



Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente



UNEP(DEC)/MED IG.15/7
16 de octubre de 2003

ESPAÑOL
Original: INGLÉS



PLAN DE ACCIÓN PARA EL MEDITERRÁNEO



Decimotercero reunión ordinaria de las Partes
Contratantes en el Convenio para la protección
del mar Mediterráneo contra la contaminación
y sus Protocolos

Catania (Italia), 11 a 14 de noviembre de 2003

PLAN REGIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE APORTACIONES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DE FUENTES INDUSTRIALES

ESPAÑOL
Original: INGLÉS



PLAN DE ACCIÓN PARA EL MEDITERRÁNEO



Atenas (Grecia), 15 a 18 de Septiembre de 2003

PLAN REGIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE APORTACIONES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DE FUENTES INDUSTRIALES

ÍNDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Objetivo y ámbito de aplicación	4
3. Descripción general del Programa de Acción Estratégica	5
3.1 Consideraciones generales	5
3.2 Obligaciones dimanantes del PAE	5
3.3 Estrategia operacional del PAE	6
4. Descripción general d los sectores industriales regionales	8
4.1 Consideraciones generales	8
4.2 Sectores industriales con descargas importantes de DBO	8
4.3 Los sectores industriales en los países mediterráneos	9
5. Estimación de la DBO liberada en el Mediterráneo	11
5.1 Consideraciones generales	11
5.2 Base para la estimación de la DBO de los países mediterráneos	11
6. Plan regional propuesto para la reducción de las descargas de DBO en el Mediterráneo	17
7. Técnicas y prácticas de reducción de la DBO en las corrientes de aguas residuales industriales	19
7.1 Consideraciones generales	19
7.2 Medidas para reducir la DBO en las corrientes de aguas residuales industriales	19
7.3 Breve descripción de los efluentes de la DBO de las industrias	20
7.3.1 Industria de elaboración de alimentos	21
7.3.2 Industria textil	24
7.3.3 Industria del cuero	26
7.3.4 Industria del papel	26
7.3.5 Industria farmacéutica	28
7.3.6 Industria química	28
7.4 Fiabilidad de los métodos de tratamiento de las aguas residuales	29
8. Costos relacionados con la elección de las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales	30
8.1 Consideraciones generales	30
8.2 Factores que influyen en el costo de tratamiento	30
8.2.1 Necesidades de tierra	30
8.2.2 Costos de capital y de funcionamiento	31
8.2.3 Conclusiones	33
8.3 Aplicabilidad y limitaciones de los métodos de tratamiento	33
8.4 Estimación de los costos de tratamiento en los países mediterráneos	34
8.5 Opciones financieras para sufragar el plan regional relativo a la DBO	36
Anexo 'A'	
Cuadros de cargas de DBO descargadas en los focos críticos que bordean el mar Mediterráneo	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1: La estructura industrial en función de los sectores y la dimensión de las empresas en el mar Mediterráneo
- Figura 8.1: Correlación entre las necesidades de superficie de tierra y la población atendida en 12 plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas en Grecia ('F' se refiere a kg de DBO/año)
- Figura 8.2: Componentes de los costos de funcionamiento de una planta típica de tratamiento de aguas residuales en la industria de productos lácteos

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 4.1: Sectores industriales que contribuyen a la descarga de DBO en los países mediterráneos
- Cuadro 5.1: Estimaciones de las descargas industriales de DBO de los focos críticos en los países mediterráneos
- Cuadro 6.1: Estimaciones de las descargas de DBO industriales de los países mediterráneos antes y después de la aplicación del plan regional propuesto
- Cuadro 7.1: Rendimientos de depuración del proceso de tratamiento para los desechos de acabado del algodón
- Cuadro 7.2: Rendimiento de depuración del proceso de tratamiento para los desechos de acabado de la lana
- Cuadro 7.3: Rendimiento de depuración del proceso de tratamiento para desechos de acabados sintéticos
- Cuadro 7.4: Prescripciones de fiabilidad con respecto a los métodos de tratamiento para la eliminación de una DBO elevada de manera eficiente
- Cuadro 8.1: Necesidades de superficie de tierra de diversos tipos de tratamiento (Arthur, 1994)
- Cuadro 8.2: Gastos de capital y de funcionamiento de los diversos tipos de tratamiento (Arthur, 1994)
- Cuadro 8.3: Cargas de DBO, y equivalente de población sobre la base de 1 e.p. = 60 g de DBO/día
- Cuadro 8.4: Estimaciones de los costos de capital y de funcionamiento para reducir las descargas de DBO en el 50 por ciento en los diversos países mediterráneos
- Cuadro 8.5: Nombres/asociaciones de organismos/países que proporcionan fondos

1. RESUMEN

El principal objetivo del presente estudio es formular un plan regional para la reducción del 50 por ciento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) generada por las actividades industriales de las costas del Mediterráneo para el año 2005. Este plan está destinado a ser utilizado por órganos nacionales como base para la elaboración de planes de acción nacionales sectoriales con el fin de reducir las emisiones de DBO en el medio marino mediterráneo.

Para alcanzar el objetivo del estudio se estableció un inventario de actividades industriales en más de 100 focos críticos del litoral mediterráneo que generan DBO industrial. Este inventario se basa en la información de que dispone el Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM) y otras bases de datos industriales nacionales y regionales.

Las conclusiones de este informe se pueden resumir como sigue:

1. Las industrias predominantes que contribuyen a la descarga directa e indirecta de DBO en los países mediterráneos son la industria alimenticia y de elaboración de alimentos (aproximadamente el 15 por ciento de todas las industrias), seguida de la industria textil, el cuero, los fertilizantes, los productos químicos y la pulpa y el papel (cada una de las cuales representa entre el 7 y el 8 por ciento de todas las industrias).
2. Las descargas industriales de DBO actuales en el Mediterráneo se estima que representan alrededor de 410.000 toneladas al año. Esta cifra se basa en datos disponibles facilitados en informes relacionados con la determinación de focos críticos y en hipótesis concretas establecidas por las industrias ubicadas en cada uno de los focos críticos. Egipto contribuye con el 52 por ciento aproximadamente de esta cifra, seguido de Argelia con el 28 por ciento.
3. El plan regional propuesto para reducir las descargas industriales de DBO en el Mediterráneo se basa en la aplicación de métodos de tratamiento en la etapa final y de controles en la planta industrial. En este plan, todos los países mediterráneos contribuirían *por igual* a la reducción conjunta de la DBO industrial en el 50 por ciento con relación al nivel actual de 410.000 a 205.000 toneladas/año.
4. Los controles en las plantas abarcan los cambios de procedimiento, la segregación de los desechos en donde se producen, los cambios en las materias primas, los tanques de nivelación y la buena administración. En la sección 8 del presente informe figuran detalles de los controles en las plantas correspondientes a industrias específicas.
5. Aunque los métodos de prevención de la contaminación son los preferidos para la reducción de la DBO procedente de fuentes industriales, la estimación de los costos conexos resulta bastante difícil. Por consiguiente, para calcular el costo de la reducción, se adoptaron los procedimientos clásicos de tratamiento de las aguas residuales debido a la disponibilidad de las cifras relativas al costo de diferentes factores que afectan al costo relacionado con las plantas de tratamiento de las aguas residuales industriales.
6. Entre los métodos de reducción de la DBO en la etapa final figuran métodos físicos y biológicos. Los métodos físicos consisten en cisternas de filtración y decantación. Los métodos biológicos incluyen estanques de estabilización, lagunas mecánicamente ventiladas, fango activado y filtros percoladores. Los estanques de estabilización se recomiendan para los países en desarrollo de las orillas oriental y meridional del Mediterráneo. El lodo activado es adecuado para los países desarrollados de la orilla septentrional. Todo esto se explica en la sección 8 del presente informe.
7. Desde un punto de vista económico, los métodos de tratamiento físico se considera que son considerablemente más baratos que los métodos de tratamiento biológico. En cambio, el factor de costo específico de los métodos biológicos se triplica en el

orden siguiente: lagunas o estanques de estabilización naturalmente ventilados, lagunas ventiladas mecánicamente, fango activado y filtros percoladores.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Antecedentes

Con el aumento de la toma de conciencia del valor económico, social, sanitario y cultural del medio marino de la zona del mar Mediterráneo y de la responsabilidad de preservar y desarrollar de una manera sostenible este patrimonio común en beneficio y para el disfrute de las generaciones presentes y futuras, los Estados ribereños del mar Mediterráneo convinieron en 1975 lanzar un *Plan de Acción para la Protección y el Desarrollo de la Cuenca Mediterránea*, al que se designó con las siglas "PAM". Este plan culminó en 1976 con la firma del *Convenio para la Protección del Mar Mediterráneo contra la Contaminación*, conocido también como el Convenio de Barcelona.

En 1995 las Partes Contratantes aprobaron en Barcelona la Fase II del PAM para la protección del medio marino y el desarrollo sostenible de las zonas costeras del Mediterráneo. En 1996 se firmó en Siracusa un Protocolo revisado para la *Protección del mar Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre* al que se designa como "Protocolo sobre la contaminación de origen terrestre". Este Protocolo revisado tuvo en cuenta el *Programa Mundial de Acción* para la protección del medio marino contra la contaminación causada por actividades de origen terrestre aprobado en Washington en 1995.

De conformidad con el Protocolo sobre la contaminación de origen terrestre de 1996, las Partes Contratantes en el Convenio de Barcelona convinieron (en el artículo 1) adoptar todas las medidas adecuadas para prevenir, reducir combatir y eliminar, en la mayor medida de lo posible, la contaminación de la zona del mar Mediterráneo causada por descargas procedentes de los ríos, establecimientos costeros o canalizaciones de evacuación, o que emanen de cualquier otra fuente o actividad terrestre dentro de sus territorios, dando prioridad a la reducción gradual de los insumos que son tóxicos, persistentes y bioacumulables.

Con este fin, las Partes Contratantes convinieron (en el artículo 5) elaborar y aplicar planes y programas de acción nacionales y regionales, que incluyan medidas y calendarios para su aplicación. En consecuencia, se formuló el *Programa de Acción Estratégica*, al que se designa como "PAE". El PAE se basa en las conclusiones preliminares del análisis de diagnóstico transfronterizo preparado regionalmente, que representa una síntesis regional de las actividades relacionadas con la protección del medio marino frente a las actividades de origen terrestre. El PAE lo preparó la Secretaría del Plan de Acción para el Mediterráneo y fue posteriormente examinado y aprobado por los órganos técnicos competentes de las Partes Contratantes.

Tal como se recomendaba en el PAE, es preciso efectuar un análisis de las metas y las actividades para resolver cada problema prioritario transfronterizo. Estas metas y actividades serían nacionales o regionales, y tendrían un carácter jurídico, institucional o técnico. Varias categorías de sustancias se eligieron como prioridades que abarcaban tanto el medio urbano como el desarrollo industrial. La *Demanda Bioquímica de Oxígeno* (DBO) se señaló como un problema esencial. La DBO representa la carga de contaminación que llega a las aguas marinas y que procede de materias orgánicas biodegradables, nutrientes y sólidos en suspensión producidos por los desechos de la fase líquida de muchas industrias.

2.2 Objetivo y ámbito de aplicación

El principal objetivo del presente estudio es elaborar un plan regional para la reducción del 50 por ciento de la DBO generada por las actividades industriales costeras del Mediterráneo

para el año 2005. Este plan está destinado a ser utilizado por órganos nacionales como base para la elaboración de planes de acción nacionales y sectoriales destinados a reducir las emisiones de DBO en el medio marino mediterráneo.

Debido a la falta de una base de datos global que proporcione información sobre las cargas de DBO procedentes de actividades industriales en torno a la costa mediterránea, se decidió utilizar la base de datos disponible reunida por las autoridades nacionales sobre los lugares prioritarios vulnerables a la contaminación y las zonas sensibles del Mediterráneo. En consecuencia, el estudio se concentra en las descargas de contaminación de DBO de *focos críticos industriales* tal como se determinan en el informe N° 124¹ de la serie técnica del PAM. En este informe, un foco crítico consiste en:

- **Fuentes localizadas** en la costa del mar Mediterráneo que pueden afectar a la salud humana, los ecosistemas, la diversidad biológica, la sostenibilidad o la economía de una manera importante. Son los puntos principales que producen altos niveles de cargas de contaminación procedentes de fuentes domésticas o industriales
- **Zonas costeras** determinadas en las que el medio marino costero está sujeto a contaminación procedente de una o más fuentes localizadas o difusas en la costa del Mediterráneo que pueden afectar de manera significativa a la salud humana, los ecosistemas, la diversidad biológica, la sostenibilidad o la economía.

El objetivo de este estudio se logra preparando un inventario de las actividades industriales en más de 100 focos críticos de la costa mediterráneo que generan DBO industrial. Este inventario se basa en la información disponible en el PAM y en otras bases de datos industriales nacionales y regionales. Se toman en consideración las emisiones directas e indirectas.

El alcance del presente informe se puede resumir como sigue:

1. Descripción general de las obligaciones del PAE y de la estrategia operacional;
2. Descripción general de los sectores industriales regionales que producen un DBO elevado en los focos críticos del Mediterráneo;
3. Estimación aproximada de la DBO emitida en el Mediterráneo y en la cuenca hidrográfica costera (ríos);
4. Plan regional propuesto para reducir la DBO;
5. Técnicas y prácticas de reducción de la DBO en las plantas industriales;
6. Costos relacionados con la selección de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales; y
7. Opciones para financiar la aplicación del plan regional de reducción de la DBO.

¹ "Identification of priority pollution hot spots and sensitive areas in the Mediterranean". Serie de Informes Técnicos del PAM N° 124, Plan de Acción para el Mediterráneo, MED POL, PNUMA, Atenas, 1999.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE ACCIÓN ESTRATÉGICA

3.1 Consideraciones generales

El PAE pide a los Estados mediterráneos que cooperen en un espíritu de asociación mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. El Programa de Acción Estratégica² (PAE) tiene por objeto mejorar la calidad del medio marino mediante el manejo compartido más adecuadamente de la contaminación de origen terrestre. El PAE persigue asimismo el objetivo de facilitar la aplicación del Protocolo sobre la contaminación de origen terrestre por las Partes Contratantes. En consecuencia, está concebido para prestar asistencia a las Partes Contratantes en el Convenio de Barcelona en la adopción de medidas individual o conjuntamente en el marco de sus políticas, prioridades y recursos respectivos, con el fin de prevenir, reducir, controlar y/o eliminar la degradación del medio marino, y promover su recuperación de las repercusiones de las actividades de origen terrestre.

El Programa de Acción Estratégica es compatible con el Programa Mundial de Acción (Washington, 1995) y con las disposiciones pertinentes de la Convención sobre el Derecho del Mar, del Convenio sobre la Diversidad Biológica, de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y de los instrumentos jurídicos y planes de acción y medidas adoptados por las Partes Contratantes en el Convenio de Barcelona.

3.2 Obligaciones dimanantes del PAE

El PAE impone a las Partes Contratantes la obligación de proteger el medio ambiente y de contribuir al desarrollo sostenible de la zona del mar Mediterráneo mediante:

- a) La aplicación del principio de precaución.
- b) La aplicación del principio de “quien contamina paga”.
- c) La realización de evaluaciones del impacto ambiental con respecto a las actividades propuestas que es probable que produzcan un efecto adverso en el medio ambiente.
- d) La concesión de prioridad al control integrado de la contaminación.
- e) El compromiso de las Partes Contratantes de promover la gestión integrada de las zonas costeras.
- f) La aplicación del Convenio y del Protocolo sobre la contaminación de origen terrestre, de conformidad con los cuales:
 - Elaborarán y aplicarán, individual o conjuntamente, planes y programas de acción nacionales y regionales.
 - Adoptarán prioridades y calendarios.
 - Considerarán la conveniencia de aplicar las mejores técnicas disponibles (MTD) y las mejores prácticas ambientales (MPA), con inclusión de las tecnologías de producción limpia.
 - Adoptarán medidas preventivas para reducir el riesgo de contaminación accidental.

² “Strategic Action Programme to address pollution from land-based activities”. Serie de Informes Técnicos del PAM N° 119, Plan de Acción para el Mediterráneo, MED POL, PNUMA, Atenas, 1998.

- g) La garantía de que se dé al público el acceso adecuado a la información sobre el estado del medio ambiente y sobre las actividades o medidas que afectan de manera negativa o que es probable que afecten al medio ambiente.
- h) La presentación periódica de informes normalizados sobre las emisiones tóxicas en el aire, el agua y la tierra por instalaciones contaminantes.

Sobre la base de cuanto antecede, el PAM eligió las categorías de “medio urbano” y “desarrollo industrial” como áreas prioritarias. Con respecto a cada una de las dos categorías indicadas se han especificado varias subcategorías. Con respecto al medio urbano, se eligieron las subcategorías siguientes:

- a) Aguas residuales municipales
- b) Desechos sólidos urbanos
- c) Contaminación del aire

Con relación al desarrollo industrial, las subcategorías son las siguientes:

- a) Sustancias que son tóxicas, persistentes y bioacumulables
- b) Metales pesados
- c) Compuestos organohalogenados
- d) Sustancias radioactivas
- e) Nutrientes y sólidos en suspensión
- f) Desechos peligrosos

La subcategoría (e), que se refiere a los nutrientes y sólidos en suspensión, aborda la prioridad de formular un plan de acción regional para reducir las aportaciones de DBO. El plan debe especificar por qué medios se puede lograr una reducción del 50 por ciento de la DBO industrial para el año 2005.

3.3 Estrategia operacional del PAE

El capítulo 5.2 del PAE pide que se adopten compromisos colectivos o “compromisos presupuestarios” para reducir los contaminantes emitidos en el Mediterráneo. Para reducir las descargas de DBO hasta los niveles deseados, el PAM adoptó una estrategia regional con arreglo a la cual se espera que los países mediterráneos reduzcan en el 50 por ciento sus emisiones globales de DBO para el año 2005. Este enfoque entraña un compromiso “diferenciado” entre los países mediterráneos con arreglo al cual cada parte es responsable de lograr su nivel de emisiones. Este método implica también la necesidad de determinar el presupuesto regional de referencia y de especificar los presupuestos nacionales de referencia con respecto a la reducción de la DBO, que son los objetivos del presente informe.

Esta estrategia operacional del PAE³ implica que cada Parte Contratante utilizaría el presupuesto nacional determinado de referencia como base para la elaboración de un plan de acción nacional sectorial destinado a reducir las emisiones de DBO en el medio marino mediterráneo. El “presupuesto nacional de referencia” sería la suma de las emisiones individuales con respecto a las cuales cada Parte puede transferir internamente las metas de reducción de las emisiones entre diferentes actividades que generan DBO, con arreglo a las prioridades socioeconómicas y ambientales imperantes en el país.

³ “Operational document for the implementation of the strategic action programme to address pollution of the Mediterranean Sea from land-based activities (SAP)”. Reunión de los Coordinadores Nacionales de MED POL, Venecia, Italia, 28 a 31 de mayo de 2001, Plan de Acción para el Mediterráneo, MED POL, PNUMA.

La estrategia operacional del PAE consiste, por consiguiente, en proporcionar orientación a las Partes Contratantes para que especifiquen sus “presupuestos de referencia nacionales” con respecto a la reducción de la DBO. Las Partes Contratantes deberían proporcionar a la Secretaría del PAM para el año 2003 su “presupuesto de referencia nacional” para las reducciones de la DBO oficialmente aceptado, considerando el año 2003 como año de base con el fin de poder vigilar los cambios de la DBO en los años posteriores. La Secretaría deberá examinar con regularidad con las Partes Contratantes, y en la forma que proceda revisar, las directrices técnicas tomando en consideración la evolución técnica científica relacionada con la cuestión y los progresos logrados en las negociaciones sobre convenciones regionales e internacionales que puedan tener repercusión en el PAE, y en particular en la descarga de DBO en el entorno marino. Además, se debe señalar que la estrategia operacional del PAE para la aprobación del método del presupuesto implícitamente incluye un proceso de vigilancia para comprobar el grado de cumplimiento e incumplimiento en la realización del presupuesto de referencia con respecto a la reducción de la DBO para cada país.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SECTORES INDUSTRIALES REGIONALES

4.1 Consideraciones generales

En la presente sección, se describen los principales sectores industriales caracterizados por sus cargas importantes de DBO en sus corrientes de aguas residuales. A continuación se efectúa una clasificación de la base industrial emplazada en los litorales del Mediterráneo, con respecto a cada país, en función de los sectores y la dimensión de las empresas.

4.2 Sectores industriales con descargas importantes de DBO

Muchas industrias producen desechos líquidos con características similares a las aguas residuales domésticas. Los principales contaminantes son:

- a) Materia orgánica biodegradable
- b) Nutrientes (nitrógeno y fósforo)
- c) Sólidos en suspensión

La carga de contaminación de esos nutrientes puede referirse a un equivalente de población y medirse como carga de demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Las fuentes más importantes de DBO en la corriente de aguas residuales industriales son:

- a) La fabricación de alimentos y bebidas; la matanza y la preparación y preservación de la carne; la fabricación de productos lácteos; el enlatado y la conservación de frutas, legumbres y hortalizas, el enlatado, la conservación y el procesamiento de pescado, crustáceos y alimentos similares; la fabricación de aceites y grasas vegetales; los ingenios azucareros y las refinerías de azúcar; la destilación; la producción de vino; la fabricación de cerveza, etc.
- b) La fabricación de textiles; la elaboración de la lana y la elaboración del algodón
- c) Las curtidurías y la industria de acabado del cuero
- d) La industrial del papel y la pulpa de papel
- e) La industria de fertilizantes a base de fósforo
- f) La industria farmacéutica; las sustancias básicas (procesos de fermentación y de extracción)
- g) La industria química, en caso de tipos concretos de productos químicos, que contengan DBO en sus aguas residuales efluentes (detergentes, etc.).

Según un estudio publicado por el centro regional de producción limpia⁴, la base industrial en los países mediterráneos, en lo que respecta al sector y a la dimensión, se divide entre los diversos sectores industriales como se indica en la figura 4.1. Como puede verse, los sectores industriales que contribuyen a la descarga de DBO en la costa mediterránea incluyen los textiles, el cuero, los fertilizantes, el procesamiento de alimentos, las industrias alimentarias, los productos químicos, los productos farmacéuticos (otros: 1%) y el papel. Esas industrias agrupadas representan más del 50 por ciento de la base industrial total de los países mediterráneos.

⁴ “State of Cleaner Production in the Mediterranean Action Plan Countries” (Estado de la producción limpia en los países del Plan de Acción para el Mediterráneo Regional). *Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia*, Plan de Acción para el Mediterráneo, junio de 2001.

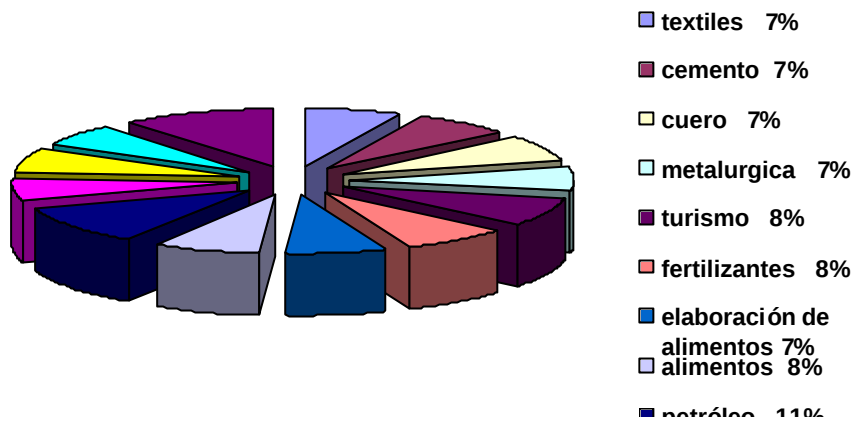


Figura 4.1: La estructura industrial en función de los sectores y la dimensión de las empresas en el mar Mediterráneo⁴

4.3 Los sectores industriales en los países mediterráneos

En la presente sección se procura determinar el tipo de sectores industriales que contribuyen a la descarga de DBO en los diversos países mediterráneos. Los datos proporcionados en el informe N° 124¹ del PAM y en los informes sobre los focos críticos posteriormente actualizados, y los datos pertinentes aportados en el informe sobre el Estado de la Producción Limpia⁴ se utilizan con este fin. El resumen de esos resultados se indica en forma tabulada en el cuadro 4.1, que clasifica a las industrias en función de su contribución a la descarga de DBO (enumeradas por tipo) y otras industrias que no contribuyen a la generación de DBO. Este cuadro está destinado a ser utilizado en una etapa posterior para elaborar el plan de acción regional de reducción de la DBO de los diversos países.

Como cabe observar, la industria predominante que genera DBO en la cuenca mediterránea es la de alimentos y elaboración de alimentos, seguida de los textiles, el cuero, los fertilizantes, los productos químicos, el papel y la pulpa de papel. Se da por supuesto que el número de industrias de alimentos y de elaboración de alimentos se puede dividir por igual, lo que nos permite llegar a la conclusión de que la distribución de los diversos sectores industriales, tal como vienen determinados por los informes sobre los focos críticos, es aproximadamente similar a la que se indica en la figura 4.1, obtenida a partir del Informe sobre el Estado de la producción limpia en los países mediterráneos.

Cuadro 4.1: Sectores industriales que contribuyen a la descarga de DBO en los países mediterráneos⁴

Nombre del país	Sector industrial							
	textiles	cuero	fertilizantes	alimentaria y elaboración de alimentos	productos químicos	productos farmacéuticos	papel y pulpa de papel	industrias (No descargan)
Albania							•	•
Argelia		•		•			•	•
Bosnia y Herzegovina	•			•				•
Chipre				•				•
Croacia	•			•	•		•	•
Egipto	•	•	•	•	•		•	•
Eslovenia			•	•	•			•
Francia				•				•
Grecia			•	•				•
Israel	•		•	•	•			•
Italia		•	•		•		•	•
Líbano		•		•		•		•
Libia	•	•	•		•			•
Malta				•				•
Marruecos	•	•		•	•		•	•
Siria	•			•				•
Túnez	•	•		•	•			•
Turquía	•	•	•	•			•	•
Número total de sectores industriales	9	8	7	15	8	1	7	-

5. ESTIMACIÓN DE LA DBO LIBERADA EN EL MEDITERRÁNEO

5.1 Consideraciones generales

Como se ha señalado anteriormente, las estimaciones de la DBO industrial descargada en el mar Mediterráneo se basaban en datos proporcionados en la serie de informes técnicos Nº 124 del PAM¹ y sobre los datos incluidos en los informes actualizados posteriores sobre los focos críticos⁵. Este enfoque se adoptó debido a la falta de datos detallados sobre las industrias individuales y sus actuales descargas de DBO en el mar Mediterráneo. La base de datos facilitada en los informes sobre los focos críticos con respecto a las descargas de DBO se consideró sumamente exhaustiva, basada en una fundamentación científica *relativamente* sólida, debido a que incluye todas las descargas de DBO en las zonas de los focos críticos aunque la medición efectiva de la DBO no siempre existía. De ahí que no se calcularan las descargas industriales de DBO fuera de los focos críticos. La información obtenida de los informes sobre esos lugares se complementó asimismo con datos adicionales adquiridos a partir de la serie de informes técnicos del PAM Nº 128⁶ sobre las plantas de tratamiento de las aguas residuales municipales en las ciudades costeras mediterráneas. Este informe fue fundamental para determinar las cargas de DBO municipales necesarias para calcular las descargas industriales de DBO cuando se citaban las cargas totales de DBO. La base de datos sobre los sectores industriales en los diversos países mediterráneos proporcionada en el informe sobre el Estado de la producción limpia⁴ también se utilizó. En la sección siguiente se indican los pormenores de las hipótesis adoptadas al estimar las descargas de DBO de los focos críticos.

5.2 Base para la estimación de la DBO de los países mediterráneos

En los cuadros individuales de cada país se indican estimaciones de las descargas industriales de DBO de los diversos focos críticos, y se incluyen en el Anexo 'A'. Sobre la base de las hipótesis adoptadas, con respecto a las cargas calculadas de DBO correspondientes a cada foco crítico, estimamos que la carga actual de DBO industrial agrupada descargada en la cuenca mediterránea es aproximadamente de 410.000 toneladas al año. Las descargas industriales de DBO de cada país figuran en el cuadro 5.1. A continuación se explican las hipótesis adoptadas para calcular las cargas de DBO correspondientes a cada país.

Albania: El informe actualizado de los focos críticos de Albania indica que los sectores industriales no descargan cantidades importantes de DBO en el Mediterráneo. En consecuencia, la DBO descargada por las fuentes industriales se da por supuesto que es equivalente al 10 por ciento de la descarga municipal de DBO efectuada por la población local de 254.000 habitantes que viven cerca de la costa mediterránea, suponiendo que cada habitante descarga 60 gramos al día. En consecuencia, la DBO descargada de fuentes industriales en Albania se calculó que era de 540 toneladas/año.

⁵ Informes actualizados del informe 124 del PAM correspondiente a los focos críticos de Albania, Argelia, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Egipto, Eslovenia, el Líbano, Libia, Marruecos, Siria, Túnez y Turquía, diciembre de 2001.

⁶ "Municipal wastewater treatment plants in Mediterranean coastal cities", Serie de Informes Técnicos del PAM Nº 128, Plan de Acción para el Mediterráneo, MED POL, PNUMA, Atenas, 2000.

Cuadro 5.1: Estimaciones de las descargas industriales de DBO de los focos críticos en los países mediterráneos

País	Descarga de DBO (toneladas/año)
Albania	540
Argelia	113.600
Bosnia y Herzegovina	4.710
Chipre	1.300
Croacia	4.100
Egipto	213.160
Eslovenia	450
España	_*
Francia	390
Grecia	8.960
Israel	5.150
Italia	27.140
Líbano	4.090
Libia	2.160
Malta	8.430
Marruecos	5.180
Siria	580
Túnez	7.250
Turquía	3.200
TOTAL	410.390

* no se dispone de datos

Argelia: El informe actualizado sobre los focos críticos de Argelia estima la carga de DBO sobre la base de un valor de 60 gramos por habitante y día. El informe N° 128⁶ del PAM aporta datos sobre la población a la que atienden las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes (y su nivel de tratamiento) y otros datos sólo por red. En consecuencia, era posible calcular la carga municipal de DBO vertida en el Mediterráneo (la reducción de las cargas de DBO correspondientes a cada tipo de tratamiento se incluyen en los cuadros enumerados en el Anexo 'A'). Para calcular la DBO industrial, se utiliza una relación de DBO municipal a DBO industrial del 0,7 por ciento. Esta relación se obtuvo a partir de las cargas reales de DBO medidas en el país vecino de Túnez. La DBO descargada de fuentes industriales en Argelia se calculó que era de 113.600 toneladas al año. Este valor es aproximadamente el 28 por ciento de la DBO industrial total descargada en el Mediterráneo.

Bosnia y Herzegovina: El informe actualizado sobre los focos críticos de Bosnia y Herzegovina proporciona datos sobre el equivalente de población producido por las diversas industrias emplazadas en los focos críticos. Entre éstas cabe mencionar los textiles y la elaboración de alimentos. Sobre la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, era posible calcular la carga industrial de DBO descargada en el Mediterráneo. De esta forma se calculó la DBO descargada de fuentes industriales de Bosnia y Herzegovina en 4.710 toneladas al año.

Chipre: El informe 124 del PAM sobre Chipre indica las cargas de DBO en sólo un foco crítico, a saber Limassol. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y la atendida sólo por red. Sobre la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, y gracias a los datos adicionales proporcionados por las autoridades chipriotas, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO que figuraba en el informe. La DBO descargada de fuentes industriales en Chipre se calculó en 1.300 toneladas al año.

Croacia: El informe actualizado sobre los focos críticos de Croacia señala las cargas de DBO en cada foco crítico. El informe 128 del PAM brinda datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y las atendidas únicamente por red. Sobre la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO indicada en el informe. Sin embargo, con respecto a varios focos críticos (de carácter municipal e industrial), resultó que la DBO municipal calculada era superior a la DBO indicada en el informe, lo que arrojaba ciertas dudas sobre el valor comunicado en el informe. La DBO descargada por fuentes industriales se calculó luego sobre la base de la DBO industrial, como equivalente al 10 por ciento de la DBO municipal descargada por la población local. En lo que respecta a los focos críticos industriales, se partió del supuesto de que la DBO que figuraba en el informe equivalía a la DBO industrial. La DBO descargada de fuentes industriales en Croacia se calculó en 4.100 toneladas al año.

Egipto: El litoral mediterráneo de Egipto recibe el impacto de la mayor parte de la población y de las actividades agrícolas e industriales del país. La enorme población urbana y las tierras agrícolas adyacentes explotadas contribuyen *indirectamente* a la carga de contaminación que llega a las aguas costeras, sea directamente (como en la región de Alejandría) o a través de las lagunas del litoral (como el lago Manzala que recibe la mayor parte del agua residual compuesta de El Cairo). Se señalaron dos focos críticos industriales, la bahía de Abu Qir, que es un foco crítico industrial (cuya DBO comunicada se da por supuesto que es la DBO industrial), y la bahía de El Mex, foco crítico de carácter mixto municipal e industrial en el que se descargan las aguas residuales domésticas tratadas de los tres millones de habitantes de la ciudad de Alejandría. Partiendo de la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, fue posible calcular la carga municipal de DBO. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO comunicada en el informe. En consecuencia, la DBO descargada de fuentes industriales en Egipto se calculó que era de 213.160 toneladas al año. Este valor representa aproximadamente el 52 por ciento de la DBO industrial total descargada en el Mediterráneo.

Eslovenia: El informe actualizado sobre focos críticos en Eslovenia aporta datos sobre la carga de DBO descargada en el Mediterráneo desde los diversos focos críticos. El informe 128 del PAM brinda datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes (y su nivel de tratamiento) y la atendida exclusivamente por red. La carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo se basaba en la cifra de 60 gramos de DBO por habitante y día. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO comunicada en el informe. La DBO descargada de fuentes industriales en Eslovenia se calculó que era de 450 toneladas al año.

España: Según los cuadros sobre focos críticos incluidos en el informe 124 del PAM, España no tiene ningún foco crítico industrial en la costa mediterránea.

Francia: El informe 124 del PAM indica que en Francia sólo existe un foco crítico (de carácter industrial); sin embargo, no se proporcionan datos sobre el tipo de industrias existentes. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y las atendidas únicamente por red. Sobre la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo. La DBO industrial se calculó posteriormente sobre la base de que es equivalente al 10 por ciento de la DBO municipal descargada por la población local de 1.200.000 habitantes que viven cerca de la costa mediterránea. La DBO descargada de fuentes industriales en Francia se calculó que era de 390 toneladas al año.

Grecia: El informe 124 del PAM sobre Grecia presenta las cargas de DBO de cada foco crítico. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y las atendidas únicamente por red. Sobre la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO que figuraba en el informe. Sin embargo, en lo que respecta a varios focos críticos (de carácter municipal e industrial), resultó que la DBO municipal calculada era superior a la DBO comunicada en el informe, lo que hacía tener ciertas dudas acerca del valor comunicado. La DBO descargada por fuentes industriales se calculó a continuación sobre la base de que la DBO industrial es equivalente al 10 por ciento de la DBO municipal descargada por la población local. En lo que respecta a los focos críticos industriales, la DBO comunicada se dio por supuesto que equivalía a la DBO industrial. La DBO descargada de fuentes industriales en Grecia se calculó que ascendía a 8.960 toneladas al año.

Israel: El informe 124 del PAM sobre Israel incluye las cargas de DBO medidas. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y las atendidas únicamente por red. Sobre la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO comunicada en el informe. La DBO descargada de fuentes industriales en Israel se calculó que era de 5.150 toneladas al año.

Italia: El informe 124 del PAM sobre Italia estima la carga de DBO sobre la base de un valor de 60 gramos por habitante y día. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y las atendidas únicamente por red. En consecuencia, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO indicada en el informe. En lo que respecta a algunos focos críticos, la DBO industrial descargada es reducida debido al tratamiento de aguas residuales industriales existentes. La DBO descargada de fuentes industriales en Italia se calculó que era de 27.140 toneladas al año.

Líbano: El informe actualizado sobre focos críticos en el Líbano aporta datos sobre la carga de DBO descargada en el Mediterráneo desde los diversos puntos vulnerables. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes (y su nivel de tratamiento) y las atendidas exclusivamente por red. En consecuencia, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo sobre la base de 60 gramos por habitante y día. La DBO industrial se calculó posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO comunicada en el informe. La DBO descargada de fuentes industriales en el Líbano se calculó que era de 4.090 toneladas al año.

Libia: Sólo se señaló un foco crítico en el informe actualizado sobre focos críticos de Libia de carácter industrial; sin embargo, no se proporcionaron datos sobre el tipo de industrias existentes. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y las atendidas exclusivamente por red. Sobre la base de una carga de DBO de 60 gramos por habitante y día, fue posible calcular la carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo. Para calcular la DBO industrial, se utilizó una relación de la DBO municipal a la DBO industrial de 0,7. Esta relación se obtuvo a partir de los valores de DBO efectivos medidos en el país vecino de Túnez. La DBO descargada de fuentes industriales en Libia se calculó que era de 2.160 toneladas al año.

Malta: El informe 124 del PAM aporta datos sobre las cargas de DBO descargadas en el Mediterráneo desde los diversos focos críticos de Malta. El informe 128 del PMA aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y las atendidas exclusivamente por red. La carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo se basa en la cifra de 60 gramos de DBO por habitante y día. La DBO industrial se calcula posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO indicada en el informe. La DBO descargada desde fuentes industriales en Malta se calculaba que era de 8.430 toneladas al año.

Marruecos: El informe actualizado sobre los focos críticos de Marruecos aporta datos sobre las cargas de DBO industriales descargadas en el Mediterráneo desde los diversos puntos vulnerables. En consecuencia, la DBO descargada de fuentes industriales se calculó directamente que era de 5.180 toneladas al año.

Siria: El informe actualizado sobre los focos críticos de Siria aporta datos sobre la carga de DBO descargada en el Mediterráneo desde los diversos focos críticos. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y la atendida exclusivamente por red. La carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo se basa en la cifra de 60 gramos de DBO por habitante y día. La DBO industrial se calcula posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO indicada en el informe. La DBO descargada desde fuentes industriales en Siria se estimó en 580 toneladas al año.

Túnez: El informe actualizado sobre los focos críticos de Túnez aporta datos sobre la carga de DBO descargada en el Mediterráneo desde los diversos focos críticos. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y la atendida exclusivamente por red. La carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo se basaba en la cifra de 60 gramos de DBO por habitante y día. La DBO industrial se calcula posteriormente deduciendo la DBO municipal de la DBO indicada en el informe. La DBO descargada desde fuentes industriales en Túnez se estimó en 7.250 toneladas al año.

Turquía: El informe actualizado sobre los focos críticos de Turquía no facilita dato alguno sobre la carga de DBO descargada en el Mediterráneo desde los dos puntos vulnerables especificados. El informe 128 del PAM aporta datos sobre la población atendida por las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales existentes y la atendida exclusivamente por red. La carga de DBO municipal descargada en el Mediterráneo se basaba en la cifra de 60 gramos de DBO por habitante y día. Debido a que un foco crítico contiene 17 industrias, y el otro sólo tiene una industria, la DBO se dio por supuesto que equivalía al 20 por ciento de la DBO municipal del foco crítico con 17 industrias y el 5 por ciento del foco crítico con una sola industria. La DBO descargada desde fuentes industriales en Turquía se estimó en 3.200 toneladas al año.

6. PLAN REGIONAL PROPUESTO PARA LA REDUCCIÓN DE LAS DESCARGAS DE DBO EN EL MEDITERRÁNEO

El plan regional propuesto para la reducción de la DBO industrial persigue el objetivo de una reducción del 50 por ciento para el año 2005 en *cada* país mediterráneo. Este plan garantizaría que todos los países mediterráneos contribuirían *por igual* a la reducción conjunta de la DBO industrial del actual nivel de unas 410.000 toneladas al año (indicadas en el cuadro 5.1) a unas 205.000 toneladas en el año 2005.

A ese respecto, se debe señalar que se deja a la discreción de cada país la elección de los medios más adecuados para alcanzar esta meta. En algunos países, están instalados procedimientos perfeccionados de tratamiento de aguas residuales industriales, aunque éstos pueden variar de un sector industrial a otro. En otros, puede existir una falta general de instalaciones de tratamiento de aguas residuales industriales. Y en un tercer grupo de países, los controles en las plantas industriales pueden representar el medio más eficaz de reducir la DBO frente a los métodos de tratamiento al final del proceso. En último análisis *cada* país mediterráneo individual debe lograr una reducción conjunta del 50 por ciento, independientemente de la fuente o el medio.

Sobre la base de cuanto antecede, en el cuadro 6.1 se resumen las descargas de la DBO industrial estimadas antes y después de la aplicación de los planes de acción con niveles de reducción del 50 por ciento.

Cuadro 6.1: Estimaciones de las descargas de DBO industriales de los países mediterráneos antes y después de la aplicación del plan regional propuesto

País	Descarga actual de DBO en 2000 (toneladas/año)	Reducción del 50 por ciento de la DBO para 2005 (toneladas)
Albania	540	270
Argelia	113.600	56.800
Bosnia y Herzegovina	4.710	2.355
Chipre	1.300	650
Croacia	4.100	2.050
Egipto	213.160	106.580
Eslovenia	450	225
España	_*	_*
Francia	390	195
Grecia	8.960	4.480
Israel	5.150	2.575
Italia	27.140	13.570
Líbano	4.090	2.045
Libia	2.160	1.080

País	Descarga actual de DBO en 2000 (toneladas/año)	Reducción del 50 por ciento de la DBO para 2005 (toneladas)
Malta	8.430	4.215
Marruecos	5.180	2.590
Siria	580	290
Túnez	7.250	3.625
Turquía	3.200	1.600
TOTAL	410.390	205.195

* no se dispone de datos

7. TÉCNICAS Y PRÁCTICAS DE REDUCCIÓN DE LA DBO EN LAS CORRIENTES DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

7.1 Consideraciones generales

En esta sección se procura caracterizar las emisiones de DBO de descargas directas e indirectas y se presenta una descripción general de las técnicas, los métodos, las prácticas y los instrumentos adecuados existentes, llamados “controles en las plantas industriales” para el manejo de la DBO en los efluentes industriales, y que son aplicables a empresas que se suelen dar en la región mediterránea. Parte de la presente sección se dedica asimismo al tratamiento de aguas residuales “clásico”, al que se suele hacer referencia como “tratamiento en la etapa final”, que sigue siendo la solución preferida en muchos países mediterráneos. Se presentan igualmente los factores que influyen en la elección del método de tratamiento.

A ese respecto, se debe señalar que las industrias deben tratar de establecer una estrategia de gestión de los desechos basada en el “principio de prevención de los desechos”, con arreglo al cual los desechos producidos están vinculados con tecnologías de producción concretas de carácter preventivo, a las que se suelen designar como “las mejores técnicas disponibles”. Estas medidas técnicas deben basarse en “las mejores prácticas ambientales” o prácticas correctas, con el objetivo de reducir las cantidades finales de desechos que se han de tratar, con arreglo a la siguiente jerarquía:

1. prevención/reducción de los desechos;
2. reutilización/reciclaje de los desechos;
3. valoración de los desechos; y
4. tratamiento y eliminación de los desechos.

7.2 Medidas para reducir la DBO en las corrientes de aguas residuales industriales

Antes de aplicar cualquier medida de reducción de la DBO, ya sea en controles en las plantas industriales, o de un tratamiento al final del proceso, las industrias deben tratar de aplicar las prácticas siguientes:

1. Evaluar sus cargas de contaminación;
2. Explorar las posibilidades de reducir al mínimo los desechos; y
3. Aplicar instrumentos de gestión (ISO14001, EMAS, etc.)

La reducción al mínimo de los desechos o las medidas de control en las plantas industriales para la reducción de la DBO incluyen normalmente:

1. Cambios en los procedimientos para reducir al mínimo o eliminar los desechos de un proceso determinado;
2. Segregación de las corrientes de los procesos;
3. Cambio en las materias primas;
4. Cisternas o cuencas de ecualización o retención, que provean a la emisión controlada de grandes cantidades de productos químicos a las alcantarillas o a las aguas de recepción;

5. Una buena administración, con inclusión del mantenimiento adecuado de las plantas y la maquinaria, y medidas de prevención con respecto a los derrames accidentales, etc.

Los métodos de tratamiento de los desechos o de la etapa final para la eliminación de la DBO pueden consistir, si se dispone de ellos, de un tratamiento de aguas residuales municipales. Esta solución es a menudo la más práctica y económica para los desechos orgánicos disueltos a condición de que:

1. la instalación provea un tratamiento secundario;
2. exista una capacidad oxidativa suficiente de los excesos por encima de la necesaria para las aguas residuales domésticas; y
3. los desechos orgánicos sean fácilmente biodegradables.

Por lo general, esos desechos se rigen por ordenanzas relativas al alcantarillado local, que regulan la descarga de desechos industriales y suelen especificar la manera en que los desechos pueden admitirse. Puede requerirse un tratamiento previo para suprimir las sustancias tóxicas, los compuestos inflamables, los metales pesados o para ajustar el pH antes de que se produzca la descarga a las alcantarillas.

El tratamiento conjunto municipal-industrial tiene la ventaja de reducir los costos, y la dilución y adición de nutrientes que aceleran los procesos biológicos y que transforman los desechos en sustancias inocuas. No obstante, frecuentemente se requiere la intervención de una planta o laboratorio experimentales extensivo para determinar de manera adecuada el método o los métodos de tratamiento de un desecho determinado antes de descargarlo a las aguas receptoras.

Los métodos de tratamiento al final del proceso adecuados para reducir la DBO incluyen los métodos físicos y biológicos. Los métodos físicos comprenden estanques de filtrado y sedimentación. Los métodos biológicos comprenden estanques de estabilización y lagunas mecánicamente aireadas, fangos activados y filtros percoladores.

7.3 Breve descripción de los efluentes de la DBO de las industrias

En la presente sección, tratamos de describir las características de los efluentes de la DBO, “los controles en las plantas industriales” y los métodos de “tratamiento en la etapa final” con respecto a las siguientes industrias:

1. Industria de elaboración de alimentos
2. Industria textil
3. Industria del cuero
4. Industria del papel
5. Industria farmacéutica
6. Industria química

7.3.1 Industria de elaboración de alimentos

En general la industria de elaboración de alimentos tiene un efluente de desechos en bruto antes del tratamiento que es sumamente elevado en materia orgánica soluble. Las cantidades de desecho y la cantidad de sustancias orgánicas y sólidos descargados de las operaciones de elaboración dependen en gran medida del tipo de las etapas de elaboración individuales y de la utilización y reutilización del agua en cada planta. Existe una gran

variación en la carga de desechos de una planta a otra en función de la disposición de la planta y de la manera en que se manipulan los alimentos.

Desechos de las fábricas de conservas: La principal fuente de desechos líquidos en la industria de conservas de alimentos es normalmente la de las instalaciones de lavado de frutas, legumbres y hortalizas. Otras fuentes de desechos proceden de las operaciones de pelado y contienen grandes volúmenes de materia en suspensión – principalmente de carácter orgánico – y del equipo de lavado, los utensilios, las cocinas, etc., así como el lavado de los suelos y las zonas de preparación de los alimentos en general. Las cargas de DBO varían en función del tipo de producto enlatado y de los tipos de operaciones en curso⁷. En el enlatado de las manzanas la DBO varía de 1.600 a 5.500 ppm, para los albaricoques de 200 a 1.000 ppm, para las setas de 70 a 800 ppm, para los tomates de 200 a 4.000 ppm. Esta amplia variación de las concentraciones de la DBO es atribuible al volumen de agua utilizada. Entre otros factores cabe mencionar la utilización de un canal para los desechos, el filtrado de sólidos, los recortes y los productos rechazados, la eliminación del agua de los desechos sólidos en prensadores o extractores de polvos, etc.

Para reducir las cargas de DBO en las aguas residuales de los efluentes, los desechos sólidos de los alimentos se deben mantener lejos del agua. La adición de desechos sólidos al agua para la canalización y el traslado de un punto a otro aumenta considerablemente al mismo tiempo que la concentración de sustancias orgánicas solubles en las aguas residuales. En consecuencia, las aguas residuales se deben filtrar como un primer paso en cualquier proceso de tratamiento. Además, las aguas de lavado deben regenerarse y reutilizarse en una contracorriente.

Como se ha señalado anteriormente, existe una amplia variación en la concentración de los desechos en lo que respecta a la DBO. Parte de esta variación de la concentración es atribuible al volumen de agua utilizado. En general, cuanto mayor es el volumen de agua utilizado, más débil es el desecho. Sin embargo, existen varios elementos que aumentan considerablemente la concentración de la DBO del desecho, como la canalización del desecho, el filtrado de los sólidos, los recortes y los productos rechazados, la eliminación del agua de los desechos sólidos en prensadores o extractores de polvos sin una eliminación separada del licor así creado, y el desmenuzamiento de los sólidos en pulverizadores. Desde un punto de vista económico, normalmente es menos costoso tratar un desecho de escaso volumen y gran concentración que un desecho diluido de gran volumen. La descarga de un procesador de alimentos en un sistema municipal, que representa el costo adicional de pagar por el tratamiento sobre una base de la DBO, debe considerar el tratamiento de un desecho de gran concentración y escaso volumen en un sistema relativamente pequeño de la planta industrial. Se recomienda asimismo que se imparta instrucción a los empleados para velar por que los materiales desparramados y otros desechos sean recuperados en lugar de eliminados por infiltración a través de la alcantarilla.

Desechos de aves de corral: Durante la matanza de las gallinas se produce una gran cantidad de desechos, lo que permite proceder al sangrado de las aves. La sangre de las gallinas contiene al parecer más de 90.000 ppm de DBO. La composición del conjunto de los desechos de una planta de aves de corral se caracteriza por un DBO comprendido entre 150 y 2.400 ppm. Este material se debe mantener alejado de las alcantarillas de la planta. Por ese motivo, es necesario recoger la sangre en contenedores para su eliminación separada. Otra fuente de desechos es el estiércol y los piensos no consumidos junto con el agua utilizada para lavar las jaulas y el suelo de toda la superficie del almacén. Se puede conseguir una reducción considerable de la carga de contaminación si el estiércol y los piensos y las plumas desperdigados por la zona de recepción se pueden manejar de una manera seca. Este material se puede utilizar como fertilizante. La limpieza de las jaulas antes de que sean colocadas en camiones y devueltas a las explotaciones agrícolas es otra

⁷ N. H. Sanborn, "Disposal of Food Plant Wastes," *NCA Research Laboratories*, Washington, D.C.

fuerza importante de contaminación. La utilización de dispersores de alta presión en condiciones sumamente controladas puede reducir el volumen del agua utilizada para el lavado en esta etapa.

Desechos de los envases de carne: Los desechos líquidos producidos por la industria del envasado de la carne son en gran parte orgánicos con una carga de DBO que oscila entre las 400 y las 3.000 ppm. El volumen y el contenido orgánico de los desechos de la carne varían considerablemente en función del tipo de operación y del grado de práctica de recuperación de los subproductos. Algunas plantas sólo se destinan a la matanza y, en consecuencia, se consideran mataderos, en los que se sacrifica a los animales y la carne se prepara para su distribución. Como sucede en el caso de las aves de corral, la sangre resultante de la matanza es de una densidad excesiva que se aproxima a las 100.000 ppm de la DBO, y debe manipularse por separado para evitar una contaminación excesiva en el alcantarillado. Otro problema grave en los mataderos es el estiércol acumulado en la barriga. Éste se debe manipular de una manera seca, de ser posible, porque añade una considerable DBO y sólidos en suspensión a los desechos líquidos de la planta. La DBO conjunta de la planta suele oscilar entre las 650 y las 2.200 ppm.

Los desechos de los mataderos y las plantas de envasado suelen tratarse en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; sin embargo, antes de liberarlos en las alcantarillas urbanas, normalmente se utilizan prácticas de pretratamiento de filtrado, sedimentación y flotación por gravedad.

Desechos de alimentos lácteos: En la industria de alimentos lácteos, la mayor parte de las plantas abarcan varias operaciones y los tipos de desechos varían en consecuencia. Para estas operaciones es posible que existan centros de recepción, plantas de embotellamiento, fabricación de productos lácteos, fábricas de helados, fábricas de queso y fábricas de productos de leche condensada y seca. Como el resto de la industria alimentaria, las pérdidas controladas de productos reducen los problemas potenciales de contaminación de los desechos. Las cantidades aproximadas de DBO varían de 0,1 a 1 kg por tonelada de leche. Debido al método de procesamiento y a los productos que se producen con diversas operaciones, existen a veces excedentes de leche, manteca de leche separada, así como partidas en ocasiones de leche agria. Lamentablemente, no existe ningún método simple y económico de regenerar y utilizar esos materiales como subproductos y, por consiguiente, la eliminación de este material pasa a ser un problema muy grave. El vertido indiscriminado de este material en las alcantarillas debe evitarse y, siempre que sea posible, estos desechos sumamente concentrados deben tratarse por separado o eliminados por evacuación.

El tratamiento de los desechos de la leche se lleva normalmente a cabo en plantas municipales. El pretratamiento por filtrado es una buena práctica. En algunos casos, se debe recurrir también a la supresión del polvo.

Desechos del azúcar de remolacha: Las depuradoras del azúcar de remolacha crean aguas residuales que contienen grandes cantidades de materia orgánica disuelta. Las mayores cantidades de aguas residuales procederán de operaciones de extracción por canalización de las aguas de lavado de la remolacha que contienen fragmentos de remolacha en suspensión, raíces, tallos, hojas y materia orgánica disuelta. La corriente de desechos tiene una considerable DBO con un valor mínimo (en caso de las remolachas en buen estado) de 200 ppm. La carga de DBO varía, sin embargo, considerablemente, en función de que las remolachas estén descompuestas debido a la congelación y otros factores, y del proceso utilizado para las operaciones de elaboración de la remolacha. La DBO está presente en el agua residual resultante de la extracción del azúcar de las remolachas, que se conoce con el nombre de agua de filtrado de la pulpa. La DBO está también presente en la lechada de terrones calcáreos que se produce al mezclar y trasladar los terrones de cal.

El medio más convencional de tratamiento de los desechos del azúcar de remolacha es la inmersión en un estanque de oxidación. Los desechos habitualmente descargados en el estanque son las aguas de lavado trasladadas por canalización y las lechadas de terrones calcáreos, aunque en algunas plantas los terrones se vuelven a quemar y se reutilizan en el proceso. La mayor parte de las plantas secan la pulpa gastada, eliminando de esa manera la necesidad de tratamiento de este desecho líquido y las aguas residuales del condensador tienen una DBO lo suficientemente reducida para permitir que se descarguen, sin tratamiento, en una corriente de recepción. Un estanque permite un tiempo de retención suficiente para que los sólidos se asienten y se produzca una reducción parcial de la DBO.

Desechos de las fábricas de cerveza: Las aguas residuales de las fábricas de cerveza tienen un gran contenido en materia orgánica disuelta. La corriente de desechos tiene una DBO significativa con una concentración que puede alcanzar las 7.000 ppm⁸. La carga de DBO requiere un tratamiento previo antes de la descarga. El proceso de tratamiento abarca el filtrado seguido de un asentamiento primario. Los desechos de las fábricas de cerveza son deficientes en nutrientes; en consecuencia, será necesario pasar la corriente de efluentes por un filtro percolador antes de permitir que la corriente de desechos vaya a parar a las cuencas de asentamiento final.

Desechos de la fermentación y la destilación: Las aguas residuales de la fermentación del vino tienen un alto contenido en materia orgánica disuelta. La corriente de desechos tiene una DBO importante con una concentración de más de 2.000 ppm⁸. La carga de DBO requiere un tratamiento previo antes de la descarga. El proceso de tratamiento abarca el filtrado para eliminar los sólidos en suspensión más grandes, como las pieles de la uva, seguido de una equilibración aireada antes de pasar la corriente de aguas residuales del efluente por un filtro perforador y luego su sedimentación final. El proceso de aireación requerirá el uso de una flotación de aire difuso.

Desechos de levadura: Las aguas residuales de levadura contienen una alta concentración de materia orgánica disuelta. La corriente de desechos tiene una DBO significativa con una concentración de más de 2.000 ppm⁸. La carga de DBO requiere un tratamiento previo antes de la descarga. El proceso de tratamiento abarca el filtrado para suprimir los sólidos en suspensión más grandes seguido de una equilibración aireada y de su sedimentación final.

Métodos de tratamiento de los desechos y control de las industrias alimenticias: En general los métodos de tratamiento de los desechos de las plantas de elaboración de alimentos se pueden dividir en un control en la planta y los métodos de tratamiento de la etapa final. El control en la planta comprende:

1. La reutilización del agua limpia o relativamente limpia en las operaciones adecuadas
2. Una reducción del volumen del agua utilizada para el transporte de los productos
3. La eliminación de los desechos sólidos por medios manuales o mecánicos en lugar de evacuarlos por la cloaca
4. La segregación de las corrientes de desechos altamente concentrados mediante el tratamiento o la eliminación separado
5. La separación de las aguas de enfriamiento de las latas o de otras aguas limpias mediante la eliminación sin tratamiento para reducir el volumen de los desechos
6. La reagrupación, en condiciones adecuadas, de las aguas limpias con las aguas tratadas para que se produzca la dilución en el punto de la descarga final.

⁸ "River Barada pollution control study", informe preparado por Howard Hymphreys & Sons, Consulting Engineers, Surrey, Inglaterra, y presentado al Ministerio de Vivienda y Servicios Públicos, Siria.

Sin embargo, las industrias deben poner cuidado en la aplicación de estas medidas para no sacrificar los aspectos higiénicos del procesamiento de los alimentos con el fin de lograr ahorros en las cantidades de aguas y en las prácticas de reducción de los desechos.

Los métodos de tratamiento en la etapa final incluyen:

1. El filtrado de los desechos de la elaboración de alimentos para suprimir los sólidos. Este procedimiento consiste en un filtrado por tamiz de malla ancha o de rejillas y un filtrado a través de malla fina. Se debe señalar que el filtrado de malla fina puede producir reducciones de la DBO mayores que los estanques de sedimentación primarios, y a un costo inferior.
2. La recuperación de la grasa es necesaria en las plantas que manejan grandes cantidades de carne o de aves de corral para eliminar la grasa de sus aguas residuales.
3. El tratamiento biológico en el que los microorganismos suprimen las cargas orgánicas por medio de la absorción y el metabolismo directo. Entre éstos cabe mencionar los filtros percoladores, los fangos activados, los estanques y los procedimientos de tratamiento de la digestión anaeróbica.

7.3.2 Industria textil

Las actividades de producción de tejidos de algodón consisten en cierto número de procedimientos entre los que cabe mencionar el desencolado, el desgrasado, el blanqueo, la mercerización, el teñido y el acabado, cada uno de los cuales genera un desecho líquido con su propia característica peculiar. El proceso de desencolado, que se debe siempre ejecutar en el molino de acabado con el hilo recibido del molino de tejer, contribuye como mínimo al 45 por ciento de la carga de DBO descargada con las aguas residuales del molino de acabado de los tejidos⁹. Más del 50 por ciento de la reducción se puede lograr cuando la carboximetilcelulosa (CMC) es sustituida por el almidón de maíz en el proceso de determinación del tamaño. El jabón puede asimismo contribuir a la reducción de la DBO generada en el proceso de teñido del algodón si se utiliza en lugar de un detergente. Normalmente la DBO global media en la corriente de aguas residuales de una planta de acabado de algodón varía entre 200 y 800 ppm.

El cuadro 7.1 enumera los rendimientos de depuración del tratamiento de la DBO de diversos métodos de tratamiento utilizados en los desechos de acabado del algodón.

Cuadro 7.1: Rendimientos de depuración del proceso de tratamiento para los desechos de acabado del algodón¹⁰

<i>Método de eliminación</i>	<i>Rendimiento de depuración de la DBO en %</i>
Filtrado	0 – 5
Sedimentación simple	5 – 15
Coagulación química	25 – 60
Filtro percolador	40 – 85
Fangos activados	70 – 95
Laguna	30 – 80
Laguna aireada	50 – 95

⁹ Se calcula que la DBO descargada por la industria textil puede alcanzar los 45 kg/ton de producto.

¹⁰ De FWPCA, "The Cost of Clean Water", Vol. III, Industrial Waste Profile No. 4, *Textile Mill Products*, Septiembre de 1967.

En el caso de la lana, el desecho residual homogeneizado del molino de desengrasado y acabado de la lana se caracteriza por una DBO de aproximadamente 1.000 ppm. En el cuadro 7.2 se enumeran los rendimientos de depuración del tratamiento de la DBO con diversos métodos utilizados en los desechos del acabado de la lana.

La síntesis genera un agua residual, que cuando se homogeneiza, se caracteriza por una DBO media de 300 a 500 ppm. El cuadro 7.3 enumera los rendimientos de depuración del tratamiento de la DBO con respecto a diversos métodos de tratamiento utilizados para los desechos de acabados sintéticos.

Cuadro 7.2: Rendimiento de depuración del proceso de tratamiento para los desechos de acabado de la lana¹⁰

<i>Método de eliminación</i>	<i>Rendimiento de depuración de la DBO en %</i>
Recuperación de la grasa	
- destilación del ácido	20 – 30
- Centrifugación	20 - 30
- Evaporación	95
Filtrado	0 – 10
Sedimentación	30 – 50
Flotación	30 – 50
Coagulación química	40 – 80
Fangos activados	85 – 90
Filtro percolador	80 – 85
Estanque	0 – 85

Cuadro 7.3: Rendimiento de depuración del proceso de tratamiento para desechos de acabados sintéticos¹⁰

<i>Método de eliminación</i>	<i>Rendimiento de depuración de la DBO en %</i>
Filtrado	0 – 5
Sedimentación	5 – 15
Coagulación química	25 – 60
Filtro percolador	40 – 85
Fangos activados	70 – 95
Estanque aireado naturalmente	30 – 80
Estanque aireado mecánicamente	50 – 95

7.3.3 Industria del cuero

El curtido es un término general que se aplica a numerosas fases de un proceso que entraña la conversión de las pieles de los animales en cuero acabado. El curtido puede llevarse a cabo por medio de procedimientos vegetales o a base de cromo; no obstante, el curtido a base de cromo representa la mayoría de la producción de cuero curtido. El curtido a base de cromo consiste en el remojo, el apelmamamiento, la separación de la carne, la descalcificación y el tratamiento desoxidante, seguidos de las etapas de secado y acabado.

Los desechos de las curtidurías suelen ser ricos en sales de cromo, que son tóxicas para los seres humanos y el medio ambiente, y sulfatos. Cualquier cromo hexavalente, en forma de dicromado como agente curtidor, tiene que ser tratado por separado antes de penetrar en el sistema colector. Los desechos de dicromado deben reducirse a la forma trivalente. La corriente de desechos tiene una DBO con una concentración que varía de 2.000 a

6.000 ppm⁸. El tratamiento de los desechos comprende el filtrado para evitar el bloqueo del sistema colector. Las aguas residuales recogidas pueden luego pasar directamente a cisternas de sedimentación convencionales dotadas de rascadores mecánicos de los fangos y equipo de eliminación de la espuma.

7.3.4 Industria del papel

El problema de contaminación de los molinos de pulpa y papel tiene su origen en que su funcionamiento depende totalmente del agua. El agua se utiliza como un vehículo para transportar la madera dentro del molino; en los procesos de cocción y trituración; y para transportar las fibras separadas a través de las fases de blanqueo, refinado y formación de láminas de la fabricación. Estos procesos existen en parte para la pulpa y el papel reciclado. Los contaminantes en este caso adoptan una forma altamente diluida, la proporción de agua con respecto al contaminante varía de varios centenares a uno, de varios miles a uno. La eliminación de estos materiales disueltos o altamente dispersados de manera económica constituye un problema, para el que no hay una simple solución. Los cinco tipos principales de contaminantes creados por la industria de la pulpa y del papel están constituidos por sólidos en suspensión, sustancias orgánicas solubles, contaminación estética, tóxicos de contaminación de la vida acuática, y sustancias inorgánicas solubles (metales pesados). Normalmente los contaminantes varían con los tipos de pulpa y papel producidos. A los efectos de este estudio tienen interés las metodologías de reducción de las sustancias orgánicas solubles descargadas en el mar Mediterráneo.

El material orgánico soluble, expresado como DBO, es la segunda fuente por orden de importancia de la contaminación de la industria. La carga de DBO puede alcanzar un valor de hasta 350 kg por tonelada de pulpa producida, variando principalmente en función del tipo de materias primas. Los compuestos de lignito en los desechos de los procesos de fabricación de pulpa se descomponen muy lentamente. La influencia que ejercen es gradual y se suelen absorber con las características de reaeración normal de la corriente. Otros compuestos orgánicos resultantes como los carbohidratos, sin embargo, tienen una DBO elevada y rápida. Este tipo de DBO puede producir una carga de choque en el entorno receptor, que supera la capacidad de la corriente para manipularla.

Los métodos de tratamiento incluyen la clarificación para eliminar los sólidos en suspensión con el fin de reducir la carga de DBO en los desechos del molino de pulpa y papel seguidos de diversos métodos de tratamiento biológico. La eficacia de la clarificación en la eliminación de la DBO varía considerablemente, desde prácticamente cero para los desechos sulfíticos hasta el 10 por ciento para el kraft; del 15 al 20 por ciento para el papel de imprenta; del 20 al 25 por ciento para el molino de papel de libro, y del 35 al 65 por ciento para los tejidos.

Entre los métodos de tratamiento biológico cabe mencionar las lagunas aireadas, sea de manera natural o mecánica, los fangos activados y los filtros percoladores. Las lagunas aireadas naturalmente o los estanques de estabilización son los más adecuados para molinos situados en la región meridional más cálida del Mediterráneo. La eficacia de los estanques para la eliminación de la DBO depende de la temperatura ambiente y de la superficie expuesta. Los estanques de estabilización suelen ser bastante poco profundos. En caso de falta de área de superficie, las cargas se pueden aumentar prolongando el tiempo de almacenamiento del desecho. Las cuencas de estabilización o las lagunas naturalmente aireadas tienen la clara ventaja de un rendimiento fiable, de ser capaces de absorber amplias variaciones en la carga de DBO y de resultar poco onerosas.

Por otro lado, las cuencas mecánicamente aireadas son consideradas ideales para tratar el problema de una DBO elevada de la industria del papel. Tienen la ventaja de la estabilidad de funcionamiento, de seis a diez veces la capacidad de carga de DBO por hectárea de una cuenca naturalmente aireada, y evitan el problema sumamente difícil de unos fangos secundarios que se dan en el proceso de fangos activados. Se han comunicado reducciones

de la DBO del orden del 60 al 75 por ciento con cuatro días de tiempo de retención sin alimentación complementaria cuando la temperatura ambiental es elevada. La eliminación eficaz de la DBO puede incluso alcanzar del 90 al 94 por ciento después de seis días de alimentación complementaria.

El tratamiento con fangos activados se recomienda para reducir la descarga de la DBO en los molinos de pulpa y papel cuando el espacio es importante. Una cuenca de fangos activados logrará en un período de 4 a 6 horas la misma reducción del 85 por ciento que una cuenca de aireación natural logra en un período de retención de 25 días o que las cuencas mecánicamente aireadas logran en 6 días. Se deben aplicar métodos de eliminación adecuados para los fangos secundarios formados.

Los filtros percoladores, cuando se aplican a un ritmo elevado logran reducciones de la DBO del 40 al 60 por ciento. Su principal ventaja reside en la capacidad de manipular grandes volúmenes de desechos de un amplio conjunto de concentraciones de DBO. La utilización de un medio de filtro plástico puede eliminar el problema de la obturación que se suele presentar con medios de piedra. Los filtros percoladores a veces actúan como torres de refrigeración en situaciones en las que se debe reducir la temperatura de los desechos antes de proceder al tratamiento siguiente o a la descarga. Esas aplicaciones producen una reducción de la DBO de escasa magnitud.

7.3.5 Industria farmacéutica

La fabricación de productos farmacéuticos representa todas las diversas operaciones que se realizan para producir un conjunto de productos adecuados para su administración como fármacos utilizables acabados. Comprendería elementos como la mezcla de ingredientes, el secado de gránulos, la fabricación de tabletas, la capsulación, el revestimiento de las píldoras y las tabletas, la preparación de productos estériles y por último el envasado del producto acabado. En general, ninguno de esos procesos puede ser considerado seriamente como contaminador del agua, por la simple razón de que no utilizan agua de ninguna forma que pudiera causar contaminación. A pesar de ello, sin embargo, existen varios lugares en los que cabe prever que se produzca una contaminación del agua. Entre éstos cabe mencionar las operaciones de lavado, en las que una cantidad excesiva de agua en una superficie demasiado grande puede infiltrar materiales poco habituales, en función tanto de la cantidad como de la concentración, en una alcantarilla.

El tipo más común de tratamiento de las aguas residuales en la fabricación de productos farmacéuticos es el tratamiento biológico con filtros percoladores o un proceso de fangos activados. No obstante, la elección se debe efectuar de manera meticulosa, en función del tipo de desechos que se han de tratar, su volumen y la importancia particular que tiene que quede completado el tratamiento que se requiere. Los filtros percoladores son flexibles en el sentido de que se pueden adaptar a la mayor parte de las plantas, mientras que una instalación de fangos activados suele funcionar de manera más satisfactoria con volúmenes más grandes y debe limitarse en general a plantas importantes o a cargas mayores. Se debe señalar que muchas plantas de productos farmacéuticos utilizan un alcantarillado y un sistema de tratamiento municipales que pueden ser adecuados para su problema de eliminación de desechos.

7.3.6 Industria química

La industria química se caracteriza por su gran diversidad de productos, procesos y desechos químicos. El gran número de sustancias químicas producidas comercialmente y la diversidad de su efecto en el agua impide que se establezcan generalidades con respecto a toda la industria química. Los desechos de una planta química pueden ser inorgánicos, insolubles, solubles, inertes, tóxicos o cualquier combinación de ellos. Los desechos tanto orgánicos como inorgánicos producen efectos en la calidad del agua que son esencialmente

diferentes del alcantarillado de aguas residuales. La técnica de reducción aplicada por la industria química para sus problemas de contaminación lleva a la impronta de su propia tecnología industrial. La mayor parte de las instalaciones de tratamiento de desechos son especiales y están concebidas y construidas individualmente. Para proteger los usos beneficiosos de las aguas receptoras de manera adecuada, es necesario reducir al mínimo los desechos, especificar las características de los efectos de los desechos en las aguas receptoras y conocer la capacidad de asimilación de las aguas receptoras. Es necesario poseer un conocimiento profundo de las características de la corriente de desechos. Entre la información que se requiere figura, aunque no se limita a ella, la demanda biológica de oxígeno (DBO), la toxicidad, las materias en suspensión y sedimentables, el petróleo insoluble, el gusto, el olor, el pH, la temperatura, etc.

Un ejemplo de una industria química que produce elevados niveles de DBO es la industria del jabón y los aceites. La corriente de aguas residuales se caracteriza por concentraciones de DBO que alcanzan alrededor de 1.400 ppm⁸. El tratamiento de las aguas residuales requiere la instalación de una cisterna equilibradora para igualar la corriente del líquido jabonoso de los recipientes del proceso con las aguas residuales producidas por medio de las unidades de pretratamiento. A esta etapa le sigue la eliminación de la grasa y la neutralización de las aguas residuales con la utilización de sosa cáustica antes de efectuar la descarga en la planta de tratamiento municipal.

7.4 Fiabilidad de los métodos de tratamiento de las aguas residuales

En muchas industrias que poseen diversas posibilidades de tratamiento aplicables a sus efluentes industriales, presentamos los siguientes factores de fiabilidad que cabe considerar al elegir un método de tratamiento adecuado para la eliminación de la DBO. La fiabilidad del tratamiento se evalúa sobre la base de los criterios siguientes:

1. Resistencia a la carga de choque de los materiales orgánicos y tóxicos
2. Sensibilidad a las operaciones intermitentes
3. Pericia del operador

Según las prescripciones anteriormente señaladas, los métodos de tratamiento con una eficiencia de eliminación de la DBO elevada (de más del 70 por ciento) se pueden clasificar según el orden mostrado en el cuadro 7.4 (de izquierda a derecha)¹¹.

Cuadro 7.4: Prescripciones de fiabilidad con respecto a los métodos de tratamiento para la eliminación de una DBO elevada de manera eficiente

Prescripción de fiabilidad	Fiabilidad del método de tratamiento		
Resistencia a la carga de choque de los materiales orgánicos y tóxicos	<i>De resistente a menos resistente (de izquierda a derecha)</i>		
	Estanques de estabilización	Filtros percoladores	Fangos activados
Sensibilidad a las operaciones intermitentes	<i>De menos sensible a más sensible (de izquierda a derecha)</i>		
	Fangos activados	Filtros percoladores	Estanques de estabilización

¹¹ Atef Deib, "Capital and Operation Cost in Wastewater Treatment", disertación presentada para el título de Master de Ciencias en Ingeniería Ambiental, Universidad de Newcastle Upon Tyne, Departamento de Ingeniería Civil, Grupo de Ingeniería Ambiental, noviembre de 1999.

<i>Pericia del operador</i>	<i>Pericia del operador de reducida a elevada (de izquierda a derecha)</i>		
	Fangos activados	Filtros percoladores	Estanques de estabilización

8. COSTOS RELACIONADOS CON LA ELECCIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

8.1 Consideraciones generales

Aunque los métodos de prevención de la contaminación son la solución preferida para la reducción de la DBO de fuentes industriales, la estimación de los costos conexos es bastante difícil. En consecuencia, para estimar el costo de la reducción, se adoptaron los procedimientos clásicos de tratamiento de las aguas residuales debido a la disponibilidad de las cifras del costo de diferentes factores que influyen en el costo relacionado con las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales.

8.2 Factores que influyen en el costo de tratamiento

Los factores que influyen en el costo de las plantas de tratamiento de aguas residuales caracterizadas por su elevada eficiencia en la eliminación de la DBO (más del 70 por ciento) se pueden dividir en los siguientes:

1. Necesidades de tierra
2. Costo de capital
3. Costos de funcionamiento y mantenimiento

8.2.1 Necesidades de tierra

En las necesidades de tierra influyen el volumen de desechos que se han de tratar y el método de tratamiento. En lo que respecta al volumen de los desechos tratados, la figura 8.1 ilustra la relación entre la superficie de tierra necesaria y el equivalente de población (e.p.) que puede transformarse en la carga de la DBO sobre la base de 1 e.p. = 60 g de DBO₅/día o 22 kg de DBO₅/año. Esta relación se estableció sobre la base de una evaluación estadística de 12 plantas industriales de tratamiento de aguas residuales en Grecia¹².

Como puede verse, cuando el volumen de los desechos aumenta 10 veces (pasando de e.p. 15.000 a 150.000), la superficie de tierra necesaria para el tratamiento se reduce de 0,045 a 0,015 m²/kg de DBO₅/año. Para las unidades de tratamiento de aguas residuales industriales, y considerando que las obras civiles requieren menos superficie debido al alcantarillado concentrado con menores cargas hidráulicas, el autor del estudio estima que la superficie de tierras necesaria puede reducirse en otro 10 por ciento.

En lo que se refiere a las necesidades específicas de tierra para cada uno de los métodos de tratamiento, según un informe del Banco Mundial de Arthur (1994) titulado "Economic Comparison of Biological Treatment Methods for the City of Sana'a, Yemen" (Comparación económica de los métodos de tratamiento biológicos para la ciudad de Sana'a, Yemen), se llega a la conclusión de que los sistemas de fangos activados necesitan la superficie menor de tierra, seguidos de los filtros percoladores y por último de los estanques de estabilización, con la necesidad de tierra más elevada, según se especifica en el cuadro 8.1.

¹² Dato proporcionado por la oficina del PAM, PNUMA, Atenas, 2003.

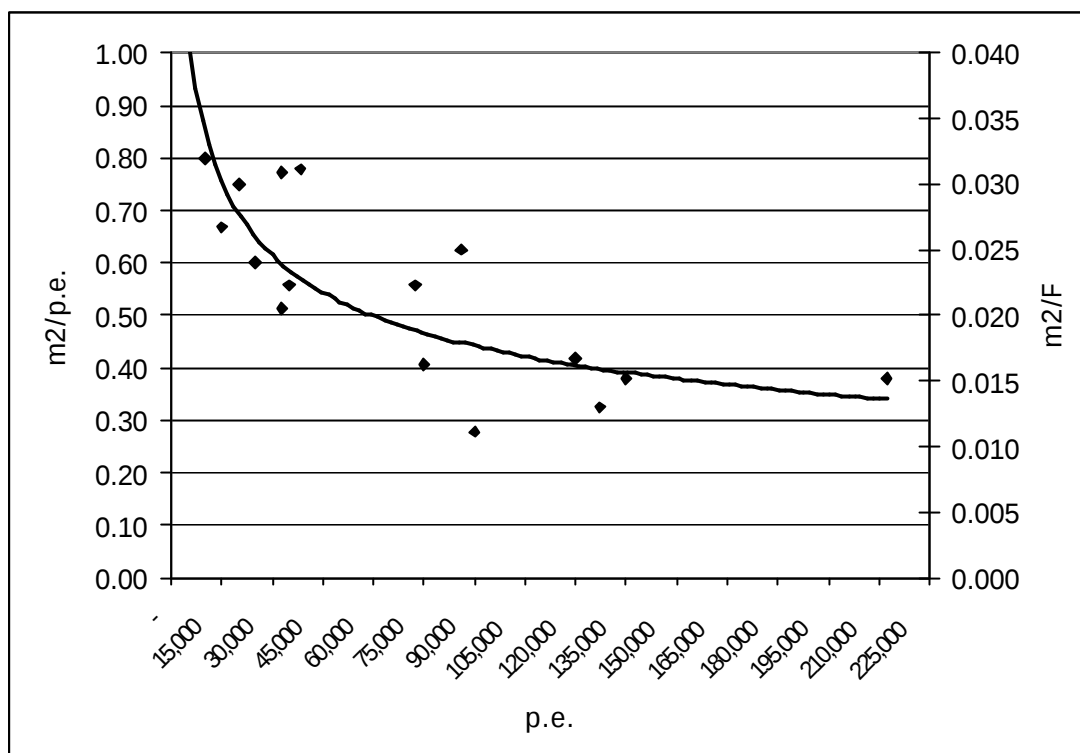


Figura 8.1: Correlación entre las necesidades de superficie de tierra y la población atendida en 12 plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas en Grecia ('F' se refiere a kg de DBO/año)¹²

8.2.2 Costos de capital y de funcionamiento

El costo del tratamiento está influido por los costos de construcción (tipo y dimensión de la instalación) y el método de tratamiento (eficiencia de la eliminación de la DBO). También se producen costos adicionales debido al emplazamiento geográfico de la instalación de tratamiento (costo de la tierra); el costo de la mano de obra; y los costos conexos de mantenimiento y funcionamiento. El cuadro 8.2 aporta datos sobre los costos de capital correspondientes a los diversos métodos de tratamiento. Los métodos de tratamiento con el costo de capital más elevado son los sistemas de fangos activados, seguidos de los filtros percoladores y por último de los estanques de estabilización. Obviamente, la solución preferida depende mucho del precio de la tierra.

Cuadro 8.1: Necesidades de superficie de tierra de diversos tipos de tratamiento (Arthur, 1994)^A

Método de tratamiento	Superficie de tierra (Hectáreas)
Estanque de estabilización	46
Lagunas mecánicamente aireadas	50
Fangos activados	20
Filtros percoladores	25

[®] Las cifras se basan en 1994 y no se han ajustado para tener en cuenta la inflación.

Costos de construcción: Las dimensiones de las plantas para un equivalente de 100.000 habitantes requieren sólo el 50% del costo de construcción concreto de una planta para un equivalente de 10.000 habitantes. Con aumentos de la población en un factor de 100, por ejemplo, los costos de construcción concretos se reducen en la cuarta parte y los costos de funcionamiento concretos a aproximadamente un tercio, respectivamente¹³.

En Grecia el costo de construcción de las plantas de tratamiento de las aguas residuales industriales se calculó sobre la base de un estudio de 25 plantas¹². Se obtuvo la relación siguiente:

$$C = 250 F^{0.70}$$

donde, C es el costo de construcción en euros (tasa media para 2003)
F es la carga anual (kg de DBO₅/año)

Método de tratamiento: Los estudios de investigaciones¹⁴ han mostrado que una eliminación del 80 por ciento por medio de un tratamiento biológico es menos cara en términos de kg de eliminación de la DBO que la aplicación de un tratamiento exclusivamente mecánico. El costo de la eliminación de la DBO aumenta el triple de los métodos de tratamiento mecánico a los métodos de tratamiento biológico con una eficiencia de eliminación de la DBO valorada entre el 35 y el 60 por ciento. El costo aumenta además el quíntuplo cuando la eficiencia de eliminación de la DBO alcanza el 90 por ciento.

Gastos de funcionamiento: Los gastos de funcionamiento incluyen el tratamiento de los fangos, los impuestos, los gastos de inversión, la mano de obra, la energía, el mantenimiento, los productos químicos, etc. Un ejemplo de la distribución de estos gastos de funcionamiento pormenorizados con respecto a la industria de productos lácteos se indican en la figura 8.2¹⁵.

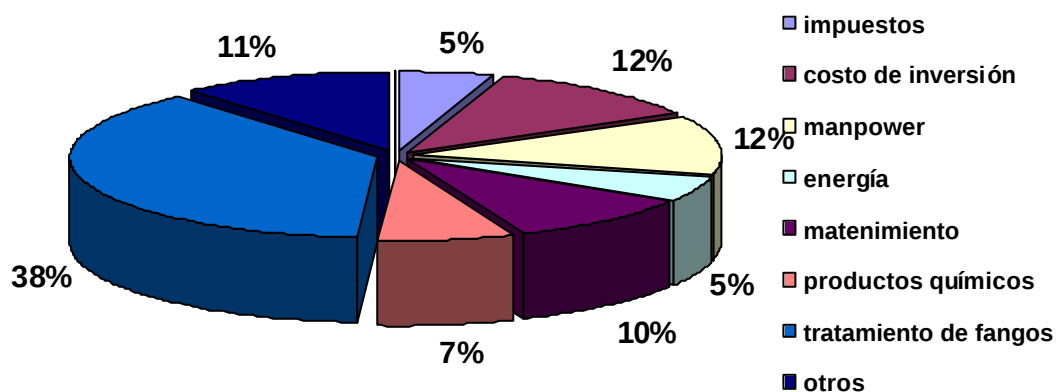


Figura 8.2: Componentes de los costos de funcionamiento de una planta típica de tratamiento de aguas residuales en la industria de productos lácteos

¹³ Gernot, "Economic Consideration on Local or Centralized Wastewater Treatment System". *Proceedings of a workshop held in Vienna, Austria*, 1980.

¹⁴ Wesley, "Cost Information for Water Supply and Sewage Disposal". *Water Research Center*, Reino Unido, 1980.

¹⁵ Vanderhaegen et al., "Cost Model of Small Wastewater Treatment Plants". *Interim Journal of Environmental Studies*, 1994.

Arthur (1994), en su informe del Banco Mundial relativo a la ciudad de Sana'a, Yemen, efectúa un análisis detallado de los gastos de capital y funcionamiento de los estanques de estabilización de desechos, las lagunas mecánicamente aireadas; los fangos activados; y los filtros percoladores. Sobre la base de una población de 250.000 habitantes, una DBO de 40 g/día per capita, una corriente de 120 l/día per capita, y un efluente reducido de la DBO de 25 mg/l, determinó que los estanques de estabilización son claramente la opción más barata, con el costo de funcionamiento anual más reducido. En el cuadro 8.2 se indican los datos relativos a los costos de los diversos métodos de tratamiento.

Cuadro 8.2: Gastos de capital y de funcionamiento de los diversos tipos de tratamiento (Arthur, 1994)^A

<i>Método de tratamiento</i>	<i>Costo de capital (millones de dólares EE.UU.)</i>	<i>Costo de funcionamiento anual (millones de dólares EE.UU.)</i>
Estanque de estabilización	5,7	0,21
Laguna mecánicamente aireada	7,0	1,28
Fangos activados	4,8	1,49
Filtros percoladores	7,7	0,86

8.2.3 Conclusiones

Sobre la base de cuanto antecede, y dando por supuesto que las aguas residuales no se descargan en el mar, se llega a la conclusión de que los estanques de estabilización de desechos son el método más barato cuando el precio de la tierra es razonable. Este método pasa a ser más atractivo cuando el costo de la energía es elevado y los recursos de energía son reducidos. Los filtros biológicos o percoladores suelen ser las opciones de tratamiento más caras y son muy sensibles al costo del medio que se utiliza como filtro. Sólo se deben tomar en consideración cuando el filtro es relativamente barato. Los fangos activados son una opción más favorable en lo que respecta al costo global (con excepción de los estanques de estabilización)¹⁶.

8.3 Aplicabilidad y limitaciones de los métodos de tratamiento

La aplicabilidad y las limitaciones de cada método de tratamiento cuando los diversos países mediterráneos los examinan con miras a su aplicación se pueden resumir como sigue:

- Las cisternas de filtrado y de sedimentación se consideran como métodos de tratamiento primarios que preceden a la aplicación de métodos de tratamiento biológicos perfeccionados.
- Las lagunas o los estanques de estabilización aireados de manera natural son los más adecuados en la región meridional más cálida del Mediterráneo.
- Las cuencas mecánicamente aireadas se consideran ideales para el tratamiento de descargas de DBO elevadas cuando se dispone de espacio y el costo de la tierra es razonable.
- El tratamiento con fangos activados se recomienda cuando el espacio plantea un problema y la carga de DBO es elevada; la desventaja es el problema de la

[®] Las cifras se basan en 1994 y no se han ajustado para tener en cuenta la inflación.

¹⁶ Middlebrooks, E. J. "Wastewater stabilization lagoon design, performance and upgrading", Macmillan publishing, Nueva York, Estados Unidos de América.

eliminación de los fangos secundarios creados. Por ese motivo, este método es sumamente adecuado para países de las costas septentrional y oriental del Mediterráneo.

- e) Los filtros percoladores son capaces de manejar desechos con una amplia variedad de concentraciones de DBO; sus principales desventajas son el costo elevado del filtro y la imposibilidad de manejar grandes volúmenes de desechos.

Desde un punto de vista económico, los métodos de tratamiento físico resultan considerablemente baratos, pero se deben considerar como un requisito previo de los métodos de tratamiento biológico. En cambio, el factor costo de los métodos biológicos aumenta en el orden siguiente: lagunas o estanques de estabilización naturalmente aireados, lagunas aireadas mecánicamente, fangos activados y filtros percoladores.

8.4 Estimación de los costos de tratamiento en los países mediterráneos

Partiendo de cuanto antecede, se llega a la conclusión de que numerosas variables influyen en los costos para reducir las descargas de DBO de fuentes industriales. Entre esas variables cabe mencionar la dimensión de la planta, el tipo de tratamiento, el costo de la tierra y los costos de funcionamiento. Para obtener una estimación aproximada de los costos de capital y de funcionamiento en que incurrirá cada país para reducir sus descargas de DBO industrial en el 50 por ciento, que se pueda utilizar en el futuro para la elaboración de sus planes de reducción individuales, se parte de las hipótesis siguientes:

1. Se ignora el costo de la tierra
2. El tratamiento de fangos activados es aplicado por los países de las costas septentrional y oriental del Mediterráneo
3. Los estanques de estabilización son utilizados por los países de la costa meridional del Mediterráneo
4. Se ignora el costo del tratamiento adicional para separar las algas en los estanques de estabilización
5. Se ignora el costo de la inflación
6. Debido a la falta de datos precisos, se supone que no se dispone de ninguna infraestructura de tratamiento de aguas residuales industriales
7. Se ignoran las condiciones socioeconómicas y la variabilidad de los costos de mano de obra
8. Los costos específicos enumerados en el cuadro 8.2, que se determinaron para el tratamiento de efluentes de aguas residuales con una carga de DBO de 3.650 tons/año, se utilizan para calcular los costos de la reducción de la DBO en diversos países mediterráneos. Las cifras de los costos concretos entrañan una eficiencia de reducción de la DBO del 37 por ciento. Como la documentación de que se dispone indica que el costo de reducción de la DBO al 50 por ciento es casi idéntico al de una reducción del 37 por ciento¹⁴, los costos enumerados en el cuadro 8.2 son igualmente aplicables a este estudio, previo ajuste de la carga de la DBO.
9. Los costos específicos de las diversas cargas de DBO en los países individuales se ajustan sobre la base de los equivalentes de población y de multiplicadores de los costos específicos tabulados en el cuadro 8.3¹³.

Cuadro 8.3: Cargas de DBO, y equivalentes de población sobre la base de 1 e.p. = 60 g de DBO/día

<i>Carga de DBO tabulada en el cuadro 6.1 (tons/año)</i>	<i>Equivalente de población sobre la base de 60 g/día per cápita</i>
220 – 2.200	10.000 – 100.000
2.200 – 22.000	100.000 – 1.000.000
> 22.000	> 1.000.000

Las estimaciones de los gastos de capital y de funcionamiento correspondientes a cada país mediterráneo se presenta en el cuadro 8.4. Los costos se calcularon sobre la base de los datos presentados en el cuadro 8.2 para una planta que preste servicios a una e.p. de 250.000, lo que equivale a una carga de DBO de 5.475 tons/año. En consecuencia, las cargas de DBO de los países se normalizaron para ajustarlas a esta cifra con el fin de calcular los costos. Como puede verse, el costo total de la inversión de capital para reducir las descargas de DBO industriales en el 50 por ciento para el año 2005 en todos los países mediterráneos supera los 417 millones de dólares EE.UU., con un costo anual de funcionamiento de unos 38 millones de dólares EE.UU. Estas cifras implican, sin embargo, ciertas hipótesis que se deben tomar en consideración, en particular las tasas de inflación. Por consiguiente, estas cifras se deben considerar simplemente como *indicadores* y tendrán que modificarse en función de la situación real de cada país.

Cuadro 8.4: Estimaciones de los costos de capital y de funcionamiento para reducir las descargas de DBO en el 50 por ciento en los diversos países mediterráneos

País	Descarga corriente de DBO en 2000 (tons/año)	Tipo de tratamiento	Costo de capital en millones de dólares EE.UU.	Costo de funcionamiento o anual en millones de dólares EE.UU.
Albania	540	Fangos activados	1	1
Argelia	113.600	Estanque de estabilización	118	4
Bosnia y Herzegovina	4710	Fangos activados	4	1
Chipre	1300	Fangos activados	1	1
Croacia	4100	Fangos activados	4	1
Egipto	213.160	Estanque de estabilización	222	8
Eslovenia	450	Fangos activados	1	1
España	_*	_*	_*	_*
Francia	390	Fangos	1	1

País	Descarga corriente de DBO en 2000 (tons/año)	Tipo de tratamiento	Costo de capital en millones de dólares EE.UU.	Costo de funcionamiento anual en millones de dólares EE.UU.
		activados		
Grecia	8.960	Fangos activados	8	2
Israel	5.150	Fangos activados	5	1
Italia	27.140	Fangos activados	24	7
Líbano	4.090	Fangos activados	4	1
Libia	2.160	Estanque de estabilización	2	1
Malta	8.430	Fangos activados	7	2
Marruecos	5.180	Estanque de estabilización	5	1
Siria	580	Fangos activados	1	1
Túnez	7.250	Estanque de estabilización	8	1
Turquía	3.200	Fangos activados	3	1
TOTAL	410.390		417	38

* no se dispone de datos

8.5 Opciones financieras para sufragar el plan regional relativo a la DBO

Varios fondos e instituciones desempeñan una activa labor en los países del sur y el este del Mediterráneo, aportando apoyo financiero y técnico a los gobiernos en sus planes de desarrollo. El apoyo puede asumir la forma de préstamos con reducidos tipos de interés; o de donaciones que se utilizan en esferas concretas, normalmente relacionadas con proyectos con un resultado sostenible, concentrándose en la creación de capacidad. El cuadro 8.5 aporta información sobre los nombres/asociaciones de organismos/países que proporcionan donaciones/préstamos a los países mediterráneos.

Cuadro 8.5: Nombres/asociaciones de organismos/países que proporcionan fondos

Organismo	País	Tipo de fondo
MEDA	Unión Europea	Donaciones
Life Third Countries	Unión Europea	Donaciones

Organismo	País	Tipo de fondo
Banco Europeo de Inversiones	Unión Europea	Préstamos
Organismo Alemán de Cooperación Técnica - GTZ	Alemania	Préstamos
Corporación de Desarrollo Alemana – KfW	Alemania	Préstamos
Organismo Sueco de Desarrollo Internacional - OSDI	Suecia	Donaciones
Organismo Japonés de Cooperación Internacional - OJCI	Japón	Donaciones
Banco Japonés de Cooperación Internacional - BJCI	Japón	Préstamos
Banco Mundial	Estados Unidos	Préstamos
Fondo Monetario Internacional - FMI	Estados Unidos	Préstamos
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional - USAID	Estados Unidos	Donaciones
Organismo Canadiense de Desarrollo Internacional - CIDA	Canadá	Donaciones
Gobierno Central	Italia	Préstamos/ Donaciones
Gobierno Central	España	Préstamos/ Donaciones
Gobierno Central	Holanda	Préstamos/ Donaciones
Gobierno Central	China	Préstamos/ Donaciones
Fondo Árabe	Kuwait	Préstamos
Fondo Kuwaití	Kuwait	Préstamos
Banco Islámico	Arabia Saudita	Préstamos
Fondo de los Países Exportadores de Petróleo	Austria	Préstamos
Fondo Saudí	Arabia Saudita	Préstamos

Se debe señalar que el tipo de proyectos que requieren una reducción de la DBO incorpora préstamos que requieren tanto trabajo de tipo infraestructural como creación de capacidad y que pueden beneficiarse de las condiciones estrictas establecidas por los organismos/países donantes. Normalmente las donaciones no abarcan esferas relativas a la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. Para ese tipo de proyectos se requieren préstamos. Por otro lado, los proyectos que se ocupan de controles en las plantas pueden contener algún elemento de sostenibilidad y reproductibilidad, que satisface a muchos donantes. En este caso, los países mediterráneos deben analizar esta opción en todas sus posibilidades, modificando sus proyectos para ajustarse a las condiciones de los donantes.

ANEXO 'A'

CUADROS DE CARGAS DE DBO DESCARGADAS EN LOS FOCOS CRÍTICOS QUE BORDEAN EL MAR MEDITERRÁNEO

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en ALBANIA

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Durres		Industrial	No hay datos	No hay datos	-	Depósito de 20,000 toneladas de desechos sólidos que contienen 4-5% de cromo hexavalente
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	Ninguna	Ninguno		Ninguna		La industria indicada no genera DBO
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones
0	0	Área de rehabilitación: lugar de eliminación de los desechos sólidos		0		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Vlora		Industrial	No hay datos	No hay datos	-	11 hectáreas contaminadas por mercurio elemental Ninguna descarga de DBO
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	Ninguna	Ninguno		Ninguna		La industria no descarga DBO
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones
0	0	Área de rehabilitación: Prevención de pérdidas de la planta de cloralkalina		0		

PAÍS	ALBANIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)			536 ¹⁷
------	---------	--------------------------------------	--	--	-------------------

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

¹⁷ La DBO industrial se supone que es el 10% de la DBO generada por la población local de 254.000 habitantes que viven en todas las zonas de los focos críticos cerca de la costa mediterránea a 60 g/habitante/día.

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en ARGELIA

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Argel		Municipal e industrial	89.792	53.875	1,67	Valores computados de DQO y DBO comunicados
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
2.410.069	50.000	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)	9.012	La DBO calculada se basa en 60 g/hab/día del 98% de la población a la que presta servicios la PTARM		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	12.874	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal a la DBO industrial equivale al 0,7%		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Annaba		Municipal e industrial	20.275	12.165	1,67	Valores computados de DQO y DBO comunicados
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
499.937	55.548	Laguna (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)	2.859	La DBO calculada se basa en 60 g/hab/día del 90% de la población a la que presta servicios la PTARM		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	4.084	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal a la DBO industrial equivale al 0,7%		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Orán		Municipal e industrial	46.770	28.062	1,67	Valores computados de DQO y DBO comunicados
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
0	1.281.378	Ninguno	28.062	DBO calculada sobre la base de 60 g/hab/día La PTARM fuera de servicio		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	40.089	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal a la DBO industrial equivale al 0,7%		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Skikda		Municipal e industrial	33.239	19.943	1,67	Valores computados de DQO y DBO comunicados
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
-	910.680	Ninguno	19.943	DBO calculada sobre la base de 60 g/hab/día No existe ninguna PTARM*		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	28.490	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal a la DBO industrial equivale al 0,7%		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Béjaia		Municipal e industrial	32.896	19.737	1,67	Valores computados de DQO y DBO comunicados

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
873.541	27.722	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)	3.477	La DBO calculada se basa en 60 g/hab/día del 98% de la población a la que presta servicios la PTARM
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	4.967	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal a la DBO industrial equivale al 0,7%

Nombre del foco crítico	Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Mostaganem	Municipal e industrial	22.974	13.784	1,67	Valores computados de DQO y DBO comunicados

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
-	629.445	Ninguno	13.783	DBO calculada sobre la base de 60 g/hab/día No existe ninguna PTARM
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	19.690	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal a la DBO industrial equivale al 0,7%

Nombre del foco crítico	Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Ghazaouet	Municipal e industrial	4.760	2.380	1,67	Valores computados de DQO y DBO comunicados

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			

-	108.692	Ninguno	2.380	DBO calculada sobre la base de 60 g/hab/día No existe ninguna PTARM
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Indole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	3.401	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal a la DBO industrial equivale al 0,7%
PAÍS	ARGELIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)		113.593

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

**Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar
 Mediterráneo desde focos críticos situados en BOSNIA Y HERZEGOVINA**

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Municipalidad de Konjic		Municipal e industrial	No hay datos	No hay datos	-	Ciudad situada más arriba de Mostar sobre el río Neretva, descarga indirecta. Industrias de acabado de metales
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
-	20.000	No existe ningún tratamiento de aguas residuales municipales	438		DBO calculada sobre la base de 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones	
No hay datos	110	Construcción de una PTARI**	110		La DBO computada industrial se basa en el equivalente de población de 5.000 habitantes según se comunica en el informe preparado en 2001 sobre el foco crítico nacional	
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Municipalidad de Mostar		Municipal e industrial	No hay datos	No hay datos	-	Industrias de elaboración de alimentos (carne, leche, vino, jugos), tejidos, acabado de metales, electrólisis del aluminio
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
-	130.000	No existe ningún tratamiento de aguas residuales municipales	2.847		DBO calculada sobre la base de 60 g/hab/día	

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones
No hay datos		3.942	Mejoramiento y construcción de una PTARI**	3.942		La DBO industrial computada se basa en un equivalente de población total de 180.000 (30.000 en la producción de vinos, 50.000 en la elaboración de alimentos, 100.000 en las industrias textiles), tal como se indica en el informe preparado en 2001 sobre el foco crítico nacional

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Municipio de Bileca		Municipal e industrial	No hay datos	No hay datos	-	Industrias textiles (producción de alfombras)
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones
Por planta y red	Sólo por red					
-	15.000	La planta de tratamiento de aguas residuales quedó destruida durante la guerra		329		DBO calculada sobre la base de 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones
No hay datos	657	Mejoramiento de las instalaciones existentes de pretratamiento de la PTARI** (actualmente no está en servicio)		657		La DBO industrial calculada sobre la base de un equivalente de población de 30.000 indicada en el informe preparado en 2001 del foco crítico nacional

PAÍS	BOSNIA Y HERZEGOVINA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)		4.709
------	----------------------	--------------------------------------	--	-------

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

**Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar
 Mediterráneo desde focos críticos situados en CHIPRE**

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Limassol		Industrial	2.405	1.300	1,85	Cierto número de vinaterías, destilerías y una fábrica de cerveza
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
89.000	70.000	Totalmente reciclada	0		La DBO estimada procedente de fuentes municipales se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones	
1.300	1.300	Construcción de una PTARI**	1.300		Las aguas residuales industriales no se están tratando	
PAÍS	CHIPRE	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)			1.300	

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

**Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar
 Mediterráneo desde focos críticos situados en CROACIA**

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Pula		Municipal e industrial	No hay datos	555	-	Los desechos industriales están constituidos por metales pesados, petróleo y fenoles
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
73.000	12.,000	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)	1.382	La PTARM* primaria presta servicios al 85% de la población La DBO estimada procedente de fuentes municipales se basa e 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
El valor comunicado es inferior al que resultaría de la población	No hay datos	Ampliación del sistema de alcantarillado	138	Se parte del supuesto de que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Rijeka y bahía de Kvarner		Industrial	585	331	1,77	Los desechos industriales están constituidos por metales pesados, petróleo y fenoles
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos	Se trata de un foco crítico industrial		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
No hay datos	331	Ampliación de la PTARI**	331	Las cifras comunicadas se refieren exclusivamente a las descargas industriales		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
-------------------------	--	----------------------	----------------------------	----------------------------	---------	-------------------------

Refinería de petróleo de Urinj		Industrial	121	32	3.78	Los desechos industriales están constituidos por petróleo
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	No hay datos		No hay datos		La DBO comunicada se refiere exclusivamente a las descargas industriales
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones
No hay datos	32	Ampliación de la PTARI**		32		-
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Zadar		Municipal e industrial	3.940	1.056	3,73	Los desechos industriales están constituidos por metales pesados y petróleo
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones
Por planta y red	Sólo por red					
0	85.000	Ninguno		1862		La DBO estimada procedente de fuentes municipales se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones
1.056	No hay datos	Construcción de una PTARI**		186		Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DB O municipal
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Fábrica de conservas de Zadar Adria		Industrial	121	67	1,80	Diversos tipos de desechos industriales
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	No hay datos		No hay datos		La DBO comunicada procede de fuentes industriales exclusivamente

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones					
67		67		Construcción de una PTARI**		67		Debido a la falta de PTARI**, la DBO descargada es idéntica a la generada					
Nombre del foco crítico				Tipo de foco crítico		DQO comunicad a (tons/año)		DBO comunicad a (tons/año)		DQO DBO		Naturaleza del problema	
Zadar (Soja y fábrica de conservas)				Industrial		37		11		3.38		Diversos tipos de desechos industriales	
Población atendida comunicada				Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*				DBO generado en fuentes municipales (tons/año)				Observaciones	
Por planta y red		Sólo por red											
No hay datos		No hay datos		No hay datos				No hay datos				-	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras				DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)				Observaciones	
11		11		Construcción de una PTARI**				11				Debido a la falta de PTARI**, la DBO descargada es idéntica a la generada	
Nombre del foco crítico				Tipo de foco crítico		DQO comunicad a (tons/año)		DBO comunicad a (tons/año)		DQO DBO		Naturaleza del problema	
Sibenik				Municipal e industrial		375		121		3,10		Los desechos industriales están constituidos por aluminio	
Población atendida comunicada				Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*				DBO generado en fuentes municipales (tons/año)				Observaciones	
Por planta y red		Sólo por red											
0		85.000		Ninguno				1.862				La DBO estimada procedente de fuentes municipales se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras				DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)				Observaciones	
121		No hay datos		Construcción de una PTARI**				186				Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal	
Nombre del foco crítico				Tipo de foco crítico		DQO comunicad a (tons/año)		DBO comunicad a (tons/año)		DQO DBO		Naturaleza del problema	

Bahía de Kastela		Municipal e industrial	11.095	5.006	2,22	Los desechos industriales están constituidos por metales pesados
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
0	85.000	Ninguno	1.862	La DBO estimada procedente de fuentes municipales se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
5.006	3.144	Ampliación de la PTARI**	3.144	La DBO industrial se calcula deduciendo la DBO municipal de la indicada		
PAÍS	CROACIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)			4.095	

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en EGIPTO

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Bahía El-Mex		Municipal e industrial	175.654	219.498	0,80 ¹⁸	Industrias de los fertilizantes, los alimentos, el papel, el cuero y los textiles
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
3.000.000	No hay datos	Primario (eficiencia de eliminación de la DBO del 30%) La bahía El Mex recibe las aguas residuales municipales tratadas en Alejandría	45.990	Se da por supuesto una carga de DBO de 60 g por habitante y día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
219.498	173.508	Construcción de una PTARI**	121.456	Se da por supuesto que el 30% de la DBO industrial se trata		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Bahía de Abu Qir		Industrial	575.490	91.701	6,30	Industrias de los fertilizantes, los sedimentos y el papel
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos	DBO procedente exclusivamente de fuentes industriales		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	91.701	Las aguas residuales industriales no se están tratando		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Lago Manzala		Municipal	No hay datos	No hay datos	-	El lago Manzala recibe la parte principal de las aguas residuales mixtas de El Cairo

¹⁸ Relación calculada con respecto a los valores de la DQO y la DBO indicados en el informe del PAM N° 124.

PAÍS	<i>EGIPTO</i>	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (<i>tons/año</i>)	213.157
------	---------------	---	---------

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en ESLOVENIA

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Kopper		Municipal e industrial	2.054	583	3,52	Actividades de puerto comercial, industria química y producción de vinos
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
27.500	20.750	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)	876	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
583	No hay datos	Construcción de una PTARI**	88	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Piran		Municipal e industrial	594	270	2,20	Producción de productos químicos e industria alimentaria
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
15.000	2.440	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)	283	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
270	No hay datos	Construcción de una PTARI**	28	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Izola		Municipal e industrial	1.976	641	3,08	Desechos de los astilleros e industrias de elaboración de alimentos

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
2.900	11.670	Descargas de red al mar sin tratamiento	319	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
641	322	Construcción de una PTARI**	322	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Delamaris		Industrial	399	16	24,9	Conservas de pescado
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	Ninguno	Ninguna	Se da por supuesto que la DBO municipal es insignificante		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
16	16	Ampliación de la PTARI	16	Sólo existe una planta de pretratamiento para ocuparse de la DBO industrial		

PAÍS	ESLOVENIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)	454
------	-----------	--------------------------------------	-----

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en FRANCIA

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Gardanne		Industrial	No hay datos	No hay datos	-	No se dispone de datos sobre este foco crítico
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)		Observaciones
Por planta y red	Sólo por red					
1.200.000	No hay datos	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)		3.942		La DBO estimada procedente de fuentes municipales se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones
No hay datos	No hay datos	No hay datos		394		Se da por supuesto que la DBO industrial es equivalente al 10% de la CBO municipal
PAÍS	FRANCIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)				394

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar
 Mediterráneo desde focos críticos situados en GRECIA**

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Golfo de Thermaikos		Municipal e industrial	1.043	297	3,51	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO generado en fuentes municipales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	No hay datos		No hay datos	-	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
297	No hay datos	Ampliación de la PTARM*		30	Se da por supuesto que el 10% de la DBO descargada procede de fuentes industriales	

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Golfo interior de Salónica		Municipal e industrial	118.735	59.368	2,00	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
3.345.000	No hay datos	Primario (elimina el 30% de la DBO descargada de planta y red)		51.279	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
59.368	8.089	Construcción de una PTARI**		8.089	La aguas residuales industriales no se están tratando	

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Golfo de Patraikos		Municipal e industrial	473	127	3,72	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	155.180	Ninguno		3.398	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	

127	No hay datos	Construcción de una PTARM*	340	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Golfo de Pagasitikos		Municipal e industrial	1.095	657	1,67	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
77.907	No hay datos	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)	1.194	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día. Como la DBO municipal es superior a la comunicada, la DBO industrial es insignificante		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
657	No hay datos	Construcción de una PTARM*	119	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Bahía de Elefsis		Industrial	446	61	7,31	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos	-		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
61	61	Construcción de una PTARI**	61	Las aguas residuales industriales no se están tratando		
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Golfo de Salónica		Industrial	22	22	1,00	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos	-		

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones					
22		22		Construcción de una PTARI**		22		Las aguas residuales industriales no se están tratando					
Nombre del foco crítico				Tipo de foco crítico		DQO comunicad a (tons/año)		DBO comunicad a (tons/año)		DQO DBO		Naturaleza del problema	
Bahía de Nea Karvali				Industrial		739		295		2,51		-	
Población atendida comunicada				Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*				DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones			
Por planta y red		Sólo por red											
No hay datos				No hay datos				No hay datos		-			
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras				DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones			
295		295		Construcción de una PTARI**				295		Las aguas residuales industriales no se están tratando			
PAÍS		GRECIA		DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)						8.956			

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en ISRAEL

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Bahía de Haifa		Municipal e industrial	20.000	5.300	3,77	Descarga fluvial y municipal y descargas industriales
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
500.000	Ninguna	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)	1.643	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
5.300	3.657	Mejoramiento de la PTARI**	3.657	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se están tratando		
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Ashdod		Industrial	4.400	2.000	-	Desechos industriales
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
155.000	Ninguna	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)	509	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
2.000	1.491	Mejoramiento de la PTARI**	1.491	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se están tratando		
PAÍS	ISRAEL	INDUSTRIAL BOD DISCHARGED (tons/año)				5.148

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

**Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar
 Mediterráneo desde focos críticos situados en ITALIA**

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Génova		Municipal e industrial	63.184	15.796	4,00	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
679.000	Ninguna	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)		2.231	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
15,796	13565	Mejoramiento de la PTARI**		9.496	Se da por supuesto que la instalación existente es capaz de eliminar el 30% de la DBO industrial descargada	
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Augusta Priolo-Melilli		Municipal e industrial	7.232	1.808	4,00	Puerto y refinería
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	53.000	Ninguno		1.161	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
1.808	647	Construcción de una PTARI**		647	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se están tratando para eliminar la DBO	
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Brindisi		Municipal e industrial	8.308	2.077	4,00	Puerto y refinería
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					

50.000	45.000	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)		1.150	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
2.077	927	Mejoramiento de la PTARI**		649	Se da por supuesto que la instalación existente es capaz de eliminar el 30% de la DBO industrial descargada

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Gela		Municipal e industrial	8.578	2.144	4,00	Puerto y refinería
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	73.000	Ninguno	1.599	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
2.144	545	Construcción de una PTARI**		545	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se están tratando para eliminar la DBO	

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
La Spezia		Municipal e industrial	15.796	3.949	4,00	Energía y central eléctrica
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
42.000	68.000	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)	1.627	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
3.949	2.322	Mejoramiento de la PTARI**		1.625	Se da por supuesto que la instalación existente es capaz de eliminar el 30% de la DBO industrial descargada	

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Milazzo		Municipal e industrial	2.464	616	4,00	Puerto y refinería
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
31.541	Ninguna	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)		414	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
616	202	Construcción de una PTARI**		202	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se están tratando para eliminar la DBO	
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Golfo de Nápoles		Municipal e industrial	65.005	16.251	4,00	Puerto y refinería
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
1.540.814	Ninguna	Secundario (capaz de eliminar el 85% de la DBO descargada de planta y red)		5.062	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día	
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
16.251	11.189	Mejoramiento de la PTARI**		7.832	Se da por supuesto que la instalación existente es capaz de eliminar el 30% de la DBO industrial descargada	
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Ravenna		Municipal e industrial	25.453	6.363	4,00	Puerto y refinería
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
Por planta y red	Sólo por red					
135.844	Ninguna	Terciario (capaz de eliminar el 95% de la DBO descargada de planta y red)		149	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día	

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones	
6.363		6.214		Mejoramiento de la PTARI**		4.350		Se da por supuesto que la instalación existente es capaz de eliminar el 30% de la DBO industrial descargada	

Nombre del foco crítico			Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema		
Taranto			Municipal e industrial	9.937	2.484	4,00	Puerto y refinería		
Población atendida comunicada			Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red								
232.334			Ninguna		Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)		3.562		La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones	
2.484		No hay datos		Construcción de una PTARI**		356		Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal	

Nombre del foco crítico			Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema		
Rosignano Solvay (Marítimo)			Municipal e industrial	747	187	4,00	Puero y refinería		
Población atendida comunicada			Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red								
Ninguna			30.021		Ninguno		657		La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)		DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)		Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)		Observaciones	
187		No hay datos		Construcción de una PTARI**		66		Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal	

Nombre del foco crítico			Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Livorno			Industrial	10.792	2.698	4,00	-

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
154.000	13.000	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)	2.646	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
2.698	52	Construcción de una PTARI**	52	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se tratan para eliminar la DBO

Nombre del foco crítico	Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Manfredonia	Municipal e industrial	5.087	1.272	4,00	Puerto y refinería

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
Ninguna	58.100	Ninguno	1.272	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
1.272	0	Construcción de una PTARI**	0	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se tratan para eliminar la DBO

Nombre del foco crítico	Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Ancona-Falconara	Municipal e industrial	11.959	2.990	4,00	Puerto y refinería

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
85.000	46.000	Terciario (capaz de eliminar el 95% de la DBO descargada de planta y red)	1.100	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones

2.990	1.890	Mejoramiento de la PTARI**	1.323	Se da por supuesto que la instalación existente es capaz de eliminar el 30% de la DBO industrial descargada
PAÍS	ITALIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)		27.143

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en el LÍBANO

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Zona del Gran Beirut		Municipal e industrial	50.122	29.235	1,71	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
820.000	880.000	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)	31.843	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
29.235	No hay datos	Construcción de una PTARI**	3.184	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Jounieh		Municipal e industrial	6.191	4.280	1,45	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	210.000	Ninguno	4.600	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
4280	NA	Construcción de una PTARI**	460	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Saida-Ghaziye		Municipal e industrial	6.486	5.134	1,26	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	220.000	Ninguno	4.818	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
5.134	316	Construcción de una PTARI**	316	Se da por supuesto que las aguas residuales industriales no se tratan para eliminar la DBO	

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Batroun Selaata		Municipal e industrial	1.769	1.077	1,64	-

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
Ninguna	60.000	Ninguno	1.314	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
1.077	No hay datos	Construcción de una PTARI**	131	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal

PAÍS	LÍBANO	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)	4.091
------	--------	--------------------------------------	-------

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

**Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar
 Mediterráneo desde focos críticos situados en LIBIA**

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicado a (tons/año)	DBO comunicado a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Zanzur		Industrial	No hay datos	No hay datos	-	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	69.000	Ninguno	1.511	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
No hay datos	No hay datos	Construcción de una PTARI**	2.159	Dando por supuesto unas condiciones similares a las de Túnez, la relación de la DBO municipal con la DBO industrial equivale al 0,7		
PAÍS	LIBIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)			2.159	

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en MALTA

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Weid Ghammieq		Municipal e industrial	16.021	10.250	1,56	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
270.085	Ninguna	Primario (capaz de eliminar el 30% de la DBO descargada de planta y red)	4.140	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
10.250	6.110	Construcción de una PTARI**	6.110	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Cumnija		Municipal e industrial	3.599	2.412	1,49	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	59.224	Ninguno	1.297	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
2.412	1.115	Construcción de una PTARI**	1.115	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Ras il-Hobz		Municipal e industrial	3.318	1.777	1.86	-
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	25.957	Ninguno	568	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Indole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
1.777	1.209	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando	1209	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando
PAÍS	MALTA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)		8.434

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en MARRUECOS

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Tánger		Municipal e industrial	-	-	-	Matadero, fábrica de cerveza e industrias textiles
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	323.000	Ninguno	5.102	La DBO municipal se indica en el informe del país		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
-	2.469 ¹⁹	Construcción de una PTARI**		2.469	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando	
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Tetuán		Municipal e industrial	-	-	-	Matadero, pulpa y papel, caucho, central de energía termal, industrias textil, de alimentos, de cuero y de tabaco, y fábrica de cemento
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	214.000	Ninguno	329	La DBO municipal se indica en el informe del país		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
-	1.614 ¹⁹	Construcción de una PTARI**		1.614	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando	
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Nador		Municipal e industrial	-	-	-	Cemento, azúcar, pescado en lata y textiles

¹⁹ La DBO industrial se indica en el informe actualizado sobre el foco crítico.

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
73.000	86.000	Terciario (capaz de eliminar el 95% de la DBO descargada de planta y red)	192	La DBO municipal se indica en el informe del país
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
-	887 ¹⁹	Construcción de una PTARI**	887	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando

Nombre del foco crítico	Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Al Hoceima	Municipal e industrial	-	-	-	-

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
-	46.000	Ninguno	63	La DBO municipal se indica en el informe del país
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargado de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
-	210 ¹⁹	Construcción de una PTARI**	210	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando

PAÍS	MARRUECOS	DEBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)	5.180
------	-----------	---------------------------------------	-------

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en SIRIA

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Lattakia		Municipal e industrial	12.222	7.367	1,66	Diversas actividades comerciales portuarias e industrias alimentarias
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	500.000	Ninguno	10.950	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
7.300	No hay datos	Construcción de una PTARI**	109	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Banias		Municipal e industrial	7.846	3.240	2,42	Terminal y refinería de petróleo y planta de energía térmica
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	143.000	Ninguno	3.132	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
3.240	108	Construcción de una PTARI**	108	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando		

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicad a (tons/año)	DBO comunicad a (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Tartous		Municipal e industrial	7.846	3.240	2,42	Actividad portuaria y planta de cemento
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	164.000	Ninguno	3.592	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		

DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Indole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
3.240	No hay datos	Construcción de una PTARI**	359	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 10% de la DBO municipal
PAÍS	SIRIA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)		576

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar Mediterráneo desde focos críticos situados en TÚNEZ²⁰

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Gabes		Municipal e industrial	2.759	1.815	1,52	Extracción de fosfatos, cemento, industria química e industria mecánica
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
78.000	48.000	Terciario capaz de eliminar el 96% de la DBO descargada de planta y red	1.120	La DBO municipal se estima sobre la base de 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
1.815	695	Construcción y ampliación de una PTARI**	695	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando		
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Sfax - Sur		Municipal e industrial	5.680	3.245	1,75	Extracción de fosfatos, cemento, industria química e industria mecánica
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
151.000	59.000	Secundario, capaz de eliminar el 80% de la DBO descargada de planta y red	1.953	La DBO municipal se estima sobre la base de 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
3.245	1.292	Construcción y ampliación de una PTARI**	1.292	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando		
Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Lago de Túnez - Sur		Municipal e industrial	9.636	4.818	2,00	Industria química, industria mecánica, cerámica, textiles, cemento, etc.

²⁰ La eficiencia del tratamiento de las plantas de tratamiento de las aguas residuales municipales se comunica en el informe actualizado del país sobre el foco crítico.

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
117.000	58.000	Secundario (capaz de eliminar el 90% de la DBO descargada de planta y red)	1.526	La DBO municipal se estima sobre la base de 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
4.818	3.292	Construcción y ampliación de una PTARI**	3.292	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando

Nombre del foco crítico	Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Lago Bizerta	Municipal e industrial	11.170	5.758	1,94	Industria metalúrgica, cerámica y vidrio, textiles, industria alimentaria y astilleros de construcción naval

Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
Por planta y red	Sólo por red			
38.000	172.000	Terciario (capaz de eliminar el 97% de la DBO descargada de planta y red)	3.792	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones
5.758	1.966	Construcción y ampliación de una PTARI**	1.966	Se da por supuesto que la DBO industrial no se está tratando

PAÍS	TÚNEZ	DBO INDUSTRIAL DESCARGADA (tons/año)	7.245
------	-------	--------------------------------------	-------

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

**Estimación de la DBO descargada por fuentes industriales en el mar
 Mediterráneo desde focos críticos situados en TURQUÍA**

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Zona de Icel		Municipal e industrial	No hay datos	No hay datos	-	Unas 17 industrias
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	510.530	Ninguno	11.180	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
No hay datos	No hay datos	Construcción y ampliación de una PTARI**		2.236	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 20% de la DBO municipal debido a los diversos grados de tratamientos industriales de las 17 plantas	

Nombre del foco crítico		Tipo de foco crítico	DQO comunicada (tons/año)	DBO comunicada (tons/año)	DQO DBO	Naturaleza del problema
Zona de Icel		Municipal e industrial	No hay datos	No hay datos	-	Una industria
Población atendida comunicada		Grado de tratamiento de las aguas residuales en PTARM*	DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones		
Por planta y red	Sólo por red					
Ninguna	878.736	Ninguno	19.244	La DBO municipal estimada se basa en 60 g/hab/día		
DBO total generado en el foco crítico (tons/año)	DBO industrial generado en el foco crítico (tons/año)	Índole de la inversión requerida para introducir mejoras		DBO descargada de fuentes industriales (tons/año)	Observaciones	
No hay datos	No hay datos	Construcción y ampliación de una PTARI**		962	Se da por supuesto que la DBO industrial equivale al 5% de la DBO municipal debido a la existencia de una única planta	

PAÍS	TURQUÍA	DBO INDUSTRIAL DESCARGADO (tons/año)			3.198
------	---------	--------------------------------------	--	--	-------

* PTARM = Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

**PTARI = Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales