

SERIE 5

Las obras marítimas y portuarias en el entorno litoral

RECOMENDACIONES PARA OBRAS MARÍTIMAS



ROM 5.1-05

Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias



MINISTERIO
DE FOMENTO

Puertos del Estado



ROM 5.1-05

Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias

Septiembre 2005

ÍNDICE GENERAL

	PRÓLOGO	5
CAPÍTULO I	ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	17
CAPÍTULO II	FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y JURÍDICOS	75
CAPÍTULO III	MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES	93
CAPÍTULO IV	DATOS Y EJEMPLO	121



ROM 5.1-05

Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias

1ª Edición

Septiembre 2005

EDICIÓN:

Puertos del Estado

REDACCIÓN PONENCIA:

José A. Revilla Cortezón

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

José A. Juanes de la Peña

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

**COORDINACIÓN Y DISEÑO
DE LA PUBLICACIÓN:**

Emilio Piñeiro Díaz

PUERTOS DEL ESTADO

IMPRESIÓN:

V.A. Impresores S.A.

I.S.B.N.:

84-88975-50-3

DEPÓSITO LEGAL:

M-36374-2005

© Puertos del Estado

PRECIO:

30 € (IVA incluido)

Prólogo

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**. Con la constitución de la Comisión Técnica encargada de su desarrollo en el año 1987, se inicia la redacción de una serie de Normas Técnicas que establezcan los procedimientos, métodos y criterios de ejecución en las obras marítimas y portuarias ejecutadas en los puertos de Titularidad Estatal.

La amplitud de la temática a tratar por las Recomendaciones hizo necesaria la estructuración de las mismas en siete series temáticas:

- ◆ **Serie 0:** Descripción y caracterización de los factores del proyecto en obras marítimas y portuarias.
- ◆ **Serie 1:** Obras de abrigo frente a las oscilaciones del mar.
- ◆ **Serie 2:** Obras portuarias interiores.
- ◆ **Serie 3:** Planificación, gestión y explotación de áreas portuarias.
- ◆ **Serie 4:** Superestructuras e instalaciones en tierra de las áreas portuarias.
- ◆ **Serie 5:** Las obras marítimas y portuarias en el entorno litoral.
- ◆ **Serie 6:** Prescripciones técnicas, administrativas y legales.

Entre ellas, la Serie 5, **Obras Marítimas y Portuarias en el Entorno Litoral**, engloba las Recomendaciones dirigidas al desarrollo de los estudios de Impacto Ambiental (ROM 5.0), Obras Marítimas y Portuarias en el Litoral (ROM 5.2), Dragados y Rellenos (ROM 5.3), y la desarrollada en el presente documento: ROM 5.1. Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias. En este marco de trabajo, la ROM 5.1 aborda 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 que los aspectos y actividades portuarias deberán estar presentes tanto en el planteamiento general como en la forma de abordar la problemática y gestión de los sistemas acuáticos.

Esta **ROM 5.1-05, Recomendación sobre la Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias** ha sido redactada por Puertos del Estado, bajo la responsabilidad y supervisión de la Dirección Técnica de Planificación y Desarrollo Portuario, con la participación de las siguientes personas:

- ◆ **Dirección del Programa ROM:**
José Llorca Ortega, *Puertos del Estado*.
- ◆ **Ponentes de la ROM 5.1-05:**
José A. Revilla Cortezón, *Universidad de Cantabria*.
José A. Juanes de la Peña, *Universidad de Cantabria*.
- ◆ **Equipo Redactor:**
Bárbara Ondiviela Eizaguirre, *Universidad de Cantabria*.
Aina García Gómez, *Universidad de Cantabria*.
Andrés García Gómez, *Universidad de Cantabria*.
Araceli Puente Trueba, *Universidad de Cantabria*.
Itxaso Carranza Egaña, *Universidad de Cantabria*.
Xabier Guinda Salsamendi, *Universidad de Cantabria*.
Jorge Rojo Gómez, *Universidad de Cantabria*.
Marta López López, *Universidad de Cantabria*.

- ◆ **Presidente del Grupo de trabajo para la ROM 5.1-05:**
Ignacio Rodríguez Sánchez-Arévalo, *Puertos del Estado*.

- ◆ **Comisión de Trabajo:**
Ana M^a Lloret Capote, *CEDEX. Ministerio de Fomento*.
Ángel Rozado Fernández, *Autoridad Portuaria de Avilés*.
Celia Tamarit de Castro, *Autoridad Portuaria de Huelva*.
César Álvarez Díaz, *Universidad de Cantabria*.
Christian M. Appendini, *Alatec*.
Eladio Santaella Álvarez, *Instituto Canario de Ciencias Marinas*.
Fernando Revuelta Belandía, *Autoridad Portuaria de Bilbao*.
Francisco Xavier Niell Castanera, *Universidad de Málaga*.
Isabel Pont Castejón, *Autoridad Portuaria de Barcelona*.
Javier Martínez Aranzábal, *Puertos del Estado*.
Jerónimo Puertas Agudo, *Universidad de Coruña*.
Juan Ignacio Grau Albert, *Puertos del Estado*.
Juan Luis Domenech Quesada, *Autoridad Portuaria de Gijón*.
Miguel Ángel Losada Rodríguez, *Universidad de Granada*.
Miguel Velasco Cabezas, *Dir. Gral. Costas, Ministerio Medio Ambiente*.
Ramón Juanola Subirana, *Autoridad Portuaria de Tarragona*.
Raúl Medina Santamaría, *Universidad de Cantabria*.

- ◆ **Coordinación General del Programa ROM:**
Francisco J. González Portal, *Puertos del Estado*.

La finalidad de esta Recomendación, en la que se conjugan aspectos normativos, metodológicos y tecnológicos, es actuar como documento base en la planificación y desarrollo de sistemas de gestión de la calidad de las aguas portuarias.

La **ROM 5.1-05** se estructura en cuatro grandes bloques o capítulos de trabajo: 1) Articulado, 2) Fundamentos Técnicos y Jurídicos, 3) Métodos Técnicos y Aplicaciones y 4) Datos y Ejemplo, cada uno de los cuales desarrolla aspectos específicos relacionados con la aplicación de la metodología propuesta. Para una mejor comprensión del documento y tratando de facilitar su implantación, a continuación se indican los aspectos y contenidos tratados en cada uno de dichos bloques.

El **Articulado** representa el bloque central de la Recomendación, estableciendo la línea argumental y metodológica de aplicación de cada uno de los cuatro aspectos básicos que componen este documento: el Programa de Delimitación de Usos y Tipificación de las masas de agua en la Zona de Servicio Portuario, el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales, el Programa de Vigilancia Ambiental y el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes.

Como complemento a la metodología de aplicación, los **Fundamentos Técnicos y Jurídicos** justifican los procedimientos propuestos, enmarcándolos en el entorno jurídico comunitario y estatal y desarrollando los aspectos teóricos de índole científica y técnica más relevantes para el Articulado.

El capítulo referente a **Métodos Técnicos y Aplicaciones** incluye una relación pormenorizada de las diferentes técnicas y métodos propuestos en el Articulado.

El documento se completa con un bloque destinado a adjuntar posibles fuentes de consulta de **Datos**, así como un **Ejemplo** concreto de la aplicación de la **ROM 5.1-05**.



ASUNTO: APROBACION DOCUMENTO ROM 5.1. CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES EN AREAS PORTUARIAS

Madrid, 7 de Junio de 2005

Desde el 30 de abril de 2003, la Comisión Técnica nombrada al efecto, formada por 20 expertos pertenecientes a la universidad, a empresas consultoras y constructoras, a distintos organismos públicos de investigación y a Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias, ha trabajado sobre la ponencia desarrollada por los profesores Revilla y Juanes de la Universidad de Cantabria, acordando por unanimidad y, por tanto, sin ningún voto particular, en su reunión de 13 de abril de 2005, la aprobación del documento ROM 5.1. CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES EN AREAS PORTUARIAS.

Esta Recomendación representa una primera propuesta de un sistema metodológico para abordar una gestión ambiental integral de las aguas portuarias, siendo su finalidad ayudar a las administraciones portuarias a objetivar la gestión ambiental de las áreas portuarias a través de un marco de referencia técnico común, avalado por la comunidad científico-técnica española especialista en este campo.

A la vista del acuerdo unánime alcanzado por la Comisión Técnica, una vez remitido el texto a las Autoridades Portuarias y discutidas por dicha Comisión y, en su caso, incorporadas las alegaciones recibidas,

HE RESUELTO:

Aprobar el documento ROM 5.1. CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES EN AREAS PORTUARIAS, ordenando que se proceda a su edición, difusión y aplicación general como recomendación técnica.

El Presidente
Mariano Navas Gutiérrez

Índice General

Prólogo	5
---------------	---

CAPÍTULO I. ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1. Efectos de la aprobación de la Directiva Marco del Agua en los puertos	21
1.2. Objetivos de esta Recomendación	22
2. ESQUEMA CONCEPTUAL PARA LA APLICACIÓN DE LA ROM 5.1	23
3. ÁMBITO DE APLICACIÓN	26
4. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y DE TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA	26
4.1. Delimitación de Usos en el medio acuático	26
4.2. Tipificación de Masas de Agua	28
4.2.1. Establecimiento de categorías	28
4.2.2. Asignación de tipos a las Masas de Agua	28
4.2.2.1. Tipos de Masas de Agua no modificadas	29
4.2.2.2. Tipos de Masas de Agua modificadas	29
5. INDICADORES DE CALIDAD DE LAS AGUAS PORTUARIAS	30
5.1. Indicadores de la Calidad Química	30
5.2. Indicadores del Estado o Potencial Ecológico	31
6. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	31
6.1. Identificación de Emisiones Contaminantes	31
6.1.1. Localización de las emisiones	34
6.1.2. Caracterización de las emisiones portuarias	34
6.1.2.1. Caracterización de las emisiones puntuales	35
6.1.2.2. Caracterización de emisiones difusas	35
6.2. Estimación del Riesgo Ambiental	36
6.2.1. Estimación del factor de probabilidad correspondiente al riesgo de una emisión contaminante (P_i)	36
6.2.2. Estimación del factor de vulnerabilidad de las masas de agua frente a una emisión contaminante (V_j)	37
6.2.2.1. Susceptibilidad de las masas de agua (F_s)	38
6.2.2.2. Accesibilidad de la emisión contaminante (F_a)	39
6.2.2.3. Eficiencia de los procedimientos operativos (F_e)	39
6.2.3. Estimación del factor de magnitud de las consecuencias producidas por una emisión contaminante (C_j)	40
6.2.3.1. Peligrosidad de la emisión contaminante (F_p)	41
6.2.3.2. Grado de extensión de la emisión contaminante (F_g)	42
6.2.3.3. Recuperabilidad de la masa de agua respecto de la emisión contaminante (F_r)	43
6.2.3.4. Repercusión social de la emisión contaminante (F_c)	43
6.3. Valoración del Riesgo asociado a una Emisión Contaminante	43
6.4. Propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras	44

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	46
7.1. Plan de Vigilancia Sistemática	47
7.1.1. Análisis de la Calidad Química de las Masas de Agua	48
7.1.1.1. Selección de los indicadores de Calidad Química	48
7.1.1.2. Medida de los indicadores de Calidad Química	48
7.1.1.3. Valoración de la Calidad Química de las Masas de Agua	48
7.1.2. Análisis del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de las Masas de Agua	50
7.1.2.1. Selección de indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
7.1.2.2. Medida de los indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
7.1.2.3. Valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	51
7.1.2.3.1. Cálculo de la calidad de la columna de agua (I_{AG})	52
7.1.2.3.2. Cálculo de la calidad de los fondos blandos (I_{SED})	52
7.1.2.3.3. Cálculo de la calidad de los fondos duros (I_{FR})	53
7.1.2.3.4. Método de valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	53
7.1.3. Análisis de las zonas protegidas	60
7.2. Plan de Seguimiento en continuo	60
7.3. Plan de Inspección Visual	60
7.4. Actuaciones derivadas del Programa de Vigilancia Ambiental	60
8. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES	60
9. REFERENCIAS	63
9.1. Referencias bibliográficas	63
9.2. Normativa de referencia	69

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y JURÍDICOS

1. FUNDAMENTOS TÉCNICOS	79
1.1. Introducción	79
1.2. Delimitación de Usos y Tipificación de las Masas de Agua	80
1.3. Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	81
1.4. Vigilancia Ambiental	82
1.4.1. Calidad Química de las Masas de Agua	83
1.4.2. Potencial o Estado Ecológico de las Masas de Agua	83
1.5. Gestión de Episodios Contaminantes	84
2. FUNDAMENTOS JURÍDICOS	85
2.1. Régimen Jurídico Internacional aplicable a las aguas	86
2.2. Régimen Jurídico Comunitario Europeo	88
2.2.1. Régimen Jurídico	88
2.2.2. Actuaciones en el ámbito internacional	90
2.2.3. Otros documentos de interés	91
2.2.4. Propuestas	92
2.3. La Normativa Conexa	92

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

1. INTRODUCCIÓN	97
2. ASIGNACIÓN DE MASAS DE AGUA MODIFICADAS	97
3. CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES	100

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

CAPÍTULO IV. DATOS Y EJEMPLO

I. FUENTES DE DATOS Y REFERENCIAS DE INTERÉS	125
I.1. Programa de Delimitación de Usos y de Tipificación de las Masas de Agua	125
I.1.1. Delimitación de Usos en el medio acuático	125
I.1.2. Tipificación de Masas de Agua	126
I.2. Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	127
I.2.1. Caracterización de Emisiones Contaminantes	127
I.2.2. Fuentes para la propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras	128
I.3. Programa de Vigilancia Ambiental	130
I.3.1. Medida de los indicadores de la Calidad Química y del Estado y del Potencial Ecológico	130
I.3.2. Análisis de la Calidad Química y del Estado y el Potencial Ecológico	132
I.3.3. Zonas protegidas	135
I.4. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes	135
I.5. Referencias de Interés	136
2. EJEMPLO DE APLICACIÓN	136
2.1. Introducción	136

Índice de Figuras

CAPÍTULO I. ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Figura 2.1.I. Diagrama de aplicación de la ROM 5.1	24
Figura 4.1.I. Actividades incluidas en el Programa de Delimitación de Usos y de Tipificación de las masas de agua	27
Figura 6.1.I. Proceso del Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	32
Figura 6.2.I. Matriz de situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes difusas	33
Figura 6.3. Clasificación de las emisiones contaminantes	34
Figura 7.1. Actividades del Programa de Vigilancia Ambiental	46
Figura 7.2. Diagrama para la valoración de la calidad de las masas de agua	47
Figura 7.3. Valoración del Estado Ecológico o del Potencial ecológico de una masa de agua	51
Figura 8.1. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes	61

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

Figura 2.1.III. Método para la asignación de masas de agua modificadas portuarias	98
Figura 3.1. Esquema metodológico de la caracterización de emisiones contaminantes	100
Figura 4.1.III. Métodos de cálculo de la extensión de la emisión contaminante y del tiempo de renovación de la masa de agua	106
Figura 4.2. Sistema de referencia	108
Figura 5.1. Etapas metodológicas para el análisis de los indicadores de la Calidad Química	113
Figura 6.1.III. Etapas metodológicas para el diseño de las campañas de toma de datos	116
Figura 6.2.III. Etapas metodológicas para el análisis de los indicadores del Estado y del potencial Ecológico	119

Índice de Tablas y Cuadros

CAPÍTULO I. ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Cuadro 4.1.	Tipos de masas de agua no modificadas	29
Cuadro 4.2.	Tipos de masas de agua modificada	30
Tabla 5.1 I.	Indicadores de la Calidad Química	30
Tabla 5.2 I.	Indicadores del Estado o del Potencial Ecológico	31
Tabla 6.1 I.	Clasificación de las emisiones contaminantes	32
Tabla 6.2 I.	Criterios para la valoración del factor de probabilidad	37
Tabla 6.3 I.	Criterios para la valoración del término susceptibilidad de las masas de agua	38
Tabla 6.4 I.	Criterios para la valoración del término accesibilidad de la emisión contaminante	39
Tabla 6.5.	Criterios para la valoración del término eficiencia de los procedimientos operativos	39
Tabla 6.6.	Criterios de valoración de la peligrosidad (Fp) en función de las sustancias presentes	40
Tabla 6.7.	Criterios para la valoración de la peligrosidad de la emisión contaminante	42
Tabla 6.8.	Criterios para la valoración del grado de extensión de la emisión contaminante	42
Tabla 6.9.	Criterios para la valoración de la recuperabilidad de una masa de agua respecto a la emisión contaminante	43
Tabla 6.10.	Criterios para la valoración de la repercusión social de la emisión contaminante	43
Tabla 7.1.	Objetivos de calidad química de la columna de agua para las sustancias prioritarias recogidas en la DMA (CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines. EPA: Environmental Protection Agency," valores límite para toxicidad crónica"). Esta tabla estará sujeta a las revisiones establecidas por el Artículo 16 de la Directiva 2000/60/CE.	49
Tabla 7.2.	Indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
Cuadro 7.1.A.	Índice de calidad del agua para masas de agua no modificadas	54
Cuadro 7.1.B.	Índice de calidad del agua para masas de agua modificadas	55
Cuadro 7.2.A.	Índice de calidad química de los sedimentos de masas de agua no modificadas	56
Cuadro 7.2.B.	Índice de calidad química de los sedimentos de masas de agua modificadas	57
Cuadro 7.3.A.	Índice de contaminación orgánica de los sedimentos de masas de agua no modificada	58
Cuadro 7.3.B.	Índice de contaminación orgánica de los sedimentos de masas de agua modificadas	58
Cuadro 7.4.A.	Índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos en masas de agua no modificadas	59
Cuadro 7.4.B.	Índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos en masas de agua modificadas	59
Tabla 7.4.	Sistemas de valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de una masa de agua	59

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

Tabla 3.1.	Relación de las actividades de diferentes fuentes contaminantes con el tipo de la emisión generada	102
Tabla 5.1 III.	Sustancias con objetivos de calidad establecidos por normas comunitarias	113
Tabla 5.2 III.	Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y el Standard Methods, o la EPA, para el análisis de la concentración de sustancias prioritarias en agua	114

Tabla 6.1. III.	Síntesis de las condiciones de conservación de las muestras de agua y sedimentos	118
Tabla 6.2. III.	Técnicas analíticas establecidas por Directivas Comunitarias	119
Tabla 6.3. III.	Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y por el Standard Methods para el análisis en el agua de los indicadores del Estado y Potencial Ecológico	119
Tabla 6.4. III.	Técnicas analíticas establecidas por las normas UNE y por el Standard Methods para el análisis del agua y en sus sedimentos de los indicadores del Estado y Potencial Ecológico. (PCB: Policlorobifenilos. HPA: Hidrocarburos Aromáticos Plicíclicos)	120

Capítulo I
Articulado
y Especificaciones
Técnicas



Índice Capítulo I

CAPÍTULO I. ARTICULADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1. Efectos de la aprobación de la Directiva Marco del Agua en los puertos	21
1.2. Objetivos de esta Recomendación	22
2. ESQUEMA CONCEPTUAL PARA LA APLICACIÓN DE LA ROM 5.1	23
3. ÁMBITO DE APLICACIÓN	26
4. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y DE TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA	26
4.1. Delimitación de Usos en el medio acuático	26
4.2. Tipificación de Masas de Agua	28
4.2.1. Establecimiento de categorías	28
4.2.2. Asignación de tipos a las Masas de Agua	28
4.2.2.1. Tipos de Masas de Agua no modificadas	29
4.2.2.2. Tipos de Masas de Agua modificadas	29
5. INDICADORES DE CALIDAD DE LAS AGUAS PORTUARIAS	30
5.1. Indicadores de la Calidad Química	30
5.2. Indicadores del Estado o Potencial Ecológico	31
6. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	31
6.1. Identificación de Emisiones Contaminantes	31
6.1.1. Localización de las emisiones	34
6.1.2. Caracterización de las emisiones portuarias	34
6.1.2.1. Caracterización de las emisiones puntuales	35
6.1.2.2. Caracterización de emisiones difusas	35
6.2. Estimación del Riesgo Ambiental	36
6.2.1. Estimación del factor de probabilidad correspondiente al riesgo de una emisión contaminante (P_j)	36
6.2.2. Estimación del factor de vulnerabilidad de las masas de agua frente a una emisión contaminante (V_j)	37
6.2.2.1. Susceptibilidad de las masas de agua (F_s)	38
6.2.2.2. Accesibilidad de la emisión contaminante (F_a)	39
6.2.2.3. Eficiencia de los procedimientos operativos (F_e)	39
6.2.3. Estimación del factor de magnitud de las consecuencias producidas por una emisión contaminante (C_j)	40
6.2.3.1. Peligrosidad de la emisión contaminante (F_p)	41
6.2.3.2. Grado de extensión de la emisión contaminante (F_g)	42
6.2.3.3. Recuperabilidad de la masa de agua respecto de la emisión contaminante (F_r)	43
6.2.3.4. Repercusión social de la emisión contaminante (F_c)	43
6.3. Valoración del Riesgo asociado a una Emisión Contaminante	43
6.4. Propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras	44
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	46
7.1. Plan de Vigilancia Sistemática	47

7.1.1. Análisis de la Calidad Química de las Masas de Agua	48
7.1.1.1. Selección de los indicadores de Calidad Química	48
7.1.1.2. Medida de los indicadores de Calidad Química	48
7.1.1.3. Valoración de la Calidad Química de las Masas de Agua	48
7.1.2. Análisis del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de las Masas de Agua	50
7.1.2.1. Selección de indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
7.1.2.2. Medida de los indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	50
7.1.2.3. Valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	51
7.1.2.3.1. Cálculo de la calidad de la columna de agua (I_{AG})	52
7.1.2.3.2. Cálculo de la calidad de los fondos blandos (I_{SED})	52
7.1.2.3.3. Cálculo de la calidad de los fondos duros (I_{FR})	53
7.1.2.3.4. Método de valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico	53
7.1.3. Análisis de las zonas protegidas	60
7.2. Plan de Seguimiento en continuo	60
7.3. Plan de Inspección Visual	60
7.4. Actuaciones derivadas del Programa de Vigilancia Ambiental	60
8. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES	60
9. REFERENCIAS	63
9.1. Referencias bibliográficas	63
9.2. Normativa de referencia	69

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, distintas Administraciones y Organismos tanto del ámbito nacional como internacional han optado por promover políticas de protección ambiental con el objeto de establecer una estrategia común de desarrollo sostenible. La protección de los ecosistemas acuáticos no ha sido una excepción a estas tendencias.

Estas políticas están dando lugar a la existencia de un conjunto legislativo y normativo emergente, ingente y de enorme complejidad de seguimiento y correlación, que en muchos casos resulta de aplicación a las aguas litorales marinas en general y, por tanto, también a las aguas portuarias. Tanto normas internacionales, como europeas, estatales y autonómicas tienen incidencia en esta materia coexistiendo aquéllas que, regulan aspectos generales de política ambiental con otras que, regulan específicamente las aguas marinas y los requerimientos de calidad de las mismas. Sin olvidar las que inciden indirectamente como son, entre otras, las que regulan los puertos y sus actividades, las relativas a la tutela de espacios naturales de especial protección, a las costas o al desarrollo de las actividades pesqueras.

Simultáneamente y no ajenos a estas tendencias, 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.

En este escenario, es de destacar la reciente aprobación de la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de Octubre de 2000, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, ya que, supone un acto jurídico que marca el desarrollo de la normativa para la protección de los ecosistemas acuáticos europeos, tanto continentales como costeros y de transición, y que, por tanto, tiene efectos directos en las aguas portuarias. Los efectos de dicha Directiva, cuya trasposición al ordenamiento jurídico español se ha producido a través de la Ley 62/2003 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, van a traducirse en nuevos 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.

I.1. Efectos de la aprobación de la Directiva Marco del Agua en los puertos

Los puertos están claramente incluidos dentro del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua al encontrarse las aguas marítimas costeras y de transición dentro de sus objetivos de protección, sin perjuicio de su calificación jurídica, de los distintos ámbitos competenciales y de la legislación específica que les sea de aplicación.

A estos efectos, los puertos quedan completamente incorporados al ámbito espacial denominado “Demarcación Hidrográfica”, figura establecida como unidad básica de gestión de los sistemas acuáticos para lo cual se ha creado el denominado Consejo del Agua o Comité de Autoridades. A este órgano de cooperación entre las distintas administraciones que tienen competencias concurrentes en materias o espacios con relación en la gestión de las aguas de la Demarcación, y del que forman parte las Autoridades Portuarias y las Capitanías Marítimas, 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, con el principal objetivo de garantizar una adecuada coordinación en la aplicación de las normas existentes en este campo.

Con la incorporación de las áreas portuarias al ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua, también en éstas debe establecerse un sistema de calidad de las aguas referencial, homogéneo y estandarizado, a partir del cual se valore lo que se denomina como “calidad química” y “estado ecológico” de las masas de agua, que tome en consideración las repercusiones e impactos de la actividad humana en las masas de agua.

En este sentido, frente a las exigencias generales a las que se encuentran sometidas determinadas masas de agua, la Directiva contempla la posibilidad de que muchas de las aguas portuarias puedan considerarse bajo ciertas circunstancias como “masas de agua modificadas”; calificación que puede suponer el otorgamiento a dichas masas de agua de unas condiciones de excepcionalidad por las cuales sus exigencias ambientales pueden reducirse, aunque manteniendo para las mismas los objetivos de protección y mejora necesarias, para que éstas alcancen un buen potencial ecológico y una buena calidad química.

1.2. Objetivos de esta Recomendación

El vector “calidad de las aguas” en las zonas portuarias es un vector con competencias compartidas entre las diferentes administraciones ambientales tanto a nivel local, como autonómico y estatal, y las propias Autoridades Portuarias únicamente en su papel regulador de la actividad que se desarrolla en la Zona de Servicio del puerto.

Las administraciones portuarias tienen actualmente responsabilidades en relación con la gestión de la calidad de las aguas portuarias que se circunscriben a la:

- ◆ Evaluación de los efectos de inversiones en infraestructuras y, en su caso, de los planes directores portuarios para la realización de la preceptiva declaración ambiental.
- ◆ Exigencia a las actividades concesionales y a los servicios y operaciones portuarios del cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a través de su inclusión en los marcos reguladores de las citadas actividades: reglamento y ordenanzas de servicio y policía, pliegos reguladores y contratos concesionales.
- ◆ Limpieza de la lámina de agua.
- ◆ Colaboración con las administraciones competentes en la prevención y control de las emergencias por contaminación accidental en la Zona de Servicio de los puertos.

Ante este escenario de competencias concurrentes, acentuado por la completa inclusión de las aguas portuarias en el ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua, en el que diversas administraciones tienen competencias tanto en la regulación como en la gestión y control de la calidad de las aguas portuarias, es imprescindible no sólo disponer de instrumentos de coordinación interadministrativa como el Consejo del Agua o el Comité de Autoridades Competentes en cada Demarcación Hidrográfica, sino también de herramientas técnicas y metodológicas objetivas. Estas herramientas, acordadas conjuntamente entre dichas administraciones competentes, deberán permitir abordar con criterios comunes de una forma fácil y completa la gestión integral de la calidad de las aguas portuarias en concordancia con los principios subyacentes en la Directiva Marco del Agua y con toda la regulación internacional, nacional, autonómica y local actualmente existente, independientemente de las competencias asignadas a cada Administración. Sin estas herramientas será imposible la gestión ambiental integral de las aguas portuarias.

Por estas razones y con el objetivo e interés propio de profundizar eficazmente en el desarrollo sostenible de las áreas portuarias en lo que afecta a la protección y mejora de su medio acuático, Puertos del Estado ha considerado conveniente desarrollar, dentro de su Programa de Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM) y bajo la denominación de “ROM 5.1. Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias”, una primera herramienta metodológica y técnica para la gestión integral de las masas de agua portuarias, con incidencia directa tanto para el diseño, evaluación y seguimiento ambiental de las obras de infraestructura como de las actividades y operaciones portuarias, sin la cual es muy difícil abordar estos aspectos.

Dicho objetivo general puede desglosarse en los siguientes objetivos específicos:

- ◆ Establecimiento de métodos y procedimientos para la delimitación de usos y tipificación de las masas de agua portuarias.

- ◆ Establecimiento del sistema de indicadores de calidad de las aguas portuarias.
- ◆ Establecimiento del programa de evaluación de riesgos ambientales en las masas de agua portuarias.
- ◆ Establecimiento del programa de medidas preventivas y correctoras.
- ◆ Establecimiento de una sistemática de medición, seguimiento y vigilancia ambiental de la calidad de las aguas.
- ◆ Establecimiento de las mejores prácticas para la gestión ambiental de las aguas portuarias.

Por tanto, esta Recomendación representa, exclusivamente, una primera propuesta de un sistema metodológico para abordar una gestión ambiental integral de las aguas portuarias, y no establece nuevas responsabilidades mas allá de las legalmente vigentes ni obligación de ejecución de ninguno de sus programas, siendo su finalidad, en primer lugar, ayudar a las administraciones portuarias a objetivar la gestión ambiental de las áreas portuarias y, en segundo lugar, a que se pueda disponer en un futuro de un marco de referencia técnico común acordado entre todas las administraciones con competencias concurrentes en la gestión de la calidad de las aguas portuarias.

Ahora corresponde su discusión y posterior perfeccionamiento y desarrollo a través de su contraste con los criterios de las citadas Administraciones y con toda la comunidad científico-técnica con intereses y conocimientos en este campo, como mecanismo para alcanzar los objetivos perseguidos.

2. ESQUEMA CONCEPTUAL PARA LA APLICACIÓN DE LA ROM 5.1

Dada la diversidad de aspectos tratados, esta Recomendación, se inicia con el objetivo de facilitar su futura aplicación, intentando aportar una visión global de los conceptos básicos que la constituyen y de los diferentes procedimientos y relaciones que forman parte de la misma, tal como se indica en la Figura 2.1.I. La secuencia del desarrollo de dichas actividades depende de cada situación específica según se trate de:

- ◆ La aplicación inicial de la ROM en instalaciones portuarias existentes.
- ◆ El diseño y proyecto de nuevas obras, instalaciones y actividades, en puertos existentes.
- ◆ El diseño y proyecto de nuevos puertos.

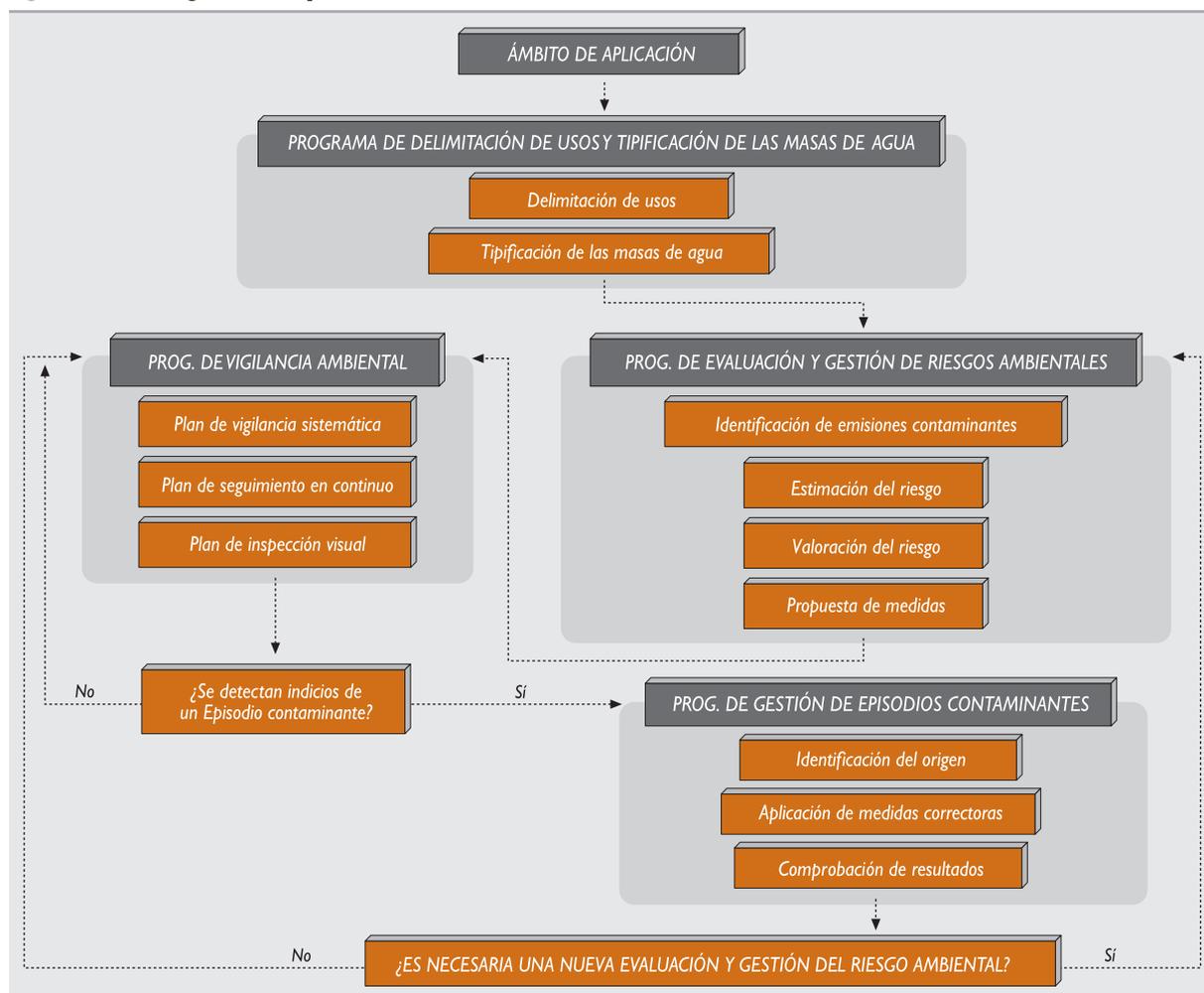
De acuerdo con el citado diagrama, la aplicación de esta ROM 5.1. se estructura en cuatro grandes líneas de trabajo: el Programa de Delimitación de Usos y Tipificación de las masas de agua, el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales, el Programa de Vigilancia Ambiental y el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes.

El desarrollo pormenorizado de los procedimientos concretos referentes a cada uno de ellos constituye el cuerpo central del Articulado de esta Recomendación.

Lógicamente, la realización de todas estas tareas debe fundamentarse en una exhaustiva recopilación de la información existente sobre el medio natural, económico y social, con el fin de optimizar los recursos requeridos en la aplicación de esta ROM. En este sentido debe señalarse que aunque el principal fundamento para la aplicación de este esquema metodológico radique en la información existente, normalmente será necesario el desarrollo de campañas y otros trabajos (modelado, etc) para la obtención de información complementaria.

Los aspectos básicos en los que se estructuran dichas áreas de trabajo, así como el proceso general establecido para su aplicación, se introducen en los siguientes subapartados. (Figura 2.1.I)

Figura 2.1.1. Diagrama de aplicación de la ROM 5.1



A. Programa de Delimitación de Usos y Tipificación de las Masas de Agua

La gestión de la calidad de las aguas de un determinado entorno portuario requiere el establecimiento de métodos y procedimientos para la delimitación y tipificación de las diferentes masas de agua que lo conforman. En lo que a la aplicación de esta ROM se refiere este programa se basará en las siguientes tareas:

- ◆ Zonificación de usos del medio acuático.
- ◆ Establecimiento de categorías de las masas de agua.
- ◆ Asignación de tipos a las masas de agua.

Este Programa de actividades se llevará a cabo en el momento de la implementación de esta Recomendación y en el caso de que se produzcan cambios en los usos o cambios estructurales.

B. Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales

La calidad de las aguas en la Zona de Servicio Portuario vendrá condicionada por el conjunto de interacciones de las actividades, propias y ajenas a las Autoridades Portuarias, que confluyen en dicho espacio. Por ello, un

objetivo importante de esta ROM se orienta al establecimiento de procedimientos que permitan evaluar los riesgos ambientales asociados a las diferentes emisiones contaminantes con afección en la Zona de Servicio Portuario.

La Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales representa un instrumento preventivo que se aplica con el objeto de introducir medidas dirigidas a minimizar las repercusiones ambientales de las citadas emisiones contaminantes. Para ello se establece el siguiente procedimiento:

- ◆ Identificación de emisiones contaminantes.
- ◆ Estimación del riesgo ambiental de cada emisión contaminante.
- ◆ Valoración del riesgo ambiental asociado a cada emisión contaminante.
- ◆ Propuesta de medidas preventivas y correctoras.

Este Programa de actividades se desarrollará siempre tras la aplicación del Programa de Delimitación y Tipificación (bien tras su aplicación inicial o cuando los usos o las masas de agua experimenten alguna variación), así como cuando se produzcan cambios en el número, tipo o características de las emisiones contaminantes.

C. Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental es la herramienta mediante la cual se conoce la evolución en el tiempo de la calidad química y del estado ecológico (o del potencial ecológico, en su caso) de las diferentes masas de agua. Su aplicación permitirá poner en evidencia las reducciones de la calidad de las masas de agua, los fallos y carencias del Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos y activará el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes.

El desarrollo de este Programa incluye los siguientes planes:

- ◆ Plan de Vigilancia Sistemática.
- ◆ Plan de Seguimiento en Continuo.
- ◆ Plan de Inspección Visual.

Este Programa de actividades se iniciará una vez desarrollados los programas anteriores y se mantendrá activo de manera continua en el tiempo.

D. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes

El Programa de Gestión de Episodios Contaminantes representa el procedimiento conducente a paliar los déficits de calidad detectados en las masas de agua por el Programa de Vigilancia Ambiental. Su desarrollo se basa en los siguientes pasos operacionales:

- ◆ Identificación del origen.
- ◆ Aplicación de medidas correctoras.
- ◆ Comprobación de los resultados.

El objetivo de este Programa será reducir los efectos adversos de los episodios contaminantes mediante la aplicación de medidas correctoras.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Como ya se ha indicado, el ámbito de aplicación de la ROM 5.1. se corresponde con la **Zona de Servicio Portuario** legalmente establecida para cada Autoridad Portuaria.

La Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de Régimen Económico y de Prestación de Servicios de los Puertos de Interés General, define como Zona de Servicio Portuario 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”. En este sentido, tienen consideración de usos portuarios “los usos comerciales (...), los pesqueros, los náutico-deportivos y los usos complementarios o auxiliares a los anteriores, incluidos los relativos a actividades logísticas y de almacenamiento y los que correspondan a empresas industriales o comerciales (...)”. Asimismo, tienen consideración de usos no portuarios los equipamientos culturales y los recreativos.

Dentro del espacio acuático comprendido en la Zona de Servicio Portuario, la citada Ley distingue las siguientes áreas:

- ◆ ZONA I: Constituida por las aguas interiores portuarias abrigadas naturalmente o artificialmente, de la que forman parte las dársenas destinadas a operaciones portuarias de carga, descarga y trasbordo de mercancías, embarque y desembarque de pasajeros, construcción y reparación de buques, así como las áreas necesarias para las maniobras de atraque y reviro y los espacios de agua incluidos en los diques de abrigo.
- ◆ ZONA II: Superficie que comprende el resto de las aguas portuarias y cuyo uso principal es el fondeo y el acceso marítimo.

No obstante las competencias sobre el ámbito de aplicación definido, se recomienda la colaboración con otras administraciones competentes para una mejor caracterización del medio natural en las zonas marinas colindantes con las áreas portuarias. Por ello, el conocimiento de las características ambientales de la franja exterior, ajena a la responsabilidad y jurisdicción portuaria, puede constituir un soporte de inestimable valor a la gestión de la calidad del agua en el entorno portuario.

4. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y DE TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA

El Programa de Delimitación de usos y de Tipificación de las masas de agua es el instrumento de ordenación del medio acuático de la Zona de Servicio Portuario. Estas masas de agua constituirán las unidades básicas para la gestión de su calidad.

Este Programa de actividades se desarrollará en el momento de la implementación de esta ROM y siempre que se introduzcan cambios en la configuración del medio acuático de la Zona de Servicio Portuario (ampliación de instalaciones portuarias, desafección o afección de zonas, variación de los usos del medio acuático, etc.).

En términos generales, su aplicación se adecúa al esquema metodológico que se muestra en la Figura 4.1.I.

4.1. Delimitación de Usos en el medio acuático

Dado que los límites de las diferentes masas de agua dentro de la Zona de Servicio Portuario se basarán en los usos y actividades del medio acuático reconocidos en la misma, deberá llevarse a cabo una delimitación de usos y actividades de dicho medio a partir de las características del entorno físico, económico y cultural en el que se integra el puerto.

Figura 4.1.I. Actividades incluidas en el Programa de Delimitación de Usos y de Tipificación de las masas de agua

A estos efectos, para el desarrollo de esta zonificación de usos y actividades del medio acuático deberá integrarse toda la base normativa existente, la referente a las actividades socioeconómicas del área portuaria, y aquella que permita un conocimiento pormenorizado de su patrimonio natural y cultural. En principio, se considerarán dos clases de usos genéricos, los portuarios y los no portuarios.

A. Actividades y Usos portuarios

- ◆ Usos portuarios de acuerdo con los contenidos del Título IV de la Ley 48/2003 de Régimen económico y de prestación de servicios en los puertos de interés general, sean comerciales (servicios portuarios básicos), pesqueros, náutico deportivos y auxiliares a los anteriores.

B. Actividades y Usos no portuarios

- ◆ Existencia de zonas protegidas en el contexto de la DMA, entre las que cabe indicar:
 - Zonas designadas para la protección de especies acuáticas significativas desde un punto de vista económico (zonas de producción de moluscos y otros invertebrados y zonas destinadas a la producción pesquera y acuicultura) en el marco de la Ley 3/2001 de Pesca Marítima del Estado, de la Ley 23/84 de cultivos marinos y de la Orden del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 1029/2003.
 - Zonas de uso recreativo, incluidas las zonas declaradas aguas de baño en el marco de la Directiva 76/160/CEE.
 - Zonas susceptibles de desarrollar problemas de eutrofización, incluidas las zonas declaradas como zonas sensibles de acuerdo con la Directiva 91/271 y superficies de agua asociadas a las zonas declaradas vulnerables, en virtud de la Directiva 91/676/CEE.
 - Zonas designadas para la protección de hábitats o especies, cuando el mantenimiento o la mejora del estado de las aguas constituya un factor importante de su protección, incluidos los puntos de la red Natura 2000 designados en el marco de la Directiva 79/409/CEE.
- ◆ Otras zonas no protegidas en el contexto de la DMA.

4.2. Tipificación de Masas de Agua

La tipificación de las masas de agua representa el proceso mediante el cual el medio acuático de la Zona de Servicio Portuario, previamente zonificado en función de sus usos y actividades, es clasificado en diferentes tipos homogéneos con el objeto de poder valorar su calidad. Este proceso de tipificación consta de dos pasos diferenciados: establecimiento de categorías y asignación de tipos. Mediante el primero a cada masa de agua definida se le asigna una categoría (modificada o no modificada) en función del grado de alteración hidromorfológica o física que haya experimentado. El segundo paso constituye la fragmentación de cada una de estas categorías en diferentes tipos, que permitan contemplar las peculiaridades y variabilidad del medio acuático.

Este proceso de tipificación de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario se ajusta a los pasos indicados en la Figura 4.1.I. Debe señalarse que dentro del concepto de *masa de agua* se incluirá tanto la columna de agua como los fondos.

4.2.1. Establecimiento de categorías

El establecimiento de las categorías de las aguas portuarias permite hacer un primer reconocimiento de tres masas de agua. Adoptando el sistema de clasificación de las masas de agua propuesto por la DMA, se contemplarán las siguientes categorías:

◆ Masas de Agua no modificadas o naturales.

Que incluyen las aguas de transición y las aguas costeras definidas como:

- **Aguas de transición.** “Masas de agua superficial próximas a la desembocadura de los ríos que son parcialmente salinas como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciben una notable influencia de flujos de agua dulce”.
- **Aguas costeras.** “Las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición”.

◆ Masas de Agua modificadas

Una masa de agua superficial de la Zona de Servicio Portuario se calificará como modificada cuando los cambios de las características hidromorfológicas que sean necesarios introducir para alcanzar su buen estado ecológico, impliquen considerables repercusiones negativas para la actividad y el tráfico portuarios (definidos en la Ley 27/92 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante). Asimismo, podrá suponerse modificada cuando los beneficios derivados de considerarse como tal para la consecución de las actividades previstas no puedan alcanzarse (debido a imposibilidades técnicas o a costes desproporcionados) por otros medios que constituyan una opción ambiental significativamente mejor.

A efectos de la ROM 5.1, en principio, todas las aguas de la Zona de Servicio Portuario confinadas, por ejemplo en dársenas, se considerarán como masas de agua modificadas. Además, todas aquéllas en las que tras la aplicación de estudios específicos se demuestre que han experimentado o experimentarán un cambio sustancial en sus condiciones físicas o hidromorfológicas se calificarán, asimismo, como masas de agua modificadas. (Bloque III. Método I).

4.2.2. Asignación de tipos a las Masas de Agua

De acuerdo con las singularidades del medio acuático se hace necesario fragmentar las categorías de masas de agua y asignar a cada una de éstas un tipo, en función de sus características. Esta asignación se hace de manera diferenciada según se trate de aguas no modificadas o modificadas, tal y como se indica a continuación.

4.2.2.1. Tipos de Masas de Agua no modificadas

En función de las características del sustrato (descriptor físico) y de las categorías se han definido cuatro tipos diferentes de masas de agua no modificadas, tal como se indica en el Cuadro 4.1.

Para cada una de las dos categorías definidas para las masas de agua no modificadas (transición y costeras) se establecen dos clases de fondos, con el siguiente criterio: fondo duro (con más del 50% de la superficie rocosa) y fondo blando (con más del 50% de la superficie sedimentaria).

Cuadro 4.1. Tipos de masas de agua no modificadas

Categorías:
Aguas de transición.
Aguas costeras.

Clase de fondo:
Fondo duro: > 50% de superficie rocosa.
Fondo blando: ≤ 50% de superficie rocosa.

Como resultado de la aplicación conjunta de ambas clasificaciones se obtienen cuatro tipos de masas de agua no modificadas:

Categorías	Clases de Fondo	
	Duro (rocoso)	Blando (sedimentario)
Aguas de Transición	N1	N2
Aguas Costeras	N3	N4

4.2.2.2. Tipos de Masas de Agua modificadas

En función del tiempo de renovación de las masas de agua (descriptor hidromorfológico) y de las características del sustrato (descriptor físico) se han definido cuatro tipos diferentes de masas de agua modificadas, tal y como se indica en el Cuadro 4.2.

El tiempo de renovación de una masa de agua se define como el tiempo necesario para que un trazador conservativo uniformemente distribuido reduzca su concentración media en todo el volumen de la misma en un 90%. Dicho valor deberá evaluarse mediante modelado numérico teniendo en cuenta los valores medios de los agentes dispersivos más significativos (Bloque III: Método 3).

Con el fin de normalizar las condiciones de evaluación del tiempo de renovación se utilizarán las siguientes condiciones de modelado hidrodinámico:

- ◆ Marea: Estimar los dos armónicos principales de marea iniciando la simulación en cuadratura de fase.
- ◆ Viento: Régimen medio anual.
- ◆ Afluentes: Caudal medio anual.

Una vez tipificadas las diferentes masas de agua de la Zona de Servicio Portuario, las correspondientes a un mismo tipo de masa de agua, podrán agruparse y constituir una única masa de agua, siempre que sean limítrofes.

Cuadro 4.2. Tipos de masas de agua modificada**Tiempo de renovación:**

Renovación Baja: > 7 días.

Renovación Aceptable: ≤ 7 días.

Clase de fondo:

Criterio: La integración de la clase de fondo se realizará utilizando los niveles y rangos especificados para las masas de agua no modificadas (Cuadro 4.1.).

Como resultado de la aplicación conjunta de ambos descriptores se obtienen 4 tipos de masas de agua modificadas:

Categorías	Clases de Fondo	
	Duro (rocoso)	Blando (sedimentario)
Renovación baja	M1	M2
Renovación aceptable	M3	M4

5. INDICADORES DE CALIDAD DE LAS AGUAS PORTUARIAS

El análisis de la Calidad Química y del Estado Ecológico de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario requiere la selección de indicadores biológicos, físicos y químicos cuyo estado o variación permita conocer la existencia de efectos sobre el medio.

Para una mejor comprensión de algunas de las indicaciones técnicas contenidas en el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales y en el de Vigilancia Ambiental (Apartados 6 y 7), a continuación se proporcionan los indicadores de Calidad Química y del Estado o del Potencial Ecológico. Los primeros proceden de la normativa vigente, los segundos se han adoptado a partir de la información científica existente.

5.1. Indicadores de la Calidad Química

Los indicadores de la Calidad Química (Tabla 5.1.I) de cada una de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario serán aquellas sustancias prioritarias (Anejo X de la DMA) que puedan presentarse en el ámbito de aplicación de la ROM 5.1. Los objetivos de calidad de cada una de estas sustancias prioritarias se recogen en la Tabla 7.1.

Tabla 5.1.I. Indicadores de la Calidad Química

Sustancias Prioritarias
METALES PESADOS: Cadmio, Plomo, Mercurio y Níquel
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS: Antraceno, Fluoranteno, Naftaleno, Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(k)fluoranteno e Indeno(1,2,3-cd)pireno
FENOLES: Nonilfenoles (4-(para)-nonilfenol), Octilfenoles (para-ter-octilfenoles) y Pentaclorofenol
COMPUESTOS ORGÁNICOS CLORADOS: Alacloro, Atrazina, C10-13 Cloroalcanos, Clorofeninfos, Cloropirifos, 1,2-dicloroetano, Diclorometano, Endosulfán (alfa-endosulfán), Hexaclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Hexaclorociclohexano (lindano), Diurón, Pentaclorobenceno, Triclorobencenos (1,2,4-triclorobenceno) y Triclorometano (cloroformo)
OTROS: Trifluralina, Benceno, Difenileteres bromados, Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP), Isoproturón, Simazina y Compuestos del tributiltín (tributiltín catión)

5.2. Indicadores del Estado o Potencial Ecológico

Para el análisis del Estado o del Potencial Ecológico de una masa de agua se tendrá en cuenta el medio pelágico y el medio bentónico mediante la utilización de los indicadores que se refieren en la Tabla 5.2.I. La integración de éstos en los índices de calidad, así como los sistemas de valoración de los mismos, se recogen en el Apartado 7.1.2.3.

Tabla 5.2.I. Indicadores del Estado o del Potencial Ecológico

Indicadores
MEDIO PELÁGICO: Saturación de oxígeno (%); Turbidez; Hidrocarburos totales; Detergentes y Clorofila "a"
MEDIO BENTÓNICO: Carbono Orgánico Total (COT); Nitrógeno Kjeldahl (NTK); Fósforo total (P); Metales pesados: Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, As, Cr; PCB; HAP y Comunidades características de fondos rocosos

6. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

El Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales es el procedimiento que permite conocer la incidencia que tiene cada una de las emisiones contaminantes, originadas tanto por la actividad ordinaria como por accidentes, en la calidad de las aguas portuarias. Para ello, se evalúa el riesgo de cada una de las emisiones a partir de la probabilidad de ocurrencia de la misma, de las consecuencias que se derivarían de su materialización y de la vulnerabilidad de las masas de agua potencialmente afectadas. En función de su tolerabilidad se gestionan, si ha lugar, las posibles medidas preventivas y correctoras para tratar de reducirlo hasta valores que puedan ser admisibles.

Adicionalmente, este Programa proporciona la información necesaria para optimizar el diseño del Programa de Vigilancia Ambiental.

Tal como se ha indicado, este Programa siempre se llevará a cabo tras la aplicación del Programa de Delimitación y Tipificación de las masas de agua. Una vez realizada la evaluación inicial de los riesgos ambientales, sólo deberán realizarse nuevas evaluaciones cuando:

- ◆ Se produzcan o se vayan a producir alteraciones en la Delimitación de los usos y Tipificación de las masas de aguas portuarias (modificación de las infraestructuras e instalaciones portuarias, afección o desafección de zonas, ampliación de dársenas, etc.).
- ◆ Existan cambios en el número, tipo o características de las emisiones contaminantes debido (implantación de nuevas actividades, nuevos tráficós portuarios, construcción de nuevas terminales, modificación de usos, cambios de las condiciones de explotación en distintos espacios portuarios, etc.).
- ◆ Se apruebe nueva legislación ambiental relacionada con los contenidos de este Programa.

La metodología para llevar a cabo este Programa se ajusta al diagrama de la Figura 6.1.I.

6.1. Identificación de Emisiones Contaminantes

El objetivo de esta fase es la localización y caracterización de las emisiones contaminantes producidas por la actividad ordinaria o por accidentes. A estos efectos, 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. En función de la forma en que la emisión contaminante se introduce al medio acuático, ésta se clasificará como puntual o difusa (Tabla 6.1.I).

Figura 6.1.I. Proceso del Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales

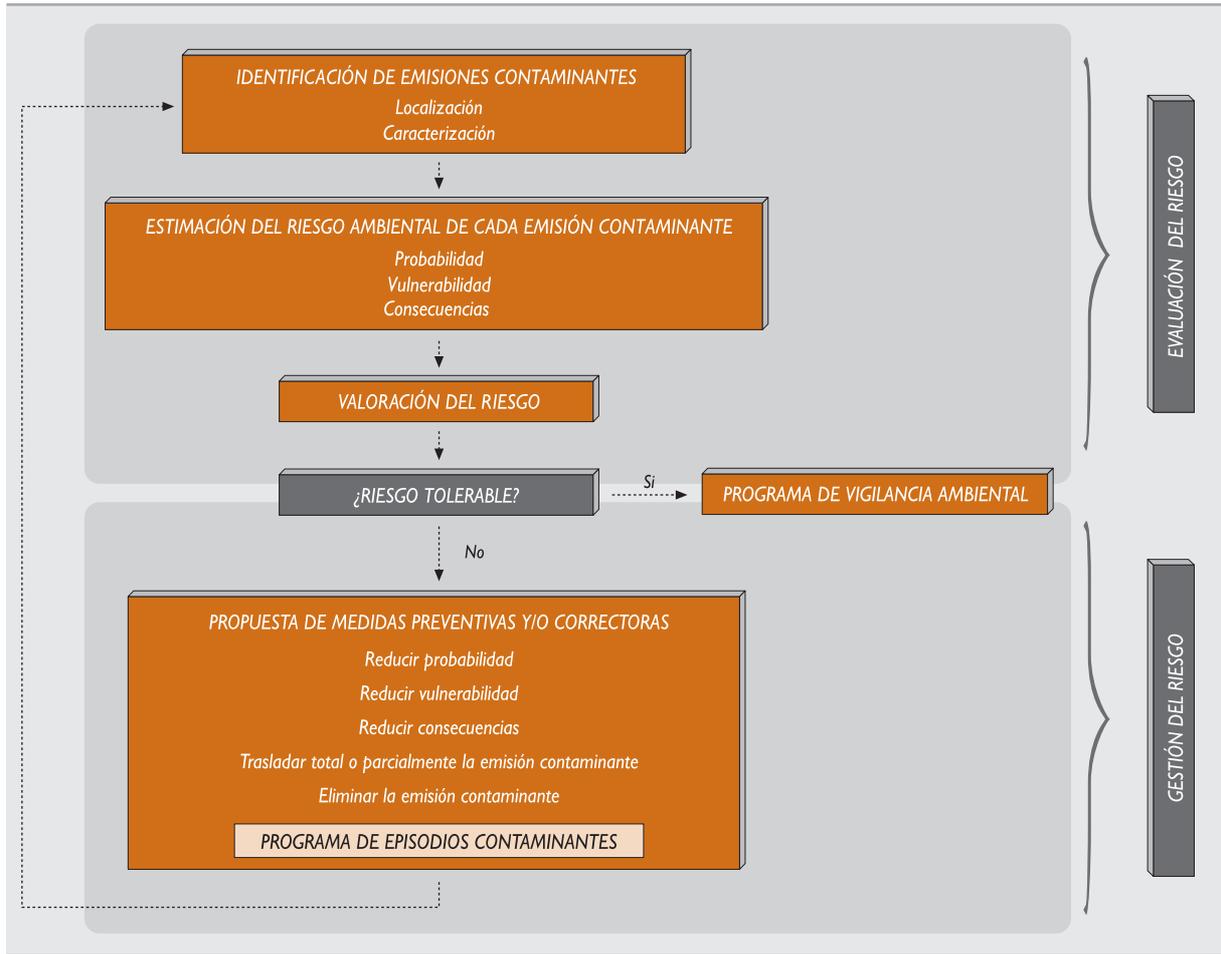


Tabla 6.1.I. Clasificación de las emisiones contaminantes

Tipo	Definición
PUNTUAL	Emisión canalizada de sustancias contaminantes por puntos fijos y predefinidos (escorrentías canalizadas, alivios de tormenta, ...)
DIFUSA	Emisión no canalizada de sustancias contaminantes (filtraciones, gragados, ...)

Dentro de la Zona de Servicio Portuario puede existir un amplio espectro de tipos de emisiones puntuales fácilmente identificables (industriales, urbanas, alivios de tormenta, etc.). Sin embargo, para la identificación de emisiones contaminantes difusas que potencialmente puedan afectar a dichas masas de agua se requieren métodos sistemáticos como la matriz indicada en la Figura 6.2.I que permitirá a cada puerto establecer las situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes difusas.

Como puede observarse, en la matriz indicada se relacionan distintos tipos de emisiones contaminantes difusas con infraestructuras y equipamientos susceptibles de ser fuente de las mismas.

Dado el objeto de esta Recomendación, la identificación de emisiones contaminantes generadas en la Zona I de la Zona de Servicio Portuario representa una de las tareas básicas de este apartado. No obstante, se considera fundamental el conocimiento exhaustivo de todas las emisiones que, con independencia de su origen, se efectúen dentro de la Zona de Servicio Portuario. Asimismo, se considera recomendable un conocimiento general de todos aquellos vertidos emitidos en zonas exteriores del puerto que puedan afectar a la Zona de Servicio Portuario.

Figura 6.2.1. Matriz de situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes difusas

Identificación de infraestructuras, equipamientos y usos susceptibles de ser fuente de emisiones contaminantes	Situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes									
	Escorrentías en cuenca	Escorrentías en zonas de servicio	Derrames y vertidos intencionado o no controlado	Fugas y derrames	Filtraciones	Accidentes y roturas	Resuspensión o dispersión de sedimentos	Pérdidas de manipulación	Dragados	Rotura de maquinaria
RECEPCIÓN Y GESTIÓN DE DESECHOS GENERADOS POR LOS BUQUES Y RESIDUOS DE LA CARGA										
Operaciones de recogida y transporte de desechos y residuos										
Almacenamiento o tratamiento										
INTERFASE BUQUE-PUERTO										
Transporte marítimo										
Buques abandonados										
Servicios al buque: atraque y amarre										
Instalaciones fijas o flotantes de suministro de combustible a buques										
Equipos e instalaciones de manipulación y transporte de mercancías										
Operaciones de carga y descarga										
Residuos de la carga en muelles y zonas de maniobra										
Manipulación de mercancías peligrosas o contaminantes: hidrocarburos, productos químicos y petroquímicos,										
TERMINALES DE MERCANCÍAS										
Sistemas de almacenamiento y distribución a cielo abierto										
Sistemas de almacenamiento y distribución cubierto: tinglados, tanques y silos										
Conducciones, cintas y racks de transporte de mercancías										
Residuos de la mercancía										
Aparcamientos y tráfico terrestre										
TERMINALES DE PASAJEROS										
Aparcamiento y tráfico terrestre										
INSTALACIONES PESQUERAS										
Residuos orgánicos de actividad pesquera										
ACTIVIDADES URBANAS										
Almacenamiento de residuos urbanos										
Construcción y demoliciones										
ACTIVIDADES INDUSTRIALES										
Almacenamiento de residuos industriales										
Almacenamiento de materias primas y productos industriales										
Superficies o sedimentos contaminados										
ACTIVIDADES AGROPECUARIAS										
Almacenamiento de residuos agrícolas y ganaderos										
Tratamientos con fertilizantes y/o pesticidas										
ACTIVIDADES MARÍTIMAS										
Transporte marítimo										
Limpieza de sentinas y aguas de lastre										
Basuras y residuos procedentes de buques										
Residuos de acuicultura y actividad marisquera										
Actividad extractiva										

6.1.1. Localización de las emisiones

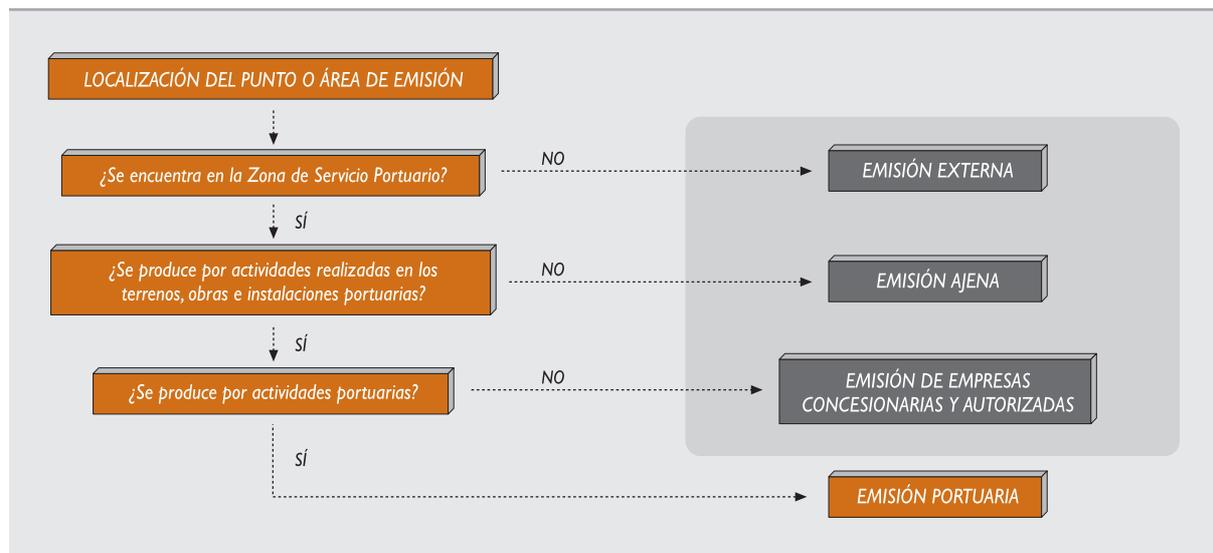
El objetivo de esta actuación será llevar a cabo el inventario y la clasificación de las emisiones que puedan afectar a la calidad de las masas de agua portuarias.

En el caso de las emisiones puntuales permitidas, con puntos de emisión situados dentro o fuera de la Zona de Servicio del puerto, se dispondrá de toda la información contenida en las correspondientes autorizaciones de vertido, en las que se exige la localización exacta del punto donde se produce la evacuación, inyección o depósito de las aguas o productos residuales (R. D. 606/2003). A tal objeto, se deberá tener en cuenta que las competencias sobre las autorizaciones de vertidos al mar dependen, de acuerdo con el Artículo 57 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, de la Administración Autónoma competente. Por otra parte, con el objeto de que el reconocimiento sea completo, se procederá a la detección de posibles puntos de emisión incontrolados.

En el caso de las emisiones difusas, mediante el uso de matrices como la de la Figura 6.2.I, se localizarán las áreas desde las que se producen o pueden producirse las emisiones susceptibles de afectar a la calidad de las masas de agua en la Zona de Servicio Portuario.

Localizada cada emisión, se procederá a su clasificación, en función de la situación del punto o área de emisión y de su origen, tal y como se esquematiza en la Figura 6.3.

Figura 6.3. Clasificación de las emisiones contaminantes



6.1.2. Caracterización de las emisiones portuarias

El objetivo de la caracterización de las emisiones es el conocimiento de las sustancias contaminantes contenidas en las mismas, así como los rangos de variación de su concentración y el caudal vertido.

Todas las emisiones portuarias o de empresas concesionarias y autorizadas serán objeto de un estudio detallado debido a que afectan directamente a la calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario.

Asimismo, resulta fundamental caracterizar con el mayor nivel de precisión posible las emisiones ajenas, debido a que se encuentran dentro de la Zona de Servicio.

La consideración de las emisiones externas, tanto puntuales como difusas, dependerá de la incidencia que, debido a las propias condiciones hidrodinámicas del medio, puedan tener para la calidad de las masas de agua en la Zona de Servicio Portuario.

6.1.2.1. Caracterización de las emisiones puntuales

Para una correcta caracterización de este tipo de emisiones será necesario el análisis de las diferentes actividades y procesos que puedan originar sustancias contaminantes que converjan en los puntos de emisión.

Al objeto de considerar qué sustancias de la emisión pueden ser contaminantes se tendrán en cuenta, en principio, las contempladas en las siguientes normativas, a las que se incorporarán las que sucesivamente se vayan publicando:

- ◆ Sustancias prioritarias, de acuerdo a la clasificación establecida en la Decisión 2455/2001/CEE.
- ◆ Sustancias peligrosas prioritarias, de acuerdo a la misma normativa.
- ◆ Otras sustancias peligrosas no incluidas anteriormente, pero sí en el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) publicado mediante la Decisión 2000/479/CE.
- ◆ Sustancias que puedan afectar a la calidad de las zonas protegidas, entre las que se pueden citar los nutrientes, las materias consumidoras de oxígeno, los contaminantes bacteriológicos, etc.

La estimación de la concentración de sustancias contaminantes contenidas en las emisiones, así como sus caudales, puede realizarse mediante los siguientes procedimientos:

- ◆ Obtención de información a partir de diversas fuentes: autorización de vertido, registro EPER, etc.
- ◆ Análisis de los procesos que dan lugar a la emisión, aplicando modelos o estándares de emisión bien contrastados.
- ◆ Campañas específicas de toma de datos.

En el Bloque III: Método 2, se detalla cada uno de los procedimientos señalados anteriormente.

6.1.2.2. Caracterización de emisiones difusas

Entre las actividades portuarias y de empresas concesionarias o autorizadas que pueden producir emisiones difusas contaminantes se encuentran, entre otras, la recepción y gestión de desechos generados por los buques y residuos de la carga, operaciones en la interfase buque-puerto, operaciones en terminales y obras, emisiones causadas por escorrentías, descargas y vertidos intencionados, fugas, derrames, filtraciones, accidentes, roturas y pérdidas (Figura 6.2.I).

Por ello, la caracterización de las emisiones difusas se realizará considerando los mismos tipos de sustancias y criterios establecidos anteriormente para las emisiones puntuales (Apartado 6.1.2.1), completándolos con la lista de las sustancias definidas como mercancías peligrosas de acuerdo con la legislación vigente (R.D. 145/1989 por el que se aprueba el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos).

Las concentraciones de sustancias contaminantes correspondientes a las emisiones difusas originadas por manipulación de mercancías se estimarán a partir de las cantidades totales manejadas de éstas en las diversas actividades identificadas, mediante la aplicación de factores que permitan valorar los porcentajes de pérdidas en función de los métodos, equipos e instalaciones. Para el resto de causas de emisiones difusas (escorrentías, fugas y derrames, filtraciones, accidentes y roturas, resuspensión o dispersión de sedimentos,...) deberá recurrirse a la aplicación de estándares bien contrastados. (Ver Bloque III: Método 2).

6.2. Estimación del Riesgo Ambiental

Una vez identificadas todas las emisiones contaminantes susceptibles de afectar a la calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario, se realizará la estimación del riesgo que presenta cada una de ellas. Para ello, se tendrán en cuenta diferentes escenarios variables entre la situación aceptada o autorizada y la situación accidental de máxima afección.

En el caso de emisiones puntuales la Autorización de Vertido, como documento regulador, lleva implícito el mantenimiento de la calidad de las masas de agua receptoras dentro de unos límites que se considerarán “aceptables”. La estimación del riesgo asociado a dichas emisiones puntuales está relacionado con el incumplimiento de los condicionados de vertido establecidos en la citada Autorización (accidentes, roturas,...).

Por el contrario, la estimación del riesgo correspondiente a las emisiones difusas está asociado directamente con la ocurrencia de una determinada situación o suceso que pueda dar lugar a una emisión contaminante no aceptable. La determinación de éstas deberá establecerse en cada puerto en función de las actividades susceptibles de causar emisiones.

La metodología empleada para la estimación del riesgo ambiental parte de la consideración de la siguiente expresión:

$$R_i = P_i \times V_i \times C_i$$

donde:

- R_i**: Valor del riesgo de la emisión contaminante “i”.
- P_i**: Factor de probabilidad de la emisión contaminante “i”.
- V_i**: Factor de vulnerabilidad de las masas de agua frente a la emisión contaminante “i”.
- C_i**: Factor de magnitud de las consecuencias de la emisión contaminante “i”.

Esta expresión permite, de acuerdo con lo comentado anteriormente, estimar el riesgo de cada una de las emisiones identificadas, como paso previo al análisis de la tolerabilidad del mismo (Apartado 6.3.) y al establecimiento de medidas para su eliminación, corrección o prevención (Apartado 6.4).

Dado que toda estimación de riesgo tiene una importante incertidumbre asociada a distintos factores (limitación del conocimiento científico, escasez de fuentes de información, existencia de distintas y a veces contradictorias percepciones de los riesgos existentes y de su gravedad, etc.), todos los juicios emitidos y las fuentes de información utilizadas en dicha estimación deberán documentarse adecuadamente, con el fin de permitir una interpretación correcta de la misma.

En los apartados siguientes se indica una metodología básica para estimar de forma homogénea y estandarizada el factor de riesgo. No obstante, debe indicarse que en aquellos casos en que se disponga de información precisa y suficiente podrían aplicarse, si así se considera oportuno, métodos cuantitativos de estimación, por ejemplo de la probabilidad del riesgo (métodos estadísticos, probabilísticos, etc.).

6.2.1. Estimación del factor de probabilidad correspondiente al riesgo de una emisión contaminante (P_i)

La estimación de este factor se llevará a cabo a partir de la recopilación exhaustiva de la información existente sobre las actividades potencialmente involucradas en la generación de emisiones contaminantes inaceptables, tanto puntuales como difusas. La asignación de valores realistas al *factor de probabilidad* para los fenómenos a evaluar se realizará a partir de una metodología debidamente contrastada y, a poder ser, documentada.

Tal y como se ha especificado anteriormente, el *factor de probabilidad* P_i asociado a la emisión contaminante “i” se deduciría, en el caso de emisiones puntuales, a partir del análisis de los posibles episodios de incumplimiento de los condicionados de vertido establecidos en la correspondiente Autorización (accidentes, roturas,...). Sin embargo, para el caso de las emisiones difusas se establecerá un factor de probabilidad relacionado con la frecuencia de ocurrencia, a partir de un análisis de situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes (Figura 6.2.I).

Entre las posibles fuentes de información que pueden consultarse para la estimación de la frecuencia de ocurrencia de las emisiones difusas o de incumplimiento de los valores límite de la Autorización de Vertido en las emisiones puntuales, se cuenta con los datos históricos de las empresas (registros de incidencias, accidentes,...), datos pluviométricos, bases de datos específicas, datos publicados en bibliografía especializada y, en última instancia, con el criterio del experto.

En el caso de que no pueda realizarse el análisis anterior podrá estimarse el índice P_i a partir del método de estimación básico que producen la emisión contaminante, que se indica a continuación.

Tabla 6.2.I. Criterios para la valoración del factor de probabilidad

Factor de Probabilidad (P_i)	Tiempo transcurrido entre dos emisiones contaminantes	Ejemplos de situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes
4	< 1 mes	Escorrentías
		Pérdidas de manipulación
3	entre 1 mes y 1 año	Filtraciones
		Fugas y derrames
2	entre 1 año y 7 años	Incumplimiento de autorización de vertido
		Dercargas
1	> 7 años	Escorrentías con alto período de retorno
		Accidentes y roturas

Como resultado de alguno de los procesos indicados se obtendrá un *factor de probabilidad* (P_i) para cada una de las emisiones contaminantes.

6.2.2. Estimación del factor de vulnerabilidad de las masas de agua frente a una emisión contaminante (V_i)

El *factor de vulnerabilidad* de las masas de agua afectadas por una emisión se estima en función de la susceptibilidad de la misma, de la existencia de sistemas de control, defensa y alarma y de la eficiencia de procedimientos operativos establecidos.

La estimación del factor de vulnerabilidad se obtendrá en función de la ponderación de los valores asignados a los anteriores términos de acuerdo con la siguiente expresión:

$$V_i = \frac{1}{10} [5 \cdot F_s + 3 \cdot F_a + 2 \cdot F_e]$$

donde:

- F_s : Susceptibilidad de las masas de agua frente a la emisión contaminante.
- F_a : Accesibilidad de la emisión contaminante.
- F_e : Eficiencia de los procedimientos operativos.

6.2.2.1. Susceptibilidad de las masas de agua (F_s)

La susceptibilidad valora las consecuencias de una emisión contaminante en función del estado de conservación de las masas de agua afectadas.

A tal efecto, se considera que una masa de agua está afectada por una emisión contaminante si la extensión de dicha emisión afecta, como mínimo, a un 10% de su superficie.

La extensión de la emisión contaminante será la superficie del medio acuático en la que se produzca, al menos, uno de los siguientes criterios:

- ◆ El incumplimiento de alguno de los criterios de calidad establecidos para las sustancias contaminantes (contaminantes conservativos).
- ◆ La reducción de la concentración media diaria de oxígeno disuelto en la columna de agua por debajo del 50% de saturación, en más de un 5% de los días del año (contaminantes consumidores de oxígeno).
- ◆ El incumplimiento de los criterios de calidad bacteriológica de las aguas de baño y de las aguas de producción de moluscos, establecidos en las correspondientes normativas (contaminantes bacteriológicos).

El cumplimiento de estos criterios no se considerará en la “zona de mezcla” de cada emisión contaminante. Este espacio deberá definirse a partir de las condiciones particulares del medio en el que se realiza dicha emisión.

En la estimación de la extensión únicamente se modelarán las sustancias o procesos presentes en la emisión contaminante (Apdo. 6.1.2). En el caso de las sustancias contaminantes, sólo se modelarán las que dispongan de criterios de calidad específicos. Por otra parte, los procesos de reducción de oxígeno disuelto o de dispersión de la contaminación bacteriológica sólo se modelarán cuando en la caracterización de la emisión contaminante se ponga en evidencia la presencia de sustancias de naturaleza reactiva o bacteriológica.

La información que deberá recopilarse para el modelado estará relacionada con las características de la emisión contaminante (localización, concentración, reactividad de las sustancias, ley de vertido, etc.), las características del medio (hidrodinámicas, meteorológicas, etc.) y las medidas preventivas existentes. Inicialmente el modelado se hará en las mismas condiciones hidrodinámicas (marea, viento, afluentes) establecidas para el cálculo del tiempo de renovación (Apdo 4.2.2.2). En todo caso, se deberá contemplar, si procede, las componentes aleatorias de los diferentes fenómenos modelados, así como el análisis probabilístico de los resultados obtenidos (Bloque III: Método 3).

La valoración de la susceptibilidad de las masas de agua se realizará utilizando una escala entre 1 y 4, en función del tipo de masa de agua afectada por la emisión contaminante, de acuerdo con los criterios de la Tabla 6.3.I.

En el caso de que existan diferentes masas de agua afectadas por la emisión contaminante, se adoptará, como valor de *susceptibilidad de las masas de agua* para la emisión, el correspondiente a la masa de agua afectada más susceptible.

Tabla 6.3.I. Criterios para la valoración del término susceptibilidad de las masas de agua

Susceptibilidad de las masas de agua (F_s)	Tipo de masa de agua afectada por la emisión contaminante
4	Espacios naturales protegidos; LIC's; zonas de baño, pesca o marisqueo; acuicultura;... Zonas sensibles, (91/271/CEE); aguas asociadas a zonas vulnerables (91/676/CEE) y masas de agua de calidad ecológica buena o muy buena
3	Otras masas de agua no modificadas
2	Masas de agua modificadas
1	Cualquier tipo de masa de agua alcanzada por la emisión contaminante pero sin llegar a incumplir ninguno de los criterios establecidos

6.2.2.2. Accesibilidad de la emisión contaminante (F_a)

La *accesibilidad de la emisión contaminante* a las masas de agua valora cuantitativamente la existencia o el establecimiento de sistemas de detección o control, defensa y alarma que dificulten la aproximación de las emisiones contaminantes a las masas de agua. En este sentido, se considera que una emisión contaminante presenta menos accesibilidad cuantos más sistemas de control, defensa y alarma existan.

La valoración de la *accesibilidad de la emisión contaminante* se realizará utilizando una escala entre 1 y 4, en función del nivel de los sistemas de control, defensa y alarma de acuerdo con los criterios de la Tabla 6.4.I.

Tabla 6.4.I. Criterios para la valoración del término accesibilidad de la emisión contaminante

Accesibilidad de la emisión contaminante (F_a)	Nivel de los sistemas de control y defensa ante la posibilidad de emisiones contaminantes
4	Inexistencia de sistemas de control y de defensa ante la posibilidad de emisiones contaminantes, o existencia de los mismos no operativos de forma permanente
3	Existencia de sistemas de defensa ante la posibilidad de emisiones contaminantes permanentemente operativos pero no de sistemas de control
2	Existencia de sistemas de control de las emisiones contaminantes, así como de sistemas de defensa ante las mismas, permanentemente operativos. Ausencia de sistemas de alarma
1	Existencia de sistemas de control de emisiones contaminantes, así como de sistemas de defensa ante las mismas, permanentemente operativos. Existencia de sistemas de alarma

6.2.2.3. Eficiencia de los procedimientos operativos (F_e)

La *eficiencia de los procedimientos operativos* valora cuantitativamente la posibilidad de que las medidas preventivas y correctoras establecidas para poder hacer frente a la emisión contaminante consigan sus objetivos.

Los procedimientos operativos de la Autoridad Portuaria describen, con el nivel de detalle necesario en cada caso: quién, cómo, dónde, para qué y con qué debe realizarse una determinada actividad. Su objeto es normalizar los procedimientos de actuación y evitar indefiniciones e improvisaciones que pudieran dar lugar a problemas o deficiencias en la realización de cada actividad.

La valoración de la *eficiencia de los procedimientos operativos* se realizará utilizando una escala entre 1 y 4, en función del nivel de los procedimientos operativos existentes para hacer frente a la causa o a los efectos de la emisión contaminante, de acuerdo con los criterios de la Tabla 6.5.

Tabla 6.5. Criterios para la valoración del término eficiencia de los procedimientos operativos

Eficiencia de los procedimientos operativos (F_e)	Nivel de los procedimientos operativos establecidos para hacer frente a la causa o para reducir los efectos de la emisión contaminante
4	No se dispone de procedimientos operativos para hacer frente a la causa o para reducir los efectos de una emisión contaminante
3	Se dispone de procedimientos operativos genéricos que, aún no estando establecidos específicamente para reducir la causa o los efectos de una emisión contaminante, proporcionan alguna cobertura al respecto
2	Se dispone de procedimientos operativos específicos para hacer frente a la causa o para reducir los efectos de una emisión contaminante, pero sin realizarse periódicamente simulacros y otras actividades asociadas con el estado de mantenimiento y la formación de los correspondientes equipos humanos y materiales
1	Se dispone de procedimientos operativos específicos para hacer frente a la causa o para reducir los efectos de una emisión contaminante, realizándose además periódicamente simulacros y otras actividades asociadas con el estado de mantenimiento y la formación de los correspondientes equipos humanos y materiales

6.2.3. Estimación del factor de magnitud de las consecuencias producidas por una emisión contaminante (C_i)

Tras estimar la probabilidad asociada a cada emisión contaminante y la vulnerabilidad de las masas de agua, deberán estimarse sus consecuencias. El *factor de magnitud de las consecuencias* se basa en tres términos: la peligrosidad de las sustancias contaminantes, la extensión en la que se ve afectada cada masa de agua y la recuperabilidad de éstas. En función de la repercusión social de los efectos producidos por una emisión contaminante podrá adoptarse un término multiplicativo, que incremente el valor final del factor de magnitud de las consecuencias.

La estimación de este factor se obtendrá en función de la ponderación de los valores asignados a los citados términos, a través de la siguiente expresión:

$$C_i = \frac{1}{4} [2 \cdot F_p + F_g + F_r] \cdot F_c$$

donde:

F_p : Peligrosidad de la emisión contaminante.

F_g : Grado de extensión de la emisión contaminante.

Tabla 6.6. Criterios de valoración de la peligrosidad (F_p) en función de las sustancias presentes

4	C_{10-13} Cloroalcanos Compuestos del tributiltín (Tributiltín catión)	Nonilfenoles (4-(para)-nonilfenol) Mercurio y sus compuestos	Hidrocarburos poliaromáticos (Benzo(a)pireno) (Benzo(b)fluoranteno)
	1,2-Dicloroetano Alacloro Antraceno ⁽¹⁾ Atrazina ⁽¹⁾	Simazina ⁽¹⁾ Triclorobencenos ⁽¹⁾ (1,2,4-triclorobenceno) Triclorometano (cloroformo)	Clorofeninfos Cloropirifos ⁽¹⁾ Di(2-etilhexil)ftalato ⁽¹⁾ Diclorometano
3	Arsénico BTEX	Cianuros Cloruros	Zinc Fluoruros
	Sustancia radiactivas de baja actividad específica (BAE) ⁽³⁾	Óxido férrico agotado y esponja de hierro agotada ⁽³⁾	Nitrato amónico fertilizante-tipo B ⁽³⁾
	Aluminio silicio en polvo no cubierto ⁽³⁾	Nitrato de plomo ⁽³⁾	Nitrato amónico I fertilizante-tipo A (A1) ⁽³⁾
	Residuos de amoniaco bruto con más del 7% de humedad ⁽³⁾	Nitrato de magnesio ⁽³⁾	Nitrato amónico fertilizante-tipo A (A2) ⁽³⁾
	Cenizas del Zinc ⁽³⁾	Nitrato de bario ⁽³⁾	Nitrato amónico fertilizante-tipo A (A3) ⁽³⁾
	Antimonio mineral y residuos (estibina) ⁽³⁾	Nitrato sódico y nitrato potásico en mezcla (nitrato potásico natural de Chile) ⁽³⁾	Nitrato amónico fertilizante-tipo A (A4) ⁽³⁾
	Azufre. En terrones o polvo de grano grueso) ⁽³⁾	Nitrato sódico (nitrato natural de Chile) ⁽³⁾	Residuos de fertilizantes con más del 8% de humedad ⁽³⁾
	Aluminio ferrosilicio en polvo ⁽³⁾	Nitrato potásico ⁽³⁾	Copra, seca ⁽³⁾
2	Enterococos intestinales	<i>Escherichia coli</i>	Aceites minerales
	Minerales concentrados ⁽²⁾	Ferrofósforo ⁽²⁾	Coque de petróleo (calcinado) ⁽²⁾
	Aluminio (escoria) ⁽²⁾	Mineral de Vanadio ⁽²⁾	Alquitrán granulado ⁽²⁾
	Espato flúor (fluoruro cálcico) ⁽²⁾	Serrín ⁽²⁾	Madera en astillas ⁽²⁾
	Residuos de basuras (conteniendo más del 8% de humedad) ⁽²⁾	Pre-reducidos de Hierros-Dri, con alto contenido de hierro, en briquetas y pellets ⁽²⁾	Coque de petróleo (sin calcinar) ⁽²⁾
1	Otras sustancias emitidas		

(1): Sustancias prioritarias que pueden pasar a peligrosas prioritarias en el futuro. (2): PPG.: Materiales potencialmente peligrosos a granel según R.D. 145/1989.
(3): Productos peligrosos según R.D. 145/1989. Términos en cursiva: Grupos de sustancias representadas.

- F_p**: Recuperabilidad de la masa de agua respecto de los efectos de la emisión contaminante.
F_c: Repercusión social de la emisión contaminante.

6.2.3.1. Peligrosidad de la emisión contaminante (F_p)

Se entiende como *peligrosidad de la emisión contaminante* la potencialidad que presenta para afectar a la calidad química y ecológica del medio, a la salud humana o a los usos establecidos.

Su valoración se hará en función de las sustancias presentes en la emisión, teniendo en cuenta los grupos de sustancias prioritarias incluidas en el Anejo X de la Directiva Marco del Agua (Decisión 2455/2001/CEE), en el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER: Decisión 2000/479/CE), en el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos (Real Decreto 145/1989), y en las Directivas 76/160/CEE de aguas de baño y 79/923/CEE relativa a la protección de las aguas para cría de moluscos.

En la Tabla 6.6. se muestra la relación de sustancias específicas recogidas en la normativa vigente referida.

El valor de la peligrosidad varía en una escala de 1 a 4, de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 6.7.

(Benzo(g,h,i)perileno) (Indeno(1,2,3-cd)pireno) (Benzo(k)fluoranteno)	Pentaclorobenceno Hexaclorobutadieno Pentabromobifeniléter	Cadmio y sus compuestos Hexaclorociclohexano (gamma-isómero, lindano) Hexaclorobenceno
Endosulfan ⁽¹⁾ (alfa-endosulfán) Fluoranteno Isoproturón ⁽¹⁾	Octilfenoles ⁽¹⁾ (para-ter-octilfenol) Pentaclorofenol ⁽¹⁾ Níquel y sus compuestos	Benceno Trifluoralina ⁽¹⁾ Diurón ⁽¹⁾ Naftaleno ⁽¹⁾ Plomo y sus compuestos ⁽¹⁾
Compuestos orgánicos halogenados Cobre	Cromo VI Fenoles	Nitrógeno total Fósforo total
Virutas de hierro o acero, de taladro, recortes, perforaciones, limaduras, raspaduras, de torneado de metales ferrosos ⁽³⁾		
Torta de semillas con una proporción de aceite vegetal, residuos de semilla prensada por medios mecánicos, con más del 10% de aceite o más del 20% de aceite y humedad combinados ⁽³⁾		
Torta de semillas con una proporción de aceite vegetal, residuos de la extracción del aceite de las semillas con disolventes o por prensado que contienen menos del 10% de aceite, o con humedad superior al 10% menos del 20% de aceite y humedad combinados ⁽³⁾		
Torta de semillas con una proporción de aceite vegetal (residuos de la extracción del aceite de las semillas con disolventes, con menos del 1,5% de aceite y del 11% de humedad) ⁽³⁾		
Harina y desechos de pescado (con tratamiento antioxidante): contenido graso 18% por peso ⁽³⁾	Harina y desechos de pescado (con tratamiento antioxidante): contenido de humedad entre 5-11% por peso ⁽³⁾	
Harina y desechos de pescado: contenido graso 12% por peso ⁽³⁾	Harina y desechos de pescado: contenido de humedad 6-12% por peso ⁽³⁾	
Ferrosilicio, 30-90% de silicio ⁽³⁾	Carbón vegetal no activado ⁽³⁾	
Residuos y materias flotantes ⁽³⁾		
Gluten en gránulos ⁽²⁾	Arroz roto ⁽²⁾	Salvado ⁽²⁾ Harinas tostadas ⁽²⁾
Harinas ⁽²⁾	Carbón ⁽²⁾	Maíz ⁽²⁾ Alfalfa en grano ⁽²⁾
Salvado de arroz ⁽²⁾	Mineral de cromo ⁽²⁾	Pulpa de cítricos ⁽²⁾
Pulpa de madera en pellets ⁽²⁾	Carbón vegetal en briquetas ⁽²⁾	Malta de cebada en gránulos ⁽²⁾

Tabla 6.7. Criterios para la valoración de la peligrosidad de la emisión contaminante

Factor de peligrosidad (F_p)	Grupo de sustancias incluidas en la emisión contaminante
4	Sustancias definidas como “prioritarias peligrosas” en el Anejo X de la DMA (Decisión 2455/2001/CEE) Sustancias definidas como “prioritarias” en el Anejo X de la DMA (Decisión 2455/2001/CEE)
3	Sustancias que figuran como contaminantes en el Anejo AI del inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER), publicado mediante la decisión 2000/479/CE, pero que no han sido consideradas en niveles anteriores. Sustancias definidas como mercancías peligrosas en la legislación vigente (Real Decreto 145/1989)
2	Sustancias o indicadores bacteriológicos considerados en las Directivas 76/160 y 79/923, que no hayan sido consideradas en niveles anteriores. Sustancias definidas como mercancías potencialmente peligrosas en la legislación vigente (Real Decreto 145/1989)
1	Otras sustancias emitidas

En el caso de que existan diferentes sustancias específicas involucradas en la emisión contaminante, se adoptará, como valor de F_p para dicha emisión, el correspondiente a la sustancia más peligrosa.

6.2.3.2. Grado de extensión de la emisión contaminante (F_g)

El grado de extensión de la emisión contaminante contempla el porcentaje de superficie de las masas de agua afectadas por la emisión.

Para la obtención de la superficie afectada por la emisión contaminante se recurre a los resultados obtenidos para la estimación de la extensión de cada emisión contaminante (Apartado 6.2.2.1.), calculados mediante los modelos de dispersión y transporte (Bloque III: Método 3). El valor del grado de extensión de la emisión contaminante se obtiene superponiendo el área geográfica afectada sobre las masas de agua. Así, conociendo la extensión de la emisión para cada contaminante y las superficies de cada masa de agua podrá obtenerse el porcentaje afectado.

La valoración de este término se realizará para cada masa de agua en una escala de 1 a 4, en función del porcentaje de superficie afectada por la emisión, de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 6.8. Como porcentaje de una masa de agua afectada por la emisión contaminante se tomará el máximo valor calculado para cualquier tipo de contaminante (conservativo, consumidor de oxígeno y bacteriológico).

Tabla 6.8. Criterios para la valoración del grado de extensión de la emisión contaminante

Grado de extensión de la afección de la emisión contaminante (F_g)	Porcentaje de masa de agua afectada por la emisión contaminante, medido superficialmente
4	> 50%
3	Entre el 30 y el 50%
2	Entre el 10 y el 30%
1	< 10%

En el caso de que existan diferentes masas de agua afectados por la emisión contaminante, se adoptarán, como valor del grado de extensión, el correspondiente a la masa de agua con porcentaje más elevado.

6.2.3.3. Recuperabilidad de la masa de agua respecto de la emisión contaminante (F_r)

La *recuperabilidad de la masa* de agua estima cuantitativamente el plazo de tiempo que debe transcurrir para que la masa de agua recupere la calidad ambiental que tenía previamente a su afección por la emisión contaminante, si esta recuperación es posible.

La valoración de la recuperabilidad se realizará utilizando una escala entre 1 y 4 en función del plazo de recuperación de la masa de agua respecto de los efectos de la emisión contaminante, de acuerdo con los criterios de la Tabla 6.9.

Tabla 6.9. Criterios para la valoración de la recuperabilidad de una masa de agua respecto a la emisión contaminante

Recuperación de la masa de agua respecto a la emisión contaminante (F_r)	Plazo de recuperación de la masa de agua respecto a los efectos causados por la emisión contaminante
4	Situación irreversible o con un plazo de recuperación de la masa de agua superior a 7 años
3	Situación reversible, bien naturalmente o bien con la adopción de medidas disponibles, con un plazo de recuperación de la masa de agua entre 1 y 7 años
2	Situación reversible, bien naturalmente o bien con la adopción de medidas disponibles, con un plazo de recuperación de la masa de agua entre 6 meses y 1 año
1	Situación reversible, bien naturalmente o bien con la adopción de medidas disponibles, con un plazo de recuperación de la masa de agua inferior a 6 meses

En el caso de que existan diferentes masas de agua afectadas por la emisión contaminante, se adoptará como valor de *recuperabilidad de la masa de agua*, para dicha emisión, el máximo valor estimado para cualquier masa de agua y cualquier tipo de contaminante.

6.2.3.4. Repercusión social de la emisión contaminante (F_c)

Para finalizar el proceso de estimación del riesgo y obtener el valor R_i de cada una de las emisiones contaminantes identificadas, se considerará la repercusión social dentro del factor de consecuencias. Dicho parámetro será función de la alarma social que la emisión contaminante puede presentar.

Los criterios para su determinación se incluyen en la Tabla 6.10.

Tabla 6.10. Criterios para la valoración de la repercusión social de la emisión contaminante

Repercusión social de la emisión contaminante (F_c)	Nivel de alarma social generado por la emisión contaminante
1.25	Alto nivel de alarma social
1.10	Existencia de un nivel significativo de alarma social
1	No hay indicios de alarma social

6.3. Valoración del Riesgo Asociado a una Emisión Contaminante

Esta valoración consiste en la comparación de los resultados obtenidos en la estimación del riesgo para cada una de las emisiones analizadas con los criterios de tolerabilidad del riesgo que se indican a continuación.

Cada emisión contaminante puede clasificarse como:

◆ **Emisiones contaminantes Inadmisibles: $R_i > 20$**

Emisiones que requerirán la adopción inmediata de las medidas preventivas y correctoras necesarias.

◆ **Emisiones contaminantes Corregibles: $15 \leq R_i \leq 20$**

Emisiones que requerirán el desarrollo de un estudio sobre la problemática asociada al riesgo para la definición urgente de las medidas preventivas y correctoras con el fin de reducirlo.

◆ **Emisiones contaminantes Admisibles: $R_i < 15$**

Emisiones que no requerirán actuaciones especiales, si bien tendrán que ser consideradas en el Programa de Vigilancia Ambiental.

6.4. Propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras

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.

Las medidas preventivas y correctoras deberán:

- ◆ Basarse en las tecnologías más adecuadas y en las mejores prácticas ambientales disponibles.
- ◆ Ajustarse tanto al tipo de emisión que se pretende corregir, como a las condiciones del entorno en que se produce.
- ◆ Presentar ciertas garantías de éxito sin causar daños indirectos tras su aplicación, comprobando los beneficios de las medidas aplicadas.

Estas medidas irán encaminadas a:

- ◆ Evitar el riesgo, decidiendo no proseguir con la emisión o reduciéndola por debajo de los máximos valores permitidos en los objetivos de calidad.
- ◆ Reducir la probabilidad, evitando las situaciones más frecuentes susceptibles de causar emisiones contaminantes por medio de la puesta en servicio de nuevas infraestructuras, instalaciones y equipamientos que incluyan mejores prácticas ambientales (equipos adecuados de manipulación de mercancías, control de pérdidas y fugas, etc).
- ◆ Reducir bien el factor de vulnerabilidad de la masa de agua, bien el factor de magnitud de las consecuencias de la emisión.
- ◆ Trasladar la emisión parcial o totalmente, valorándose si realmente se produce una minoración del riesgo.

A título de ejemplo se detallan algunas de las posibles vías de actuación sobre emisiones contaminantes, con el fin de reducir el riesgo:

- ◆ Eliminación del origen: Aplicando medidas sobre la propia fuente de contaminación.
- ◆ Protección de las zonas protegidas: Utilizando barreras de contención y otros métodos semejantes.

- ◆ Predicción de la evolución: A partir de los modelos numéricos utilizados en el estudio de la susceptibilidad de las masas de agua (Apartado 6.2.2.1.) podrá preverse la evolución de la emisión contaminante pudiendo optimizar las medidas correctoras más adecuadas.
- ◆ Contención de la emisión contaminante: Mediante el uso de barreras de contención, sistemas adecuados de recogida mecánica, embarcaciones auxiliares de servicio adecuadas para el tendido de cercos y recogida mecánica de productos derramados, uso de dispersantes, etc.
- ◆ Regeneración de los elementos afectados: Mediante la experimentación de diferentes técnicas para la recuperación de los ecosistemas de la Zona Servicio Portuario.

De todas las posibles medidas preventivas, el Plan Interior de Contingencias por Contaminación Marina Accidental (PICCMA) será la única de obligado cumplimiento. La Ley 48/2003, de Régimen Económico y de Prestación de Servicios en los puertos de interés general recoge en su artículo 129 la obligación, por parte de las Autoridades Portuarias, de elaborar un Plan Interior de Contingencias del Puerto para la prevención y lucha de la contaminación en el Dominio Público Portuario. El mencionado Plan, en el que se integrarán los Planes de Contingencia de todas las instalaciones comerciales e industriales ubicadas en dicho espacio, detallará los medios requeridos para la prevención y lucha contra la contaminación accidental. En el caso de que alguna de estas instalaciones no dispusiera del mencionado plan, el Puerto deberá exigirle su elaboración, de acuerdo con los criterios establecidos en la Orden de 23 de febrero de 2001 por la que se define el Plan Nacional de Contingencias por contaminación marina accidental y cuyo contenido se sintetiza a continuación:

- a. *Ámbito de aplicación del plan*, identificando las instalaciones que comprende.
- b. *Niveles de respuesta* ante un suceso que dé, o pueda dar, origen a una contaminación marina accidental, donde se establecerán los medios materiales y humanos movilizados en cada caso, en función de la gravedad del suceso.
- c. *Composición y funciones de los órganos de dirección y respuesta del plan*.
- d. *Procedimientos a realizar durante la contingencia: procedimiento de activación del plan*, en el que se describirán los sistemas establecidos para activar cada nivel de la emergencia y se identificarán a los responsables de dicha activación; *procedimiento de notificación*, donde se describirá el sistema de comunicación de incidencias a la autoridad marítima, portuaria y autonómica correspondiente, así como la persona o departamento responsable de tal notificación; *procedimiento de coordinación* con el plan nacional y con el plan territorial correspondiente; *actuación*, que definirá las normas generales que deberán ponerse en práctica en caso de emergencia, de acuerdo con el nivel de la misma definido en el párrafo b anterior; y *procedimiento de fin de la emergencia*, en el que se definirán las condiciones bajo las que puede considerarse terminada la situación de emergencia.
- i. *Inventario y mantenimiento de medios disponibles*, donde se describirán los medios materiales disponibles para la contención y recuperación de un derrame contaminante, los responsables de su custodia y mantenimiento, los periodos de revisión y las operaciones de mantenimiento de acuerdo con las indicaciones del fabricante de cada equipo.
- k. *Programa de actualización*, donde se establecerán los cursos teóricos de formación del personal adscrito a la lucha contra la contaminación, los distintos niveles de ejercicios prácticos a realizar y su periodicidad y las condiciones y plazos para realizar revisiones periódicas del plan.

Si el establecimiento de medidas preventivas o correctoras no fuera suficiente para reducir el riesgo hasta condiciones admisibles, deberá considerarse la opción de trasladar las actuaciones fuera del Dominio Público Portuario e incluso evitar la emisión.

El procedimiento de estimación del riesgo una vez se apliquen las medidas preventivas o correctoras consideradas será el mismo que se ha descrito en el Apartado 6.2. Este proceso será necesario repetirlo aplicando los

mismos criterios y procedimientos de operación hasta conseguir que el caso analizado se encuentre dentro de los niveles de aceptación considerados.

La relación de medidas correctoras y preventivas propuestas en este apartado constituirán la base de los planes de actuación aplicados cuando el riesgo estimado para alguna de las emisiones contaminantes se materialice en un episodio contaminante (Apdo. 8).

En el Bloque IV: Datos y Ejemplo se presenta una recopilación, no exhaustiva, de documentos que integran las medidas preventivas y correctoras aplicadas en algunos puertos, que podrían adaptarse a ciertas actividades portuarias, con el fin de prevenir y corregir la contaminación del medio acuático.

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Sin perjuicio de las competencias y responsabilidades que en vigilancia y control de las aguas les correspondan a las distintas autoridades, 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 de Servicio Portuario, poner en evidencia las deficiencias del Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales y activar el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes.

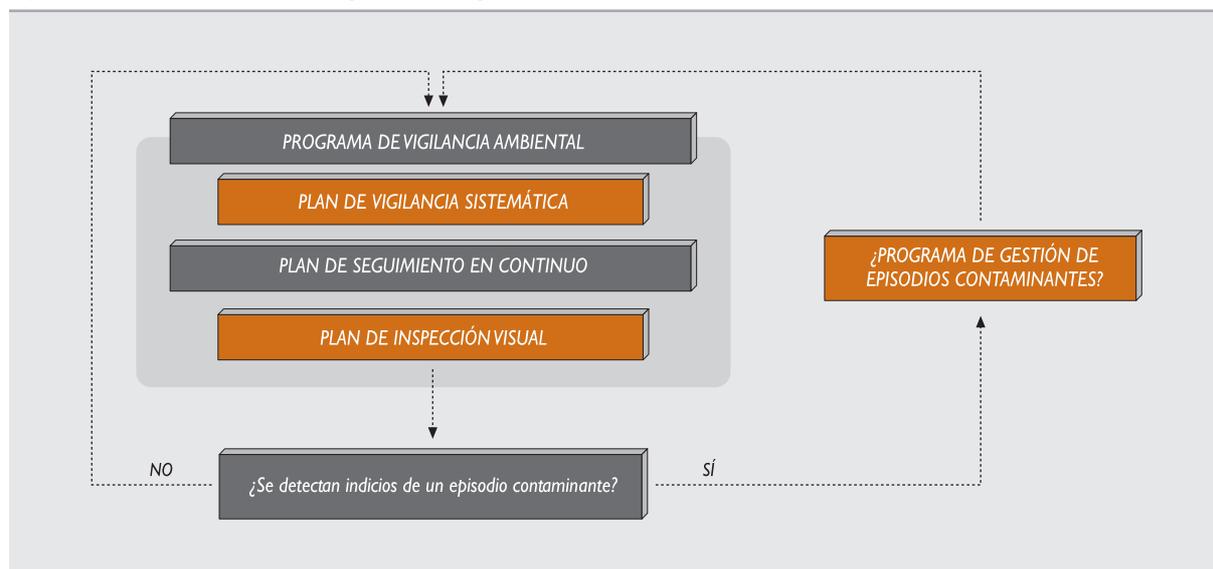
Este Programa entrará en funcionamiento después de haberse delimitado los usos y tipificado las masas de agua y de haberse evaluado los riesgos ambientales de las emisiones contaminantes de la Zona de Servicio Portuario.

Dicho Programa se llevará a cabo mediante las actividades o planes siguientes:

- ◆ Plan de Vigilancia Sistemática.
- ◆ Plan de Seguimiento en Continuo.
- ◆ Plan de Inspección Visual.

El desarrollo de este Programa se ajusta al diagrama de la Figura 7.1.

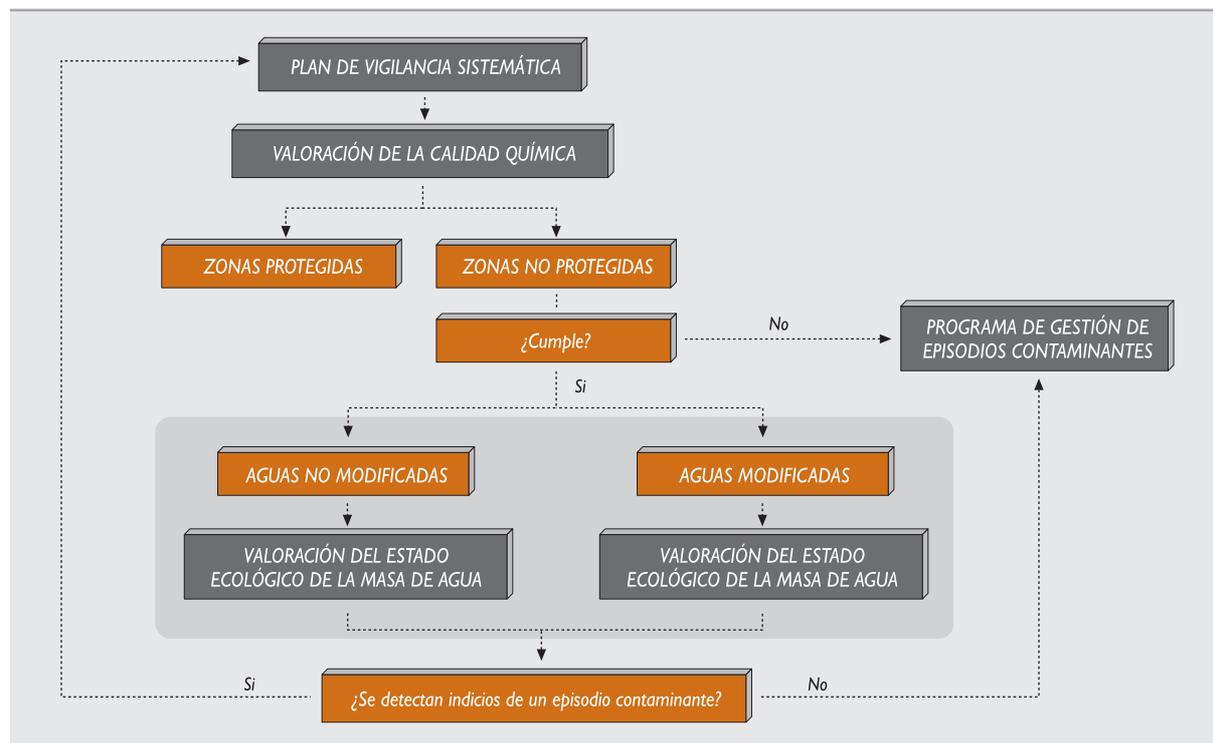
Figura 7.1. Actividades del Programa de Vigilancia Ambiental



7.1. Plan de Vigilancia Sistemática

El Plan de Vigilancia Sistemática representa el pilar fundamental del Programa de Vigilancia Ambiental por ser la herramienta utilizada para la valoración de la calidad de las masas de agua. Este Plan se basa en un proceso ininterrumpido de medición y análisis periódico, sistemático y estandarizado de la calidad de la columna de agua (medio pelágico) y de los fondos (medio bentónico), de acuerdo con el diagrama de flujo de la Figura 7.2.

Figura 7.2. Diagrama para la valoración de la calidad de las masas de agua



Tal y como puede observarse en dicho diagrama, el cumplimiento de los criterios de calidad establecidos para la calidad química de las masas de agua es un requisito previo e imprescindible para la consecución de una buena calidad de las mismas.

Los objetivos concretos establecidos para este Plan son los siguientes:

- ◆ Análisis de la Calidad Química de las masas de agua incluidas en la Zona de Servicio Portuario.
- ◆ Análisis del Estado Ecológico o del Potencial Ecológico de las masas de agua incluidas en la Zona de Servicio Portuario.

En todos los casos el procedimiento de análisis incluye tres fases diferenciadas:

- ◆ Selección de indicadores de calidad biológicos, físicos y químicos.
- ◆ Medida de los indicadores seleccionados.
- ◆ Valoración de la calidad.

De cualquier modo, una de las principales características del diseño del Plan de Vigilancia Sistemática debe ser la flexibilidad. Así, aspectos como la variación del número de puntos, la frecuencia de muestreo o, incluso, las variables analizadas tendrán que estar sometidos a un proceso de revisión y actualización, en función de la información previa de los resultados obtenidos o de posibles modificaciones de las condiciones de partida (mantenimiento o mejora de la calidad de las aguas, nuevas actividades portuarias, reiteración de episodios contaminantes específicos, promulgación de nuevas normativas, etc.), según se indica en el apartado 7.4. No obstante, dichas modificaciones deberán considerar el mantenimiento de las series históricas de registros obtenidos anteriormente.

Debe señalarse la importancia que tiene la primera valoración de calidad que se efectúe para la implementación de la ROM 5.1., dado que permite llevar a cabo un diagnóstico inicial sobre la problemática de las masas de agua portuarias.

7.1.1. Análisis de la Calidad Química de las Masas de Agua

7.1.1.1. Selección de los indicadores de Calidad Química

La selección de indicadores dirigidos a la valoración de la Calidad Química del agua y de los fondos se realizará, a partir de la lista de sustancias prioritarias del Anejo X de la Directiva 2000/60/CE (Tabla 7.1.). Con base en esto, los indicadores seleccionados para valorar la calidad química de una masa de agua serán aquellos cuya presencia se haya detectado en alguna emisión contaminante (Apdo. 6.2.2.1 susceptibilidad de las masas de agua).

7.1.1.2. Medida de los indicadores de Calidad Química

La medida de los indicadores de la Calidad Química seleccionados se llevará a cabo considerando el número de puntos, distribución, profundidades y frecuencia necesarios para obtener resultados representativos. A efectos de la aplicación de esta Recomendación, se aconseja, en principio, un número mínimo de tres puntos de medida en las masas de agua afectadas por el vertido de sustancias prioritarias y una frecuencia de medida trimestral en el medio pelágico y anual en el medio bentónico. No obstante, esta intensidad geográfica y temporal de muestreo podría ser sustancialmente reducida en función de la uniformidad y permanencia que presenten los datos y conocimientos disponibles, así como del nivel de riesgo evaluado para las emisiones que puedan afectarla (ver Apdo. 7.4).

Los requerimientos metodológicos para la medición de cada indicador (método de muestreo, tipo de muestra, volumen de muestreo, técnica analítica, etc.) se detallan en el Bloque III: Método 4.

En cada masa de agua se define como valor de un indicador de la Calidad Química de la columna de agua o de los fondos, al valor medio anual del conjunto de medidas de dicho indicador llevadas a cabo en los diferentes puntos de la masa de agua a lo largo de un año.

Si existiera la posibilidad de que alguna emisión contaminante pudiera dar lugar a la bioacumulación de sustancias prioritarias en los organismos, se evaluaría la posibilidad de establecer un programa de seguimiento al respecto.

7.1.1.3. Valoración de la Calidad Química de las Masas de Agua

La valoración de la **Calidad Química de la columna de agua** se efectuará mediante la comparación del valor medio anual de los indicadores establecidos en el Apartado 7.1.1.2. con los valores de referencia marcados en la normativa (objetivos de calidad) para las sustancias prioritarias. En ausencia de objetivos de calidad para algunas de estas sustancias pueden aplicarse los propuestos por organismos de reconocido prestigio (Environmental Protection Agency, EPA; Environmental European Agency, EEA; National Oceanographic and Atmospheric Administration, NOAA; Canadian Environment Agency, CEA). En la Tabla 7.1 se relacionan dichos objetivos para todas las sustancias definidas como prioritarias en el Anejo X de la Directiva Marco del Agua.

Tabla 7.1. Objetivos de calidad química de la columna de agua para las sustancias prioritarias recogidas en la DMA (CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines. EPA: Environmental Protection Agency, "valores límite para toxicidad crónica"). Esta tabla estará sujeta a las revisiones establecidas por el Artículo 16 de la Directiva 2000/60/CE.

Sustancias prioritarias	Objetivos de calidad	Normativa de referencia
METALES PESADOS		
Cadmio (µg/l) (*)	5 - 2.5	DIR 83/513/CEE
Plomo (µg/l)	8.1	EPA
Mercurio (µg/l) (*)	0.5 - 0.3	DIR 82/176/CEE
Níquel (µg/l)	74	EPA
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS		
Antraceno (µg/l)	0.012	CEQG
Fluoranteno (µg/l)	0.04	CEQG
Naftaleno (µg/l)	1.4	CEQG
Benzo(a)pireno (µg/l)	0.015	CEQG
Benzo(b)fluoranteno (µg/l)	0.015	CEQG
Benzo(g,h,i)perileno (ng/l) (**)	0.001	OSPAR
Benzo(k)fluoranteno (***)		
Indeno(1,2,3-cd)pireno(ng/l) (**)	0.001	OSPAR
FENOLES		
4-(para)-nonilfenol(µg/l)	0.7	CEQG
Para-ter-octilfenoles (***)		
Pentaclorofenol	2	DIR 86/280/CEE
COMPUESTOS ORGÁNICOS CLORADOS		
Alacloro (***)		
Atrazina (µg/l)	17	EPA
C10-13 Cloroalcanos (***)		
Clorofeninfos (***)		
Cloropirifos (µg/l)	0.002	CEQG
1,2-dicloroetano (µg/l)	10	DIR 90/415/CEE
Diclorometano (µg/l)	98.1	CEQG
Alfa-endosulfán (µg/l)	0.02	CEQG
Hexaclorobenceno (µg/l)	0.03	DIR 88/347/CEE
Hexaclorobutadieno	0.1	DIR 88/347/CEE
Hexaclorociclohexano (lindano) (µg/l)	0.02	DIR 84/491/CEE
Diuron (***)		
Pentaclorobenceno (µg/l)	6.0	CEQG
1,2,4-triclorobenceno (µg/l)	0.4	DIR 90/415/CEE
Triclorometano (cloroformo) (µg/l)	12	DIR 88/347/CEE
OTROS		
Trifluralina (µg/l)	0.2	CEQG
Benceno (µg/l)	110	CEQG
Difeniléteres bromados (***)		
Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP) (µg/l)	16	CEQG
Isoproturón (***)		
Simazina	2	UK
Tributiltín (TBT)	0.001	CEQG

(*) Objetivos de calidad correspondientes a las aguas de transición y costeras, respectivamente.

(**) Para estas sustancias OSPAR propone rangos de referencia regionales. Los rangos adoptados han sido los correspondientes a la región del Atlántico Noreste, región geográficamente más próxima.

(***) Sustancia que no dispone de criterios de calidad para el medio marino.

(****) La Decisión 2455/2001 (Anexo DMA) indica que estos grupos de sustancias incluyen normalmente un número considerable de compuestos individuales para los que en la actualidad no es posible establecer parámetros indicativos apropiados.

Asimismo, para la valoración de la **Calidad Química de los sedimentos**, se aplicará el principio de “mantenimiento del estado actual” (Standstill Principle), según el cual la concentración de dichas sustancias prioritarias no debe aumentar de forma significativa en el tiempo, entendiéndose por aumento significativo un incremento del valor medio anual de la concentración de la sustancia superior al 50% del valor obtenido en la primera campaña de medida.

Se considerará que una masa de agua cumple con los requisitos de calidad química, cuando todos y cada uno de los indicadores seleccionados se encuentren dentro de los límites de aceptabilidad establecidos.

7.1.2. Análisis del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de las Masas de Agua

7.1.2.1. Selección de indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico

Los indicadores que se utilizarán en la valoración del Estado Ecológico (aguas no modificadas) y del Potencial Ecológico (aguas modificadas) de las masas de agua son específicos del medio que se quiere cuantificar (pelágico y bentónico) e incluyen variables físico-químicas y biológicas. Dentro de este tipo de indicadores se diferencian los Indicadores de Estado de los Indicadores de Presión (Tabla 7.2). Los primeros tienen como objetivo prever los efectos perjudiciales (p.ej. clorofila, turbidez, etc.) o precisar el alcance de la contaminación (p.ej. saturación de oxígeno, COT, etc.). Los indicadores de Presión tienen como misión caracterizar la influencia de los agentes externos sobre los ecosistemas (p.ej. HAP, PCB, etc.).

Tabla 7.2. Indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico

		Indicadores		
Medio pelágico	Todos los fondos	Físico-químicos	Estado	Saturación de oxígeno (%)
				Turbidez
			Presión	Hidrocarburos totales
				Detergentes
		Biológicos	Estado	Clorofila “a”
Medio bentónico	Fondo blando	Físico-químicos	Estado	Carbono Orgánico Total (COT)
				Nitrógeno Kjeldahl (NTK)
				Fósforo total (P)
			Presión	Metales pesados: Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, As, Cr
				PCB ⁽¹⁾
		HAP ⁽²⁾		
	Fondo duro	Biológicos	Estado	Comunidades características

(1): \sum 7 PCB (Bifenilos Policlorados).

(2): \sum 10HAP (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos).

7.1.2.2. Medida de los indicadores del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico

La medida de los indicadores seleccionados en cada medio (pelágico o bentónico) se llevará a cabo en cada masa de agua, a lo largo de un ciclo anual, considerando, igual que en el caso de Calidad Química, el número de puntos, distribución, profundidad y frecuencia necesarios para obtener resultados representativos. A efectos de la aplicación de esta Recomendación, y en ausencia de información previa, para la primera campaña de toma de datos, se aconseja una frecuencia de medida mensual para el medio pelágico y mínima anual para el bentónico. El número de puntos de muestreo se puede estimar a partir de la siguiente expresión:

$$N = \frac{\sqrt{A}}{400} \times C$$

donde:

N: Número mínimo de puntos de muestreo.

A: Superficie de la masa de agua (m²).

C: Coeficiente de ponderación (Masas de agua modificadas: C=1; Masas de agua no modificadas: C=0.5).

No obstante, tal y como se ha indicado para la Calidad Química, esta intensidad geográfica y temporal de muestreo también podría modificarse en función de la uniformidad y permanencia que presenten los resultados y conocimientos disponibles, así como del nivel de riesgo evaluado para las emisiones que puedan afectarla (ver Apdo 7.4).

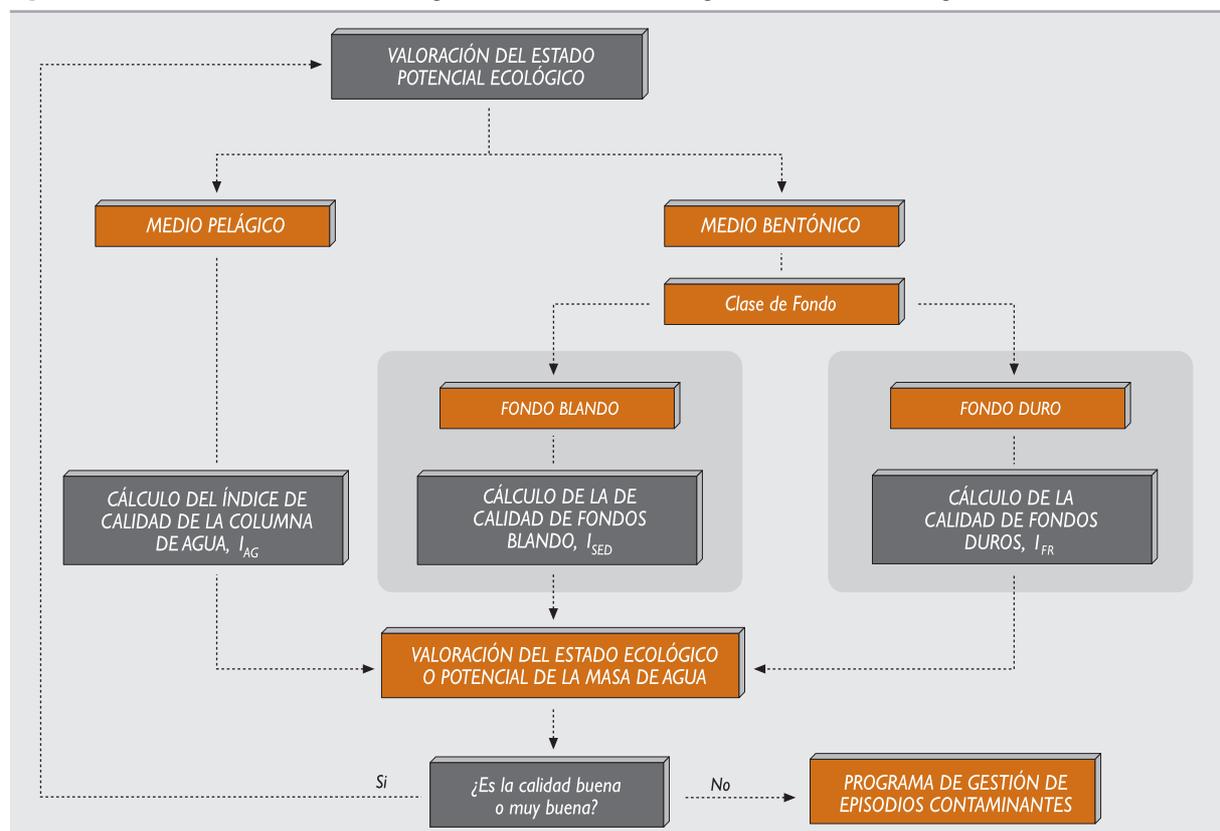
Los requerimientos metodológicos para la medición de cada indicador (método de muestreo, tipo de muestra, volumen de muestreo, técnica analítica, etc.) se detallan en el Bloque III: Método 5.

Para cada masa de agua se define como valor de un indicador al valor medio anual del conjunto de medidas realizadas en una masa de agua durante un año.

7.1.2.3. Valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico

La valoración del Estado Ecológico de las masas de agua no modificadas y del Potencial Ecológico de las modificadas se lleva a cabo el uso de los índices de calidad específicos para el medio pelágico (columna de agua) y el medio bentónico (fondos) incluidos en el esquema conceptual que se muestra en la Figura 7.3.

Figura 7.3. Valoración del Estado Ecológico o del Potencial ecológico de una masa de agua



Estos índices integran los indicadores establecidos en el apartado 7.1.2.1. mediante las formulaciones que se detallan en los siguientes subapartados.

7.1.2.3.1. Cálculo de la calidad de la columna de agua (I_{AG})

La calidad de la columna de agua se valorará mediante el siguiente índice:

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

donde:

- I_{AG} :** Índice de calidad de la columna de agua.
- C_{SAT} :** Valor normalizado del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto medio anual en la columna de agua.
- C_{TURB} :** Valor normalizado de la turbidez media anual en la columna de agua.
- C_{CLA} :** Valor normalizado de la concentración media anual de clorofila "a" en la columna de agua.
- C_{HT} :** Valor normalizado de la concentración media anual de hidrocarburos en la superficie de la masa de agua.
- C_{DET} :** Valor normalizado de la concentración media anual de detergentes en la superficie de la masa de agua.

Estos valores se obtienen transformando el valor medio anual de cada indicador calculado en la masa de agua, mediante las tablas de normalización que se incluyen en los Cuadros 7.1.A y 7.1.B. para las aguas no modificadas y las aguas modificadas, respectivamente. Dichas tablas pueden ser sustituidas por otras que se desarrollen con base en información local más precisa.

7.1.2.3.2. Cálculo de la calidad de los fondos blandos (I_{SED})

El procedimiento para el cálculo de la calidad de los fondos blandos se llevará a cabo considerando un índice de calidad global de sedimentos (I_{SED}) que integra, a su vez, dos índices específicos, para estimar su contaminación química y su contaminación orgánica.

$$I_{SED} = I_{CQ} + I_{CO}$$

donde:

- I_{SED} :** Índice de calidad de sedimentos.
- I_{CQ} :** Índice de la contaminación química.
- I_{CO} :** Índice de la contaminación orgánica.

El **índice de la contaminación química** se valorará mediante el siguiente índice:

$$I_{CQ} = \frac{C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}}{6}$$

donde:

- I_{CQ} :** Índice de contaminación química de los sedimentos.
- C_{MP} :** Valor normalizado de la concentración media anual de metales pesados en la fracción fina del sedimento seco (<63mm).
- C_{PCB} :** Valor normalizado de la concentración media anual de Bifenilos Policlorados (PCB) en la fracción total del sedimento seco a temperatura ambiente.

C_{HAP}: Valor normalizado de la concentración media anual de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) en la fracción total del sedimento seco a temperatura ambiente.

Estos valores normalizados se obtienen a partir de los valores de cada indicador (valor medio anual) mediante las tablas de normalización que se incluyen en el Cuadro 7.2.A. para masas de agua no modificadas y en el Cuadro 7.2.B. para masas de agua modificadas. Dichas tablas pueden ser sustituidas por otras que se desarrollen con base en información local más precisa.

El **índice de la contaminación orgánica** se valorará mediante el siguiente índice:

$$I_{CO} = \frac{C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}}{2}$$

donde:

I_{CO}: Índice de contaminación orgánica de los sedimentos.

C_{COT}: Valor normalizado del porcentaje medio anual de Carbono Orgánico Total en la fracción fina del sedimento seco (<63mm).

C_{NTK}: Valor normalizado de la concentración media anual de Nitrógeno Total Kjeldahl en la fracción fina del sedimento seco (<63mm).

C_{PT}: Valor normalizado de la concentración media anual de Fósforo Total en la fracción fina del sedimento seco (<63mm).

Estos valores normalizados se evalúan a partir de la concentración media anual de los indicadores medidos en las campañas de muestreo, tal como se especifica en el Cuadro 7.3.A. para las masas de agua no modificadas y en el Cuadro 7.3.B. para las masas de agua modificadas. Igual que en los índices indicados anteriormente, las tablas pueden ser sustituidas por otras que se desarrollen con base en información local más precisa.

7.1.2.3.3. Cálculo de la calidad de los fondos duros (I_{FR})

La calidad de los fondos duros se valorará mediante la evaluación de las comunidades características presentes a través del siguiente índice:

$$I_{FR} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_{OB_i}}{n}$$

donde:

I_{FR}: Índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos.

C_{OB_i}: Valor normalizado del porcentaje de superficie rocosa cubierta por comunidades de flora y fauna características a una cota de profundidad "i".

n: Número de cotas de profundidad analizadas.

El cálculo de la calidad de las comunidades de los fondos rocosos se llevará a cabo a lo largo de transectos sobre el fondo (perfiles). En éstos, mediante observación directa, se evalúa la cobertura en los siguientes rangos de profundidad: intermareal, 0-5, 5-15, 15-30 y >30 metros.

La normalización de los datos obtenidos en las masas de agua no modificadas y modificadas se detalla en los Cuadros 7.4.A. y 7.4.B., respectivamente. Igual que en los índices indicados anteriormente, las tablas pueden ser sustituidas por otras que se desarrollen con base en información local disponible.

7.1.2.3.4. Método de valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico

A partir de los índices que definen la calidad de la columna de agua y de los fondos se valorará el Estado Ecológico y el Potencial Ecológico mediante el cuadro de doble entrada de la Tabla 7.4.

Cuadro 7.1.A. Índice de calidad del agua para masas de agua no modificadas

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

El valor normalizado de los indicadores se obtiene a partir de la sustitución del valor de "x" por el del valor calculado de cada indicador (concentración media anual) en las siguientes tablas de normalización, según el tipo de masa de agua de la que se trate.

Aguas de transición

Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.7 ≤ x < 1	0.6
0.3 ≤ x < 0.7	0.8
x < 0.3	1

Saturación de oxígeno (%)	C _{SAT}
x > 90	10
70 < x ≤ 90	8
30 < x ≤ 70	5
10 < x ≤ 30	2
x ≤ 10	0

Clorofila "a" (µg/l)	C _{CLA}
x < 2	10
2 ≤ x < 4	8
4 ≤ x < 7	5
7 ≤ x < 13	2
x ≥ 13	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 4	10
4 ≤ x < 7	8
7 ≤ x < 12	5
12 ≤ x < 20	2
x ≥ 20	0

Aguas costeras

Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.7 ≤ x < 1	0.6
0.3 ≤ x < 0.7	0.8
x < 0.3	1

Saturación de oxígeno (%)	C _{SAT}
x > 90	10
70 < x ≤ 90	8
40 < x ≤ 70	5
20 < x ≤ 40	2
x ≤ 20	0

Clorofila "a" (µg/l)	C _{CLA}
x < 1.5	10
1.5 ≤ x < 2.5	8
2.5 ≤ x < 5	5
5 ≤ x < 8	2
x ≥ 8	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 2	10
2 ≤ x < 6	8
6 ≤ x < 9	5
9 ≤ x < 12	2
x ≥ 12	0

Cuadro 7.1.B. Índice de calidad del agua para masas de agua modificadas

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

El valor normalizado de los indicadores se obtiene a partir de la sustitución del valor de “x” por el del valor calculado de cada indicador (concentración media anual) en las siguientes tablas de normalización, según el tipo de masa de agua de la que se trate.

Renovación aceptable

Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.7 ≤ x < 1	0.6
0.3 ≤ x < 0.7	0.8
x < 0.3	1

Saturación de oxígeno (%)	C _{SAT}
x > 90	10
70 < x ≤ 90	8
30 < x ≤ 70	5
10 < x ≤ 30	2
x ≤ 10	0

Clorofila “a” (µg/l)	C _{CLA}
x < 2	10
2 ≤ x < 4	8
4 ≤ x < 7	5
7 ≤ x < 13	2
x ≥ 13	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 4	10
4 ≤ x < 7	8
7 ≤ x < 12	5
12 ≤ x < 20	2
x ≥ 20	0

Baja renovación

Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.9 ≤ x < 1	0.6
0.5 ≤ x < 0.9	0.8
x < 0.5	1

Saturación de oxígeno (%)	C _{SAT}
x > 70	10
50 < x ≤ 70	8
20 < x ≤ 50	5
10 < x ≤ 20	2
x ≤ 10	0

Clorofila “a” (µg/l)	C _{CLA}
x < 3	10
3 ≤ x < 5	8
5 ≤ x < 10	5
10 ≤ x < 14	2
x ≥ 14	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 4	10
4 ≤ x < 7	8
7 ≤ x < 12	5
12 ≤ x < 20	2
x ≥ 20	0

Cuadro 7.2.A. Índice de calidad química de los sedimentos de masas de agua no modificadas

$$I_{CQ} = \frac{C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}}{6}$$

El valor normalizado de los indicadores se obtiene a partir de la sustitución del valor de "x" por el del valor calculado de cada indicador (concentración media anual) en las siguientes tablas de normalización.

PCB (mg/kg)	C_{PCB}	HAP (mg/kg)	C_{HAP}
$x < 0.01$	10	$x < 0.4$	10
$0.01 \leq x < 0.02$	8	$0.4 \leq x < 0.8$	8
$0.02 \leq x < 0.08$	5	$0.8 \leq x < 30$	5
$0.08 \leq x < 0.2$	2	$30 \leq x < 200$	2
$x \geq 0.2$	0	$x \geq 200$	0

Mercurio (Hg) (mg/kg)	C_{Hg}	Cadmio (Cd) (mg/kg)	C_{Cd}
$x < 0.2$	10	$x < 0.4$	10
$0.2 \leq x < 0.4$	8	$0.4 \leq x < 0.8$	8
$0.4 \leq x < 2.0$	5	$0.8 \leq x < 4.0$	5
$2.0 \leq x < 15$	2	$4.0 \leq x < 30$	2
$x \geq 15$	0	$x \geq 30$	0

Plomo (Pb) (mg/kg)	C_{Pb}	Cobre (Cu) (mg/kg)	C_{Cu}
$x < 40$	10	$x < 40$	10
$40 \leq x < 80$	8	$40 \leq x < 80$	8
$80 \leq x < 400$	5	$80 \leq x < 320$	5
$400 \leq x < 3500$	2	$320 \leq x < 2800$	2
$x \geq 3500$	0	$x \geq 2800$	0

Zinc (Zn) (mg/kg)	C_{Zn}	Cromo (Cr) (mg/kg)	C_{Cr}
$x < 150$	10	$x < 80$	10
$150 \leq x < 400$	8	$80 \leq x < 160$	8
$400 \leq x < 2000$	5	$160 \leq x < 700$	5
$2000 \leq x < 15000$	2	$700 \leq x < 7000$	2
$x \geq 15000$	0	$x \geq 7000$	0

Arsénico (As) (mg/kg)	C_{As}	Níquel (Ni) (mg/kg)	C_{Ni}
$x < 30$	10	$x < 40$	10
$30 \leq x < 60$	8	$40 \leq x < 80$	8
$60 \leq x < 180$	5	$80 \leq x < 320$	5
$180 \leq x < 1000$	2	$320 \leq x < 2800$	2
$x \geq 1000$	0	$x \geq 2800$	0

Una vez calculado el valor normalizado de la concentración media anual de cada uno de los ocho metales pesados (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, As y Ni) el término C_{MP} se obtiene de la aplicación del siguiente criterio:

Normalización	C_{MP}
Todos los metales = 10	10
Todos los metales ≥ 8	8
1-3 Metales con valores 2 ó 5	5
Más de 3 Metales con valores 2 ó 5	2
Algún Metal con valor 0	0

Cuadro 7.2.B. Índice de calidad química de los sedimentos de masas de agua modificadas

$$I_{CQ} = \frac{C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}}{6}$$

El valor normalizado de los indicadores se obtiene a partir de la sustitución del valor de "x" por el de la concentración media anual de cada indicador en las correspondiente tabla de normalización.

PCB (mg/kg)	C_{PCB}	HAP (mg/kg)	C_{HAP}
$x < 0.01$	10	$x < 0.5$	10
$0.01 \leq x < 0.03$	8	$0.5 \leq x < 1.0$	8
$0.03 \leq x < 0.1$	5	$1.0 \leq x < 40$	5
$0.1 \leq x < 0.8$	2	$40 \leq x < 320$	2
$x \geq 0.8$	0	$x \geq 320$	0

Mercurio (Hg) (mg/kg)	C_{Hg}	Cadmio (Cd) (mg/kg)	C_{Cd}
$x < 0.3$	10	$x < 0.5$	10
$0.3 \leq x < 0.6$	8	$0.5 \leq x < 1.0$	8
$0.6 \leq x < 3.0$	5	$1.0 \leq x < 5.0$	5
$3.0 \leq x < 24$	2	$5.0 \leq x < 40$	2
$x \geq 24$	0	$x \geq 40$	0

Plomo (Pb) (mg/kg)	C_{Pb}	Cobre (Cu) (mg/kg)	C_{Cu}
$x < 60$	10	$x < 50$	10
$60 \leq x < 120$	8	$50 \leq x < 100$	8
$120 \leq x < 600$	5	$100 \leq x < 400$	5
$600 \leq x < 4800$	2	$400 \leq x < 3200$	2
$x \geq 4800$	0	$x \geq 3200$	0

Zinc (Zn) (mg/kg)	C_{Zn}	Cromo (Cr) (mg/kg)	C_{Cr}
$x < 250$	10	$x < 100$	10
$250 \leq x < 500$	8	$100 \leq x < 200$	8
$500 \leq x < 3000$	5	$200 \leq x < 1000$	5
$3000 \leq x < 24000$	2	$1000 \leq x < 8000$	2
$x \geq 24000$	0	$x \geq 8000$	0

Arsénico (As) (mg/kg)	C_{As}	Níquel (Ni) (mg/kg)	C_{Ni}
$x < 40$	10	$x < 50$	10
$40 \leq x < 80$	8	$50 \leq x < 100$	8
$80 \leq x < 200$	5	$100 \leq x < 400$	5
$200 \leq x < 1200$	2	$400 \leq x < 3200$	2
$x \geq 1200$	0	$x \geq 3200$	0

Una vez calculado el valor normalizado de la concentración media anual de cada uno de los ocho metales pesados (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Cr, As y Ni) el término C_{MP} se obtiene de la aplicación del siguiente criterio:

Normalización	C_{MP}
Todos los metales = 10	10
Todos los metales ≥ 8	8
1-3 Metales con valores 2 ó 5	5
Más de 3 Metales con valores 2 ó 5	2
Algún Metal con valor 0	0

Cuadro 7.3.A. Índice de contaminación orgánica de los sedimentos de masas de agua no modificada

$$I_{CO} = \frac{C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}}{2}$$

El valor normalizado de los indicadores se obtiene a partir de la sustitución del valor de “x” por el del valor calculado de cada indicador (concentración media anual) en las siguientes tablas de normalización, según el tipo de masa de agua de la que se trate.

Masas de agua costeras

Carbono Orgánico Total (COT) (%)		Nitrógeno Kjeldahl (NTK) (mg/kg)		Fósforo Total (PT) (mg/kg)	
Valores	C _{COT}	Valores	C _{NTK}	Valores	C _{PT}
x < 0.5	4	x < 540	3	x < 450	3
0.5 ≤ x < 2.1	3	540 ≤ x < 1900	2	450 ≤ x < 720	2
2.1 ≤ x < 3.6	2	1900 ≤ x < 3200	1	720 ≤ x < 1100	1
3.6 ≤ x < 5.2	1	x ≥ 3200	0	x ≥ 1100	0
x ≥ 5.2	0				

Masas de agua de transición

Carbono Orgánico Total (COT) (%)		Nitrógeno Kjeldahl (NTK) (mg/kg)		Fósforo Total (PT) (mg/kg)	
Valores	C _{COT}	Valores	C _{NTK}	Valores	C _{PT}
x < 0.6	4	x < 600	3	x < 500	3
0.6 ≤ x < 2.3	3	600 ≤ x < 2100	2	500 ≤ x < 800	2
2.3 ≤ x < 4.0	2	2100 ≤ x < 3600	1	800 ≤ x < 1200	1
4.0 ≤ x < 5.8	1	x ≥ 3600	0	x ≥ 1200	0
x ≥ 5.8	0				

Cuadro 7.3.B. Índice de contaminación orgánica de los sedimentos de masas de agua modificadas

$$I_{CO} = \frac{C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}}{2}$$

Para determinar el valor de los indicadores se calcula el valor medio de cada indicador en los sedimentos de una masa de agua, y se sustituye por el valor de “x” en la correspondiente tabla de normalización.

Carbono Orgánico Total (COT) (%)		Nitrógeno Kjeldahl (NTK) (mg/kg)		Fósforo Total (PT) (mg/kg)	
Valores	C _{COT}	Valores	C _{NTK}	Valores	C _{PT}
x < 0.6	4	x < 600	3	x < 500	3
0.6 ≤ x < 2.3	3	600 ≤ x < 2100	2	500 ≤ x < 800	2
2.3 ≤ x < 4.0	2	2100 ≤ x < 3600	1	800 ≤ x < 1200	1
4.0 ≤ x < 5.8	1	x ≥ 3600	0	x ≥ 1200	0
x ≥ 5.8	0				

Cuadro 7.4.A. Índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos en masas de agua no modificadas

$$I_{FR} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_{COB_i}}{n}$$

El valor normalizado de los indicadores se obtiene a partir de la sustitución del valor de “x” en la tabla de normalización por el valor de indicador calculado de calidad de los fondos (cobertura) estimado en cada rango de profundidad.

% Superficie rocosa cubierta de comunidades características (cobertura)	Valor C_{COB}
$80 > x$	10
$60 < x \leq 80$	8
$30 < x \leq 60$	6
$10 < x \leq 30$	2
$x \leq 10$	0

Cuadro 7.4.B. Índice de calidad de las comunidades de fondos rocosos en masas de agua modificadas

$$I_{FR} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_{COB_i}}{n}$$

El valor normalizado del indicador se obtiene a partir de la sustitución del valor de “x” en la tabla de normalización por el valor de indicador calculado de calidad de los fondos (cobertura) estimado en cada rango de profundidad.

% Superficie rocosa cubierta de comunidades características (cobertura)	Valor C_{COB}
$70 > x$	10
$50 < x \leq 70$	8
$20 < x \leq 50$	6
$5 < x \leq 20$	2
$x \leq 5$	0

Tabla 7.4. Sistemas de valoración del Estado Ecológico y el Potencial Ecológico de una masa de agua

		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

- Estado Ecológico o Potencial Ecológico muy bueno.
- Estado Ecológico o Potencial Ecológico bueno.
- Estado Ecológico o Potencial Ecológico insuficiente.
- Estado Ecológico o Potencial Ecológico deficiente.
- Estado Ecológico o Potencial Ecológico malo.

7.1.3. Análisis de las zonas protegidas

Dada la peculiaridad reconocida para estas zonas por la propia Directiva Marco del Agua, no se considerará necesario llevar a cabo su Vigilancia. No obstante, podrá disponerse de la información pública correspondiente a los programas de Vigilancia desarrollados de acuerdo a las normativas sectoriales correspondientes.

7.2. Plan de Seguimiento en continuo

Para el Seguimiento Continuo de puntos concretos de las masas de agua sometidas a una mayor presión de las actividades portuarias, se podrá plantear la incorporación de sistemas de “medición en tiempo real”. La información así obtenida permitirá complementar la correspondiente al Plan de Vigilancia Sistemática.

La localización y el número de puntos concretos de seguimiento continuo dependerán de la configuración del ámbito portuario, así como de las condiciones hidrodinámicas y de la extensión y homogeneidad de las masas de agua reconocidas en el mismo.

7.3. Plan de Inspección Visual

El Plan de Inspección Visual integra el conjunto de actividades encaminadas a la detección precoz de los posibles efectos perniciosos para la calidad de las masas de agua debidos a la introducción de cargas contaminantes imprevisibles.

Este Plan se llevará a cabo mediante el seguimiento visual de las emisiones contaminantes procedentes de la Zona I (emisiones portuarias y de empresas concesionarias y autorizadas) y de los efectos de todas las emisiones contaminantes procedentes del resto de la Zona de Servicio Portuario tanto puntuales como difusas.

7.4. Actuaciones derivadas del Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental podrá revisarse tras la primera valoración de la calidad de las masas de agua, adecuando su diseño (número de puntos de muestreo, frecuencia, variables, etc.) a los resultados obtenidos en este Programa y en el de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales.

Como resultado del proceso continuado de valoración de la calidad de las masas de agua correspondiente a un determinado Programa de Vigilancia Ambiental, se derivan las dos posibles actuaciones siguientes:

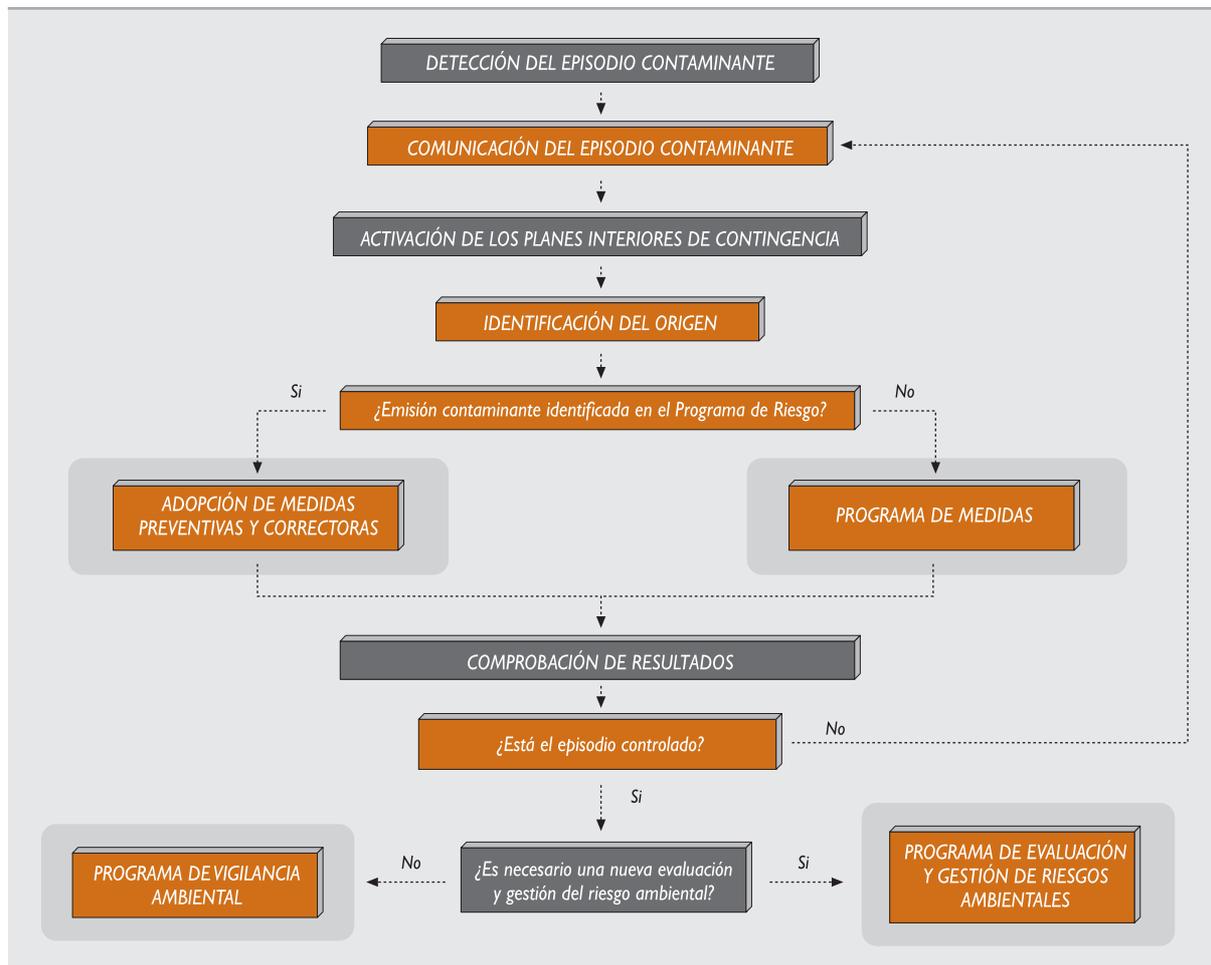
- ◆ En el caso de comprobarse que el estado o el potencial ecológico de las masas de agua es bueno o muy bueno, se continuará con el Programa de Vigilancia Ambiental en los términos en los que esté establecido. No obstante, si se comprobase uniformidad y permanencia de resultados, se podrá revisar el alcance y contenidos de éste cada tres años.
- ◆ En el caso de que se pongan de manifiesto evidencias de haberse producido un episodio contaminante, en ese caso, se activará el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes (Apartado 8).

8. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES

Sin perjuicio de las competencias, responsabilidades y funciones que los diversos planes de contingencia y de emergencia establezcan, el presente Programa de Gestión de Episodios Contaminantes representa el procedimiento metodológico que permite abordar las posibles mermas de la calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario, detectados por el Programa de Vigilancia Ambiental o por cualquier otra vía.

La metodología para llevar a cabo este Programa se ajusta al diagrama de la Figura 8.1.

Figura 8.1. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes



En las siguientes líneas se desarrolla el procedimiento de actuación frente a un episodio contaminante.

A. Detección del Episodio Contaminante

La detección de los episodios contaminantes podrá realizarse a través de las denuncias de cualquier sector de la población, de la alerta de los responsables del episodio o a través de alguno de los tres planes que constituyen el Programa de Vigilancia Ambiental:

- ◆ Plan de Vigilancia Sistemática: Detección del episodio contaminante debido a una reducción en la valoración del estado ecológico de una masa de agua, o a la obtención continuada de valores normalizados bajos de cualquier indicador.
- ◆ Plan de Seguimiento en Continuo: Detección del episodio contaminante por la obtención continuada de valores normalizados bajos de cualquier indicador.
- ◆ Plan de Inspección Visual: Detección visual de los efectos derivados de la introducción de contaminantes en el medio acuático portuario.

Con el objeto de adecuar la respuesta a la magnitud del episodio contaminante en el momento de la detección se hará una primera valoración de la importancia de dicho episodio.

B. Comunicación del Episodio Contaminante

Una vez detectado el episodio contaminante se comunicará y transmitirá la información referente a dicho episodio contaminante a las autoridades competentes y, en todo caso, a la Autoridad Portuaria.

Para ello, se contará con toda la información obtenida en la detección del episodio y sus efectos.

C. Activación inmediata de los Planes Interiores de Contingencia

Cuando se produzca un episodio contaminante, con independencia de que se haya identificado su origen, y con el objeto de poner fin al mismo y minimizar sus consecuencias en el medio, se activarán de forma inmediata los procedimientos de activación, coordinación y actuación de los Planes Interiores de Contingencia que proceda.

D. Identificación del origen

Una vez se ponga en evidencia la existencia de un episodio contaminante en la Zona de Servicio Portuario, se procederá a la identificación de su origen, así como de las causas que lo produjeron (roturas o fugas en los conductos, vertidos accidentales, operaciones de limpieza, contaminación crónica, etc.).

En el caso de que el episodio contaminante se haya detectado en el Plan de Vigilancia Sistemática o en el Plan de Seguimiento en Continuo, podrá determinarse su origen gracias a la información manejada en el proceso de localización y caracterización de las emisiones contaminantes efectuada en el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales (Apartado 6.1).

Si el episodio contaminante se detecta por el Plan de Inspección Visual o por la denuncia de particulares su origen podrá determinarse, siempre que éste deje evidencia del punto o área desde el que ha sido producido. En estos casos, con el estudio sobre los efectos podrán determinarse las causas y, en consecuencia, el posible origen del mismo.

Por último, el caso más favorable será aquél en el que los responsables del episodio contaminante comuniquen a las autoridades competentes o a la Autoridad Portuaria de su existencia. Cuando esto ocurra, el conocimiento detallado del episodio permitirá la adopción de las medidas correctoras oportunas.

E.1. Adopción de Medidas Preventivas y Correctoras

Cuando el episodio contaminante esté relacionado con alguna de las emisiones identificadas en el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales se aplicarán las medidas preventivas y correctoras propuestas para dicha emisión (Apdo 6.4).

E.2. Programa de medidas

En el caso de que el episodio contaminante no esté relacionado con ninguna de dichas emisiones (p.e. contaminación residual de sedimentos) se aplicará el programa de medidas básicas y complementarias definidas por la Directiva Marco del Agua (Anexo VI).

Las medidas básicas serán las derivadas de la legislación ambiental comunitaria tales como la prohibición de la entrada de contaminantes en el agua, la autorización previa de emisiones puntuales y difusas, etc.

Las medidas complementarias serán las concebidas y aplicadas con carácter adicional a las medidas básicas con el propósito de lograr los objetivos ambientales establecidos (Estado Ecológico bueno o muy bueno). En el caso de que no puedan alcanzarse dichos objetivos la Directiva propone, entre otras medidas, llevar a cabo proyectos de investigación, aplicar códigos de buenas prácticas ambientales, o examinar y revisar los permisos y autorizaciones pertinentes.

F. Comprobación de los resultados

Tras la aplicación de las medidas se realizará una comprobación de la eficacia de las medidas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, con el fin de determinar si el episodio ha sido controlado.

En el caso de que los resultados sean satisfactorios se detectará a través del Programa de Vigilancia Ambiental. Por el contrario, si los resultados obtenidos no son los esperados, habrá que replantearse el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes hasta que el episodio haya sido controlado y sus efectos minimizados y suprimidos.

9. REFERENCIAS

9.1. Referencias bibliográficas

- AHRENS, M. J., DEPREE, C.V. 2004. Inhomogeneous distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in different size and density fractions of contaminated sediment from Auckland Harbour, New Zealand: an opportunity. *Mar. Poll. Bulletin* 48, 341-350 pp.
- ALLEN, G. 1992. *Sediment Toxicity Assessment*. Lewis Publishers, 457 pp.
- ÁLVAREZ, C.; REVILLA, J.A.; JUANES, J.A.; NIKOLOV, K.; DÍAZ, R. 1993. Metodología y Modelo Integral del Estudio de Emisarios Submarinos en el Mar Cantábrico. *Memorias de las Segundas Jornadas Españolas de Costas*. Gijón. Mayo de 1993. 53-64 pp.
- ÁLVAREZ, C. 1996. Aportaciones metodológicas al estudio de la contaminación litoral originada por vertidos y alivios procedentes de redes de saneamiento urbano. Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Universidad de Cantabria. 246 pp.
- VIDAL, C., CEMBRERO, P., LOMÓNACO, P., REVILLA, J.A., MEDINA, R., ÁLVAREZ, C., JUANES, J.A. 2002. Transient loads in outfalls under heavy wave conditions: risk of depression and buckling. *Proceedings 2nd International Conf. on Marine Waste Water Discharges*. Istanbul, Turkey.
- ALZIEU, C. 1999. Gestion des sédiments portuaries. En: *Dragages et environnement marin*. IFREMER. 169-185 pp.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT. 2004. *National Pollutant Inventory Guide*. 40 pp.
- BAHATIA, R., DINWOODIE, J. 2004. Daily oil losses in shipping crude oil: measuring crude oil loss rates in daily North Sea shipping operations. *Energy Policy* 32, 811-822 pp.
- BARRAGÁN, J. M. 1994. *Ordenación, Planificación y Gestión del Espacio Litoral*. Oikos-Tau, 298 pp.
- BARRAGÁN, J. M. 1997. *Medio Ambiente y desarrollo en las áreas litorales*. Oikos-Tau, 159 pp.
- BATTERMAN, S., KOVACS, E.. 2003. Threshold quantity criteria for risk management programs: recommendations for toxic releases. *Journal of Hazardous Materials A* 105, 39-60 pp.

- BORJA, A., VALENCIA, V., FRANCO, J., MUXIKA, I., BALD, J., BELZUNCE, M. J., SOLAUN, O. 2004. The water framework directive: water alone, or in association with sediment and biota, in determining quality standards. *Marine Pollution Bulletin* 49, 8-11 pp.
- BRICKER, S. B., FERREIRA, J. G., SIMAS, T. 2003. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. *Ecological Modelling* 169, 39-60 pp.
- BURRIEL, G. 1999. Sistema de gestión de riesgos laborales e industriales. Fundación Mapfre. 1-265 pp.
- CAEIRO, S., PAINHO, M., GOOVAERTS, P., COSTA, H., SOUSA, S. 2003. Spatial sampling design for sediment quality assessment in estuaries. *Environmental Modelling & Software* 18, 853-859 pp.
- CAMBLO, A., GARCÍA, J. A. 2002. El análisis de riesgos como herramienta en el estudio de los accidentes. *Estudios e investigaciones marinas*, Volumen 2, número 1.
- CASADO, L. 2002. Los vertidos en aguas continentales: régimen jurídico administrativo. Universitat Autònoma de Barcelona. 1037 pp.
- CASTANEDO S., MEDINA, R. 2002. Análisis de los modelos 3D para la simulación de flujo en aguas de transición. *Ingeniería del Agua*. Vol 9, N°4, 467-481 pp.
- CASTANEDO, S., MEDINA, R., LOSADA, I. J. 2004. A pre-operational oceanographic system as part of the response to the Prestige oil spill in Cantabria (Spain). *Journal of Maritime Research* Vol 1, 5-22 pp.
- CASTANEDO, S., MEDINA, R. 2001. Aplicación de modelos hidrodinámicos a la restauración de marismas: el caso de las marismas de Argoños y Escalante, Santoña. VI Jornadas Españolas de Ingeniería de Puertos y Costas. Palma de Mallorca, 47-48 pp.
- CEDEX. 1994. Recomendaciones para la Gestión de material de dragado en los puertos españoles. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 39 pp.
- CEDEX. 2004. Guía metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental de las extracciones de arenas para la regeneración de playas. Ministerio de Fomento. 29-39 pp.
- CHAVE, P. 2001. The EU Water Framework Directive. IWA Publishing, 208 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 1999. European Code of Conduct for Coastal Zones. 98 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 2000. Documento de orientación para la realización del EPER. Dirección General de Medio Ambiente. 103 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 2000. Libro Blanco sobre Responsabilidad Ambiental. 60 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 2003. Analysis of Pressures and Impacts. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, 104 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 2003. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, 117 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 2003. Identification of Water Bodies. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, 21 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 2003. Monitoring under the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, 164 pp.
- COMISIÓN EUROPEA. 2003. Transitional and Coastal Waters - Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. 121 pp.

- COQUILLARD, P., HILL, D. R. C. 1997. Modélisation et simulation d'écosystèmes des modèles déterministes aux simulations à événements discrets. Masson. 273 pp.
- DABRA, R. M., RONZA, A., CASAL, J., STOJANOVIC, T.A., WOOLDRIDGE, C. 2004. The self diagnosis method. A new methodology to assess environmental management in sea ports. *Marine Pollution Bulletin* 48, 420-428 pp.
- DAVIES, J., BAXTER, J., BRADLEY, M., CONNOR, D., KHAN, J., MURRAY, E., SANDERSON, W., TURNBULL, C., VINCENT, M. 2001. *Marine Monitoring Handbook*. UK Marine. 70-117 pp.
- DE ARQUER, M. I., ET AL. 1999. "Riesgo químico". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 151-182 pp.
- DE LAZZARI, A., RAMPAZZO, G., PAVONI, B. 2004. Geochemistry of sediments in the northern and Central Adriatic Sea. *Estuarine Coastal & Shelf Science* 59, 429-440 pp.
- DEPARTMENT OF ECOLOGY. 2003. Sediment source control and clean standards user manual. Washington State. 49-59 pp.
- DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS Y CALIDAD DE AGUAS. 2004. Manual para el análisis de presiones e impactos relacionados con la contaminación de las masas de agua superficiales. Ministerio de Medio Ambiente.
- DIRECTORATE-GENERAL FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION. 1994. Circular on intervention values for soil remediation. Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and Environmental. Annex 6-19 pp.
- EPA. 1983. Technical Support Manual: Water surveys and Assessments for Conducting use Attainability Analyses. Volume II: Estuarine Systems. 191 pp.
- EPA. 1997. Recommended guidelines for sampling marine sediment, water column, and tissue in puget sound. 4-35 pp.
- EPA. 1998. Guidelines for Ecological Risk Assessment. 124 pp.
- EPA. 2000. Estuarine Coastal Marine Waters: Bioassessment and Biocriteria Technical Guidance. 300 pp.
- EPA. 2002. National Recommended Water Quality Criteria. 36 pp.
- EPER-ESPAÑA. 2001. Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes. Ministerio de Medio Ambiente. 1465 pp.
- EUROPEAN SEA PORTS ORGANISATION. 1994. Environmental Code of Practice. ESPO.
- EUROPEAN SEA PORTS ORGANISATION. 2003. Code of Practice. ESPO, 30 pp.
- EUROPEAN SEA PORTS ORGANISATION. 2004. Overview of EU & international environmental rules & policies which affect the port sector. Annex to the Environmental Code of Practice of ESPO. 27 pp.
- FINIZIO, A., VILLA, S. 2002. Environmental risk assessment for pesticides. A tool for decision making. *Environmental Impact Assessment Review* 22, 235-248 pp.
- GARCÍA, A., MEDINA, R., DE FRUTOS, G., ASPIAZU, L. M., REVILLA, J.A., ÁLVAREZ, C., JUANES, J.A. 1999. Modelo Matemático Bidimensional para el Estudio de la Evolución de la Concentración de Oxígeno Disuelto en Estuarios Someros. V Jornadas Españolas de Ingeniería de Puertos y Costas. ISBN 84-7721-954-4 Volumen: II. Pp: 1039-1050 pp.
- GARCÍA, A., REVILLA, J.A., MEDINA, R., ÁLVAREZ, C., JUANES, J.A. 2002. A model for predicting the temporal evolution of dissolved oxygen concentration in shallow estuaries. *Hydrobiología* 475/476: 205-211. Kluwer Academic Publishers.

- GENERALITAT DE CATALUNYA. 2003. Pla especial d'emergències per contaminació accidental de les aigües marines a Catalunya (CAMCAT). 110 pp.
- Ghirelli, F., Leckner, B. 2004. Transport equation of the local residence time of a fluid. *Chemical Engineering Science* 59, 513-523 pp.
- GÓMEZ-GESTEIRA, M., DECASTRO, M., PREGO, R. 2004. Dependence of the water residence time in Ria of Pontevedra (NW Spain) on the seawater inflow and the river discharge. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 58, 567-573 pp.
- GRALL, J., QUINIOU, F., GLÉMAREC, M. 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'inmersion. *IFREMER*. 89-117 pp.
- GUERBET, M., JOUANY, J. M. 2002. Value of the SIRIS method for the classification of a series of 90 chemicals according to risk for the aquatic environment. *Environmental Impact Assessment Review* 22, 377-391 pp.
- HELCOM. 2003. Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM.
- HENS, L., COMPTON, P., DEVUYST, D. 1998. *Environmental Management in Practice. Volume I: Instrument for Environmental Management*. Routledge. 144-168 pp
- IFREMER. 1999. Programme scientifique Seine-Aval : 16. Les modèles. Outils de connaissance et de gestion. 31 pp.
- JUANES, J.A., (COORD.). 2001. Establecimiento de un sistema de índices de calidad aplicables a la valoración estandarizada del estado del estado de conservación de los espacios litorales de Cantabria. Fundación Marcelino Botín. 140 pp.
- JUANES, J.A., ÁLVAREZ, C., REVILLA, J.A. 1998. Informe técnico sobre análisis de la problemática ambiental relacionada con las aguas de escorrentía generadas en el puerto de Santander. Universidad de Cantabria. 22 pp.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 2004. Guías Sectoriales de apoyo a la notificación de emisiones contaminantes. Consejería de Medio Ambiente.
- KING, A. J., READMAN, J.W., ZHOU, J. L. 2004. Dynamic behaviour of polycyclic aromatic hydrocarbons in Brighton marina, UK. *Mar. poll. Bulletin* 48, 229-239 pp.
- KRAMER, K., BROCKMANN, U., WARWICK, R. 1994. *Tidal Estuaries. Manual of sampling and analytical procedures*. A.A. Balkema Rotterdam Brookfield, 304 pp.
- KUMAMOTO, H., HENLEY, E. 1996. *Probabilistic risk assessment and management for engineers and scientists*. IEEE Press, New York. 597 pp.
- LABODOVÁ, A. 2004. Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach. *Journal of Clear Production*. 12, 571-580 pp.
- LERCHE, D., SØRENSEN, P. B., SØRENSEN LARSEN, H., CARLSEN, L., NIELSEN, O. J. 2002. Comparison of the combined monitoring-based and modelling-based priority setting scheme with partial order theory and random linear extensions for ranking of chemical substances. *Chemosphere*. 49, 637-649 pp.
- LIU, P.L.F. AND LOSADA, I.J. (2002). Wave propagation modeling in Coastal Engineering. *Journal of Hydraulic Research*. IAHR, Vol. 40, No. 3, 229-240 pp.
- LÓPEZ, J. 2002. El mar: contaminación, características químicas y eutrofización. Miragüano, 253 pp.
- LOSADA I., MEDINA, R., LOSADA, M.A., VIDAL, C. 1995. Modelos hidrodinámicos y de transporte de sedimentos. *Ingeniería del Agua*. Vol 2, Num. Extraordinario. 99118.

- LOSADA, I., VIDAL, C., CANTERAS, J.C., GONZÁLEZ, M., MEDINA, R. 2001. Documento de referencia. Modelo de Ayuda a la Gestión del Litoral español. Edición Universidad de Cantabria-Ministerio de Medio Ambiente. 1363 pp.
- MARTIN, J. L., MCCUTCHEON, S. C. 1999. Hydrodynamics and Transport for Water Quality Modeling. Lewis Publishers. 816 pp.
- MCINTYRE, N. R., WHEATER, H. S. 2004. A tool for risk-based management of surface water quality. Environmental Modelling & Software. 19, 1131-1140 pp.
- MEDINA, R., GONZÁLEZ, M., CASTANEDO, S., PEÑA, C., CARRION, V. 2002. Herramientas para el análisis y evaluación del impacto de la construcción de obras portuarias en el litoral. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. 1269-1283 pp.
- MEDINA, R., JUANES, J., CASTANEDO, S., PUENTE, A., MÉNDEZ, F. J., VIDAL, C., LOSADA, I., AGUDELO, P. 2003. Programa de predicción, protección y evaluación del impacto del vertido del buque Prestige en las costas de Cantabria. VII Jornadas Españolas de Ingeniería de Puertos y Costas. Almería.
- MEDINA, R. Y OTROS. 2002. El medio Ambiente en los puertos del futuro. VI Congreso Nacional de Medio Ambiente. 119-126 pp.
- MEYBECK, M., HOROWITZ, A. J., GROSBOIS, C. 2004. The geochemistry of Seine river basin particulate matter: distribution of an integrated metal pollution index. Science total environment 328, 219-236 pp.
- MONTAGUE, P. 2004. Reducing the harms associated with risk assessment. Environmental Impact Assessment Review. 24. 733-748 pp.
- MUNNÉ, A., PRAT, N. 2002. Desarrollo de herramientas de análisis de tipificación ecológica de los sistemas fluviales en las cuencas internas de Cataluña. Proc. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, Sevilla 13-17 Noviembre de 2002. 12 pp.
- MURRAY, L., BROOKE, J., CLAY, N. 2004. The EU Water Framework Directive: Implications for the ports, harbours, navigation and dredging industries. Terra et Aqua, 95, 13-19 pp.
- NATIONAL GUIDELINES AND STANDARDS OFFICE. 2002. Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary of Existing Environmental Quality Guidelines. 12 pp.
- NELSON, P. 2000. Australia's National Plan to combat pollution of the sea by oil and other noxious and hazardous substances- Overview and current issues. Spill Science & Technology Bulletin 6, 3-11 pp.
- OMI. 1973. Convenio MARPOL 73/78 Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques.
- OMI. 1990. Convenio Internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos. (BOE 133, 05.06.95).
- OSPAR. 1997. Agreed background/reference concentrations for contaminants in sea water, biota and sediment. Annex 5 (Ref. 3.14).
- OSPAR. 1998. Guidelines for the Management of Dredged Material. Ministerial. 34 pp.
- OSPAR. 2000. Quality Status Report. Region IV Bay of Biscay and Iberian Coast. 11 pp.
- OSPAR. 2000. Quantification and Reporting of Nitrogen and Phosphorus Losses from Diffuse Anthropogenic Sources, and Natural Background Losses.

- PAUSTENBACH, D. J. 1989. The Risk Assessment of Environmental and Human Health Hazards: A Textbook of Case Studies. A Wiley-Interscience Publication. 27-124 pp.
- PRAT, N. 2004. El estado ecológico, elemento clave de la gestión del agua en el siglo XXI. Proc. IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, Tortosa, 8-12 diciembre de 2004.
- Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad de las aguas de baño. (COM(2002) 581 final de 24.10.2002).
- PUENTE, A., JUANES, J. A., REVILLA, J. A., ÁLVAREZ, C., MEDINA, R., GARCÍA, A., LÓPEZ, M. 2002. Proposals for Reduction of Land Reclamation-Related Environmental Impacts at the Port of Santander. Proceedings International Symposium Littoral.
- PUERTOS DEL ESTADO. 2001. ROM 0.0: Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias. Ministerio de Fomento. 220 pp.
- R. SANZ, A. ZULUETA, J. I. GIL. 2002. Seguimiento ambiental de obras marítimas. Proc. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, Madrid febrero 2001. 1697-1712 pp.
- RASMUSSEN, B., JOSEFSON, A. B. 2002. Consistent estimates for the residence time of micro-tidal Estuaries. Estuarine Coastal & Shelf Science 54, 65-73 pp.
- REVILLA CORTEZÓN, J. A., LUCEÑO VAZQUEZ, A., NIKOLOV, K., ALVAREZ DÍAZ, C. 1994. Vertidos de Tormenta en Zonas Costeras. Una Metodología para el Diseño Acorde con las Directivas Comunitarias. Revista de Obras Públicas. Nº 3.336. 69-78 pp.
- 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. Libro de Ponencias de las Jornadas sobre la Directiva Marco del Agua y sus Implicaciones para la Gestión del Agua en España.
- REVILLA, J. A., KOEV, K. N., ROLDÁN, A., ÁLVAREZ, C., DÍAZ, MEDINA, R. 1994. Métodos de Estudio del Déficit de Oxígeno Originado por Vertidos de Aguas Residuales en Zonas Costeras. Ingeniería del Agua. ISSN 1134-2196. 1(2) 83-96 pp.
- REVILLA, J. A., KOEV, K. N., ROLDÁN, A., ÁLVAREZ, C., DÍAZ, MEDINA, R. 1995. Metodología de Estudio de los Saneamientos Litorales. Edición Base. Confederación Hidrográfica del Norte.
- ROMANO, E., AUSILI, A., ZHAROVA, N., MAGNO, M. C., PAVONI, B., GABELLINI, M. 2004. Marine sediment contamination of an industrial site at Port of Bagnoli, Gulf of Naples, Southern Italy. Marine Pollution Bulletin. 49, 487-495 pp.
- SÁNCHEZ-ARCILLA, A., CATEURA, J., ESPINO, M., COMERMA, E., GÓMEZ, J., LÓPEZ, J., MESTRES, M., MÖSSO, C., PUIGDEFÁBREGAS, J., RUBIO, A., SIERRA, J. P. 2003. Caracterización meteorológica, hidrodinámica y de la calidad de las aguas y los sedimentos en el Puerto de Tarragona. Puerto de Tarragona, 74 pp.
- STRONKHORST, J., SCHOT, M. E., DUBBELDAM, M. C., HO, K. T. 2003. A toxicity identification evaluation of silty marine harbor sediments to characterize persistent and non-persistent constituents. Marine Pollution Bulletin 46, 56-64 pp.
- THOMANN, R. V., MUELLER, J. A. 1987. Principles of Surface Water Quality Modelling and Control. Haper Collins Publishers. 91-172 pp.
- UK MARINE SACs PROJECT. 1999. Good practice guidelines for ports and harbours operating within or near UK European marine sites. Joint Nature Conservation Committee, 218 pp.
- UK MARINE SACs PROJECT. 2001. Marine Monitoring Handbook. Joint Nature Conservation Committee, 405 pp.

- UK MARINE SACs PROJECT. 2001. Natura 2000. European Marine Sites - ecological sensitivity and management requirements. Joint Nature Conservation Committee, 26 pp.
- UNE 150008: 2000-EX. 2000. Análisis y evaluación del riesgo medioambiental. Asociación Española de Normalización y Certificación, 33 pp.
- UNE 150103: 2004. Sistemas de gestión ambiental. Guía para la implantación de sistemas de gestión ambiental conforme a UNE-EN ISO 14001 en entornos portuarios y requisitos adicionales para el registro en el reglamento EMAS, 61 pp.
- UNE 200001-3-9:1999. 1999. Análisis del riesgo de sistemas tecnológicos. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). 34 pp.
- VALVERDE, J. L. Toxicidad de las sustancias prioritarias en política de aguas. El procedimiento COMMPS.
- VIDAL, C., LOMÓNACO, P., REVILLA, J.A., MARTÍN, F.L., R. MEDINA. 2002. Stability of rubble mound protections for submarine outfalls: prototype and laboratory experiments. Proceedings 2nd International Conf. on Marine Waste Water Discharges. Istanbul.
- VIDAL, C., LOSADA, I.J. 1997. Mares y océanos como receptor último de contaminación. Contaminación e Ingeniería Ambiental. Editores: J.L. Bueno, H. Sastre y A.G. Lavín. Fundación de Investigación Ciencia y Tecnología. Principado de Asturias. ISBN: 84-923131-5-3. 59-88 pp.
- VON WESTERNHAGEN, H, DETHLEFSEN, V., HAARICH, M. 2001. Can a pollution event be detected using a single biological effects monitoring method?. Marine Pollution Bulletin (42), 4, 294-297 pp.
- WANG, C-F, HSU, M-H., Y. KUO, A.. 2004. Residence time of the Danshuei River estuary, Taiwan. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 60, 381-393 pp.
- XU, F. L., ET AL. 2004. Marine coastal ecosystem health assessment: a case study of the Tolo Harbour, Hong Kong, China. Ecol. Modelling 173, 355-370 pp.

9.2. Normativa de referencia

- ◆ Directiva 93/67/CEE de la Comisión, de 20 de julio de 1993, por la que se fijan los principios de evaluación del riesgo, para el ser humano y el medio ambiente, de las sustancias notificadas de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE del Consejo. (DOCE n° 227, de 08-09-1993).
- ◆ Directiva 67/548/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1967, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas (DOCE n° 196, de 16-08-1967).
- ◆ Reglamento (CEE) n° 793/93 del Consejo, de 23 de marzo de 1993, sobre evaluación y control del riesgo de las sustancias existentes. (DOCE n° 084, del 05-04-1993).
- ◆ Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (DOCE n°257/1996, del 10-10-1996).
- ◆ Decisión 2000/479/CE de la Comisión, de 17 de julio de 2000, relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC).
- ◆ Decisión de la Comisión 2001/681/CE, de 7 de septiembre de 2001, que determina unas Directrices para la aplicación del Reglamento (CE) n° 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se

permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS).

- ◆ Decisión nº 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.
- ◆ Decisión nº 2850/2000/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de cooperación en el ámbito de la contaminación marina accidental o deliberada. (DOCE nº L 332 de 28-12-2000).
- ◆ Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.
- ◆ Directiva 2000/59 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de noviembre de 2000, sobre instalaciones portuarias receptoras de desechos generados por buques y residuos de carga.
- ◆ 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.
- ◆ Directiva 2003/4/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, relativa al acceso del público a la información medioambiental y por la que se deroga la Directiva 90/313/CEE del Consejo (Ley 38/1995, vigente hasta 2000).
- ◆ Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de abril de 2004 sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales.
- ◆ Directiva 2004/35/CE, de 21 de abril, sobre responsabilidad medioambiental con la prevención y reparación de daños medioambientales.
- ◆ Directiva 67/548/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1967, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas (Real Decreto 363/1995).
- ◆ Directiva 76/160/CEE del Consejo, de 8 de diciembre de 1975, relativa a la calidad de las aguas de baño (Real Decreto 734/1988).
- ◆ Directiva 76/464/CEE del Consejo, de 4 de mayo de 1976, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad (Real Decreto 258/1989).
- ◆ Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres. (Ley 4/1989, modificada Ley 40/97 y 41/97).
- ◆ Directiva 79/869/CEE del Consejo, de 9 de octubre de 1979, relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros (orden de 8 de febrero de 1988).
- ◆ Directiva 79/923/CEE del Consejo, de 30 de octubre de 1979, relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos (Real Decreto 571/99).
- ◆ Directiva 82/176/CEE del Consejo, de 22 de marzo de 1982, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos. (Orden de 12 de noviembre de 1987; Orden de 31 de octubre de 1989)
- ◆ Directiva 83/513/CEE del Consejo, de 26 de septiembre de 1983, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio. (Orden de 12 de noviembre de 1987; Orden de 31 de octubre de 1989)

- ◆ Directiva 84/156/CEE del Consejo, de 8 de marzo de 1984, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos.
- ◆ Directiva 84/491/CEE del Consejo, de 9 de octubre de 1984, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano. (Orden de 12 de noviembre de 1987 modificada por la Orden de 27 de febrero de 1991; Orden de 31 de octubre de 1989).
- ◆ Directiva 86/280/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE (tetracloruro de carbono, diclorodifeniltricloroetano (DDT), pentaclorofenol) (Orden de 12 de noviembre de 1987; Orden de 31 de octubre de 1989).
- ◆ Directiva 88/347/CEE del Consejo de 16 de junio de 1988 por la que se modifica el Anexo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE. (Aldrín y derivados, cloroformo, hexaclobenceno, hexaclorobutadieno) (Orden de 31 de octubre de 1989).
- ◆ Directiva 90/415/CEE del Consejo de 27 de julio de 1990 por la que se modifica el Anexo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE. (Etano, benceno, etileno) (Orden de 28 de octubre de 1992).
- ◆ Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (Real Decreto-Ley 11/1995).
- ◆ Directiva 91/492/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1991, por la que se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y puesta en el mercado de moluscos bivalvos vivos. (Real Decreto 571/99 texto refundido del Real Decreto 308/93 y RD 345/93).
- ◆ Directiva 91/493/CEE del Consejo, de 22 de julio de 1991, por la que se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y a la puesta en el mercado de los productos pesqueros. (Real Decreto 1437/92).
- ◆ Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura (Real Decreto 261/96).
- ◆ Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991, sobre la normalización y racionalización de los informes relativos a la aplicación de determinadas Directivas referentes al medio ambiente.
- ◆ Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Real Decreto 1997/1995, Real Decreto 1193/1998).
- ◆ Directiva 93/67/CEE (SEBESO) por la que se fijan los principios de evaluación del riesgo para el ser humano y el medioambiente, de las sustancias notificadas de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE.
- ◆ Directiva 96/61/CE prevención y control integrados de la contaminación (IPPC) (Ley 16/2002).
- ◆ Directiva 97/61/CE del Consejo de 20 de octubre de 1997 que modifica el anexo de la Directiva 91/492/CEE por la que se fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y puesta en el mercado de moluscos bivalvos vivos. (Real Decreto 571/99).
- ◆ Ley 22/88 de Costas.
- ◆ Ley 27/1992 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- ◆ Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado.

- ◆ Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.
- ◆ Ley 62/1997, de 26 de diciembre, por la que se modifica la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. Disposición Adicional y Disposiciones Transitorias.
- ◆ Ley 62/2003, de Medidas Fiscales y Administrativas y del Orden Social.
- ◆ Orden APA/1029/2003, de 23 de abril, por la que se hacen públicas las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español.
- ◆ Orden de 13 de julio de 1993, por la que se aprueba la instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar.
- ◆ Orden de 18 de diciembre de 2001, por la que se establecen las instrucciones para la presentación del manifiesto de carga para el tráfico marítimo.
- ◆ Orden de 2 de agosto de 1991, por la que se aprueban las normas microbiológicas, los límites de contenido en metales pesados y los métodos analíticos para la determinación de metales pesados para los productos de la pesca y de la acuicultura.
- ◆ Orden de 23 de febrero de 2001, por la que se aprueba el Plan Nacional de Contingencias por contaminación marina.
- ◆ Orden FOM 3056/2002, de 29 de noviembre, por la que se establece el procedimiento integrado de escala de buques en los puertos de interés general.
- ◆ Orden MAM/1873/2004, de 2 de junio, por la que se aprueban los modelos oficiales para la declaración de vertido y se desarrollan determinados aspectos relativos a la autorización de vertido y liquidación del canon de control de vertidos regulados en el Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, de reforma del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- ◆ Real Decreto 1249/2003, de 3 de octubre, sobre formalidades de información exigibles a los buques mercantes que lleguen a los puertos españoles y salgan de éstos.
- ◆ Real Decreto 145/1989 Reglamento nacional de admisión, manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas en puertos.
- ◆ 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.
- ◆ Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar.
- ◆ Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- ◆ Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.

- ◆ Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- ◆ Real Decreto 995/2003, de 25 de julio, por el que se establecen los requisitos y procedimientos armonizados para las operaciones de carga y descarga de los buques graneleros.
- ◆ Recomendación de la Comisión, de 7 de septiembre de 2001, por la que se determinan unas Directrices para la aplicación del Reglamento (CE) n° 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS).
- ◆ Reglamento (CE) n° 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2001, por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS).
- ◆ Reglamento (CEE) n° 793/93 del Consejo de 23 de marzo de 1993 sobre evaluación y control del riesgo de las sustancias existentes.
- ◆ Reglamento n° 466/2001 de la Comisión de 8 de marzo de 2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

Capítulo II
Fundamentos Técnicos
y Jurídicos



Índice Capítulo II

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y JURÍDICOS

I. FUNDAMENTOS TÉCNICOS	79
1.1. Introducción	79
1.2. Delimitación de Usos y Tipificación de las Masas de Agua	80
1.3. Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	81
1.4. Vigilancia Ambiental	82
1.4.1. Calidad Química de las Masas de Agua	83
1.4.2. Potencial o Estado Ecológico de las Masas de Agua	83
1.5. Gestión de Episodios Contaminantes	84
2. FUNDAMENTOS JURÍDICOS	85
2.1. Régimen Jurídico Internacional aplicable a las aguas	86
2.2. Régimen Jurídico Comunitario Europeo	88
2.2.1. Régimen Jurídico	88
2.2.2. Actuaciones en el ámbito internacional	90
2.2.3. Otros documentos de interés	91
2.2.4. Propuestas	92
2.3. La Normativa Conexa	92

I. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

I.1. Introducción

De acuerdo a las políticas ambientales desarrolladas actualmente por la comunidad internacional, la ordenación integrada del medio y el desarrollo sostenible son, en estos momentos, instrumentos básicos y prioritarios en la gestión de las zonas litorales. En el ámbito comunitario y siguiendo la misma línea de actuación, la Unión Europea ha basado sus propuestas de control y protección del medio marino en un mayor conocimiento del estado del entorno marino, de las amenazas reales que se derivan de la actividad humana, y de la eficacia de las medidas vigentes.

La orientación tomada por la política comunitaria va en este camino y, por ello, en la estrategia de protección del medio marino se ha fijado como objetivo prioritario detener el deterioro de la biodiversidad, y garantizar la utilización sostenible de los sistemas acuáticos. Con estos objetivos, la Comisión Europea basa sus propuestas de control en un mayor conocimiento del estado del entorno marino, de las amenazas reales que se derivan de la actividad humana, y de la eficacia de las medidas vigentes.

En el ámbito portuario, la complejidad y diversidad de la problemática ambiental está determinada por depende de las peculiaridades propias de cada puerto. Aspectos como su: la ubicación del puerto, la relación de actividades realizadas y las interacciones surgidas por la confluencia de éstas con otros usos desarrollados en su entorno marcan el tipo de actuaciones requeridas para detener su deterioro ambiental. En cualquier caso, 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.

Esta convivencia de usos en el entorno portuario se ha traducido en una fuerte presión sobre el medio acuático que debe ser gestionada mediante herramientas adecuadas y adaptadas a sus propias peculiaridades. En este sentido, el marco actual de referencia para la gestión de las aguas en el ámbito de la Unión Europea y, por lo tanto, con una incidencia directa sobre el ámbito portuario, es la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, (Directiva Marco del Agua, DMA) por la que se establece “un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas”, que prevenga su deterioro y promueva su uso sostenible.

Esta política de protección del medio marino fue respaldada ese mismo año con la publicación de la Decisión 2850/2000, por la que se establecía un marco comunitario de cooperación en el ámbito de la contaminación marina accidental o deliberada. Dicha Decisión abogaba por apoyar y complementar los esfuerzos de los Estados miembros a nivel local, regional y nacional para la protección del entorno marino y del litoral y contribuir a la mejora de la capacidad de respuesta de los Estados miembros en caso de accidentes relacionados con sustancias peligrosas.

Alcanzar una meta de esta envergadura está suponiendo una reestructuración conceptual y de procedimientos, que, si bien puede ser compleja, es necesaria para alcanzar un equilibrio entre los usos del medio acuático y su sostenibilidad.

Con todo ello, el objetivo último de este nuevo planteamiento es establecer un marco de referencia común a todas las masas de agua comunitarias, para a partir del cual normalizar los procedimientos de valoración de la calidad de los sistemas acuáticos.

Dado que la Directiva Marco del Agua es la herramienta más importante de gestión de los sistemas acuáticos, se hace necesario acercar conceptual y metodológicamente esta Recomendación a las directrices marcadas por la misma. Esta intención inicial se ha traducido en la ROM 5.1, de “Calidad de las aguas litorales en áreas portuarias”, dirigida a la gestión integral de la calidad de los sistemas acuáticos portuarios, en la que se combi-

nan los requerimientos para la evaluación de su calidad ecológica y química, tanto en la columna de agua como en los fondos, con la evaluación de los riesgos susceptibles de alterar la misma.

1.2. Delimitación de Usos y Tipificación de las Masas de Agua

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

Por otro lado, dado que las áreas definidas por la zonificación de usos y actividades del medio acuático se caracterizan por ser unidades sometidas a un mismo tipo de presión, las condiciones imperantes en las mismas pueden ser consideradas homogéneas. Por ello, a efectos de esta Recomendación y de acuerdo a las peculiaridades asociadas a las zonas portuarias, los límites de las masas de agua se establecerán en función de los usos del medio acuático y de las peculiaridades físicas o fisiográficas más relevantes.

Estos usos, a los que están sometidos los sistemas acuáticos, son factores de presión que, en última instancia, generan impactos sobre los hábitats marinos. Dicha circunstancia pone de manifiesto la incidencia real que la actividad humana tiene sobre la calidad de los sistemas acuáticos y, por lo tanto, la necesidad de adecuar sus objetivos ambientales a los condicionantes externos a los que se encuentran sometidos. Esta filosofía de trabajo no es sino el reflejo de la estrategia propugnada por la Comisión Europea para la protección y conservación del medio marino, según la cual dicha protección debe partir de la identificación de los factores de presión que actúan sobre el medio acuático.

Su aplicación a la ROM 5.1-05 ha supuesto, por lo tanto, la necesidad de considerar con especial atención las denominadas **masas de agua modificadas**, cuerpos que “como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, han experimentado un cambio sustancial en su naturaleza y no pueden alcanzar un buen estado ecológico”. Con el reconocimiento de esta figura 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.

Con el fin de que los objetivos ambientales, además de ser adecuados a los usos, recojan objetivamente la variabilidad natural que en términos físicos, químicos e hidromorfológicos caracteriza a los sistemas acuáticos, la tipificación de las masas de agua va dirigida a reducir la heterogeneidad del medio mediante la fragmentación de las aguas superficiales en una a una serie de **tipos** de masas de agua. Con este propósito, se introduce en el proceso de tipificación los denominados **descriptores**, variables determinantes y discriminatorias de dichas características.

La necesidad de que las masas de agua portuarias dispongan de un procedimiento de clasificación y evaluación del medio que haga compatible el mantenimiento de su calidad con las actividades portuarias, en el que se pusieran en evidencia sus singularidades, justifica por sí misma la necesidad de establecer unos descriptores adecuados para ello.

Los estudios al respecto consideran que si bien la variabilidad del medio debería ser representada por una combinación de descriptores biológicos, físicos, químicos, etc, son los descriptores físicos los que mejor reflejan la complejidad y heterogeneidad propia de las zonas portuarias. La consecuencia directa ha sido la utilización genérica de la clase de fondo dominante (duro o blando) para la tipificación de todas las categorías de masas de agua, (no modificadas y modificadas). Con ello, se podrá reflejar una parte significativa de la variabilidad estructural y funcional de los sistemas bentónicos existentes en las masas de agua portuarias, aunque. Sin embargo, la singularidad de estos sistemas hace conveniente completar esta tipificación con un segundo descriptor específico.

En las masas de agua no modificadas el descriptor seleccionado ha sido la influencia de las aguas continentales en la estructura y distribución de las comunidades marinas, diferenciando entre zonas de marcadolas tipologías se han expresado carácter costero y zonas de marcado carácter estuárico.

Por el contrario, con el objeto de poner en evidencia dadas las peculiaridades asociadas a las masas de agua modificadas, se ha optado por un descriptor hidromorfológico, como es el tiempo de renovación, factor representativo de los procesos de transporte, directamente relacionado con los procesos de eutrofización de las masas de agua.

La fragmentación de las masas de agua responde a la conveniencia de trabajar con unidades de gestión de menor tamaño, sin embargo esta recomendación ha procurado dejar la puerta abierta a que sean las Autoridades Portuarias quienes diseñen su propio sistema de gestión de acuerdo a sus necesidades y requerimientos. Por ello, las masas de agua contiguas y encuadradas dentro de una misma tipología podrán agruparse y constituir una única masa de agua.

1.3. Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales

La calidad de las masas de agua litorales en las áreas portuarias es consecuencia de las actividades y de los usos que se desarrollan en su entorno. La interacción de posibles influencias dificulta, en numerosas ocasiones, la identificación precisa de los peligros ambientales existentes en el medio acuático de la Zona de Servicio Portuario y, en consecuencia, su resolución. Resulta, por lo tanto, necesario implementar un procedimiento de evaluación que permita discriminar, con la mayor certeza posible, los orígenes y efectos de los distintos peligros, con el fin de proceder a una gestión más adecuada.

En la actualidad, los riesgos ambientales y las responsabilidades asociadas a ellos son un asunto de creciente interés en organizaciones e instituciones de todo tipo. En el ámbito internacional, el Comité Técnico ISO/TC 207 “Gestión medioambiental” está trabajando en una futura norma de evaluación de emplazamientos y entidades que incluye el concepto de riesgo ambiental.

En el ámbito europeo, el riesgo ambiental está considerado dentro del Libro Blanco sobre Responsabilidad Ambiental. También en la Directiva 96/61/CE del Consejo, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (IPPC), el concepto de riesgo ambiental tiene importancia a la hora de autorizar nuevas actividades. Otras normas de aplicación son el Reglamento (CEE) nº793/93 sobre evaluación y control del riesgo de las sustancias existentes y la Directiva 93/67/CEE por la que se fijan los principios de evaluación del riesgo, para el ser humano y el medio, de las sustancias notificadas de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE.

Como consecuencia del creciente interés respecto a los riesgos ambientales, en junio de 2000 se publicó la Norma UNE 150008 EX, sobre “Análisis y evaluación del riesgo ambiental”, en la que se presenta una metodología general para identificar, analizar y evaluar el riesgo de las distintas actividades industriales y comerciales.

El objetivo de la **valoración evaluación del riesgo** es estimar la probabilidad de un peligro físico o químico, y determinar la vulnerabilidad y sus las consecuencias sobre el medio de dicho peligro, el hombre o un sistema ecológico, con el fin de evaluar y predecir la relación entre los peligros y los efectos ecológicos de manera útil para los gestores ambientales.

La valoración evaluación del riesgo ambiental está constituida por dos etapas principales: la identificación de los peligros y la estimación del riesgo. El análisis del riesgo y la valoración del riesgo. El análisis del riesgo representa el proceso mediante el cual se lleva a cabo la **identificación de los peligros** y se estima su riesgo. Mediante la identificación se reconoce su existencia y se definen sus características. Por otra parte, la **estimación del riesgo** implica la descripción de la naturaleza y magnitud de éstos, mediante la determinación de la probabilidad de ocurrencia, la vulnerabilidad del medio y las consecuencias que pueden derivarse de la materialización de un peligro. Para ello, se integra la información recabada en la etapa anterior junto con las características del medio o el sistema ecológico afectado por el peligro. La estimación del riesgo de los distintos peligros es comunicada en términos comprensibles a los gestores para que éstos decidan las medidas que deben adoptarse.

Los métodos utilizados para la estimación del riesgo, atendiendo a los resultados que se pueden obtener, se clasifican en dos categorías: métodos cualitativos y métodos cuantitativos. La aplicación de los métodos cualita-

tivos permite identificar los peligros y estimar los riesgos y, por tanto, adoptar medidas preventivas o correctoras. Sin embargo, los métodos cuantitativos permiten, además, adoptar soluciones más precisas o facilitar la selección de medidas con mayor justificación. Ambas metodologías han iniciado su proceso de normalización mediante la publicación de la norma UNE I 50008-EX. En esta Recomendación se propone un método cuantitativo basado en la citada norma.

La **valoración del riesgo** establece el criterio de tolerabilidad, el cual constituye una labor que debe realizarse a partir de los resultados obtenidos en el proceso de estimación, mediante la utilización de una escala previamente definida. La valoración del riesgo de los distintos peligros es comunicada en términos comprensibles a los gestores para que éstos decidan las medidas que deben adoptarse.

La gestión del riesgo establece el criterio de tolerabilidad y selecciona las medidas preventivas y correctoras para reducirlo. Dicho criterio constituye una labor que debe realizarla el gestor a partir de los resultados obtenidos en el proceso de valoración, mediante la utilización de una escala previamente definida la **gestión del riesgo**, en la cual se proponen las medidas preventivas y correctoras que deben ser aplicadas para poder reducir dicho riesgo. La gestión del riesgo, para cada una de las medidas aplicables a la corrección de los diferentes riesgos debe realizarse un estudio detallado con el fin de ser evaluadas, ya que, la adopción de ciertas medidas deberá estar justificada tanto por su coste como por sus características específicas. Finalmente, y realizada la evaluación de cada una de las medidas, se establece un orden de prioridades entre las medidas que pueden ser aplicadas.

1.4. Vigilancia Ambiental

Las teorías actuales sobre las comunidades ecológicas consideran que, si bien un ecosistema suele tender a un estado de equilibrio, dicho equilibrio no es alcanzado debido a que la velocidad con la que se suceden las perturbaciones (naturales o antrópicas) es mayor que la velocidad con la que el sistema se recupera. Dado que el comportamiento natural de los ecosistemas acuáticos se ve alterado por los usos que se hace de ellos y por las presiones que éstos llevan asociados, el incremento de las actividades humanas produce un deterioro de la calidad de los sistemas acuáticos que, en cualquier caso, debe ser cuantificado y valorado. Por este motivo, la vigilancia de su estado de conservación debe ser una prioridad en la gestión de los mismos.

La vigilancia, entendida como la observación continuada y sistemática de los distintos componentes de los ecosistemas marinos, es, en última instancia, la base sobre la que se asienta la gestión de la calidad del agua. Si esta información se obtiene a lo largo de períodos de tiempo suficientes para determinar los rangos de variación y las tendencias de los indicadores, proporciona un conocimiento del medio imprescindible en cualquier proceso de toma de decisiones.

En el contexto europeo, la vigilancia ha sido una herramienta muy utilizada en las sucesivas normativas ambientales. Sin embargo, la especificidad de los objetivos marcados en las sucesivas normativas (calidad microbiológica, control metales pesados, seguimiento de obras, etc) ha supuesto que las actividades asociadas a dicha vigilancia no hayan conseguido aportar una visión global de la calidad de las aguas comunitarias. La concepción integral de la vigilancia de los sistemas acuáticos es introducida por vez primera por la Directiva Marco del Agua, norma que, con el objeto de obtener una visión completa del estado de las aguas, alude a la necesidad de efectuar el “seguimiento del estado de las aguas superficiales, del estado de las aguas subterráneas y de las zonas protegidas”.

Es por ello, que el marco de actuación de la Vigilancia Ambiental de las masas de agua portuarias debe adecuarse a esta nueva política de protección y desarrollo sostenible del medio marino con el objetivo último de conocer el “Estado de las aguas superficiales” mediante la consideración tanto de la calidad química como ecológica de las masas de agua.

Los nuevos planteamientos en materia de medio ambiente propugnados a nivel comunitario han transformado el concepto clásico de “calidad del agua”, compuesto de normas sectoriales (aguas de baño, zonas de producción de moluscos, vertidos...) y parámetros de valoración específicos (bacteriológicos, físicos y químicos), en

un único término que, recogiendo el mismo contenido, también incorpora la valoración de la calidad en su definición, y que se ha dado en llamar “Potencial Ecológico” o “Estado Ecológico” según se trate de masas de agua modificadas o no modificadas, respectivamente. Con todo ello se ha dotado a la gestión ambiental de un enfoque global de los sistemas acuáticos (aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas de transición y aguas costeras) y se ha incorporado al concepto de calidad del agua la dimensión biológica, física y química, en forma de indicadores y criterios de calidad.

A esto hay que añadir la no menos importante inclusión del estado de las comunidades florísticas y faunísticas (composición y abundancia), y la consideración del medio pelágico y del medio bentónico en la valoración de la calidad ecosistémica o estado ecológico de las masas de agua. Este hecho ha supuesto que, por primera vez, se tengan en cuenta los diferentes organismos acuáticos en la concepción integral de la calidad del sistema.

Con todo ello, la Vigilancia Ambiental se convierte en un proceso continuo e ininterrumpido de control de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario y, como tal, representa una herramienta de vital importancia en el desarrollo de esta Recomendación.

1.4.1. Calidad Química de las Masas de Agua

La Directiva precursora de la política comunitaria contra la contaminación causada por la actividad industrial fue la Directiva 76/464/CEE del Consejo, de 4 de mayo de 1976, relativa a la contaminación causada por las sustancias peligrosas emitidas en el medio acuático. La certeza de que la contaminación industrial era responsable de los problemas en el medio se tradujo en la publicación de esta Directiva, que no sólo aboga por establecer las bases para la gestión de las emisiones al medio acuático, sino que se establece un procedimiento de clasificación de las sustancias de acuerdo a su peligrosidad. Ésta fue la primera iniciativa para establecer un sistema de jerarquización de las sustancias químicas aplicando criterios relacionados con sus efectos sobre las personas y sobre el medio natural.

La herencia de esta norma, aunque prolija, no llegó a proporcionar un grado de protección satisfactorio. Por ello, en el año 2001 la Comisión publica el Libro Blanco de sustancias y preparados químicos, documento que marcó la orientación que en un futuro próximo iba a adoptar la política europea en la materia.

Ese mismo año se publica la Decisión 2455/2001, por la que se modifica el Anexo X de la DMA. Mediante esta norma el Parlamento y la Comisión Europea aprobaron la lista de **sustancias prioritarias**, sustancias con un riesgo significativo para el medio acuático, y la de **sustancias peligrosas prioritarias**, sustancias para las que la Directiva tiene entre sus objetivos a medio plazo suprimir completamente sus emisiones al medio. Dicha lista se elaboró mediante la aplicación de un sistema combinado de fijación de prioridades denominado *COMMPS* (Combined Monitoring-based and Modelling-based Priority Setting Scheme) basado en la evaluación de los riesgos de las sustancias potencialmente contaminantes. Para ello, se procedió a jerarquizar la evaluación de cada sustancia en cinco etapas: 1) selección de las sustancias candidatas, 2) cálculo de los índices de exposición, 3) cálculo del índice de efecto, 4) cómputo del riesgo basado en el índice de prioridad y 5) evaluación por los expertos de las listas obtenidas.

El resultado final de este procedimiento y de la posterior supervisión por parte del Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE), constituye la lista de 33 sustancias prioritarias, sintéticas o naturales, responsables de definir la calidad química de las masas de agua, y que hoy por hoy constituyen la única referencia normativa en la materia.

1.4.2. Potencial o Estado Ecológico de las Masas de Agua

La elección de sistemas de valoración de la calidad ecológica de las masas de agua debe basarse en la aplicación de índices específicos mediante los cuales expresar la variabilidad del medio con un número reducido de variables. A pesar de la complejidad asociada a la implementación de este tipo de sistemas de valoración, la necesidad de disponer del conocimiento del medio acuático portuario y de las presiones a las que se encuentra some-

tido para poder identificar como propias o ajenas las causas de los problemas ambientales, ha sido la motivación que ha llevado a que esta Recomendación elabore un sistema de valoración propio de la calidad de las masas de agua portuarias.

El sistema de valoración de la calidad ecológica desarrollado por esta ROM, en el que se contempla tanto la valoración del medio pelágico (columna de agua) como del medio bentónico (fondos), ha requerido la formulación de índices específicos de calidad que reflejen la importancia y el peso asignado a cada indicador y otorguen a la masa de agua un valor de calidad normalizado.

Dado que dicha valoración es reflejo de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, la selección de los indicadores que integran los índices de calidad del agua y de los fondos ha estado determinada tanto por la relevancia de la información aportada por cada uno de ellos, como por la representatividad de dicha información.

Bajo esta premisa, la selección de las variables susceptibles de ser utilizadas como indicadores de la calidad ecológica del medio acuático portuario ha partido de un análisis exhaustivo de los estudios y publicaciones científicas existentes, de las recomendaciones de organismos y administraciones internacionales y del conocimiento aportado por los expertos involucrados en la redacción de esta Recomendación.

La presión de los usos y actividades sobre la columna de agua tiene una incidencia que, aunque puntual, se detecta de forma inmediata. Por ello, 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 único índice sintético constituido por indicadores representativos de las características físicas y químicas del medio acuático portuario.

A diferencia de lo descrito para el medio pelágico, la respuesta de los fondos a las diferentes presiones está determinada por el hecho de que los contaminantes más tóxicos y persistentes (PCBS, HAPs, metales pesados, etc) y los compuestos orgánicos (materia orgánica, nutrientes) se acumulan o quedan retenidos en las partículas de sedimento, quedando, en ciertas condiciones, sometidos a la dinámica de adsorción de los organismos acuáticos que, a medio y largo plazo, manifiestan sus efectos. La consecuencia de este proceso de contaminación paulatina ha sido la degradación, en mayor o menor medida, de las comunidades bentónicas.

En estas condiciones, los sistemas de valoración de la calidad de los sedimentos podrían abordarse bien mediante el análisis del efecto de esta presión sobre el estado de las comunidades bentónicas, bien evaluando el grado de contaminación de los sedimentos en términos de toxicidad, contaminación química, física, etc. Sin embargo, tal como se indica en la literatura especializada en medios portuarios la información aportada por la combinación de índices de contaminación orgánica y contaminación química del sedimento puede ser tan representativa como la obtenida de la aplicación de índices biológicos. A la luz de esta afirmación, la valoración de la calidad de los fondos sedimentarios portuarios se ha planteado a partir de la contaminación de sus sedimentos.

1.5. Gestión de Episodios Contaminantes

Un episodio contaminante está asociado con cualquier emisión contaminante que produzca una reducción de la calidad de una masa de agua, tanto si la reducción es producida de forma accidental, como si lo hace de forma gradual.

Las emisiones contaminantes que disminuyen la calidad de forma drástica se enmarcan dentro de lo que se conoce como contaminación marina accidental. El riesgo potencial de que se produzcan episodios de contaminación marina accidental en las diferentes actividades (portuarias y no portuarias) desarrolladas en los Puertos (operaciones de carga y descarga, trasbordo y manipulación de mercancías a bordo de los buques y en los terminales, rotura de una instalación, etc) hace necesario contar con medios de lucha contra la contaminación que, por una parte, reduzcan en lo posible los riesgos de derrame y, por otra, garanticen niveles de respuesta rápidos y efectivos.

El reconocimiento del elevado nivel de riesgo asociado a los derrames accidentales de algunas sustancias peligrosas se ratificó mediante la firma, en el año 1990, del Convenio Internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos. Dicho documento introdujo por vez primera la conveniencia de desarrollar un Plan Nacional de Contingencia, complementado con Planes de Contingencia específicos para buques, empresas explotadoras mar adentro, instalaciones de manipulación, etc, dirigidos a prevenir la contaminación por hidrocarburos y evaluar la naturaleza, la magnitud y las consecuencias de los sucesos contaminantes registrados.

La ratificación de dicho Convenio por el Estado español, en el año 1993, se tradujo en la publicación de dos normas específicas, la Orden de 23 de febrero de 2001, por la que se definió el Plan Nacional de Contingencias, y el Real Decreto 253/2004, por el que se han establecido las medidas de prevención y lucha contra la contaminación en las operaciones de carga, descarga y manipulación de hidrocarburos en el ámbito marítimo y portuario.

Mediante la primera norma quedó definido el Plan Nacional de Contingencias ante accidentes marítimos de cualquier naturaleza y se establecieron las líneas maestras del denominado Plan Interior de Contingencias, aplicable a episodios de contaminación en instalaciones de productos potencialmente contaminantes, y del Plan Territorial de Contingencias, aplicable a episodios de contaminación en zonas concretas del litoral o en instalaciones que no dispongan de medios para combatir el derrame.

Posteriormente, mediante el Real Decreto 253/2004 se ha definido el contenido de los Planes Interiores de Contingencias exigidos a las autoridades y empresas a cargo de puertos marítimos, astilleros de construcción y reparación naval, plataformas petrolíferas, desguaces de buques, instalaciones de recepción de residuos de hidrocarburos y cualquier otra instalación marítima que manipule hidrocarburos a granel.

Si bien las emisiones contaminantes de carácter accidental suelen tener una mayor repercusión social, son las emisiones de pequeña magnitud pero continuas en el tiempo las que, en última instancia, causan episodios de contaminación crónica en el medio.

Por ello, estas últimas también han de considerarse como episodios contaminantes. Aunque para este tipo de episodios todavía no existen normas, convenios ni legislación específica, a raíz de la publicación de la Directiva Marco del Agua han surgido algunas normativas que, de forma directa o indirecta, abogan por la prevención y, en caso necesario, corrección de este tipo de emisiones contaminantes. En el año 2000 se publica la Decisión 2850/2000/CE, por la que se establece un marco comunitario para la cooperación en el ámbito de la contaminación marina accidental o deliberada. Su aplicación parte de la implantación de un sistema comunitario de intercambio de información rápido y eficaz que facilite la preparación e intervención en el caso del "(...) vertido de sustancias peligrosas al medio marino, cualquiera que sea su origen (...)".

La gestión de los episodios contaminantes se vio completada con la posterior publicación de la Directiva 2004/35/CE norma mediante la cual se ha establecido el marco de responsabilidad medioambiental. Basada en el principio de "quien contamina paga" esta Directiva se ha marcado como objetivo prioritario la prevención y reparación de los daños ambientales que produzcan efectos adversos significativos en la Calidad Química o en el Estado o Potencial Ecológico de las masas de agua.

2. FUNDAMENTOS JURÍDICOS

El conjunto de normas jurídicas que resulta de aplicación a las aguas portuarias, y, en general, a las aguas marinas, es ingente. Existen normas que proceden del ámbito internacional y del comunitario europeo, así como múltiples normas estatales y autonómicas. Entre ellas pueden distinguirse aquellas que regulan directamente aspectos sobre las aguas, de otras que inciden de manera indirecta sobre las mismas como son las que regulan los puertos y las actividades que en ellos se llevan a cabo, las relativas a la tutela de espacios naturales que son objeto de especial protección, las que regulan las costas, el desarrollo de la pesca, etc.

La relación que se da a continuación no pretende agotar, por tanto, el panorama normativo que resulta de aplicación a este ámbito. Debe tomarse como una aproximación al régimen jurídico aplicable en la actualidad a

las aguas marinas, cuya vigencia y compleción deberá actualizarse regularmente. Por ello, en los siguientes subapartados se atiende, básicamente, al ámbito internacional, recogiendo los tratados internacionales de los que España es parte y a la normativa comunitaria europea relacionada con las aguas, la mayor parte de la cual ha sido ya convenientemente incorporada en nuestro derecho interno estatal. Asimismo se hace referencia a la normativa conexas, es decir, a aquella que pese a no regular directamente la calidad de las aguas, incide sobre ellas.

2.1. Régimen Jurídico Internacional aplicable a las aguas

La regulación de las aguas marinas y su calidad ha sido objeto de convenios internacionales diversos. De todos ellos, deben destacarse fundamentalmente los que se listan a continuación, que resultan de aplicación inexcusable en nuestro Estado en tanto que han sido firmados y ratificados por el Estado Español (y publicado asimismo su articulado en el concreto BOE que también se menciona). Como se observará en epígrafe posterior, la Comunidad Europea es también parte de varios de estos Convenios Internacionales.

- ◆ Convención de las Naciones Unidas sobre DERECHOS DEL MAR, 1982, Instrumento de ratificación de la convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Mar, hecha en Montego Bay el 10 Diciembre 1982. Partes I-X BOE de 14-02-97 (e Instrumento de ratificación de la Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982, hecho en Nueva York el 28 de Julio de 1994). BOE de 13-02-97.
- ◆ Instrumento de Ratificación del Acuerdo sobre la aplicación de las Disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, hecho en Nueva York el 4 de agosto de 1995. BOE 175, de 21-07-04.
- ◆ Instrumento de Ratificación del Acuerdo sobre la Conservación de los Cetáceos del Mar Negro, el Mar Mediterráneo y la Zona Atlántica Contigua, hecho en Mónaco el 24 de noviembre de 1996 (ACCO-BAMS). BOE 150, de 23-06-01.
- ◆ Convenio para la protección del Mar Mediterráneo contra la contaminación, hecho en BARCELONA el 16 de Febrero de 1976, y Protocolos anexos (cooperación en caso de emergencias de vertidos sobre hidrocarburos; y, prevención y eliminación de vertido desde buques). Instrumento de ratificación de 17 de Diciembre de 1976, BOE 44, de 21-02-78. Se han realizado posteriormente enmiendas al Convenio, que a partir de ahora se conoce como Convenio de BARCELONA para la protección del medio marino y de la zona costera del Mediterráneo), hecho en Barcelona el 10 de junio de 1995, y que han sido publicadas en BOE 173, de 19-07-04. Las enmiendas afectan también al protocolo sobre prevención por vertido desde buques y aeronaves. En 1995 se aprobó un nuevo Protocolo sobre zonas especialmente protegidas y diversidad biológica en el mediterráneo. BOE 18-12-1999.
- ◆ Instrumento de Ratificación del Convenio (Convenio OSPAR) para la protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste, hecho en París el 22 de Septiembre de 1992, BOE 150, de 24-06-98. Instrumento de aceptación por parte de España del anexo V y apéndice 3 del Convenio para la protección del medio marino del Atlántico Nordeste (hecho en París el 22 de septiembre de 1992, publicado en el BOE de 24 de junio de 1998), adoptado en Sintra (Portugal) el 23 de julio de 1998. BOE de 21-02-01.
- ◆ Instrumento de ratificación de España del segundo protocolo adicional al Convenio de 29 de Mayo de 1968 entre ESPAÑA Y PORTUGAL para regular el uso y aprovechamiento hidráulico de los tramos internacionales de los ríos Miño, Limia, Tajo, Guadiana y Chanza y de sus afluentes, en lo que respecta al aprovechamiento hidráulico del tramo internacional del río Miño, firmado en Guarda, el 12 de febrero de 1976. BOE 140, de 13-06-77.
- ◆ Instrumento de Ratificación del Convenio sobre la protección y utilización de los cursos de agua transfronterizos y de los lagos internacionales, hecho en HELSINKI el 17 de marzo de 1992. BOE de 4-04-2000.

- ◆ Instrumentos de Ratificación del Convenio RAMSAR, de 2 de febrero de 1971, ratificado por Instrumento de 18 de marzo de 1982, relativo a humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. BOE de 20-08-82.
- ◆ Convenio de OSLO para la prevención de la contaminación marina provocada por vertidos desde naves y aeronaves, de 15 de Febrero de 1972 (con Protocolo de Enmiendas de 2 de Marzo de 1983). BOE de 25-04-74.
- ◆ Convenio de LONDRES sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de Desechos y Otras Materias, de 29 de diciembre de 1972 (con Protocolo de Enmiendas de 2 de Marzo de 1983). BOE de 25-04-74.
- ◆ Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, de 2 de Noviembre de 1973. Convenio MARPOL (con el Protocolo de Londres de 17 de febrero de 1978 y Enmiendas posteriores). Corrección de erratas de las enmiendas de 2001 al anexo del Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (BOE de 17 y 18 de octubre de 1984, y 6 de marzo de 1991)(Enmiendas a la regla 13G del anexo I del MARPOL 73/78 y al Suplemento del Certificado IOPP), adoptadas el 27 de abril de 2001, mediante Resolución MERO 95(46). BOE 52, de 01-03-03. El Plan de evaluación del estado del buque, adoptado el 27 de abril de 2001, mediante Resolución MEPC 94(46). BOE de 16-07-2003.
- ◆ Acuerdo Europeo sobre limitación del empleo de ciertos detergentes en los productos de lavado y limpieza, hecho en Estrasburgo el 16 de Septiembre de 1968 (Instrumento de ratificación de 29 de Julio de 1975) y Protocolo de Enmienda de 25 de Octubre de 1983 (Instrumento de ratificación de 13 de Noviembre de 1987) BOE 259, de 29-10-75. BOE 28, de 02-02-88.
- ◆ Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), de 22 de mayo de 2001. BOE de 23-06-04.
- ◆ Convenio sobre prevención de la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, de 12 de Mayo de 1954. Con Enmiendas de 1962 y de 21 de Octubre de 1969. (Instrumento de ratificación de 13 de enero de 1976). BOE 23, de 27-01-78.
- ◆ Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños debidos a la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, hecho en Bruselas en 29 de Noviembre de 1969 (Instrumento de ratificación de 15 de noviembre de 1975) BOE 58, de 08-03-76. Instrumento de adhesión al protocolo de 1992 que enmienda el Convenio, publicado en BOE de 20 de septiembre de 1995. Enmiendas a las cuantías de limitación posteriormente publicadas en BOE de 03-10-02.
- ◆ Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos, hecho en Londres el 30 de Noviembre de 1990 (Instrumento de ratificación de 3 de diciembre de 1993). BOE 133, de 05-06-95.
- ◆ Convenio Internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños debidos a contaminación por hidrocarburos, 1971, hecho en Londres el 27 de Noviembre de 1992, BOE 244, de 11-11-97. Aplicación provisional del Acuerdo entre España y el Fondo Internacional de Indemnización de daños causados por la contaminación por hidrocarburos, hecho en Londres el 2 de junio de 2000, publicado en BOE 174, de 21-07-00. Entrada en vigor del Acuerdo entre España y el Fondo Internacional de Indemnización de daños causados por la contaminación por hidrocarburos, hecho en Londres el 2 de junio de 2000, BOE 224, de 18-09-01. Enmienda a límites de indemnización del Convenio. BOE de 12-11-2002.
- ◆ Instrumento de Adhesión de España al Protocolo de Londres relativo a la intervención en alta mar en casos de contaminación del mar por sustancias distintas de los hidrocarburos, de 2 de noviembre de 1973. BOE de 11-05-94.

- ◆ Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), 1974, hecho en Londres el 1 de noviembre de 1974 (BOE del 16 al 18 de junio, y 3 de septiembre de 1980 y 17 de marzo de 1983). Las Enmiendas de 1998 al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, adoptadas el 18 de mayo de 1998, se publican en el BOE de 1-12-02. En BOE de 14 de septiembre de 2001 se publican las Enmiendas de 1999. El 5 de diciembre de 2000, mediante Resolución MSC 99 (73) se adoptaron las Enmiendas del 2000, que se han publicado en el BOE 302, de 18-12-02. El Consejo de Ministros de 23 de julio 2004 ha tomado conocimiento de las Enmiendas 2001 y 2002.
- ◆ Código Internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias (Código PBIP), adoptadas el 12 de diciembre de 2002 mediante Resolución 2 de la Conferencia de Gobiernos contratantes del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) 1974. BOE 202, de 21-08-04.
- ◆ Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG) conforme al capítulo VII del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (BOE de 18 de junio de 1980). Enmienda 31-02 aplicable a partir del 1 de enero de 2004, adoptada en Londres el 24 de mayo de 2002. BOE 291, de 05-12-03.
- ◆ Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación; Basilea 22 de marzo de 1989. BOE de 22-09-94.
- ◆ Resolución MSC.87 (71) Código Internacional para la Seguridad del Transporte de Combustible Nuclear irradiado, plutonio y desechos de alta actividad en bultos a bordo de los buques (código CNI), Resolución MSC.88 (71), aprobados el 27 de mayo de 1999. BOE 221, de 14-09-01.
- ◆ Código Internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (Código CIQ), adoptadas el 5 de diciembre de 2000 por Resolución MSC 102(73), y enmiendas BOE 16 diciembre 2002 y BOE, de 04-03-03. Código Internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel (Código CIQ), adoptadas el 5 de diciembre de 2000 por Resolución MSC 103(73). BOE de 16-12-02.

2.2. Régimen Jurídico Comunitario Europeo

2.2.1. Régimen Jurídico

A continuación se ofrece un listado de las normas más interesantes para el sector que nos ocupa. Sin embargo, dado que la práctica totalidad de las normas que se mencionan ya han sido incorporadas por el legislador estatal, no obstante la relación legislativa comunitaria abajo adjuntada, se recomienda como norma general acceder directamente a los textos de la legislación estatal y autonómica.

- ◆ Directiva del Consejo 75/440/CEE, de 16 de Junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros DOCE 194/L, de 25-07-75 (modificada mediante Directiva Directiva 79/869/CEE del Consejo, de 9 de octubre de 1979; Directiva 90/656/CEE del Consejo, de 4 de diciembre de 1990; y Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991).
- ◆ Directiva 76/160/CEE del Consejo, de 8 de Diciembre de 1975, relativa a la Calidad de las Aguas de Baño. DOCE 31/L, de 05-02-76 (modificada mediante Directiva 90/656/CEE del Consejo, de 4 de diciembre de 1990; Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991).
- ◆ Directiva 76/464/CEE del Consejo, de 4 de Mayo de 1976, relativa a la Contaminación causada por determinadas Sustancias Peligrosas vertidas en el Medio Acuático de la Comunidad DOCE 129/L, de 18-05-76.

- ◆ Directiva 78/659/CEE del Consejo, de 18 de Julio de 1978, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces DOCE 222/L, de 14-08-78. (Modificada mediante Directiva 90/656/CEE del Consejo, de 4 de diciembre de 1990 y Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991).
- ◆ Directiva del Consejo 79/869/CEE, de 9 de Octubre de 1979, relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros DOCE 271/L, de 29-10-79(modificada mediante Directiva 81/855/CEE del Consejo, de 19 de octubre de 1981 , Directiva 90/656/CEE del Consejo, de 4 de diciembre de 1990, Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991).
- ◆ Directiva 79/923/CEE del Consejo, de 30 de Octubre de 1979, relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos DOCE 281/L, de 10-11-79 (Modificada por la Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991).
- ◆ Directiva 80/778/CEE del Consejo, de 15 de Julio de 1980, relativa a la Calidad de las Aguas destinadas al Consumo Humano DOCE 229/L, de 30-08-80 (La Directiva 80/778/CEE queda derogada, para ser sustituida por la Directiva 98/83/CE, con efecto al 25 de diciembre de 2003).
- ◆ Directiva 80/68/CEE del Consejo, de 17 de Diciembre de 1979, relativa a la Protección de las Aguas Subterráneas contra la Contaminación causada por determinadas Sustancias Peligrosas DOCE 20/L, de 26-01-80 (Modificada por Directiva 90/656/CEE del Consejo, de 4 de diciembre de 1990; Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1999).
- ◆ Directiva del Consejo 82/176/CEE, de 22 de Marzo de 1982, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos DOCE 81/L, de 27-03-81 (Modificada por las Directivas 90/656/CEE y 91/692/CEE del Consejo).
- ◆ Directiva del Consejo 83/513/CEE, de 26 de Septiembre de 1983, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio DOCE 291/L, de 24-10-83 (Modificada por las Directivas 90/656/CEE y 91/692/CEE del Consejo).
- ◆ Directiva 84/156/CEE relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos (DOCE L 74 de 17-03-1984). (modificada por las Directivas 90/656/CEE y 91/692/CEE).
- ◆ Directiva del Consejo 84/491/CEE, de 9 de Octubre de 1984, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano DOCE 274/L, de 17-10-84 (modificada por las Directivas 90/656/CEE y 91/692/CEE de el Consejo).
- ◆ Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los vertidos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del anexo de la Directiva 76/464/CEE (Diario Oficial L 181 de 04-07-1986). (modificada por las Directivas 90/656/CEE y 91/692/CEE así como por las siguientes medidas: Directiva 88/347/CEE, Diario Oficial L 158 de 25-06-1988; Directiva 90/415/CEE, Diario Oficial L 219 de 14-08-1990).
- ◆ Directiva del Consejo 91/271/CEE, de 21 de Mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas DOCE 135/L, de 30-05-91. Directiva 98/15/CE de la Comisión de 27 de Febrero de 1998 por la que se modifica la Directiva 91/271/CEE del Consejo en relación con determinados requisitos establecidos en su anexo I DOCE 67/L, de 07-03-98.
- ◆ Directiva del Consejo 91/676/CEE, de 12 de Diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura DOCE 375/L, de 31-12-91.

- ◆ Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de Noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano DOCE 330/L, de 05-12-98.
- ◆ 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 DOCE 327/L, de 22-12-00. Decisión nº 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE Diario Oficial nº L 331 de 15-12-2001 p. 0001-0005.
- ◆ *Transcurridos 7 años* desde la entrada en vigor de la Directiva, quedarán derogadas las siguientes normas: Directiva 75/440/CEE; Decisión 77/795/CEE; Directiva 79/869/CEE.
- ◆ *Transcurridos 13 años* desde la entrada en vigor de la Directiva, quedarán derogadas las Directivas siguientes: Directiva 78/659/CEE; Directiva 79/923/CEE; Directiva 89/68/CEE; Directiva 76/464/CEE, a excepción del artículo 6, que quedará derogado en la fecha de entrada en vigor.
- ◆ Reglamento (CE) nº. 2099/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de Noviembre de 2002, por el que se crea el Comité de Seguridad Marítima y Prevención de la Contaminación por los buques (COSS) y se modifican los reglamentos relativos a la seguridad marítima y a la prevención de la contaminación por los buques. DOCE 324/ de 29-11-02.
- ◆ Directiva 2002/84/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de Noviembre de 2002, por la que se modifican las Directivas relativas a la seguridad marítima y a la prevención de la contaminación por los buques. DOCE 324/L, de 29-11-02.
- ◆ Reglamento (CE) nº 648/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de marzo de 2004, sobre detergentes. DOCE L 104, 8-4-2004.

2.2.2. Actuaciones en el ámbito internacional

- ◆ Decisión del Consejo 94/156/CE, de 21 de Febrero de 1994, relativa a la adhesión de la Comunidad al Convenio sobre la protección de medio marino de la zona del mar Báltico (Convenio de Helsinki de 1974) DOCE 73/L, de 16-03-94.
- ◆ Decisión 95/308/CE del Consejo, de 24 de julio de 1995, relativa a la celebración, en nombre de la Comunidad, del Convenio sobre la protección y uso de los cursos de agua transfronterizos y los lagos internacionales (Convenio de Helsinki) [DOCE L 186 de 05-08-1995].
- ◆ Decisión 98/249/CE del Consejo, de 7 de octubre de 1997, relativa a la firma en nombre de la Comunidad del Convenio sobre la protección del medio marítimo del Nordeste Atlántico (Convenio de París) (DOCE L 104 de 03-04-1998).
- ◆ Instrumento de Ratificación de 10 de Julio de 1990 del Convenio-Marco europeo de 21 de mayo de 1980 sobre cooperación transfronteriza entre comunidades o autoridades territoriales, hecho en Madrid. BOE 248, de 16-10-90.
- ◆ Decisión 77/585/CEE del Consejo, de 25 de julio de 1977, relativa a la celebración del Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación, así como del Protocolo sobre la prevención de la contaminación del mar Mediterráneo causada por vertidos desde buques y aeronaves (DOCE L 240 de 19-09-1977).
- ◆ Decisión 81/420/CEE del Consejo, de 19 de mayo de 1981, relativa a la celebración del Protocolo sobre cooperación para combatir en situaciones de emergencia la contaminación del mar Mediterráneo causada por hidrocarburos y otras sustancias perjudiciales (DOCE L 162 de 19-06-1981).

- ◆ Decisión 83/101/CEE del Consejo, de 28 de febrero de 1983, relativa a la celebración del Protocolo sobre la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre (DOCE L 067 de 12-03-1983).
- ◆ Decisión 84/132/CEE del Consejo, de 1 de marzo de 1984, relativa a la celebración del Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas del Mediterráneo (DOCE L 068 de 10-03-1984).
- ◆ Decisión del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativa a la celebración, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo sobre cooperación para prevenir la contaminación por los buques y, en situaciones de emergencia, combatir la contaminación del mar Mediterráneo, del Convenio de Barcelona para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (DOCE L 261, de 6-08-2004).
- ◆ Decisión nº 2850/2000/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de cooperación en el ámbito de la contaminación marina accidental o deliberada (DOCE L 332 de 28-12-2000).
- ◆ Protocolo sobre cooperación para prevenir la contaminación por los buques y, en situaciones de emergencia, combatir la contaminación del mar Mediterráneo (DOCE L 261, de 6-08-2004).

2.2.3. Otros documentos de interés

- ◆ Decisión 77/795/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1977, por la que se establece un procedimiento común de intercambio de informaciones relativo a la calidad de las aguas continentales superficiales en la Comunidad. Diario Oficial nº L 334 de 24-12-1977 p. 0029 - 0036.
- ◆ Decisión del Consejo 86/85/CEE, de 6 de Marzo de 1986, por la que se establece un sistema comunitario de información para el control y la disminución de la contaminación causada por el vertido de hidrocarburos y de otras sustancias peligrosas en el mar o en las aguas interiores. DOCE 77/L, de 22-03-86.
- ◆ Decisión del Consejo 88/346/CEE, de 16 de Junio de 1988, por la que se modifica la Decisión 86/85/CEE por la que se establece un sistema comunitario de información para el control y la disminución de la contaminación causada por el vertido de hidrocarburos y de otras sustancias peligrosas en el mar. DOCE 158/L, de 25-06-88.
- ◆ Decisión de la Comisión 92/446/CEE de 27 de julio de 1992, relativa a los cuestionarios de las directivas sobre aguas., Diario Oficial L 247 de 27.08.1992.
- ◆ Informe especial nº 3/98 sobre la aplicación por parte de la Comisión de la política y la actuación de la Unión Europea en el ámbito de la contaminación de las aguas, acompañado de las respuestas de la Comisión. DOCE 191/C, de 18-06-98.
- ◆ Resolución del Consejo CEE, de 7 de Febrero de 1983, relativa a la lucha contra la contaminación de las aguas. DOCE 46/C, de 17-02-83.
- ◆ Comunicación de la Comisión, de 21 de febrero de 1996, relativa a la política de aguas comunitaria (COM(96) 59 final).
- ◆ Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social sobre Política de Tarifación y Uso Sostenible de los Recursos Hídricos COM(2000) 477 final, hecha en Bruselas el 26-07-00.
- ◆ Convocatoria de propuestas en el campo de la cooperación comunitaria contra la contaminación marina accidental o deliberada DOCE 105/C, de 05-04-01.

- ◆ Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación [Diario Oficial L 257 de 10-10-1996].
- ◆ Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, de 2 de octubre de 2002, "Hacia una estrategia de protección y conservación del medio ambiente marino" [COM (2002) 539 final, no publicada en el Diario Oficial].

2.2.4. Propuestas

- ◆ Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la Protección de las aguas subterráneas de la contaminación (Procedimiento de codecisión (COD/2003/0210) constituye una directiva derivada de la directiva marco y que sustituirá a la directiva 80/68/CE).
- ◆ Propuesta modificada de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad de las aguas de baño (sustituirá a la directiva 76/160CE) COM/2004/0245 final - COD 2002/0254.
- ◆ Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces (Versión codificada) COM/2004/0019 final - COD 2004/0002.

2.3. La normativa Conexa

Como ya ha sido mencionado anteriormente, de forma adicional a la normativa que frontalmente regula las aguas, debe atenderse, asimismo, a aquellas otras normas sectoriales de carácter estatal y regional, cuya aplicación práctica incide también sobre estos espacios. A continuación se mencionan las que se consideran más relevantes.

- ◆ Evaluación de impacto ambiental de proyectos (EIA).
- ◆ Evaluación ambiental de Planes y Programas (Evaluación Estratégica o SEA).
- ◆ Espacios Naturales Protegidos, Flora y Fauna.
- ◆ Pesca.
- ◆ Costas.
- ◆ Urbanismo/ordenación litoral /gestión integrada de zonas costeras.
- ◆ Residuos Procedentes de buques.
- ◆ Gestión de material procedente de dragado.
- ◆ Atmósfera.

Capítulo III
Métodos Técnicos
y Aplicaciones



Índice Capítulo III

CAPÍTULO III. MÉTODOS TÉCNICOS Y APLICACIONES

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

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

2. ASIGNACIÓN DE MASAS DE AGUA MODIFICADAS

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

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

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

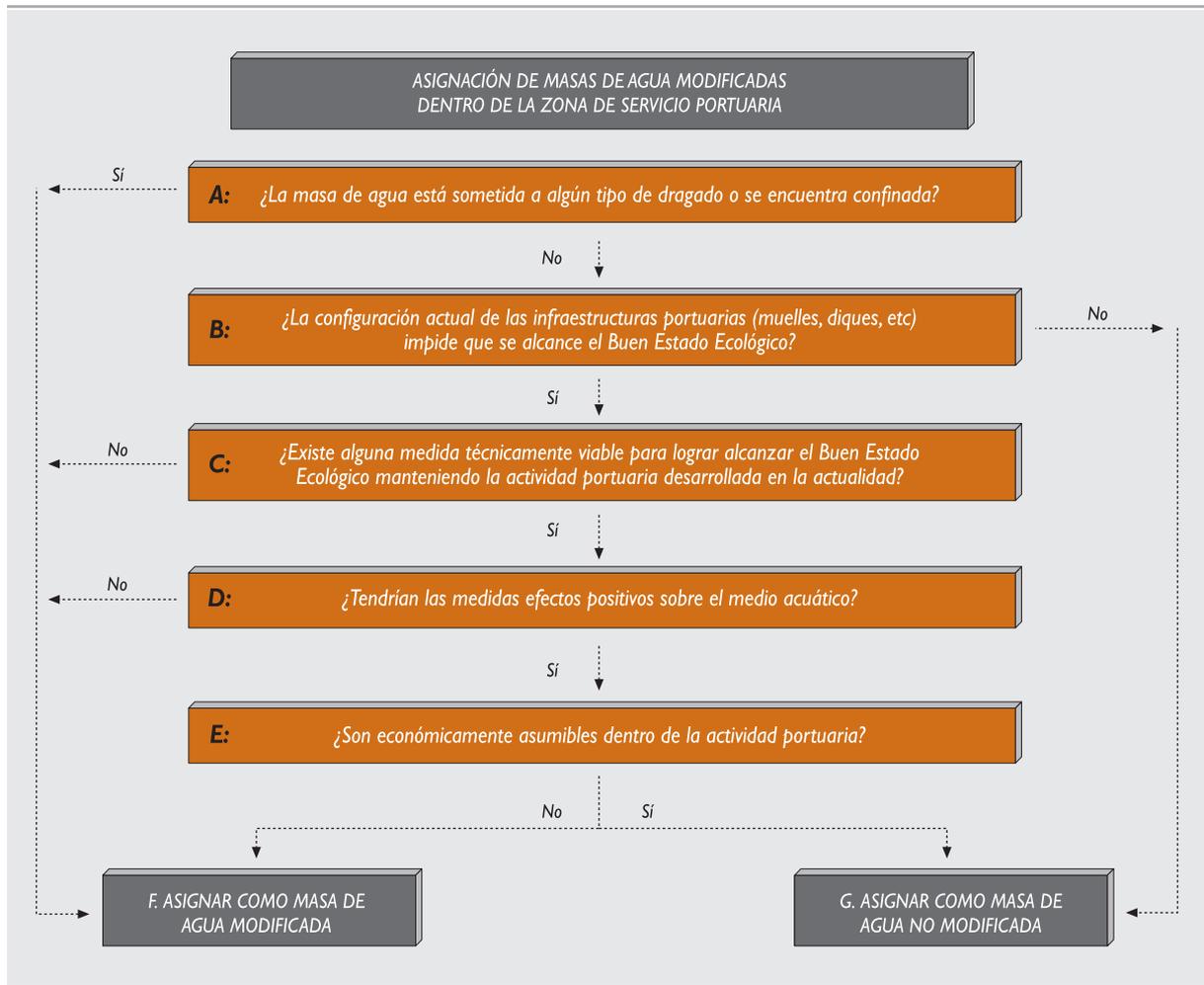
A tal efecto, se propone un método para la asignación de este tipo de masas de agua, adecuado a las peculiaridades de las zonas portuarias.

Método 2.A. Asignación de masas de agua modificadas

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

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

Figura 2.1.III. Método para la asignación de masas de agua modificadas portuarias



A. ¿LA MASA DE AGUA SE ENCUENTRA CONFINADA O ESTÁ SOMETIDA A DRAGADO?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

F. ASIGNACIÓN DE LA MASA DE AGUA MODIFICADA

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

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

G. ASIGNACIÓN DE LA MASA DE AGUA NO MODIFICADA

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

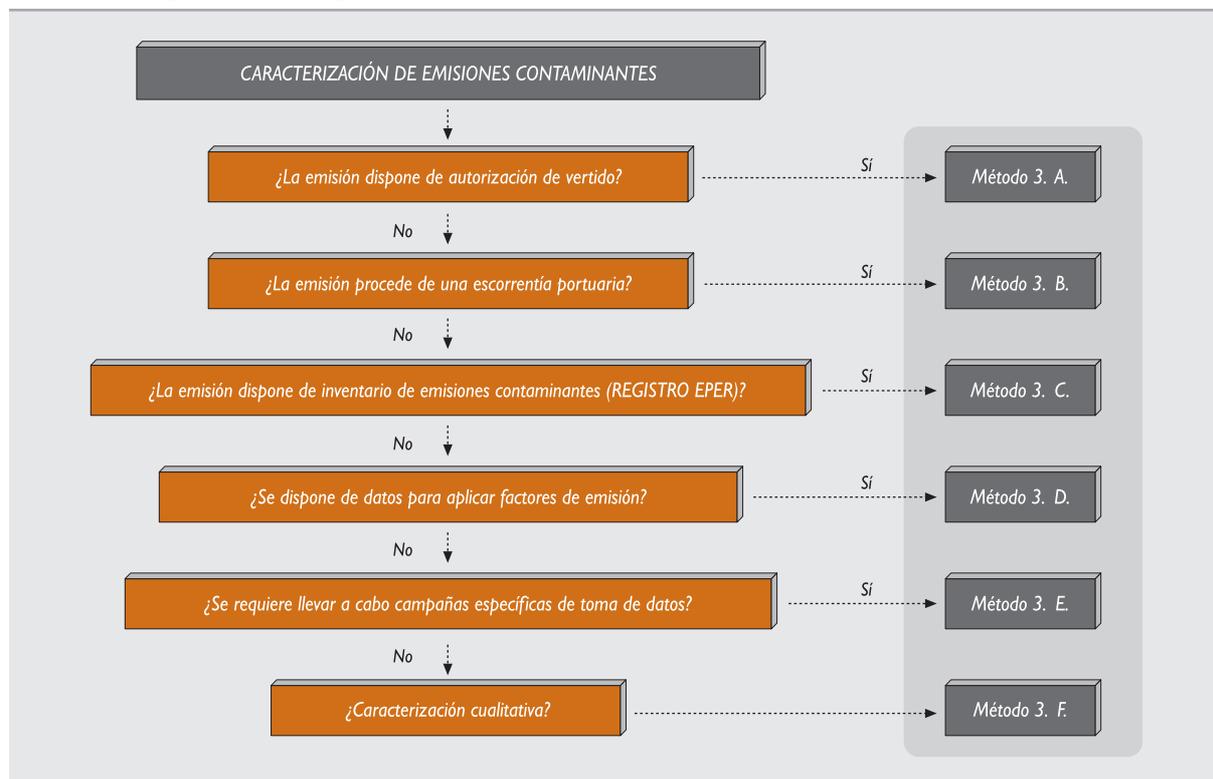
3. CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES

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

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

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

Figura 3.1. Esquema metodológico de la caracterización de emisiones contaminantes



Método 3.A. Autorización de vertido

A.1. VERTIDOS DIRECTOS

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

A.2. VERTIDOS INDIRECTOS

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

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

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

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

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

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

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

Método 3.D. Caracterización Cuantitativa

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

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

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

Método 3. E. Campañas específicas de toma de datos

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

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

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

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

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

Método 3.F. Caracterización Cualitativa

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

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

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

(Continúa)

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

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

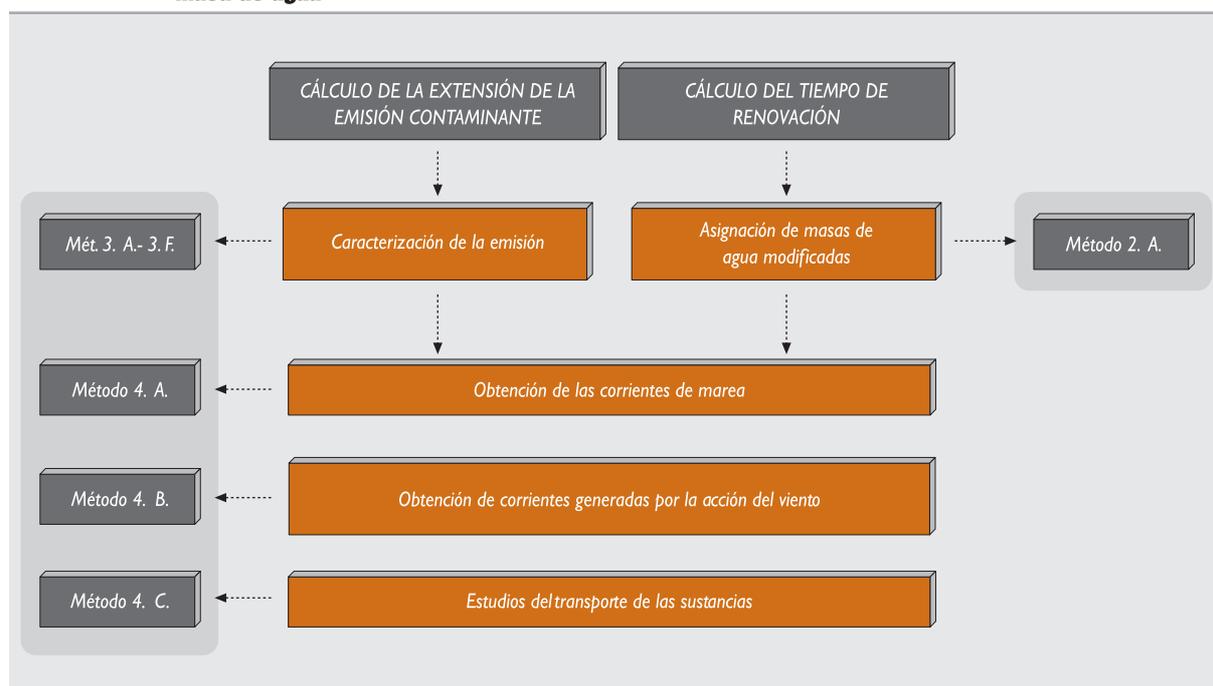
Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

Método 4.A. Obtención de las corrientes de marea

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

- ◆ Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento.

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

- ◆ Ecuación de continuidad:

$$\nabla u = 0$$

donde:

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

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

- ◆ Conservación de cantidad de movimiento:
En X)

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

En Y)

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

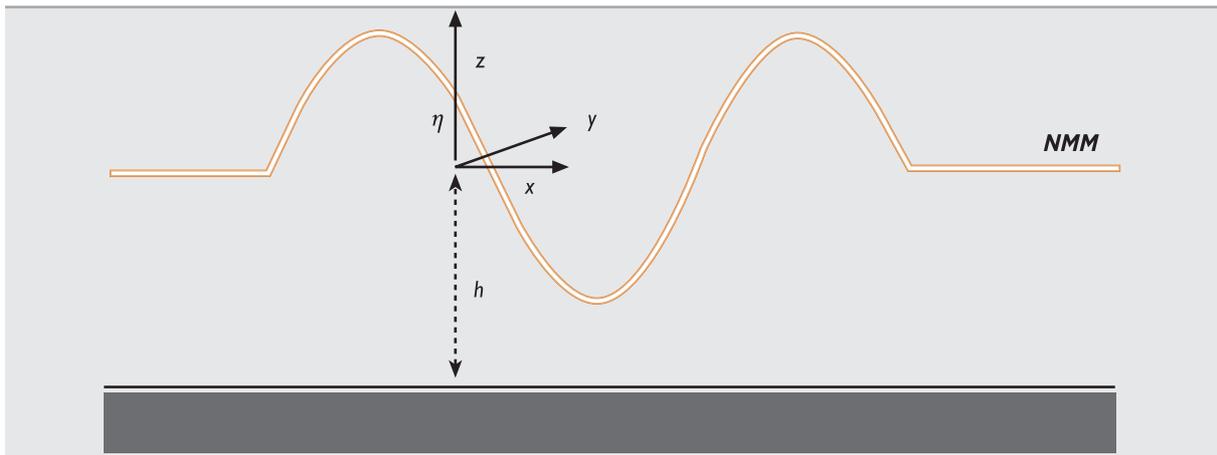
$$\frac{1}{\rho_0} [\tau_{yz}(\eta) - \tau_{yz}(-h)] + HN_h \left[\frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial y^2} \right] + 2H \frac{\partial N_h}{\partial y} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + H \frac{\partial N_h}{\partial x} \left[\frac{\partial \bar{u}}{\partial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

◆ Ecuación de continuidad:

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

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

Figura 4.2. Sistema de referencia



El resto de los términos de la ecuación son:

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

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

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

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

donde:

C_a = coeficiente de fricción por viento.

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

ρ_a = densidad del aire.

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

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

donde:

C = coeficiente de fricción de Chezy.

k_s = rugosidad de Nikuradse.

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

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

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

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

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

Se admitirán las siguientes hipótesis:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- ◆ Ecuaciones de cantidad de movimiento:

En X)

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

En Y)

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

- ◆ Ecuación de continuidad:

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

Método 4.C. Estudio del transporte de las sustancias

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

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

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

donde:

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

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

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

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

donde:

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

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

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

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

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

5. ANÁLISIS DE LA CALIDAD QUÍMICA

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

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

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

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

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

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

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

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

DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

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

NÚMERO DE MUESTRAS

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

TIPO DE MUESTRAS

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

TAMAÑO DE LA MUESTRA

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

FRECUENCIA DE MUESTREO

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

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

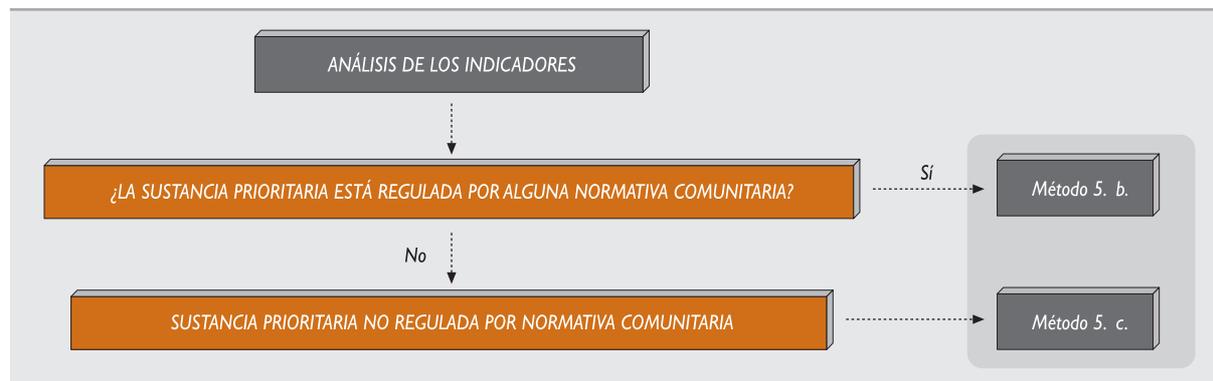
CONSERVACIÓN

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sustancias prioritarias	Método 5.C	
	Normas UNE	Standard Methods
Plomo	UNE-EN 11885:1998. Calidad del agua. Determinación de 33 elementos por espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente	Métodos 3113, 311-B, 3111-C. Espectrometría de absorción atómica Método 3500-Pb D. Ditzona Método 3120. Espectrometría de emisión por plasma de acoplamiento inductivo
Níquel	UNE-EN 11885:1998. Calidad del agua. Determinación de 33 elementos por espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente	Métodos 3113, 311-B, 3111-C. Espectrometría de absorción atómica Método 3120. Espectrometría de emisión por plasma de acoplamiento inductivo
Antraceno	UNE-EN-ISO 17993 : 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido	Métodos 6630 B, 6630 C. Cromatografía de gases
Fluoranteno	UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido	Método 6410 B. Cromatografía de gases. Espectrometría de masas
Naftaleno	UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido UNE-EN ISO 15680:2004. Calidad del agua. Determinación de ciertos hidrocarburos aromáticos monocíclicos, naftaleno y algunos compuestos clorados utilizando purga y trampa y desorción atómica	
Benzo(a)pireno	UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido	
Benzo(b)fluoranteno	UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido	
Benzo(g,h,i)perileno	UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido	
Benzo(k)fluoranteno	UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido	
Indeno(1,2,3-cd)pireno	UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido-líquido	
4-(para)-nonilfenol Para-ter-octilfenoles Alacloro	(EPA: Métodos 505, 507, 525.2, 508.1 y 551.1)	
Atrazina	UNE-EN 10695:2000. Calidad del agua. Determinación de ciertos compuestos orgánicos nitrogenados y fosforados seleccionados. Métodos por cromatografía de gases	
C10-13 Cloroalcanos Clorofeninfos Cloropirifos	(EPA: Métodos 8141.A)	
Diclorometano	UNE-EN ISO 10301: 1998. Calidad del agua. Determinación de hidrocarburos halogenados altamente volátiles. Métodos por cromatografía de gases UNE-EN ISO 15680: 2004. Calidad del agua. Determinación de ciertos hidrocarburos aromáticos monocíclicos, naftaleno y algunos compuestos clorados utilizando purga y trampa y desorción atómica	

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

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

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

6. ANÁLISIS DEL ESTADO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

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

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

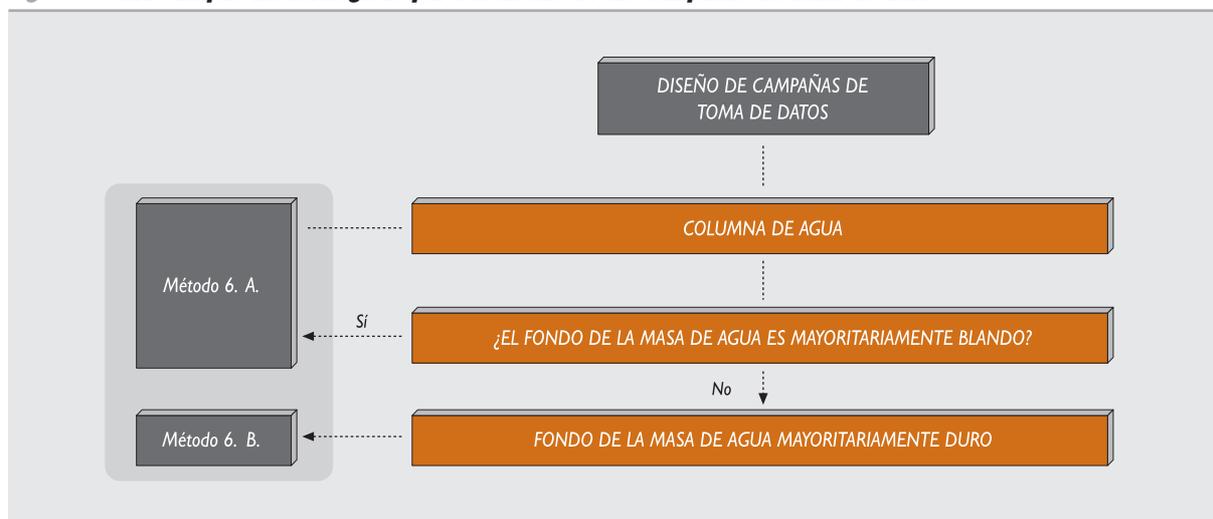
líticas para la evaluación de alguno de los indicadores incluidos en la Recomendación, como es el caso del oxígeno disuelto (Directivas 76/160, 78/659, 79/923) o de los hidrocarburos totales (Directiva 80/778). En ausencia de éstas, se adoptarán, una vez más, los métodos de análisis definidos en las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

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

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

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

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



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

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

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

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

DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

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

NÚMERO DE MUESTRAS

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

TIPO DE MUESTRAS

- ◆ *Medio pelágico:*
Muestras puntuales recogidas directamente de la superficie para la determinación de hidrocarburos totales y detergentes.
Medidas en continuo a lo largo de un perfil vertical con una sonda multiparamétrica del oxígeno disuelto, la clorofila 'a', la turbidez la temperatura y la salinidad, estos dos últimos para el cálculo del porcentaje de saturación.
- ◆ *Medio bentónico:* Muestra puntual superficial (0-30 cm) obtenida con Corer.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

- ◆ *Medio pelágico:*
El tamaño de las muestras será de 1L para los hidrocarburos totales y de 500 ml para el análisis de los detergentes.
- ◆ *Medio bentónico:*
Para el total de determinaciones a realizar se requerirá un volumen de sedimento de 500 g (peso seco a temperatura ambiente).
En el caso de sedimentos con bajo contenido en material fino (<0.063 mm) se incrementará dicho volumen con el fin de asegurar una cantidad suficiente de dicho material para el análisis de metales pesados.

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

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

DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO

ESTRATEGIA DE MUESTREO

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

NÚMERO DE MUESTRAS

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

TIPO DE MUESTRAS

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

FRECUENCIA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Figura 6.2.III. Etapas metodológicas para el análisis de los indicadores del Estado y del potencial Ecológico



Tabla 6.2.III. Técnicas analíticas establecidas por Directivas Comunitarias

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Capítulo IV

Datos y ejemplo



Índice Capítulo IV

CAPÍTULO IV. DATOS Y EJEMPLO

I. FUENTES DE DATOS Y REFERENCIAS DE INTERÉS	125
1.1. Programa de Delimitación de Usos y de Tipificación de las Masas de Agua	125
1.1.1. Delimitación de Usos en el medio acuático	125
1.1.2. Tipificación de Masas de Agua	126
1.2. Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales	127
1.2.1. Caracterización de Emisiones Contaminantes	127
1.2.2. Fuentes para la propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras	128
1.3. Programa de Vigilancia Ambiental	130
1.3.1. Medida de los indicadores de la Calidad Química y del Estado y del Potencial Ecológico	130
1.3.2. Análisis de la Calidad Química y del Estado y el Potencial Ecológico	132
1.3.3. Zonas protegidas	135
1.4. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes	135
1.5. Referencias de Interés	136
2. EJEMPLO DE APLICACIÓN	136
2.1. INTRODUCCIÓN	136
2.2. PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y TIPIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA	
2.2.1. Delimitación de usos	
2.2.2. Tipificación de las masas de agua	
2.3. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	
2.3.1. Emisiones puntuales	
2.3.1.1. Emisión P1.: Emisión Portuaria	
2.3.1.2. Emisión P2.: Emisión de una empresa concesionaria	
2.3.1.3. Emisión P3.: Emisión ajena	
2.3.1.4. Emisión P4.: Emisión externa	
2.3.2. Emisiones difusas	
2.3.2.1. Emisión D.1.: Portuaria	
2.3.2.2. Emisión D.2.: Emisión ajena	
2.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	
2.4.1. Vigilancia sistemática	
2.4.1.1. Diseño de las campañas de toma de datos	
2.4.1.2. Valoración de la calidad química de las masas de agua	
2.4.1.3. Valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de las masas de agua	
2.4.1.3.1. Potencial Ecológico de la Masa 1	
2.4.1.3.2. Potencial Ecológico de la Masa 2	
2.4.1.3.3. Potencial Ecológico de la Masa 3	
2.4.1.3.4. Estado Ecológico de la Masa 4	
2.4.1.3.5. Síntesis de la valoración de la Calidad Química y del Estado y del Potencial ecológico de las masas de agua de ZSP	

2.4.1.4. Análisis de las zonas protegidas

2.4.1.4.1. Calidad de las Aguas de Baño

2.4.1.4.2. Calidad del Lugar de Importancia Comunitaria

2.4.2. Seguimiento en continuo

2.4.3. Inspección visual

2.5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES

2.5.1. Episodio Contaminante 1

2.5.2. Episodio Contaminante 2

2.5.3. Episodio Contaminante 3

I. FUENTES DE DATOS Y REFERENCIAS DE INTERÉS

En los siguientes apartados se recogen, para cada programa propuesto en esta ROM, algunas de las fuentes de datos más importantes para la aplicación de la misma, así como un conjunto de referencias científico-técnicas de interés.

I.1. Programa de Delimitación de Usos y de Tipificación de las Masas de Agua

I.1.1. Delimitación de Usos en el medio acuático

FUENTES DE USOS PORTUARIOS. INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN DE LOS ESPACIOS PORTUARIOS

- ◆ Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general. (BOE nº 284 de 27.11.2003).
- ◆ Plan de Utilización de los Espacios Portuarios (o instrumento equivalente).
- ◆ Plan Especial de Ordenación de la Zona de Servicio del Puerto (o instrumento equivalente).

FUENTES DE USOS NO PORTUARIOS

- ◆ Planes de Ordenación del Litoral (o instrumento equivalente).
- ◆ Zonas designadas para la protección de especies acuáticas económicamente significativas.
 - ORDEN APA/1029/2003, de 23 de abril, por la que se hacen públicas las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español. (BOE nº 103 de 30-04-2003).
 - El Ministerio de Medio Agricultura, Pesca y Alimentación, así como las consejerías competentes en la materia de cada CC.AA., disponen de toda la información relativa a los caladeros de pesca y zonas de marisqueo del litoral español.
- ◆ Conservación de hábitats o especies (Lugares de Importancia Comunitaria-Zonas de Especial Protección para las Aves, etc).
 - Decisión de la Comisión de 28 de diciembre de 2001, por la que se aprueba la lista de lugares de importancia comunitaria con respecto a la región biogeográfica macaronésica, en aplicación de la Directiva 92/43/CEE del Consejo (DOCE n.º 5 de 9-01-2002).
 - Decisión de la Comisión de 7 de diciembre de 2004 por la que se aprueba, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica atlántica (DOCE nº 387 de 29-12-2004).
 - El Ministerio de Medio Ambiente dispone de un banco de datos de la naturaleza en el que están relacionados los espacios naturales del territorio español cuyas características han sido merecedoras de una figura de protección. Información que está disponible en la página WEB del Ministerio.
 - El Ministerio de Medio Agricultura, Pesca y Alimentación dispone de la relación de Reservas marinas del litoral español.

- ◆ Zonas sensibles en virtud de la Directiva 91/271/CEE.
- ◆ Zonas vulnerables en virtud de la Directiva 91/676/CEE.
- ◆ Zonas de uso recreativo (Baño).
 - El Ministerio de Medio Ambiente ha desarrollado una “Guía de playas españolas” (disponible en su página WEB) en la que están relacionadas todas las playas del litoral español.

1.1.2. Tipificación de Masas de Agua

FUENTES GEOFÍSICAS

- ◆ Instituto Hidrográfico de la Marina. 1999. Cartas Náuticas. Ministerio de Defensa.
- ◆ Dirección General de Costas. Estudios Geofísicos Marinos realizados en España. Ministerio de Medio Ambiente.

FUENTES METEOROLÓGICAS

- ◆ Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.
- ◆ Puertos del Estado. 1991. ROM 0.3-91. Atlas de Clima Marítimo en el litoral español. Ministerio de Fomento.
- ◆ Puertos del Estado. 1995. ROM 0.4-95. Acciones climáticas II. Viento. Ministerio de Fomento, 249 pp.
- ◆ Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado. Red de meteorología portuaria (REMPOR).
- ◆ NCDC, NCAR, ERL. 1954-1992. CODAS. Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set.
- ◆ U. S. Navy. 1969-1984. Atlas Climatológico Marino Mundial.
- ◆ UK Metereological Office. Desde 1986. Vientos UKMO.
- ◆ FNOC Fleet Numerical Oceanography Center. 1946-1994. Vientos, presiones y temperaturas.
- ◆ NODC-NOAA. 1900-1990. Series Temporales de Estaciones y Campañas Oceanográficas.
- ◆ NODC-NOAA. Atlas Climatológico Global, Análisis Estacional y Anual. Levitus.
- ◆ Isemer & Hasse, Institut für Meereskunde, Kiel University. Atlas Climatológico BUNKER del Océano Atlántico.

FUENTES OCEANOGRÁFICAS

- ◆ Puertos del Estado. Red costera de oleaje REMRO. Ministerio de Fomento.
- ◆ Puertos del Estado. Red de oleaje de aguas profundas. Ministerio de Fomento.
- ◆ Puertos del Estado. Red de radares. Ministerio de Fomento.
- ◆ Puertos del Estado. Red de correntímetros. Ministerio de Fomento.

- ◆ Puertos del Estado. Red de mareógrafos REDMAR. Ministerio de Fomento.
- ◆ Niveles del mar. TOGA Sea Level Center. Ministerio de Fomento.

FUENTES BATIMÉTRICAS

- ◆ Instituto Hidrográfico de la Marina. 1999. Cartas Náuticas. Ministerio de Defensa.
- ◆ Dirección General de Costas. Estudios Geofísicos Marinos realizados en España. Ministerio de Medio Ambiente.
- ◆ NGDC-NOA. Batimetría global con 5 minutos de resolución.

I.2. Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales

I.2.1. Caracterización de Emisiones Contaminantes

FUENTES DE INFORMACIÓN PÚBLICA

- ◆ Ministerio de Medio Ambiente. Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes.
- ◆ OSPAR. Data Report on the Comprehensive Study of Riverine Inputs and Direct Discharges (RID).
- ◆ Autorizaciones de vertido.

FUENTES PARA LA CARACTERIZACIÓN CUANTITATIVA

- ◆ AINIA Instituto Tecnológico Agroalimentario. Mejores técnicas disponibles para diferentes tipos de industrias.
- ◆ Comisión Europea. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques. Documentos sobre las mejores técnicas disponibles en distintos tipos de industrias.
- ◆ Dirección General de Medio Ambiente. 2000. Documento de orientación para la realización del EPER. Comisión Europea. 103 pp.
- ◆ EPA. Guidance Documents by Chemical Specific. Documentos relativos a diferentes tipos de sustancias químicas.
- ◆ EPA. Guidance Documents by Industry Specific. Documentos relativos a los procesos industriales.
- ◆ EPA. 2001. Guidance for Reporting Releases and Other Waste Management Quantities of Toxic Chemicals: Lead and Lead Compounds. 216 pp.
- ◆ Fundación Entorno. Guías tecnológicas. Relación de Documentos relativos a distintos procesos industriales.
- ◆ HELCOM. 1999. Guidelines for the fourth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-4). Baltic Marine Environment Protection Commission.
- ◆ Ministerio de Medio Ambiente. 2003. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España de fabricación de cemento. 129 pp.
- ◆ National Pollutant Inventory. Australian Government. Relación de documentos relativos a las actividades industriales de manufactura.

- ◆ OSPAR. Norwegian Pollution Control Authority. Documentos en Iso que se cuantifica la contaminación por sustancias químicas.
- ◆ Pollution Inventory Reporting. 2004. Combustion Activities Guidance Note. Environmental Agency Pollution. 38 pp.
- ◆ Pollution Inventory Reporting. 2004. Guidance for landfill operators. Environmental Agency Pollution. 6 pp.
- ◆ Pollution Inventory Reporting. 2004. Guidance for operators carrying out chemical treatment of waste, including waste oil. Environmental Agency Pollution. 6 pp.
- ◆ Pollution Inventory Reporting. 2004. Guidance for operators of waste transfer stations. Environmental Agency Pollution. 11 pp.
- ◆ Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Documento de orientación sectorial para el sector del Vidrio. Ministerio de Medio Ambiente. 94 pp.
- ◆ Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Documento de orientación sectorial para el sector Pasta y papel. Ministerio de Medio Ambiente. 94 pp.
- ◆ Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Documentos de orientación para cálculo de emisiones en granjas. Ministerio de Medio Ambiente. 4 pp.
- ◆ V. Uloth, R. van Heek, P. George. 2002. Dioxin and Furan Emissions Factors for Combustion Operations in Pulp Mills. Canadian Environmental Protection. 25 pp.
- ◆ V. Uloth, T. Whithford, R. van Heek, P. George. 2002. Dioxin and Furan Emission Factors for Wood Waste Incinerators. Canadian Environmental Protection. 32 pp.
- ◆ World Bank Group. Pollution Prevention and Abatement Handbook. Project guidelines. Industry sector guidelines Documentos relativos a los distintas actividades industriales.

FUENTES PARA LAS CAMPAÑAS ESPECÍFICAS DE TOMA DE DATOS

- ◆ Comisión Europea. 2002. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on the General Principles of Monitoring. 123 pp.
- ◆ Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Ministerio de Medio Ambiente Métodos de medición de variables químicas, y físico químicas en agua.

FUENTES DE LOS CAUDALES DE ESCORRENTÍA AGRÍCOLA

- ◆ OSPAR. Guideline HARP. Documentos para la cuantificación de Nitrógeno y Fósforo.

1.2.2. Fuentes para la propuesta de Medidas Preventivas y Correctoras

NORMAS COMUNITARIAS

- ◆ Orden de 18 de diciembre de 2001, por la que se establecen las instrucciones para la presentación del manifiesto de carga para el tráfico marítimo.

- ◆ Orden FOM 3056/2002, de 29 de noviembre, por la que se establece el procedimiento integrado de escala de buques en los puertos de interés general.
- ◆ Real Decreto 995/2003, de 25 de julio, por el que se establecen los requisitos y procedimientos armonizados para las operaciones de carga y descarga de los buques graneleros.
- ◆ Real Decreto 1249/2003, de 3 de octubre, sobre formalidades de información exigibles a los buques mercantes que lleguen a los puertos españoles y salgan de éstos.
- ◆ Directiva 2004/35/CE, de 21 de abril, sobre responsabilidad medioambiental con la prevención y reparación de daños medioambientales.

DOCUMENTOS DE INTERÉS

- ◆ ABP mer. 1999. Good practice guidelines for ports and harbours operating within or near UK European Marine sites. 184 pp.
- ◆ American Association of Port Authorities (AAPA). Environmental Management Handbook. Documentos sobre las mejores practicas ambientales en distintos tipos de actividades
- ◆ CIRIA. 1999. Safety in ports ship-to-shore linkpans and walkways. A guide to procurement, operation and maintenance.
- ◆ Comisión Europea. 1999. European Code of Conduct for Coastal Zones. 98 pp.
- ◆ Department for Environment, Food and Rural Affairs. 2002. Safeguarding our seas. A strategy for the conservation and sustainable development of our marine environment. United Kingdom Government. 82 pp.
- ◆ Department for Transport-Ports. 2003. A guide to good practice on port marine operations. United Kingdom Government. 93 pp.
- ◆ Department for Transport-Ports. 2003. Modern Ports- A UK policy. United Kingdom Government. 49 pp.
- ◆ Department for Transport-Ports. 2004. Port Marine Safety Code. United Kingdom Government. 37 pp.
- ◆ Empresa Pública de Puertos de Andalucía. 1995. Reglamento de Policía, Régimen y Servicio de los Puertos de la Comunidad Autónoma de Andalucía. 15 pp.
- ◆ European Sea Ports Organisation. 2003. Environmental code of practice. 36 pp.
- ◆ European Sea Ports Organisation. 2004. Overview of EU & international environmental rules & policies which affect the port sector. Annex to the Environmental Code of Practice of ESPO. 27 pp.
- ◆ IMO. 2003. Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga. 118 pp.
- ◆ Maritime and Coastguard Agency. 2003. Port waste management planning-A guide to good practice. 15 pp.
- ◆ NetRegs. Construction work at harbours and docks. Environment Agency
- ◆ UK Marine SACs Project. 1999. Good practice guidelines for ports and harbours operating within or near UK European marine sites. Joint Nature Conservation Committee, 218 pp.
- ◆ Wallingford Ltd & Ports. 1996. Guidelines for the beneficial use of dredged material.

- ◆ Wallingford Ltd & Ports. 1999. Environmental aspects of aggregate dredging: refined source terms for plume dispersion studies.
- ◆ Wallingford Ltd & Ports. 1999. Feasibility to decontaminating of dredged material materials.
- ◆ Wallingford Ltd & Ports. 1999. Guidelines for Port Environmental Management.

I.3. Programa de Vigilancia Ambiental

I.3.1. Medida de los indicadores de la Calidad Química y del Estado y el Potencial Ecológico

TÉCNICAS DE MUESTREO

- ◆ Australian Government. 2000. Monitoring and assessment. En: Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. The Guidelines. Vol. I. Cap.7. 42 pp.
- ◆ A.D McIntyre, J.M Elliot, D.V. Ellis. 1984. Introduction: Design of sampling Programmes. En: Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific publications. 1-27 pp.
- ◆ A.R.O. Chapman. 1986. Population and ecology of seaweeds. In: Advances in marine biology. Academic Press, 1-161 pp.
- ◆ Agencia Europea del Medio Ambiente. 1999. Surface water quality monitoring. National Environment Research Institute, Denmark.
- ◆ EPA. 2001. National Coastal Assessment. Field Operations Manual. 77 pp.
- ◆ EPA. 1997. Recommended guidelines for sampling marine sediment, water column, and tissue in puget sound.
- ◆ EPA. 2002. Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. 32 pp.
- ◆ Green, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. Wiley. New York.
- ◆ HELCOM. 2001. General Aspects. In: Manual for marine monitoring in the Combine Program of HELCOM.
- ◆ HELCOM. 2001. Programme for monitoring of contaminants and the effects of contaminants. In: Manual for marine monitoring in the Combine Program of HELCOM.
- ◆ HELCOM. 2001. Programme for monitoring of eutrophication and its effects. In: Manual for marine monitoring in the Combine Program of HELCOM.
- ◆ Marine Biodiversity Monitoring Committee. 1999. Protocol for monitoring of seaweeds. In: Marine and Estuarine Biodiversity Monitoring Protocols. 31 pp.
- ◆ Norma UNE-EN 25667-1:1995. Calidad del agua. Muestreo. Parte 1. Guía para el diseño de los programas de muestreo (ISO 5667-1:1980). Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN 25667-2:1995. Calidad del agua. Muestreo. Parte 2. Guía para las técnicas de muestreo. (ISO 5667-2:1991). Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN ISO 5667-3:1996. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3. Guía para la conservación y la manipulación de muestras. Asociación Española de Normalización y Certificación.

- ◆ Norma UNE-ENV ISO 13530:2000. Calidad del agua. Guía para el control de la calidad analítica en el análisis del agua. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ OSPAR. 1997. JAMP eutrophication monitoring guidelines: Nutrients, Oxygen, Chlorophyll 'a'.
- ◆ OSPAR. 2002. Guidelines for monitoring contaminants in sediments.
- ◆ Phycological Society of America. 1985. Competition among macroalgae. In: Hand book of phycological methods. Ecological field methods: macroalgae. Cambridge University Press. 511-530 pp.
- ◆ Phycological Society of America. 1985. Remote sensing and mapping. In: Hand book of phycological methods. Ecological field methods: macroalgae. Cambridge University Press. 177-197 pp.
- ◆ Salm, R.V. y J.R. Clark. 1984. Marine and Coastal Protected Areas: a guide for planners and managers. IUCN. Gland. Switzerland. 302 pp.
- ◆ UK Marine SACs Project. 2001. Marine Monitoring Handbook. Joint Nature Conservation Committee, 405 pp.
- ◆ World Bank Group. 1998. Pollution Prevention and Abatement Handbook. Monitoring Environmental Quality, 7pp.
- ◆ World Bank Group. 1998. Pollution Prevention and Abatement Handbook. Part II Implementing policies in practice: Indicators of Pollution Management, 11 pp.

TÉCNICAS ANALÍTICAS

- ◆ APHA, AWWA, WEF. 2000. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 5540-C, 5520-F, 10200-H, 2130, 4500-O, 4500-P F, 6431. 6630 B, 3030. 3120. 3111 B. 3112 B. 3113.
- ◆ EPA. 1995. Environmental monitoring and assessment program (EMAP) laboratory methods manual. Estuaries. Volume I - biological and physical analyses. 128 pp.
- ◆ EPA Drinking Water Methods for Chemical Contaminants . Methods: 550, 550.1, 180.1. Rev 2.0.
- ◆ HELCOM. 2001. General guidelines on quality assurance for monitoring in the Baltic sea. In: Manual for marine monitoring in the Combine Program of HELCOM.
- ◆ K.J.M. Kramer, U.H. Brockmann, R.M. Warwick. 1994. Tidal estuaries. Manual of sampling and analytical procedures. A. A. Balkema/Róterdam/Brookfield, pp 87, 145, 163, 167, 169.
- ◆ Norma UNE 7309:2001. Calidad del suelo. Determinación de cadmio, cromo, cobalto cobre, plomo, manganeso, níquel y cinc en extractos del suelo en agua regia. Métodos espectrométricos de absorción atómica con llama y atomización electrotérmica (Todos excepto el mercurio y el arsénico). Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE 77318:2001. Calidad del suelo. Determinación de nitrógeno total. Método Kjeldahl modificado. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE 77319. Calidad del suelo. Determinación de hidrocarburos aromáticos policíclicos. Método de cromatografía líquida de alto rendimiento. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE 77321:2003. Calidad del suelo. Determinación del carbono orgánico y carbono total mediante combustión seca (análisis elemental). Asociación Española de Normalización y Certificación.

- ◆ Norma UNE EN 25813:1994. Calidad del agua. Determinación del oxígeno disuelto. Método yodométrico. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE EN 25814:1994. Calidad del agua. Determinación del oxígeno disuelto. Método electroquímico. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN 10695:2000. Calidad del agua. Determinación de ciertos compuestos orgánicos nitrogenados y fosforados seleccionados. Métodos por cromatografía de gases. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN 11885:1998. Calidad del agua. Determinación de 33 elementos por espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN 903:1994. Calidad del agua. Determinación de agentes aniónicos de superficie por medición del índice de azul de metileno SAAM. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN ISO 10301 :1998. Calidad del agua. Determinación de hidrocarburos halogenados altamente volátiles. Métodos por cromatografía de gases. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN ISO 15680:2004. Calidad del agua. Determinación de ciertos hidrocarburos aromáticos monocíclicos, naftaleno y algunos compuestos clorados utilizando purga y trampa y desorción atómica. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN ISO 7027:1995. Calidad del Agua. Determinación de la Turbiedad. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN ISO. 6468:1997. Determinación de ciertos insecticidas organoclorados, bifenilos policlorados y clorobencenos. Método por cromatografía de gases con extracción líquido-líquido. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE-EN-ISO 17993: 2004. Calidad del agua. Determinación de 15 hidrocarburos policíclicos en agua mediante HPLC con detección por fluorescencia tras extracción líquido- líquido. Asociación Española de Normalización y Certificación.

1.3.2. Análisis de la Calidad Química y del Estado y el Potencial Ecológico

OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD QUÍMICA

- ◆ Normas Comunitarias
 - Decisión nº2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. (DOCE nº L 331 de 15-12-2001).
 - Directiva 86/280/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE. (DOCE nº L 181 de 04-07-1986).
 - Directiva 83/513/CEE del Consejo, de 26 de septiembre de 1983, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio. Directiva 84/491/CEE del Consejo, de 9 de octubre de 1984, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano. (DOCE nº L 291 de 24-10-1983).

- Directiva 84/156/CEE del Consejo, de 8 de marzo de 1984, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos. (DOCE n° L 074 de 17-03-1984).
 - Directiva 82/176/CEE del Consejo, de 22 de marzo de 1982, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos. (DOCE n° L 081 de 27-03-1982).
 - Directiva 88/347/CEE del Consejo de 16 de junio de 1988 por la que se modifica el Anexo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE. (DOCE n° L 158 de 25-06-1988).
 - Directiva 90/415/CEE del Consejo de 27 de julio de 1990 por la que se modifica el Anexo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE. (DOCE n° L 219 de 14-08-1990).
- ◆ Normas internacionales
- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2002. Summary of Existing Environmental Quality Guidelines.
 - OSPAR. 1997. Agreed background/reference concentrations for contaminants in sea water, biota and sediment.
 - EPA. 2002. National Recommended Water Quality Criteria.
 - UK Marine SACs Project. 1997. Environmental Quality Guidelines. Joint Nature Conservation Committee.

CRITERIOS DE CALIDAD PARA EL ANÁLISIS DEL ESTADO ECOLÓGICO Y EL POTENCIAL ECOLÓGICO

- ◆ Australian Government. 2000. Sediment quality guidelines. En: Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Aquatic ecosystems. Vol. 2. Cap. 8.4. 30 pp.
- ◆ Australian Government. 2000. Toxicants. En: Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Aquatic ecosystems. Vol. 2. Cap. 8.3. 100 pp.
- ◆ California Environmental Protection Agency. 2001. Water quality control plan.
- ◆ Canadian Council of Ministers of the Environment. 2002. Summary of Existing Environmental Quality Guidelines.
- ◆ CEDEX. 1994. Recomendaciones para la Gestión de material de dragado en los puertos españoles. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.
- ◆ Directiva 76/160/CEE del Consejo, de 8 de diciembre de 1975, relativa a la calidad de las aguas de baño.
- ◆ Directiva del Consejo 79/923/CEE de 30 de octubre de 1979 relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos.
- ◆ EPA. 2003. Screening Values for Chemicals. En: National Sediment Quality Survey. 19 pp.

- ◆ EPA. 2000. Ambient Aquatic Life Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen (Saltwater): Cape Cod to Cape Hatteras. 55 pp.
- ◆ Minister of supply and services of Canada. 1992. Guidelines for Canadian recreational water quality.
- ◆ Ministry of water, land and air protection. Government of British Columbia. Water Quality Guidelines. Criterios de calidad de distintas variables químicas y físico químicas.
- ◆ Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and Environmental. Directorate-General for Environmental Protection. 1994. Circular on intervention values for soil remediation.
- ◆ NOAA. 1999. Sediment quality guidelines developed for the national status and trends program. 12 pp.
- ◆ NOAA. 1999. United States national estuarine eutrophication assessment.
- ◆ UK Marine SACs Project. 1997. Environmental Quality Guidelines. Joint Nature Conservation Committee.

FUENTES DE DATOS

- ◆ Organismos Comunitarios
 - Agencia Europea del Medio Ambiente. European Environment Information and Observation Network (EIONET).
 - Base de datos WATERBASE. Información relativa a la calidad y cantidad de las aguas continentales y marinas.
 - Programa EUROWATERNET. Programa de recogida y validación de los datos de los Estados Miembros.
 - EUNIS. Sistema Europeo de información de espacios y especies
 - Base de datos WASTEBASE. Información sobre las aguas residuales y su gestión.
 - European Sediment Research Network. Red SedNet.
- ◆ Organismos Estatales
 - Red Nacional de Intercambio de Conocimiento sobre Sedimentos, Intersed, REN2002-I | 1937-E.
 - Registro Estatal de emisiones y fuentes contaminantes (EPER). 2001. Ministerio de Medio Ambiente.
 - Confederación Hidrográfica del Júcar. Cuenca del Júcar. Proyecto Piloto de la Directiva Marco Europea del Agua.

DOCUMENTOS DE APOYO

- ◆ EPA. 2002. Research Strategy Environmental Monitoring and Assessment Program. 77 pp.
- ◆ IAPH. 1991. Guidelines for Environmental Planning and Management in Ports and Coastal Area Developments. The International Association of Ports and Harbours, Tokyo, Japan. 89 pp.
- ◆ PIANC. 1999. Environmental management framework for ports and related industries.

- ◆ PIANC. 2003. Ecological and engineering guidelines for wetlands restoration in relation to the development and maintenance of navigation. 57 pp.
- ◆ PIANC. 1999. Environmental management framework for ports and related industries.
- ◆ UK Marine SACs Project. 1999. Guidelines for managing water quality impacts within UK European marine sites. Joint Nature Conservation Committee, 443 pp.
- ◆ UK Marine SACs Project. 1999. Guidelines for managing water quality impacts within UK European marine sites. Joint Nature Conservation Committee, 443 pp.
- ◆ UK Marine SACs Project. 2001. Natura 2000. European Marine Sites - ecological sensitivity and management requirements. Joint Nature Conservation Committee.
- ◆ UK Marine SACs Project. 2001. Natura 2000. European Marine Sites - ecological sensitivity and management requirements. Joint Nature Conservation Committee.

1.3.3. Zonas protegidas

- ◆ **Zonas de uso recreativo.** El Ministerio de Sanidad y Consumo tiene a disposición pública los resultados de los análisis de calidad de las aguas de baño efectuados en las playas españolas en el año 2001. Los datos brutos pueden solicitarse en la Consejería de Sanidad de cada CC.AA.
- ◆ **Zonas designadas para la protección de especies acuáticas económicamente significativas.** El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, así como las consejerías competentes de cada CCAA disponen de la información recogida en los programas de vigilancia y control efectuados en las zonas de pesca, producción o extracción de especies acuáticas.
- ◆ **Zonas sensibles-vulnerables.** El Ministerio de Medio Ambiente y las Consejerías competentes de cada CCAA disponen de la información relativa a las zonas catalogadas como sensibles a los vertidos urbanos y vulnerables a la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
- ◆ **Conservación de hábitats o especies.** El Ministerio de Medio Ambiente y las comunidades autónomas son competentes en el control y seguimiento de las Zonas Protegidas.

1.4. Programa de Gestión de Episodios Contaminantes

- ◆ IMO. 1988. Manual contaminación hidrocarburos IV: Lucha contra los derrames de hidrocarburos. 216 pp.
- ◆ IMO. 1995. Manual on oil pollutants section II. Contingency planning. 70 pp.
- ◆ IMO. 2000. OPRC-HNS. Protocol on preparedness, response and co-operation to pollution incidents by hazardous and noxious substances. 26 pp.
- ◆ IMO. 2003. Directrices para la elaboración de planes de emergencia de a bordo contra la contaminación del mar. 58 pp.
- ◆ Maritime and Coastguard Agency. 2002. Contingency Planning for Marine Pollution Preparedness and Response. Guidelines for Ports. 72 pp.
- ◆ P. Nelson. Australia's National Plan to combat pollution of the sea by oil and other noxious and hazardous substances- Overview and current issues. Spill Science & Technology Bulletin 6, 3-11 pp.

- ◆ Port of Tilbury London. 2002. Oil spill contingency plan.
- ◆ Port of Tilbury London. 2002. Port waste management plan. 71 pp.

1.5. Referencias de interés

- ◆ Norma UNE 150008:2000. Análisis y evaluación del riesgo medioambiental. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ◆ Norma UNE 150103: 2004. Sistemas de gestión ambiental. Guía para la implantación de sistemas de gestión ambiental conforme a UNE-EN ISO 14001 en entornos portuarios y requisitos adicionales para el registro en el reglamento EMAS.

2. EJEMPLO DE APLICACIÓN

2.1. Introducción

Con objeto de facilitar la futura utilización de la ROM 5.1 (Recomendación de Obras Marítimas sobre “Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias”), se ha elaborado un *Ejemplo práctico de aplicación* en el que de forma detallada se recogen y desarrollan los cuatro Programas de que la misma consta: Delimitación de Usos y Tipificación de Masas de agua, Evaluación y Gestión de Riesgos ambientales, Vigilancia Ambiental y Gestión de Episodios contaminantes. Por ello, y buscando mejorar su comprensión, cada uno de los capítulos del caso ficticio presentado se acompaña con referencias concretas a los correspondientes apartados con los que se tratan en el Articulado de la Recomendación.

El caso de este ejemplo se ha denominado como “*Puerto de San Luis*”. Se trata de un puerto costero con amplia zona de dársenas que desarrollaría una importante actividad industrial. De acuerdo con lo establecido en el texto de la ROM 5.1-05, los ámbitos de consideración para su ejercicio se corresponden con las Zonas I y II del Puerto. Toda la Zona I está confinada en Dársenas, mientras que con la II se agrupan las Aguas Exteriores a dicha otra zona de servicio portuario.

Este ejercicio del “*Ejemplo práctico de aplicación de la ROM 5.1 al Puerto ficticio de S. Luis*”, debatido y consensado por los expertos del Grupo de Trabajo que aprobaron la nueva “Recomendación sobre Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias”, supuso una primera versión preliminar que pretendía únicamente facilitar la comprensión de cómo plantearse usar en situaciones reales todo el conjunto de programas –para delimitar, tipificar o evaluar la Vigilancia y Gestiones ambientales– por vez primera recomendados, que contiene este presente texto de la inicial ROM 5.1-05; y es parte, como tal, de la documentación disponible (ver <http://www.puertos.es>) para manejo en formato digitalizado.

Para una mayor comprobación –del “tarado o calibrado”– que revise y valide esta pionera Recomendación en el contexto de los trabajos precisos tras la implementación de nuevas disposiciones comunitarias introducidas recientemente con la Directiva Marco del Agua, actualmente se están desarrollando ya varias experiencias piloto para su empleo por un conjunto de entre los Puertos españoles de Interés General del Estado. Y, a resultas de la tarea en curso, se recopilarán todas las posibles puntualizaciones que eventualmente sea recomendable añadir respecto de la redacción aquí presentada.

Por tanto, no se ha incluido aún ninguna edición de ese previo “**Ejemplo para aplicación de la ROM 5.1-05 a un caso ficticio**” particular en el actual volumen impreso, que contiene sólo materiales de validez general sobre el asunto, sino que está previsto publicarlo –junto con otros Comentarios paralelo de contraste– en una próxima entrega de la serie de ejemplares que conforman la *Colección del Foro EI/ROM* en vigor (www.iccp.upv.es/erom) = “Procedimiento metodológico participativo para canalizar, recoger y difundir **Estudios** o análisis técnico-científicos **sobre** los documentos **ROM**”, alentado dentro del mismo Programa de las *Recomendaciones para Obra Marítimo-portuaria*.

REGISTRO EN EL PROGRAMA ROM

Al objeto de poder tenerle informado de las posibles correcciones, nueva edición, de la publicación de la ROM 5.1-05 y de otras **Recomendaciones para Obra Marítima y Portuaria**, le agradecemos su registro en el Programa ROM, mediante el envío de la ficha adjunta a:

REGISTRO PROGRAMA ROM
Dirección de Planificación y Desarrollo Portuario
PUERTOS DEL ESTADO
(<http://www.puertos.es>)
Avda. del Partenón, 10. Campo de las Naciones
28042 Madrid (ESPAÑA)

También puede enviar sus comentarios sobre esta publicación ROM 5.1-05, a la siguiente dirección de correo electrónico: programarom@puertos.es

Muchas gracias.

RECOMENDACIONES PARA OBRAS MARÍTIMAS

NOMBRE				
DIRECCIÓN				
EMPRESA U ORGANISMO				
DEPT./SECCIÓN				
POBLACIÓN	C.P.	PROVINCIA	PAÍS	
TELÉFONO	FAX	E-MAIL		

REGISTRO PROGRAMA ROM
Dirección de Planificación y Desarrollo Portuario
PUERTOS DEL ESTADO
Avda. del Partenón, 10. Campo de las Naciones
28042 Madrid (ESPAÑA)

 **ROM 5.1-05**



MINISTERIO
DE FOMENTO

Puertos del Estado



Grupo de Emisarios Submarinos
e Hidráulica Ambiental

F.L.T.Q. - UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

RECOMENDACIONES PARA OBRAS MARÍTIMAS

ROM 5.1

“CALIDAD DE LAS AGUAS LITORALES
EN ÁREAS PORTUARIAS”



EJEMPLO DE APLICACIÓN



BLOQUE IV: EJEMPLO DE APLICACIÓN



ÍNDICE DEL EJEMPLO DE APLICACIÓN

1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>PROGRAMA DE DELIMITACIÓN DE USOS Y TIPIFICACIÓN DE MASAS DE AGUA</u>	2
2.1. <u>DELIMITACIÓN DE USOS</u>	2
2.2. <u>TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA</u>	3
3. <u>PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES</u>	7
3.1. <u>EMISIONES PUNTUALES</u>	8
3.1.1. <u>Emisión P.1.: Emisión Portuaria</u>	9
3.1.2. <u>Emisión P.2.: Emisión de una empresa concesionaria</u>	14
3.1.3. <u>Emisión P.3.: Emisión ajena</u>	19
3.1.4. <u>Emisión P.4.: Emisión externa</u>	24
3.2. <u>EMISIONES DIFUSAS</u>	28
3.2.1. <u>Emisión D.1.: Emisión portuaria</u>	29
3.2.2. <u>Emisión D.2.: Emisión ajena</u>	37
4. <u>PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</u>	42
4.1. <u>VIGILANCIA SISTEMÁTICA</u>	42
4.1.1. <u>Diseño de las campañas de toma de datos</u>	43
4.1.2. <u>Valoración de la calidad química de las masas de agua</u>	46
4.1.3. <u>Valoración del Estado Ecológico y del Potencial Ecológico de las masas de agua</u>	48
4.1.3.1. <u>Potencial Ecológico de la Masa 1.</u>	49
4.1.3.2. <u>Potencial Ecológico de la Masa 2</u>	52
4.1.3.3. <u>Potencial Ecológico de la Masa 3</u>	56
4.1.3.4. <u>Estado Ecológico de la Masa 4</u>	60
4.1.3.5. <u>Síntesis de la valoración de la Calidad Química y del Estado y del Potencial Ecológico de las masas de agua de la ZSP.</u>	64
4.1.4. <u>Análisis de las zonas protegidas</u>	64
4.1.4.1. <u>Calidad de las Aguas de Baño</u>	64
4.1.4.2. <u>Calidad del Lugar de Importancia Comunitaria</u>	64
4.2. <u>SEGUIMIENTO EN CONTINUO</u>	65
4.3. <u>INSPECCIÓN VISUAL</u>	66
5. <u>PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES</u>	67
5.1. <u>EPISODIO CONTAMINANTE 1</u>	68
5.2. <u>EPISODIO CONTAMINANTE 2</u>	71
5.3. <u>EPISODIO CONTAMINANTE 3</u>	75

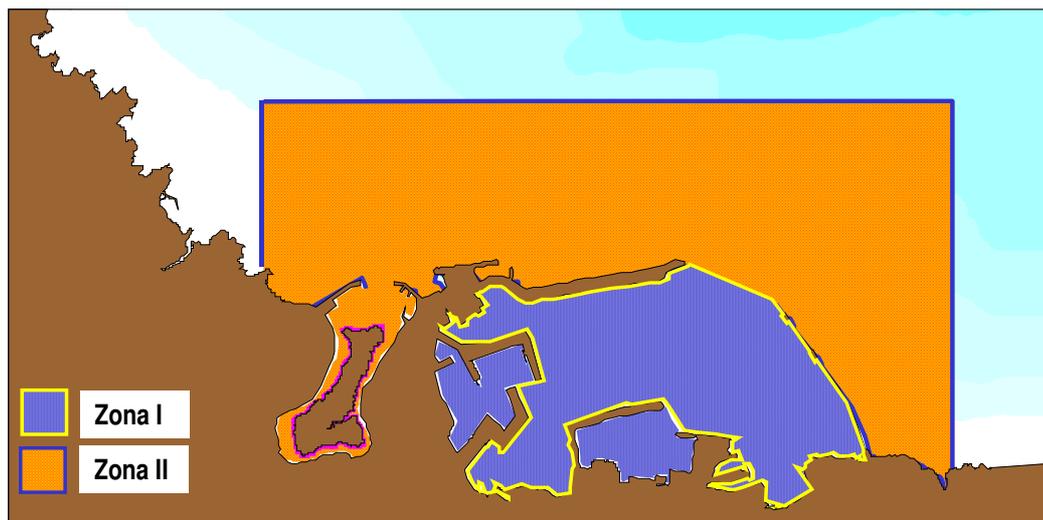


1. INTRODUCCIÓN

Con el objeto de facilitar la futura aplicación de la ROM 5.1 “Calidad de las Aguas Litorales en Áreas Portuarias”, se ha elaborado un ejemplo ficticio de aplicación en el que de forma detallada se recogen y aplican cada uno de los cuatro Programas de que consta la ROM 5.1: Delimitación de usos y Tipificación de masas de agua, Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales, Vigilancia Ambiental y Gestión de Episodios Contaminantes.

El Puerto de este ejemplo se ha denominado como ***Puerto de San Luis***, puerto costero con una amplia zona de dársenas donde se desarrolla una importante actividad industrial.

De acuerdo con lo establecido en el texto de la ROM 5.1, el ámbito de aplicación se corresponde con la Zona I y Zona II del Puerto. Tal y como se indica en la figura, toda la Zona I, está confinada en dársenas portuarias, y la Zona II agrupa las aguas exteriores a la zona portuaria.





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

2.1. DELIMITACIÓN DE USOS

A. Delimitación de los usos de la Zona de Servicio Portuario

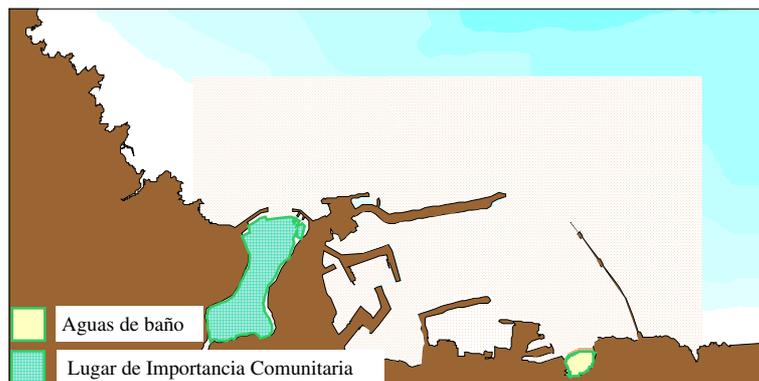
A.1. Delimitación de las Actividades y Usos portuarios.

Estos usos se establecen de acuerdo a lo establecido por el Título IV de la Ley 48/2003 de Régimen Económico y de Prestación de Servicios en los Puertos de Interés General.



A.2. Delimitación de las Actividades y Usos no portuarios.

De acuerdo al Registro de Zonas protegidas se reconocen 2 zonas protegidas: una Zona de Baño dentro de la Zona I del puerto y un Lugar de Importancia Comunitaria en la Zona II.



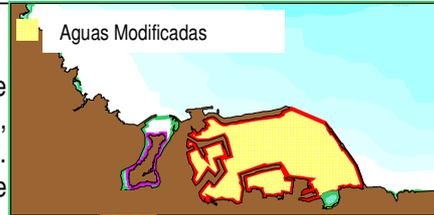


2.2. TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA

A. Tipificación de las Masas de Agua Modificadas.

A.1. Establecimiento de categorías.

La ROM 5.1 establece que “todas las aguas de la Zona de Servicio Portuario confinadas, por ejemplo en dársenas, sean consideradas como masas de agua modificadas”. De acuerdo a esta premisa toda la Zona I del Puerto de San Luis ha sido clasificada como modificada.



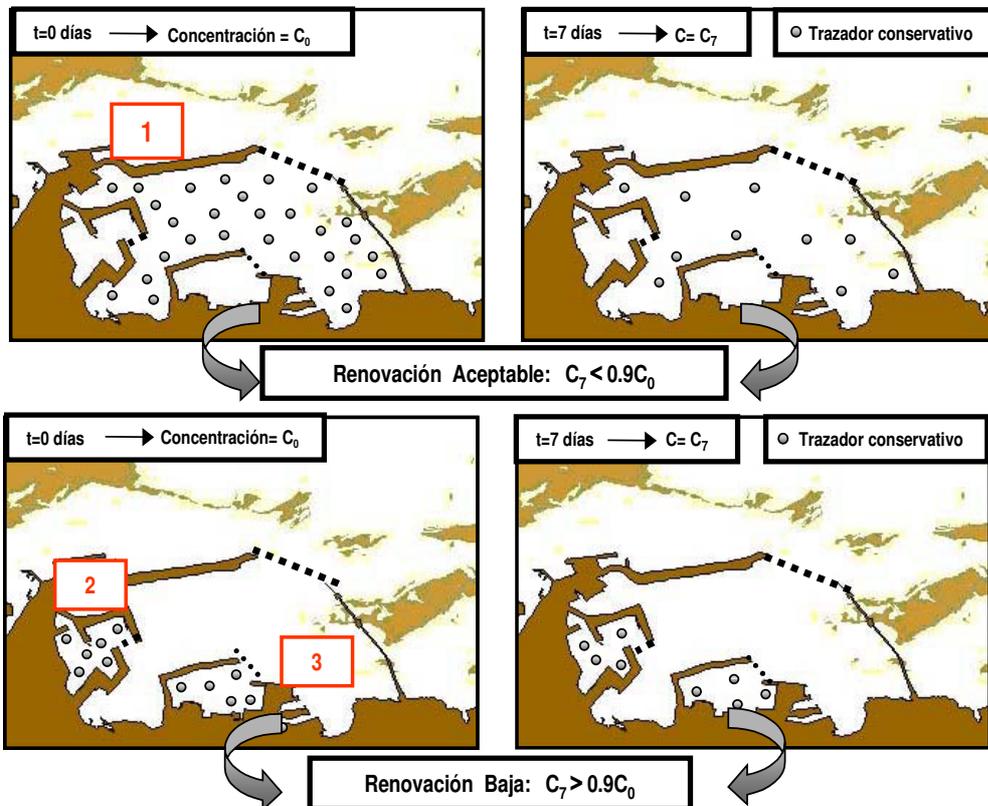
Si hubiesen existido dudas razonables de que una masa de agua no limitada por dársenas pudiera ser modificada se habría aplicado el proceso de asignación de masas de agua modificadas (Método 2.A-Bloque III).

A.2. Aplicación de los descriptores de masas de agua modificadas.

1. **Tiempo de renovación:** Dentro de la Zona I se distinguen tres zonas: zonas 1, 2 y 3 de la figura. Mediante modelado matemático se calcula el tiempo de renovación de cada una de ellas, definido como el tiempo necesario para que un trazador conservativo uniformemente distribuido reduzca su concentración media en un 90%.

Renovación baja: Tiempo de Renovación > 7 días

Renovación aceptable: Tiempo de Renovación < 7 días



El modelado confirma la existencia de tres zonas con características hidrodinámicas distintas: una con renovación aceptable (1) y dos con renovación baja (2, 3).



A.2. Aplicación de los descriptores de masas de agua modificadas (Cont.).

2. Clase de sustrato: Cálculo del porcentaje de fondo duro y blando en cada una de las zonas inicialmente reconocidas como masas de agua modificadas.

Fondo duro: Fondo duro > 50% superficie

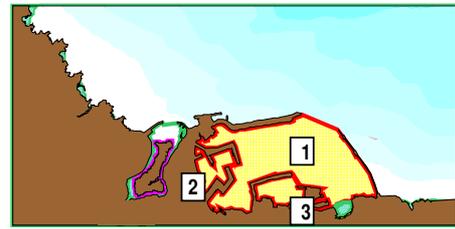
Fondo blando: Fondo blando ≤ 50% superficie

Con base en este criterio, toda la zona entre dársenas tiene un fondo mayoritariamente blando.



A.3. Reconocimiento de las masas de agua modificadas.

El análisis conjunto de ambos descriptores (tiempo de renovación y clase de fondo) permite reconocer tres masas de agua modificadas: Masas 1, 2 y 3 de la figura.



A.4. Asignación de tipos a las masas de agua modificadas .

Cada una de las tres masas de agua reconocidas es asignada a uno de los tipos de masas de agua modificadas.

Categorías	Clase de fondo	
	Duro (rocoso)	Blando (sedimentario)
Renovación baja	M1	M 2
Renovación aceptable	M3	M 4

Diagram showing the mapping of zones to categories: Zone 1 maps to 'Renovación aceptable', and zones 2 and 3 map to 'Renovación baja'. The resulting types M2 and M4 are circled in red in the table.



B. Tipificación de las Masas de Agua no Modificadas

B.1. Establecimiento de categorías.

Las masas de agua no modificadas, que en este caso coinciden con la Zona II del puerto, se enmarcan dentro de la categoría de **aguas costeras**:



“Aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición”.

B.2. Aplicación de los descriptores de masas de agua no modificadas.

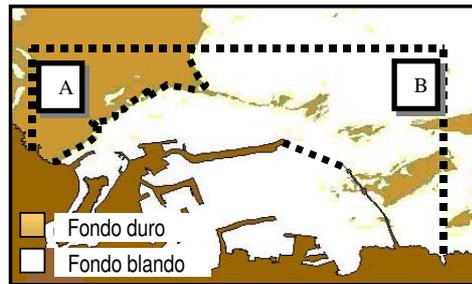
1. **Categoría de masas de agua:** Aguas costeras

2. **Clase de fondo:** Porcentaje de fondo duro y blando de la masa de agua.

Fondo duro: Fondo duro > 50% superficie

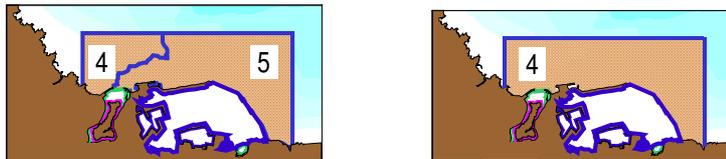
Fondo blando: Fondo blando ≤ 50% superficie

Las características geofísicas del fondo determinan la existencia de dos zonas bien diferenciadas: A y B.



B.3. Reconocimiento de masas de agua no modificadas.

El análisis conjunto de ambos descriptores (categoría de masas de agua y clase de sustrato) permite identificar, en principio, dos masas de agua no modificadas (masas 4 y 5). Sin embargo, la homogeneidad de las características del medio y el modelo de gestión del puerto ha determinado que éstas se agrupen en una única masa de agua: Masa 4.



B.4. Asignación de tipos a las masas de agua no modificadas.

A cada una de las masas de agua reconocidas en el apartado anterior se le asigna uno de los cuatro tipos de masas de agua no modificadas.

Categorías	Clase de fondo	
	Duro (rocoso)	Blando (sedimentario)
Aguas de transición	N1	N2
Aguas costeras	N3	N4

Diagram showing a box with the number 4 pointing to the 'Aguas costeras' row, and another box with the number 4 pointing to the 'N4' cell.

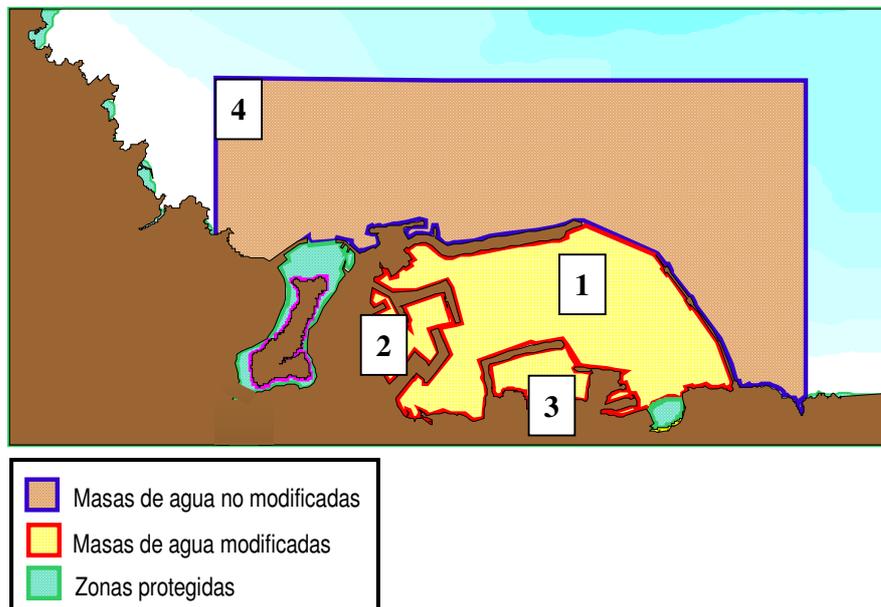


C. Síntesis de la Tipificación de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario.

El número de masas de agua que constituyen la ZSP asciende a 4.

Masas 1, 2 y 3: Masas modificadas

Masa 4: Masa no modificada.





3. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

El Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales tiene como objeto establecer medidas preventivas y correctoras a aquellas emisiones contaminantes que puedan provocar una reducción de la calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario. Para ello, se estima el riesgo ambiental de las emisiones a partir de la información recopilada en su identificación.

El Programa de Gestión y Evaluación de los Riesgos Ambientales se basa en cinco tareas principales:

- A. **Localización de la emisión contaminante:** Ubicación de los puntos o áreas de emisión.
- B. **Caracterización de la emisión contaminante:** Obtención de las características de la emisión contaminante como sustancias emitidas, sus concentraciones, ley de vertido, etc.
- C. **Estimación del riesgo ambiental:** Cálculo del riesgo ambiental que supone la emisión contaminante para el medio acuático.
- D. **Valoración del riesgo ambiental:** Comparación del valor del riesgo obtenido con los criterios de tolerabilidad.
- E. **Propuesta de medidas preventivas y correctoras:** Establecimiento de medidas que reduzcan las consecuencias y los efectos de la emisión contaminante.

Las emisiones contaminantes se clasifican en dos grandes grupos:

- Emisión puntual: Emisión canalizada de sustancias contaminantes por puntos fijos y predefinidos.
- Emisión difusa: Emisión no canalizada de sustancias contaminantes.

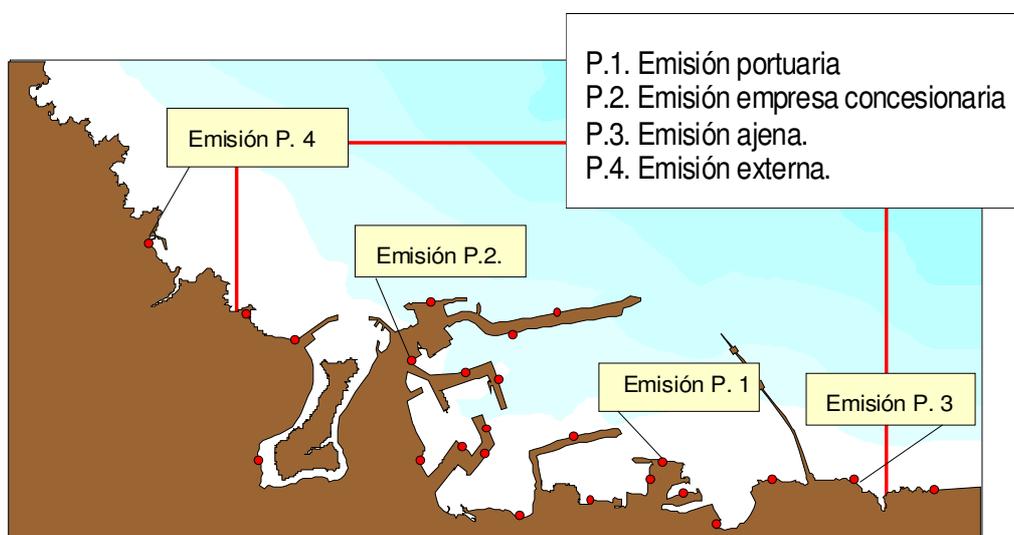


Además, en función de la ubicación del punto o área de emisión y del origen de dicha emisión, se diferencian cuatro tipos de emisiones contaminantes:

- Emisiones externas: Emisiones contaminantes que se encuentran fuera de la Zona de Servicio Portuario.
- Emisiones ajenas: Emisiones contaminantes que se realizan dentro de la Zona de Servicio Portuario, pero no son producidas por actividades realizadas en terrenos, obras e instalaciones portuarias.
- Emisiones de empresas concesionarias o autorizadas: Emisiones contaminantes realizadas en la Zona de Servicio Portuario y producidas por actividades no portuarias, pero llevadas a cabo en terrenos, obras e instalaciones portuarias.
- Emisiones portuarias: Emisiones contaminantes realizadas dentro de la Zona de Servicio Portuario producidas por actividades portuarias.

3.1. EMISIONES PUNTUALES

Con el objeto de que este ejemplo sea lo más completo posible, en este ejemplo, se desarrolla, de manera pormenorizada, la evaluación y gestión de riesgos ambientales de cada uno de los tipos de emisiones contaminantes puntuales consideradas en la ROM 5.1.



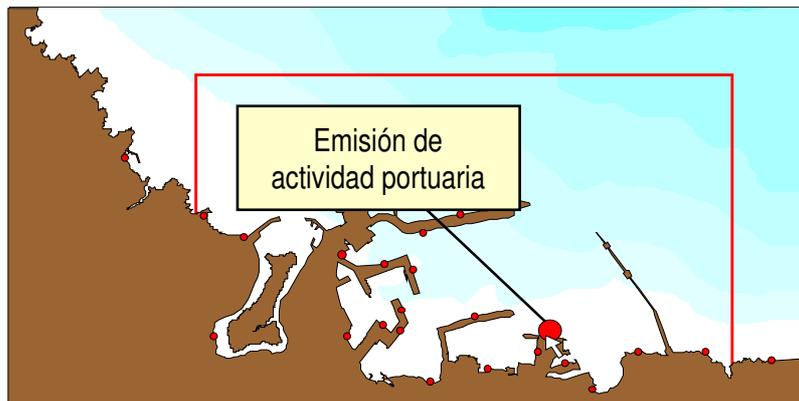


3.1.1. EMISIÓN P.1.: EMISIÓN PORTUARIA

La emisión P.1. es una escorrentía portuaria sin autorización de vertido, por tanto, una emisión portuaria de la que debe realizarse un estudio detallado de sus características con el objeto de estimar su riesgo ambiental.

A. Localización de la emisión contaminante

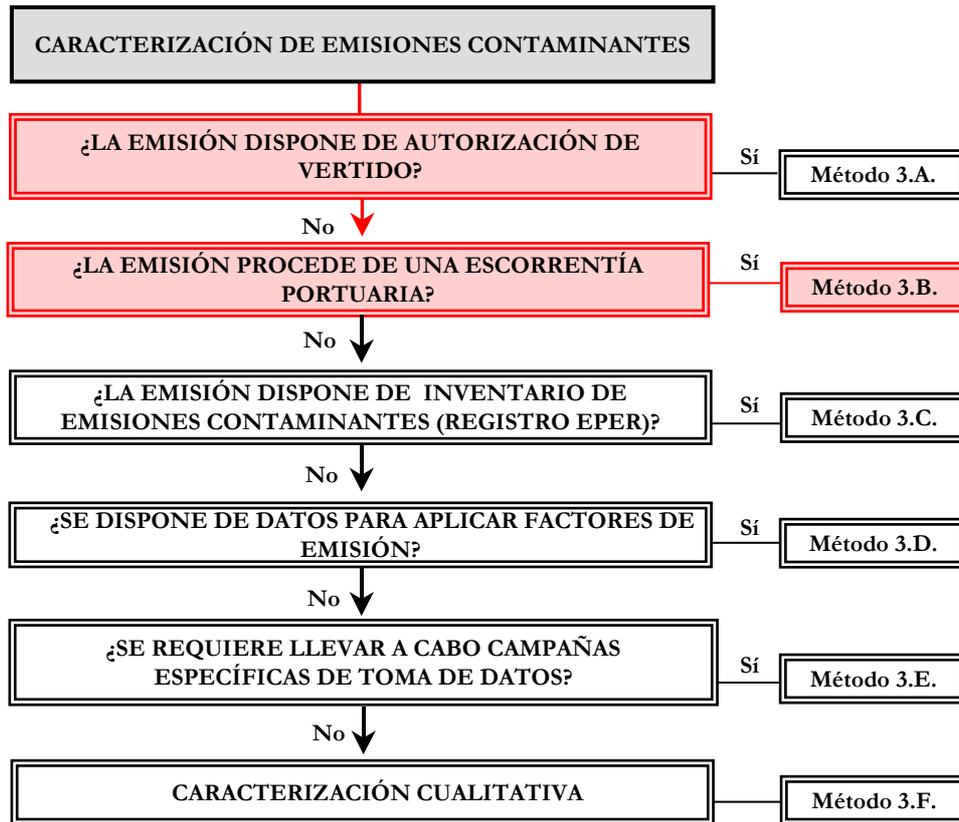
La detección de los puntos de emisión incontrolados, es decir, emisiones contaminantes de las que no se posee un documento regulador, sirve para localizar, entre otros, el siguiente punto de emisión.



B. Caracterización de la emisión contaminante

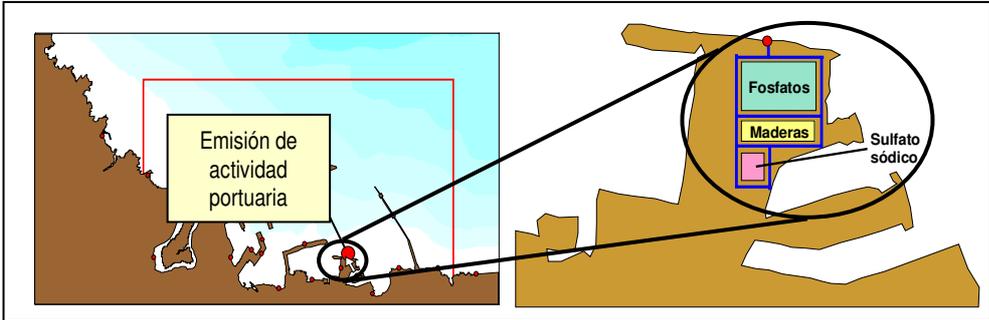
Para la caracterización de emisiones puntuales se sigue la metodología establecida a tal efecto en el capítulo de caracterización de emisiones contaminantes de Métodos Técnicos y Aplicaciones

Debido a que es una emisión que procede de una escorrentía portuaria se lleva a cabo el Método 3.B, en el cual deberá desarrollarse un procedimiento de caracterización de la escorrentía portuaria.



A modo de ejemplo, a continuación, se detallan los pasos que pueden seguirse en la caracterización de la escorrentía portuaria.

1. Relación exhaustiva de todas las mercancías que requieren un almacenamiento temporal a la intemperie en la cuenca de drenaje, con indicación del orden de magnitud de los tonelajes totales del año, el tonelaje medio de almacenamiento y el porcentaje con respecto al total.



Mercancías	Tonelajes año	Porcentaje del total	Tonelaje medio almacenado
Sulfatos	246.927	5.10%	495
Fosfatos	140.873	2.91%	280
Maderas	100.218	2.07%	201



2. Obtención de las sustancias y/o componentes de los graneles brutos así como los que se puedan generar en el proceso de lixiviación.

Granel	Sustancia
Sulfatos	Sulfatos
Fosfatos	Fosfatos
Maderas	-

3. Estimación, mediante el lavado de una muestra tomada de cada granel, de las concentraciones de las sustancias generadas en el proceso de lixiviado.

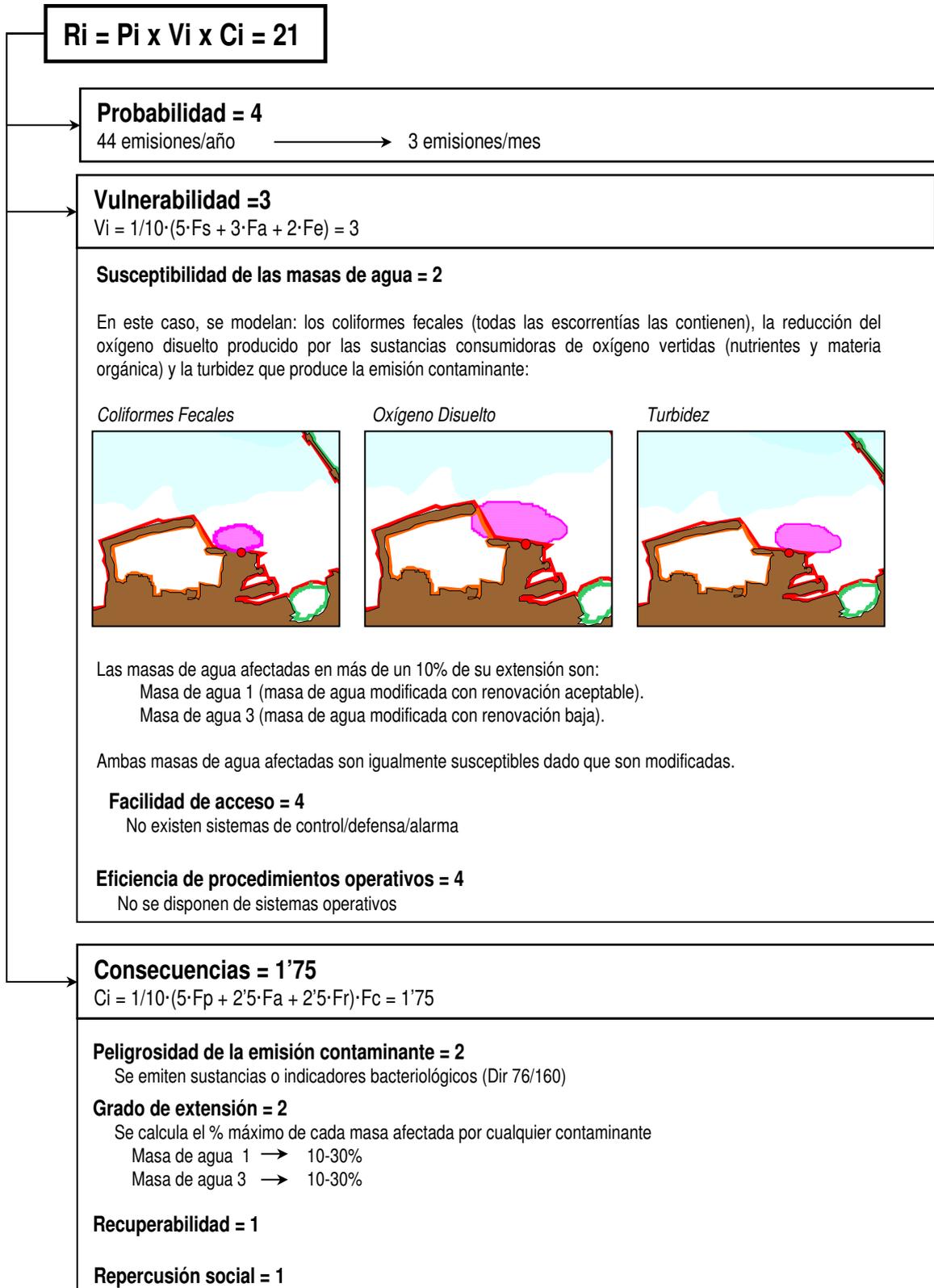
Sustancia	Concentración
Fosfatos	11.3 (mg/l)
Sulfatos	850 (mg/l)

4. Caracterización de la emisión.

Volumen (miles m ³ /año)	857
Nº emisiones/año	44
Duración (horas/año)	138
Q _{máx} (m ³ /s)	16.5

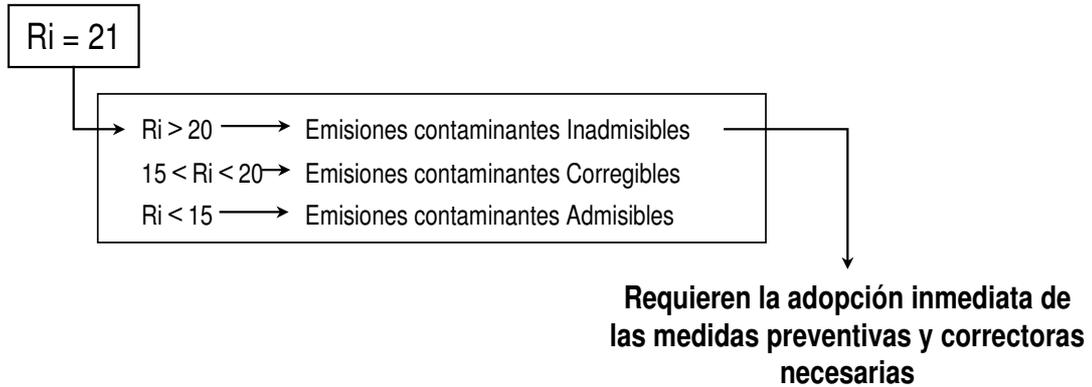
C. Estimación del riesgo ambiental de la emisión contaminante

La estimación del riesgo ambiental de la emisión contaminante se lleva a cabo aplicando el procedimiento establecido a tal efecto en el Articulado. Para el cálculo de cada uno de los términos que integran la fórmula de estimación del riesgo (probabilidad, vulnerabilidad, consecuencias) se precisará de toda la información recabada en la localización y caracterización de la emisión contaminante.

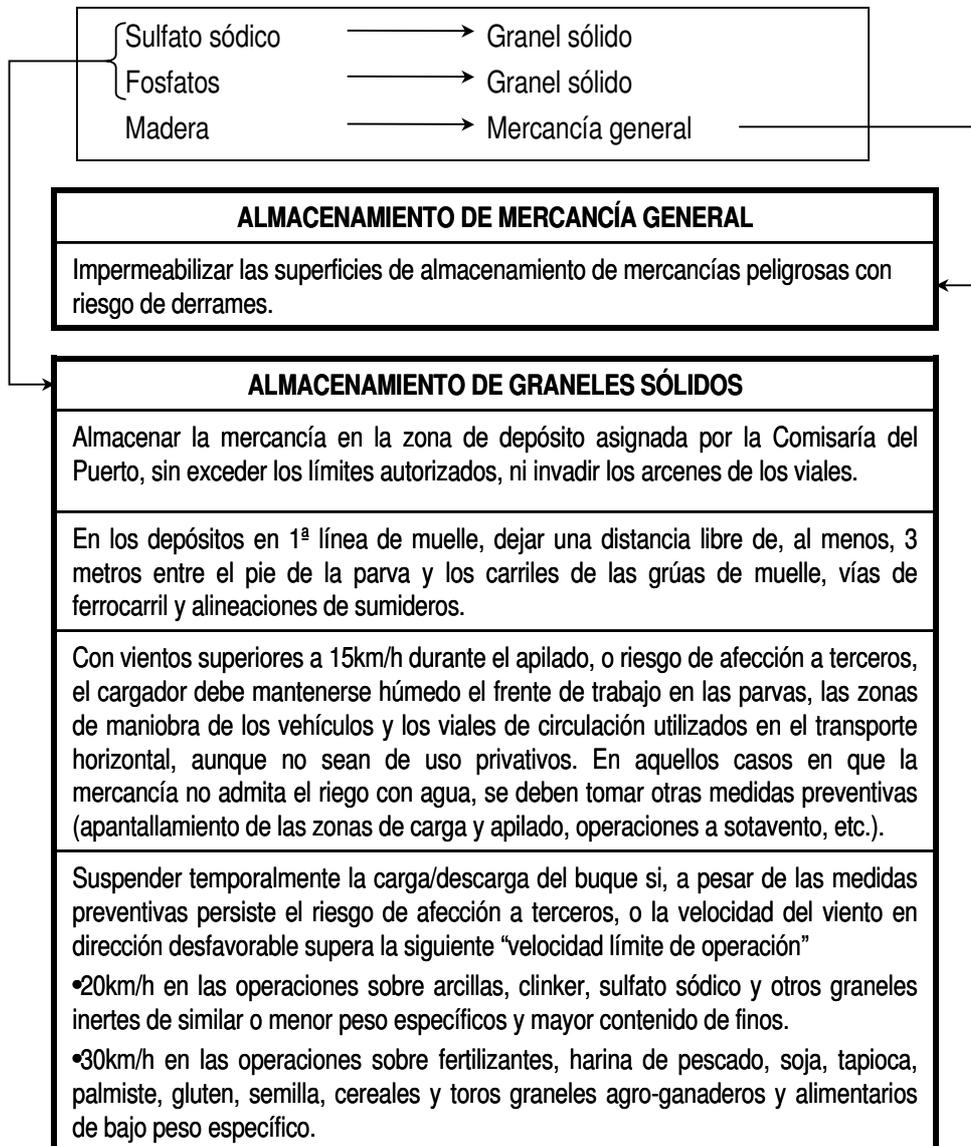




D. Valoración del riesgo ambiental de la emisión contaminante



E. Propuesta de medidas preventivas y correctoras



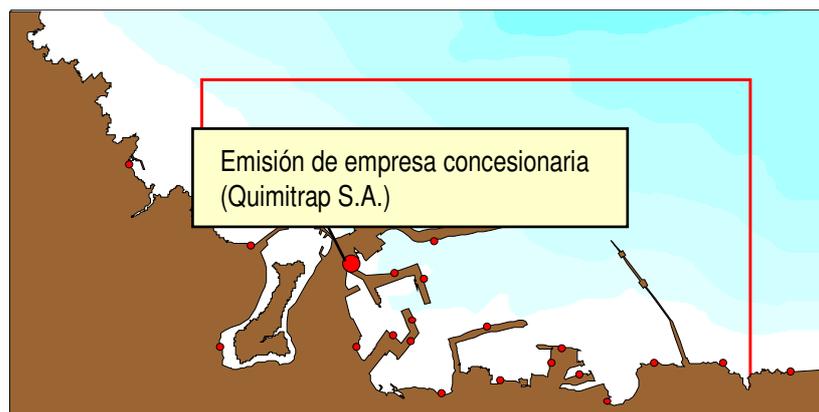


3.1.2. EMISIÓN P.2: EMISIÓN DE UNA EMPRESA CONCESIONARIA

La emisión P.2. es un ejemplo de una emisión de empresa concesionaria, es decir, se realiza en los terrenos, obras o instalaciones portuarias. Por ello, y con el objeto de estimar su riesgo ambiental, debe realizarse un estudio detallado de sus características.

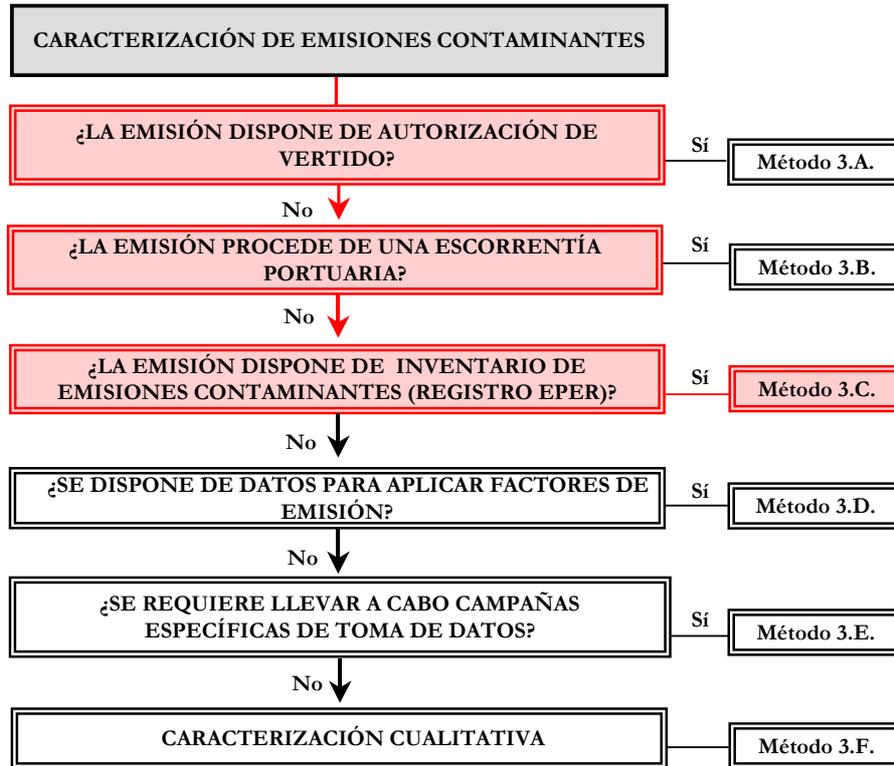
A. Localización de la emisión contaminante

Dado que no se está en posesión de la Autorización de Vertido y que la empresa realiza actividades tipificadas en el Anejo I de la Directiva IPPC, la localización del punto de emisión se obtiene a través del Registro EPER.



B. Caracterización de la emisión contaminante

Para la caracterización de emisiones puntuales se sigue la metodología establecida en el capítulo de caracterización de emisiones contaminantes del Bloque de Métodos Técnicos y Aplicaciones



El Método 3.C se basa en la recopilación y análisis de la información que recoge el Registro EPER, y que según la Decisión de la Comisión 2000/479/CE debe contener los datos sobre las principales emisiones contaminantes que se producen en las aguas Estados miembros. Los pasos llevados a cabo para la caracterización de la emisión son los que se detallan a continuación:



1. Adquisición del registro EPER de la empresa.	Comunidad Autónoma de San Luis San Luis																										
	<p><i>Nombre complejo</i> QUIMITRAP S.A. <i>Empresa Matriz</i> QUIMITRAP S.A. <i>Dirección</i> POLÍGONO CASTELLÓN, CR 26 S/N <i>Código Postal</i> 05132 <i>Provincia</i> SAN LUIS <i>Sistema Coordenadas Geográficas</i> WGS84 <i>Longitud</i> 2.099681 <i>Latitud</i> 41.322603 <i>CNAE</i> 24.12 <i>Actividad económica principal</i> Fabricación de papel y cartón <i>Volumen de producción</i> 18551 <i>Organismos reguladores</i> Consejería de Medio Ambiente <i>Número de instalaciones</i> 1 <i>Número de horas trabajo año</i> 6542 <i>Número de empleados</i> 388</p>																										
2. Obtención de las actividades que se realizan en la empresa.	Actividades																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de actividad</th> <th>Actividad Anexo I</th> <th>Código NoseP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actividad principal</td> <td>6.1./6.2</td> <td>105.7</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de actividad	Actividad Anexo I	Código NoseP	Actividad principal	6.1./6.2	105.7																		
Tipo de actividad	Actividad Anexo I	Código NoseP																									
Actividad principal	6.1./6.2	105.7																									
	Emisiones al agua (directas)																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sustancia</th> <th>M/C/E</th> <th>Cantidad (kg/año)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zn y sus compuestos</td> <td>M</td> <td>104</td> </tr> <tr> <td>Pb y sus compuestos</td> <td>M</td> <td>458</td> </tr> <tr> <td>Ni y sus compuestos</td> <td>M</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Hg y sus compuestos</td> <td>M</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Cr y sus compuestos</td> <td>M</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>Compuestos orgánicos halógenos</td> <td>M</td> <td>2599</td> </tr> <tr> <td>Carbono Orgánico Total</td> <td>M</td> <td>379000</td> </tr> </tbody> </table>			Sustancia	M/C/E	Cantidad (kg/año)	Zn y sus compuestos	M	104	Pb y sus compuestos	M	458	Ni y sus compuestos	M	150	Hg y sus compuestos	M	3	Cr y sus compuestos	M	68	Compuestos orgánicos halógenos	M	2599	Carbono Orgánico Total	M	379000
Sustancia	M/C/E	Cantidad (kg/año)																									
Zn y sus compuestos	M	104																									
Pb y sus compuestos	M	458																									
Ni y sus compuestos	M	150																									
Hg y sus compuestos	M	3																									
Cr y sus compuestos	M	68																									
Compuestos orgánicos halógenos	M	2599																									
Carbono Orgánico Total	M	379000																									

3. Relación de las actividades con las sustancias emitidas a través de la matriz.

Nitrógeno Total
Fósforo Total
Cd y compuestos
Cr y sus compuestos
Cu y compuestos
Hg y sus compuestos
Pb y sus compuestos
Ni y sus compuestos
Zn y sus compuestos
Compuestos orgánicos halógenos
Carbono Orgánico Total
C. Organoestánicos

4. Cálculo de las cantidades de cada una de las sustancias emitidas.

Sustancia	kg/año	mg/h
Zn y sus compuestos	104	15'90
Pb y sus compuestos	458	70'01
Ni y sus compuestos	150	22'93
Hg y sus compuestos	3	0'46
Cr y sus compuestos	68	10'39
Compuestos orgánicos halógenos	2599	397'28
Carbono Orgánico Total	379000	57933'35
Nitrógeno Total	< 50000	< 7642'92
Fósforo Total	< 5000	< 764'29
Cd y compuestos	< 5	< 0'76
Cu y compuestos	< 50	< 7'64
C. Organoestánicos	< 50	< 7'64



C. Estimación del riesgo ambiental de la emisión contaminante

$$Ri = Pi \times Vi \times Ci = 16'25$$

Probabilidad = 2

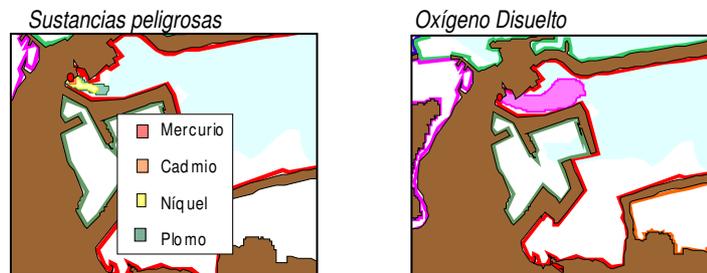
Incumplimiento de la Autorización de vertido → 1-7 años

Vulnerabilidad = 2'5

$$Vi = 1/10 \cdot (5 \cdot Fs + 3 \cdot Fa + 2 \cdot Fe) = 2'5$$

Susceptibilidad de las masas de agua = 2

En este caso, se modela la dispersión de las sustancias contaminantes con objetivos de calidad y la reducción del oxígeno disuelto producida por las sustancias consumidoras de oxígeno vertidas por la emisión contaminante (nutrientes y materia orgánica).



La masa de agua afectada en más de un 10% de su superficie es:
Masa de agua 1 (masa de agua modificada con renovación aceptable).

Facilidad de acceso = 3

No existen sistemas de control/alarma
Existen sistemas de defensa

Eficiencia de procedimientos operativos = 3

Se dispone de sistemas operativos genéricos

Consecuencias = 3'25

$$Ci = 1/10 \cdot (5 \cdot Fp + 2'5 \cdot Fa + 2'5 \cdot Fr) \cdot Fc = 3$$

Peligrosidad de la emisión contaminante = 4

Se emiten sustancias prioritarias peligrosas

Grado de extensión = 2

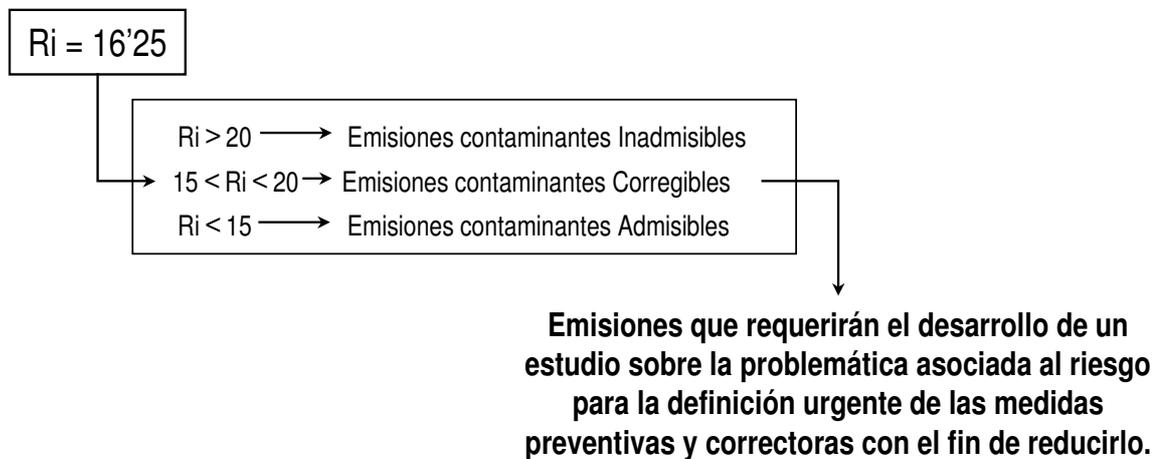
Se calcula el % máximo de cada masa afectada por cualquier contaminante
Masa de agua 1 → 10-30%

Recuperabilidad = 3

Repercusión social = 1



D. Valoración del riesgo ambiental de la emisión contaminante



E. Propuesta de medidas preventivas y correctoras

La adopción de medidas preventivas y correctoras tiene como objetivo reducir el riesgo ambiental corregible hasta niveles admisibles.

En este ejemplo, el riesgo ambiental es debido a la emisión de una empresa concesionaria, por tanto, habrá que comunicar a la empresa los resultados obtenidos. Dicha empresa deberá proponer y aplicar posteriormente las medidas que crea oportunas para reducir el riesgo ambiental de su actividad.



3.1.3. EMISIÓN P.3.: EMISIÓN AJENA

La emisión P.3. es una emisión ajena producida por una Estación Depuradora de Aguas Residuales. Dado que se encuentra dentro de la Zona de Servicio Portuario y con el objeto de estimar su riesgo debe llevarse a cabo un estudio, lo más detallado posible, de sus características.

A. Localización de la emisión contaminante

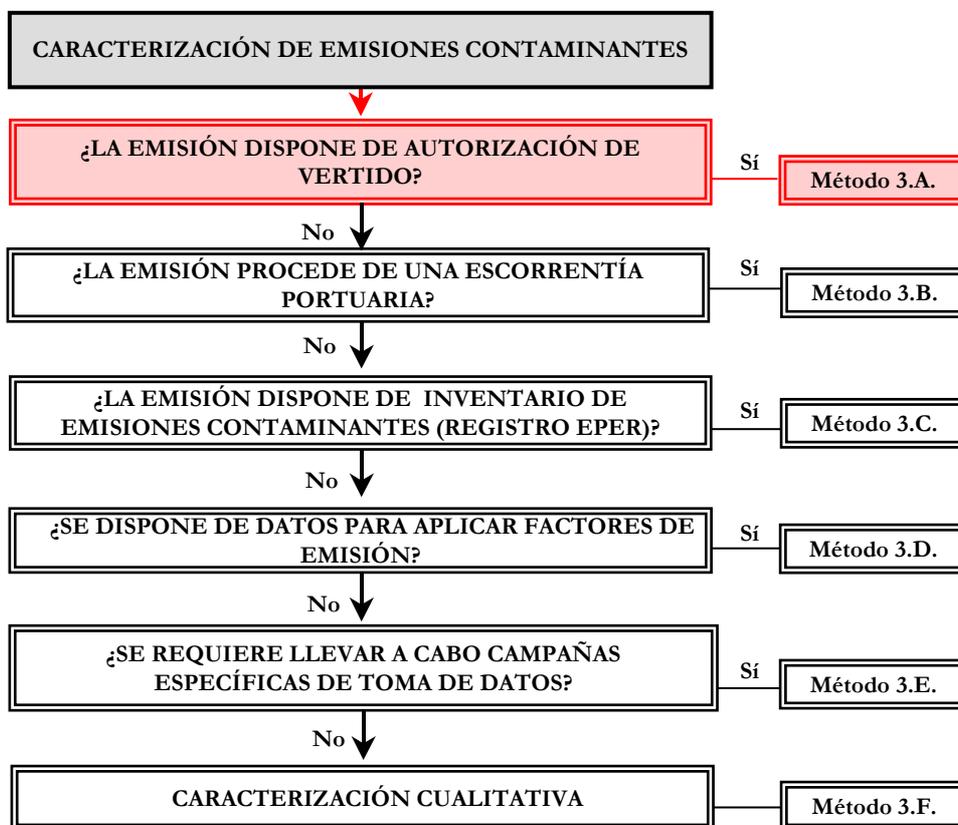
La localización se efectuará gracias a la información contenida en la autorización de vertido de la emisión contaminante, ya que, en la cual se exige detallar la localización exacta del punto donde se produce la evacuación, inyección o depósito de las aguas o productos residuales.





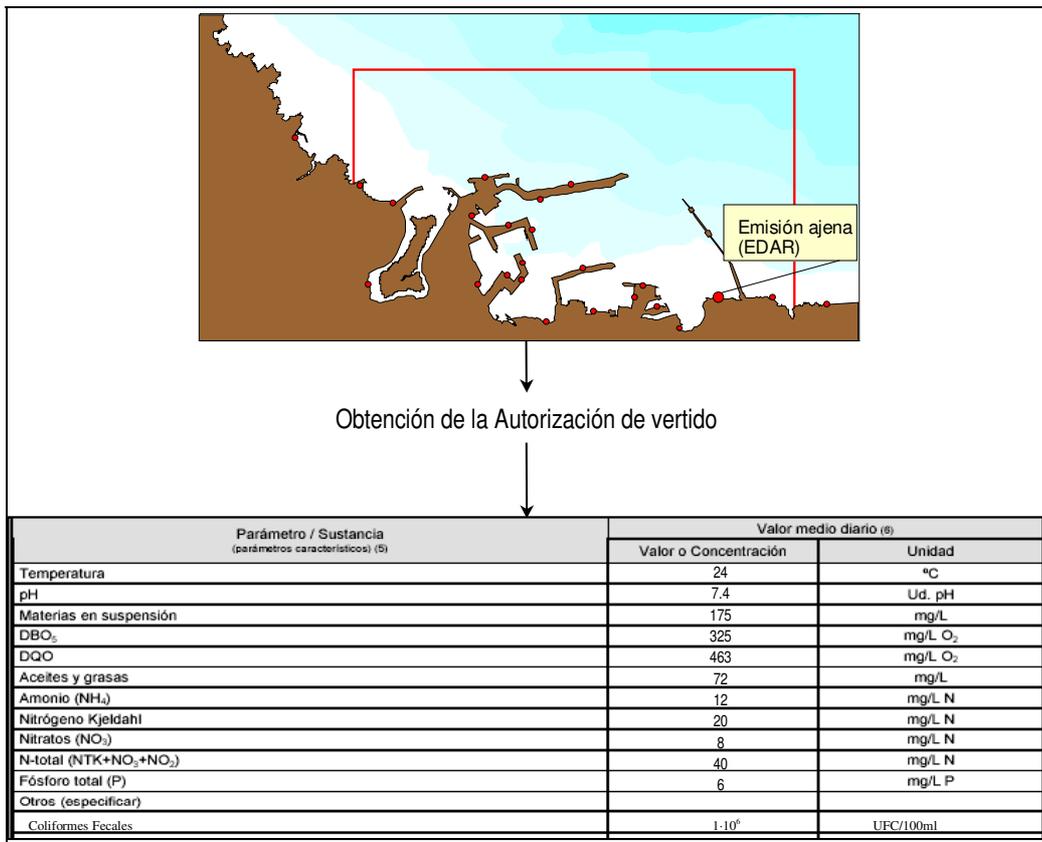
B. Caracterización de la emisión contaminante

Para la caracterización de emisiones puntuales se sigue la metodología establecida en el capítulo de caracterización de emisiones contaminantes del Bloque de Métodos Técnicos y Aplicaciones que se muestra a continuación:



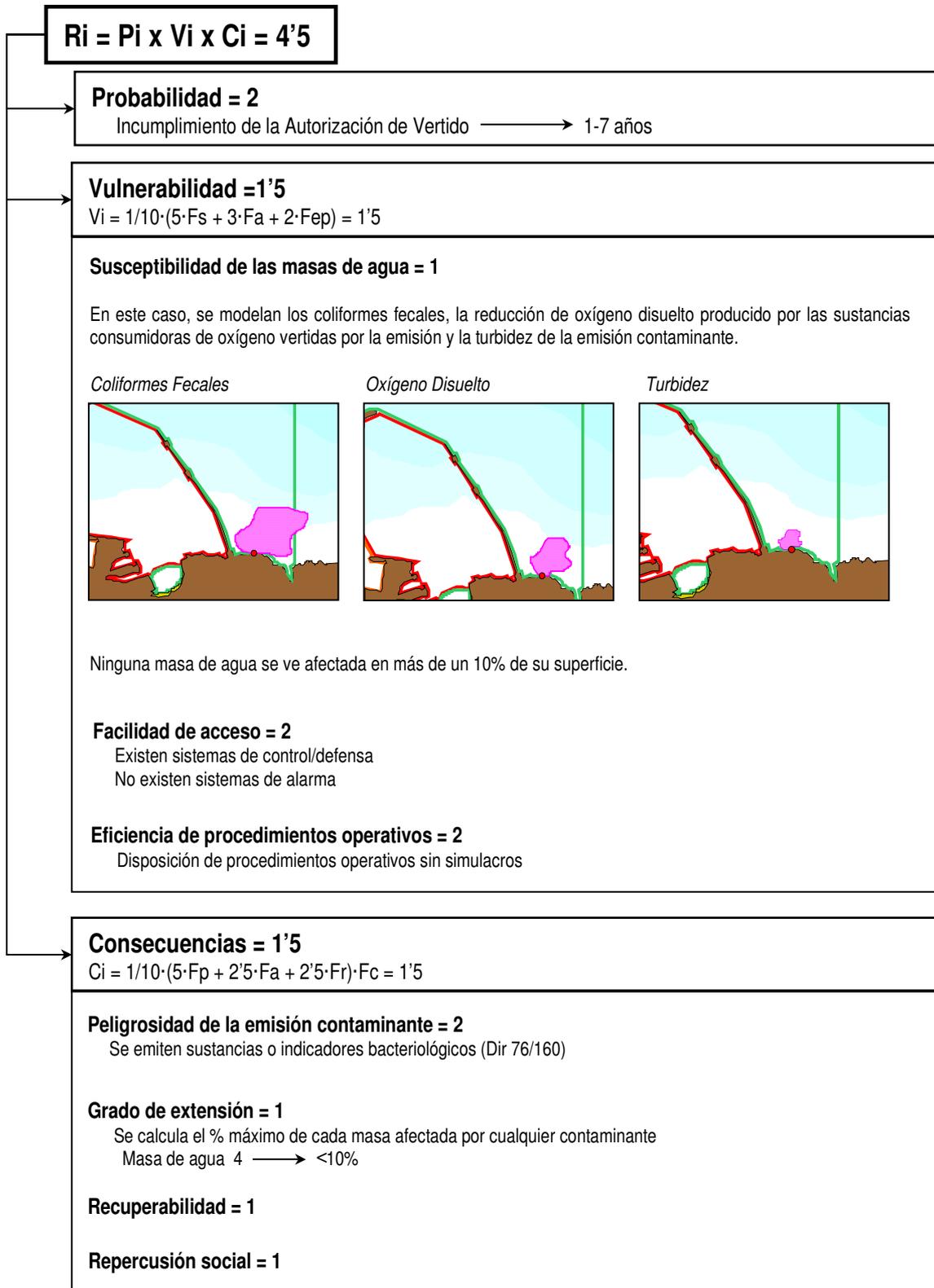


El Método 3.A. se basa en la recopilación de la información recogida en la Autorización de Vertido, documento que representa la principal fuente de datos sobre la emisión contaminante. Entre otros, dicha autorización debe contener toda la información relativa a las características cualitativas y cuantitativas del vertido (Artículo 246 del Real Decreto 606/2003).



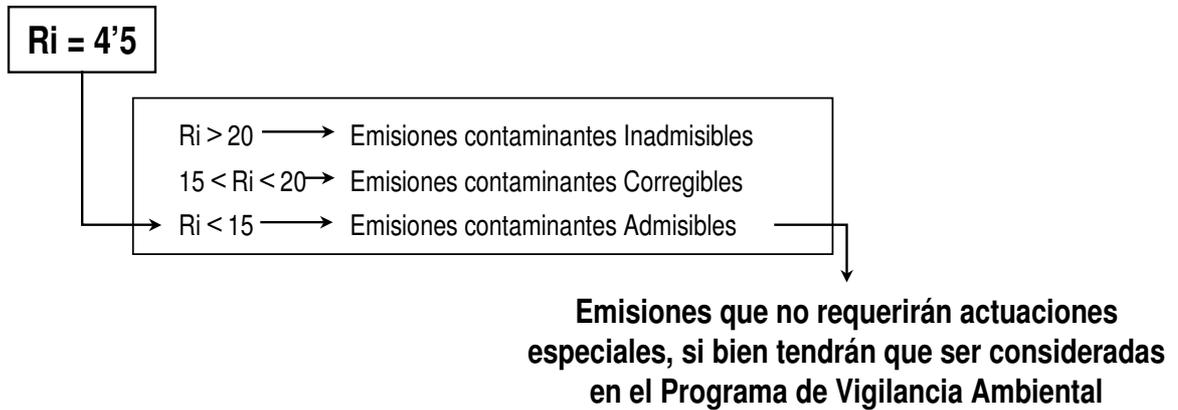


C. Estimación del riesgo ambiental de la emisión contaminante





D. Valoración del riesgo ambiental de la emisión contaminante



E. Propuesta de medidas preventivas y correctoras

Aunque en este caso el riesgo ambiental es admisible éste podría reducirse con el fin de que el riesgo alcanzara valores mínimos. Dado que la emisión contaminante es una emisión ajena se comunicará a la empresa los resultados obtenidos, para que pueda aplicar las medidas que crea conveniente.

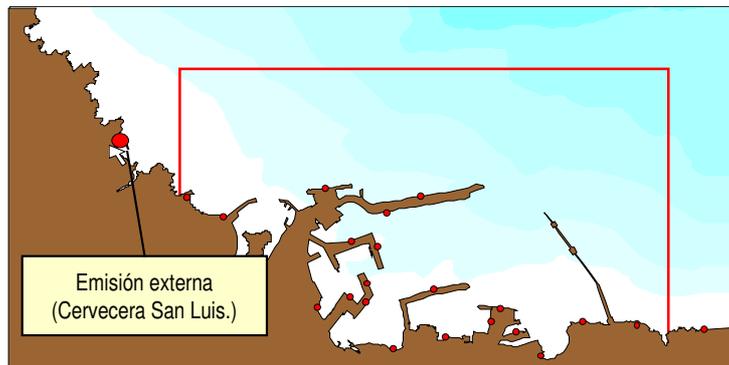


3.1.4. EMISIÓN P.4.: EMISIÓN EXTERNA

La emisión contaminante P.4. es una emisión externa, es decir, se realiza fuera de la Zona de Servicio Portuario. La consideración de esta emisión depende de la incidencia que, debido a las propias condiciones hidrodinámicas del medio, puedan tener para la calidad de las masas de agua en la Zona de Servicio Portuario.

A. Localización de la emisión contaminante

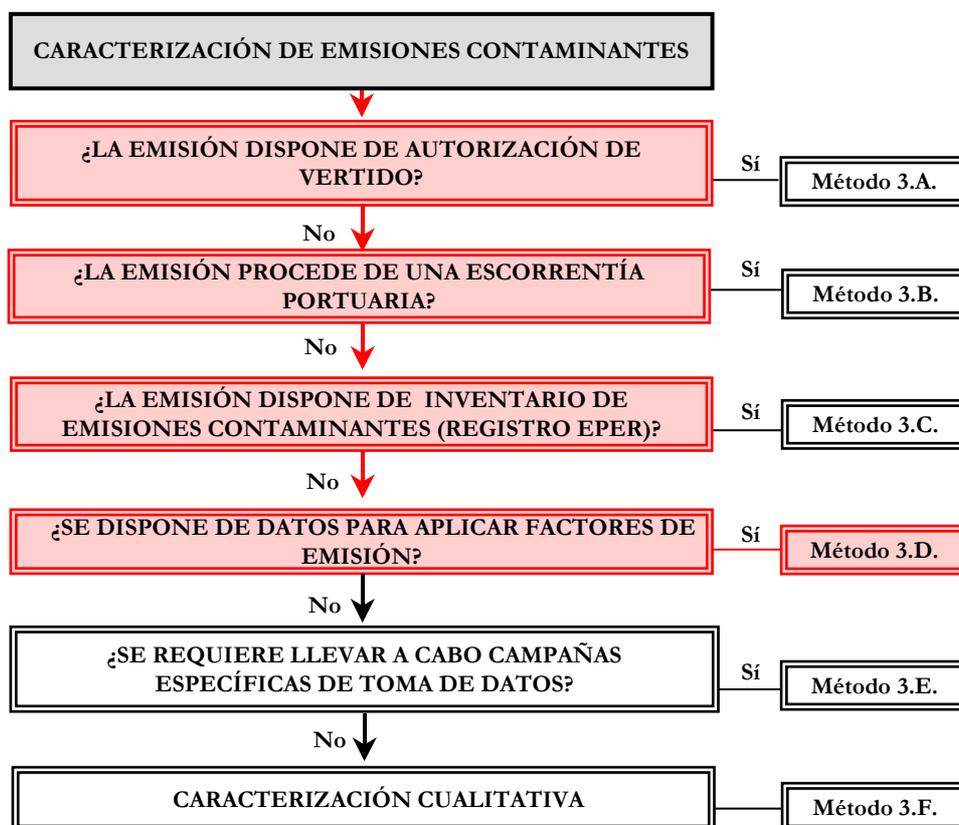
La detección de los puntos de emisión incontrolados, es decir, emisiones contaminantes de las que no se posee un documento regulador, sirve para localizar, entre otros, el siguiente punto de emisión.





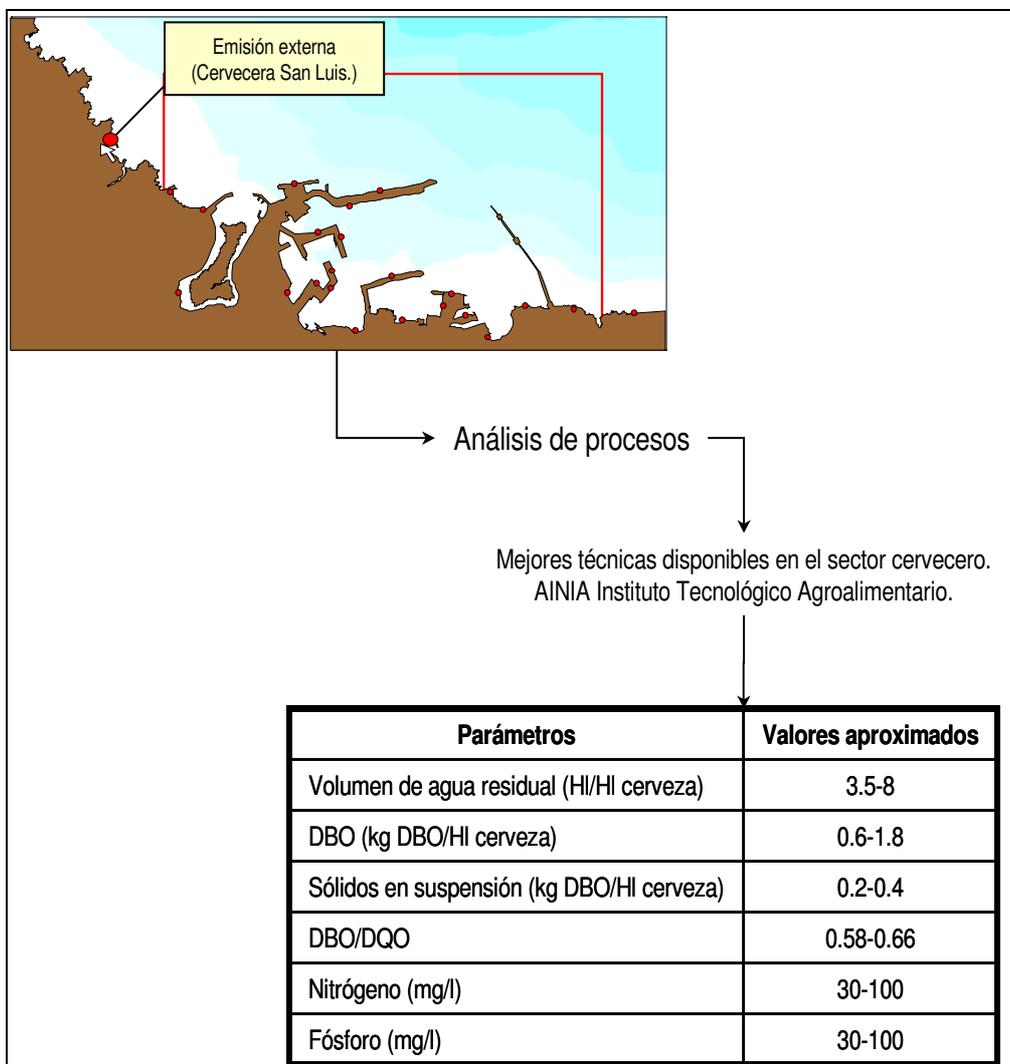
B. Caracterización de la emisión contaminante

Para la caracterización de emisiones puntuales se sigue la metodología, detallada a continuación, establecida en el capítulo de caracterización de emisiones contaminantes de Métodos Técnicos y Aplicaciones





El Método 3.D. se basa en el análisis de los procesos responsables de la generación de la emisión para, en última instancia, poder cuantificar las emisiones. Para ello, los factores de emisión son una herramienta muy útil para determinar las concentraciones en las que son emitidas las sustancias. Los pasos llevados a cabo para la caracterización de la emisión se detallan a continuación.





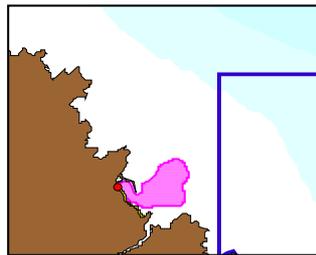
C. Estimación del riesgo de la emisión contaminante.

La estimación del riesgo de una emisión externa sólo se realizará cuando ésta afecte a alguna de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario. La afección de la emisión contaminante se calcula utilizando los mismos métodos y criterios utilizados para la estimación de la susceptibilidad de la masa de agua.

C.1. Estudio de la posible afección a las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario.

En este caso se modela la reducción del oxígeno disuelto producido por la sustancias consumidoras de oxígeno vertidas.

Oxígeno Disuelto



La emisión contaminante no afecta a ninguna de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario

C.2. Cálculo del riesgo de la emisión contaminante.

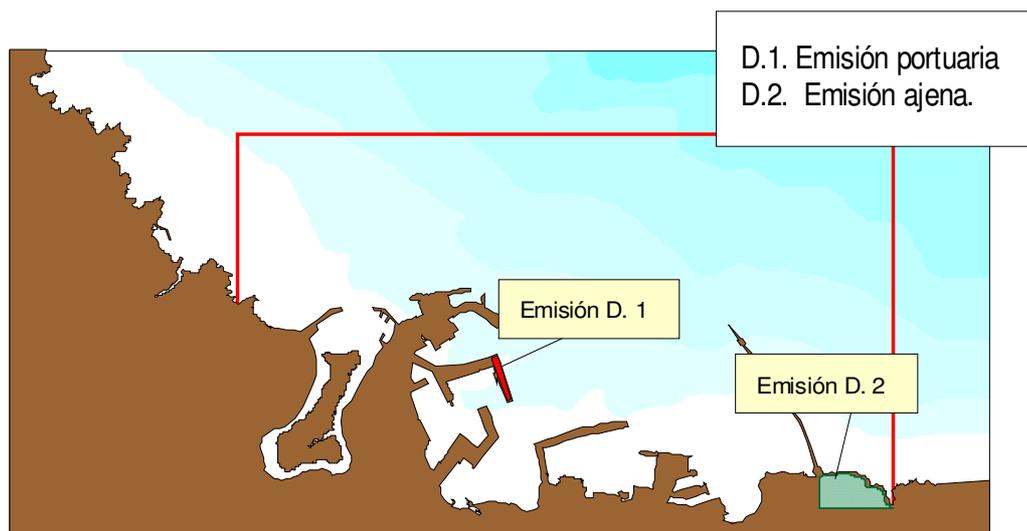
No se estima el riesgo ambiental de la emisión debido a que no afecta a ninguna masa de agua del ámbito de aplicación de esta Recomendación.



3.2. EMISIONES DIFUSAS

Como se ha comentado anteriormente, las emisiones difusas son aquellas que no se encuentran canalizadas, es decir, no introducen al medio sustancias contaminantes a través de puntos fijos y predefinidos.

Con el objeto de que en este ejemplo sea lo más completo posible, a continuación se desarrolla, de manera pormenorizada, la evaluación y gestión de riesgos ambientales de una emisión portuaria y otra ajena.





3.2.1. EMISIÓN D.1.: EMISIÓN PORTUARIA

La emisión D.1. es una emisión portuaria, por ello, para que la estimación de su riesgo ambiental sea lo más precisa posible, debe realizarse un estudio detallado de sus características.

Tal y como se indica en el Articulado, en la estimación del riesgo se podrán tener en cuenta diferentes escenarios de riesgo. En este caso se llevan a cabo dos estimaciones del riesgo, en una se tiene en cuenta las pérdidas por manipulación en condiciones normales y en la otra, una situación accidental de máxima afección.

A. Localización de la emisión contaminante

Para la localización de las emisiones contaminantes difusas que potencialmente puedan afectar a las masas de agua de la Zona de Servicio, se requieren métodos sistemáticos que contemplen la variedad de sucesos y situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes.

Por este motivo, el primer paso para la localización de la emisión contaminante se realiza a través de una tabla que relaciona las infraestructuras, equipamientos y usos que pueden ser fuente de este tipo de emisiones contaminantes con las situaciones susceptibles de causar emisiones difusas.

Una vez, conocidas estas situaciones se procede a la localización del área desde la que se produce, o puede producirse, dicha emisión.

En este ejemplo, la actividad que produce una emisión contaminante difusa son las operaciones de carga y descarga y las situaciones susceptibles de causar dicha emisión son la pérdida de carga por manipulación y accidentes o roturas. La emisión contaminante se localiza en el área donde se encuentran las grúas para llevar a cabo esta actividad.

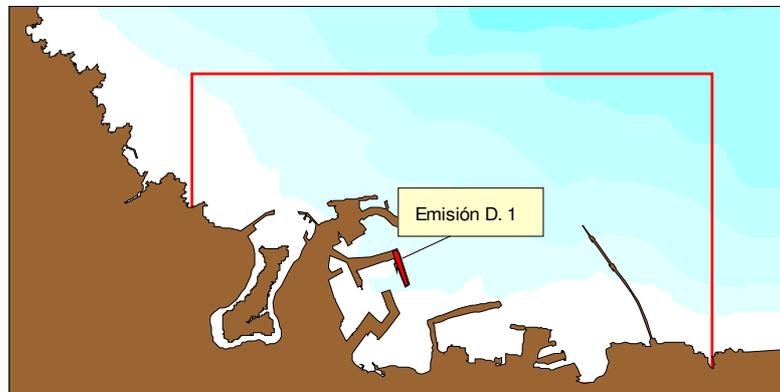


Los pasos para la localización de la emisión son los que se detallan a continuación:

1. Identificación de las situaciones susceptibles de causar una emisión contaminante.

Identificación de infraestructuras, equipamientos y usos susceptibles de ser fuente de emisiones contaminantes	Situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes										
	RECEPCIÓN Y GESTIÓN DE DESECHOS GENERADOS POR LOS BUQUES Y RESIDUOS DE LA CARGA	Escorrentía en cuenca	Escorrentías en zona de servicio controlados	Descargas y vertidos intencionado o no	Fugas y derrames	Filtraciones	Accidentes y roturas	Resuspensión o dispersión de sedimentos	Pérdidas de manipulación	Dragados	Rotura de maquinaria
ORIGEN EN LA ZONA DE SERVICIO DEL PUERTO											
Operaciones de recogida y transporte de desechos y residuos											
Almacenamiento o tratamiento											
INTERFASE BUQUE-PUERTO											
Transporte marítimo											
Buques abandonados											
Servicios al buque: atraque y amarre											
Instalaciones fijas o flotantes de suministro de combustible a buques											
Equipos e instalaciones de manipulación y transporte de mercancías											
Operaciones de carga y descarga											
Residuos de la carga en muelles y zonas de maniobra											

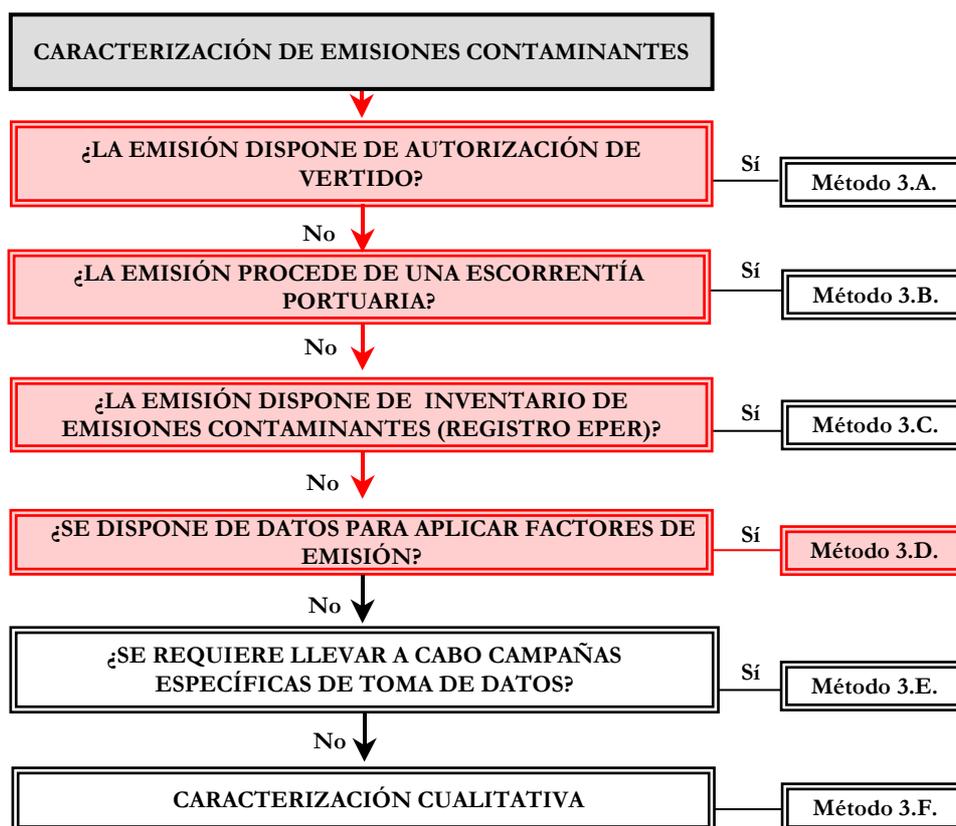
2. Localización del área desde donde se produce la emisión contaminante.





B. Caracterización de la emisión contaminante

Para la caracterización de emisiones difusas se sigue la metodología establecida en el capítulo de caracterización de emisiones contaminantes de Métodos Técnicos y Aplicaciones que se muestra a continuación:

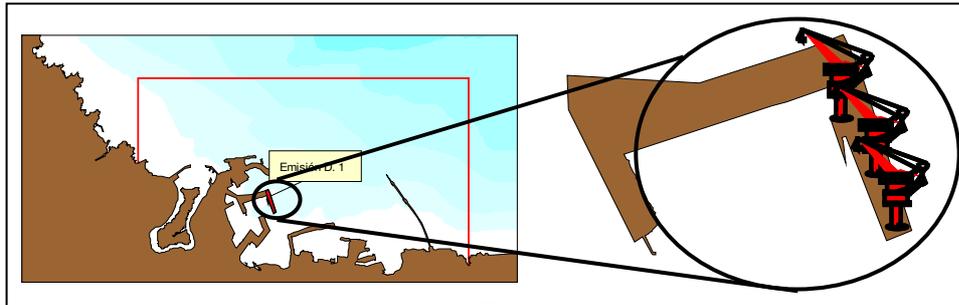


A falta de información concreta sobre los vertidos existentes, el Método 3.D. se basa en el estudio de los procesos responsables de su generación para obtener las concentraciones de las sustancias emitidas por las emisiones. Para ello, se utilizan métodos de estimación aceptados nacional o internacionalmente o de factores de emisión representativos del sector productivo.

Para la estimación de las pérdidas por manipulación del tipo de mercancías que se exponen en este ejemplo hay bibliografía disponible. Los pasos llevados a cabo para la caracterización de la emisión son los que se detallan a continuación.



1. Realización de una relación exhaustiva de todas las mercancías que requieren una actividad de carga y descarga en el área de estudio, con indicación del orden de magnitud de los tonelajes totales del año, el porcentaje con respecto al total, el número de grúas y la capacidad de éstas.



Mercancías	Tonelajes año	Porcentaje del total
Mineral de hierro	238898	4.93%
Manganeso	213	0.004%

Grúas	Capacidad
3	12.5 Tn

2. Cálculo de las pérdidas por manipulación.

Mineral de hierro	Manganeso	Pérdidas: 0,3% →	Mineral de hierro	Manganeso
238898	213		716.7	0.6

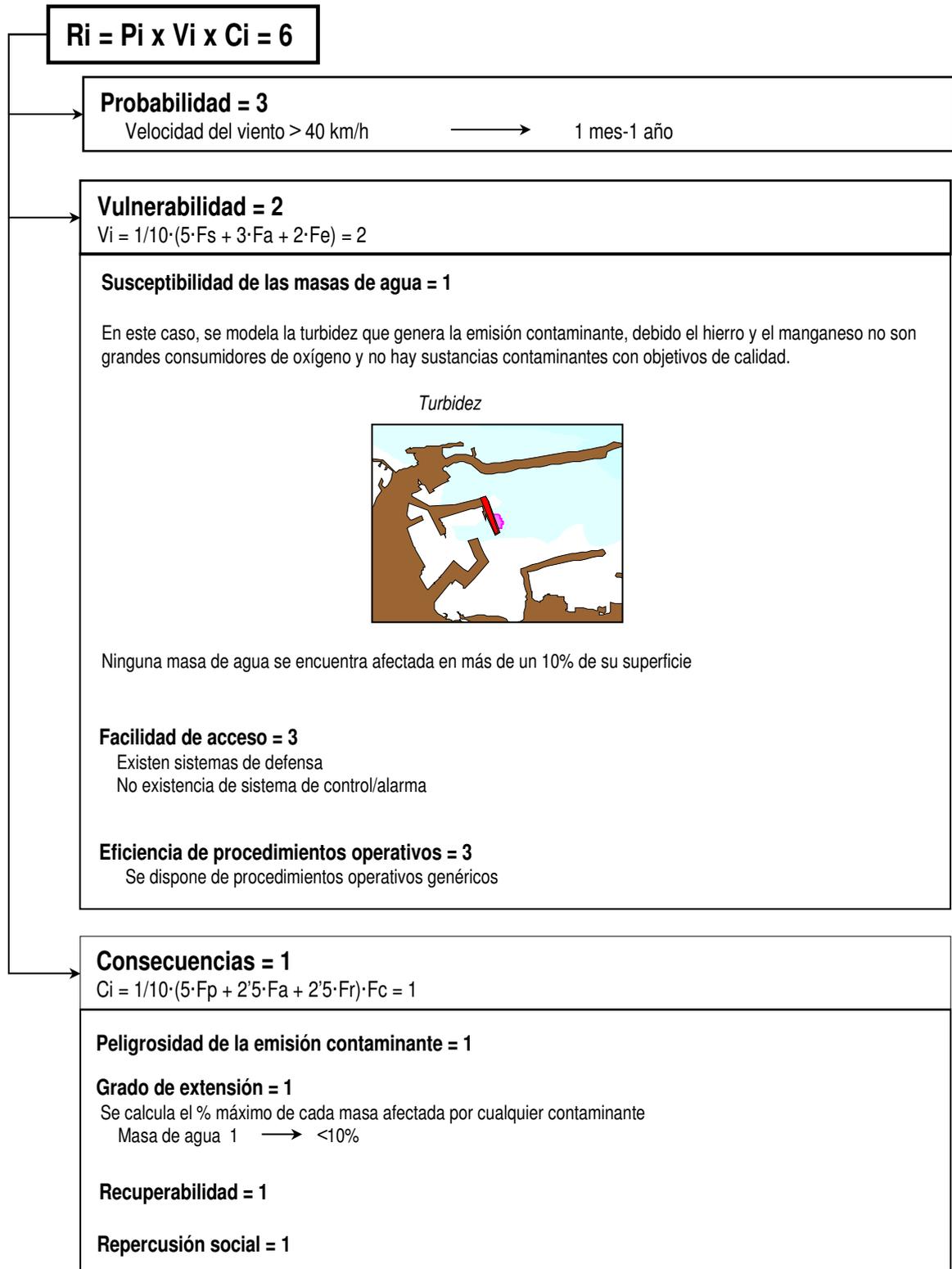
3. Cálculo de las pérdidas por accidentes o roturas.

Pérdidas por accidentes o roturas = capacidad de la grúa = 12.5 Tn



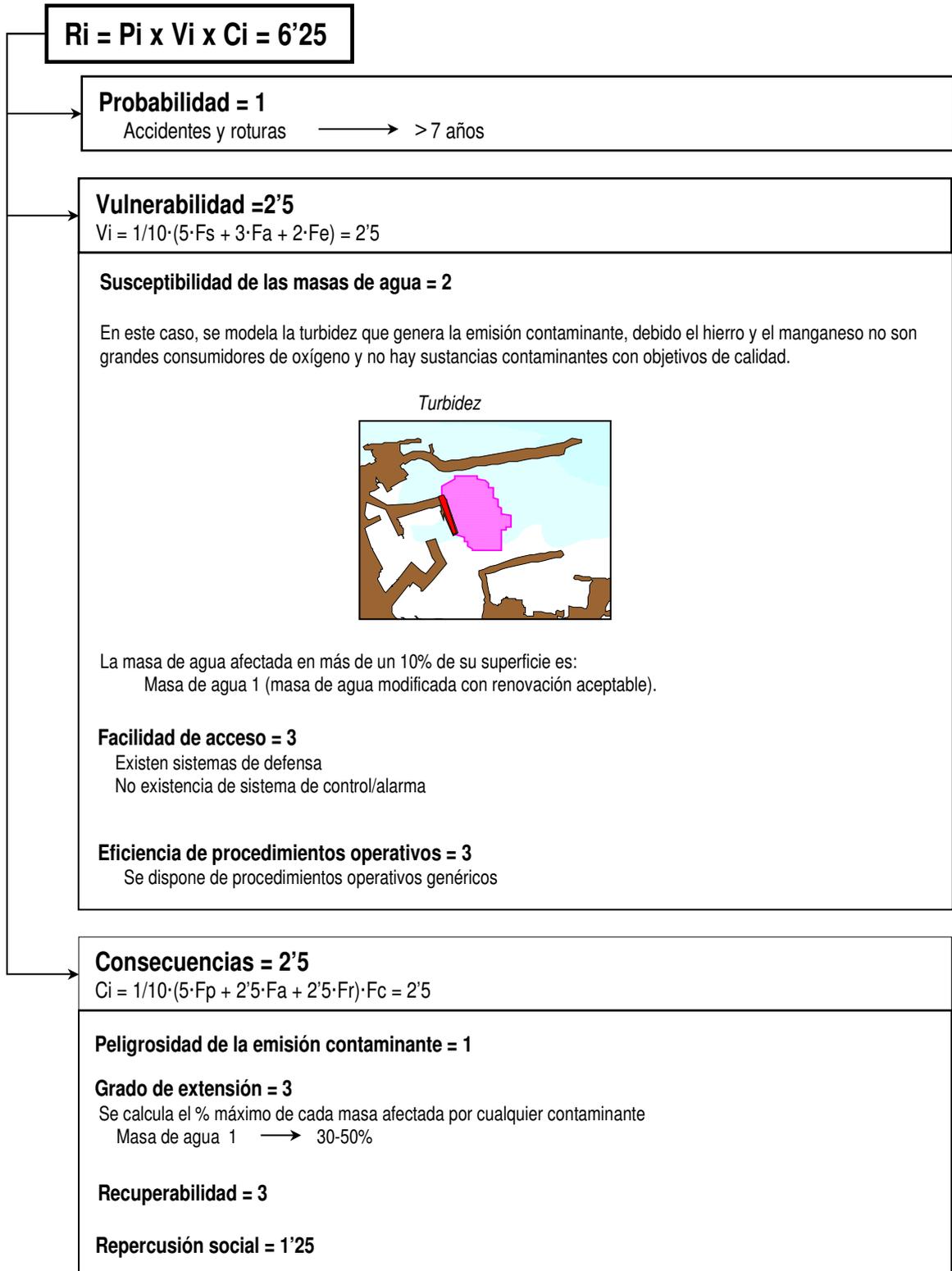
C. Estimación del riesgo ambiental de la emisión contaminante

C.1. Estimación del riesgo de la emisión contaminante por pérdidas de manipulación.





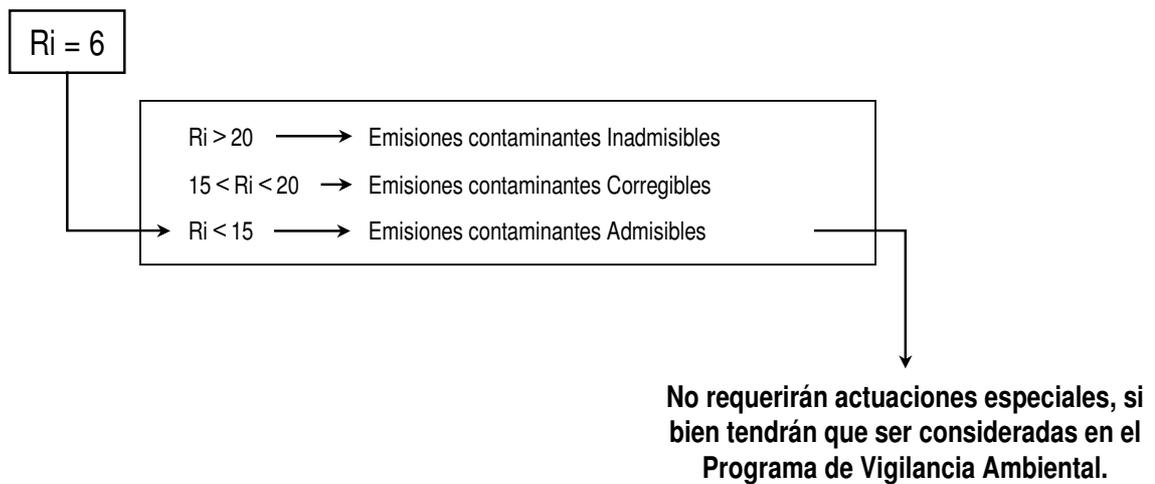
C.2. Estimación del riesgo de la emisión contaminante por accidentes o roturas.



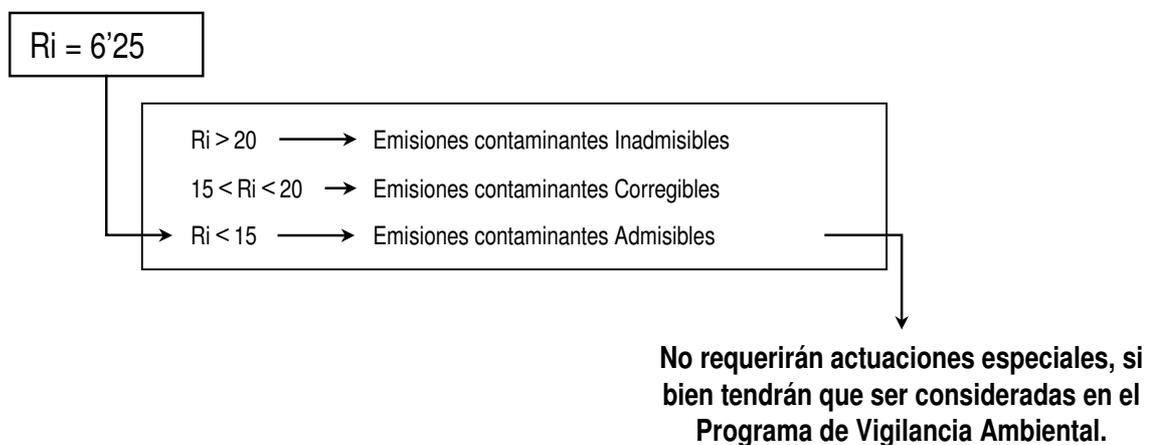


D. Valoración del riesgo ambiental de la emisión contaminante.

D.1. Valoración del riesgo de la emisión contaminante por pérdidas de manipulación.



D.2. Valoración del riesgo de la emisión contaminante por accidentes y roturas.





E. Propuesta de medidas preventivas y correctoras

En este caso el riesgo ambiental es admisible, no obstante, y con el objeto de reducirlo hasta valores mínimos, se lleva a cabo una recopilación de las medidas preventivas y correctoras aplicables:

OPERACIÓN DE CARGA/DESCARGA DEL BUQUE CON CUCHARA
Mantener cerradas las escotillas que no sean utilizadas durante la operación de carga/descarga del buque.
La empresa estibadora o el titular de la Terminal debe realizar un mantenimiento preventivo de las cucharas de grúa para que estén en perfecto estado de hermeticidad, con cuchillas superpuestas o robustas, y valvas perfectamente centradas.
Colocar una lona o similar entre el cantil del muelle y el buque si a juicio de la Autoridad Portuaria existe riesgo de derrame significativo de mercancía al mar, o en caso de carga /descarga de mercancías peligrosas.
Durante la descarga de la mercancía del buque a tolva sobre camión o ferrocarril con vientos de dirección desfavorables superiores a 15km/h o riesgo de afección a terceros, la empresa estibadora o el titular de la terminal debe tomar las siguientes medidas preventivas: utilizar tolvas con pantallas cortavientos que protejan la apertura de la cuchara y deflectores con "flex-flap" o similar, reducir la cantidad de mercancía cargada en el camión o tolva de ferrocarril.
Durante la descarga de mercancía del buque a 1ª línea de muelle con vientos de dirección desfavorables superiores a 15km/h o riesgo de afección a terceros, la empresa estibadora o el titular de la terminal debe tomar las siguientes medidas preventivas: abrir la cuchara lentamente en la vertical de la pila, reducir a menos de un metro la altura de caída de mercancía desde la cuchara hasta la superficie de la pila. (Otras: posar la cuchara sobre la pila antes de abrirla, abrir la cuchara sobre la superficie a sotavento de la pila, evitar la descarga en períodos de ráfagas de viento más intensas, mantener húmeda la parva si la mercancía admite riego con agua).
Durante la carga del buque con vientos de dirección desfavorables superiores a 15km/h o riesgo de afección a terceros, la empresa estibadora o titular de la terminal debe tomar las siguientes medidas preventivas: mantener húmeda la mercancía durante la formación del acopio en 1ª línea de muelle (si permite riego con agua), introducir la cuchara completamente en la bodega del buque antes de abrirla, reducir a menos de 1 metro la altura de caída libre de la mercancía, posar la cuchara sobre la mercancía estibada en la bodega.
Evitar los dientes de sierra en los depósitos de mercancía en 1ª línea de muelle para reducir su altura máxima y las turbulencias del viento encañonado entre los conos de las parvas.
Suspender temporalmente la carga/descarga del buque si, a pesar de las medidas preventivas, persiste el riesgo de afección a terceros, o la velocidad del viento en dirección desfavorable supera la siguiente "velocidad límite de operación": <ul style="list-style-type: none">• 20km/h en las operaciones sobre arcillas, clinker, sulfato sódico y otros graneles inertes de similar o menor peso específicos y mayor contenido de finos.• 30km/h en las operaciones sobre fertilizantes, harina de pescado, soja, tapioca, palmiste, gluten, semilla, cereales y toros graneles agro-ganaderos y alimentarios de bajo peso específico.• 50km/h en las operaciones sobre hulla, coque de petróleo y minerales pesados de pulvurencia similar o inferior a la de los carbones, en ambiente seco.
Dejar una distancia libre de tres metros entre el pie de la parva y los carriles de las grúas de muelle, vías de ferrocarril y alineaciones de sumideros.
Utilizar tolvas de tamaño adecuado, que permitan introducir completamente la cuchara en la tolva y abrirla en su interior.
Limpiar las cucharas, tolvas, palas y cintas que se hayan utilizado en las operaciones; recoger en contenedores o bolsas los residuos generados en la limpieza, hasta su posterior retirada a vertedero, evitando el depósito de los residuos sobre el muelle.
La operación de carga/descarga del buque considera deficiente si los residuos recogidos en 1ª línea de muelle superan el 0,19% del peso bruto de la mercancía declarada en la escala.
No sobrecargar la cuchara por encima de su capacidad nominal y evitar pérdidas por rebose de la mercancía.



3.2.2. EMISIÓN D.2.: EMISIÓN AJENA

La emisión D.2. es una emisión ajena producida por la escorrentía de un área cultivable, la cual se encuentra dentro de la Zona de Servicio Portuario, por ello, para poder estimar su riesgo, debe llevarse a cabo un estudio lo más detallado posible de sus características.

A. Localización de la emisión contaminante

Para la localización de la emisión contaminante se sigue el mismo procedimiento en la emisión contaminante anterior. En primer lugar, para la localización de la emisión contaminante se realiza a través de una tabla que relaciona las infraestructuras, equipamientos y usos que pueden ser fuente de este tipo de emisiones contaminantes con las situaciones susceptibles de causar emisiones difusas.

En este ejemplo, la actividad que produce la emisión contaminante difusa es la escorrentía de un área agrícola. Los pasos para la localización de la emisión son los que se detallan a continuación:

1. Identificación de las situaciones susceptibles de causar una emisión contaminante.

Identificación de infraestructuras, equipamientos y usos susceptibles de ser fuente de emisiones contaminantes	Situaciones susceptibles de causar emisiones contaminantes									
	Escorrentías en cuenca	Desagües y vertidos intencionado o no controlados	Fugas y derrames	Filtraciones	Accidentes y roturas	Resuspensión o dispersión de sedimentos	Pérdidas de manipulación	Dragados	Rotura de maquinaria	
ORIGEN EN ÁREAS TERRESTRES INCLUIDAS EN LA ZONA DE SERVICIO DEL PUERTO										
ACTIVIDADES URBANAS										
Almacenamiento de residuos urbanos										
Construcción y demoliciones										
ACTIVIDADES INDUSTRIALES										
Almacenamiento de residuos industriales										
Almacenamiento de materias primas y productos industriales										
Superficies o sedimentos contaminados										
ACTIVIDADES AGROPECUARIAS										
Almacenamiento de residuos agrícolas y ganaderos	x									
Tratamientos con fertilizantes y/o pesticidas										

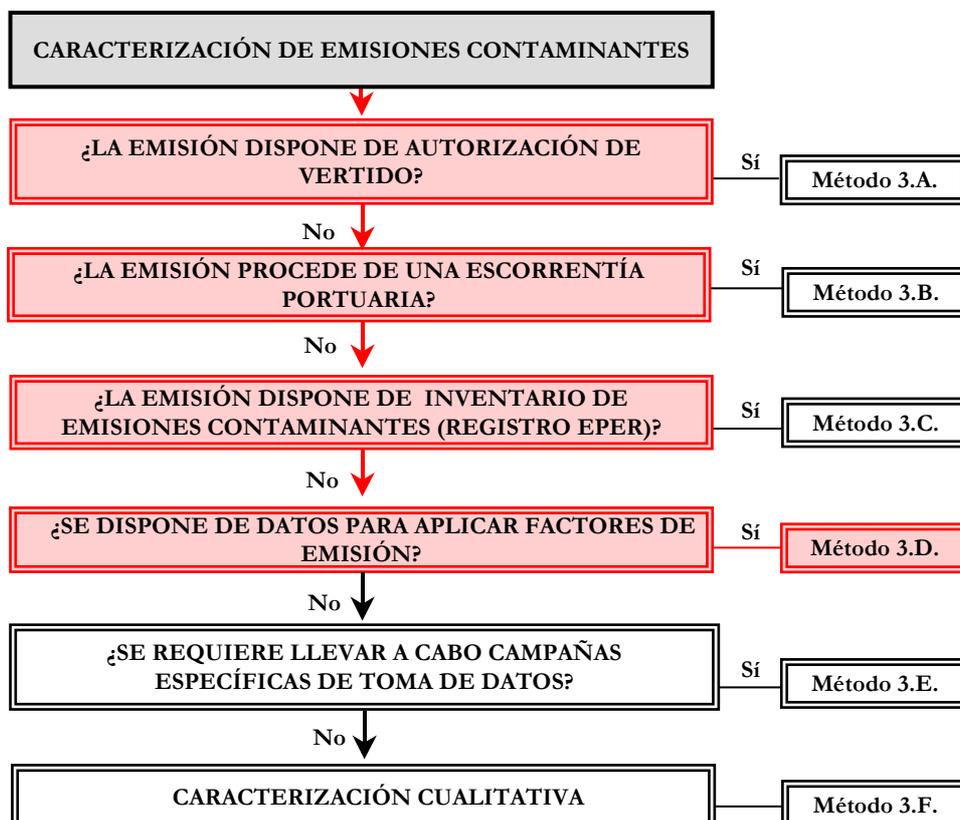


2. Localización del área desde donde se produce la emisión contaminante.



B. Caracterización de la emisión contaminante

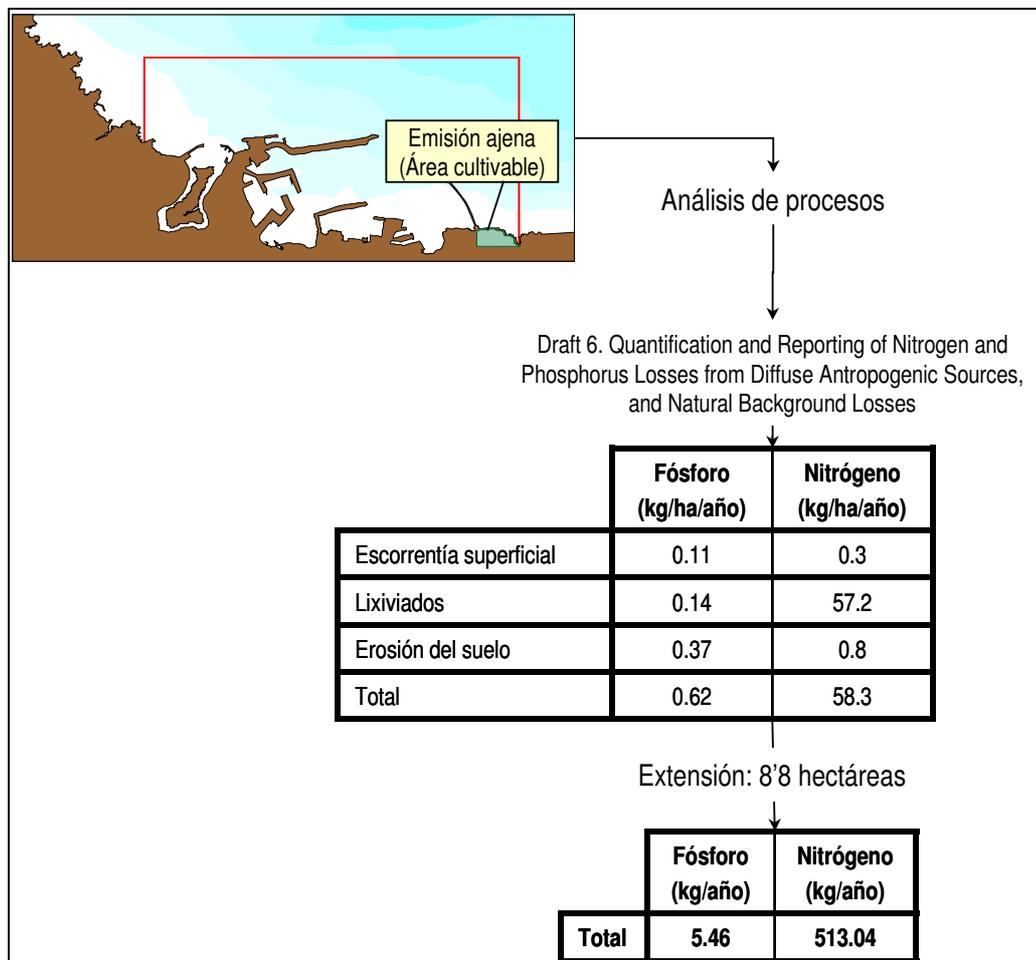
Para la caracterización de emisiones puntuales se sigue la metodología establecida en el capítulo de caracterización de emisiones contaminantes de Métodos Técnicos y Aplicaciones detallada a continuación:





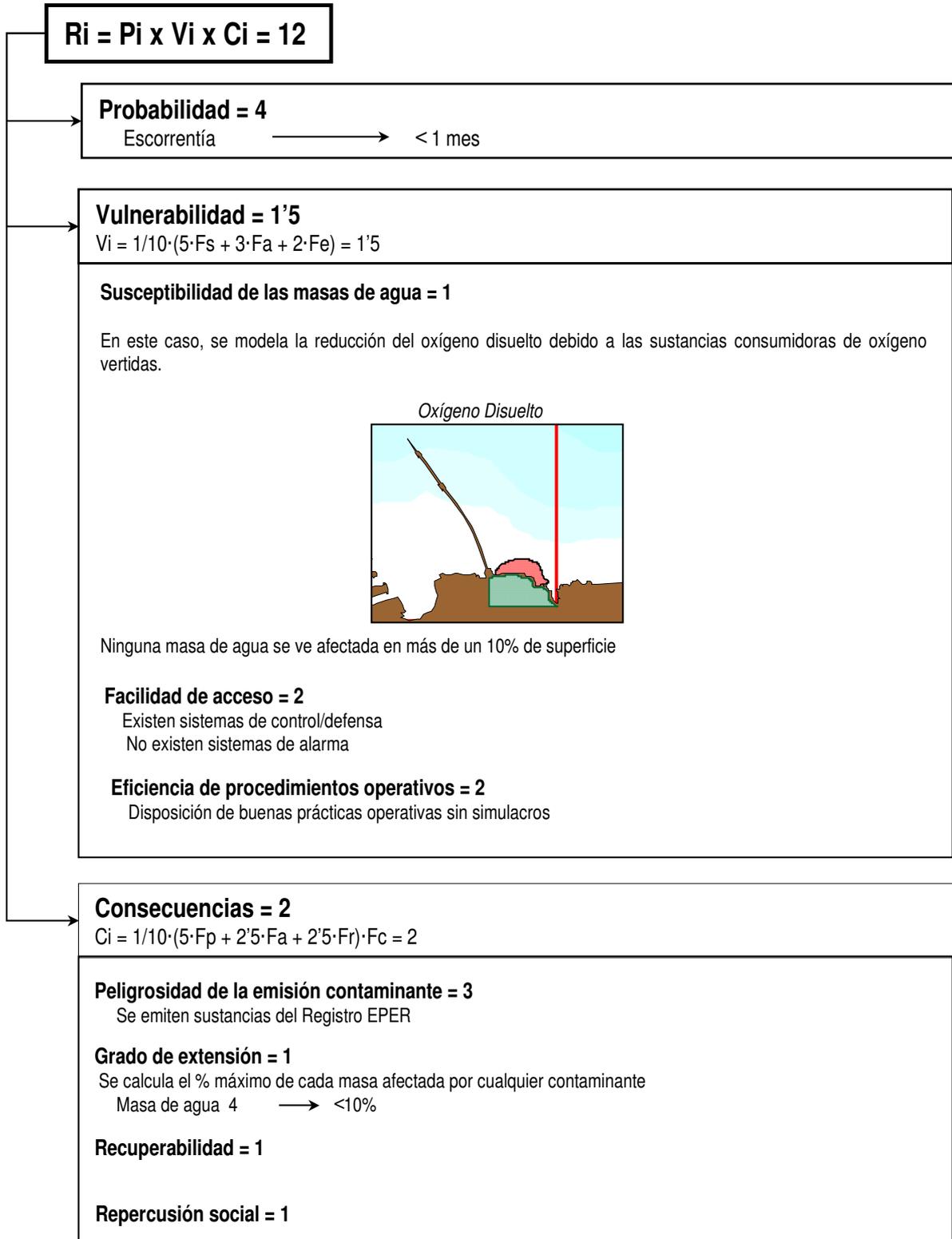
El Método 3.D. de caracterización de emisiones contaminantes se basa en el análisis de los procesos responsables de la generación de la emisión. Uno de los métodos utilizados son los factores de emisión, los cuales son una herramienta muy útil para determinar las concentraciones en las que son emitidas las sustancias.

Para el tipo de emisión del ejemplo, existen documentos para la estimación de las concentraciones de las aguas de escorrentía de áreas cultivables en función de las hectáreas de la zona agrícola. Los pasos llevados a cabo para la caracterización de la emisión son los que se detallan a continuación:



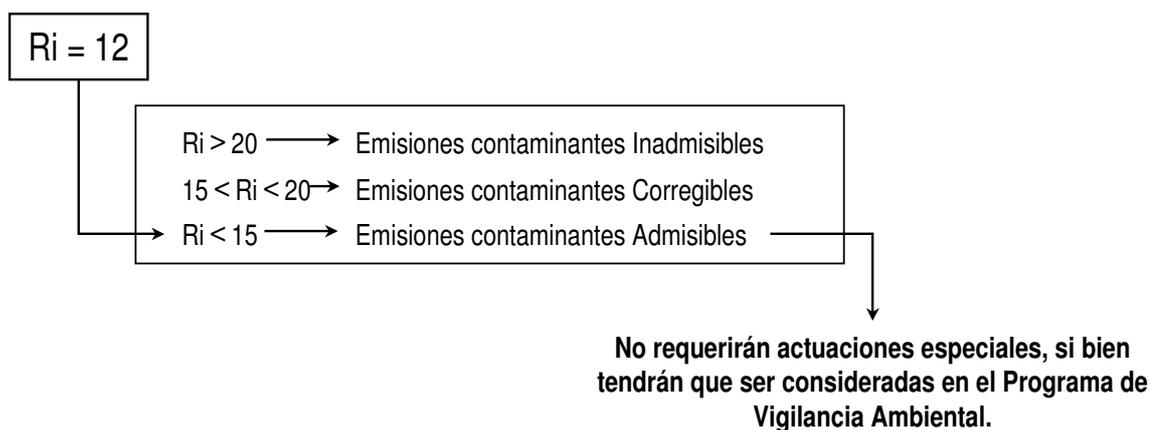


C. Estimación del riesgo ambiental de la emisión contaminante





D. Valoración del riesgo ambiental de la emisión contaminante



E. Propuesta de medidas preventivas y correctoras

El resultado del riesgo ambiental es admisible, no obstante, y con el objeto de reducirlo hasta valores mínimos, se lleva a cabo una recopilación de las medidas preventivas y correctoras aplicables.

En este ejemplo el riesgo ambiental es debido a una emisión ajena, por tanto, debe comunicarse a la compañía agrícola los resultados obtenidos, para que ésta aplique las medidas que crea oportunas.



4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

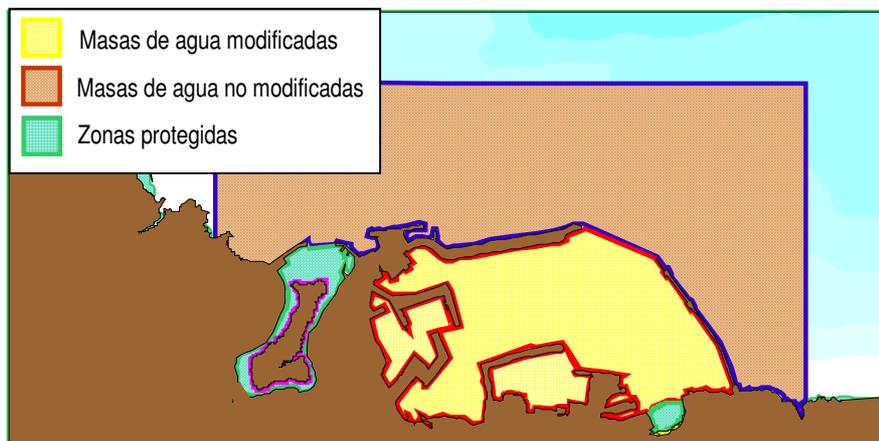
La Vigilancia ambiental de las masas de agua se desarrolla a través de la consecución de los tres planes de trabajo siguientes:

1. **La Vigilancia Sistemática** es la herramienta utilizada para la valoración de la calidad de las masas de agua.
2. **El Seguimiento en Continuo** es la vigilancia mediante sistemas de medición en continuo de las masas de agua sometidas a una mayor presión de actividades portuarias (p.e. boyas).
3. **La Inspección Visual** es el conjunto de actividades encaminadas a la detección precoz de las emisiones contaminantes.

4.1. VIGILANCIA SISTEMÁTICA

La vigilancia sistemática de las masas de agua que constituyen la Zona de Servicio Portuaria (ZSP) se adecúa a un procedimiento metodológico del que forman parte tres actuaciones:

1. El Diseño de las campañas de toma de datos.
2. La Valoración de la Calidad Química de las masas de agua.
3. La Valoración del “Estado Ecológico” y del “Potencial Ecológico” de las masas de agua.
4. El Análisis de las zonas protegidas





4.1.1. DISEÑO DE LAS CAMPAÑAS DE TOMA DE DATOS

El diseño de las campañas de muestreo aquí presentadas tiene un carácter básicamente orientativo. La uniformidad y homogeneidad espacial y temporal en la ZSP determinará, en cada caso, la intensidad con que deberán efectuarse estas campañas.

A. Número muestras

Aunque el número de puntos de muestreo propuesto podrá reducirse cuando la información o conocimientos disponibles así lo sugieran, la escasez de registros previos, aconsejan que en esta primera campaña de toma de datos se aplique el diseño más completo.

A1. Calidad química

En las masas de agua afectadas por el vertido de sustancias prioritarias se establece un número fijo de tres puntos de medida.

A2. Estado ecológico

El número de puntos de muestreo de cada masa de agua de la ZSP es obtenido a partir del cálculo de la siguiente expresión:

$$N = \frac{\sqrt{A}}{400} \times C$$

donde:

N: Número de puntos de muestreo.

A: Superficie de la masa de agua (m²).

C: Coeficiente de ponderación con valor 1 en las masas de agua modificadas y valor 0.5 en las masas de agua no modificadas.

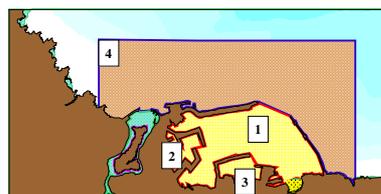
Cálculo de los puntos de muestreo de las cuatro masas de agua reconocidas en la ZSP.

$$\text{Masa 1: } N_1 = \frac{\sqrt{12.400.000}}{400} \times 1 = 8.08 \text{ ; } \approx 8 \text{ puntos}$$

$$\text{Masa 2: } N_2 = \frac{\sqrt{1.800.000}}{400} \times 1 = 3.35 \text{ ; } \approx 3 \text{ puntos}$$

$$\text{Masa 3: } N_3 = \frac{\sqrt{1.333.000}}{400} \times 1 = 2.88 \text{ ; } \approx 3 \text{ puntos}$$

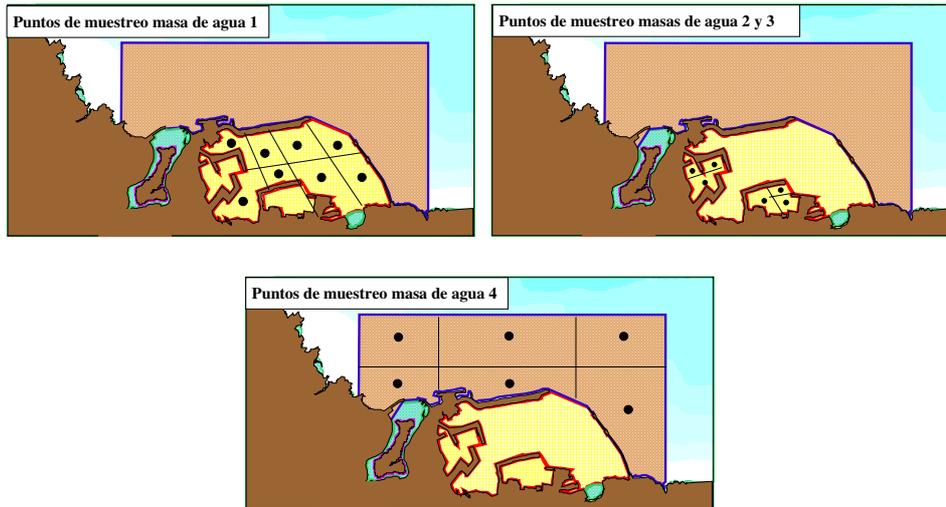
$$\text{Masa 4: } N_4 = \frac{\sqrt{25.000.000}}{400} \times 0.5 = 6.25 \text{ ; } \approx 6 \text{ puntos}$$





B. Estrategia de muestreo

Principios del Muestreo Sistemático: Los puntos de muestreo se sitúan en las intersecciones de una malla regular situada sobre cada una de las masas de agua reconocidas.



C. Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo podrá ser modificada (reducida o aumentada) siempre y cuando los datos o conocimientos disponibles así lo aconsejen.

C.1. Calidad Química.

Medio pelágico: Frecuencia trimestral.

Medio bentónico: Frecuencia anual.

C.2. Estado o Potencial Ecológico.

Medio pelágico: Frecuencia mensual.

Medio bentónico: Frecuencia anual.

**D. Variables de medida vs Tipo de muestras.****D.1. Calidad Química**

Únicamente se analizarán aquellas sustancias prioritarias cuya presencia se haya detectado en alguna de las emisiones contaminantes que afecten a las masas de agua. Dicha información procede de la caracterización de las emisiones contaminantes puntuales y difusas efectuada en el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales.

Del análisis de esta información se desprende que la Masa de agua 1 es la única sobre la que se vierten sustancias prioritarias y, por lo tanto, la única en la que se miden las 4 sustancias identificadas: Cadmio, Mercurio, Níquel y Plomo.

	<i>Tipo de muestras</i>
<i>Medio pelágico</i>	Puntuales en dos profundidades recogidas mediante una botella oceanográfica Niskin.
<i>Medio bentónico</i>	Puntuales en superficie (0-30 cm) recogidas mediante draga Corer

D.2. Estado o Potencial Ecológico

Los indicadores mediante los que se valora el Estado y Potencial Ecológico de las masas de agua se miden en todas las masas de agua de la ZSP.

	<i>Indicadores</i>	<i>Tipo de muestra</i>	<i>Sistema de muestreo</i>
<i>Medio pelágico</i>	Saturación de oxígeno (SAT)	Integrada en profundidad	CTD
	Turbidez (TURB)	Integrada en profundidad	CTD
	Hidrocarburos Totales (HT)	Puntual en superficie	Directo
	Detergentes (DET)	Puntual en superficie	Directo
	Clorofila 'a' (CLA)	Integrada en profundidad	CTD
<i>Medio bentónico</i>	Carbono Orgánico Total (COT)	Puntual	Corer
	Nitrógeno Kjeldahl (NTK)	Puntual	Corer
	Fósforo total (PT)	Puntual	Corer
	Metales pesados (MP)	Puntual	Corer
	Policlorofenilos (PCB)	Puntual	Corer
	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Puntual	Corer
	Comunidades características	-----	-----



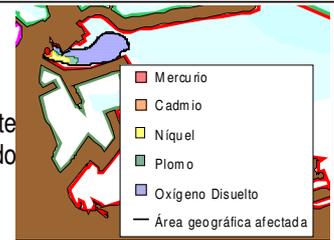
4.1.2. VALORACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LAS MASAS DE AGUA

A. Cálculo de la Calidad Química del *medio pelágico*

Calidad Química del medio pelágico: CUMPLE

1. Identificación de las sustancias prioritarias.

La valoración de la calidad química del medio pelágico únicamente se ha efectuado en las masas de agua en las que se ha detectado la presencia de alguna sustancia prioritaria.



El Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos de las emisiones contaminantes ha detectado el vertido en la masa de agua 1 (Emisión P.2) de las siguientes cuatro sustancias prioritarias : **cadmio, mercurio, níquel y plomo.**

2. Configuración de una matriz de datos con los valores obtenidos trimestralmente a lo largo de un año y cálculo del valor medio anual de cada sustancia prioritaria en la masa de agua.

Mes	MUESTRAS	CADMIO	MERCURIO	NIQUEL	PLOMO
ENERO	M ₁	2	0.3	55	2.3
	M ₂	1.5	0.2	26	6.7
	M ₃	1.1	0.03	14	5.1
ABRIL	M ₁	0.2	0.1	28	7
	M ₂	1.3	0.08	69	6.2
	M ₃	0.06	0.1	47	3.4
.....
VALOR MEDIO ANUAL (µg/l)		1.7	0.23	69	5.4

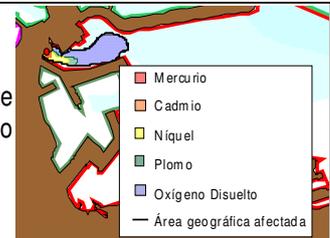
3. Valoración de los objetivos de calidad mediante la comparación del valor de la concentración media anual de cada sustancia prioritaria en la masa de agua con los objetivos de calidad establecidos para cada una de ellas.

Sustancias prioritarias	Concentración media anual	Objetivo de calidad	Valoración	Cumplimiento
CADMIO (µg/l)	1.7	2.5	1.7 < 2.5	Cumple
MERCURIO (µg/l)	0.23	0.3	0.23 < 0.3	Cumple
NIQUEL (µg/l)	69	74	69 < 74	Cumple
PLOMO (µg/l)	5.4	8.1	5.4 < 8.1	Cumple

**B. Cálculo de la Calidad Química del medio bentónico****Calidad Química del medio bentónico: CUMPLE****1. Identificación de las sustancias prioritarias.**

La valoración de la calidad química del medio pelágico únicamente se ha efectuado en las masas de agua en las que se ha detectado la presencia de alguna sustancia prioritaria.

El Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos de las emisiones contaminantes ha detectado el vertido en la masa de agua 1 (Emisión P.2) de las siguientes cuatro sustancias prioritarias: **cadmio, mercurio, níquel y plomo.**

**2. Configuración de una matriz de datos con los valores obtenidos anualmente a lo largo de un año y cálculo del valor medio anual de cada sustancia prioritaria en la masa de agua.**

Mes	MUESTRAS	CADMIO	MERCURIO	NÍQUEL	PLOMO
Masa 1	M ₁	0.5	0.5	36	3.6
	M ₂	0.02	0.9	57	5.3
	M ₃	0.3	1.6	63	7.6
	Valor medio	0.1	1	52	5.5

3. Valoración de los objetivos de calidad mediante la comparación del valor de la concentración media anual de cada sustancia prioritaria en la masa de agua con el primer valor registrado.

La valoración de la calidad química del *medio bentónico* parte de la aplicación del principio de "mantenimiento del estado actual" (Standstill Principle) según el cual la concentración de las sustancias prioritarias no debe aumentar de forma significativa en el tiempo (incremento del valor medio anual de la concentración de la sustancia inferior al 50% del valor inicial).

En este caso se dispone de datos previos de la concentración de estas sustancias en la masa de agua y es posible comparar ambas concentraciones para aplicar el principio Standstill.

Sustancias prioritarias	Concentración media anual	Incremento	Cumplimiento
CADMIO (mg/kg)	0.1	$0.1 < (0.5 \times 0.09)$	Cumple
MERCURIO (mg/kg)	1	$1 < (0.5 \times 0.9)$	Cumple
NÍQUEL (mg/kg)	52	$52 < (0.5 \times 23)$	Cumple
PLOMO (mg/kg)	5.5	$5.5 < (0.5 \times 3.2)$	Cumple

La concentración de cadmio, níquel, mercurio y plomo se ha incrementado en menos de un 50% respecto la medida anterior y, por lo tanto, la calidad química del medio bentónico, cumple.



4.1.3. VALORACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO Y POTENCIAL ECOLÓGICO DE LAS MASAS DE AGUA

La valoración del Estado Ecológico (masas no modificadas) y del Potencial Ecológico (masas modificadas) se lleva a cabo asignando un valor de calidad a cada uno de los dos compartimentos ambientales del de las masas de agua (medio pelágico y medio bentónico). Dicho valor de calidad se calcula introduciendo en el correspondiente índice de calidad (columna de agua y fondos) el valor normalizado de la concentración media anual de los indicadores medidos en la campaña de toma de datos.

4.1.3.1. Potencial Ecológico de la Masa 1.

A. Cálculo de la calidad de la columna de agua

$$I_{AG} = (3.5 C_{SAT} + 3 C_{TURB} + 3.5 C_{CLA}) \times (C_{HT} \cdot C_{DET}) / 10 = 6.96$$

1. Configuración de una matriz con los valores mensuales de cada indicador en cada punto de muestreo. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M₁, M_n: Puntos de muestreo
 SAT: Saturación de oxígeno
 TURB: Turbidez (NTU)
 CLA: Clorofila 'a' (µg/l)
 HT: Hidrocarburos Totales (mg/l)
 DET: Detergentes (mg/l)

Mes	Muestras	SAT	TURB	CLA	HT	DET
ENERO	M ₁	73	6.41	1.3	0.37	0.06

	M _n	102	7.9	1.7	0.63	0.15
.....
VALOR MEDIO ANUAL		98	6.94	2.1	0.5	0.08

2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada de renovación aceptable) correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

	SAT	TURB	CLA	HT	DET
VALOR MEDIO ANUAL	98	6.94	2.1	0.5	0.08

Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.7 ≤ x < 1	0.6
0.3 ≤ x < 0.7	0.8
x < 0.3	1

Clorofila (µg/l)	C _{CLA}
x < 2	10
2 ≤ x < 4	8
4 ≤ x < 7	5
7 ≤ x < 13	2
x ≥ 13	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 4	10
4 ≤ x < 7	8
7 ≤ x < 12	5
12 ≤ x < 20	2
x ≥ 20	0

Saturación (%)	C _{SAT}
x > 90	10
70 ≤ x < 90	8
30 ≤ x < 70	5
10 ≤ x < 30	2
x ≤ 10	0





B. Cálculo de la calidad de los fondos blandos

$$I_{SED} = I_{CQ} + I_{CO} = 5.83$$

B.1. Índice de la contaminación química

$$I_{CQ} = (C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}) / 6 = 2.83$$

1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

Muestras	M ₁	M ₂	M ₃	...	M ₈	Valor medio anual
PCB	0.01	0.023	0.004	...	0.01	0.01
HAP	1.5	2.9	1.8	...	3.5	2.7
Mercurio (Hg)	2.5	1.8	2.5	...	0.9	1.7
Plomo (Pb)	149	215	95	...	176	154
Zinc (Zn)	463	524	569	...	617	534
Arsénico (As)	24	18	12	...	11	17
Cadmio (Cd)	0.4	0.6	0.5	...	0.6	0.5
Cobre (Cu)	37	26	13	...	46	29
Cromo (Cr)	187	163	175	...	181	172
Níquel (Ni)	126	143	201	...	186	182

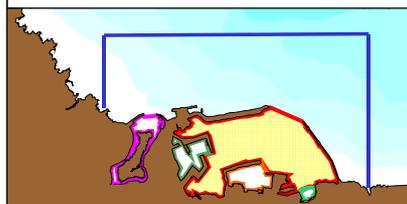
Donde:
 M₁, M_n: Puntos de muestreo
 PCB: Policlorobifenilos (mg/Kg)
 HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos(mg/Kg)
 MP: Metales pesados(mg/Kg)

2. Obtención del valor normalizado correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

Valores medios anuales

Tablas de Normalización

Coeficientes normalizados			
C _{PCB}	C _{HAP}	Metales pesados	
10	5	C _{Hg}	C _{As}
		5	10
		C _{Pb}	C _{Ni}
		5	5
		C _{Zn}	C _{Cr}
		5	8
		C _{Cd}	C _{Cu}
		8	10



Normalización	C _{MP}
Todos los Metales = 10	10
Todos los Metales ≥ 8	8
1-3 Metales con valores 2 ó 5	5
Mas de 3 Metales con valores 2 ó 5	2
Algún Metal con valor 0	0



B.2. Índice de la contaminación orgánica

$$I_{CO} = (C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}) / 2 = 3$$

1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M_1, M_n : Puntos de muestreo
 COT: Carbono Orgánico Total (%)
 NTK: Nitrógeno Kjeldahl (mg/Kg)
 PT: Fósforo Total (mg/Kg)

Muestras	M_1	M_2	M_3	...	M_n	Valor medio anual
COT	4.2	4.3	5.6		5.4	5.3
NTK	725	823	693		702	745
PT	425	354	457		483	434

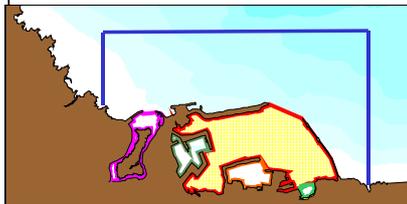
2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada) correspondiente al valor medio anual de cada variable.

	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Carbono Orgánico Total
VALOR MEDIO ANUAL	434	745	5.3

Carbono Orgánico Total (%)	C_{COT}
$x < 0.6$	4
$0.6 \leq x < 2.3$	3
$2.3 \leq x < 4.0$	2
$4.0 \leq x < 5.8$	1
$x \geq 5.8$	0

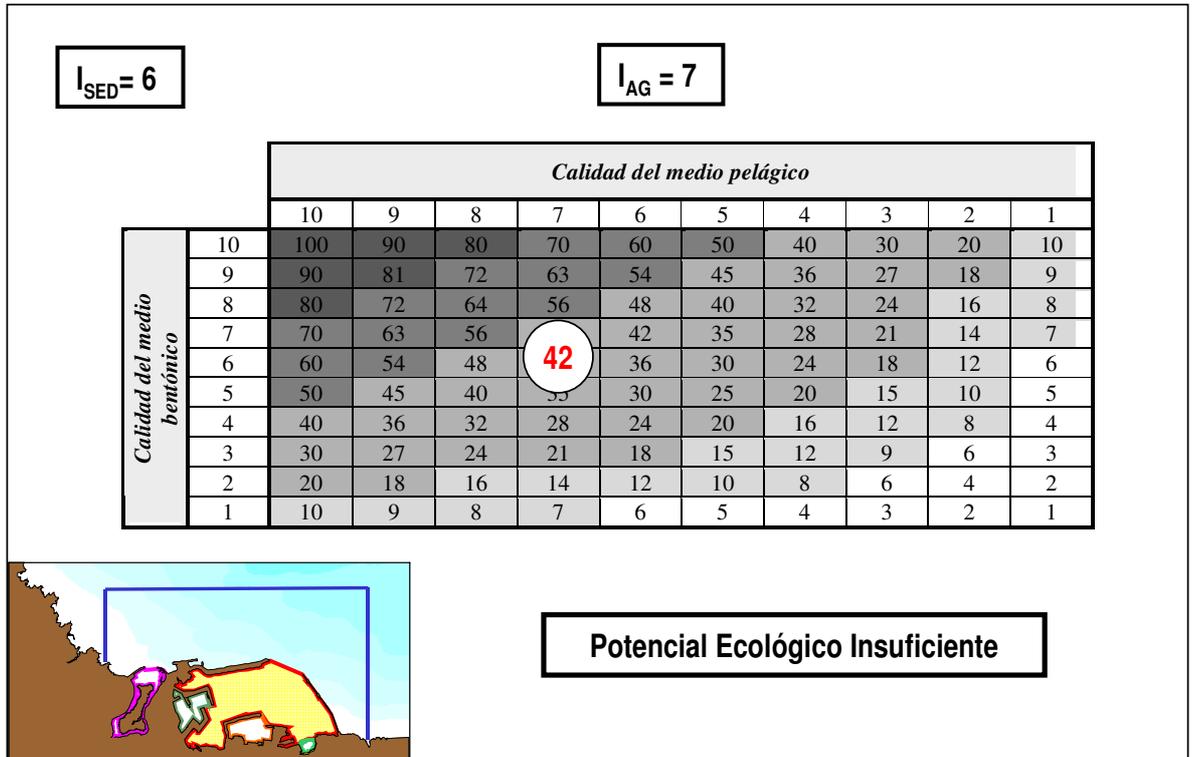
Nitrógeno Kjeldahl (mg/kg)	C_{NTK}
$x < 600$	3
$600 \leq x < 2100$	2
$2100 \leq x < 3600$	1
$x \geq 3600$	0

Fósforo Total (mg/kg)	C_{PT}
$x < 500$	3
$500 \leq x < 800$	2
$800 \leq x < 1200$	1
$x \geq 1200$	0





C. Valoración del Potencial Ecológico de la Masa 1.





4.1.3.2. Potencial Ecológico de la Masa 2

A. Cálculo de la calidad de la columna de agua

$$I_{AG} = (3.5 C_{SAT} + 3 C_{TURB} + 3.5 C_{CLA}) \times (C_{HT} \cdot C_{DET}) / 10 = 4$$

1. Configuración de una matriz con los valores mensuales de cada indicador en cada punto de muestreo. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M₁, M₂: Puntos de muestreo
 SAT: Saturación de oxígeno
 TURB: Turbidez (NTU)
 CLA: Clorofila 'a' (µg/l)
 HT: Hidrocarburos Totales (mg/l)
 DET: Detergentes (mg/l)

Mes	Muestras	SAT	TURB	CLA	HT	DET
ENERO	M ₁	12	7.4	3.3	0.5	0.01
					
ABRIL	M ₂	13	6.3	5.2	0.7	0.1
					
	M ₁	16	9.8	4.6	0.7	0.08
					
	M ₂	11	8.1	2.2	0.4	0.15
					
VALOR MEDIO ANUAL		16	7.8	3.2	0.7	0.07

2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada de renovación aceptable) correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

	SAT	TURB	CLA	HT	DET
VALOR MEDIO ANUAL	16	7.8	3.2	0.7	0.07

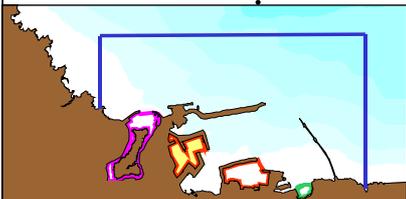
Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.9 ≤ x < 1	0.6
0.5 ≤ x < 0.9	0.8
x < 0.5	1

Clorofila (µg/l)	C _{CLA}
x < 3	10
3 ≤ x < 5	8
5 ≤ x < 10	5
10 ≤ x < 14	2
x ≥ 14	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 4	10
4 ≤ x < 7	8
7 ≤ x < 12	5
12 ≤ x < 20	2
x ≥ 20	0

Saturación (%)	C _{SAT}
x > 70	10
50 ≤ x < 70	8
20 ≤ x < 50	5
10 ≤ x < 20	2
x ≤ 10	0





B. Cálculo de la calidad de los fondos blandos

$$I_{SED} = I_{CQ} + I_{CO} = 4.83$$

B.1. Índice de la contaminación química

$$I_{CQ} = (C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}) / 6 = 3.33$$

1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

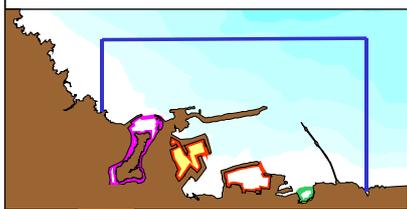
Muestras	M ₁	M ₂	M ₃	Valor medio anual
PCB	0.002	0.005	0.003	0.003
HAP	1.5	2.6	3.8	2.63
Mercurio (Hg)	0.6	0.8	1.0	0.8
Plomo (Pb)	73	84	76	77.6
Zinc (Zn)	286	275	254	271.6
Arsénico (As)	18	24	23	21.6
Cadmio (Cd)	0.4	0.5	0.5	0.46
Cobre (Cu)	37	23	46	35.3
Cromo (Cr)	75	42	36	51
Níquel (Ni)	55	61	43	53

Donde:
M₁, M₂: Puntos de muestreo
PCB: Policlorobifenilos (mg/Kg)
HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos(mg/Kg)
MP: Metales pesados(mg/Kg)

2. Obtención del valor normalizado correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

Valores medios anuales
Tablas de Normalización

Coeficientes normalizados			
C _{PCB}	C _{HAP}	Metales pesados	
10	5	C _{Hg}	C _{Pb}
		5	8
		C _{Zn}	C _{As}
		8	10
		C _{Cd}	C _{Cu}
		8	10
		C _{Cr}	C _{Ni}
		10	8



Normalización	C _{MP}
Todos los Metales = 10	10
Todos los Metales ≥ 8	8
1-3 Metales con valores 2 ó 5	5
Mas de 3 Metales con valores 2 ó 5	2
Algún Metal con valor 0	0



B.2. Índice de la contaminación orgánica

$$I_{CO} = (C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}) / 2 = 1.5$$

1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M_1, M_n : Puntos de muestreo
 COT: Carbono Orgánico Total (%)
 NTK: Nitrógeno Kjeldahl (mg/Kg)
 PT: Fósforo Total (mg/Kg)

Muestras	M_1	M_2	M_3	Valor medio anual
COT	6.2	7.4	8.2	7.26
NTK	2520	3450	3260	3076.6
PT	724	635	670	676.3

2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada) correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Carbono Orgánico Total
VALOR MEDIO ANUAL	676.3	3076.6	7.26

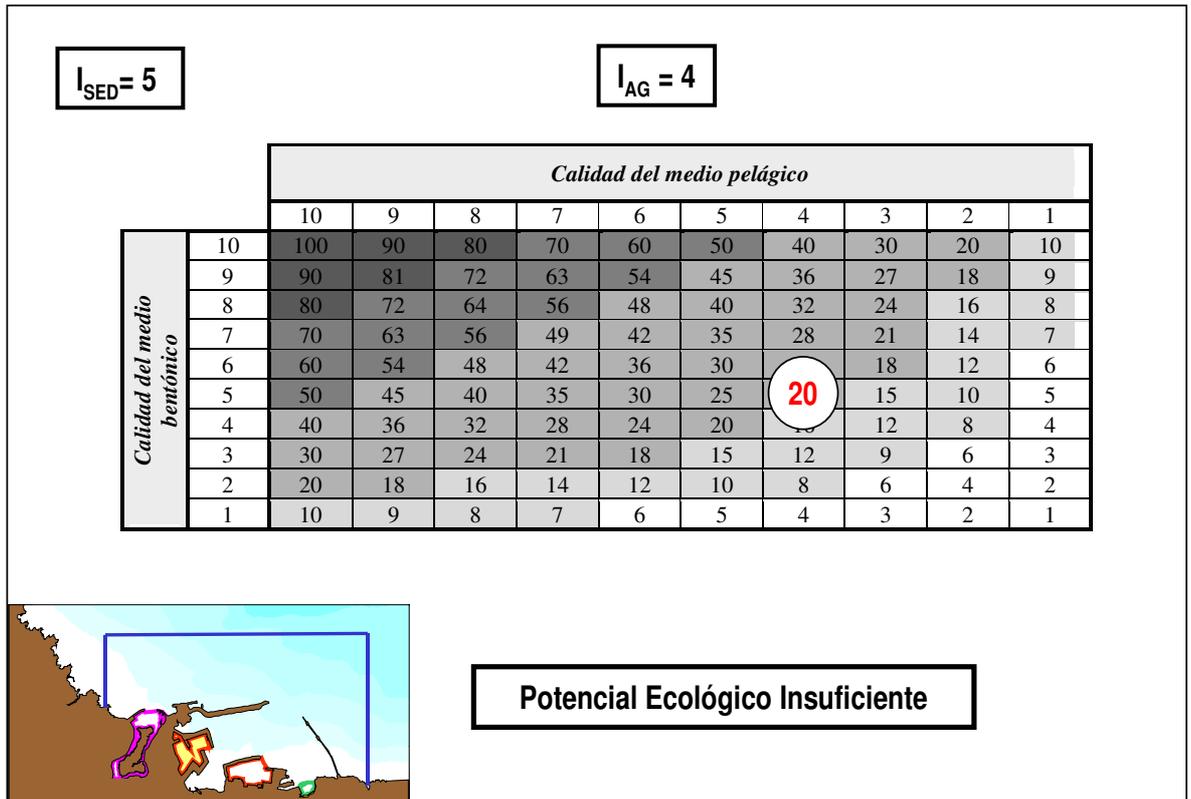
Carbono Orgánico Total (%)	C_{COT}
$x < 0.6$	4
$0.6 \leq x < 2.3$	3
$2.3 \leq x < 4.0$	2
$4.0 \leq x < 5.8$	1
$x \geq 5.8$	0

Nitrógeno Kjeldahl (mg/kg)	C_{NTK}
$x < 600$	3
$600 \leq x < 2100$	2
$2100 \leq x < 3600$	1
$x \geq 3600$	0

Fósforo Total (mg/kg)	C_{PT}
$x < 500$	3
$500 \leq x < 800$	2
$800 \leq x < 1200$	1
$x \geq 1200$	0



C. Valoración del Potencial Ecológico de la Masa 2





4.1.3.3. Potencial Ecológico de la Masa 3

A. Cálculo de la calidad de la columna de agua

$$I_{AG} = (3.5 C_{SAT} + 3 C_{TURB} + 3.5 C_{CLA}) \times (C_{HT} \cdot C_{DET}) / 10 = 8$$

1. Configuración de una matriz con los valores mensuales de cada indicador en cada punto de muestreo. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M₁, M_n: Puntos de muestreo
 SAT: Saturación de oxígeno
 TURB: Turbidez (NTU)
 CLA: Clorofila 'a' (µg/l)
 HT: Hidrocarburos Totales (mg/l)
 DET: Detergentes (mg/l)

Mes	Muestras	SAT	TURB	CLA	HT	DET
ENERO	M ₁	49	7.4	3.3	0.5	0.01

ABRIL	M ₂	91	6.3	5.2	0.3	0.1

.....	M ₁	76	9.8	4.6	0.7	0.08

VALOR MEDIO ANUAL		62	6.8	3.2	0.3	0.07

2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada de renovación aceptable) correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

	SAT	TURB	CLA	HT	DET
VALOR MEDIO ANUAL	62	6.8	3.2	0.3	0.07

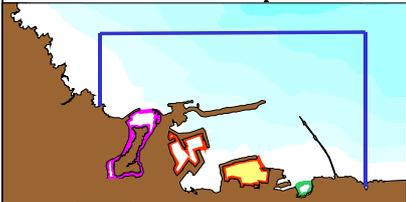
Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.9 ≤ x < 1	0.6
0.5 ≤ x < 0.9	0.8
x < 0.5	1

Clorofila (µg/l)	C _{CLA}
x < 3	10
3 ≤ x < 5	8
5 ≤ x < 10	5
10 ≤ x < 14	2
x ≥ 14	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 4	10
4 ≤ x < 7	8
7 ≤ x < 12	5
12 ≤ x < 20	2
x ≥ 20	0

Saturación (%)	C _{SAT}
x > 70	10
50 ≤ x < 70	8
20 ≤ x < 50	5
10 ≤ x < 20	2
x ≤ 10	0





B. Cálculo de la calidad de los fondos blandos

$$I_{SED}: I_{CQ} + I_{CO} = 8.33$$

B.1. Índice de la contaminación química

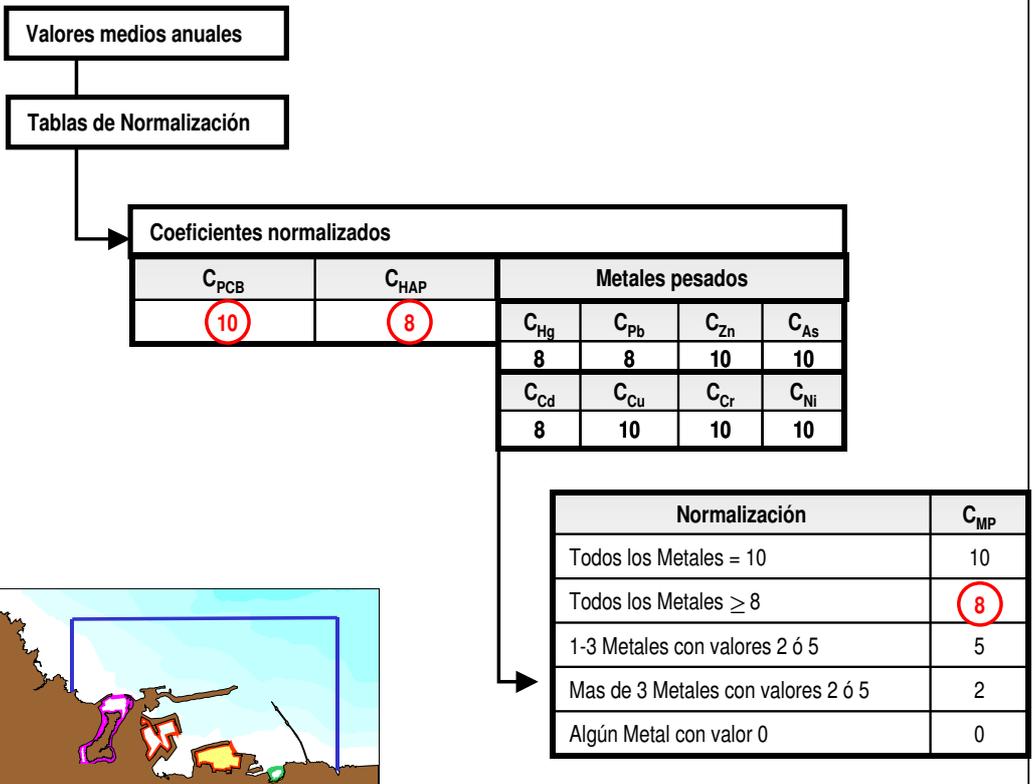
$$I_{CQ} = (C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}) / 6 = 4.33$$

1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

Muestras	M ₁	...	M ₃	Valor medio anual
PCB	0.002	...	0.06	0.005
HAP	0.5	...	0.6	0.6
Mercurio (Hg)	0.6	...	0.5	0.5
Plomo (Pb)	73	...	81	78
Zinc (Zn)	286	...	175	237
Arsénico (As)	18	...	31	26
Cadmio (Cd)	0.4	...	0.6	0.5
Cobre (Cu)	37	...	31	35
Cromo (Cr)	75	...	26	35
Niquel (Ni)	36	...	49	46

Donde:
M₁, M_n: Puntos de muestreo
PCB: Policlorobifenilos (mg/Kg)
HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos(mg/Kg)
MP: Metales pesados(mg/Kg)

2. Obtención del valor normalizado correspondiente al valor medio anual de cada indicador.





B.2. Índice de la contaminación orgánica

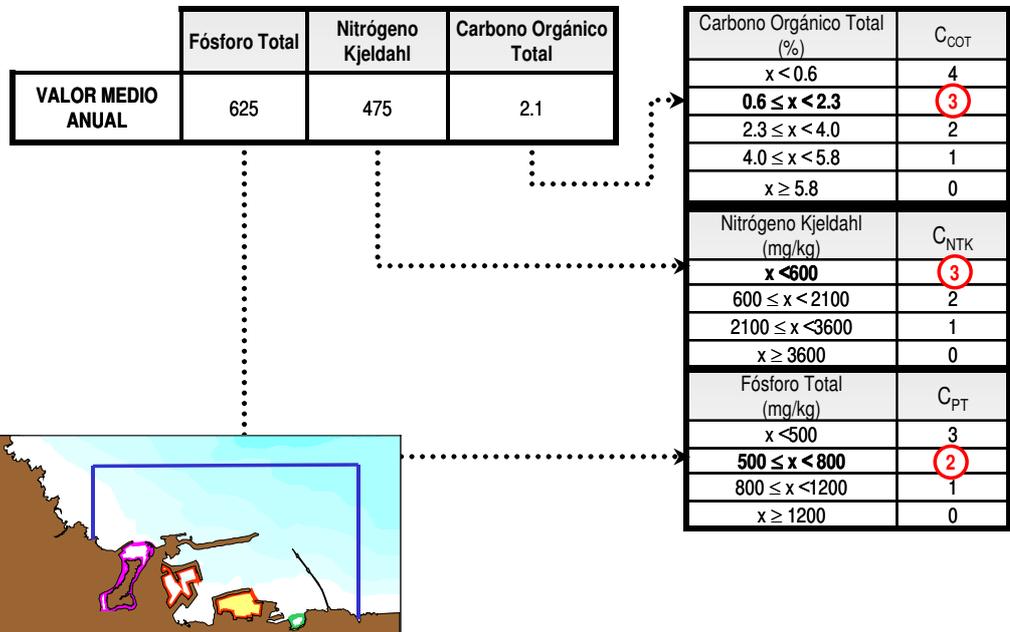
$$I_{CO} = (C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}) / 2 = 4$$

1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M₁, M_n: Puntos de muestreo
 COT: Carbono Orgánico Total (%)
 NTK: Nitrógeno Kjeldahl (mg/Kg)
 PT: Fósforo Total (mg/Kg)

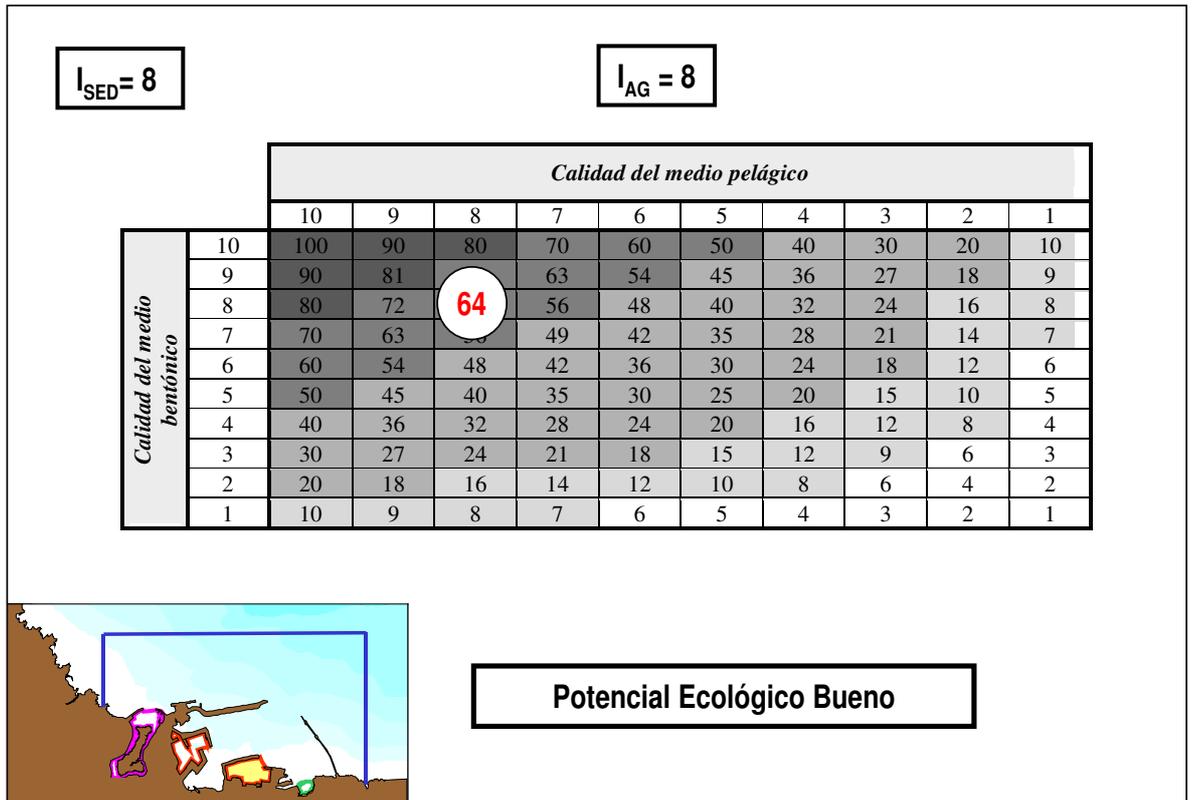
Muestras	M ₁	...	M ₃	Valor medio anual
COT	1.5	...	1.7	2.1
NTK	352	...	556	475
PT	724	...	563	625

2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada) correspondiente al valor medio anual de cada variable.





B. Valoración del Potencial Ecológico de la Masa 3





4.1.3.4. Estado Ecológico de la Masa 4

A. Cálculo de la calidad de la columna de agua

$$I_{AG} = (3.5 C_{SAT} + 3 C_{TURB} + 3.5 C_{CLA}) \times (C_{HT} \cdot C_{DET}) / 10 = 6.96$$

1. Configuración de una matriz con los valores mensuales de cada indicador en cada punto de muestreo. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M₁..M_n: Puntos de muestreo
 SAT: Saturación de oxígeno
 TURB: Turbidez (NTU)
 CLA: Clorofila 'a' (µg/l)
 HT: Hidrocarburos Totales (mg/l)
 DET: Detergentes (mg/l)

Mes	Muestras	SAT	TURB	CLA	HT	DET
ENERO	M ₁	77	3.4	1.2	0.5	0.1
	M ₂	66	5.6	1.3	0.2	0.03

ABRIL	M ₁	86	3.1	1.0	0.7	0.08
	M ₂			1.6	0.1	0.01
	M ₆	110	5.8	1.2	0.4	0.15
.....
VALOR MEDIO ANUAL		87	5.5	1.2	0.3	0.09

2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada de renovación aceptable) correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

	SAT	TURB	CLA	HT	DET
VALOR MEDIO ANUAL	87	5.5	1.2	0.3	0.09

Detergentes (mg/l)	C _{DET}
x ≥ 1	0.2
0.3 ≤ x < 1	0.6
0.1 ≤ x < 0.3	0.8
x < 0.1	1

Hidrocarburos totales (mg/l)	C _{HT}
x ≥ 1	0.2
0.7 ≤ x < 1	0.6
0.3 ≤ x < 0.7	0.8
x < 0.3	1

Clorofila (µg/l)	C _{CLA}
x < 1.5	10
1.5 ≤ x < 2.5	8
2.5 ≤ x < 5	5
5 ≤ x < 8	2
x ≥ 8	0

Turbidez (NTU)	C _{TURB}
x < 2	10
2 ≤ x < 6	8
6 ≤ x < 9	5
9 ≤ x < 12	2
x ≥ 12	0

Saturación (%)	C _{SAT}
x > 90	10
70 ≤ x < 90	8
40 ≤ x < 70	5
20 ≤ x < 40	2
x ≤ 20	0



B. Cálculo de la calidad de los fondos blandos

$$I_{SED} = I_{CQ} + I_{CO} = 8.16$$

B.1. Índice de la contaminación química

$$I_{CQ} = (C_{MP} + C_{PCB} + C_{HAP}) / 6 = 4.66$$

1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:
 M₁, M_n: Puntos de muestreo
 PCB: Policlorobifenilos (mg/Kg)
 HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos(mg/Kg)
 MP: Metales pesados(mg/Kg)

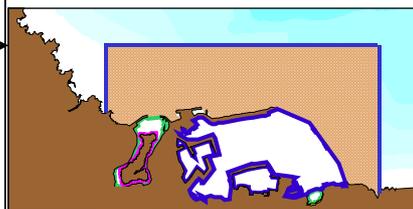
Muestras	M ₁	M ₂	M ₃	...	M ₆	Valor medio anual
PCB	0.01	0.005	0.008	...	0.007	0.008
HAP	0.6	0.1	0.2	...	0.2	0.3
Mercurio (Hg)	0.5	0.1	0.3	...	0.1	0.2
Plomo (Pb)	45	62	26	...	34	54
Zinc (Zn)	160	183	126	...	167	162
Arsénico (As)	15	19	27	...	16	18
Cadmio (Cd)	0.01	0.21	0.03	...	0.09	0.16
Cobre (Cu)	35	15	21	...	26	24
Cromo (Cr)	24	36	41	...	32	27
Níquel (Ni)	12	35	23	...	16	24

2. Obtención del valor normalizado correspondiente al valor medio anual de cada indicador.

Valores medios anuales
 Tablas de Normalización

Coeficientes normalizados			
C _{PCB}	C _{HAP}	Metales pesados	
10	10	C _{Hg}	C _{As}
		8	10
		C _{Pb}	C _{Ni}
		8	10
		C _{Zn}	C _{Cr}
		8	10
		C _{Cd}	C _{Cu}
		10	10

Normalización	C _{MP}
Todos los Metales = 10	10
Todos los Metales ≥ 8	8
1-3 Metales con valores 2 ó 5	5
Mas de 3 Metales con valores 2 ó 5	2
Algún Metal con valor 0	0





B.2. Índice de la contaminación orgánica

$$I_{CO} = (C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}) / 2 = 3.5$$

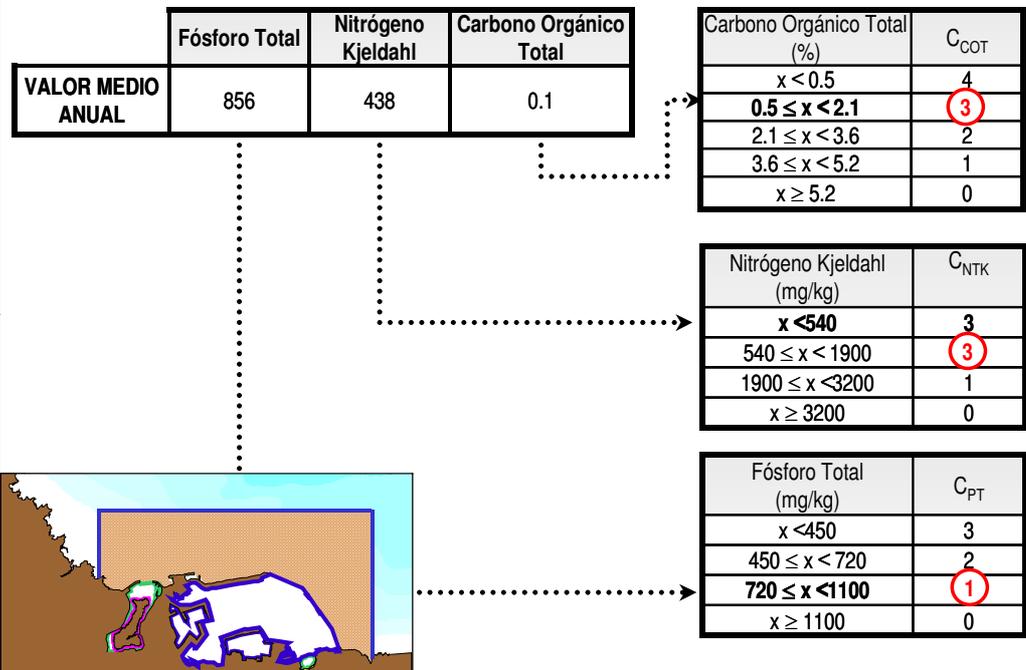
1. Configuración de una matriz con los valores anuales de cada indicador en cada punto de muestreo de la masa de agua. Cálculo de su valor medio anual.

Donde:

M_1, M_n : Puntos de muestreo
 COT: Carbono Orgánico Total (%)
 NTK: Nitrógeno Kjeldahl (mg/Kg)
 PT: Fósforo Total (mg/Kg)

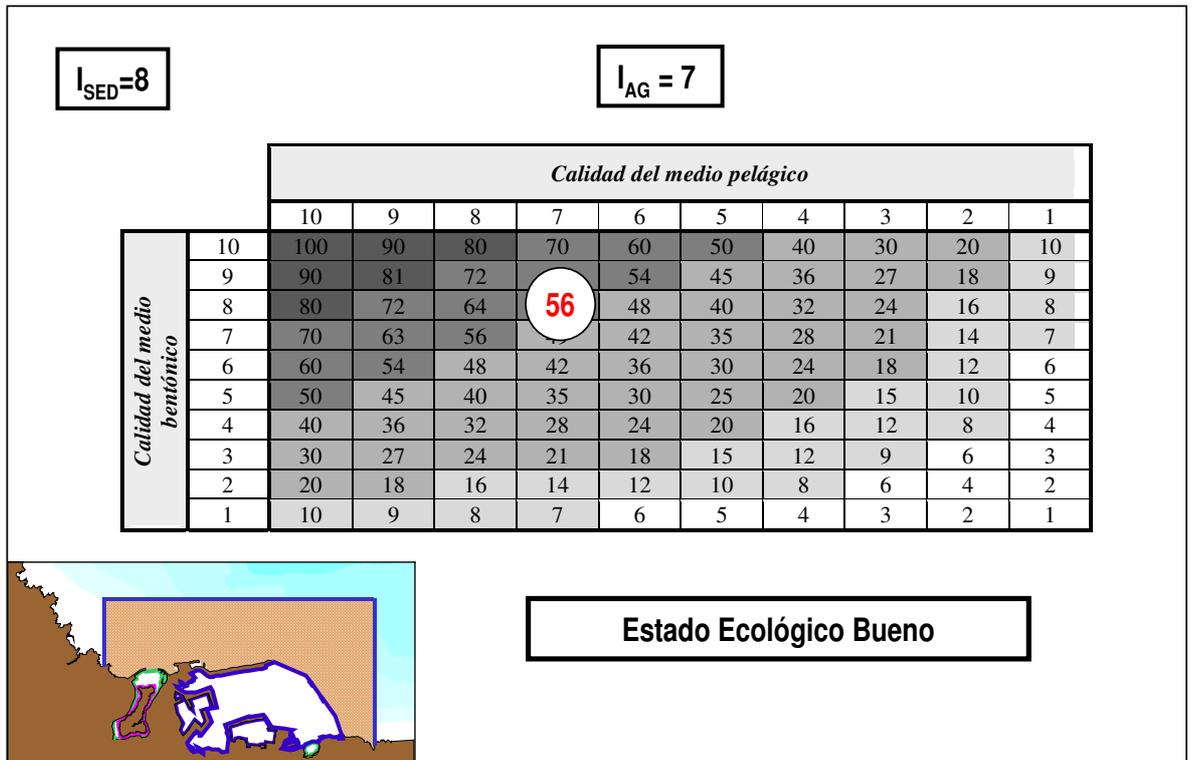
Muestras	M_1	M_2	M_3	...	M_n	Valor medio anual
COT	2.3	1.8	1.2	...	0.6	0.1
NTK	587	352	429	...	421	438
PT	853	729	672	...	864	856

2. Obtención del valor normalizado (masa de agua modificada) correspondiente al valor medio anual de cada variable.





C. Valoración del Estado Ecológico de la Masa 4.





4.1.3.5. Síntesis de la valoración de la Calidad Química y del Estado y del Potencial Ecológico de las masas de agua de la ZSP.

MASA DE AGUA	CALIDAD QUÍMICA	ESTADO-POTENCIAL ECOLÓGICO
1	Cumple	Potencial Ecológico Insuficiente →
2	Cumple	Potencial Ecológico Insuficiente →
3	Cumple	Potencial Ecológico Bueno
4	Cumple	Estado Ecológico Bueno

Activación de la Gestión de Episodios Contaminantes

4.1.4. ANÁLISIS DE LAS ZONAS PROTEGIDAS

4.1.4.1. Calidad de las Aguas de Baño

La valoración de la calidad de las aguas de baño es competencia exclusiva de los Gobiernos Autonómicos. Ésta se llevará a cabo de acuerdo al Real Decreto 734/1988 de aguas de baño, normativa de referencia en la materia.

En cualquier caso, con el objeto de completar el registro de información de la Zona de Servicio Portuario, se solicitará a la Autoridad competente toda la información relativa a las zonas de baño.

4.1.4.2. Calidad del Lugar de Importancia Comunitaria

La normativa que regula la gestión de los espacios protegidos establece el tipo de control y vigilancia que debe llevar a cabo el órgano responsable de dicha gestión. Sin embargo, y al igual que en las aguas de baño, con el único propósito de completar el registro de información de la Zona de Servicio Portuario, se solicitará a la Autoridad competente esta información.



4.2. SEGUIMIENTO EN CONTINUO

Con el objeto de que la vigilancia de la masa de agua 1, *a priori* sometida a una mayor presión, sea lo más exhaustiva posible se ha instalado una boya que tome datos de la calidad de la masa de agua en tiempo real.

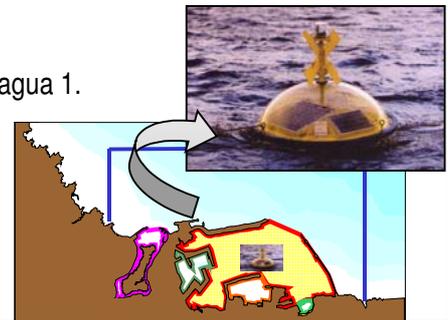
1. Características Generales.

Número y localización de la boya: 1 boya en la masa de agua 1.

Frecuencia de medida: Horaria.

Indicadores: Turbidez, Clorofila 'a', Oxígeno Disuelto (Temperatura, Salinidad), Hidrocarburos totales.

Descarga de datos: Diaria.



2. Análisis de los datos registrados por la boya.

Donde:
 M_1, M_n : Puntos de muestreo
 SAT: Saturación de oxígeno
 TURB: Turbidez
 CLA: Clorofila 'a'
 HT: Hidrocarburos totales
 DET: Detergentes

Mes Enero	Tiempo (h)	SAT	TURB	CLA	HT
Día 1	1	X_{ij}	K_{ij}	Z_{ij}	C_{ij}
	2	X_{gj}	K_{gj}	Z_{gj}	C_{gj}

Día 2	24	X_{nj}	K_{nj}	Z_{nj}	C_{nj}
	1	X_{iq}	K_{iq}	Z_{iq}	C_{iq}
	2	X_{qq}	40	Z_{qq}	C_{qq}
.....
	24	X_{nq}	K_{nq}	Z_{nq}	C_{nq}
.....

ALERTA: Incremento drástico de la turbidez

3. Activación del Programa de Gestión de Episodios Contaminantes por la detección de un episodio de contaminación marina accidental.



4.3. INSPECCIÓN VISUAL

La policía del puerto en uno de sus recorridos diarios ha detectado un episodio contaminante. Este es el parte de incidencias correspondiente a dicho episodio.

1. Características Generales.

Personal encargado: Dos personas.

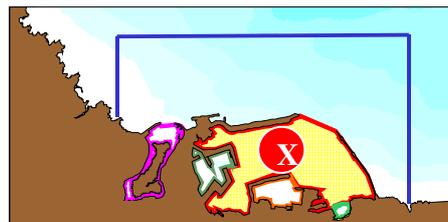
Ámbito de trabajo: Zona portuaria.

Número de inspecciones diarias: 3.

2. Redacción del parte de incidencias

Responsable de la observación: Francisco Fernández			Fecha: 2.01.04
			Hora: 15:45 horas
Localización de la incidencia	Descripción de la incidencia	Extensión (m ²)	Persona / Organismo informado
Muelle Norte	Mancha de materia particulada en suspensión muy próxima a la zona de carga-descarga del muelle.	500	Juan Robledo. Responsable del Departamento de medioambiente.

Localización del episodio contaminante:
(marcar en el mapa)



3. Activación del Programa de Gestión de Episodios Contaminantes por la detección de un episodio de contaminación marina accidental.



5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE EPISODIOS CONTAMINANTES

Los episodios contaminantes son detectados a partir de los tres planes que constituyen el Programa de Vigilancia Ambiental:

- Plan de Vigilancia Sistemática: Detección del episodio contaminante debido a una reducción en la valoración del estado o potencial ecológico de una masa de agua, o a la obtención continuada de valores normalizados bajos de cualquier indicador.
- Plan de Seguimiento en Continuo: Detección del episodio contaminante por la obtención continuada de valores normalizados bajos de cualquier indicador medido en un sistema de medición en continuo.
- Plan de Inspección Visual: Detección visual de los efectos derivados de la introducción de contaminantes en el medio acuático portuario.

También pueden ser detectados episodios contaminantes a partir de otro tipo de vías como las denuncias o las alertas.

El Programa de Gestión de Episodios Contaminantes se basa en las siguientes tareas:

- A. Detección del episodio contaminante.
- B. Comunicación del episodio contaminante.
- C. Activación inmediata de los Planes Interiores de Contingencia.
- D. Identificación del origen.
 - E.1. Adopción de medidas preventivas y correctoras.
 - E.2. Programa de medidas.
- F. Comprobación de los resultados.

A continuación se detallan algunos ejemplos de posibles episodios contaminantes detectados en el puerto de San Luis.



5.1. EPISODIO CONTAMINANTE 1

A. Detección del episodio contaminante.

El Programa de Gestión de Episodios Contaminantes se activa debido a que el Plan de Vigilancia Sistemática detecta que el Potencial Ecológico de la masa de agua 1 es insuficiente.

B. Comunicación del episodio contaminante.

Una vez detectado el episodio contaminante deberá comunicarse a todas las autoridades competentes la presencia de dicho episodio y transmitir la información existente sobre el mismo.

C. Activación inmediata de los Planes Interiores de Contingencias.

Al producirse un episodio contaminante, con independencia de que se haya identificado su origen, se activan de forma inmediata todos los procedimientos de activación, coordinación y actuación de los Planes Interiores de Contingencia que proceda.

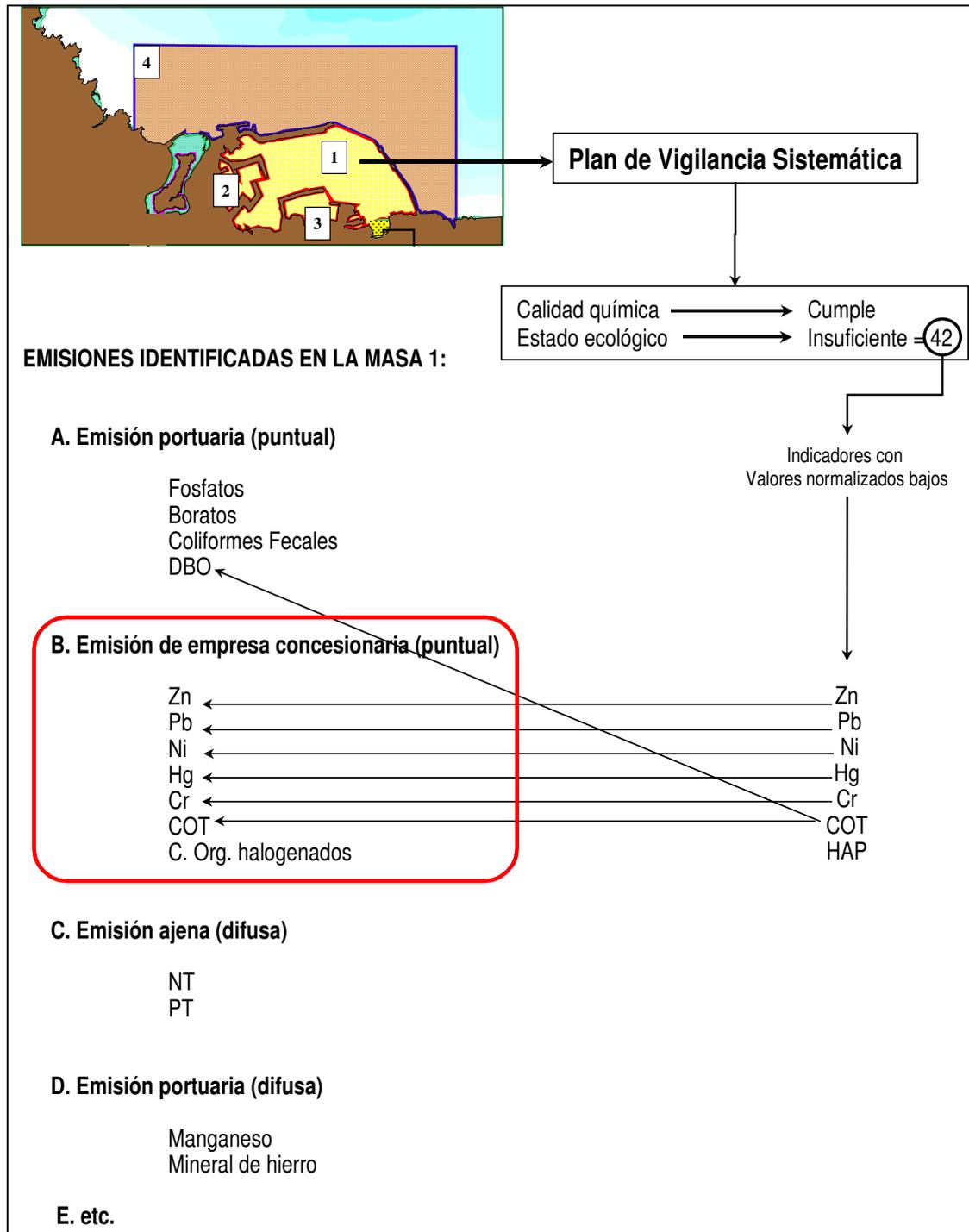
D. Identificación del origen.

Para poder identificar el origen, es decir, conocer la emisión o emisiones contaminantes que provocan este episodio contaminante se lleva a cabo un estudio detallado de los indicadores medidos en el Plan de Vigilancia Sistemática. Dicho estudio se realiza con el objeto de encontrar una relación entre los indicadores que disminuyen la calidad de la masa de agua y las sustancias emitidas al medio por las diferentes emisiones contaminantes.



Este proceso se lleva a cabo comparando la información recopilada en el proceso de localización y caracterización de las emisiones contaminantes con valores normalizados de los indicadores.

Como puede observarse los indicadores con peores resultados coinciden, en su mayoría, con las sustancias emitidas por una empresa concesionaria.





E.1. Adopción de medidas preventivas y correctoras.

En este ejemplo el episodio contaminante se produce a partir de una empresa concesionaria. Por tanto, se comunicará a la empresa concesionaria los resultados obtenidos para que pueda adoptar las medidas correctoras necesarias para eliminar o reducir en la medida de lo posible, sus consecuencias sobre la calidad de la masa de agua. Debido a que el episodio contaminante se produce a través de una emisión contaminante ya identificada en el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales, las medidas preventivas y correctoras aplicadas son aquéllas que se propusieron en dicho Programa.

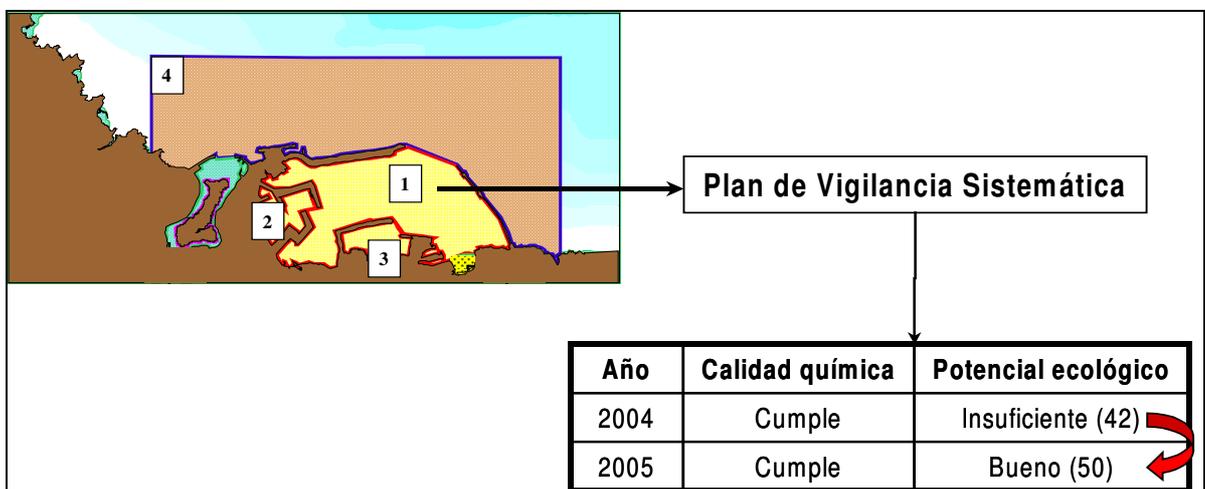
F. Comprobación de los resultados.

La comprobación de los resultados se realizará, en los años sucesivos, a partir de los datos obtenidos del Plan de Vigilancia Sistemática.

En el caso de que los resultados de la valoración de la calidad química y del potencial ecológico mejoren con el tiempo podrá concluirse que las medidas correctoras adoptadas han sido satisfactorias.

Por el contrario, si en los años siguientes los resultados de la valoración indican una estabilización o empeoramiento, entonces, se tendrán que replantear las medidas adoptadas con el fin de mejorar los resultados.

Como puede observarse en este ejemplo, las medidas correctoras aplicadas por la empresa concesionaria mejoran el potencial ecológico de la masa de agua 1.





5.2. EPISODIO CONTAMINANTE 2

A. Detección del episodio contaminante.

El Programa de Gestión de Episodios Contaminantes se activa cuando el Plan de Vigilancia Sistemática detecta que el Potencial Ecológico de la masa de agua 2 es insuficiente.

B. Comunicación del episodio contaminante.

Una vez detectado el episodio contaminante deberá comunicarse a todas las autoridades competentes la presencia de dicho episodio y transmitir la información existente sobre el mismo.

C. Activación inmediata de los Planes Interiores de Contingencias.

Al producirse un episodio contaminante, con independencia de que se haya identificado su origen, se activan de forma inmediata todos los procedimientos de activación, coordinación y actuación de los Planes Interiores de Contingencia que proceda.

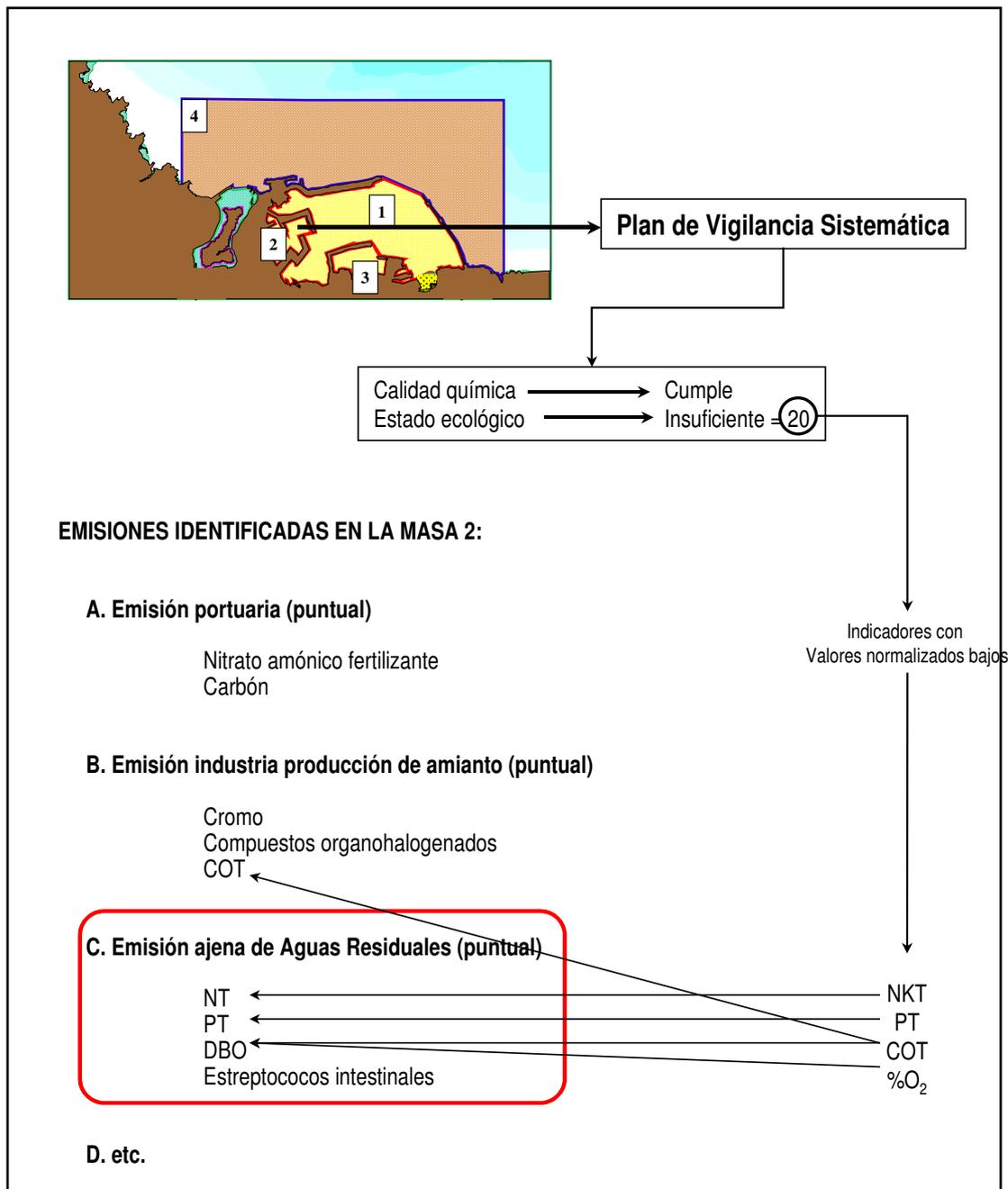
D. Identificación del origen.

La identificación del origen, es decir, el conocimiento de la emisión o emisiones contaminantes que provocan el episodio contaminante, se realiza a partir de un estudio detallado de los indicadores medidos en el Plan de Vigilancia Sistemática. Este estudio se lleva a cabo con el objetivo de encontrar una relación entre los indicadores que disminuyen la calidad de la masa de agua y las sustancias emitidas al medio por las diferentes emisiones contaminantes.



Este proceso se lleva a cabo comparando la información recopilada en el proceso de localización y caracterización de las emisiones contaminantes con valores normalizados de los indicadores.

Como se puede observar en el ejemplo, los indicadores con peores valores normalizados coinciden, en su mayoría, con las sustancias emitidas por la emisión de aguas residuales.





E.1. Adopción de medidas preventivas y correctoras.

En este ejemplo, el episodio contaminante se detecta a partir del Plan de Vigilancia Sistemática, por tanto, se produce como consecuencia de un proceso de contaminación continua, de aguas residuales procedentes de una empresa ajena al puerto. Por este motivo, se comunicará a la empresa los resultados obtenidos con el fin de que se ponga fin al episodio contaminante.

La adopción de medidas preventivas y correctoras tiene como objetivo eliminar el episodio contaminante o reducir, en la medida de lo posible, sus consecuencias sobre la calidad de la masa de agua. Debido a que el episodio contaminante se produce a través de una emisión contaminante ya identificada en el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales, las medidas preventivas y correctoras aplicadas son aquéllas que se propusieron en dicho Programa.

F. Comprobación de los resultados.

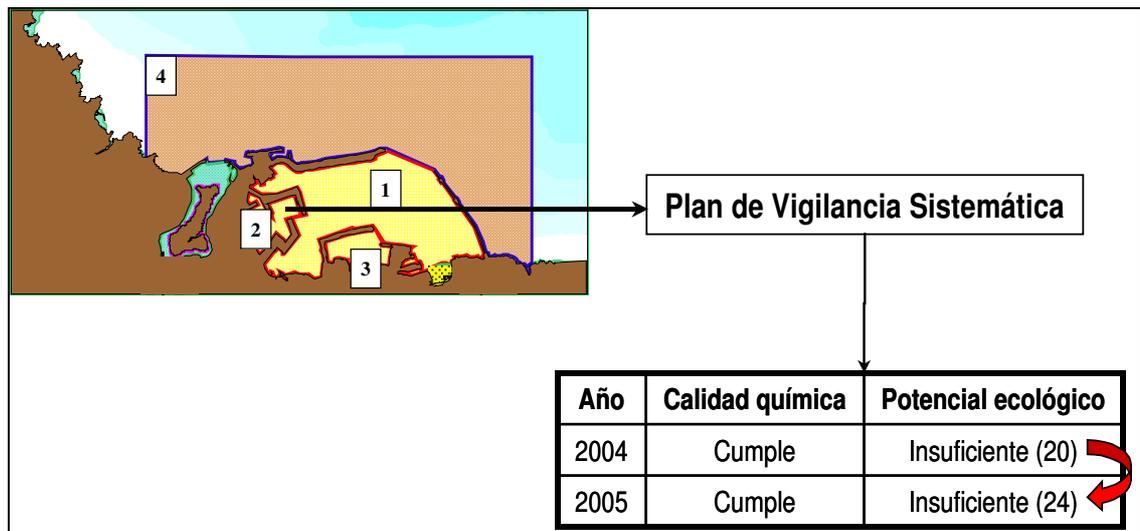
El Plan de Vigilancia Sistemática es un proceso continuo que sirve para la obtención de la evolución de la calidad en el medio, por ello, éste será el instrumento de comprobación de los resultados que se utilizará en los años sucesivos.

En el caso de que los resultados de la valoración de la calidad química y del potencial ecológico mejoren, se podrá concluir que las medidas correctoras adoptadas han sido satisfactorias.

Por el contrario, si los resultados de los años siguientes se estabilizan o empeoran entonces, se comunicará al responsable de la emisión los resultados obtenidos para que replantee las medidas adoptadas.



En este ejemplo, las medidas correctoras aplicadas no han mejorado sustancialmente el potencial ecológico de la masa de agua 2. Por este motivo, y con el fin de adoptar otras medidas correctoras que permitan incrementar el potencial ecológico de la masa de agua, se vuelve a activar el Programa de Gestión de Episodios Contaminantes.





5.3. EPISODIO CONTAMINANTE 3

A. Detección del episodio contaminante.

El Programa de Gestión de Episodios Contaminantes se activa debido a que alguno de los indicadores medidos en el Plan de Seguimiento en Continuo registra valores normalizados bajos y a que el Plan de Inspección Visual detecta una anomalía en el medio acuático.

B. Comunicación del episodio contaminante.

Una vez detectado el episodio contaminante deberá comunicarse a todas las autoridades competentes la presencia de dicho episodio y transmitir la información existente sobre el mismo.

C. Activación inmediata de los Planes Interiores de Contingencias.

Al producirse un episodio contaminante, con independencia de que se haya identificado su origen, se activan de forma inmediata todos los procedimientos de activación, coordinación y actuación de los Planes Interiores de Contingencia que proceda.

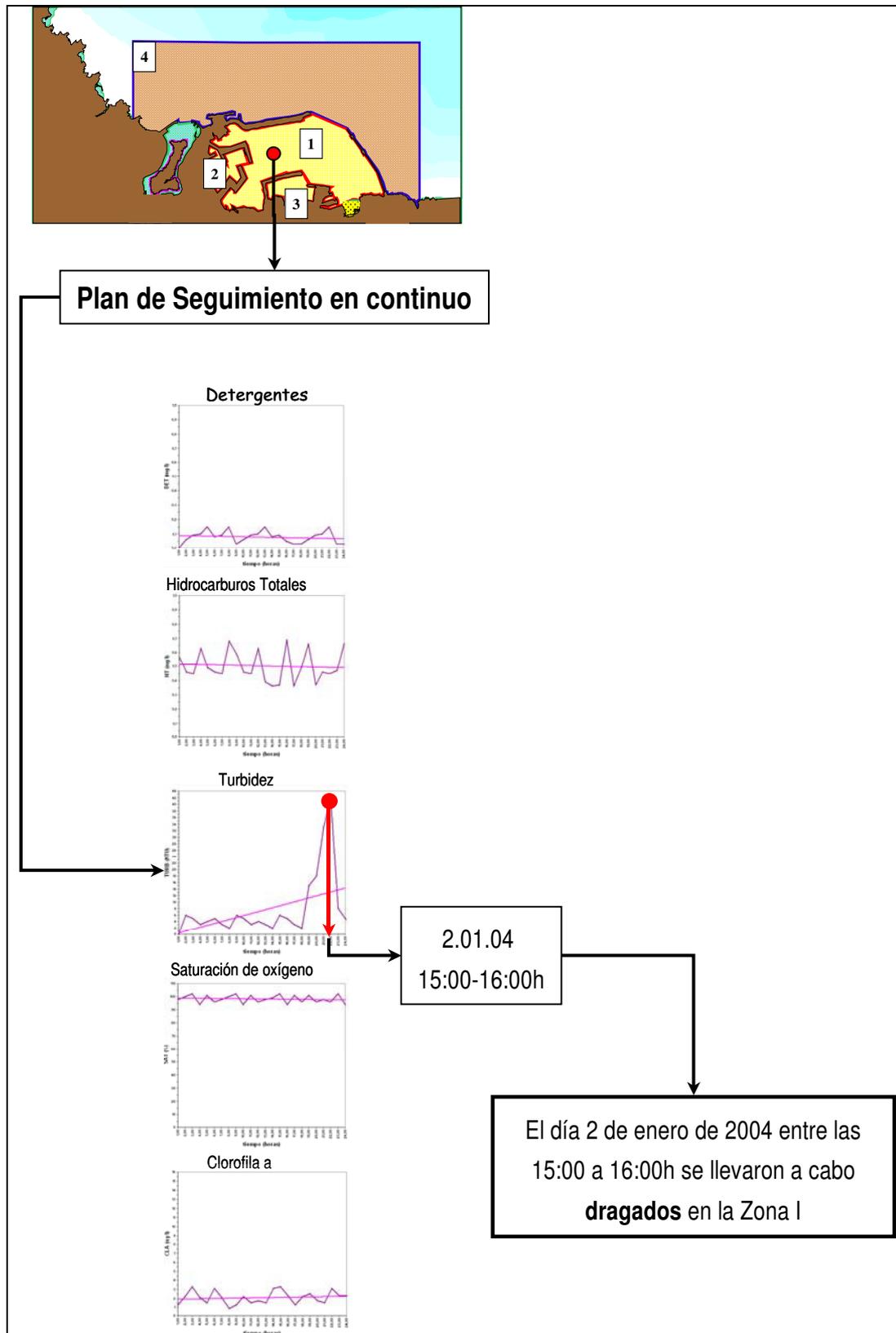
D. Identificación del origen.

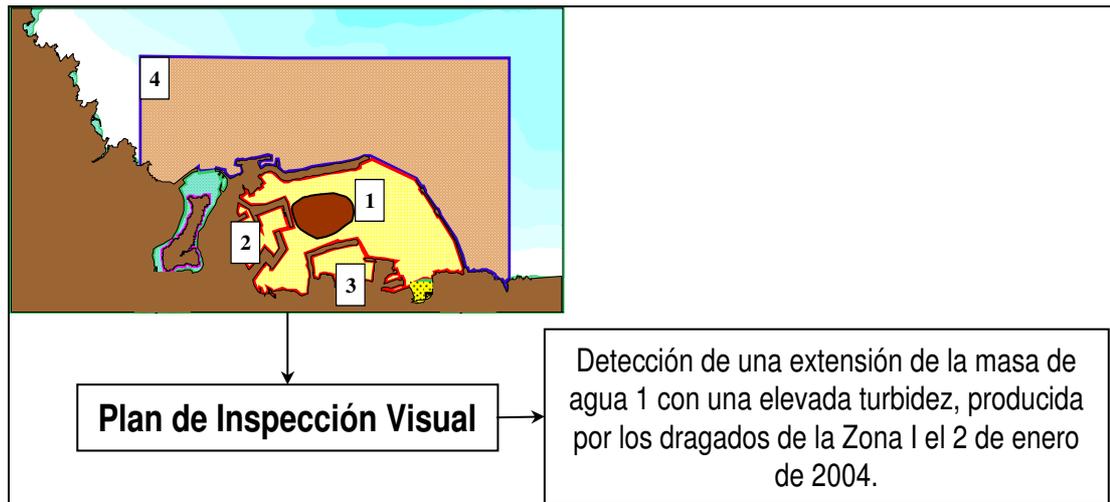
Para poder identificar el origen, es decir, conocer la emisión o emisiones contaminantes que han provocado el episodio se lleva a cabo un estudio detallado del incremento de las variables medidas en el Plan de Seguimiento en Continuo. Este estudio se realiza con el objeto de encontrar una relación entre el descenso de los valores normalizados del indicador con las sustancias emitidas al medio y las actividades que se llevan a cabo en el momento del descenso del coeficiente de dicho indicador.

Por otra parte, se realiza una vigilancia ocular continua, con el fin de obtener todos los datos posibles (tipo de episodio, color, olor, extensión, etc).



Como puede observarse en el ejemplo el episodio se relaciona con la actividad de extracción de sedimentos en la masa de agua 1.





E.1. Adopción de medidas preventivas y correctoras.

La adopción de medidas correctoras tiene como objetivo eliminar el episodio contaminante o reducir, en la medida de lo posible, sus consecuencias sobre la calidad de la masa de agua.

En este ejemplo, el episodio contaminante es producido por una emisión identificada en el Programa de Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales. Las medidas que deberán aplicarse serán aquellas que estén recogidas en el mencionado programa en el apartado de propuesta de medidas preventivas y correctoras para la emisión contaminante.

F. Comprobación de los resultados.

La comprobación de los resultados se realizará, en las horas o días sucesivos, a partir de los resultados obtenidos del Plan de Seguimiento en Continuo y lo observado en el Plan de Inspección Visual.

En el caso de que los valores normalizados correspondientes al indicador se mejoren se concluye que las medidas correctoras adoptadas han sido satisfactorias. Por el contrario, si los resultados obtenidos sólo disminuyen con el cese de la actividad entonces, se debe replantear, la aplicación de medidas preventivas diferentes a las adoptadas con el objetivo de que no vuelva a repetirse el episodio contaminante.



En este caso, las medidas correctoras aplicadas no mejoran los resultados, sólo el cese de la actividad produce un aumento de los valores normalizados del indicador y la desaparición de la extensión afectada.

