



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Gestión sostenible en zonas portuarias.

ROM 5.1. Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias

Autor: Aina García Gómez

Institución: Instituto de Hidraulica Ambiental IH Cantabria
E-mail: aina.gomez@unican.es

Otros autores: Bárbara Ondiviela Eizaguirre (Instituto de Hidraulica Ambiental "IH Cantabria"); José Antonio Revilla Cortezón (Instituto de Hidraulica Ambiental "IH Cantabria"); José Antonio Juanes de la Peña (Instituto de Hidraulica Ambiental "IH Cantabria")



RESUMEN:

Los entornos portuarios se caracterizan por ser elementos del litoral espacialmente bien definidos, con una importante capacidad estructurante, y con efectos, directos o indirectos, en todos los medios (físico, ambiental, social, económico, urbano). Por todo ello y, fundamentalmente, por la trascendencia económica de su actividad, tradicionalmente la actividad portuaria ha prevalecido sobre otro tipo de actividades. A día de hoy el tráfico portuario en la Unión Europea representa el 90 % del comercio con el resto del mundo y el 35% del comercio interior. Además, las nuevas políticas comunitarias abogan por incentivar el transporte marítimo de cabotaje, liberalizando los servicios portuarios y potenciando nuevas instalaciones portuarias. En cualquier caso, en los últimos años se observa una disposición a la reordenación de los espacios ocupados por los puertos, de modo que, al tiempo que se potencian las actividades propiamente portuarias, se integra el factor ambiental como variable de desarrollo. La respuesta a esta inquietud ambientalista ha venido de la mano de la 'ROM 5.1. Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias', instrumento de gestión que además de conjugar los imperativos socio-económicos, legales, técnicos y ambientales, en el esquema portuario, pretende dar repuesta a las exigencias de la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE; DMA). Mediante el desarrollo de cuatro programas de trabajo complementarios e iterativos, la ROM 5.1 permite reconocer las singularidades físicas del medio acuático portuario, identificar y valorar el efecto de las actividades que interfieren en la calidad de las masas de agua y, por último, evaluar con precisión esa calidad. 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 unidades de gestión y las clasifica en tipos de masas de agua. El Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales permite evaluar la incidencia que tienen las emisiones contaminantes sobre las aguas litorales de la zona portuaria. El Programa de Vigilancia Ambiental aporta la información necesaria para conocer el estado y la 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. Por último, el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes está dirigido a reducir las consecuencias de posibles episodios accidentales de contaminación. En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos en la calibración y validación de la ROM 5.1 en el puerto de Gijón. En una primera aproximación, estos resultados han permitido confirmar la validez del procedimiento de delimitación y tipificación de las masas de agua y calibrar las métricas empleadas tanto en la evaluación del riesgo ambiental de los vertidos portuarios, como en la valoración del estado ecológico de las masas de agua. Además, se han diseñado protocolos de respuesta para reducir el posible efecto de los accidentes portuarios en el estado de las masas de agua y se ha establecido una red de muestreo sistemático de la calidad de las masas de agua.



1. INTRODUCCIÓN

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 (Comisión Europea, 2001; Doménech, 2004; ESPO, 2003; Peris-Mora et al., 2005; Puertos del Estado, 2004).

En este contexto, y con el fin de proteger los ecosistemas acuáticos de las diferentes presiones antrópicas, se aprueba la Directiva 2000/60/CE, conocida como Directiva Marco del Agua (en adelante DMA), por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Comisión Europea, 2000). Los efectos de este acto jurídico se están traduciendo en distintos cambios conceptuales, normativos, políticos y sociales dirigidos a profundizar en la gestión integral de los sistemas acuáticos con el objetivo de permitir un uso sostenible de los mismos, protegiendo su calidad y previniendo su deterioro.

A la luz de lo anteriormente expuesto, las aguas portuarias están claramente incluidas dentro del ámbito de aplicación de la DMA y, como tal, su gestión debe basarse en un sistema homogéneo y estandarizado que tome en consideración las repercusiones e impactos de la actividad humana en las masas de agua (Revilla et al., 2001).

Con este propósito, en el año 2005, dentro del Programa de Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM), se publica una recomendación que integra la calidad de las aguas en el modelo de gestión portuario, denominada ROM 5.1 “Calidad de aguas litorales en áreas portuarias” (Puertos del Estado, 2005). Esta Recomendación es redactada por Puertos del Estado con la participación del Grupo de Emisarios Submarinos e Hidráulica Ambiental (GESHA) del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IH Cantabria) y un grupo multidisciplinar representado por diversos organismos públicos y privados, entre los que se encontraban representadas algunas autoridades portuarias. Dicha Recomendación recoge el espíritu y los principios establecidos en la DMA teniendo en cuenta los aspectos y actividades portuarias.

En la actualidad, en términos de aplicación de la DMA en las masas de agua del Estado Español, el Ministerio de Medio Ambiente ha aprobado una orden ministerial por la cual se establece la Instrucción de Planificación Hidrológica con el fin de definir criterios homogéneos que permitan alcanzar los objetivos establecidos por la DMA en todas las masas de agua. Las masas de agua portuarias quedan afectadas por este proceso de planificación siendo denominadas como masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos. Cabe destacar que, la mayoría de procedimientos, parámetros e indicadores establecidos en la ROM 5.1 han sido incorporados en la Instrucción de Planificación Hidrológica para aquellas masas de agua designadas como muy modificadas por la presencia de puertos. Por este motivo, la ROM 5.1 consigue uno de



sus grandes objetivos que, aunque nació siendo exclusivamente una primera propuesta de un sistema metodológico para abordar la gestión ambiental de las aguas portuarias, ha ido más allá dando respuesta a la necesidad de herramientas técnicas y metodologías objetivas para la aplicación de la DMA en áreas portuarias.

2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El esquema conceptual de la ROM 5.1 queda estructurado en torno a cuatro programas de actuación (Figura 1) (Ondiviela, 2006; Ondiviela et al, 2007; Ondiviela et al, 2007; Ondiviela et al, 2006):

- i. Programa de delimitación de usos y tipificación de las masas de agua;*
- ii. Programa de evaluación y gestión de riesgos ambientales;*
- iii. Programa de vigilancia ambiental, y;*
- iv. Programa de gestión de episodios contaminantes.*

En los apartados que proceden se detallan las peculiaridades de cada uno de los programas mencionados y se define el ámbito de aplicación de la ROM 5.1.

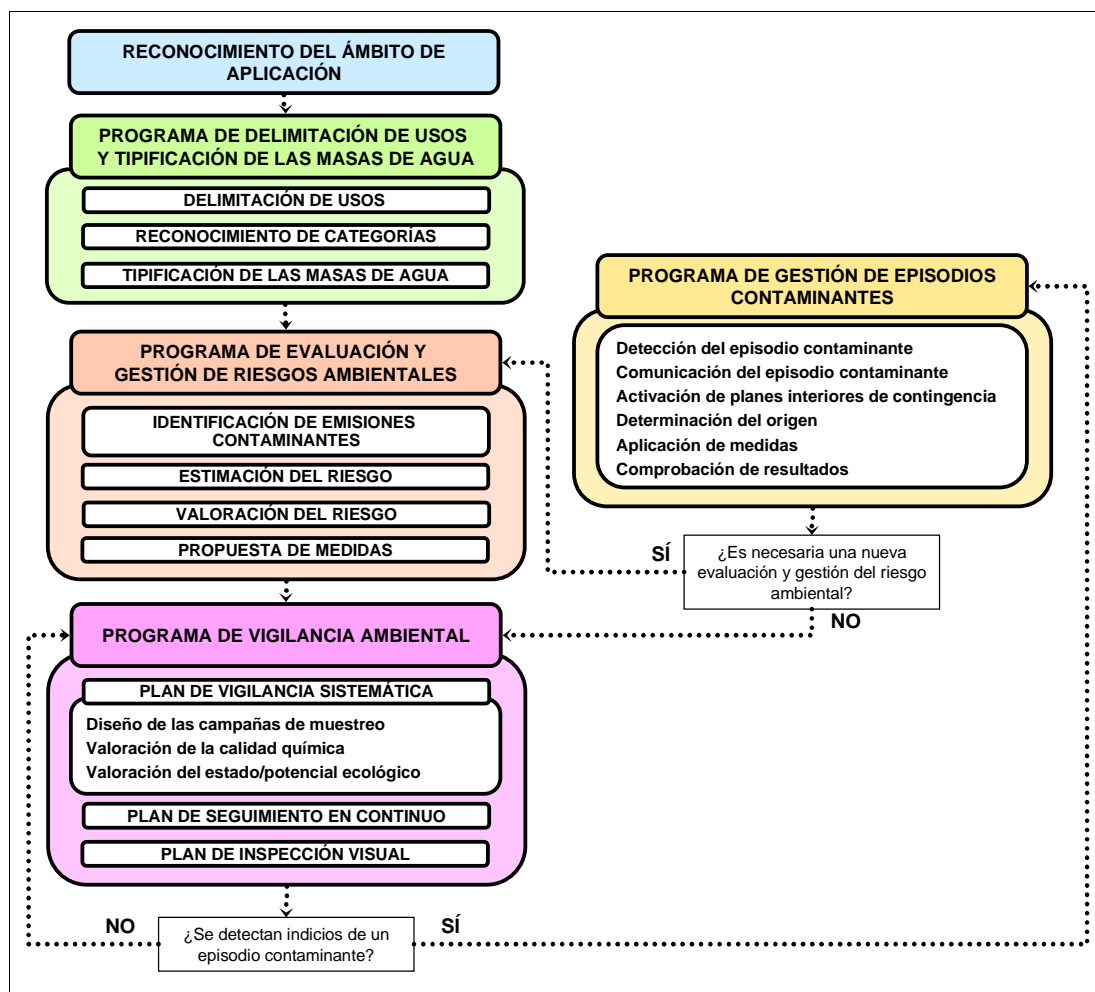


Figura 1. Modelo conceptual de la ROM 5.1.

2.1. RECONOCIMIENTO DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de la ROM 5.1 se corresponde con el área legalmente establecida como Zona de Servicio Portuario. Dicha área se define como las superficies de tierra y aguas 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).

2.2. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y TIPIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA

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 unidades de gestión y clasifica en tipos de masas de agua. Para llevar a cabo esta ordenación, es necesario el desarrollo de tres etapas diferenciadas (Figura 2):

- I. *Delimitación de usos;*
- II. *Reconocimiento de categorías, y;*
- III. *Tipificación de las masas de agua.*

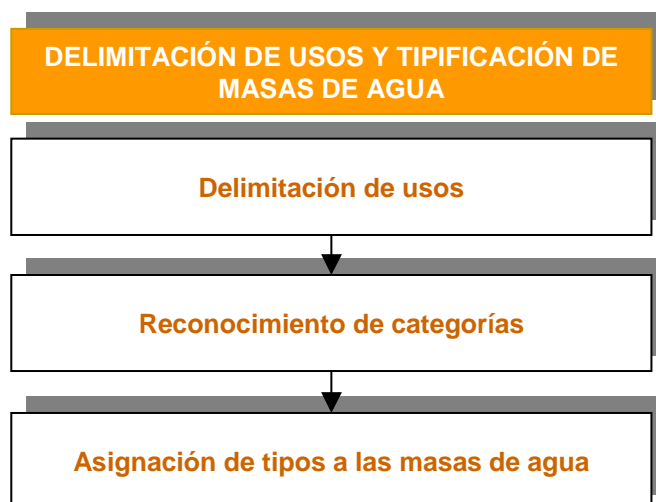


Figura 2. Organigrama metodológico del programa de delimitación de usos y tipificación de las masas de agua.

- **Delimitación de usos**

La delimitación de usos, portuarios y no portuarios, tiene por objeto reconocer la utilización del medio acuático portuario y las peculiaridades físicas o fisiográficas más relevantes (Sánchez, 2005).

De acuerdo con la Ley 48/2003, 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 espacios portuarios.

- **Reconocimiento de categorías**

El reconocimiento de categorías permite una clasificación preliminar de las masas de agua de acuerdo con su grado de alteración hidromorfológica y carácter salino.

De este modo, las aguas superficiales se clasifican como modificadas cuando las alteraciones físicas producidas por la actividad humana hayan inducido un cambio sustancial en su naturaleza (p. e. confinamiento en dársenas, trabajos de dragado, etc.,) y como no modificadas, en caso contrario. Esta última categoría puede clasificarse, a su vez, en función de su carácter salino, como aguas superficiales “no modificadas de transición” o “no modificadas costeras” (Comisión Europea, 2000).

- **Tipificación de las masas de agua**

Una vez establecidas las categorías de las aguas superficiales debe llevarse a cabo su tipificación, es decir, la clasificación de las masas de agua de acuerdo con una serie de descriptores físicos (Figura 3).

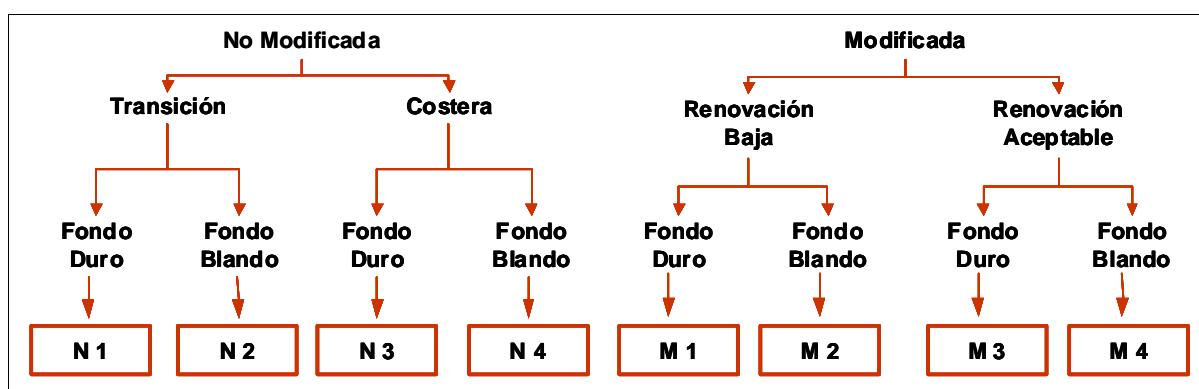


Figura 3. Proceso de tipificación de las masas de agua portuarias.

Las masas de agua no modificadas se tipifican considerando conjuntamente la clase de sustrato (duro o blando) y su carácter costero o de transición, definiéndose como fondo duro si más del 50% de la superficie de la masa de agua es rocosa.

Asimismo, las masas de agua modificadas se tipifican a partir de la combinación de la clase de fondo (duro o blando) y de la tasa de renovación. La tasa de renovación se valora a partir del cálculo del tiempo de renovación, definido como el tiempo medio que el volumen de agua permanece en la masa de agua (Monsen et al., 2002). El tiempo de renovación permite diferenciar entre masas de agua de renovación baja, si este tiempo es mayor a siete días, y de renovación aceptable, si es igual o menor a siete días (Gómez et al., 2006; Gómez et al., 2007).

2.3. PROGRAMA DE GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

El Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales tiene por objeto evaluar la incidencia que tienen las emisiones contaminantes sobre las aguas litorales de la zona portuaria (Ondiviela et al., 2006). Para llevar a cabo dicho objetivo es necesario el

desarrollo de las siguientes cuatro etapas (Figura 4) (Gómez et al., 2007; Revilla et al., 2006; UNE, 2000):

- i. *Identificación de las emisiones contaminantes;*
- ii. *Estimación del riesgo ambiental;*
- iii. *Valoración del riesgo ambiental, y;*
- iv. *Propuesta de medidas preventivas y correctoras.*

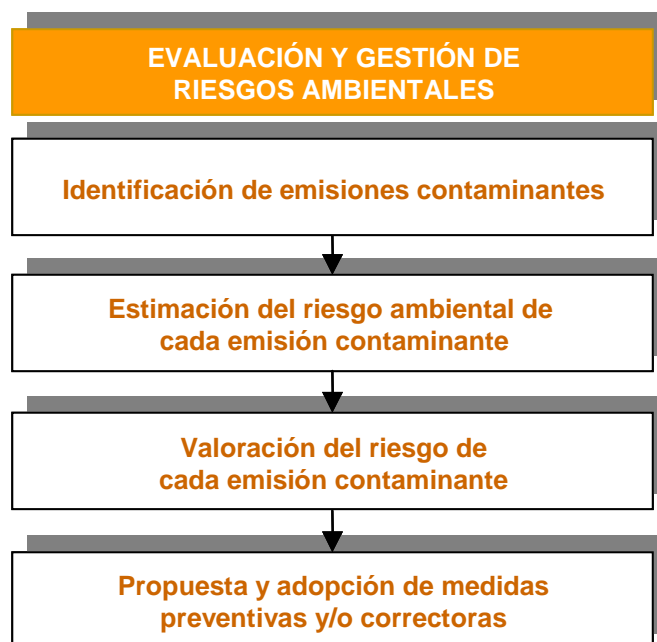


Figura 4. Organigrama metodológico del programa de evaluación y gestión de riesgos ambientales.

▪ **Identificación de las emisiones contaminantes**

La identificación de las emisiones contaminantes consiste en localizar y caracterizar las descargas al medio acuático portuario de sustancias o energías que puedan alterar la calidad de las masas de agua receptoras producidas por la actividad ordinaria o por accidentes, diferenciándose entre *emisiones puntuales*, aquellas que son canalizadas por puntos fijos, y *emisiones difusas*, no canalizadas.

- **Estimación del riesgo ambiental**

Una vez identificadas todas las emisiones contaminantes susceptibles de afectar a la calidad de las masas de agua portuarias debe estimarse su riesgo ambiental. Para ello, en el caso de emisiones puntuales se estima el riesgo ambiental de su actividad regular, sin embargo, para las emisiones difusas, se tienen en cuenta diferentes escenarios variables entre la situación normal y una situación accidental de máxima afección es por ello que, se establecen tres escenarios:

- i. *Actividad regular;*
- ii. *Actividad con ciertos problemas, y;*
- iii. *Actividad bajo condiciones totalmente desfavorables.*

La metodología propuesta para la estimación del riesgo se apoya en la probabilidad de ocurrencia (P_i), en la vulnerabilidad de las masas de agua (V_i) y en la magnitud de las consecuencias (C_i) (Gómez et al., 2007).

La vulnerabilidad de las masas de agua, a su vez, queda descrita en función de la susceptibilidad de las mismas (F_s) (Gómez et al., 2007), de la accesibilidad de la emisión contaminante (F_a) y de la eficiencia de los procesos operativos (F_e) (R.D. 253/2004).

Por su parte, la magnitud de las consecuencias, queda determinada en función de la peligrosidad de la emisión contaminante (F_p), así como del grado de extensión (F_g), de la recuperabilidad de la masa de agua afectada (F_r) y de la repercusión social que provocaría la materialización de un riesgo considerado (F_c) (ECB, 2003; UNE, 2000) (Ecuación 1).

$$R_i = P_i \times \overbrace{\left[\frac{1}{10} [5 \cdot F_s + 3 \cdot F_a + 2 \cdot F_e] \right]}^{V_i} \times \overbrace{\left[\frac{1}{10} [5 \cdot F_p + 2'5 \cdot F_g + 2'5 \cdot F_r] \cdot F_c \right]}^{C_i} \quad (1)$$

Los umbrales para la valoración de los términos de la ecuación se encuentran ampliamente detallados en la ROM 5.1 (Puertos del Estado, 2005).

- **Valoración del riesgo ambiental**

En función de la tolerabilidad asociada al riesgo contaminante de cada emisión contaminante, éstas serán clasificadas como:

- i. *Emisiones contaminantes con riesgo admisible ($R_i < 15$), emisiones que no requieren de actuaciones especiales;*



- ii. *Emisiones contaminantes con riesgo corregible* ($15 < Ri < 20$), emisiones que requieren el desarrollo de un estudio sobre su problemática, y;
- iii. *Emisiones contaminantes con riesgo inadmisibles* ($Ri > 20$), emisiones que requieren la adopción inmediata de medidas preventivas y correctoras.

- **Propuesta de medidas preventivas y correctoras**

Finalmente, las emisiones contaminantes que presenten un riesgo ambiental inadmisibles o corregible requerirán el establecimiento de medidas preventivas y correctoras que reduzcan el valor de los distintos factores que intervienen en la estimación del riesgo hasta que éste alcance valores admisibles.

2.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

En el Programa de vigilancia ambiental la ROM 5.1 permite conocer el estado y evolución de las masas de agua mediante la aplicación de tres planes (Figura 5):

- i. *Plan de vigilancia sistemática*, basado en la medición y el análisis periódico, sistemático y estandarizado de la calidad de la columna de agua y de los fondos;
- ii. *Plan de seguimiento en continuo*, basado en la incorporación de sistemas de medición en tiempo real, y;
- iii. *Plan de inspección visual*, basado en la detección precoz de posibles episodios contaminantes.

En la presente comunicación técnica, debido a su importancia respecto al resto de planes, se centra en la descripción del plan de vigilancia sistemática, en el cual se establece un procedimiento metodológico para la valoración del estado/potencial ecológico de las masas de agua portuarias.

Para la valoración del estado o potencial ecológico los indicadores incorporados en los índices definidos en la ROM 5.1 son específicos del medio que se quiere cuantificar (agua y sedimentos), incluyendo variables físico-químicas y biológicas. La valoración de los índices de calidad de agua y de sedimentos se lleva a cabo para cada masa de agua mediante la transformación de los valores medios anuales de los indicadores en coeficientes de normalización.

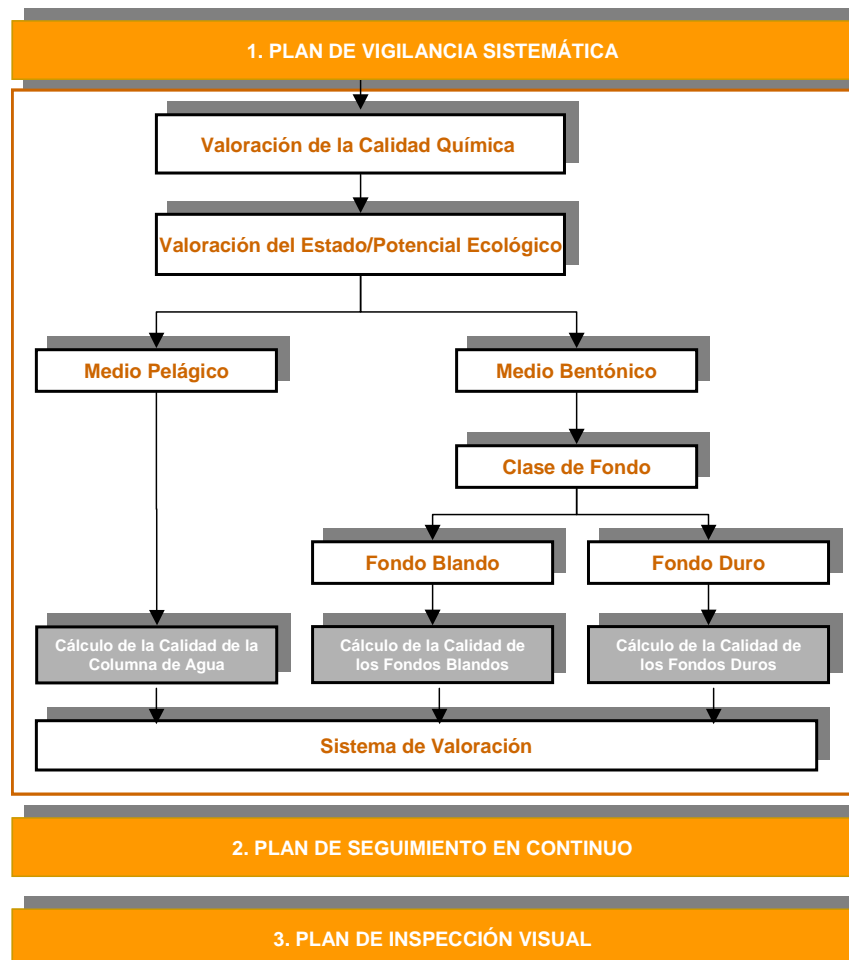


Figura 5. Organigrama metodológico del programa de vigilancia ambiental.

La calidad de la columna de agua se valora mediante el índice de calidad de la columna de agua (I_{AG}), considerando la saturación de oxígeno (C_{SAT}), la turbidez (C_{TURB}), la clorofila "a" (C_{CLA}), los hidrocarburos totales (C_{HT}) y los detergentes (C_{DET}) (Juanes et al., 2001) (Ecuación 2).

$$I_{AG} = \frac{(3.5 C_{SAT} + 3C_{TURB} + 3.5C_{CLA}) \times (C_{HT} \cdot C_{DET})}{10} \quad (2)$$

El procedimiento para el cálculo de la calidad de los fondos blandos se lleva a cabo considerando un índice de calidad global de sedimentos (I_{SED}) que integra, a su vez, dos índices específicos: contaminación química (I_{CQ}) y contaminación orgánica (I_{CO}). De este modo, son utilizados, por un lado, los valores obtenidos para metales pesados (C_{MP}), bifenilos policlorados (C_{PCB}) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (C_{HAP}) a fin de establecer un valor para el índice de contaminación química. Por otro lado, los valores obtenidos para el carbono orgánico total (C_{COT}), nitrógeno total Kjeldahl (C_{NTRK}) y fósforo

total (C_{PT}) son agrupados, a fin de establecer un valor para el índice de contaminación orgánica (Ecuación 3)

$$I_{SED} = \frac{\overbrace{C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}}^{I_{CQ}}}{6} + \frac{\overbrace{C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}}^{I_{CO}}}{2} \quad (3)$$

Por otro lado, si la masa de agua tiene fondos rocosos, la calidad se calcula de acuerdo con la siguiente expresión (Ecuación 4):

$$I_{FR} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} C_{COBi} \quad (4)$$

Donde I_{FR} es el índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos, C_{COB} es el valor normalizado del porcentaje de superficie rocosa cubierta por comunidades de flora y fauna características a una cota de profundidad 'i' y n es el número de cotas de profundidad analizadas.

Utilizando los resultados de ambos índices de calidad, se valora el Estado o Potencial Ecológico de cada masa de agua mediante la multiplicación de ambos (Tabla 1).

		Calidad del medio pelágico (I_{AG})									
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Calidad del medio bentónico (I_{SED}, I_{FR})	10	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
	9	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9
	8	80	72	64	56	48	40	32	24	16	8
	7	70	63	56	49	42	35	28	21	14	7
	6	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6
	5	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
	4	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
	3	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3
	2	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
	1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Tabla 1. Valoración del Estado y Potencial Ecológico de las masas de agua portuarias.

De acuerdo con el criterio definido por la Directiva Marco del Agua, el resultado final de la valoración se expresa mediante cinco niveles de calidad que oscilan entre muy bueno y malo, considerado las siguientes categorías:

- i. *Estado o potencial muy bueno*, cuando la combinación del índice de calidad de aguas y el índice de calidad de fondos sedimentarios o rocosos es superior a 72 ($I_{AG} \times I_{SED}, I_{FR} > 72$);



- ii. *Estado o potencial ecológico bueno*, valores en la combinación de los índices de ambos medios entre 49 y 72 ($49 < I_{AG} \times I_{SED, I_{FR}} < 72$);
- iii. *Estado o potencial ecológico insuficiente*, valores en la combinación de los índices del medio pelágico y bentónico entre 16 y 49 ($16 < I_{AG} \times I_{SED, I_{FR}} < 49$);
- iv. *Estado o potencial ecológico deficiente*, valores entre 6 y 16 ($6 < I_{AG} \times I_{SED, I_{FR}} < 16$), y;
- v. *Estado o potencial ecológico malo*, valores inferiores a 6 ($I_{AG} \times I_{SED, I_{FR}} < 6$).

2.5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES

El Programa de gestión de episodios contaminantes es el instrumento mediante el cual se abordan los posibles déficits de calidad detectados en las masas de agua. La metodología se basa en seis tareas (Figura 6):

- i. *Detección del episodio contaminante;*
- ii. *Comunicación del episodio contaminante;*
- iii. *Activación de los planes interiores de contingencia;*
- iv. *Determinación del origen;*
- v. *Adopción de medidas preventivas y correctoras, y;*
- vi. *Comprobación de los resultados.*

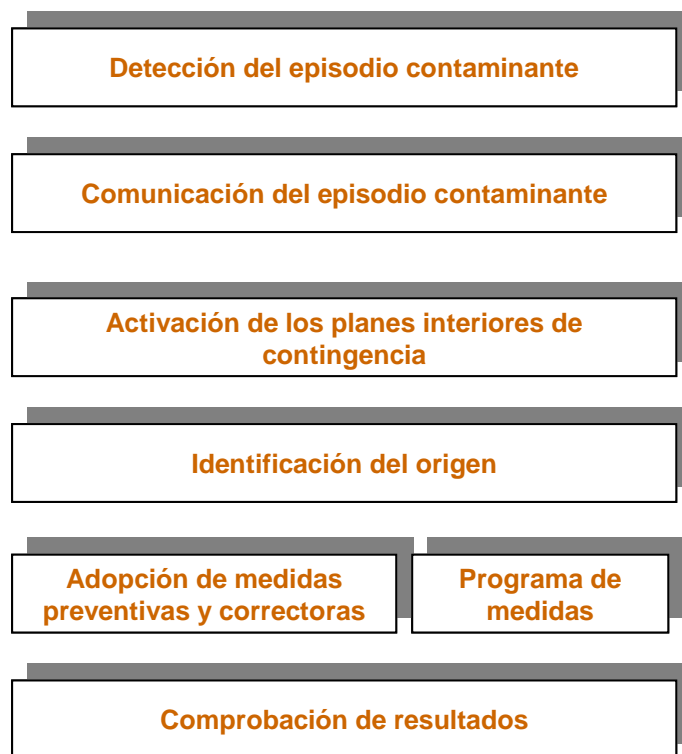


Figura 6. Organigramma metodológico del programa de gestión de episodios contaminantes.

La *detección de episodios contaminantes* puede realizarse a través de denuncias de cualquier sector de la población, directamente de la alerta de los responsables del episodio o como resultado de la puesta en marcha de los planes del programa de vigilancia ambiental. La *comunicación* de los episodios contaminantes debe realizarse cuanto antes, aportando, en la medida de lo posible, toda la información necesaria para su gestión. Posteriormente, es posible llevar a cabo la *activación de los Planes Interiores de Contingencia*, la cual incluirá la coordinación y actuaciones necesarias para poner fin al mismo. Una vez determinado su *origen* deben adoptarse las *medidas preventivas y correctoras* necesarias para minimizar los efectos perniciosos. Finalmente, resulta fundamental realizar la *comprobación* de la eficacia de las medidas tomadas para determinar si el episodio está controlado.

3. APLICACIÓN DE LA ROM 5.1

Actualmente, el IH Cantabria, a través del Grupo de Emisarios Submarinos e Hidráulica Ambiental, se encuentra finalizando la aplicación del sistema metodológico establecido en la ROM 5.1 a tres puertos a través de un convenio con Puertos del Estado y tres Autoridades Portuarias del litoral español (Figura 7). La puesta en marcha de este convenio ha permitido validar y calibrar los parámetros y formulaciones establecidos en la ROM 5.1. Los tres puertos inmersos en el proceso de calibración han sido:

- i. *Puerto de Gijón*, al norte del litoral español en el Mar Cantábrico;
- ii. *Puerto de Huelva*, al suroeste de la costa en el Océano Atlántico, y;
- iii. *Puerto de Tarragona*, al noreste del litoral español en el Mar Mediterráneo.

Además, con el fin de mejorar la gestión ambiental de sus sistemas acuáticos otros puertos, como el Puerto de Santander en el Mar Cantábrico, se han sumado a la aplicación de la ROM 5.1 en sus masas de agua portuarias.

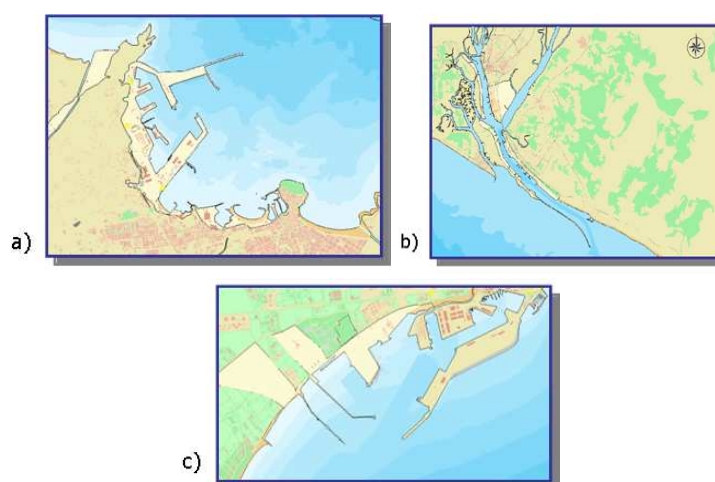


Figura 7. Puertos integrados en el convenio de calibración y validación de la ROM.1: a) Gijón; b) Huelva; c) Tarragona (Fuente: Atlas de Puertos, Puertos del Estado).

4. CONCLUSIONES

Respecto al procedimiento metodológico desarrollado cabe destacar que la ROM 5.1:

- ❑ Constituye un Sistema de Gestión Integral de la calidad de los sistemas acuáticos portuarios.
- ❑ Sigue las directrices establecidas por la Directiva Marco del Agua.
- ❑ Combina diversas herramientas metodológicas adecuadas a las características de los sistemas portuarios de fácil implementación y desarrollo.
- ❑ Se adelanta a la imposición de requerimientos de calidad que no contemplan la actividad portuaria.
- ❑ Establece un procedimiento metodológico para la ordenación del medio acuático en función de sus características.



- ❑ Su aplicación busca obtener la información necesaria para el reconocimiento de las causas originarias de los diferentes problemas ambientales en los puertos.
- ❑ Desarrolla sistemas de valoración que permiten el conocimiento de la calidad química y del estado ecológico de las masas de agua portuarias.
- ❑ Establece un plan de actuación frente a episodios contaminantes.

Respecto al análisis de los resultados obtenidos hasta la fecha a la aplicación de la ROM 5.1 en los diferentes puertos, y al proceso de redacción de la Instrucción de Planificación Hidrológica se desprenden las siguientes conclusiones:

- ❑ El procedimiento metodológico establecido en la ROM 5.1 representa la sensibilidad portuaria en el ámbito ambiental.
- ❑ La ROM 5.1 ha cumplido uno de sus objetivos al adelantarse a las imposiciones que pudieran surgir de futuras normativas puesto que muchos de los indicadores, procedimientos y criterios establecidos en la ROM 5.1 han sido introducidos en la actualmente aprobada Instrucción de Planificación Hidrológica mediante orden ministerial.
- ❑ Dado que el objetivo último de la delimitación de las masas de agua portuarias es facilitar la aplicación de los distintos programas que constituyen la ROM 5.1 (Evaluación de Riesgos, Vigilancia Ambiental y Gestión de Episodios Contaminantes), la configuración final de las masas de agua debe ser, ante todo, sencilla y adecuada a la realidad portuaria, respondiendo a las necesidades de gestión de las autoridades portuarias.
- ❑ El Programa de evaluación y gestión de riesgos ambientales de las emisiones contaminantes permite a las autoridades portuarias disponer de una herramienta de defensa frente a posibles deficiencias en la calidad del agua causadas por actividades ajenas a la actividad portuaria.
- ❑ La valoración del riesgo ambiental de las emisiones contaminantes permite a las autoridades portuarias priorizar esfuerzos a la hora de establecer el tipo y la primacía con que deben aplicarse las medidas preventivas y/o correctoras, con el fin último de reducir el riesgo ambiental de aquellas emisiones con riesgos inadmisibles.
- ❑ Los estudios realizados en la aplicación del programa de vigilancia ambiental a los diferentes puertos permiten corroborar y confirmar el uso de indicadores físicos y químicos en medios portuarios en detrimento del uso de indicadores biológicos para la valoración del estado ecológico de los sedimentos de masas de agua portuarias.



- El análisis de los registros de los episodios contaminantes acontecidos en los diferentes puertos permite analizar y optimizar la gestión de incidencias surgidas de la actividad portuaria.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a *Puertos del Estado*, por un lado, su apuesta por la elaboración de una herramienta como la ROM 5.1 y, por otro, su esfuerzo en el proceso de redacción de la Instrucción de Planificación Hidrológica con el fin de que fueran introducidos los elementos claves de la ROM 5.1.

Por otro lado, los autores también quieren agradecer el trabajo realizado desde las Autoridades Portuarias implicadas en el convenio de calibración y validación: *Autoridad Portuaria de Gijón*, *Autoridad Portuaria de Tarragona* y *Autoridad Portuaria de Huelva*.

Parte de este proyecto ha sido subvencionado por el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (2004-2007) del *Ministerio de Educación y Ciencia* (Proyecto # CTM2005-00659).

6. REFERENCIAS

Comisión Europea. (2000). 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 1-72.

Comisión Europea. (2001). La política europea de transportes de cara la 2010: la hora de la verdad. COM(2001) 370. Bruselas.

Doménech, J. L. (2004). El papel de los puertos marítimos en la conservación de la biodiversidad y en la gestión integrada del litoral. En. Proc. VII Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid.

ECB. (2003). Technical Guidance Document on Risk Assessment (TGD) in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) nº 1488/94 on Risk Assessment for existing substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Part II. Italy: European Commission.

ESPO. (2003). Environmental Code of Practice. Brussels.

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, En: EROM 5.1 (pp. 2.1-2.25): Universidad Politécnica de Valencia-Puertos del Estado.



- Gómez, A. G., Ondiviela, B., J.A, J., M, S., & J.A., R. (2007). Tiempo de renovación: Descriptor físico para la tipificación de masas de agua modificadas en áreas portuarias. IX Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos. San Sebastián 29-30 de mayo 2007.
- Gómez, A. G., Ondiviela, B., Juanes, J. A., Revilla, J. A., García, A., Vargas, V., Álvarez, C., & Puente, A. (2007). A risk assessment approach to contaminant emissions in seaport areas: methodological procedure to calculate susceptibility.
- Juanes, J. A., López, M., & Revilla, J. A. (2001). Establecimiento de un sistema de índices de calidad aplicables a la valoración estandarizada del estado de conservación de los espacios litorales de Cantabria. Santander: Fundación Marcelino Botín.
- Ley 27/1992. Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- Ley 48/2003. Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.
- Monsen, N. E., Cloern, J. E., & Lucas, L. V. (2002). A comment on the use of flushing time, residence time, and age as transport time scales. *Limnology and Oceanography*, 47(5), 1545-1553.
- Ondiviela, B. (2006). Desarrollo de un Modelo Integral de Gestión de la Calidad de los Sistemas Acuáticos Portuarios. Universidad de Cantabria, Santander.
- Ondiviela, B., G. Gómez, A., 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".
- Ondiviela, B., Gómez, A. G., Juanes, J. A., Sámano, M., & Revilla, J. A. (2007). Desarrollo de un nuevo instrumento para la gestión de la calidad de los sistemas acuáticos portuarios. ROM 5.1. calidad de las aguas litorales en áreas portuarias.
- Ondiviela, B., Gómez, A. G., Revilla, J. A., & Juanes, J. A. (2006). ROM 5.1. Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias. En: Proc. III Congreso de ingeniería civil, territorio y medio ambiente: Agua, biodiversidad e ingeniería. Zaragoza.
- Ondiviela, B., Gómez, A. G., Revilla, J. A., Juanes, J. A., Álvarez, C., Puente, A., García, A., Guinda, X., & Carranza, I. (2006). Ejemplo Teórico de Aplicación de la ROM 5.1, En: EROM 01 (pp. 1.1-1.94). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia- Puertos del Estado.
- Peris-Mora, E., Diez, J. M., Subirats, A., Ibáñez, S., & Álvarez, P. (2005). Development of a system of indicators for sustainable port management. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 1649-1660.
- Puertos del Estado. (2004). Plan integral de Actuaciones Ambientales en los Puertos de Interés General (PIAMP). Borrador público para comentarios.



- Puertos del Estado. (2005). ROM 5.1 "Calidad de Aguas Litorales en Áreas Portuarias": Ministerio de Fomento.
- R.D. 253/2004. Real Decreto 253/2004, de 13 de febrero, por el que se establecen medidas de prevención y lucha contra la contaminación en las operaciones de carga, descarga y manipulación de hidrocarburos en el ámbito marítimo y portuario.
- Revilla, J. A., García, A. G., García, A., Ondiviela, B., & Juanes, J. A. (2006). A Risk Assessment Approach to Contaminant Emissions in Seaport Areas Using Mathematical Models. En: Proc. International Conference on Mathematical and Statistical Modeling in Honor of Enrique Castillo, Ciudad Real.
- Revilla, J. A., Juanes, J. A., Puente, A., & Medina, R. (2001). La protección de las aguas litorales en el contexto de la Directiva Marco del agua. En: Proc. Jornadas sobre la Directiva Marco del Agua y sus implicaciones para la gestión del agua en España, Sevilla 23 y 24 de Marzo de 2001.
- Sánchez, B. (2005). Ordenación territorial y planificación portuaria. Instituto universitario de estudios marítimos. Universidad da Coruña.
- UNE. (2000). Norma UNE 150008:2000 EX sobre análisis de riesgos medioambientales.