

CONTAMINACION PORTUARIA

LUIS PEÑALVER CAMARA (*)

RESUMEN. Los puertos son considerados como fuentes puntuales de contaminación del litoral. No obstante, esta contaminación es, en su mayor parte, debida a las ciudades e industrias asentadas en su entorno, que consideran las aguas portuarias como el receptor de sus residuos. Esto no debe hacer olvidar que el puerto es a su vez determinante de una contaminación específica como consecuencia de su actividad. En esta publicación se pasa revista someramente a las principales fuentes determinantes de la contaminación portuaria, así como a las medidas correctoras del deterioro de las aguas y sedimentos, que comprende, el cumplimiento de las normativas existentes para evitar la contaminación y la utilización de medios mecánicos para la recogida de aceites y sólidos.

ABSTRACT. *Harbours are considered to be coastal pollution spots. However, this pollution is chiefly caused by the cities and industries situated in their hinterlands because harbour waters are treated as dumping points for their wastes; this does not mean to say that the port activity itself is not a cause of pollution. The main sources of harbour pollution are briefly described in this paper, together with steps taken to reverse the process of deterioration in the water and sediment. Such measures include the enforcement of the laws which exist to prevent pollution, as well as the use of mechanical means for the removal of oils and solid material.*

INTRODUCCION

Por lo general muchos puertos son fuentes de contaminación puntual situados en el litoral, ya que son receptores de multitud de efluentes urbanos e industriales. De la misma forma son receptores de agua de escorrentía de las propias superficies portuarias y de la zona donde se encuentra ubicado. Asimismo muchos puertos se encuentran en ríos y estuarios y los ríos que llegan a éstos están a su vez contaminados por los efluentes de las ciudades e industrias próximas a su entorno, sin olvidar que cuando llegan a la ciudad donde se encuentra asentado el puerto ya llevan una elevada carga contaminante.

Por todos estos motivos las aguas y los sedimentos de los puertos en determinadas zonas o en toda su extensión pueden presentar problemas de contaminación que es necesario valorar con el fin de poner medios que corrijan o reduzcan en la mayor medida posible tal deterioro.

Hoy en día existe una tendencia en las ciudades portuarias de no vivir de espaldas al mar y de englobar el puerto en la ciudad acondicionándolo estéticamente.

Este acondicionamiento estético no pasa única y exclusivamente por mejorar o reformar viejos edificios o tingfados o acondicionar la carga y la descarga, hay que llevar a cabo una política de saneamiento de las aguas portuarias y en consecuencia de sus sedimentos. Esto no es sólo misión de las autoridades portuarias, sino más bien del Ayuntamiento en el que se encuentra asentado el puerto, procediendo a la instauración de un Plan de Saneamiento Integral que destierre de una vez por todas el vertido indiscriminado a las dársenas portuarias, que no se deben considerar como el receptor de residuos. A

su vez se debe exigir a las industrias asentadas en las proximidades del puerto a proceder a una previa depuración de sus efluentes con el fin de que sean admisibles en la red de alcantarillado.

Una vez que esto sea una realidad, el puerto deberá proceder por un lado a evitar que estas industrias viertan sustancias contaminantes a la superficie portuaria, ya que el agua de escorrentía volvería a determinar problemas y deben establecerse medidas para evitar la contaminación por aceites, mentalizando a los usuarios de clubs náuticos y estableciendo conversaciones con las cofradías de pescadores para evitar este tipo de contaminación. A su vez se debe proceder a la adquisición de embarcaciones para recogida de sólidos flotantes y aceites, y hacer cumplir todas las normativas internacionales a las que nuestro país se encuentra adherido mediante convenios. Sólo entonces se habrá cumplido la plena integración del puerto en la ciudad.

El problema de la contaminación surge porque el volumen de agua portuaria, por lo general con escasa renovación, no es capaz de asimilar la enorme cantidad de residuos de la que es receptor, degradándolos, por lo cual aparecen sustancias ajenas al medio receptor. Estas modifican las condiciones físico-químicas del entorno tales como pH y potencial de oxidación-reducción. Los primeros síntomas de tal alteración se descubren por modificación del color, incremento de la turbidez, disminución de los valores de oxígeno, alteraciones en la biomasa y diversidad de especies. Otro de los principales problemas que presentan las aguas portuarias es que son receptoras de efluentes industriales, los cuales aportan al medio multitud de sustancias que, aun en bajas concentraciones, son altamente tóxicas.

Independientemente de esta contaminación de origen urbano, mixto o industrial el puerto es soporte de una actividad industrial propia que determina una contaminación específica con una doble vertiente. Por un lado los residuos aceitosos procedentes de barcos y pequeñas

(*) Licenciado en Ciencias Biológicas. Jefe de Sección del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (MOPL).

embureaciones debido a la limpieza de tanques, reposición de aceites, deslastrado, sin contar con el factor accidentales y por otro lado la contaminación derivada de las actividades de carga y descarga de graneles.

Toda esta problemática va a ser analizada en tres apartados.

Antes de proceder al análisis de la problemática portuaria conviene analizar cómo se deben llevar a cabo una recogida de muestras, de una manera sucinta, y en qué valores hemos de basarnos para determinar que existe contaminación, bien en las aguas o en los sedimentos.

Por lo general a la hora de estudiar un puerto se van a realizar, al menos en un principio, estudios puntuales y se debe atender a:

1. Áreas contaminadas.
2. Zonas no contaminadas pero con influencia portuaria.
3. Salida de ríos.
4. Proximidades de puntos de vertido.
5. Salida de colectores.
6. Zonas de desguace, varaderos, astilleros.
7. Dársenas pesqueras.
8. Proximidades de zonas de carga y descarga de graneles, principalmente sin instalación especial.

En estas zonas se atenderá al establecimiento de una malla de toma de muestras de agua y sedimentos. En lo que se refiere al agua se tomará en superficie y fondo y en zonas de gran profundidad se pueden tomar aguas intermedias.

Por lo que se refiere a sedimentos interesa realizar un muestreo horizontal y vertical. Para tales fines y con el objeto de que las muestras sean lo más representativas posibles se atenderá a la recogida mediante botellas oceanográficas, dragas de cuchara y corer de gravedad. Cada muestra se deberá recoger en recipiente adecuado, estéril o no, de vidrio o plástico, añadiendo el conservante más adecuado y analizándolo bien «in situ» o dentro de un período de tiempo lo más breve posible.

Tanto en el vertido, como en la columna de agua, o en el punto de captación de sedimento se deberán medir parámetros físico-químicos. Por lo que afecta a los vertidos se debe proceder a tomarlos en bruto, pero como esto no siempre es posible se deberán recoger las muestras en el punto más cercano a la zona de inyección.

Al menos se deben analizar los siguientes parámetros:

Sedimentos

- Metales pesados.
- Aceites y grasas.
- Materia orgánica.
- Microbiología.

Vertidos

- D B₅, cinco días.
- D Q₀.
- Aceites y grasas.
- Materia orgánica.

- Sólidos totales en suspensión.
- Microbiología.
- Metales pesados.

Agua

- Metales pesados.
- Aceites y grasas.
- Microbiología.
- Amonio.
- Nitratos.
- Fósforo.
- NTK.
- Sólidos totales en suspensión.

En lo que respecta a la normativa que regula la calidad de las aguas, vertidos y sedimentos, al ser la zona portuaria un área muy específica plantea algunos problemas sobre qué normativa se podría aplicar. Como no existe nada al respecto en función de la ubicación del puerto, zona de servicio y usos de las zonas próximas se debería, entre otras, aplicar para las aguas:

- Directiva del Consejo de la C.E.E. de 8 de diciembre de 1975 relativa a la calidad de las aguas de baño.
- Directiva del Consejo de la C.E.E. de 30 de octubre de 1970 relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de molusco.

Lo más adecuado es elegir aquellos parámetros que vienen definidos por valores cuantitativos y aplicarlos conjuntamente con los valores de la EPA para estuarios.

En lo que se refiere a vertidos existen varias normativas cuya aplicación debe ser conjugada y que son:

- Instrucción para el vertido al mar MOP 29/4/1977.
- Decreto 24/4/1961, de 30 de noviembre. Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Directiva del Consejo de 26 de septiembre de 1983 relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio.
- Directiva del Consejo de C.E.E. del 22 de marzo de 1982 y 8 de marzo de 1984 relativas a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio.
- Convenio para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre, firmado en París el 11 de junio de 1974.

En lo que se refiere a los sedimentos interesa recoger normativa que regule el efecto que pueden producir los sedimentos durante la operación de vertido. En este caso interesa destacar la Novena Reunión Consultiva de las Partes Contratantes del Convenio de Londres sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias.

CONTAMINACION POR EFLUENTES URBANOS, MIXTOS E INDUSTRIALES

Los puertos son receptores de las aguas residuales urbanas de las ciudades en las que se encuentran enclavados, de las aguas fecales de las industrias asentadas en su

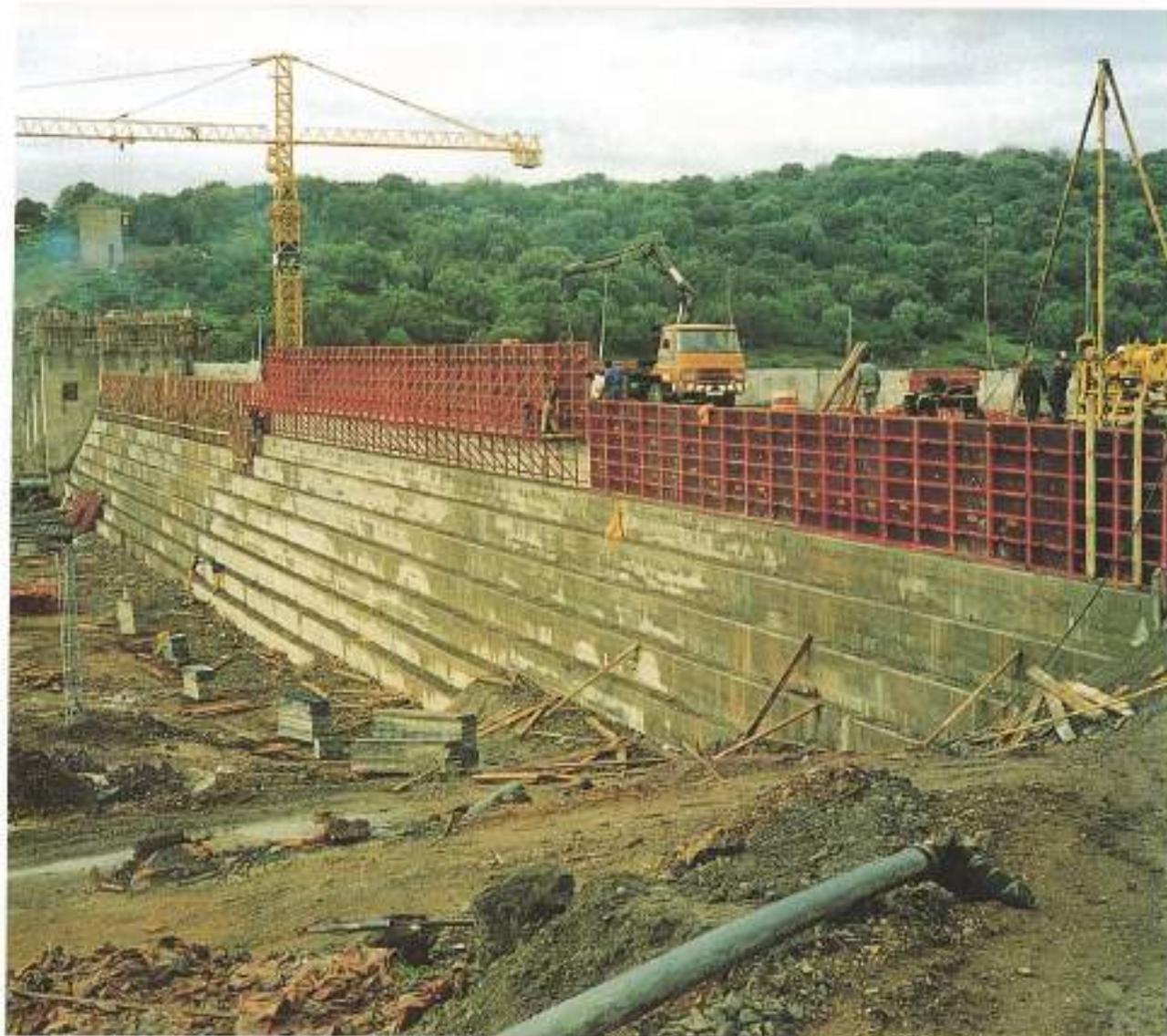


CIMYSON

CIMENTACIONES Y SONDEOS, S.A.



GRUPO
TERRATEST



Sondeos de reconocimiento en R.C.C. en la presa de Los Canchales (Badajoz), para la Confederación Hidrográfica del Guadiana.

Inyecciones
Micropilotes
Anclajes

Sondeos
geotécnicos y mineros
Gunitados

Hormigones tipo colcrete
Colchón para
revestimiento de canales

OFICINAS CENTRALES

Alcalá, 65 - 4º Dcha. • 28014 Madrid

Teléfonos: 593 16 87- 593 06 70

Telex: 22038 GROUT E • Telefax: 276 88 58



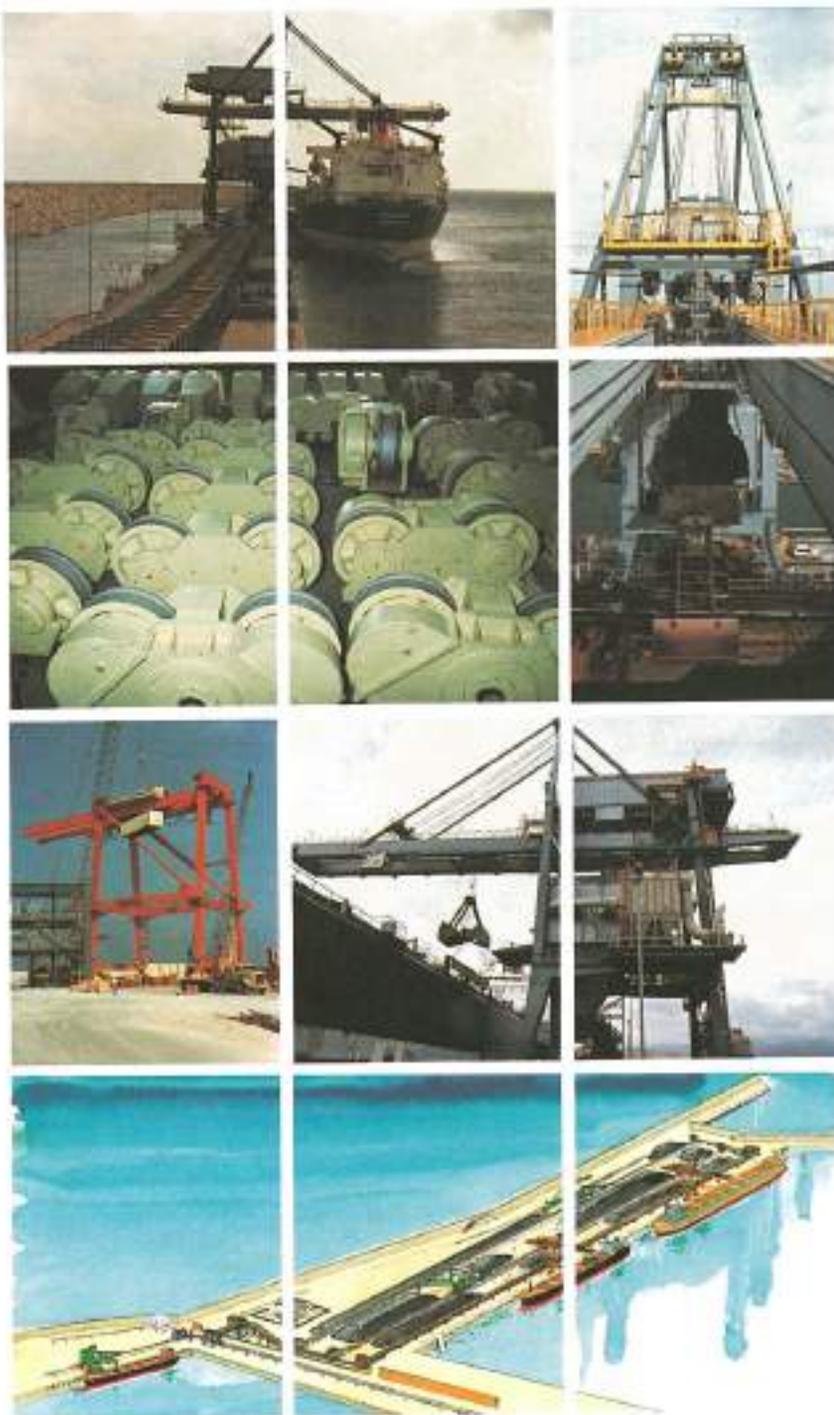


EQUIPAMIENTO DE PUERTOS

En equipamiento para puertos IMENOSA ofrece desde instalaciones completas y complejas como un puerto granadero a máquinas concretas como descargadores de carbón o minerales.

Entre otros muchos equipos cabe destacar:

- Grúas descargadoras de mineral.
- Grúas para contenedores.
- Grúa de puerto.
- Instalaciones portuarias para descarga y almacenaje.
- Terminales de graneles.



INDUSTRIAS MECANICAS DEL NOROESTE, S.A.

GRUPO INI

Apartado 307 - 15480 FERROL
Tel. (981) 34 30 11
Telex 85534 AIND-E
Telefax (981) 34 32 58

Zurbarán, 26 - 28010 MADRID
Tel. (91) 410 71 97
Telex 44749 IMENO-E
Telefax (91) 410 73 94

entorno y de los vertidos procedentes de los diferentes procesos de las industrias asentadas en el puerto.

Todo este conjunto de sustancias, más las específicamente derivadas de la actividad portuaria, determinan una macro y microcontaminación de las aguas, que debe ser corregida. Todo ello por dos razones, la primera por la propia calidad de las aguas del puerto, y segundo porque pueden alterar la calidad de las aguas litorales adyacentes.

AGUAS RESIDUALES URBANAS

Aquí incluimos las procedentes de núcleos domésticos, servicios (W.C., médicos) de las industrias asentadas en el puerto, las procedentes de la limpieza de calles y tinglados y las aguas de lluvia que limpian las superficies portuarias.

Estas aguas llevan en su composición: sólidos en suspensión y disueltos, aceites y grasas, nitrógeno, fósforo, detergentes, etc.

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

Caudal de aguas residuales. El volumen de agua está en función del estándar de vida, mientras que en determinadas zonas de la ciudad la dotación puede ser de 180 litros/habitante/día, en otras puede llegar a 250-300. A su vez, si la ciudad presenta fosas sépticas el caudal de agua residual puede bajar de 200 litros/habitante/día a 20.

Con una red de alcantarillado separativo y sin filtraciones el caudal de agua residual puede ser del orden del 80 % del volumen de agua de abastecimiento.

Composición. Tanto la concentración como la composición (véase tabla 1) varían en función del estándar de vida y del momento de la recogida (hora del día, día de la semana o mes del año en que se recoge la muestra) y de otros condicionamientos.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

Los principales efectos son la contaminación bacteriológica y los derivados del enriquecimiento de nutrientes.

Contaminación bacteriológica. Algunas enfermedades pueden propagarse por medio del agua contaminada, la infección puede proceder, sobre todo, del consumo de productos recogidos en zonas contaminadas, por ejemplo, molucos que tienen la propiedad de filtrar y acumular microorganismos.

La práctica habitual de la pesca a la salida de colectores debería ser regulada, así como la instalación de bateas en determinadas zonas.

No debemos olvidar que un individuo expulsa aproximadamente 100 gramos diarios de materia fecal con un contenido de unos 50×10^7 coliformes por gramo. Estos valores varían en función del punto de toma, composición del agua residual, temperatura y otros factores.

La bibliografía consultada da valores de 10.000 a 100.000 dosis infecciosas de virus de la hepatitis por cada gramo de heces de enfermo.

Enriquecimiento en sales nutrientes. Este fenómeno bien conocido en lagos y embalse se ha trasladado a las

CONSTITUYENTES	CONCENTRACION		
	FUERTE	MEDIA	DEBIL
SOLIDOS, EN TOTAL	1.200	700	350
Disueltos, en total	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Suspendidos, en total	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
SOLIDOS SEDIMENTABLES (w/1/1)	20	10	5
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, 5 DÍAS 20 °C (DBO ₅ , 20°)	300	200	100
CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)	300	200	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	1.000	500	250
NITRÓGENO (TOTAL COMO N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amónico libre	50	25	12
Nitrato	0	0	0
Nitrito	0	0	0
FÓSFORO (TOTAL COMO P)	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
CLORUROS (Cl)	100	50	30
ALCALINIDAD (COMO CaCO ₃) (H)	200	100	50
GRASA	150	100	50

TABLA 1. Composición típica de agua residual doméstica Mercat, Eddy.

(H) Los valores se aumentan con la cantidad presente en el agua subterránea.

aguas litorales debido al aporte masivo de aguas residuales ricas en nitrógeno, procedente de las excretas, y en fósforo, por el empleo masivo de detergentes. Se manifiesta especialmente en zonas de escasa renovación como pueden ser algunas dársenas portuarias sometidas al aporte de cargas contaminantes urbanas. El fenómeno no es más que un enriquecimiento de formas fitoplanctónicas que aunque en un principio determinan un aumento de los niveles de oxígeno, también determinan un incremento en materia orgánica, por deposición en el fondo, conllevando un proceso de oxidación con un elevado consumo de oxígeno.

Esto, unido a la oxidación necesaria de toda la materia orgánica ajena al sistema, determina un empobrecimiento en oxígeno del fondo que se va trasladando en la columna de agua hacia la superficie, dando lugar a condiciones anaerobias, con lo que desaparecen muchas especies animales y vegetales.

El resultado de estos procesos en las dársenas más interiores, con escasa o nula renovación, es un ambiente anóxico con proliferación de bacterias anaerobias fermentadoras de la materia orgánica y que puede dar lugar en casos extremos a la producción de metano y sulfídrico. Este sulfídrico, debido a su carácter ácido, en determinadas ocasiones puede dar lugar a fenómenos de corrosión de estructuras conectadas con el fondo.

AGUAS RESIDUALES MIXTAS

Muchos efluentes que van a parar a la zona portuaria son portadores de sustancias tóxicas procedentes de procesos o fabricaciones industriales que vierten al alcantarillado. El problema que presentan estas aguas es que, aparte de determinar los dos problemas anteriores,

pueden resultar tóxicas. La manera de identificar si un efluente urbano es portador de agua residual industrial puede detectarse por:

- Variación del rango del pH.
- Presencia de nitrógeno amoniacal en cantidad elevada.
- Presencia de metales pesados. En bajas concentraciones pueden ser debidos a vertidos típicamente urbanos.
- Existencia de materias orgánicas de escasa degradabilidad.
- Reductores químicos.
- Cociente DQ0 / DB0 alto.

AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Se entiende por agua residual industrial aquella que deriva de alguna actividad industrial, tales como las que se utilizan en el lavado, fabricación, refrigeración o como disolvente. Asimismo pueden presentar un caudal continuo o discontinuo y su volumen variar enormemente.

Las industrias en función de sus vertidos se pueden clasificar en orgánicas, inorgánicas, mixtas, vertidos con elevada proporción de materia en suspensión, vertidos procedentes de refrigeración (determinan una contaminación térmica y a su vez en algunos casos una contaminación química).

Las industrias más significativas que se pueden encontrar en el ámbito portuario son:

- Centrales eléctricas.
- Conserveras de pescado.
- Galvanoplastia.
- Fertilizantes.
- Minería.
- Pesticidas.
- Productos químicos.
- Refinerías.
- Siderurgia.

Entre las sustancias que pueden llegar al agua procedentes de los efluentes de estas actividades podemos citar:

- Sólidos en suspensión.
- Sólidos disueltos.
- Aceites y grasas.
- Nitrógeno amoniacal.
- Nitrógeno orgánico.
- Fluoruros.
- Fósforo.
- Sulfatos.
- Fenoles.
- Sulfuros.
- Cianuros.
- Cromo total.
- Cromo hexavalente.
- Zinc.
- Cobre.
- Níquel.
- Mercurio.
- Cadmio.

- Manganeso.
- Hierro.
- Plomo.

ACONDICIONAMIENTO DE LOS VERTIDOS

Los puertos no deben ser receptores de estas sustancias enumeradas, lo cual exige enviar los vertidos industriales al alcantarillado de la ciudad, para lo que se hace previamente necesario tratamientos por parte de cada industria, bien del efluente del proceso o del efluente de planta, hasta cumplir los valores de calidad exigibles por el ayuntamiento para su admisión en la red de alcantarillado.

En el caso de no ser vertidos a la red de alcantarillado se debe igualmente exigir el tratamiento corrector adecuado y verter donde la dinámica marina asegure una óptima dispersión, controlando a medio y largo plazo para que no se superen los valores establecidos como calidad de las aguas en función del uso que se dé en la zona.

CONTAMINACION PRODUCIDA POR EL TRAFICO PORTUARIO

Dentro de esta contaminación específica de la actividad portuaria, difícil de cuantificar, podemos incluir vertidos líquidos procedentes de limpieza de motores, sentinas, aguas residuales, de los barcos, etc., y residuos sólidos tales como basuras procedentes de los barcos y despojos o restos de pescado procedentes de las embarcaciones pesqueras.

Estos vertidos tienen características comunes como es un pequeño caudal y su intermitencia.

Los contaminantes típicos procedentes de las actividades portuarias son:

- Aceites y grasas, procedentes de la lubricación de las partes móviles de los equipos y buques, así como de los motores de las embarcaciones.
- Contaminación térmica, producida por las aguas de refrigeración de culatas, pistones y válvulas de los motores. Los problemas aparecen con los circuitos abiertos donde el agua del mar que fue impulsada al motor sale mezclada con los gases por el motor de escape.
- Metales pesados, procedentes de la disolución de estructuras no metálicas, mecanismos que obedecen a fenómenos de óxido-reducción. Cuando existen en disolución metales cuyo potencial redox es mayor que el del hierro, estas estructuras de hierro se degradan, ya que el hierro pasa a disolución oxidándose y el metal disuelto precipita. Esto se soluciona disponiendo de grandes ánodos de sacrificio (zinc) que tiene un potencial redox menor que el del hierro, con lo cual el metal que entrará en solución será aquel que tenga menor potencial redox (ánodo de sacrificio).
- Aguas residuales procedentes de inodoros, urinarios, lavabos, servicios médicos de buques, así como las procedentes del baldeo de cubiertas y de buques de transporte de ganado.

— Sólidos flotantes, constituyen las basuras procedentes de buques, embarcaciones, espigones, pantalanes, varaderos, astilleros, etc., que determinan efectos negativos sobre el tránsito de embarcaciones dando lugar a averías en pequeñas embarcaciones. Asimismo, estos sólidos conjuntamente con aceites y grasas emulsionadas y bolas de alquitrán aparecen en muchas zonas del puerto, tales como rincones de muelles, dársenas muy interiores con escasa renovación.

Estos vertimientos pueden determinar:

En el caso de grandes manchas de aceites, reducción en la transferencia de oxígeno del aire al agua, lo que determina un empobrecimiento en oxígeno. Estos hidrocarburos en presencia de detergentes y otros factores pueden dar lugar a formación de emulsiones, con lo cual se aumenta la turbidez, se reduce la capa fótica y disminuye la capacidad fotosintética disminuyendo con ello la productividad primaria y alterándose la biocenosis.

La degradación de las estructuras metálicas proporciona compuestos de hierro y cinc al medio, si bien el hierro es poco tóxico, no se puede decir lo mismo del cinc.

Asimismo puede existir un enriquecimiento de nutrientes por los continuos vertidos de aguas residuales y basuras procedentes de buques. Si esto se une a los nutrientes aportados por las aguas urbanas e industriales pueden aparecer problemas de eutrofización. La problemática de la fertilización se corresponde con una curva de Gauss, si se representa cartesianamente la calidad de las aguas frente a la contaminación de nutrientes se observa que, en un principio, un aumento de nutrientes es beneficioso hasta que se alcanza un nivel máximo o nivel eutrófico a partir del cual el medio empieza a degradarse.

CONTAMINACION PRODUCIDA POR LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA

El motivo de esta alteración son las pequeñas porciones de carga que, como consecuencia de inadecuados funcionamiento de estas operaciones, van a parar a las aguas portuarias. Estas pérdidas se repiten por lo general con una determinada periodicidad y afectan a muelles o dársenas determinadas en donde se llevan a cabo ciertas operaciones. Así, mientras existen muelles dedicados a la carga y descarga de cereal o carbón, existen otros para contenedores, o bien hay dársenas pesqueras donde en las operaciones de carga y descarga hay pérdidas de pescado.

Estas materias son de naturaleza muy diferente: residuos pulverulentos, petrolíferos, objetos flotantes, metales pesados. Todas estas materias pueden estar en suspensión, disolverse o bien depositarse en el fondo determinando alteraciones en la calidad de las aguas y de los sedimentos. Estos últimos presentarán problemas durante las operaciones de dragado, transporte y vertido si se encuentran contaminados por determinadas sustancias reguladas por el Convenio de Londres.

A continuación se van a detallar qué operaciones en-

trañan un riesgo ambiental y en este sentido vamos a evaluar no solamente el que puede afectar a las aguas, sino también el que puede influir en la atmósfera. En esta contaminación atmosférica puede influir la emisión de gases procedentes de sustancias gaseosas transportadas en estado líquido y de sustancias sólidas como granos, minerales o de tipo pulverulento, yesos, cementos, fertilizantes.

Esta contaminación atmosférica por partículas puestas en suspensión afecta no solamente a la población asentada en el entorno portuario o a los trabajadores del puerto, también puede depositarse en las aguas determinando un incremento en los niveles de contaminación.

GRANELES SOLIDOS DE GRAN GRANULOMETRIA (MINERAL)

La problemática reside en la incorporación de metales al medio y de materias en suspensión. La incidencia de cada metal estará en función del tipo de metal y de que, una vez solubilizados por fenómenos de oxidación-reducción, pueden aparecer o dar lugar a alteraciones sobre las estructuras metálicas, como ya se explicó anteriormente.

También pueden aparecer en suspensión incorporándose al organismo a través de los procesos respiratorios.

La manera ideal de evitar estos problemas es:

- A. Evitar el almacenamiento en forma de pilas a la intemperie.
- B. En las operaciones de carga:
 - Utilizar pórticos de carga.
 - Cintas transportadoras, cubiertas en todo momento.
- C. En las operaciones de descarga:
 - Pórticos de descarga provistos de cuchara que cierre estancamente.
 - Elevadores verticales continuos con cintas transportadoras cubiertas.

GRANELES SOLIDOS DE MENOR GRANULOMETRIA (abonos, yesos, cereal, etc.)

En aquellos lugares donde existe el silo como unidad de distribución el problema ambiental está altamente regulado.

En la operación de carga se debe prever cubrir las cintas transportadoras y que éstas acaben en trompas perfectamente ensambladas que conduzcan la carga hasta el fondo de la bodega sin formar nubes de polvo.

En cuanto a la descarga, el sistema más apropiado es el neumático, en el cual se realiza el arrastre de material por una corriente de aire dirigida a través de tuberías. Este sistema no produce polvo ni pérdidas.

Lo desaconsejable es la utilización de grúas de muelle con cucharas debido a las elevadas pérdidas y a la gran cantidad de polvo que determina.

Se tienen datos de incrementos de niveles de fosfatos de 20 a 30 veces superior dentro del puerto que en aguas muy exteriores, debido a la utilización de estas cucharas que determinan pérdidas muy elevadas.

GRANELES LIQUIDOS

Dentro de éstos tenemos los petrolíferos, los no petrolíferos y los gases licuados.

Debido a su impacto, la recepción de estos graneles líquidos petrolíferos se realiza con altas medidas de seguridad, para ello se ha legislado en el Protocolo de 17 de febrero de 1978, relativo al Convenio Internacional para la prevención de la contaminación portuaria. En él se regula todo lo relativo a bombas, tuberías, instalaciones de recepción, conexiones de descarga.

En cuanto al transporte de gases licuados podemos decir exactamente lo mismo. Por último, en lo que hace referencia a grandes líquidos no petrolíferos existen dos grupos claramente identificados, aquellos que no presentan especiales problemas de seguridad y otros de tipo químico que pueden presentar riesgos, y que necesitan de una especial cautela en su manipulación.

MEDIDAS ANTIPOLUCION

Estas medidas son, en primer lugar, de tipo legal, cumpliendo y haciendo cumplir todo lo legislado o ratificado por convenios internacionales, con ello se conseguiría reducir en parte la contaminación, aunque no la ajena, entendiéndose como tal la procedente de actividades industriales y núcleos urbanos que pasa ineludiblemente por tratamientos de depuración de efluentes industriales y planes de saneamiento integral. Por otro lado, existen métodos mecánicos de corrección de la contaminación.

MEDIDAS DE TIPO LEGAL

Muchos puertos presentan en su zona de servicio refineras con monoboyas y tuberías de carga y descarga de productos petrolíferos. Existe una Orden de 21 de agosto de 1967, por la que se establecen medidas para evitar la contaminación en playas por accidentes en los terminales de tuberías de carga y descarga de productos petrolíferos (publicada en el B.O.E. del 24), las dotaciones de tipo defensivo que deben poseer las refineras y factorías que posean terminales en el litoral, así como las de aprovisionamiento de combustible líquido o buques. Esta Orden Ministerial distingue entre la capacidad de las factorías y los medios a disponer para el control de la contaminación.

Factoría con capacidad entre 500 y 5.000 toneladas, se dispondrá:

- 5.000 litros de detergente.
- 5.000 litros de absorbente.
- 150 metros de redes especiales para ser utilizadas como cercos de contención.

Factoría con capacidad superior a 5.000 toneladas:

- 10.000 litros de detergente.
- 10.000 litros de absorbente.
- 500 metros de redes especiales para ser utilizadas como cercos de contención.

Además de estas disposiciones las refineras conscientes del peligro potencial de sus actividades, toman otras medidas de seguridad, tales como tuberías o «racks» de alta presión y de paredes dobles, conexiones estancas, etc.

Para el vertido de aguas residuales desde buques existe un instrumento de Ratificación, de 22 de junio de

1984, del Protocolo de 1978, relativo al Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1978, hecho en Londres, el 17 de febrero de 1978.

Por aguas sucias se entiende:

- A. Desagües y otros residuos procedentes de cualquier tipo de inodoros, urinarios, tazas de W.C.
- B. Desagües procedentes de lavabos, lavaderos y conductores de salida situados en cámaras de servicios médicos (dispensario, hospital, etc.).
- C. Desagües procedentes de espacios en que se transportan animales vivos.
- D. Otras aguas residuales cuando están mezcladas con las de desagüe arriba definidas.

Estas aguas sucias deberán reunirse en un tanque de retención con el fin de ser recogidas mediante conexiones universales a tierra por las instalaciones de recepción, o bien podrían ser vertidas a una distancia superior a 4 o 12 millas en función de si están o no desmenuzadas y desinfectadas. Todo lo relativo a las reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques viene regulado en el Anexo IV. En el Anexo V se regula la prevención de contaminación originada para el vertido de basuras.

Se entiende por basura toda clase de restos de víveres, salvo el pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo, así como los residuos resultantes de las faenas domésticas y trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, los cuales suelen evacuarse continua y periódicamente. Existe diferente reglamentación en función de que se trate de zona especial o no. En nuestro litoral es zona especial el mar Mediterráneo. En las zonas no especiales se prohíbe echar al mar entre otros: materia plástica, redes de pesca de fibra sintética (salvo pérdida accidental), siempre y cuando se hayan tomando todas las medidas para evitar estas pérdidas y bolsas de plástico para basura.

El resto de las basuras se echarán tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, prohibiéndose hacerlo, en todo caso, si la tierra más próxima se encuentra a menos de 25 millas (forros de estiba y material de embalaje que puedan flotar) o 12 millas (restos de comida y demás basura; papel, vidrio, loza, etc.). En el caso de restos de comida, papel, vidrio, loza si están triturados y pasan por una criba con una malla menor de 25 milímetros, se pueden arrojar siempre que la tierra más próxima se encuentre a más de 3 millas. Los puertos y terminales establecerán servicios de recepción de basuras.

Otra medida preventiva es la instalación de estaciones depuradoras. Aquí podemos decir que lógicamente esto afecta más a la calidad de las aguas litorales que al puerto, ya que en el puerto, en teoría, está prohibido su vertido. Podemos citar para el tratamiento de las aguas residuales de los barcos:

- Tratamientos biológicos mediante aireación prolongada. Pueden aparecer problemas de control del pH, salinidad, temperatura y tóxicos (disolventes, medicinas).

- Incineración para fango y heces. Sólo elimina una pequeña parte del problema.
- Tratamientos físico-químico. Presentan problemas a la hora de utilizar cloro como óxido-desinfectante, ya que puede dar lugar a compuestos organoclorados, tales como trihalometanos de gran poder tóxico.

MÉTODOS MECÁNICOS DE CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Estos equipos son autopropulsados, eliminan del agua multitud de objetos no deseados, son propiedad de las Juntas de Obras de los Puertos, no todas las tienen, ya que es difícil imputar a un particular en general. Existen diferentes firmas que suministran estos tipos de embarcaciones y, en líneas generales, responden a los siguientes tipos:

- Embarcaciones de recogida de objetos flotantes.
- Embarcaciones de recogida de aceites y grasas.
- Embarcaciones de tipo mixto.

Estas embarcaciones suelen tener de 7 a 12 metros de eslora, siendo el sistema de propulsión más generalizado el de paletas situadas a babor y estribor, de tal manera que la maniobrabilidad de la nave sea excelente, aunque con ello se pierde en velocidad. Por otra parte, estas embarcaciones suelen estar dotadas de elementos extras, tales como: mangas contra incendios, sistemas de pulverización de productos químicos, siega de algas, etc., los cuales amplían la gama de utilización de las mencionadas embarcaciones.

Existen en el mercado multitud de empresas que han comercializado diferentes sistemas de recogida, ya sea de sólidos flotantes o de hidrocarburos, variando de una firma a otra la parte técnica del sistema, es decir, la robustez, la maniobrabilidad, la seguridad y el rendimiento.

A. Sistemas de recogida de sólidos flotantes. Estos sistemas se dividen a su vez en continuos y discontinuos, según se recojan las basuras mediante palas o cintas sin fin.

En el sistema de pala, ésta va montada en la proa de la embarcación mediante unos brazos articulados, los cuales basculan la pala hacia un contenedor situado en la embarcación. La construcción de la pala se realiza con rejilla de una malla adecuada para recoger el tipo de basura más común en la zona donde se aplique. La operatividad de este sistema es buena aunque intermitente, ya que una vez cargada la pala de residuos, deberá sacarse del agua para bascular el contenido en el contenedor; por tanto durante esta operación deberá estar quieta la embarcación.

El sistema de cinta sin fin, incorpora a la proa de la embarcación una cinta transportadora; la cual lleva unas paletas flexibles colocadas horizontalmente a todo lo ancho.

El material con que está construida la cinta puede ser de caucho vulcanizado o metálico. En este último caso la flexibilidad de la cinta se consigue mediante la unión de todas las piezas metálicas con pasadores o remaches de la misma forma que una cadena de bicicleta.

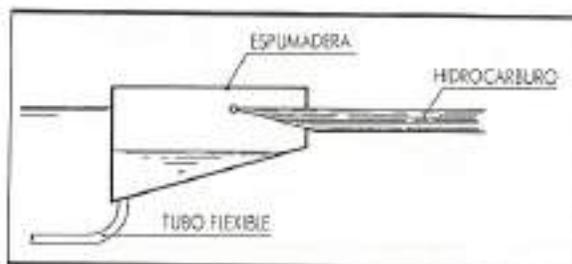
Durante la operación de limpieza un extremo de la cinta se haya sumergido en el agua y el otro se sitúa sobre un contenedor colocado a propósito en la embarcación.

B. Sistemas de limpieza de hidrocarburos. En este apartado se enumerarán aquellos equipos autopropulsados que se utilizan normalmente en la limpieza portuaria, excluyendo aquellos que, por su gran capacidad de extracción de hidrocarburo del medio marino, se utilicen sólo en caso de grandes derrames o catástrofes.

Las características de estos equipos portuarios son: maniobrabilidad, elevado rendimiento sobre películas de hidrocarburo delgadas y poca capacidad de los tanques separadores.

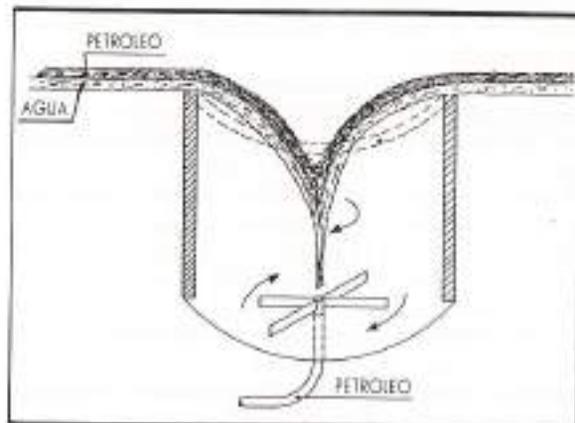
Los principales sistemas de remoción de hidrocarburos en puertos son:

- Absorción de la capa superficial aprovechando la menor densidad del hidrocarburo. Para ello se utiliza un recipiente flotante, el cual tiene una abertura longitudinal (espumadera) a ras de agua por donde entra la capa de hidrocarburo junto con una delgada película de agua.



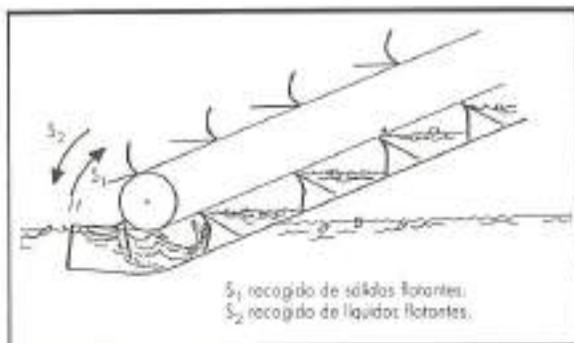
La espumadera va unida mediante un tubo flexible a un contenedor donde se decanta la mezcla agua-hidrocarburo y todo el conjunto se une mediante unos brazos articulados a la embarcación, de tal forma que la altura de la abertura sobre el nivel del agua es regulable desde la propia embarcación.

- Succión de la capa superficial. Con este sistema se crea, mediante unas paletas, un vórtice (remolino) en



cuyo vértice la capa de hidrocarburo alcanza su máximo espesor. En el eje de rotación de las paletas se instala un tubo por donde se succiona el petróleo, el cual se conduce a un tanque decantador.

C. Sistemas de limpieza mixto. Son aquellos equipos que pueden recoger residuos flotantes tanto sólidos como líquidos. El fundamento de estos equipos es similar a los descritos anteriormente sólo que reunidos en una sola embarcación. Existen en el mercado algunos sistemas patentados por firmas comerciales entre las que se pueden citar Egmolap y Pelicano, las cuales mediante un único mecanismo eliminan del agua todo tipo de residuos. El sistema Egmolap utiliza el sistema de cita sin fin equipada con paletas especiales, con la particularidad de que si gira en el sentido de las manecillas del reloj, recoge los residuos sólidos flotantes, mientras que, si se cambia el sentido de giro, las paletas atrapan la película superficial constituida por hidrocarburos y agua tal como lo hace una noria de agua.



El sistema Pelicano utiliza un sistema de aspiración hidráulico impulsado por una torbera-turbina axial situada en la parte inferior del katamarán. Mediante este mecanismo se aspira la capa superficial de agua junto con toda la contaminación superficial que contiene.

CONCLUSIONES

Los puertos son receptores de multitud de efluentes, de distinta naturaleza, así como de las aguas de escorrentía de las superficies portuarias. Esto hace que las aguas y los sedimentos puedan presentar problemas de contaminación que es necesario valorar con el fin de proceder a su corrección.

Cualquier plan de saneamiento integral debería proceder a la recogida de las aguas residuales que vierten a los puertos; con ello se conseguiría, conjuntamente con otras medidas, una plena integración del puerto en la ciudad al reducir la contaminación estética y evitar que el puerto sea un emisor de contaminación hacia las zonas marítimas circundantes. Independientemente de esta contaminación externa al puerto existe otra específica del mismo debida al tráfico portuario y a las pérdidas de elementos o sustancias en las operaciones de cargas y descarga. Tal corrección comprende el cumplimiento de la legislación vigente en cuanto a la eliminación de basuras y aguas residuales de los barcos; em-

pañías de mentalización de los usuarios con el fin de no arrojar aceites procedentes de embarcaciones y disponibilidad de medios técnicos que permitan la recogida de basuras y aceites de la superficie de las aguas portuarias.

Este aporte de efluentes, según su naturaleza, puede determinar en el caso de los urbanos, un incremento de la contaminación bacteriológica y un enriquecimiento en sales nutrientes; esto último puede, en el caso de aguas con escasa renovación y fuertes aportes, originar problemas de eutrofización. La presencia de efluentes de naturaleza industrial puede determinar modificaciones en el pH y presencia de elementos y sustancias incompatibles con la vida animal, independientemente de alteraciones en las estructuras metálicas fijas. A su vez una contaminación de los sedimentos por sustancias puede determinar alteraciones en la biomasa en las zonas de vertido, con lo cual se hace necesario cumplir determinados requisitos para el vertido de este material, lo que incrementaría el costo de las operaciones de dragado, transporte y vertido.

Todas aquellas industrias que no vierten al alcantarillado municipal deben corregir sus vertidos antes de ser evacuados a las aguas portuarias. Esto conduce, a su vez, a evitar cualquier derrame de líquidos o sustancias a las superficies portuarias con el fin de que no lleguen a las aguas por escorrentía.

En el caso de la contaminación producida por el tráfico portuario se debe proceder a hacer cumplir la normativa y a establecer medidas internas propias, previas campañas de información, para evitar la emisión de aceites, hidrocarburos.

En cuanto a las operaciones de carga y descarga se deben utilizar aquellos equipos que determinen la menor pérdida posible con el fin de disminuir los riesgos ambientales.

Por último, decir que puesto que la contaminación por basuras, aceites u otros elementos es difícil de imputar a una actividad concreta, los puertos deberán poseer los medios mecánicos necesarios para corregir la contaminación producida por el tráfico y las actividades portuarias.

BIBLIOGRAFIA

- MOPU, 1986. Secretaría General Técnica. Comunidades Europeas. Derecho derivado en materia de medio ambiente. Tomos I y II. Enero.
- MOPU, 1982. Dirección General de Puertos y Costas. Legislación vigente en 1 de enero.
- MOPU, 1987. Dirección General de Puertos y Costas. CEDEX. Estudio de contaminación de los fondos portuarios.
- WHO, 1982. Rapid assessment of sources of air, water and land pollution.
- DEL MORAL, RAFAEL, y BERENGUER, JOSE MARIA, 1980. Planificación y explotación de Puertos. Dirección General de Puertos y Costas. CEDEX. MOPU.
- CEOTMA-CIFCA, 1982. Calidad de vida, medio ambiente y ordenación del territorio. Textos internacionales.
- CEDEX. MOPU, 1980. Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de depuradoras, 1988.