

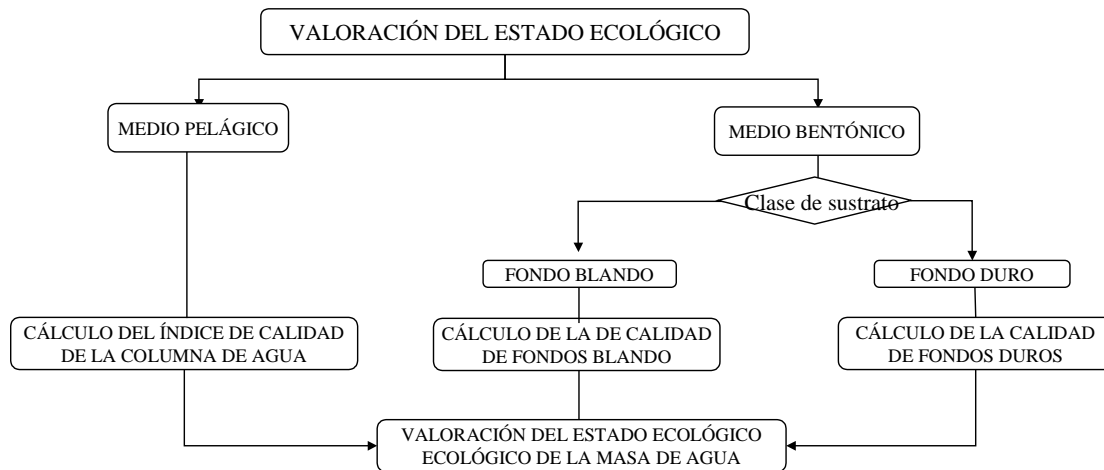


Figura 4. Procedimiento para la valoración del estado ecológico en una masa de agua

Admitiendo que la propia actividad portuaria conduce a un escaso desarrollo de las comunidades del medio pelágico, el sistema de valoración de su calidad se ha basado en la aplicación de un índice sintético formado por cinco indicadores representativos de las características físicas y químicas del medio acuático portuario, la saturación de oxígeno, la turbidez, la clorofila ‘a’, los hidrocarburos totales y los detergentes.

De acuerdo con lo indican algunos autores [14], en la Recomendación se ha llevado a la práctica la teoría de que en medios portuarios la información aportada por la combinación de índices de contaminación orgánica y contaminación química del sedimento es tan representativa como la obtenida de la aplicación de índices biológicos. La contaminación química se estima a partir de tres indicadores: los metales pesados, los bifenilos policlorados y los hidrocarburos aromáticos policíclicos. Por su parte, la contaminación orgánica se estima a partir del carbono orgánico total, el nitrógeno Kjeldahl y el fósforo total

En principio, la presencia en medios portuarios de masas de agua con fondos duros será, cuando menos, excepcional. En cualquier caso, la ROM 5.1. ha desarrollado un método cualitativo de valoración de la calidad estimado a partir de un único indicador, la cobertura de las comunidades características.

PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES

Por último, el modelo de gestión de los sistemas acuáticos portuarios desarrollado por la ROM 5.1 introduce la gestión de los denominados episodios contaminantes: “cualquier suceso que produzca una reducción significativa de la calidad de la masa de agua, tanto si la reducción es el resultado de un episodio contaminante de carácter continuo como accidental”.

El Programa de Gestión de Episodios Contaminantes representa el procedimiento mediante el cual se abordan los posibles problemas de calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario, detectados en el Programa de Vigilancia Ambiental o por cualquier otra vía. Con este objeto, la ROM 5.1 establece un dispositivo de respuesta para identificar el origen del episodio y adoptar las medidas que pongan fin al mismo, o en su defecto, reduzcan sus consecuencias sobre el medio.

CONCLUSIONES

Por todo lo dicho anteriormente puede concluirse que la ROM 5.1.:

- Representa el primer Sistema de Gestión Integral de la calidad de los sistemas acuáticos portuarios que integra los fundamentos y directrices de la Directiva Marco del Agua.
- Desarrolla un sistema interno de evaluación de la calidad adecuado a las peculiaridades de los sistemas portuarios.
- Es una herramienta metodológica sencilla en su diseño, con rigor científico y técnico y sencilla de implementar en los esquemas de la gestión portuaria.
- Establece sistemas de evaluación del medio que hacen compatible el mantenimiento de su calidad con las actividades portuarias.
- Permite disponer del suficiente conocimiento del medio acuático portuario y de las presiones a las que se encuentra sometido para poder identificar como propias o ajenas las causas de los problemas ambientales que puedan surgir.
- Contribuye a la sostenibilidad del transporte, tratando de armonizar las políticas ambientales y de desarrollar herramientas de gestión específicas para el ámbito portuario.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) García, A. (2005) Selección de variables para el modelado numérico de los procesos de calidad del agua en estuarios y zonas someras. Trabajo de investigación. Universidad de Cantabria.
- (2) Directiva Marco del Agua. (2000) Directiva 2000/60 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- (3) Revilla, J.A., Juanes, J.A., Puente, A. y Medina, R. (2001) La protección en el contexto de la Directiva Marco del Agua. Libro de Resúmenes de las Jornadas sobre la Directiva Marco del Agua y sus implicaciones para la gestión del agua en España.
- (4) Ondiviela, B., García, A., Revilla, J.A., Juanes, J.A., Álvarez, C., Puente, A., García, A., Guinda, X. y Carranza, I. (2006) Ejemplo Teórico de Aplicación de la ROM 5.1. En EROM 01. Procedimiento metodológico participativo para la canalización, recogida y difusión sobre los documentos del Programa ROM (Puertos del Estado, ed.). 6.1-6.45pp.
- (5) Ministerio de Hacienda y Ministerio de Fomento. (2005) Memoria anual sobre gestión económica, gestión, transporte y comunicaciones.
- (6) Wooldridge, C.F., McMullen, C. y Howe, V. (1999) Environmental management of ports and harbours-implementation of policy through scientific monitoring. *Marine Policy* 23 (4-5), 413-425.
- (7) Puertos del Estado. (2005) ROM 5.1. Calidad de aguas litorales en áreas portuarias, Puertos del Estado. Ministerio de Fomento. 136pp.
- (8) Ley de Puertos. (2003) Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.
- (9) García, A., García, A., Revilla, J.A., Ondiviela, B., Carranza, I., Guinda, X., Álvarez, C. y Juanes, J.A. (2006) Aproximación metodológica para el cálculo del tiempo de renovación en áreas portuarias. In EROM 01. Procedimiento metodológico participativo para la canalización, recogida y difusión de estudios y análisis técnico-científicos sobre los documentos del Programa ROM (Medina, J.R., ed.). 2.1-2.25pp.
- (10) Trbojevic, V.M. y Carr, B.J. (2000) Risk based methodology for safety improvements in ports. *Journal of Hazardous Materials* 71, 467-480.
- (11) Revilla, J.A., García, A., García, A., Ondiviela, B. y Juanes, J.A. (2006) A risk assessment approach to contaminant emission in seaport areas using mathematical models. Libro de Resúmenes de la International Conference on Mathematical and Statistical Modeling.
- (12) Norma UNE 150008:2000-EX. (2000) Análisis y evaluación del riesgo medioambiental.
- (13) U.S. National Research Council. (1990) Managing troubled waters. The role of marine environmental monitoring.
- (14) Grall, J., Quiniou, F. y Glémarec, M. (2003) Bioévaluation de la qualité environnementale des milieux portuaires. En Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'inmersion (IFREMER, ed.), pp. 87-117.