



Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

Módulo I: Contaminación Ambiental

**VERTIDOS AL MAR DE
AGUAS RESIDUALES.
EMISARIOS SUBMARINOS**

AUTOR: ANTONIO RUIZ MATEO

Índice

1. INTRODUCCION	3
2. USOS DEL LITORAL	5
3. LA CAPACIDAD DEPURADORA DEL MAR.....	5
4. NORMATIVA.....	5
4.1. LEGISLACIÓN DERIVADA DE CONVENIOS INTERNACIONALES	5
4.2. LEGISLACIÓN DERIVADA DEL DERECHO COMUNITARIO	5
4.3. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA DE ÁMBITO ESTATAL	5
4.4. LEGISLACIÓN DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....	5
5. DISEÑO DE EMISARIOS SUBMARINOS.....	5

ANEJO:

INSTRUCCIÓN PARA EL PROYECTO DE CONDUCCIONES DE VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES DESDE TIERRA AL MAR

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

1. INTRODUCCION

La Agenda 21, aprobada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en 1992 (Conferencia de Río) aborda los problemas acuciantes de hoy y también trata de preparar al mundo para los desafíos del próximo siglo. Refleja un consenso mundial y un compromiso político al nivel más alto sobre el desarrollo y la cooperación en la esfera del medio ambiente.

Su capítulo 17 se titula ***Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados, y de las zonas costeras, y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos.*** En su introducción podemos leer lo siguiente:

“El medio marino, a saber, los océanos, todos los mares y las zonas costeras adyacentes, constituye un todo integrado que es un componente esencial del sistema mundial de sustentación de la vida y un valioso recurso que ofrece posibilidades para un desarrollo sostenible. El derecho internacional, reflejado en las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar que se mencionan en el presente capítulo, establece los derechos y las obligaciones de los Estados y proporciona la base internacional en que se fundan la protección y el desarrollo sostenible del medio marino y costero y sus recursos. Ello exige nuevos enfoques de la ordenación y el desarrollo del medio marino y las zonas costeras en los planos nacional, subregional, regional y mundial, que deben ser integrados en su contenido y estar orientados hacia la previsión y la prevención, tal como se refleja en las siguientes esferas de programas:

- a) Ordenación integrada y desarrollo sostenible de las zonas costeras y las zonas marinas, entre ellas las zonas económicas exclusivas;
- b) Protección del medio marino;
- c) Aprovechamiento sostenible y conservación de los recursos marinos vivos de Alta Mar
- d) Aprovechamiento sostenible y conservación de los recursos marinos vivos sujetos a la jurisdicción nacional;
- e) Solución de las principales incertidumbres que se plantean respecto de la ordenación del

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

medio marino y el cambio climático;

f) Fortalecimiento de la cooperación internacional y de la cooperación y la coordinación regionales;

g) Desarrollo sostenible de las islas pequeñas.”

El apartado 27 de este capítulo se refiere a las aguas residuales y dice lo siguiente:

“En lo que respecta a las aguas residuales, entre las actividades prioritarias que examinen los Estados podrían incluirse las siguientes:

- a) Tener presente la cuestión de las aguas residuales al formular o revisar planes de desarrollo costero, entre ellos los planes relativos a los asentamientos humanos.
- b) Construir y mantener instalaciones de tratamiento de aguas residuales de conformidad con las políticas y la capacidad nacional y la colaboración internacional disponible.
- c) Emplazar en las costas las bocas de desagüe de forma que se mantenga un nivel aceptable de calidad del medio ambiente y que los criaderos de mariscos, las tomas de agua y las zonas de baño no estén expuestos al contacto con agentes patógenos.
- d) Promover los tratamientos complementarios ecológicamente racionales de los efluentes de origen doméstico y los efluentes compatibles de origen industrial, mediante la utilización, cuando sea posible, de controles de la entrada de efluentes que no sean compatibles con el sistema.
- e) Promover el tratamiento primario de las aguas residuales municipales que se descargan en ríos, estuarios y el mar u otras soluciones adecuadas para cada lugar concreto.
- f) Establecer y mejorar programas reguladores y de vigilancia en los planos local, nacional, subregional y regional según sea necesario, con el fin de controlar la descarga de efluentes utilizando directrices mínimas para los efluentes de aguas residuales y criterios sobre la calidad del agua y teniendo debidamente en cuenta las características de las aguas receptoras y el volumen y tipo de contaminantes.”

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

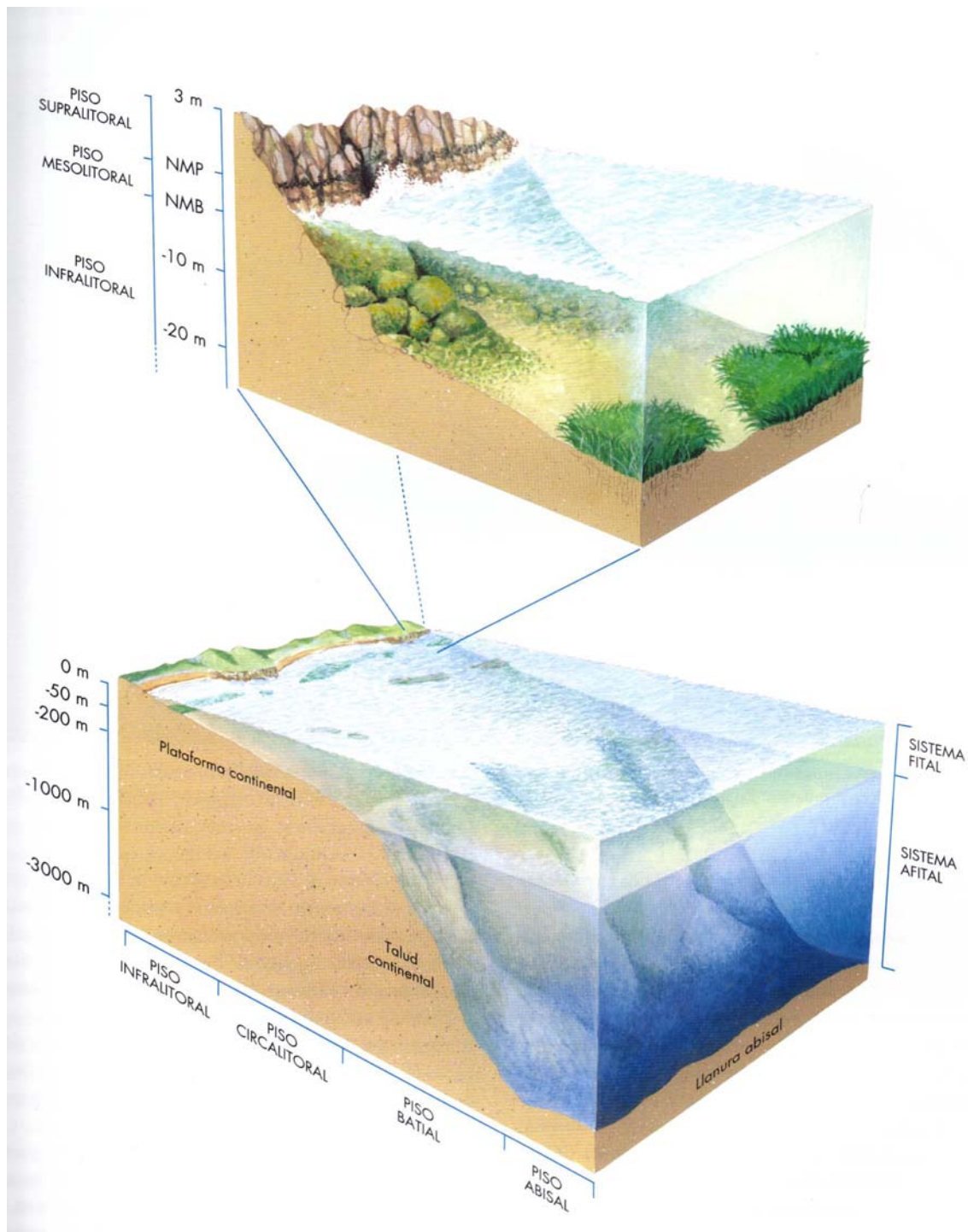
2. USOS DEL LITORAL

La inmensidad del medio marino es más una realidad geográfica que biológica o ecológica. Basta recordar que la plataforma continental, que representa un 7,6% de la superficie de los océanos, y menos de un 1% de su volumen constituye el origen del 87% de las aportaciones totales de la pesca y el 100% en lo que se refiere al marisco lo que puede dar una idea de las diferencias de riqueza biológica.

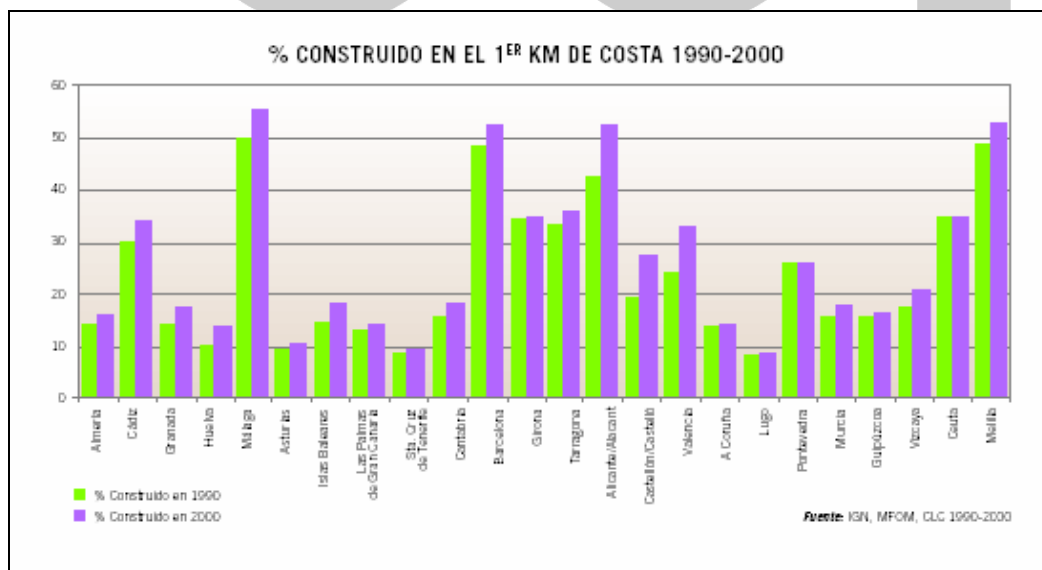
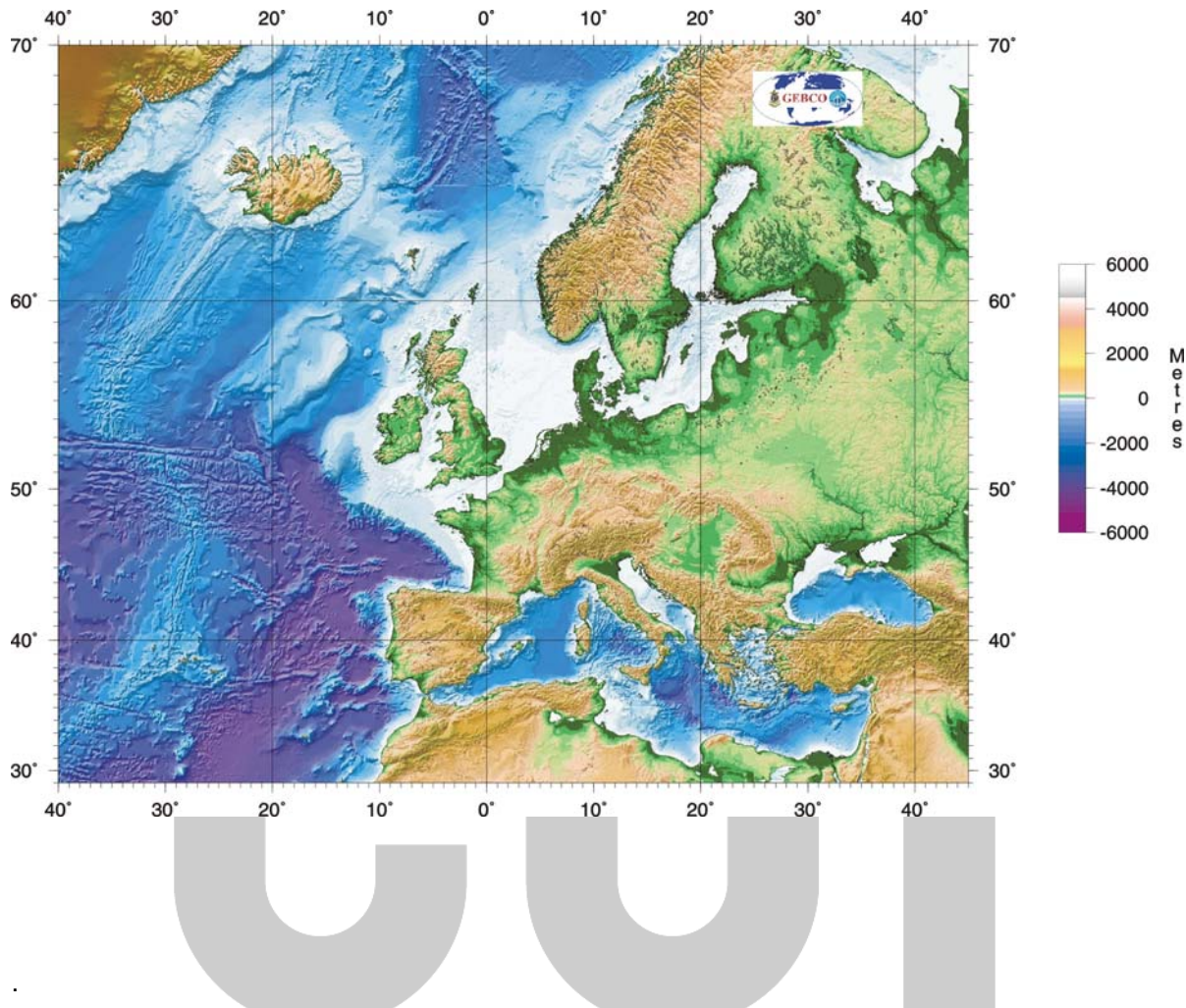
Respecto a su utilización por el ser humano, la zona que concentra la mayor intensidad de usos es todavía más pequeña pues se reduce a una franja litoral de algunos kilómetros de anchura a cada lado de la costa donde, además, cuanto más nos acercamos a la línea de costa, mayor es la demanda de usos. Así, según el Informe *Perfil Ambiental de España 2005* del Ministerio de Medio Ambiente, el 79% de la población y el 78% de las viviendas principales se concentra ya en el 12% de los municipios con una superficie del 19% del territorio. En el litoral, la superficie urbanizada en el primer kilómetro ha aumentado considerablemente durante la última década. En algunas provincias, el litoral urbanizado supera el 50% de la línea de costa

En la parte marina de la franja costera encontramos usos tan extendidos como los baños, la pesca de bajura, la navegación recreativa o los cada vez más numerosos cultivos marinos. Hasta la navegación, que es una de las actividades humanas que se extiende por todo el océano, tiene sus puntos de concentración (puertos y fondeaderos) instalados en la zona litoral.

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008



Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008



Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

3. LA CAPACIDAD DEPURADORA DEL MAR

Pero además de estos usos que, por ser compartidos activamente por un gran número de personas están en la mente de todos, existe otro no menos importante ni necesario que consiste en aprovechar la indudable capacidad depuradora del mar para determinados tipos de contaminantes como un elemento más de un sistema completo de tratamiento de los residuos de la actividad humana y, concretamente, de las aguas residuales que se vierten desde tierra.

En efecto, el mar dispone del oxígeno disuelto necesario para neutralizar la DBO de un agua residual sin que su concentración baje a niveles alarmantes siempre que se asegure la dilución inicial necesaria, cosa que en los ríos, por ejemplo, no es fácil conseguir. Para fijar ideas conviene hacer unos números. Un agua residual bruta tiene una concentración de DBO₅ de unos 350 mg/l. Por otra parte, el agua de mar, por la agitación debida al oleaje, se encuentra casi siempre saturada la oxígeno, lo que supone una concentración de oxígeno disuelto de unos 10 mg/l. Si mediante un adecuado dispositivo difusor se consigue rápidamente una dilución de 100 a 1, la concentración de DBO₅ en la mezcla será de 3,5 mg/l. Esto significa que al cabo de 5 días, aunque no se hubiera producido ninguna dilución adicional, la concentración de oxígeno disuelto sería de $10 - 3,5 = 6,5$ mg/l, todavía bastante por encima de las concentraciones que pueden producir problemas a la vida acuática (del orden de 4,5 mg/l).

El mar también dispone de la superficie que tanto se escatima por su elevado coste en el diseño de los estanques de sedimentación. Si el entorno del punto de vertido no tiene fondos de especial valor ecológico y siempre que el efluente no contenga sustancias peligrosas (es decir, tóxicas, persistentes y bioacumulables), se puede aceptar que juegue el papel de un estanque de sedimentación si se acompaña de un adecuado programa de vigilancia.

Pero sobre todo, su elevada salinidad y su prolongada exposición a la radiación solar le confieren un poder bactericida que se ve reforzado por la acción de microdepredadores, la actividad antiséptica de las secreciones producidas por las algas y el antagonismo de las bacterias específicamente marinas.

Es muy habitual medir esta capacidad antiséptica mediante el parámetro T_{90} , que se define

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

como el tiempo que tiene que transcurrir para que desaparezca el 90% del contaminante considerado¹. En el mar son corrientes valores del T_{90} del orden de algunas horas, mientras que en un río es del orden de un día y en un estanque de lagunaje, del orden de varios días.

La importancia que tiene esta capacidad depuradora se hace más patente repasando las siguientes cifras: Un efluente urbano de composición normal tiene una concentración de coliformes fecales del orden de $10^8/100$ ml; una sedimentación primaria divide dicha concentración por la mitad y un tratamiento biológico la divide por cinco. Sin embargo, la concentración límite establecida como objetivo de calidad para aguas de baño es de $2000/100$ ml como valor imperativo (nivel de excedencia del 95%) y de $100/100$ ml como valor guía. Los factores de reducción necesarios son, pues, del orden de 10^5 y aún así, las medidas experimentales realizadas en torno a emisarios submarinos en funcionamiento demuestran que se pueden conseguir a condición de que el efluente tenga una gran dilución inicial y que permanezca un tiempo suficiente en el agua del mar antes de llegar a las zonas de baño.

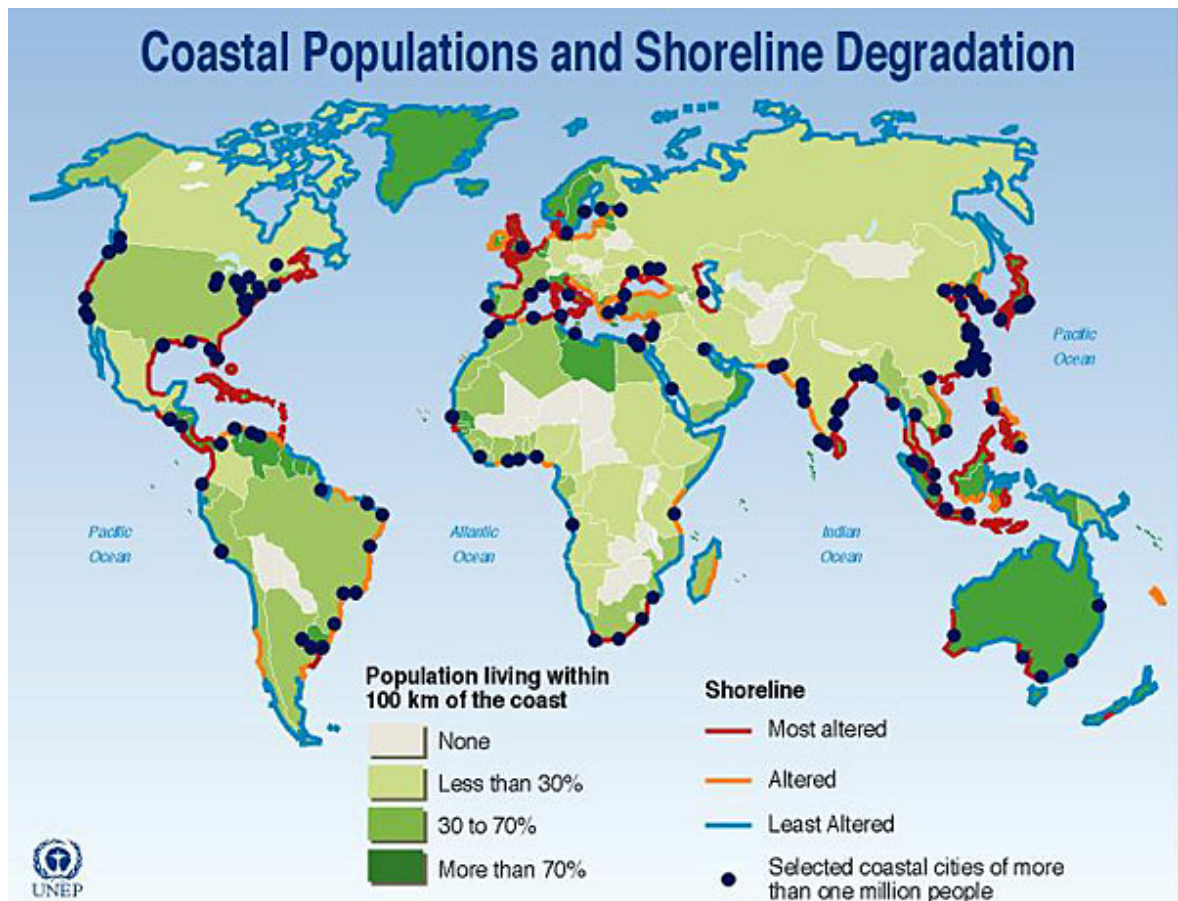
Para ilustrar la importancia de este tipo de uso del dominio público marítimo-terrestre recordemos que más del 35% de la población española vive en los municipios costeros que, sin embargo, sólo suponen el 7% de su territorio. A esto hay que añadir el 90% de los más de 50 millones de turistas que nos visitan cada año que pasan sus vacaciones en la costa.

¹ Este concepto se basa en la suposición de que la eliminación de un contaminante dado en un medio dado es un proceso que sigue lo que en Química se llama *cinética de primer orden*, o sea, que la velocidad de eliminación es proporcional a la concentración existente en cada momento. Si llamamos C a la concentración, esto puede expresarse mediante la ecuación $dC/dt = -\lambda \cdot C$, siendo t el tiempo y λ una constante de proporcionalidad. Integrando esta ecuación se obtiene

$$C = C_0 \exp(-\lambda t) = C_0 \cdot 10^{-t/T_{90}}$$

donde C_0 es la concentración inicial y $T_{90} = (\ln 10) / \lambda$. De esta expresión se deduce la interpretación del parámetro T_{90} .

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008



Source: Burke et al., World Resources Institute, Washington DC, 2001; Paul Harrison and Fred Pearce, *AAAS Atlas of Population and Environment 2001*, American Association for the Advancement of Science, University of California Press, Berkeley.

Naturalmente, la utilización del mar como parte de un sistema de tratamiento de aguas residuales constituye un uso del dominio público que puede entrar en conflicto con otros usos legítimos del mismo además de representar un riesgo para la ecología de la zona, razón por la cual debe estar sujeto a ciertas restricciones.

4. NORMATIVA

Las normas legales más relacionadas con los vertidos desde tierra son las siguientes:

4.1. LEGISLACIÓN DERIVADA DE CONVENIOS INTERNACIONALES

- Convenio para la protección del medio ambiente marino del Atlántico Nordeste (Oslo-París, 1993). También conocido como Convenio OSPAR.

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

- Protocolo relativo a la Protección del Mar Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre (Atenas, 1980), que forma parte del Convenio para la Protección del Mar Mediterráneo contra la Contaminación (Barcelona, 1976).
- Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias (Londres, 1972). Muy modificado por el protocolo de 1996.

4.2. LEGISLACIÓN DERIVADA DEL DERECHO COMUNITARIO

- DIRECTIVA DEL CONSEJO, 76/160/CEE, del 8 de Diciembre de 1975, referente a la calidad de aguas de baño. En 1994 la Comisión preparó una propuesta de modificación de esta Directiva, pero posteriormente la retiró. El 21 de diciembre de 2000 presentó al Parlamento europeo y al Consejo una Comunicación sobre *Elaboración de una nueva política de las aguas de baño*.
- DIRECTIVA DEL CONSEJO, 76/464/CEE, de 4 de Mayo de 1976, referente a la contaminación producida por ciertas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad

y como desarrollo o modificación de la anterior:

- * DIRECTIVA DEL CONSEJO, 82/176/CEE, de 22 de Mayo de 1982, referente a los valores límite y los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrolisis de los cloruros alcalinos.
- * DIRECTIVA DEL CONSEJO, 83/513/CEE, de 26 de Septiembre de 1983, referente a los valores límites y objetivos de calidad para los vertidos de cadmio.
- * DIRECTIVA DEL CONSEJO, 84/91/CEE, de 9 de Octubre de 1984, referente a los valores límites y los objetivos de calidad de los vertidos de hexaclorociclohexano.
- * DIRECTIVA DEL CONSEJO, 84/156/CEE, de 8 de Marzo de 1984, referente a los valores límites y los objetivos de calidad de los vertidos de mercurio de otros sectores que el de la electrolisis de cloruros alcalinos.
- * DIRECTIVA DEL CONSEJO, 86/280/CEE, 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.
- * DIRECTIVA DEL CONSEJO, 86/347/CEE, 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.
- * DIRECTIVA DEL CONSEJO, 90/415/CEE, de 27 de Julio de 1990, por la que se modifica el Anejo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anejo de la Directiva 76/464/CEE.

- DIRECTIVA DEL CONSEJO, 79/923/CEE, de 30 de Octubre de 1979 sobre la calidad requerida para las aguas de cultivos de moluscos.
- DIRECTIVA DEL CONSEJO, 91/27/CEE, de 21 de Mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

4.3. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA DE ÁMBITO ESTATAL

- LEY DE COSTAS 22/1988, de 28 de Julio, (B.O.E.-nº 181, de 29 de Julio de 1988).
- REAL DECRETO 1471/1989, de 1 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (B.O.E. nº 297, de 12 de Diciembre de 1989).
- REAL DECRETO 734/1988, de 1 de Julio, por el que se establecen normas de calidad de las aguas de baño (B.O.E. nº 167, de 13 de Julio de 1988).
- CORRECCION de errores del Real Decreto 734/1988 de 1 de Julio, por el que se establecen normas de calidad de las aguas de baño (B.O.E. nº 169, de 15 de Julio de 1988).
- 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 (B.O.E. nº 64, de 16 de Marzo de 1989).
- ORDEN de 31 de Octubre de 1989, por la que se establecen normas de emisión, objetivos de calidad, métodos de medida de referencia y procedimiento de control relativos a determinadas sustancias peligrosas contenidas en los vertidos desde tierra al mar (B.O.E. nº 271, de 11 de Noviembre de 1989).
- REAL DECRETO 345/1993, de 5 de Marzo, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos.
- **ORDEN de 13 de Julio de 1993, por la que se aprueba la "Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido desde tierra al mar".**
- RESOLUCIÓN de 28 de abril de 1995 (Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda), por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995, que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (1995-2005) (BOE núm. 113, de 12 de mayo de 1995)

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

- REAL DECRETO 484/1995, de 7 de abril, sobre medidas de regularización y control de vertidos (BOE núm. 95, de 21 de abril de 1995; rectific. BOE núm. 114, de 13 de mayo de 1995). Regula los vertidos a ríos.
- REAL DECRETO-LEY 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas (BOE núm. 312, de 30 de diciembre de 1995) y REAL DECRETO 509/1996 que lo desarrolla.
- REAL DECRETO 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias (BOE núm. 61, de 11 de marzo de 1996).

De todas ellas, la que aparece en negrilla es la que contiene mayor información relativa al diseño de los dispositivos de vertido de aguas residuales. Por esta razón se adjunta a la presente ponencia el texto íntegro de dicha Instrucción, cuyo contenido será explicado durante el desarrollo de la clase.

4.4. LEGISLACIÓN DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Las Comunidades Autónomas españolas han ido desarrollando su propia legislación sobre este tema, pero el grado de desarrollo es muy diferente entre ellas. A título de ejemplo mencionaremos las disposiciones aprobadas por la Junta de Andalucía, una de las Comunidades que posee un cuerpo legislativo mejor estructurado.

- DECRETO 334/1994, de 4 de octubre, por el que se regula el procedimiento para la tramitación de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo-terrestre y de uso en zona de servidumbre de protección
- DECRETO 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la calidad de las aguas litorales.
- ORDEN del 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por los vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996.
- ORDEN de 24 de julio de 1997, por la que se aprueba el pliego de condiciones generales para el otorgamiento de autorizaciones de vertido al dominio público marítimo-terrestre.
- DECRETO 196/1997, de 29 de agosto, por el que se establece el procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones de uso en las zonas de servidumbre de protección del dominio público marítimo-terrestre y de vertido desde tierra al mar.

5. DISEÑO DE EMISARIOS SUBMARINOS

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

En la página siguiente puede verse un esquema de lo que puede considerarse un emisario submarino típico. En dicho esquema se indican valores representativos de las variables más importantes

En España el diseño de los emisarios submarinos está regulado por la *Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido de aguas residuales desde tierra al mar*, que se adjunta como anejo.

eoi

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE
UN EMISARIO SUBMARINO

