

# Gestión Ambiental de Sistemas Acuáticos Portuarios: aplicación de la ROM 5.1-05 en el Puerto de Huelva

SÁMANO, M. L. (\*), GÓMEZ, A. G. (\*), ONDIVIELA, B. (\*), JUANES, J. A. (\*), REVILLA, J. A. (\*) y LÓPEZ, R. (\*\*)

**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”, surge 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, aunque teniendo en cuenta que los aspectos y las actividades portuarias deben estar presentes tanto en el planteamiento general, como en la forma de abordar la problemática y gestión de los sistemas acuáticos. Esta herramienta para la gestión integral de dichos sistemas se fundamenta en un esquema conceptual estructurado en torno a cuatro programas concretos de actuación. Con base en ellos, es posible conjugar la ordenación del territorio acuático portuario con el seguimiento y valoración de su calidad ecológica y química, así como con la evaluación y gestión de los riesgos susceptibles de causar algún tipo de alteración en dichos sistemas. En el presente artículo se sintetizan los aspectos más relevantes de esta Recomendación y los resultados obtenidos de su aplicación en el Puerto de Huelva. Esta labor ha evidenciado que la ROM 5.1 es, en efecto, una herramienta estandarizada y eficaz para llevar a cabo la gestión integral de los sistemas acuáticos portuarios en concordancia con los principios establecidos por la citada Directiva. La aplicación de la ROM 5.1 ha permitido definir las líneas de trabajo a seguir por el Puerto de Huelva, para el control de la calidad de sus aguas, la gestión de datos y la prevención de sucesos contaminantes.

## PORT AQUATIC SYSTEMS ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: ROM 5.1-05 APPLICATION TO THE PORT OF HUELVA

**ABSTRACT** *The programme ROM (Recommendations for Maritime Works) was born as an answer derived from the requirement to establish standardized protocols within the maritime engineering scope. Within this framework, the ROM 5.1 “Quality of coastal waters in port areas” arises with the aim to tackle the port water quality typical problematic according not only to the principles established by the Water Framework Directive, but also considering the aspects and port activities that must be present in the general approach as well as the way to tackle this problematic and the aquatic systems management. This tool for the integrated management of this kind of systems is based on a conceptual scheme structured into four concrete programmes. These programmes allow the conjunction of the port aquatic territory regulation with its monitoring and the assessment of its ecological and chemical quality as well as the evaluation and management of the risks susceptible to produce any kind of alteration in those systems. This article summarizes the most important aspects of this Recommendation and the obtained results of its application in the Port of Huelva. This work has demonstrated that ROM 5.1 is, in fact, a standardized and effective tool to carry out an integrated management of the port aquatic systems according to the requirements established by the WFD. The application of the ROM 5.1 has allowed the establishment of the procedures that the Port of Huelva should follow in order to control the quality of its water and to prevent contaminant events.*

**Palabras clave:** Puertos, ROM 5.1, DMA, Gestión Ambiental Portuaria, Puerto de Huelva.

**Keywords:** Ports, ROM 5.1, WFD, Port Environmental Management, Port of Huelva.

### 1. INFORMACIÓN SOBRE SOPORTE FINANCIERO

Este estudio, desarrollado en el marco del proyecto “Validación y Calibración de la ROM 5.1 Calidad de aguas litorales en áreas portuarias mediante su aplicación piloto en los puertos de Gijón, Huelva y Tarragona”, ha sido financiado por Puertos

del Estado y la Autoridad Portuaria de Huelva. Parte de los desarrollos científico-técnicos utilizados en este proyecto han sido financiados por el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (2008-2011) del Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyectos CTM 2008-03800/TECNO y CTM 2009-11206).

(\*) Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Avda. de los Castros s/n 39005, Santander.

(\*\*) Autoridad Portuaria de Huelva, Avda. Real Sociedad Colombina Onubense s/n, 21001.

## 2. INTRODUCCIÓN

Tomando en consideración que alrededor de 1200 millones de personas (23% de la población mundial) vive dentro de los 100 km próximos a las costas y que el 50% se encuentra en vías de hacerlo hacia el año 2030, no resulta extraño que cada vez se requieran, con mayor énfasis, respuestas de adaptación en las zonas costeras para lidiar con muchos de los peligros que las acechan como resultado de los cambios ambientales (Adger *et al.*, 2005). La falta de previsión y la creciente demanda sobre los recursos costeros ha conducido a los espacios litorales a una transformación sin precedentes que se ha traducido en el deterioro de la calidad del agua, la disminución de los recursos hídricos, la erosión y la sobreexplotación de recursos pesqueros, entre otros (Ondiviela, 2006). Los puertos, que forman parte de esta realidad, constituyen enclaves marítimo-terrestres estratégicos para el comercio con el exterior. La intensa actividad logística, comercial e industrial desarrollada en ellos, así como la necesidad de mejora de los servicios prestados y de ordenación de su entorno, demandan constantemente la creación y modernización de sus instalaciones e infraestructuras, a fin de sostener el importante sector económico que representan. De este modo, son un pilar fundamental dentro de las actividades socio-económicas que se desarrollan en las zonas costeras, sin embargo, ejercen una cierta presión sobre el medio litoral cuya magnitud debe ser cuantificada y analizada a fin de determinar el tipo de actuaciones requeridas para corregir los eventuales efectos derivados de ésta.

En este sentido, su actual integración dentro de núcleos de población, desde un punto de vista económico, social y ambien-

tal, exige una gestión eficiente que permita mantener los usos actuales sin que ello se convierta en sinónimo del deterioro de las masas de agua que ocupan (Ondiviela *et al.*, 2006; Sámano *et al.*, 2007). Con este objeto, la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE) (en adelante DMA), introduce la figura de masas de agua muy modificadas, entendidas como todos aquellos espacios de agua que, de acuerdo con sus peculiares condiciones hidromorfológicas, no están en condiciones de alcanzar los niveles de calidad exigidos al resto de masas de agua. En consecuencia, para las masas de agua muy modificadas, los objetivos ambientales son menos exigentes que los requeridos para las masas de agua naturales. Tal distinción queda plasmada en los conceptos de *estado ecológico* y *potencial ecológico* definidos como una expresión de la calidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a masas de agua naturales y muy modificadas, respectivamente.

La DMA reconoce, explícitamente, las masas de agua sobre las que se desarrolla la actividad portuaria como masas de agua muy modificadas, en cuyo caso, se justifica la reducción de los objetivos ambientales para cumplir con el denominado buen potencial ecológico (Ondiviela *et al.*, 2007). No obstante, los problemas ambientales, no siempre se solucionan reduciendo los objetivos de calidad que habrán de cumplirse. Por tal motivo, las políticas dirigidas al desarrollo de instrumentos de gestión integral que conjuguen las demandas social, económica, legal, técnica y ambiental respecto a los requerimientos de la DMA resultan esenciales.

En este contexto, surge la ROM 5.1 "Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias" (Revilla *et al.*, 2005), que trata de responder, simultáneamente, a los requerimientos de la DMA y

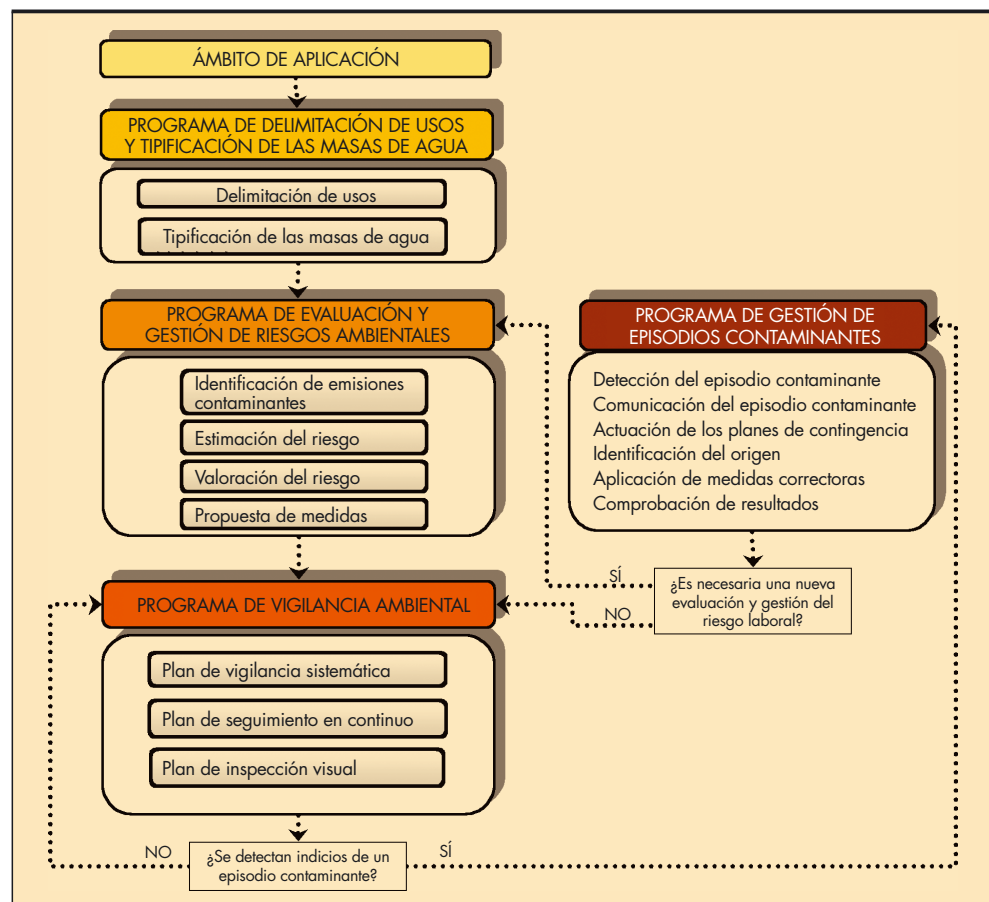


FIGURA 1. Modelo conceptual de la ROM 5.1.

a las necesidades de gestión integral de los sistemas acuáticos portuarios. Con el fin de alcanzar dicho objetivo, el instrumento desarrollado se estructura en torno a los cuatro programas de actuación que se sintetizan en la Figura 1. No obstante, todo desarrollo metodológico de estas características debe someterse a un proceso de validación y calibración que resuelva las incertidumbres generadas y calibre los elementos de análisis. Dicho proceso fue llevado a cabo en los puertos de Gijón, Huelva y Tarragona permitiendo obtener, para cada uno de ellos, resultados concluyentes y definitivos (Gómez *et al.*, 2009). En este trabajo se exponen los resultados obtenidos tras la aplicación de los diferentes programas al Puerto de Huelva.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de la ROM 5.1 se corresponde con la superficie sobre la cual el puerto tiene competencias, es decir, sobre la Zona de Servicio legalmente establecida para cada Autoridad Portuaria. Ésta incluye las superficies de tierra y

agua necesarias para la ejecución de sus actividades, las destinadas a tareas complementarias de aquéllas y los espacios de reserva que garanticen la posibilidad de desarrollo de la actividad portuaria (Ley 27/1992; Ley 48/2003; Ley 33/2010).

Al respecto, para el caso concreto del Puerto de Huelva, la Zona de Servicio Portuario afecta a los términos municipales de Huelva y Palos de la Frontera, ocupando una superficie terrestre de 1.538 ha y algo superior a 15.000 ha de lámina de agua o Aguas de Servicio del Puerto.

La Zona de Servicio terrestre se configura en dos ámbitos. Por un lado, el Puerto Interior, donde se desarrolla el tráfico de mercancías generales, la industria pesquera, actividades comerciales y de servicio, y se asienta una importante industria química básica. Por otro lado, el Puerto Exterior, orientado al tráfico de graneles sólidos, líquidos y productos petrolíferos, que alberga además parcelas e instalaciones industriales auxiliares del complejo petroquímico ubicado en sus inmediaciones.

En cuanto a las Aguas de Servicio del Puerto (Figura 2), la Zona I o Aguas Interiores, son aguas de transición y delimitan una estructura lineal donde concurren factores como la necesi-



FIGURA 2. Aguas de Servicio Portuario del Puerto de Huelva.

dad de dragados periódicos para el mantenimiento de calados y la existencia de infraestructuras portuarias para el atraque de buques y movimiento de mercancías, así como de instalaciones industriales, segregando las aguas de los esteros y ríos situadas aguas arriba de los puentes que pasan sobre ellos y excluyendo la ría de Punta Umbría así como diversos tramos de costa de la franja de zona de baño (Orden de 14 de marzo de 1996; Orden FOM/604/2004). Por su parte, la Zona II o Aguas Exteriores, son aguas costeras donde discurre el tráfico marítimo de entrada al Puerto, así como a instalaciones auxiliares de la industria petroquímica.

### 3.2. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA

Con el fin de tipificar las masas de agua, la consecución de este programa se logra mediante la aplicación de tres tareas fundamentales: la delimitación de usos, el reconocimiento de categorías y la asignación de tipos.

La *delimitación de usos* tiene por objeto reconocer la utilización del medio acuático portuario y las peculiaridades físicas o fisiográficas más relevantes. Tienen consideración de usos portuarios los comerciales, pesqueros, náutico-deportivos y los complementarios a éstos. Del mismo modo, tienen la consideración de usos no portuarios las zonas protegidas en el contexto de la DMA, es decir, las zonas protegidas por alguna norma comunitaria (zonas de baño, LICs, ZEPAs, etc.) y las reconocidas como no portuarias por el plan de utilización de los espacios portuarios.

Por su parte, el *reconocimiento de categorías* permite hacer una primera clasificación de las masas de agua de acuerdo con su grado de alteración hidromorfológica. De este modo, las aguas superficiales se clasifican como muy modificadas, cuando las alteraciones físicas producidas por la actividad humana hayan inducido un cambio sustancial en su naturaleza (p. ej. confinamiento entre dársenas, dragados periódicos, etc.), y como naturales, en caso contrario.

Por último, se lleva a cabo la *asignación de tipos*, la cual, permite la clasificación de las masas de agua de acuerdo con una serie de descriptores físicos: tasa de renovación (baja o aceptable), salinidad (transición o costera) y clase de fondo (duro o blando). La tasa de renovación permite diferenciar entre masas de agua de renovación baja, si el tiempo medio necesario para renovar su volumen de agua es mayor a siete días y, de renovación aceptable, en caso contrario (Gómez *et al.*, 2006; Gómez *et al.*, 2007a; Sámano, 2007).

### 3.3. PROGRAMA DE GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

La evaluación y gestión del riesgo ambiental se fundamenta en la identificación de las emisiones contaminantes causadas por la actividad portuaria o por eventos accidentales. Tal identificación implica tanto a las emisiones puntuales (emisiones canalizadas de sustancias contaminantes por puntos fijos y predefinidos) como a las emisiones difusas (emisiones que no se encuentran canalizadas como por ejemplo filtraciones, dragados, etc.).

En el caso de las emisiones puntuales, se estima el riesgo ambiental de su actividad ordinaria mientras que para las emisiones difusas se consideran tres escenarios de riesgo que contemplan: i) la situación normal (R1), ii) condiciones de operación con ciertos problemas (R2) y iii) una situación accidental de máxima afección (R3). Dicha estimación considera la probabilidad de ocurrencia, la vulnerabilidad del medio y la magnitud de las consecuencias resultantes en caso de que se produzcan (Revilla *et al.*, 2005; Gómez *et al.*, 2007b) haciendo uso de herramientas tales como el modelado numérico y los Sistemas

de Información Geográfica (Revilla *et al.*, 2006; Sámano *et al.*, 2007). Por su parte, la valoración del nivel de riesgo (bajo, medio o alto) que representa cada emisión repercute en el establecimiento de las propuestas de medidas preventivas y/o correctoras capaces de reducir los factores de riesgo.

### 3.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Una buena estrategia de vigilancia ambiental permite llevar a cabo la medición y observación estandarizada, continua o frecuente del entorno. Para ello, en la ROM 5.1, se proponen tres planes de actuación que quedan representados por:

- El Plan de Vigilancia Sistemática definido como un proceso sistemático de medición y análisis estandarizado de la calidad de la columna de agua y de los fondos. Este es, sin duda, el Plan que proporciona mejor y mayor cantidad de información.
- El Plan de Inspección Visual que plantea un conjunto de actividades encaminadas a la detección precoz de posibles eventos contaminantes.
- El Plan de Seguimiento en Continuo que plantea la incorporación de sistemas de medición en tiempo real.

La medición y análisis de indicadores físico-químicos y biológicos de la calidad del medio permiten llevar a cabo la valoración del estado o potencial ecológico a través de su integración mediante índices relacionados con la calidad de la columna de agua ( $I_{AG}$ ) y con el nivel de contaminación química y orgánica de los sedimentos ( $I_{SED}$ ). La combinación de éstos proporciona una valoración en 5 niveles diferenciados: muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo.

### 3.5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES

La gestión de episodios contaminantes se estructura en torno a ciertas líneas de actuación concretas que consisten, fundamentalmente, en la detección y comunicación del episodio contaminante. Esto, permite activar los planes de contingencia apropiados además de adoptar las medidas correctoras oportunas a fin de minimizar los efectos perniciosos del episodio hasta que se compruebe que éste ha concluido.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y TIPIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA

El resultado final de la delimitación de usos y tipificación de las masas de agua de la Zona de Servicio del Puerto de Huelva, ha sido la identificación de dos masas de agua independientes: una muy modificada y otra natural (Figura 3). La zona interior, correspondiente con la Zona I de la ZSP, se caracterizó como una masa de agua muy modificada de baja renovación y fondos blandos. Por su parte, el resto de la ZSP, es decir, la Zona II, se caracterizó como una masa de agua natural costera de fondo blando.

### 4.2. PROGRAMA DE GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

En el área portuaria de Huelva se han identificado un total de 29 emisiones puntuales y 13 emisiones difusas. Las emisiones puntuales se han relacionado con vertidos de empresas concesionarias y de la propia red de colectores del puerto. Por su parte, las emisiones difusas se han correspondido con las emisiones resultantes de cuatro tipos de operaciones: carga y descarga de graneles sólidos, carga y descarga de graneles líquidos





**FIGURA 3.** Delimitación y tipificación de las masas de agua del Puerto de Huelva.

dos, suministro de combustible y manejo de residuos peligrosos. La valoración del riesgo realizada (Tabla 1) puso de manifiesto la existencia de algunas emisiones con un nivel de riesgo alto o medio, las cuales, requieren la aplicación de las medidas de actuación pertinentes. Tras el análisis de la información ge-

Tipo de emisión	Valoración del Riesgo (%)		
	Bajo	Medio	Alto
Emisiones puntuales	48	24	28
Emisiones difusas R1	85	15	0
R2	85	15	0
R3	69	23	8

**TABLA 1.** Valoración del riesgo ambiental de las emisiones contaminantes identificadas.

nerada, se advirtió que tales medidas debían centrarse en la caracterización detallada de los efluentes vertidos a fin de obtener información más precisa que permitiera el uso de herramientas numéricas más complejas y, en consecuencia, una valoración más objetiva del riesgo.

#### 4.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Con el objetivo de analizar la calidad ambiental de las aguas portuarias y, dado que en el Puerto de Huelva se ha llevado a cabo el Plan de Vigilancia Sistemática de sus aguas y sedimentos, los resultados presentados en este artículo se centran en dicho Plan.

De este modo, ha sido posible llevar a cabo la valoración del estado o potencial ecológico de las masas de agua previamente identificadas a través del análisis de la información obtenida a partir de los 11 puntos de muestreo utilizados durante la campaña del año 2009. Tal y como se observa en la Figura 4, 8 de estos puntos de muestreo se localizan en la masa de agua muy modificada, mientras que en la masa de agua natural se han establecido únicamente 2 (puntos F y G). El punto de mues-



FIGURA 4. Localización de las estaciones de muestreo de agua y sedimentos utilizadas durante la campaña de 2009.

treo restante (punto E) se corresponde con aguas costeras y proporciona información de referencia. En cuanto a la frecuencia de muestreo, cabe mencionar que para el medio pelágico las determinaciones se realizaron de forma bimestral, mientras que para el medio bentónico fueron de carácter semestral.

Los resultados obtenidos indican que el estado ecológico de la masa de agua natural exhibe un buen estado, mientras que en la masa de agua muy modificada, el potencial ecológico es algo menor adquiriendo el nivel de moderado. El análisis independiente del índice de calidad de la columna de agua ( $I_{AC}$ ) oscila entre bueno y muy bueno, por tanto, se advierte que estos resultados dependen, principalmente, de la calidad de los sedimentos ( $I_{SED}$ ) y, en concreto de la fracción correspondiente al nivel de contaminación orgánica ( $I_{CO}$ ) presente en ellos que, en este caso, resulta más determinante que la fracción correspondiente a la contaminación química ( $I_{CQ}$ ) (Figura 5).

#### 4.4. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES

No todas las autoridades portuarias disponen de los registros alusivos a los episodios contaminantes que ocurren en el

puerto necesarios para desarrollar este Programa de la ROM 5.1, tal es el caso del Puerto de Huelva.

Durante la aplicación de la ROM 5.1 se detectó la necesidad de desarrollar herramientas concretas para gestionar de una forma más ágil y sencilla los episodios contaminantes. En este sentido, se diseñó un formulario con el objetivo de proveer al puerto con un parte de incidencias estandarizado y homogéneo que permitiera una gestión más eficiente.

## 5. CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de la ROM 5.1 en el Puerto de Huelva ha sido posible confirmar que las aproximaciones metodológicas y conceptuales desarrolladas en dicha Recomendación hacen de ella una herramienta única, estandarizada y coherente capaz de conducir a la gestión integral de los sistemas acuáticos portuarios.

El Programa de Delimitación de Usos y Tipificación de las Masas de Agua constituye el instrumento básico de ordenación del medio acuático portuario, en tanto que permite reconocer

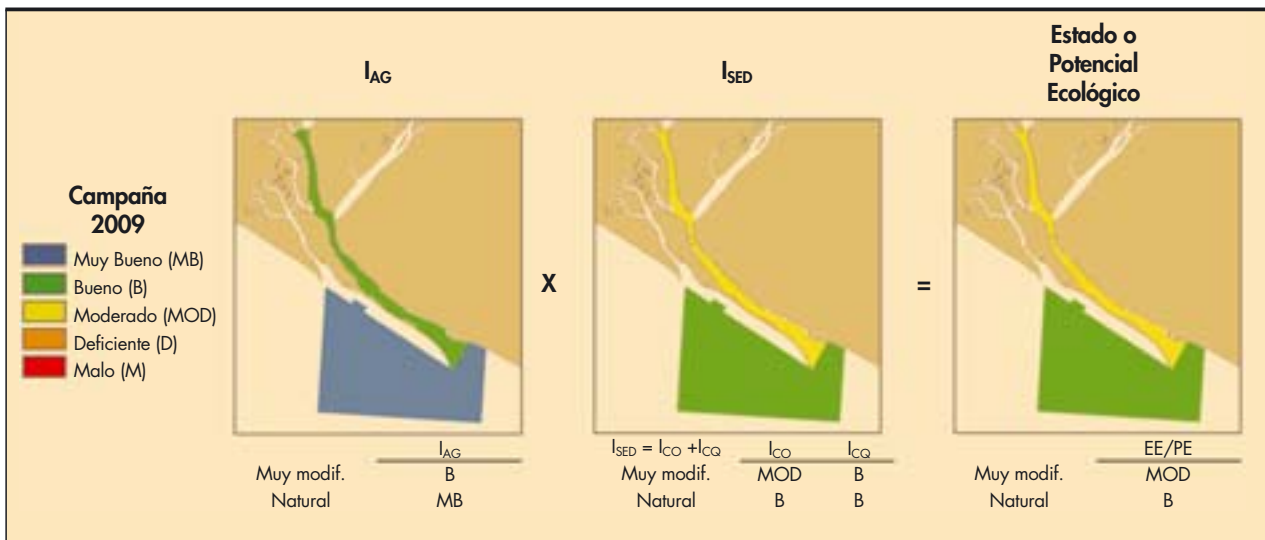


FIGURA 5. Valoración del estado (EE) o potencial (PE) ecológico de las masas de agua delimitadas en el Puerto de Huelva.

las masas de agua y clasificarlas en tipos específicos. Concretamente, los resultados obtenidos en el Puerto de Huelva, han permitido la delimitación de dos masas de agua homogéneas: una muy modificada de baja renovación y fondos blandos y otra, natural de carácter costero y fondo blando. El reconocimiento de estas masas de agua permite su gestión mediante la estimación de los riesgos asociados a las mismas y la valoración de su estado o potencial ecológico. Cabe comentar que los resultados obtenidos tras la validación de la ROM 5.1, han resultado de gran utilidad para la administración competente y la propia Autoridad Portuaria durante el proceso de planificación hidrológica, así como para la delimitación de masas de aguas portuarias como muy modificadas (López, 2009).

El Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales es el instrumento que permite evaluar la incidencia que tienen las emisiones contaminantes sobre las aguas litorales de la zona portuaria. En este sentido, se han identificado un total de 29 emisiones puntuales de distinto nivel de riesgo que, por tanto, requieren de distintos tipos de actuaciones. Gracias al Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales, tales actuaciones han podido ser priorizadas a fin de resolver, en primer lugar, aquellas emisiones que presentan un nivel de riesgo alto. Asimismo, han sido detectadas 13 emisiones difusas cuyo nivel de riesgo es mayoritariamente bajo para los tres escenarios de riesgo planteados, por tal motivo, no es necesaria la inmediata puesta en marcha de medidas preventivas y correctoras.

El Programa de Vigilancia Ambiental es el instrumento que permite conocer el estado y evolución de la calidad de las masas de agua de la zona portuaria y poner en evidencia las deficiencias de la Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales. En el entorno portuario de la Ría de Huelva se ha observado la homogeneidad de características físico-químicas de las masas de agua delimitadas de acuerdo con el análisis de la información obtenida a partir de las campañas de campo. Dicho análisis ha permitido la valoración de un estado ecológico (masa de agua natural) y un potencial ecológico (masa de agua muy modificada) bueno y moderado, respectivamente.

El Programa de Gestión de Episodios Contaminantes es el instrumento mediante el cual se abordan los posibles déficits de calidad detectados de las masas de agua. Mediante la aplicación de la ROM 5.1, se ha advertido la necesidad de protocolos para la detección precoz de este tipo de eventos.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Este estudio, desarrollado en el marco del proyecto “Validación y Calibración de la ROM 5.1 Calidad de aguas litorales en áreas portuarias mediante su aplicación piloto en los puertos de Gijón, Huelva y Tarragona”, ha sido financiado por Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de Huelva. Parte de los desarrollos científico-técnicos utilizados en este proyecto han sido financiados por el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (2008-2011) del Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyectos CTM 2008-03800/TECNO y CTM 2009-11206).

## 7. REFERENCIAS

- Adger, W. N., Hughes, T.P., Folke, C., Carpenter, S.R., Rockström, J. 2005. Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. *Science*, 309: 1036-1039.
- Comisión Europea: Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas 2000: 1 – 72.
- Gómez, A. G., García, A., Revilla, J.A., Ondiviela, B., Carranza, I., Guinda, X., Juanes, J.A. 2006. Aproximación metodológica para el cálculo del tiempo de renovación en áreas portuarias. EROM 5.1. Universidad Politécnica de Valencia-Puertos del Estado. pp. 2.1–2.25.
- Gómez, A.G., Sámano, M.L., Ondiviela, B., García, A., Revilla, J. A., Juanes, J. A. 2007a. Tiempo de renovación: descriptor físico para la tipificación de masas de agua modificadas en áreas portuarias. Libro de ponencias de las XI Jornadas de Puertos y Costas. San Sebastián. España. 29 – 30 de mayo. 325 – 331.
- Gómez A. G., Ondiviela, B., Juanes, J. A., Revilla, J. A., García, A., Vargas, V., Álvarez, C., Puente, A. 2007b. A risk assessment approach to contaminant emissions in seaport areas: methodological procedure to calculate susceptibility. *Varna, Bulgaria*. 25 – 28 de septiembre. 133 - 142.
- Gómez, A.G., Sámano, M.L., Ondiviela, B., Juanes, J.A., Revilla, J.A. 2009. Calibración y Validación de la ROM 5.1 “Calidad de aguas litorales en áreas portuarias” mediante su aplicación a los Puertos de Gijón, Huelva y Tarragona. Libro de



ponencias de las X Jornadas Españolas de Costas y Puertos. Santander, España. 27-28 de mayo de 2009. pp. 393 - 402.

Ley 27/1992: de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

Ley 48/2003: de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.

Ley 33/2010: de 5 de agosto de modificación de la Ley 48/2003 de 26 de noviembre de régimen económico y de prestación de servicios en los puertos de interés general.

López, R. 2009. Calibración y validación de la ROM 5.1 "Calidad de aguas litorales en áreas portuarias" en el Puerto de Huelva. X Jornadas Españolas de Costas y Puertos. Santander, España. 27-28 de mayo de 2009. pp. 403 - 406.

Ondiviela, B. 2006. Desarrollo de un modelo integral de gestión de la calidad de los sistemas acuáticos portuarios, Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria, Santander.

Ondiviela, B., Gómez, A.G., Revilla, J. A., Juanes, J. A. 2006. ROM 5.1 Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias. Proc. III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente: Agua, Biodiversidad e Ingeniería. Zaragoza, España. 2006. 1 -11.

Ondiviela, B., Gómez, A. G., Revilla, J.A., Juanes, J.A., Álvarez, C., Puente, A., García, A. 2007. A tool for the management of seaport water bodies quality. ROM 5.1. Quality of coastal waters in port areas. Forth International Scientific Conference - Port Development and Coastal Environment - 2007. Varna, Bulgaria. 25 - 28 de septiembre. pp. 133 - 142.

Orden de 14 de marzo de 1996 por la que se aprueba el Plan de Utilización de los Espacios Portuarios del Puerto de Huelva. BOE número 80 de 2 de abril de 1996.

Orden FOM/604/2004, de 25 de febrero, por la que se modifica el Plan de utilización de los espacios portuarios del puerto de Huelva, aprobado por Orden de 14 de marzo de 1996. BOE número 59 de 9 de marzo de 2004.

Revilla, J. A., Juanes, J. A., Ondiviela, B., Gómez, A. G., Puente, A., García, A., Guinda, X., Carranza, I., Rojo, J., & López, M. (2005). ROM 5.1 Calidad de aguas litorales en áreas portuarias. Madrid: Ministerio de Fomento.

Revilla, J. A., Gómez, A. G., García, A., Ondiviela, B., Juanes, J.A. 2006. A risk assessment approach to contaminant emissions in seaport areas using mathematical models. International Conference on Mathematical and Statistical Modeling in Honor of Enrique Castillo. Ciudad Real, España. 28 - 30 de junio. pp. 1 - 12.

Sámamo, M.L. 2007. Calibración de la metodología propuesta por la ROM 5.1 para la valoración del tiempo de renovación de masas de agua portuarias, Trabajo de Investigación. Universidad de Cantabria, Santander.

Sámamo, M. L., Gómez, A. G., Ondiviela, B., Fernández, F., Mayor, R., Revilla, J. A., Juanes, J. A., Álvarez, C. 2007. Environmental management of seaport water bodies using geographic information systems. 8th International Symposium on GIS and Computer Mapping for Coastal Zone Management. Santander, España. 8 - 10 de octubre de 2007. Vol. 1. pp. 182 - 193.

**MUELLE SUR**

Centro Logístico Sur.  
líneas Regulares.  
Tráfico de Conenedores y Ro-ro.  
Plataforma para el transporte hortofrutícola.

- 750 metros de línea de atraque
- 13 metros de calado en bajamar
- 280.000 m<sup>2</sup> disponibles en primera, segunda y tercera zona
- Conexiones ferroviarias
- Tasas y tarifas portuarias muy competitivas