

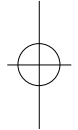
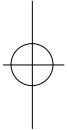
**10**

**AGUAS  
RESIDUALES  
INDUSTRIALES**





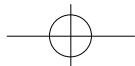
**DOCUMENTOS  
COTEC SOBRE  
NECESIDADES  
TECNOLÓGICAS**

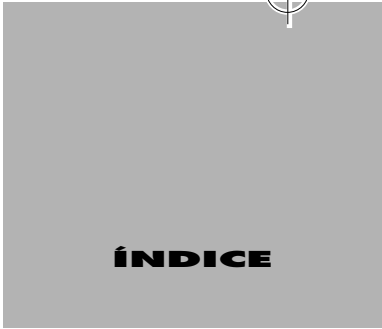


Primera edición:  
Abril 1999

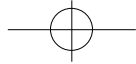
Depósito legal: M. 17.906-1999

Imprime:  
Gráficas Arias Montano, S.A.

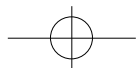
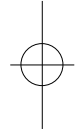
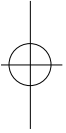




<b>1. Presentación</b> .....	5
<b>2. Introducción</b> .....	9
<b>3. Obligaciones legales. Marco legal obligatorio</b> .....	15
3.1. Introducción.....	15
3.2. Impacto de la legislación en vigor. Legislación nacional y de la Unión Europea	21
3.3. Lagunas en la oferta del sector y su relación con las necesidades exigibles por la legislación.....	40
<b>4. Diagnóstico de la situación medioambiental</b> .....	45
4.1. Introducción.....	45
4.2. Sector Siderúrgico .....	51
4.3. Sector Químico.....	56
4.4. Sector Textil.....	61
4.5. Sector Curtidos .....	67
4.6. Sector Papel y Cartón.....	73
<b>5. Oferta tecnológica existente en España</b> ....	81
5.1. Consultoría e Ingeniería .....	81
5.2. Bienes de Equipo .....	83
5.3. Laboratorios .....	86
<b>6. Situación de la I+D sobre tratamiento de aguas residuales en España</b> .....	89
<b>Anexo A: Ayudas financieras y fiscales para el desarrollo del sector</b> .....	93
1. Financiación para proyectos nacionales ..	94



2. Financiación para proyectos internacio- nales .....	107
<b>Anexo B: Listado de Otris</b> .....	117
<b>Anexo C: Bibliografía</b> .....	123



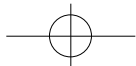


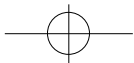
La Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica en cumplimiento con su objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico del sistema productivo español, organiza regularmente sesiones para la identificación de necesidades tecnológicas en sectores diversos.

Con estas sesiones se trata de conocer las amenazas y las oportunidades de carácter tecnológico con que se enfrenta un sector industrial determinado, así como las principales líneas de I+D que permitan mejorar la competitividad de ese sector.

En ellas, la Fundación Cotec reúne a grupos restringidos de expertos de la industria y a investigadores de centros de I+D, especialmente cualificados dentro del sector, para que analicen la situación tecnológica del mismo, e identifiquen sus necesidades tecnológicas más prioritarias para hacer frente a las exigencias del mercado. Asimismo, el conocimiento que unos y otros tienen de la comunidad científica española les faculta para inventariar la capacidad de I+D que puede incidir sobre el sector.

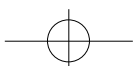
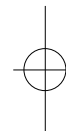
En esta ocasión, la Fundación Cotec ofrece el resultado de la sesión dedicada al tratamiento de aguas residuales industriales, que tuvo lugar en Madrid el día 19 de octubre de 1998, en la sede de Cotec.





La sesión contó con la colaboración de un equipo de investigadores y expertos empresariales coordinados por D. Juan Gros Esther, de Tecnología y Gestión de la Innovación, S.A., y por D. Emilio Ramírez Brandín, Consultor, quienes prepararon y coordinaron el material de esta publicación.

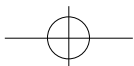
La Fundación Cotec quiere dejar constancia de su agradecimiento a los coordinadores y a los demás participantes en la sesión, sin cuyas numerosas aportaciones este Documento no hubiera tenido su actual enfoque.



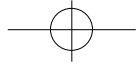


## **Participantes en la Sesión Cotec sobre Aguas Residuales**

- Dña. Rosa Arce.  
Escuela de Organización Industrial.
- Dña. Concepción Blanco.  
Ayuntamiento de Madrid.
- D. Carlos Bosch.  
Dragados y Construcciones.
- D. Nabil Khayat.  
CDTI.
- D. Ignacio Monfort Die.  
ECODES.
- D. Antonio Nieto.  
SECOBE.
- D. José Antonio Padilla.  
Técnicas Reunidas.
- D. Francisco Pérez.  
Federación Española de Industrias Químicas.
- D. Alfonso Andrés Picazo.  
TECNIBERIA.
- D. Carmelo Sáenz.  
Grupo Interlab.
- D. Antonio Serna.  
ATEVAL.
- Dña. María Visedo Campillo.  
Dragados y Construcciones.
- D. Manuel Zahera.  
Fundación Cotec.

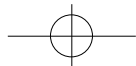
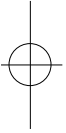






### **Coordinadores:**

- D. Juan Gros Esther.  
TGI.
- D. Emilio Ramírez Brandín  
Consultor.



# 2

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, ya nadie pone en duda la necesidad de incorporar la gestión del medio ambiente de una industria a la gestión habitual de la misma, como ya ocurre con la gestión económico-financiera, la gestión de la producción y la gestión de la calidad por ejemplo, ya que de hecho el medio ambiente debe ser considerado como un nuevo factor de competitividad, al que una empresa moderna no puede renunciar.

Esto hace que las empresas demanden, cada vez más, bienes y servicios que les ayuden a mejorar tanto su comportamiento medioambiental como la gestión del mismo.

Para dar respuesta a esa demanda se necesitan empresas y especialistas en este sector.

Ahora bien, también hemos de ser conscientes de que el desarrollo del mercado medioambiental español se encuentra condicionado por diversos factores, como:

- La normativa ambiental, aunque abundante, todavía no se cumple en el grado deseable.
- La presión de las diferentes administraciones suele ser todavía escasa en la mayoría de las situaciones.
- El gasto público es todavía insuficiente y se destina fundamentalmente a actividades de control y vigilancia.
- La sensibilización de los ciudadanos es fundamental, condicionando cada vez más el comportamiento medioambiental de las empresas.

- Más del 90% de la empresa española es pequeña y mediana. Esto condiciona su grado de conocimiento de la legislación y, en consecuencia, el cumplimiento de la misma.
- Ni el gasto en I+D ni la colaboración entre las empresas y las universidades y organismos públicos de investigación ha alcanzado todavía el nivel deseable para nuestro grado de desarrollo.
- Las prácticas de minimización van sustituyendo cada vez más a las inversiones de fin de línea.

El presente trabajo tiene por objeto dar una visión general de cuál es el panorama del sector medioambiental español, tanto desde la vertiente de la demanda como desde la posición de la oferta, con el doble objetivo de ser, en primer lugar, una guía para las empresas demandantes y, en segundo lugar, servir de estímulo a las empresas ofertantes de bienes y servicios.

En lo que se refiere al agua, no podemos olvidar que hace menos de tres años España estaba sufriendo una de las peores sequías de su historia. Diversas regiones estaban sometidas a restricciones, los agricultores veían perder sus cosechas, los humedales se secaban, etc. Ante esto el Gobierno planteaba soluciones de emergencia como la construcción de desaladoras, la puesta en marcha por el procedimiento de urgencia del Plan Hidrológico Nacional, que preveía el trasvase de grandes cantidades de agua de la España húmeda a la España seca, etc. Hoy tres años después, aunque con una nueva amenaza de sequía en el horizonte, el tema está olvidado y queda en nuestra retina el recuerdo del fenómeno contrario, como son los daños causados por las inundaciones en Extremadura, Andalucía, etc. No cabe duda de que en todo el planeta el agua es un bien escaso, pero más en nuestro país, que goza de un clima muy irregular en lo que a precipitaciones se refiere. A esta irregularidad en las precipitaciones hemos de añadir la contaminación de nuestras aguas, que en muchas ocasiones puede restringir las posibilidades de su aprovechamiento.

En España se calcula que un tercio de los 60.000 km de ríos que poseemos se encuentran en mal estado, acumulando en sus cauces vertidos de todo tipo, que hacen muy difícil su aprovechamiento como fuentes de abastecimiento. Las fuentes del deterioro son tanto la agricultura como la industria y las aguas residuales de las poblaciones. Aunque la contaminación de las aguas probablemente más extendida sea la procedente del uso indiscriminado y abusivo de abonos y pesticidas, no es menos cierto que la contaminación de las aguas de origen industrial está más concentrada sobre determinadas zonas y resulta más peligrosa.

Frente a esto la industria debe reaccionar, y de hecho cada vez está más concienciada, con la aplicación de medidas, que no sólo traten de disminuir la carga contaminante que vierten a través de sus aguas residuales, sino que también tiendan al ahorro y reutilización del agua. En definitiva, todos nos deberíamos de plantear el uso racional del agua como un objetivo estratégico más, dentro de nuestra gestión empresarial global. El medio ambiente, y por extensión la gestión del agua, es un nuevo factor de competitividad que no podemos olvidar y, por tanto, debemos de encontrar la forma de internalizar lo más rápidamente posible los costes que genere su correcta gestión. Ya no hay excusa.

En el tercer capítulo de este libro se analizan en profundidad las obligaciones legales actualmente vigentes en España y el impacto de la legislación europea, así como las necesidades del sector ante el actual marco legal obligatorio.

En el cuarto capítulo se realiza un diagnóstico de la situación medioambiental de cinco sectores representativos.

Los sectores industriales que se han estudiado representan una parte significativa de la industria nacional y constituyen, desde el punto de vista ambiental, un foco significativo de contaminación potencial de las aguas.

Dada la amplitud de estos sectores, dentro de ellos se han estudiado aquellos subsectores que se consideran más relevantes y que se entiende tienen una mayor necesidad de aplicación de tecnologías de tratamiento.

Los sectores industriales estudiados se corresponden, de acuerdo con la Nomenclatura de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) 1974, con los siguientes códigos:

Sector Siderúrgico	CNAE	221
Sector Químico	CNAE	25
Sector Textil	CNAE	43
Sector Curtidos	CNAE	44
Sector Papel	CNAE	47

A su vez los anteriores tienen la siguiente equivalencia con la clasificación de Actividades Económicas de las Comunidades Europeas (NACE) 1993.

CNAE 221 = 27.10 Siderurgia CECA.

CNAE 25 = 24 y 25 Fabricación de productos químicos básicos, caucho y transformados plásticos.

CNAE 43 = 17.00 Industria textil.

CNAE 44 = 19.10 Preparación y curtido del cuero

CNAE 47 = 21 Fabricación de artículos de papel y cartón.

Dada la diversidad de procesos de fabricación, para cada uno de los subsectores estudiados se especifica, dentro de la amplitud posible, su situación medioambiental en relación al vertido de sus aguas residuales; así:

Dentro del *sector siderúrgico*, se ha estudiado la fabricación de productos básicos de hierro, acero y ferroaleaciones.

Dentro del *sector químico* se ha estudiado la industria química básica y la industria de la transformación del caucho y plástico.

Dentro del *sector textil*, se ha estudiado la industria textil sin inclusión de la confección.

Dentro del *sector curtidos*, se ha estudiado la preparación, curtido y acabado del cuero.

Dentro del *sector papel y cartón* se ha estudiado el transformado del papel.

En cada uno de los subsectores estudiados, se han incluido un conjunto de datos, cuyo objetivo final es señalar la situación ambiental del subsector, de tal forma que posteriormente puedan determinarse sus necesidades tecnológicas en el tratamiento de sus aguas residuales.

En el *sector siderúrgico, subsector siderurgia CECA*, se presentan datos generales del número de industrias existentes, así como su distribución geográfica. Se analizan de forma simplificada los procesos de fabricación, los productos terminados, las materias primas utilizadas y las corrientes residuales que se generan.

En el *sector químico, subsector de fabricación de productos químicos básicos, caucho y transformados plásticos*, se presenta la distribución geográfica de la industria, se señala la procedencia de los efluentes industriales y se indican los sistemas de depuración posibles actualmente. El 80% de las industrias efectúa su vertido a colector municipal, y un 25% ya efectúa un tratamiento físico-químico.

En el *sector textil, subsector industria textil*, se presenta la distribución geográfica de la industria, señalándose que únicamente un 15% de las industrias tiene un vertido industrial. Se detallan los principales procesos de fabricación que en gran parte de los casos producen efluentes muy variados, en función del tipo de colorante utilizado. Se incluyen los sistemas actualmente posibles de tratamiento.

En el *sector curtidos, subsector de preparación, curtido y acabado del cuero*, se presenta la distribución geográfica de las industrias, se indican los procesos principales de fabricación y se señalan los tratamientos posibles para alcanzar los límites de vertido exigibles en la legislación vigente.

En el *sector papelerero, subsector de transformado de papel*, se definen las características del subsector, indicándose los principales contaminantes de la actividad, así como los tratamientos actualmente posibles.

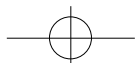
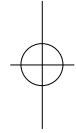
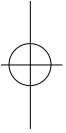



Se analiza, a continuación, la oferta tecnológica existente relativa a consultoras o ingenierías, bienes de equipo y laboratorios.

Por último se hace una breve síntesis de la situación de la investigación sobre tratamientos de aguas residuales en España.

Para información complementaria se dispone en el Anexo A de una amplia referencia de las ayudas financieras y fiscales en los ámbitos nacionales y europeo.

En el Anexo B se incluye el listado de las OTRI (Oficina de Transferencia de los Resultados de la Investigación) que existen en el país y adonde pueden acudir las empresas en busca de información y asesoramiento acerca de tecnologías y servicios sobre las aguas residuales y su tratamiento. Finalmente para el lector que quiera profundizar se le facilita una bibliografía más extensa (Anexo C).



**OBLIGACIONES  
LEGALES.  
MARCO LEGAL  
OBLIGATORIO****3.1. INTRODUCCIÓN**

*La Directiva de la Unión Europea 91/271 de 1991 establece la obligatoriedad de los tratamientos secundarios de las aguas residuales urbanas, si bien reconoce que las necesidades de protección pueden ser diferentes según los usos del agua, las características de los contaminantes y las condiciones hidrográficas locales.*

En consecuencia, impone tratamientos más rigurosos para los vertidos en zonas sensibles, y niveles menos exigentes de tratamiento en bahías abiertas, estuarios u otras aguas marinas.

Los objetivos y plazos de esta Directiva son:

- Tratamiento de los vertidos en zonas sensibles que representen más de 10.000 habitantes-equivalentes a 31 de diciembre del año 1998.
- Tratamiento de los vertidos procedentes de núcleos de población con más de 15.000 habitantes-equivalentes a 31 de diciembre del año 2.000.
- Tratamiento de los vertidos que representan entre 2.000-10.000 habitantes-equivalentes a 31 de diciembre del año 2.005.

*El Plan Nacional de Depuración de Aguas Residuales (1995-2005), que está siendo desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Dirección*



General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, contempla estos objetivos de la Directiva 91/271, además de las medidas que se deberán adoptar en los futuros planes hidrológicos y los de aplicación del Real Decreto 484/1995 de medidas de regularización y control de vertidos.

*Ello obliga a que las aguas residuales industriales que entren en los sistemas colectores y en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas serán objeto del tratamiento previo que sea necesario para:*

- *Proteger la salud del personal* que trabaje en los sistemas colectores y en las instalaciones de tratamiento.
- *Garantizar* que los sistemas colectores, las instalaciones de tratamiento de aguas residuales y los equipos correspondientes *no se deterioren*.
- *Garantizar* que *no se obstaculice* el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales y de lodos.
- *Garantizar* que los *vertidos* de las instalaciones de tratamiento no tengan *efectos nocivos* sobre el medio ambiente y no impidan que las aguas receptoras cumplan otras Directivas comunitarias.
- *Garantizar* que los *lodos* puedan evacuarse con *completa seguridad* de forma aceptable desde la perspectiva medioambiental.

El nuevo marco que se crea condicionará y a su vez *estimulará la oferta de tratamiento de las aguas residuales industriales*, que *tienen que alcanzar un nivel de tratamiento tal que cumplan los requisitos* establecidos en los Cuadros 1 y 2 de la Directiva o, en su defecto los límites que establezcan las Comunidades Autónomas con competencias en la gestión del dominio público hidráulico y en las aguas marítimas.

Los Cuadros 1 y 2 de la citada Directiva se transcriben a continuación. En el Cuadro 3 se presentan los mismos límites por tipo de tratamiento.

**Cuadro 1: Requisitos por los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas sujetos a lo dispuesto en los artículos 4 y 5 de la Directiva 91/271. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.**

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción <sup>(1)</sup>	Método de medida de referencia
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5 a 20 °C) sin nitrificación. <sup>(2)</sup>	25 mg/l O <sub>2</sub>	70-90 40 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4.	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Determinación del oxígeno disuelto antes y después de 5 días de incubación a 20 °C + 1 °C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de la nitrificación.
Demanda química de oxígeno (DQO).	125 mg/l O <sub>2</sub>	75	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico.
Total de sólidos en suspensión.	35 mg/l <sup>(3)</sup> 35 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 10.000 e-h). 60 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (de 2.000 a 10.000 e-h).	90 <sup>(3)</sup> 90 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 10.000 e-h). 70 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (de 2.000 a 10.000 e-h).	Filtración de una muestra representativa a través de una membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105 °C y pesaje.  Centrifugación de una muestra representativa (durante 5 minutos como mínimo, con una aceleración media de 2.800 a 3.200 g), secado a 105 °C y pesaje.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre DBO 5 y el parámetro substitutivo.

(3) Este requisito es optativo.

Los análisis de vertidos procedentes de fosos de fermentación se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, la concentración de sólidos totales en suspensión en las muestras de aguas sin filtrar no deberá superar los 159 mg/l.

**Cuadro 2: Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles propensas a eutrofización, tal como se identifican en el punto A del Anexo II. Según la situación local, se podrá aplicar uno a los dos parámetros. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.**

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción <sup>(1)</sup>	Método de medida de referencia
Fósforo total	2 mg/l P (de 10.000 a 100.000 e-h) 1 mg/l P (más de 100.000 e-h)	80	Espectrofotometría de absorción molecular.
Nitrógeno total <sup>(2)</sup>	15 mg/l N (de 10.000 a 100.000 e-h) 10 mg/l P (más de 100.000 e-h) <sup>(3)</sup>	70-80	Espectrofotometría de absorción molecular.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Nitrógeno total equivale a la suma de nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico + NH<sub>3</sub>), nitrógeno en forma de nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrógeno en forma de nitrito (NO<sub>2</sub>).

(3) Alternativamente el promedio diario no deberá superar los 20 mg/l N. Este requisito se refiere a una temperatura del agua de 12 °C o más durante el funcionamiento del reactor biológico de la instalación de tratamiento de agua residuales. En sustitución del requisito relativo a la temperatura, se podrá aplicar una limitación del tiempo de funcionamiento que tenga en cuenta las condiciones climáticas regionales. Se aplicará esta alternativa en caso de que pueda demostrarse que se cumple el apartado 1 de la letra D del presente Anexo.

**Cuadro 3**

<b>TIPOS DE TRATAMIENTO, SEGÚN LA DIRECTIVA 91/271</b>						
	<b>DBO 5</b>		<b>Sólidos suspensión</b>		<b>DQO</b>	
	% Reducción	Límite emisión	% Reducción	Límite emisión	% Reducción	Límite emisión
	(%)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(%)	(mg/l)
Tratamiento adecuado	Cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, los cauces receptores cumplen los objetivos de calidad y las disposiciones pertinentes de la Directiva 91/271 CEE y de las restantes Directivas Comunitarias					
Tratamiento primario	>20%	—	>50%	—	—	—
Tratamiento secundario	>70-90%	<25	>90%	<35	>75%	<125
Tratamiento más riguroso	>70-90%	<25	>90%	<35	>75%	<125
	N. Total		N. Total			
	% Reducción	Límite emisión	% Reducción	Límite emisión		
	(%)	(mg/l)	(%)	(mg/l)		
	>70-80%	<15 (10000-100 H.E.) <10 (>100000 H.E.)	>80%	<2 (10000-100 H.E.) <1 (>100000 H.E.)		

En España, se estima que existen 300.000 vertidos de aguas residuales, de las cuales 60.000 son vertidos directos y 240.000 indirectos.

Los vertidos *directos no de tipo municipal* se estiman en un 83% del total, de los cuales unos 10.000 corresponden a vertidos de tipo industrial.

De los *vertidos directos totales*, sólo tienen algún tipo de *autorización un 22%* y de *autorización definitiva un 5%*.

Para *adecuar los vertidos industriales*, unos 10.000, a las normativas vigentes, se estima que se precisarían unas inversiones del orden de 450.000 millones de pesetas.

Una estimación permitiría afirmar que los sectores objeto de este estudio requerirían una inversión total de aproximadamente 26.200 millones de pesetas, de acuerdo con la siguiente distribución:

INVERSIÓN ESTIMADA EN DEPURACIÓN DE AGUAS DE LOS SECTORES ESTUDIADOS		
SECTOR	INVERSIÓN (MPTAS)	N.º DE INDUSTRIAS
SIDERURGIA CECA	14.000	650
TEXTIL	4.000	200
QUÍMICA BÁSICA	4.700	250
PAPEL Y CARTÓN	3.500	350
<b>Totales</b>	<b>26.200</b>	<b>1.450</b>

Con vistas a analizar de una manera más clara el sector de la oferta medioambiental de la industria española, la primera estructuración que podríamos realizar sería clasificar el mercado medioambiental en las siguientes ocho áreas básicas de actividad:

- Tratamiento de agua y efluentes.
- Gestión de residuos.
- Control de la contaminación atmosférica.
- Ruido.
- Evaluación ambiental.
- Energía y transportes públicos.
- Servicios ambientales.
- Descontaminación y emergencias.

El control y tratamiento de aguas y efluentes constituye la actividad de mayor importancia en España, suponiendo el sector público el 70% de la demanda.

La oferta tecnológica existente en España, en relación al tratamiento de aguas residuales industriales, se encuentra plenamente integrada en el que se puede denominar sector medioambiental, que está formado por consultoría e ingeniería, construcción y suministro de bienes de equipo y prestación de servicios, fundamentalmente los laboratorios medioambientales.

En el Anexo A se pueden encontrar más información sobre estos sectores.

### **3.2. IMPACTO DE LA LEGISLACIÓN EN VIGOR. LEGISLACIÓN NACIONAL Y DE LA UNIÓN EUROPEA**

Las exigencias administrativas en España sobre la contaminación del agua que provoca la industria, tienen como objetivo «proteger el dominio público hidráulico contra su deterioro», intentando conseguir y mantener el nivel de calidad de las aguas, impidiendo la acumulación de compuestos tóxicos o peligrosos en las aguas subterráneas y evitando cualquier actuación que pueda ser causa de degradación.

Según la normativa vigente, a la acción y el efecto de introducir materia y formas de energía o condiciones en el agua

que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con sus usos posteriores o en su función ecológica, se la denomina contaminación.

La industria debe cumplir un conjunto de obligaciones legales para el vertido de sus residuos a los colectores municipales o al dominio público hidráulico.

Las principales normativas que ha de cumplir la industria española en lo que respecta a las aguas residuales son las siguientes:

- *Ley de Aguas de 2 de agosto de 1985 y Reglamento del Dominio Público Hidráulico de 1986 (RD 847/86)*, la cual, respecto a los vertidos, establece que «toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del dominio público hidráulico, y en particular, el vertido de aguas y productos residuales susceptibles de contaminar las continentales requiere autorización administrativa».
- *Real Decreto 484/1995, de 7 de abril*, sobre medidas de regularización y control de vertidos (este Real Decreto se publicó por las dificultades y carencias de la Ley de Aguas).
- *Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo*, relativa al vertido de aguas residuales urbanas, en la que se señala la necesidad de que los vertidos de aguas residuales industriales que entren en los sistemas de colectores e instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas, sean objeto de un tratamiento previo.
- *Ley de Costas de 28 de julio de 1988 y el Reglamento de 1 de diciembre de 1989*, que prohíbe el vertido de sustancias y formas de energía que puedan comportar un peligro o perjuicio superior al admisible para la salud pública y el medio natural, con arreglo a la normativa vigente, que en el caso de vertidos contaminantes, precisan la justificación de la imposibilidad o dificultad de aplicar una solución alternativa para eliminar o tratar estos vertidos.

- *Directiva 76/464/CEE* sobre el control de vertidos de sustancias peligrosas en el medio acuático, que incluye una lista negra de sustancias muy tóxicas cuyo vertido hay que reducir. Esta Directiva se modificó ampliando las sustancias señaladas en las listas, por las Directivas 88/347 y 90/415.
- *Directiva 80/68/CEE*, sobre protección del agua subterránea frente a estas sustancias.

Todas las directivas europeas anteriores a la publicación del Real Decreto 847/86 del Dominio Público Hidráulico están recogidas en el mismo.

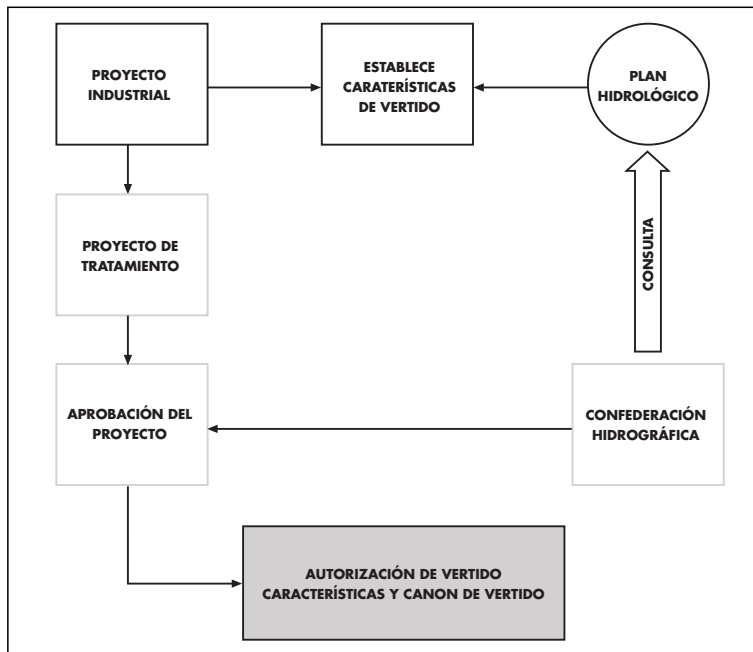
Como ya se ha comentado, la Ley de aguas establece la *necesidad* de obtener una *autorización administrativa de vertido*. Para obtener la citada autorización, el titular de la actividad presentará una *solicitud* que *constará* de:

- Características de la actividad.
- Localización exacta del punto de vertido.
- Características cuantitativas y cualitativas de los vertidos.
- Descripción de las instalaciones de depuración y de las medidas de seguridad encaminadas a evitar los vertidos accidentales.
- Proyecto de Tratamiento para alcanzar el nivel de tratamiento previsto.
- En el caso de vertidos ya existentes, deberá realizarse un Plan de Regularización del Vertido, que incluirá memoria de la actividad y del vertido, información analítica y un Plan de Actuación para adecuar el vertido al nivel de tratamiento previsto.

La autorización de vertido se sujetará a las previsiones que contengan los planes hidrológicos de cada cuenca, los cuales están sin redactar.

El esquema de la solicitud de autorización de vertidos se recoge en la siguiente figura:





Para la autorización de los vertidos se imponen las siguientes condiciones:

- Los límites cuantitativos y cualitativos del vertido no podrán superar los valores máximos estipulados en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, Anexo al Título IV.
- Descripción de las instalaciones de depuración o eliminación, necesarias para alcanzar los límites exigibles.
- Establecimiento de los sistemas de control necesarios.
- Importe del canon de vertido que corresponda de acuerdo a la Ley de Aguas.
- Fecha de iniciación y terminación de las obras e instalaciones.
- Medidas de emergencia.

- Plazo de urgencia de la autorización.
- Causas de caducidad de la misma.

*En la actualidad únicamente disponen de autorización definitiva de vertido un 5% de las empresas con vertidos directos, y un 22% disponen de algún tipo de autorización. Sea cual sea el tratamiento que reciban las aguas residuales, éstas deben alcanzar una calidad del vertido, de acuerdo con el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de Aguas, que en su Anexo al título IV define tablas con los parámetros característicos que se deben considerar, como mínimo, en la estima del *tratamiento de vertidos*. El Real Decreto 849/86, además de establecer la necesidad de poseer una autorización administrativa para el vertido de efluentes, establece el pago de un canon de vertido en función del proceso industrial. Se fijan tres tablas de valores límite, con diferentes coeficientes para reducir la carga contaminante computable a efectos del canon de vertido.*

Las citadas tres tablas se recogen a continuación:

PARÁMETRO	VALORES LÍMITES (ppm)		
	TABLA 1	TABLA 2	TABLA 3
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	Ph comprendido entre 5,5 y 9,5		
	300	1.150	180
DBO5	300	60	40
CROMO III	4	3	2
CROMO VI	0,5	0,2	0,2
HIERRO	10	3	2
NÍQUEL	10	3	2
MERCURIO	0,1	0,05	0,05
ZINC	20	10	3
MANGANESO	10	3	2
CIANUROS	1	0,5	0,5
CLORUROS	2.000	2.000	2.000
SULFUROS	2	1	1
FLUORUROS	12	8	6
FÓSFORO TOTAL	20	20	10
AMONIACO	50	50	15
NITRÓGENO NÍTRICO	20	12	10
ACEITES Y GRASAS	40	25	20
FENOLES	1	0,5	0,5

Valores límite que se han de tener en cuenta para los vertidos industriales de acuerdo con el Real Decreto 849/86.

*Los límites, de la tabla anterior, aplicables para cada instalación, dependerán de si el vertido desemboca en un cauce público o en la red municipal de saneamiento.*

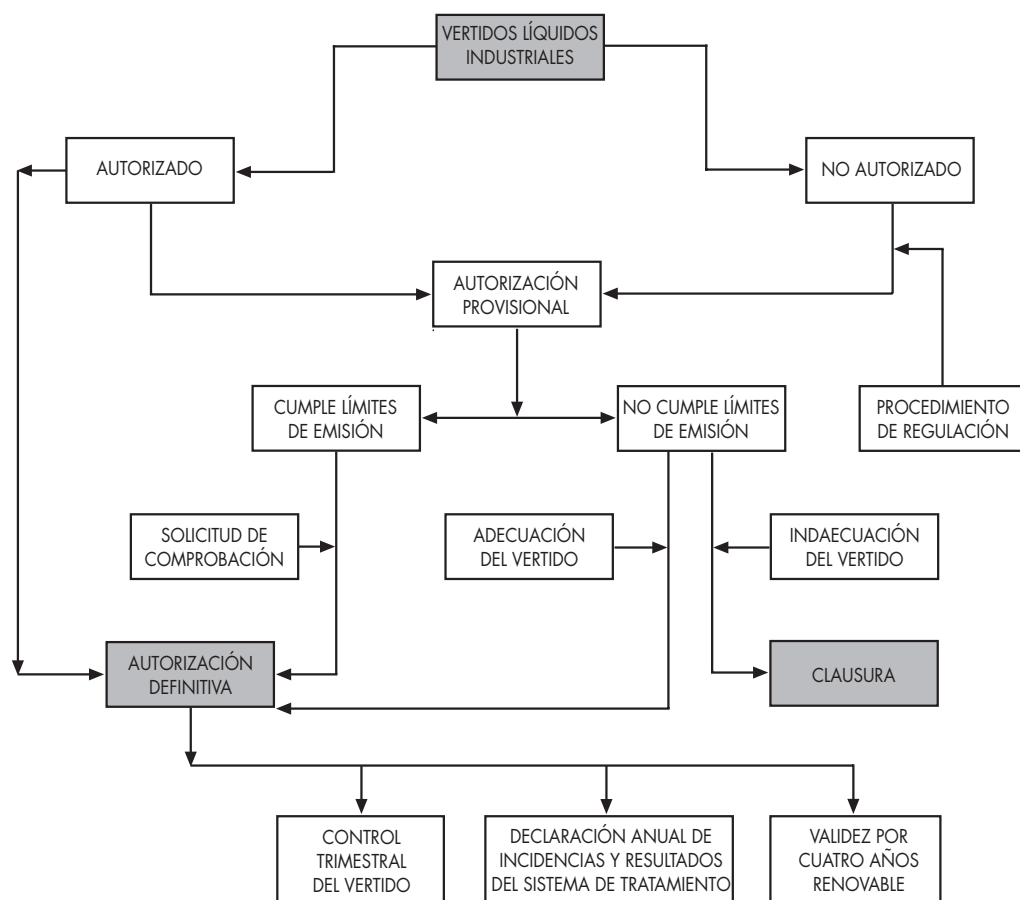
Los vertidos según su autorización se clasifican en:

- *Vertidos con tratamiento de corrección o depuración, que respetan los límites de emisión fijados por la normativa vigente y que cuentan con autorización definitiva.*
- *Vertidos con autorización provisional, que cuentan con las instalaciones de depuración pertinentes y respetan*

*los límites de emisión de la normativa vigente.* Sus titulares deberán solicitar de la Confederación Hidrográfica competente la correspondiente autorización definitiva, que será concedida en su caso una vez hechas las oportunas comprobaciones previas.

- *Vertidos con autorización provisional*, pero cuyos titulares *no* han procedido a la acomodación o implantación de las *instalaciones de depuración* en el plazo previsto o que *no cumplen los límites de emisión de la normativa vigente*. Se podrá acordar mediante expediente sancionador la clausura del vertido.
- *Vertidos con autorización provisional* en los que todavía *no* se ha producido la implantación y puesta en marcha de las correspondientes *instalaciones de depuración* y *no se haya agotado el plazo* para ello. Sus titulares *no* incurrirán en los supuestos de sanción establecidos por la norma si cumplen los plazos y las condiciones, quedando obligados a solicitar la autorización definitiva.
- *Vertidos no autorizados*. Sus titulares deberán solicitar la autorización de vertido y acomodar los efluentes a la legislación vigente, en caso que no lo hiciesen, éste será clausurado.

En el esquema adjunto se resumen las situaciones de vertido expuestas:



La autorización definitiva, impone a los titulares las obligaciones siguientes:

- *Declaración periódica* a la Confederación Hidrográfica, en plazos máximos de *tres meses*, de los análisis del vertido en lo que concierne al caudal y composición del efluente. El análisis deberá realizarse por una «Empresa Colaboradora», tal como prevé el artículo 253 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

- *Declaración anual de las incidencias* de la explotación del sistema de tratamiento y los resultados obtenidos en la mejora del vertido. Dicha declaración deberá dirigirse a la Confederación Hidrográfica dentro del primer trimestre de cada año.

Las Confederaciones Hidrográficas podrán convenir, con los representantes o asociaciones empresariales de los distintos sectores industriales, «planes sectoriales», que serán equivalentes para todas las industrias del sector al plan de regulación que se define para un único vertido. En tales supuestos la tramitación del plan sectorial conllevará de forma global efectos similares de regulación para todas las industrias del sector, en el ámbito de la correspondiente cuenca o subcuenca hidrográfica, sin perjuicio de los efectos individualizados del incumplimiento del mismo.

### **La Directiva 96/61 relativa a la Prevención y Control Integrados de la Contaminación: La Directiva IPPC**

Por su novedad, su importancia desde el punto de vista tecnológico y por la posible magnitud del impacto en el tejido industrial español, se le dedica un apartado específico a la Directiva IPPC.

El Consejo de la UE adoptó el 24-09-96 la Directiva 96/61 relativa a la Prevención y al Control Integrados de la Contaminación, más conocida como Directiva IPPC. Dicha Directiva es consecuencia del planteamiento general recogido en el V Programa Comunitario de Medio Ambiente, en el que se considera prioritario un control integrado de la contaminación, ya que, de esta manera, se contribuye al avance hacia un equilibrio más sostenible entre la actividad industrial, el desarrollo socioeconómico, los recursos y la capacidad de regeneración de la naturaleza.

La idea del control integrado de la contaminación exige una actuación en el ámbito comunitario, de manera que se

modifique y complete la actual legislación comunitaria sobre prevención y control de la contaminación procedente de instalaciones industriales.

En los párrafos siguientes, se exponen las principales características y novedades de esta Directiva y se analizan las principales repercusiones que para la Industria y la Administración va a tener su entrada en vigor.

#### *Características y novedades de la Directiva 96/61*

Esta Directiva plantea una *visión integral* de la protección del medio ambiente cuyo objetivo es conseguir unos niveles óptimos de calidad medioambiental para un amplio espectro de instalaciones industriales, según se contempla en su artículo primero y se desarrolla en su Anexo I.

El *enfoque integrado* implica principalmente tres aspectos:

- *Considerar* todas y cada una de las fases del proceso productivo.
- *Determinar* una adecuada relación entre la cuantía de las emisiones contaminantes producidas y las características del medio ambiente receptor en cada caso.
- *Tener en cuenta* la posible transferencia de la contaminación desde un medio receptor de la polución (agua, atmósfera y suelo) a otro. Se establecen así, medidas para evitar o, cuando no sea posible, reducir las emisiones en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las relativas a los residuos.

Esta Directiva establece un marco de referencia común dentro del ordenamiento jurídico ambiental, lo cual facilitará el conocimiento por parte de todos los agentes implicados de los requisitos medioambientales que se deben cumplir. En este sentido, los aspectos más relevantes que introduce la Directiva son:

- Nuevos conceptos y definiciones de *contaminación, emisión y mejores técnicas disponibles*.
- Se da un *enfoque integrado del procedimiento de autorización para las instalaciones industriales afectadas*,

tanto nuevas como existentes, antes de la entrada en vigor de la Directiva,

- Implica *la plena coordinación administrativa* para la puesta en marcha *del permiso único* de funcionamiento de las instalaciones,
- Establece *criterios* para determinar *los valores límites de emisión, los parámetros y las medidas técnicas equivalentes* basándose en las mejores técnicas disponibles desde el punto de vista medioambiental,
- Destaca un aspecto fundamental como es *la transparencia informativa*, poniendo a disposición pública las solicitudes, autorizaciones y modificaciones por parte de la autoridad competente y, también, mediante la publicación de un inventario de emisiones de las actividades industriales afectadas.
- *Considera importante alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente en su conjunto, tomando medidas de control de la contaminación para evitar emisiones a la atmósfera, al agua, y al suelo, siempre que sea posible. Tiene en cuenta, también, la gestión de los residuos y establece la reducción de las emisiones al mínimo, si éstas no pueden evitarse.*

La Directiva, en su artículo segundo, señala las mejores técnicas disponibles (MTD) como las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto, desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el sector industrial correspondiente. Se tendrá en cuenta para su determinación, el impacto sobre la economía sectorial y general.

La selección de las MTD se realizará en función de los siguientes criterios (Anexo VI de la Directiva):

- *Generación de pocos residuos.*
- *Uso de sustancias menos peligrosas.*
- *Desarrollo de las técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos, cuando proceda*



- *Procesos, instalaciones o métodos de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.*
- *Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.*
- *Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate*
- *Fecha de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.*
- *Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.*
- *Reducción del consumo de materias primas (incluida el agua).*
- *Aumento de la eficacia del consumo energético.*
- *Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.*
- *La disminución de riesgo de accidente o de reducir sus consecuencias para el medio ambiente.*
- *Información publicada por la Comisión de la Unión Europea o por organizaciones internacionales.*

Los valores límites de emisión se basarán en las mejores técnicas disponibles; sin embargo, no se impondrá la utilización de una técnica específica. De esta forma, se podrán fijar progresivamente, para cada una de las actividades industriales incluidas en la Directiva, los límites de emisión que la técnica permita en cada momento. Además de las MTD, se considerarán *las características técnicas de la instalación, su implantación geográfica y las condiciones locales del medio ambiente.*

Las principales sustancias contaminantes que se han de tener en cuenta para fijar los valores límite de emisión, se refieren fundamentalmente al medio atmósfera y al agua. Estas sustancias se relacionan específicamente en el *Anexo III* de la Directiva.

Las disposiciones de esta Directiva *son de aplicación* tanto para *instalaciones existentes* (consideradas como tales las

autorizadas con fecha anterior a la entrada en vigor), como para las *nuevas*. En el caso de las instalaciones existentes, la Directiva establece plazos transitorios según el tipo de actividad industrial y la vigencia de la legislación actual.

Es responsabilidad de cada Estado miembro la elección de los medios de aplicación, como la organización de las autoridades competentes, el número de decisiones que constituyan la autorización integrada y, en principio, la fijación de los valores límite de emisión.

En el caso español, esta competencia recae en el Ministerio de Medio Ambiente (por ahora compartida con el Ministerio de Industria y Energía y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), responsable de la transposición de la Directiva al derecho interno español. Mediante la elaboración de una legislación básica, serán las Comunidades Autónomas, las cuales tienen transferidas prácticamente todas las competencias medioambientales, las que desarrollen dicha legislación.

En este sentido, es responsabilidad de las administraciones establecer un mecanismo de coordinación para la puesta en marcha del *permiso único*. Esta medida evitará la dispersión como consecuencia de las diferentes competencias que en materia de medio ambiente tienen las distintas administraciones, facilitando también la tramitación y el control.

La Directiva IPPC *establece por primera vez un enfoque integrado del procedimiento de autorización* para las instalaciones industriales afectadas. En particular, las solicitudes de permiso deben contener una descripción de:

- la Instalación, el tipo y alcance de sus actividades;
- las materias primas y auxiliares, las sustancias y la energía empleadas en la instalación o generadas por ella;
- las fuentes de emisiones de la instalación;
- el estado y el lugar en el que se ubicará la instalación;
- el tipo y la magnitud de las emisiones previsibles de la instalación a los diferentes medios receptores, así como

una determinación de los efectos significativos de las emisiones sobre el medio ambiente;

- la tecnología prevista y otras tecnologías utilizadas para evitar las emisiones procedentes de la instalación o, si ello no fuese posible, para reducirlas;
- si fuese necesario, las medidas relativas a la prevención y valorización de los residuos generados por la instalación;
- un resumen comprensible para el profano que contenga todas las indicaciones específicas en los puntos anteriores.

El permiso que sea concedido requerirá una serie de condiciones específicas, que deberán cumplirse a lo largo de la actividad de la industria y podrán ir siendo modificadas por la autoridad competente en caso necesario.

Las posibles modificaciones de las condiciones del permiso pueden ser motivadas por:

- *las normas de calidad ambiental* cuando éstas requieran condiciones más rigurosas que las que se puedan alcanzar mediante empleo de las mejores técnicas disponibles;
- *las modificaciones producidas en la evolución de las propias mejores técnicas disponibles;*
- *las motivadas por los cambios efectuados en las instalaciones por los titulares.*

Para el cumplimiento de las nuevas disposiciones establecidas en la Directiva 96/61, se distinguen diferentes plazos para su aplicación, los cuales se recogen en la tabla siguiente. De entre ellos, cabe destacar la distinción que se hace entre las instalaciones existentes y las de nueva apertura.

<b>ENTRADA EN VIGOR (Art. 22)</b>	20 días después de su publicación	<b>31/10/1996</b>
<b>PLAZO DE TRANSPOSICIÓN/APLICACIÓN (Art. 21)</b>	3 años después de su entrada en vigor	<b>31/10/1999</b>
<b>PLAZO DE APLICACIÓN A NUEVAS INSTALACIONES (Art. 4)</b>	3 años después de su entrada en vigor	<b>31/10/1999</b>
<b>PLAZO DE APLICACIÓN A INSTALACIONES EXISTENTES (Art. 5)</b>	8 años después de la fecha de aplicación	<b>31/10/2007</b>
<b>PRIMER INFORME A LA UE SOBRE VALORES LÍMITES DISPONIBLES, (Art. 16)</b>	18 meses después de la fecha de aplicación	<b>30/04/2001</b>

*Principales consecuencias de la entrada en vigor de la Directiva IPPC*

Se resumen a continuación los principales efectos que la transposición de la Directiva IPPC, va a tener sobre los sectores afectados y sobre las normativas en cualquier nivel administrativo:

- En cuanto a la industria, cabe indicar que las empresas y centros productivos pertenecientes a los sectores afectados por la Directiva 96/61, deberán, una vez transpuesta la Directiva, solicitar una nueva autorización, de acuerdo con los criterios establecidos en esta nueva norma.
- Es previsible que, a medio plazo, se modifiquen las actuales normativas legales en materia de medio ambiente, como consecuencia de adaptar el resto del ordenamiento jurídico medioambiental comunitario y, por lo tanto, estatal y autonómico a los condicionantes de la Directiva. Dichas modificaciones, según se establece en la propia Directiva, deben realizarse en el plazo de once años desde la entrada en vigor de la misma.

- Es, también, previsible que en un futuro este nuevo enfoque integrado de la contaminación afecte a otras actividades y sectores no reflejados en la actual Directiva, ya que en la Unión Europea se está trabajando en nuevas normas con rango de Directiva sobre la prevención y control integrado de la contaminación, aplicado a pequeñas y medianas empresas.

Como información adicional, en la tabla que se muestra más adelante, se presenta una relación de las normativas comunitarias y estatales que probablemente se modificarán para adecuarse a los nuevos planteamientos medio-ambientales que exige la Directiva 96/61 o IPPC.

#### *La Directiva 96/61 IPPC en el ordenamiento jurídico español*

La Directiva IPPC no ha sido transpuesta todavía al ordenamiento jurídico español. No obstante desde su publicación y entrada en vigor, son muchas las acciones que los organismos competentes están llevando a cabo, sobre todo en lo que a tareas de información y difusión se refiere.

El organismo encargado de llevar a cabo la transposición de la Directiva al ordenamiento jurídico interno español es el Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM) a través de la Secretaría General de Medio Ambiente y, más concretamente, por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Otros organismos implicados y que están colaborando con el MIMAM son el Ministerio de Industria y Energía y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. El plazo de transposición de la Directiva termina, según dispone la misma, el 31 de octubre de 1999.

Por otro lado, las Comunidades Autónomas tienen transferidas prácticamente todas las competencias en materia medio-ambiental. En este sentido, conviene decir que ninguna de ellas ha incluido todos los condicionados de la Directiva en su ordenamiento jurídico, aunque sí existen nuevas normativas que se aproximan al nuevo enfoque de esta Directiva.

Hasta el momento, entre las Comunidades Autónomas que han aprobado normas generales de protección del medio ambiente, las cuales incluyen algunos de los nuevos conceptos de la Directiva IPPC, se encuentran las Comunidades de Madrid, Andalucía, Galicia, Murcia y el País Vasco. Hay que considerar, también, el caso de Castilla y León, pues dispone de una normativa específica sobre auditorías ambientales, que trata de ser un sistema de control "integral" para las actividades obligadas por la norma.

En el caso de Cataluña, su parlamento ha aprobado este mismo año una ley sobre intervención integral de la administración ambiental, que incluye todos los condicionados de la Directiva IPPC.

*Es de esperar que el resto de Comunidades Autónomas vayan adaptando sus normativas medioambientales en el futuro, integrando los nuevos enfoques sobre la protección del entorno en todas sus vertientes.*

*Legislación comunitaria citada en la Directiva IPPC  
y leyes de transposición al Derecho Interno  
español susceptibles de modificación*

(No se ha incluido en esta tabla la normativa correspondiente a las administraciones autonómicas y locales. Dichas legislaciones también se tendrán que adecuar a los nuevos condicionados de la Directiva IPPC, cuando sea transpuesta).

DIRECTIVAS CITADAS EN LA IPPC	LEYES DE TRANSPOSICIÓN AL DERECHO INTERNO ESPAÑOL
<b>ATMÓSFERA</b>	
<p><b>Directiva 89/369/CEE:</b> Prevención de la contaminación atmosférica procedente de las nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales.</p> <p><b>Directiva 84/429/CEE:</b> Reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones existentes de incineración de residuos.</p>	<p><b>Real Decreto 1088/1992</b>, de 11 de septiembre, nuevas normas sobre la limitación de emisiones de determinados agentes contaminantes procedentes de instalaciones de incineración de residuos municipales.</p>
<p><b>Directiva 94/67/CEE:</b> Incineración de residuos peligrosos.</p>	<p><b>Real Decreto 1217/1997</b>, de 18 de julio de (BOE n.º 189, 8.8.97).</p>
<p><b>Directiva 88/609/CEE:</b> Limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, cuya última modificación la constituye la Directiva 99/66/CE.</p>	<p><b>Real Decreto 694/1991</b>, de 22 de abril, nuevas normas sobre la limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.</p> <p><b>Real Decreto 1800/1995</b>, de 3 de noviembre por el que se modifica el Real Decreto 646/1991. (Se fijan las condiciones para el control de los límites de emisión de SO<sub>2</sub>, para el refino de petróleo).</p>

DIRECTIVAS CITADAS EN LA IPPC	LEYES DE TRANSPOSICIÓN AL DERECHO INTERNO ESPAÑOL
<b>AGUAS</b>	
<p><b>Directiva 76/464/CEE:</b> Contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.</p> <p><b>Directiva 82/176/CEE:</b> Valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos.</p> <p><b>Directiva 83/513/CEE:</b> Valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio.</p> <p><b>Directiva 84/156/CEE:</b> Valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos.</p>	<p><b>Orden de 12 de noviembre de 1987,</b> sobre normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.</p>
<p><b>Directiva 84/491/CEE:</b> Valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano.</p>	
<p><b>Directiva 86/280/CEE:</b> Valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista 1 del Anexo de la Directiva 76/464/CEE, modificada posteriormente por las Directivas 88/347/CEE y 90/415/CEE.</p>	<p><b>Orden de 12 de noviembre de 1987 y Orden de 13 de marzo de 1989,</b> sobre vertidos de mercurio.</p> <p><b>Orden de 28 de junio de 1991,</b> que amplía el ámbito de aplicación de la Orden de 12/6/87.</p>



DIRECTIVAS CITADAS EN LA IPPC	LEYES DE TRANSPOSICIÓN AL DERECHO INTERNO ESPAÑOL
<b>RESIDUOS</b>	
<b>Directiva 75/442/CEE</b> , relativa a residuos.	<b>Real Decreto Legislativo 1163/1986</b> , de 13 de junio, que modifica la Ley 42/1975 de 19 de noviembre sobre desechos y residuos sólidos urbanos.
<b>Directiva 87/217/CEE</b> sobre prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.	<b>Real Decreto 108/1991</b> , de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producido por el amianto.
<b>Directiva 75/439/CEE</b> , relativa a la gestión de aceites usados.	<b>Orden de 28 de febrero de 1989</b> , sobre regulación de la gestión de aceites usados. <b>Orden Ministerial de 13 de junio de 1990</b> , que modifica la Orden de 28 de febrero.
<b>Directiva 91/156/CEE</b> , que modifica la Directiva 75/442/C.E.E., relativa a residuos.	<b>Futura Ley de Residuos peligrosos</b> (en trámites parlamentarios).
<b>Directiva 91/689/CEE</b> , relativa a los residuos peligrosos.	<b>Real Decreto 952/1997</b> , de 20 de junio, que modifica el Reglamento de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (Real Decreto 833/1988, de 20 de julio).
<b>Directiva 92/112/CEE</b> sobre armonización de los programas de reducción, para la supresión de la contaminación producida por los residuos del dióxido de titanio (ver las Directivas 89/428/CEE; 83/29/CEE; 82/883/CEE y 78/176/CEE, todas ellas relativas al dióxido de titanio y su contaminación).	<b>Orden de 28 de julio de 1989</b> sobre la gestión del dióxido de titanio. <b>Orden de 18 de abril de 1991</b> , por la que se establecen normas para reducir la contaminación producida por las industrias del dióxido de titanio.

### 3.3. LAGUNAS EN LA OFERTA DEL SECTOR Y SU RELACIÓN CON LAS NECESIDADES EXIGIBLES POR LA LEGISLACIÓN

La Ley de Aguas previó básicamente las autorizaciones de vertido previas a las actividades de nueva implantación. Sin embargo, la mayor parte de la contaminación procede

de actividades ya existentes antes de entrada en vigor de la Ley, lo que significa que en los procedimientos vigentes existe imposibilidad de actuar de oficio de forma positiva por parte de la Administración, quedando su actuación limitada al recurso del instrumento sancionador.

Lo dilatado del procedimiento administrativo, que sólo se inicia a instancia del titular de la actividad, junto a las implicaciones económicas (inversión y pago del canon), desincentiva a los particulares a regular su situación, no solicitando la autorización de vertido.

A ello se une la escasa mentalización ambiental existente, los reducidos medios materiales y humanos en las Confederaciones Hidrográficas para las labores de control de vertidos, la necesidad de efectuar importantes inversiones que muchas industrias consideran como improductivas, el bajo nivel disuasorio del canon de vertido, el bajo efecto coactivo de las sanciones, etc., lo que da origen a la situación actual.

Todo esto mueve a la Administración para que los planes de regularización de vertidos mejoren esta situación, por lo que el Plan de Regularización de Vertidos Industriales pretende en síntesis:

- Desarrollar la normativa legal que adecue el procedimiento de regularización de vertidos.
- Establecer convenios con las organizaciones y agrupaciones empresariales, para redactar planes estratégicos sectoriales de regularización de vertidos, con incorporación de ayudas económicos-financieras.
- Establecer un procedimiento administrativo simplificado y unificado para la regularización progresiva de vertidos, incorporando la gestión del canon y la función sancionadora.
- Controlar sistemáticamente las autorizaciones de vertidos y adecuar las instalaciones existentes, a través de mecanismos de autocontrol y declaración periódica de la composición de los vertidos.

Es indudable que la generalización de los planes estratégicos sectoriales de regularización de vertidos *ha de suponer*

*una reactivación de la oferta de tratamiento de las aguas residuales industriales, que se encuentra en la fase de menor actividad de los últimos años.*

Como efecto multiplicador de las actuaciones de corrección de la contaminación industrial, es necesario señalar el deseo de la actual Administración de reformar algunos aspectos de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. He aquí los aspectos más significativos de esta reforma:

- Se crean los «bancos de agua».
- Obligación de medición de los consumos y vertidos al dominio público hidráulico.
- Introduce el concepto de MTD (mejoras técnicas disponibles).
- El que depure aguas de otro, puede utilizarlas sin necesidad de concesión.
- La Agencia Tributaria del Estado recaudará los cánones y tarifas.
- El canon de vertido se cobrará a todos los vertidos, estén autorizados o no.
- Incentivos económicos por ahorro de agua.
- Añadir un párrafo al art. 92. En función de los objetivos de calidad que se fijen para cada río, tramo de río, acuífero o masa de agua, los vertidos se limitarán en la medida que lo permita la técnica y las materias primas.
- Añadir un párrafo al art. 93. Para establecer los objetivos de calidad del medio receptor se tendrán en cuenta los usos previstos, las necesidades del ecosistema y las condiciones precisas para la conservación de caudales y su entorno.
- Artículo 105 (nueva redacción):
  - Los vertidos al dominio público hidráulico se gravarán con un canon destinado al estudio, control, protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica.
  - El importe de esta exención será el resultado de multiplicar la carga contaminante del vertido, expresada en unidades de contaminación, por el valor que se asigne a la unidad.

Se entiende por unidad de contaminación un patrón convencional de medida, que se fijará reglamentariamente, teniendo como referencia la carga contaminante producida por el vertido tipo de aguas domésticas que corresponde a 1.000 habitantes-equivalentes y al período de un año.

El valor de la unidad de contaminación, que podrá ser distinto para los diversos ríos y tramos de ríos, se determinará y, en su caso, se revisará, de acuerdo con los límites de emisión, en función de los objetivos de calidad establecidos para cada medio receptor. Su valor podrá ser revisado en función de las características básicas de la calidad y de la ordenación de los vertidos que establezcan los planes hidrológicos de cada cuenca.

En función de los correspondientes objetivos y normas de calidad, los vertidos se limitarán en cantidad y mejorarán en calidad, en la medida que lo permitan las materias primas y el empleo de las mejores técnicas disponibles.

En cuanto a las competencias, se han traspasado ya a todas las Comunidades Autónomas, mediante los pertinentes Reales Decretos, las funciones y servicios de la Administración del Estado en materia de abastecimientos, saneamientos, encauzamientos, defensa de márgenes de los ríos y regadíos.

Casi todas las Comunidades Autónomas han previsto ya llevar a cabo unos planes de infraestructura hidráulica urbana y unos planes regionales de saneamiento, en algunos casos aprobadas por las correspondientes leyes regionales (Madrid, Cataluña, Valencia, Baleares y otras en preparación).

En el ámbito legislativo las Comunidades Autónomas vienen promulgando leyes de saneamiento y depuración y constituyendo órganos públicos de gestión y sobre todo de recaudación de las tasas y cánones de vertido.

A la vista de los datos anteriores parece claro que la situación ambiental española, que deberá mejorar en los próximos años, precisa de un conjunto de inversiones, para equiparar nuestro nivel de protección con los existentes en la Unión Europea.

En el año 1994, la inversión medioambiental española fue de 365.000 millones/ptas.

Para situarnos a nivel europeo esta inversión muy probablemente debería de duplicarse.

*El mercado medioambiental español, en el período 1995-2000, debería realizar las siguientes inversiones de acuerdo con tres posibilidades de actuación o escenarios:*

ESPECIALIDADES	ACTUACIÓN 1	ACTUACIÓN 2	ACTUACIÓN 3
<b>I + D (equipos y procesos)</b>	152	240	320
<b>Ingeniería y Servicios</b>	342	540	720
<b>Obra Civil</b>	426	720	960
<b>Bienes de Equipo</b>	950	1.500	2.000
<b>TOTAL</b>	<b>1.870</b>	<b>3.000</b>	<b>4.000</b>

**LEYENDA:**

**Inversión:** Miles de millones/pesetas.

**Actuación 1:** Mínimo vital. Nivel de inversión actual.

**Actuación 2:** Optimista-necesario. Alcanzar la media anual de la UE, en el año 2000.

**Actuación 3:** Optimista-conveniente. Nivel de la UE.

*De estas cantidades el 40% correspondería al agua, seguida de un 30% contaminación atmosférica, 20% suelo y residuos y 10% varios.*

# 4

## DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN MEDIOAMBIENTAL

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Hasta hace relativamente pocos años, la depuración de las aguas residuales industriales en España se puede decir que era un hecho meramente anecdótico, entre otras cosas porque se consideraba que la magnitud de los daños causados por los efluentes no tratados no era importante, teniendo en cuenta las grandes masas de agua en las que se vertían. Básicamente se confiaba en la naturaleza como la mejor depuradora y no se era consciente de las consecuencias que a medio y largo plazo han ido apareciendo.

Afortunadamente la situación ha cambiado y ya un número cada vez más importante de industrias cuenta con su instalación de depuración.

La tecnología para la depuración de las aguas residuales industriales no es una tecnología madura, como muchos pueden pensar, ya que las propias tecnologías de producción van evolucionando y traspasando a las aguas residuales compuestos que hasta hace algunos años no se conocían, sin saber todavía muy bien cuál puede ser el tratamiento más adecuado y realmente no se ha podido valorar hasta ahora cuál puede ser su impacto en el medio natural a medio y largo plazo.

Esto ha hecho que cada más, aunque desgraciadamente no lo deseable en el ámbito industrial español, se esté proce-

diendo a intensas investigaciones para ir resolviendo estos nuevos retos de futuro.

Otra práctica cada vez más habitual es la realización de estudios de cómo deben tratarse de los efluentes industriales. Esto aparentemente encarece un poco el importe total del trabajo, pero a la larga garantiza que la tecnología de tratamiento diseñada para un efluente concreto es viable de una forma empírica, y evita sorpresas desagradables en el futuro.

Cada efluente industrial es diferente y, aunque es muy importante aprovechar la experiencia previa, los resultados, no son directamente extrapolables ni mucho menos de un efluente a otro.

Desgraciadamente hay una gran cantidad de instalaciones de depuración paradas o con unos rendimientos ridículos como fruto de la aplicación de esta teoría.

Para comprender un poco mejor muchos de los conceptos que se van a manejar a lo largo de este documento, a continuación se van a exponer de una forma y sencilla y breve las diferentes tecnologías, más comúnmente usadas en la depuración de aguas residuales industriales.

El objetivo de cualquier tratamiento de efluentes es eliminar ciertos contaminantes, de tal manera que el efluente, una vez tratado, cumpla las especificaciones de vertido determinadas por el organismo competente. A esto hay que añadir otra realidad, y es que cada vez más se están imponiendo los tratamientos de efluentes que permitan el reciclado del agua al proceso productivo.

Para estudiar los posibles tratamientos que hay que dar a un determinado efluente, en primer lugar hay que proceder a su caracterización, es decir, cuál es su composición de la manera más aproximada posible. También será necesario conocer su caudal (máximo y mínimo), el origen de todos y cada uno de los vertidos y los límites de vertido autorizados.

Si se plantea la reutilización del agua, también habrá que tener en cuenta el coste del agua del suministro, el coste de

tratamiento del efluente en la propia planta y la cuantía del canon de vertido.

Un efluente industrial puede tener gran variedad de productos químicos contaminantes que se pueden dividir en dos categorías básicas: inorgánicos y orgánicos.

Los compuestos inorgánicos pueden ser transformados generalmente en compuestos menos peligrosos mediante procesos de oxidación-reducción, o bien separados de los efluentes mediante precipitación, intercambio iónico, etc., obteniendo lodos o soluciones concentradas en contaminantes.

En lo que se refiere a los compuestos orgánicos, se suelen tratar mediante oxidación biológica, química o térmica, convirtiéndolos en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y otros productos de oxidación.

Por su facilidad para ser destruidos los contaminantes orgánicos se suelen clasificar en persistentes o refractarios y biodegradables. A veces la frontera que separa esta clasificación es muy difusa.

En la actualidad, las operaciones unitarias o procesos individuales empleados en la depuración de efluentes industriales se clasifican en tres grupos que se denominan tratamientos primarios, secundarios y terciarios.

Para el tratamiento primario se utilizan *operaciones físicas* como desbastes y sedimentaciones, para eliminar los sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

En el tratamiento secundario se emplean *procesos biológicos y químicos*, que se encargan de eliminar la materia orgánica y parte de los metales presentes en las aguas.

En el tratamiento terciario se utilizan operaciones más sofisticadas para eliminar aquellos contaminantes que no se pueden separar de la corriente residual mediante los tratamientos convencionales y/o afinar efluentes que han de cumplir límites de vertido muy estrictos.

A continuación se exponen de forma breve y general los principales tratamientos disponibles en la actualidad para el tratamiento de las aguas residuales industriales.



## Procesos físicos (primarios)

Características generales:

- Los procesos físicos se caracterizan en general por utilizar siempre medios mecánicos de separación, tienen rendimientos bajos y son adecuados principalmente para separar sólidos en suspensión.
- Por lo general y previamente a estos tratamientos, se suelen colocar los denominados «pretratamientos», que básicamente son los encargados de separar los grandes sólidos para prevenir atascos y averías en el resto de la instalación.
- Su principal ventaja es que son procesos sencillos y generalmente no demasiado costosos.
- Por el contrario, su principal inconveniente es su bajo rendimiento.
- Se suelen utilizar fundamentalmente en aguas residuales no muy complejas.

Sus diferentes tipos se muestran a continuación:

- Desbaste por rejillas, tamices o filtración mecánica.
- Desengrasado.
- Sedimentación para eliminar sólidos en suspensión.
- Flotación.
- Evaporación.
- Absorción.

## Procesos químicos (secundarios)

Características generales:

- Los procesos químicos se basan en la utilización de productos químicos para mejorar o acelerar los procesos físicos y generalmente se utilizan de modo combinado con éstos (procesos físico-químicos).

Entre los procesos químicos más comunes cabe destacar los siguientes:

- Neutralización.
- Floculación.
- Reducción.
- Coagulación.

Entre las *ventajas* de estos tratamientos cabr destacar:

- Se pueden desarrollar procesos específicos para procedimientos específicos.
- Se pueden utilizar cuando en las aguas residuales existan sustancias inhibidoras de los procesos biológicos.
- Se suelen adaptar bien a las variaciones de caudal y de carga contaminante.

Sus *inconvenientes* se podrían resumir en:

- Son caros.
- Se necesitan ciertos conocimientos técnicos para manejarlos con garantía.
- Producen gran cantidad de residuos (lodos).
- Suelen ser plantas grandes, a veces difíciles de encajar en el emplazamiento industrial de una PYME.

Si nos referimos a una PYME, los tratamientos químicos más utilizados son la neutralización para ajuste de pH y los procesos de floculación y coagulación como complemento de los tratamientos primarios.

### **Procesos biológicos (secundarios)**

Características generales:

- Los procesos biológicos son en general aplicables, como tratamiento específico, a aguas residuales urbanas ó asimilables a urbanas. En lo referente a las aguas industriales se utilizan como tratamiento secundario o terciario para eliminación de nutrientes.

Una primera clasificación de los tratamientos biológicos sería entre aerobios y anaerobios.

Los procesos aerobios son aquellos que se producen cuando el agua está suficientemente aireada y están presentes los microorganismos adecuados. En estos procesos el car-

bono orgánico, en presencia de oxígeno se transforma en  $\text{CO}_2$  y biomasa.

Los tratamientos biológicos aerobios más comúnmente empleados son:

- Fangos activos.
- Lechos bacterianos (filtros percoladores).
- Lagunas de aireación.

Las plantas de tratamiento, en las dos primeras variantes, se han de completar tratando los lodos obtenidos.

En cuanto a los tratamientos anaerobios, cabría destacar que la reacción tiene lugar en ausencia de aire y en ambiente reductor. El carbono orgánico se transforma en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y biomasa. El nitrógeno se transforma en  $\text{NH}_3$  y el azufre en azufre orgánico (mercaptanos). Normalmente estos procesos son menos eficaces que los aerobios, son más lentos y, por tanto, producen menos lodos. Los costes de operación son menores y en muchos casos el biogás producido puede ser recuperado.

De modo general, las *ventajas* de los tratamientos biológicos se resumen a continuación:

- Se utilizan en la mayoría de los procesos que requieran un tratamiento secundario.
- Se pueden adaptar a variaciones de caudal y de contaminantes, con ciertas condiciones.
- Tienen un coste razonable.
- No producen tantos fangos como los procesos químicos.

Entre los *inconvenientes* cabe destacar:

- Se necesitan bastantes conocimientos sobre el funcionamiento de los procesos para su correcta operación.
- Son procesos lentos de operar y requieren personal especializado.
- Son muy sensibles al corte prolongado en la alimentación de aguas residuales.
- También son muy sensibles a las temperaturas extremas o a los elementos inhibidores que pueden paralizar o matar los cultivos biológicos, inutilizando así la planta de tratamiento.

## Procesos especiales (terciarios)

Características generales:

- En determinadas ocasiones puede ocurrir que, para alcanzar las características requeridas para nuestro vertido, no sean suficientes los rendimientos obtenidos por los tratamientos primarios y secundarios. En estos casos se deberá completar el tratamiento con un tratamiento terciario.
- En otras ocasiones los tratamientos terciarios son necesarios para tratar efluentes que, aunque cumplen los límites de vertido, se quieren reutilizar dentro del proceso productivo.
- Una característica importante de los tratamientos terciarios es que suelen ser más específicos y costosos que los tratamientos primarios y secundarios.

Entre los tratamientos terciarios cabrían destacar:

- Intercambio iónico (resinas).
- Procesos con membrana (osmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración y electrodiálisis).
- Adsorción con carbón activo.
- Procesos de oxidación química.
- Incineración.
- Arrastre con vapor o agua.

## 4.2. SECTOR SIDERÚRGICO

### Introducción

El sector está representado en España por 618 empresas aproximadamente y da empleo a unas 42.000 personas. La distribución de las empresas por número de empleados es la siguiente:

• Industrias con menos de 50 empleados.....	486	(79%)
• Industrias con 50-100 empleados.....	40	(6,3%)
• Industrias con 100-500 empleados.....	64	(10,2%)
• Industrias con más de 500 empleados.....	28	(4,5%)

Atendiendo a su localización, y desde el punto de vista del vertido, las industrias están situadas en las siguientes cuencas hidrográficas:

Cuenca del Norte .....	188 industrias	(30%)
Cuenca del Duero .....	15 industrias	(2,5%)
Cuenca del Tajo .....	39 industrias	(6,4%)
Cuenca del Guadiana .....	9 industrias	(1,5%)
Cuenca del Guadalquivir .....	27 industrias	(4,5%)
Cuenca del Sur .....	9 industrias	(1,4%)
Cuenca del Segura .....	16 industrias	(2,6%)
Cuenca del Júcar .....	82 industrias	(13,4%)
Cuenca del Ebro .....	77 industrias	(12,6%)
Cuenca del Pirineo Oriental .....	129 industrias	(20,9%)
Cuenca de Galicia Costa .....	18 industrias	(2,9%)
Cuencas insulares .....	9 industrias	(1,3%)

Como puede observarse en la tabla anterior, el sector está muy polarizado, con más del 50% de las industrias en la Cuenca del Norte, Pirineo Oriental, Ebro y Tajo.

Otra característica del mismo, es que se encuentra inmerso en un profundo proceso de reconversión y modernización.

Como introducción a la tecnología de fabricación del sector, a continuación se relacionan de forma somera sus principales procesos productivos.

- **Siderurgia primaria**

- *Preparación de minerales*: Parque de minerales, sinter, pellets, parque de carbones, fabricación de coques.
- *Recuperación de subproductos*: Amoniaco, alquitrán, naftas, aceites.
- *Hornos altos*: Obtención de arrabio y fabricación de hierro, desulfuración del arrabio.
- *Acería*: Fabricación de acero, convertidor LD, horno eléctrico.

- **Siderurgia secundaria** (afino, desulfuración, desgasificación al vacío, colada convencional, colada continua).

- *Recocido*.

- **Laminación**

- *En caliente*: Desbastes, perfiles, chapa, bandas, productos tubulares.
- *En frío*.
- *Recocido*.
- *Temperizado*.
- *Recubrimientos*: Inmersión-electrólisis.

Las *principales materias primas* utilizadas por el sector son las siguientes: hulla coquizables, óxidos y carbonatos de hierro, chatarra de acero, fundentes (sílice, caliza, dolomía), aglomerantes, aire, oxígeno, ferroaleaciones y escorificantes, absorbentes, aceites y agua.

Los *consumos de agua* son *enormemente elevados y variados* en función de la importancia de la instalación, aunque el *consumo medio* se podría estimar en *300 m<sup>3</sup>/t de acero* aproximadamente.

En el caso de que existan recirculaciones, este consumo medio se puede reducir de una forma muy importante.

Los *principales productos terminados* que se obtienen de los procesos citados con anterioridad son:

- *Arrabio*: que se utiliza en los convertidores LD y para obtención de piezas fundidas de moldería.
- *Acero*: Se obtiene en forma de blooms, slabs, palanquilla, etc.
- *Acero laminado*: Perfiles, chapas, bandas, etc.

Los *principales subproductos* que se obtienen de los procesos citados con anterioridad son:

- *Alquitrán de hulla*: Subproducto que se obtiene a razón de 41,5 l/t de acero.
- *Sulfato amónico*: Subproducto que se obtiene a razón de 1,5 kg/t de acero.
- *Naftas*: Subproducto que se obtiene a razón de 36 l/t de acero.
- *Aceites ligeros*: Subproducto que se obtiene a razón de 3,4 l/t de acero.
- *Gas de baterías de coque*: Subproducto que se obtiene a razón de 115 m<sup>3</sup>/t de acero.

- *Gas pobre*: Subproducto de bajo poder calorífico, rico en nitrógeno, que se obtiene a razón de 3 m<sup>3</sup>/t de acero.
- *Gas de lavado*: Subproducto que se obtiene de la depuración de las corrientes gaseosas del convertidor o horno eléctrico

### Características de sus aguas residuales

Como consecuencia de los diferentes procesos productivos, se origina una serie de corrientes residuales, que, en función del tipo específico de que se trate, tendrán una u otra composición. De forma general las corrientes residuales más significativas son las siguientes:

PUNTO DE ORIGEN	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS AGUAS RESIDUALES	CANTIDADES APROXIMADAS GENERADAS
Apagado de coque y lavado de gases.	Contienen: Amoníaco, cianuros, fenoles, sulfuros y aceites.	14 m <sup>3</sup> /t de coque.
Preparación de materias primas y lavado de gases.	Contienen: Fluoruros, sulfuros, aceites y grasas.	500-1.500 litros/t de acero.
Apagado de escorias, purgas y lavado de gases en la fabricación de hierro.	Contienen: Nitrógeno amoniacal, cianuros, fluoruros, fenoles y sulfuros.	14-16 m <sup>3</sup> /t de acero.
Apagado de escorias y lavado de gases en la fabricación de acero.	Contienen: Nitratos, fluoruros y zinc.	4-5 m <sup>3</sup> /t de acero.
Purgas de circuitos de refrigeración y enfriamiento de gases en la fabricación del acero.	Contiene: Nitratos y metales pesados.	3-5 m <sup>3</sup> /t de acero.
Purgas de circuitos de refrigeración y enfriamiento de moldes en la fabricación del acero.	Contiene: Aceites, grasas y sólidos en suspensión.	15-18 m <sup>3</sup> /t de acero.
Descascarillado y purgas en laminación.	Contiene: Aceites, grasas y sólidos en suspensión.	37-40 m <sup>3</sup> /t de acero.

En principio todas las acerías en España cuentan con circuitos cerrados para las aguas de refrigeración, por lo que el agua se recupera. Sólo se vierte al exterior la purga de los citados circuitos.

Para las aguas de proceso, en general sólo se efectúa una sedimentación para recuperar la cascarilla.

A continuación se realiza una propuesta de un posible tratamiento por «agua tipo», de acuerdo con su punto de origen identificado en el cuadro anterior.

PUNTO DE ORIGEN	PRINCIPALES TRATAMIENTOS
Apagado de coque y lavado de gases.	Las aguas amoniacales se recuperan por destilación con vapor de amoníaco, recuperándose el sulfato amónico.  Las aguas de apagado del coque se decantan extrayéndose los finos y recirculando el agua a las torres de apagado.
Preparación de materias primas y lavado de gases.	
Apagado de escorias, purgas y lavado de gases en la fabricación de hierro.	Las aguas se someten a una floculación-decantación con filtración y recirculación de lodos y fangos.
Apagado de escorias y lavado de gases en la fabricación de acero.	Se someten las aguas a una separación de gruesos, floculación-decantación con filtración y recirculación de lodos y fangos.
Purgas de circuitos de refrigeración y enfriamiento de gases en la fabricación del acero.	Se someten las aguas a una separación de gruesos, floculación-decantación con filtración y recirculación de lodos y fangos.
Purgas de circuitos de refrigeración y enfriamiento de moldes en la fabricación del acero.	Se decantan los efluentes, que se reciclan a través de la torre de refrigeración.
Descascarillado y purgas en laminación.	Si el circuito es abierto, se recoge la cascarilla bajo la línea de laminación y vertido posterior.  Si el circuito es cerrado, existen dos variantes: recogida de cascarilla con recuperación de aceites, filtrado y enfriamiento en torres de refrigeración o la inclusión de una floculación-decantación con separación de aceite y ajuste de pH, en lugar de la decantación y filtrado.



## Conclusiones generales sobre el sector

Como conclusión general para el sector, a excepción de las empresas de siderurgia integral y algunas grandes empresas no integrales, se puede afirmar que éste *no dispone de un aceptable nivel de depuración*, existiendo un gran número de instalaciones industriales en las que el único sistema de depuración es la dilución.

Como *vertido tipo* del sector se podría afirmar que estamos hablando de aguas con *un alto contenido en sólidos en suspensión (SS), de aceite y de metales pesados*.

En el caso de la industria siderúrgica, ya existen tecnologías de tratamiento en acerías, coquerías, sinterizado, etc., que permiten una sensible reducción de los contenidos en SS, DQO, etc., siendo necesario la aplicación de tecnologías complementarias de tipo terciario en algunos casos y mejora de los tratamientos primarios, que reduzcan los numerosos contaminantes generados.

### 4.3. SECTOR QUÍMICO

#### Introducción

El sector químico en España se *localiza* mayoritariamente en *cinco Comunidades Autónomas*, cuya producción supone *aproximadamente un 81% de los ingresos totales* del sector, según datos del INE de 1996. Estas cinco Comunidades Autónomas son Cataluña con el 42% de los ingresos, Madrid con el 16%, la Comunidad Valenciana y el País Vasco con un 8,5% cada una y Andalucía que representa el 7%.

El sector químico en España abarca todas las especialidades, pudiéndose agrupar en: *química orgánica básica* relacionada fundamentalmente con la industria petroquímica y derivados, *química inorgánica de base* relacionada con la fabricación de gases industriales, ácidos, bases,

sales, etc., *sector agroquímico* que incluye la fabricación de fertilizantes, biocidas, fitofarmacéuticos, la *industria farmacéutica y veterinaria* y la fabricación de *sustancias explosivas*.

Es un sector en el que predominan los grandes grupos industriales, de capital nacional, preferentemente en el subsector petroquímico, y grandes grupos industriales multinacionales presentes en multitud de subsectores desde la industria petroquímica hasta la farmacéutica, incluyendo la fabricación de todo tipo de productos químicos de base.

Existen también muchas empresas de tipo medio normalmente especializadas en la fabricación de productos específicos y mayoritariamente dedicadas a la transformación, formulación, distribución y comercialización de diferentes productos químicos preelaborados.

Dada la complejidad del sector químico y las muy diferentes características de cada subsector, escaparía al objeto de este documento realizar un análisis exhaustivo de los problemas singulares de las aguas residuales de cada subsector.

Por esta razón vamos a *abordar de manera muy general* los siguientes subsectores: *Industria Química Básica y Transformación del Caucho y Plásticos* que corresponden a los CNAE 24-25 (1993).

Este colectivo está constituido por *969 empresas* que utilizan más de *95 procesos productivos* de diferentes tipos —físicos, químicos y biológicos—, fabricándose del orden de *150 familias de productos* diferentes.

La mayor parte de las industrias españolas del sector químico, se integran en el CNAE 24 (91%), frente al 9% que pertenecen al CNAE 25.

El consumo de agua es del orden de  $87 \text{ hm}^3/\text{año}$ , correspondiendo  $80 \text{ hm}^3/\text{año}$  al CNAE 24.

El mayor consumo de agua se produce en las industrias de la química básica, primeras materias plásticas y productos farmacéuticos de base.

La distribución de las industrias del sector por cuencas hidrográficas es la siguiente:

Cuenca del Norte .....	24
Cuenca del Duero .....	68
Cuenca del Tajo .....	249
Cuenca del Guadiana .....	9
Cuenca del Guadalquivir .....	67
Cuenca del Sur .....	6
Cuenca del Segura .....	52
Cuenca del Júcar .....	188
Cuenca del Ebro .....	206
Cuenca del Pirineo .....	-

El volumen de efluentes que se estima es del orden 60-80% del consumo.

En un balance del agua consumida en la industria química se obtendrían los siguientes valores hipotéticos:

Evaporación .....	15%
Pérdidas .....	5%
Incorporación al producto .....	2%
Vertidos sanitarios .....	4%
<i>Efluentes industriales</i> .....	74%

### **Características de sus aguas residuales**

Los efluentes de este sector industrial, proceden fundamentalmente de los siguientes orígenes:

- Aguas de refrigeración.
- Aguas de limpieza de equipos.
- Lavado de gases.
- Purgas y condensados.
- Agua de proceso.

Estos vertidos se caracterizan por contener sustancias ácidas, básicas, tóxicas, una alta DBO5, DQO y en ocasiones color.

Aunque, como es lógico, existe una gran dispersión de tratamientos dentro del sector, los más empleados son los siguientes:

- Decantación.
- Homogeneización.
- Ajuste de pH.
- Separación de aceites y sólidos.
- Flocculación-decantación.
- Precipitación alcalina y decantación.
- Tratamientos secundarios (fangos activos).
- Tratamientos terciarios (carbón activo, ósmosis inversa, etcétera).

Se estima que el 80% de las industrias del sector vierten a colector, y que gran parte de ellas no se desvían en exceso de las calidades de vertido señaladas en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, Real Decreto 849/1986 de 11 de abril.

En cuanto a las que realizan vertidos directos a cauce público, también se estima que no se desvían en exceso de las calidades exigidas por el mencionado Real Decreto.

Lo que sí se echa en falta en el sector químico es un mayor desarrollo de las técnicas de minimización en origen de cara a recuperar de manera interna una serie de corrientes que actualmente van a tratamiento de final de línea, así como de reutilización tanto durante la fabricación como anterior al vertido.

Estas medidas de minimización de efluentes para la industria química se pueden agrupar en los siguientes tres grandes grupos: reducción en la fuente, reutilización interna y recuperación externa.

En lo que se refiere a la *reducción en la fuente*, se puede pensar en medidas como:

- Reducir el consumo de agua en las operaciones de limpieza.
- Reducir el consumo de agua de proceso.
- Reducir el consumo de agua de refrigeración.
- Segregar aquellas corrientes de agua limpia de las que no lo son.

- Utilizar tecnologías con menor consumo de agua.
- No utilizar las aguas residuales para evacuar residuos que serían más fácilmente y económicamente eliminables por otras vías.

En lo que se refiere a la *reutilización interna*:

- Reutilizar agua recuperada para limpieza.
- Reutilizar el agua de limpieza más de una vez.
- Recuperar algún tipo de material/subproducto de las aguas residuales que facilite su posterior depuración.
- Mezclar aguas de distintos pH para realizar neutralizaciones parciales previas al tratamiento final.
- Utilización de aguas de proceso en otras operaciones allá donde sea posible.

Y por último con referencia a la *recuperación externa* se puede pensar en:

- Utilización de nuestros subproductos por parte de otras empresas (bolsa de subproductos).
- Tratar de concentrar al máximo las corrientes contaminadas y entregar estos concentrados a un gestor de residuos.

En la mayoría de las ocasiones este tipo de medidas pueden suponer un ahorro significativo en los costos de depuración de las aguas y dentro de cualquier instalación industrial hay muchos ejemplos de esto, aunque a veces no se identifiquen nítidamente como opciones de minimización, pero son iniciativas que, impulsadas por el sentido común, se llevan realizando hace ya bastantes años.

## **Conclusiones generales sobre el sector**

Dada la disparidad de industrias de este sector, es difícil dar recomendaciones de carácter general, aunque como ya se ha comentado en párrafos anteriores, en la actualidad una gran mayoría de empresas del sector estarían vertiendo sus aguas residuales en condiciones más o menos aceptables.

Quizá el reto del sector está en las nuevas moléculas que se van sintetizando y frente a las cuales en principio puede no haber tratamientos específicos. Aquí es donde fundamentalmente se necesitaría mayor esfuerzo.

Ampliando el abanico de la problemática medioambiental y no refiriéndonos exclusivamente a la generación y vertido de aguas residuales, el sector químico se enfrenta a un reto aún mayor en los próximos años, como es el de la transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva Europea 96/61 de Prevención y Control Integrado de la Contaminación, más conocida como Directiva IPPC.

Aunque ya se habla de ella más adelante, en síntesis su impacto sobre el sector se puede resumir apuntando que, en el plazo de dos años para instalaciones nuevas y ocho para las actualmente existentes, la mayoría de las empresas del sector se verán obligadas a modificar su sistema productivo para cumplir los límites de emisión/vertido/generación de residuos que se establezcan, en función de las mejores tecnologías disponibles que todavía están por fijar.

Mientras que para otros sectores la Directiva sólo afectará a las instalaciones de mayor tamaño, en el caso de la industria química no existe esa limitación, con lo que las empresas afectadas serán tanto las grandes como las pequeñas.

Este hecho puede tener una gran trascendencia para el sector, ya que algunas de las empresas están preparadas, otras tendrán que hacer importantes esfuerzos de modernización, pero algunas, dado su grado de obsolescencia y consecuentemente por los inabordables costos de adaptación, estarán abocadas a desaparecer.

#### **4.4. SECTOR TEXTIL**

##### **Introducción**

Para el estudio de este sector (CNAE 17 industria textil), ha parecido bien dividirlo en los dos siguientes grandes grupos:

- Industrias con proceso de *fabricación en seco*, que no producen efluentes industriales.
- Industrias con proceso de fabricación por vía húmeda, que se corresponden con los subsectores de *tisaje con encolado, lavado de lana y acabado de textiles*.

De forma aproximada, el número total de las industrias pertenecientes a los colectivos anteriores asciende a 12.074 empresas, cuya distribución por cuencas hidrográficas se muestra en la tabla siguiente:

COFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA	N.º TOTAL DE INDUSTRIAS	N.º DE INDUSTRIAS CON VERTIDOS (% sobre total)
C. del Norte	150	6 (4%)
C. del Duero	273	31 (11,4%)
C. del Tago	653	44 (6,7%)
C. del Guadiana	128	9 (0,7%)
C. del Guadalquivir	368	27 (7,3%)
C. del Sur	96	11 (11,5%)
C. del Segura	783	31 (3,96%)
C. del Júcar	2.183	360 (16,5%)
C. del Ebro	726	63 (8,7%)
C. Pirineo Oriental	6.134	1.193 (19,5%)
C. de Galicia Costa	185	7 (3,8%)
C. Insulares	82	8 (9,8%)
País Vasco	213	14 (6,6%)
<b>Total</b>	<b>12.074</b>	<b>1.804 (15%)</b>

De la tabla anterior cabe dos conclusiones rápidas:

- Únicamente el 15% (1.084 industrias) de las empresas potencialmente contaminadoras (12.074) producen vertido industrial.

- b) El 66,1% de las industrias que producen vertidos industriales se sitúan en Cataluña (Cuenca del Pirineo Oriental), seguido de un 19,9% que se ubican en la Cuenca del Júcar. Esto sitúa el 86 % del potencial problema en dos zonas geográficas muy localizadas.

### Características de sus aguas residuales

Los efluentes de la industria textil, son enormemente variados sobre todo teniendo en cuenta que la gran parte de su carga contaminante proviene de los tintes que utilizan.

Existen miles de estos tintes, que o se utilizan de forma regular o como puntual consecuencia de las modas.

Los principales procesos de fabricación utilizados, y la carga contaminante de sus efluentes se recogen en la tabla siguiente:

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	CARGA CONTAMINANTE
<p><b>Tisaje con encolado:</b> Proceso básicamente seco, pero que incluye el lavado de la máquina de encolado.</p> <p>Consumo de agua bajo, 1,5 l/kg. de producto encolado.</p>	<p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> 3.000-5.000 mg/l.</p> <p><b>Carga contaminante:</b> 1-1,6 kg. DBO<sub>5</sub>/Kg. de producto encolado.</p>
<p><b>Lavado de la lana:</b> Proceso encaminado a limpiar la lana de las impurezas de productos naturales/grasas, tierra, polvo, etc.) y productos químicos adicionados/desinfectantes e insecticidas). Al agua se le incorporan detergentes, carbonato sódico, cloruro sódico, sales orgánicas e inorgánicas, etc.,</p> <p>Consumo agua - 10-40 litros/kg. de lana lavada.</p>	<p><b>DBO:</b> 8.000-20.000 mg/l.</p> <p><b>DQO:</b> 20.000-60.000 mg/l.</p> <p><b>S.S.</b> 6.000-15.000 mg/l.</p> <p><b>Aceites y grasas:</b> 4.000 mg/l.</p> <p><b>Ecotoxicidad:</b> 100-250 equitox./m<sup>3</sup>.</p>
<p><b>Tinturas de hilados (algodón, lanero y fibra sintética)</b></p> <p><b>Hilado de algodón:</b> (Se genera efluente líquido en el descru-tado, mercerizado, blanqueo y tintura). Se utilizan ceras, grasas, detergentes, oxidantes, polisacáridos, sosa cáustica, etc. como reactivos previos a la tintura, en la que se emplean colorantes sulfurosos, directos, azoicos insolubles, etc.</p>	<p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> 200-400 mg/l (hilados algodón).</p> <p><b>DQO:</b> 800-1.200 mg/l (hilados algodón).</p>



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	CARGA CONTAMINANTE
<p><b>Hilados laneros:</b> (Los efluentes se producen en los procesos previos a la tintura). Tratamiento escamas, tratamiento para recuperar la fibra, lavado de hilados de lana, blanqueo, centrifugado, tintura con colorantes ácidos al cromo, reactivos, etc.</p> <p><b>Hilado de fibra sintética:</b> (Los efluentes se producen en el lavado, blanqueo y tintura con colorantes dispersos, ácidos y catiónicos).</p> <p>Caudal 75-100 l/kg de producto (todos los hilados).</p>	<p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> 150-300 mg/l (resto de hilados).</p> <p><b>DQO:</b> 500-900 mg/l (resto de hilados).</p> <p><b>S.S:</b> 50-100 mg/l (todos los hilados).</p> <p><b>Color:</b> 300-1.000 Pt-Co/l (todos los hilados).</p> <p><b>Ecotoxicidad:</b> 3-10 equitox./m<sup>3</sup> (todos los hilados).</p> <p><b>pH:</b> 10-12 (todos los hilados).</p>
<p><b>Tintura de algodón y mezcla:</b> (Los efluentes líquidos se generan como consecuencia del encolado para conseguir un buen tisaje, y su posterior eliminación antes de la tintura y acabado final).</p> <p>Caudal: 400-500 l/kg de producto.</p>	<p><b>pH:</b> 10-12.</p> <p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> 4.000-900 mg/l.</p> <p><b>DQO:</b> 1.500-2.800 mg/l.</p> <p><b>S.S:</b> 100-150 mg/l.</p> <p><b>Color:</b> 1.000-3.000 Pt-Co/l.</p> <p><b>Ecotoxicidad:</b> 4-15 microtox./m<sup>3</sup>.</p>
<p><b>Lanas y sus mezclas:</b> (Los efluentes líquidos se producen en el lavado de los hilos teñidos, en el blanqueo, tintura y acabado). Los principales tintes son ácidos, al cromo, catiónicos, dispersos y premetalizados.</p> <p>Caudal: 150 l/kg de producto</p>	<p><b>pH:</b> 6-7.</p> <p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> 250-500 mg/l.</p> <p><b>DQO:</b> 900-1.500 mg/l.</p> <p><b>S.S:</b> 100-150 mg/l.</p> <p><b>Color:</b> 500-1.500 Pt-Co/l.</p> <p><b>Ecotoxicidad:</b> 5-25 microtox./m<sup>3</sup>.</p>
<p><b>Géneros de punto (no necesitan encolado, produciéndose el efluente en el lavado, blanqueo, tintura)</b></p> <p><b>De celulósicas y mezclas:</b> (Se utiliza el ácido sulfúrico, detergentes blanqueadores, oxidantes, humectantes, sales sódicas, compuestos nitrogenados). Los tintes son sulfurosos, reactivos, ácidos, dispersos, etc.</p> <p><b>De lanas y mezclas:</b> (Se utiliza percloroetileno, tensoactivos, reductores oxidantes, detergentes, carbonato sódico). Los colorantes son ácidos, al cromo, catiónicos, etc.</p> <p>Caudal: 100-150 l/kg de producto.</p>	<p><b>pH:</b> 6-11.</p> <p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> 200-400 mg/l.</p> <p><b>DQO:</b> 800-1.200 mg/l.</p> <p><b>S.S:</b> 50-150 mg/l.</p> <p><b>Color:</b> 500-1.500 Pt-Co/l.</p> <p><b>Ecotoxicidad:</b> 4-10 microtox./m<sup>3</sup>.</p>
<p><b>Estampación:</b> (El efluente se produce cuando se deposita el colorante sobre el tejido, mezclado con una pasta de estampación, formada por productos orgánicos espesantes o resinas sintéticas).</p> <p>Caudal: 9-19 l/kg de producto.</p>	<p><b>pH:</b> 6-9.</p> <p><b>DBO<sub>5</sub>:</b> 80-750 mg/l.</p> <p><b>DQO:</b> 350-2.300 mg/l.</p> <p><b>S.S:</b> 120-530 mg/l.</p>

El sector textil precisa de tratamientos primarios y secundarios, y tratamientos avanzados para eliminar la materia orgánica, sólidos no eliminados anteriormente y eliminar el color. Estos tratamientos son filtración y adsorción con resinas, tratamientos con carbón activo, osmosis inversa, ozonización y coagulación y precipitación química.

Dadas las características de los vertidos del sector expuestos en la tabla anterior, los sistemas de depuración actualmente posibles y sus rendimientos esperables son:

<b>TRATAMIENTOS PRIMARIOS</b> (homogeneización, desbaste, tamizado, decantación, neutralización y físico-químico)	
<b>Parámetros de actuación</b>	<b>% de reducción</b>
DBO	50-70
DQO	30-80
Color	70-95
Sólidos en suspensión	80-90
Metales pesados	10-90
C. orgánicos tóxicos	15-100

<b>TRATAMIENTOS SECUNDARIOS</b> (fangos activos, lechos bacterianos, biodiscos, lagunajes, etc.)	
<b>Parámetros de actuación</b>	<b>% de reducción</b>
DBO	70-95
DQO	30-95
Sólidos en suspensión	30-90
Color	10-80
Metales pesados	20-60
C. orgánicos tóxicos	20-100

<b>TRATAMIENTOS SECUNDARIOS</b> (filtración y adsorción con resinas, carbón activo, coagulación y precipitación química, ósmosis inversa, ozonización)	
<b>Parámetros de actuación</b>	<b>% de reducción</b>
DBO	60-95
DQO	60-95
Sólidos en suspensión	60-90
Color	80-95

Con los tratamientos anteriores se deberían alcanzar los límites de vertido exigidos, tanto a cauce como a colector, que se reflejan en la tabla siguiente:

<b>LÍMITES DE VERTIDO ESTABLECIDOS POR LA LEGISLACIÓN</b>			
	<b>VERTIDO A COLECTOR</b> (Tabla 1 RDPH)	<b>VERTIDO A CAUCE</b> (Tabla 3 RDPH)	<b>VERTIDO A CAUCE</b> (DG XI-UE)
pH	5,5-9,5	5,5-9,5	6-9
DQO (mg/l)	500	80	-
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	300	40	25
SS (mg/l)	300	160	50

### **Conclusiones generales sobre el sector**

En el momento actual, la situación del vertido de la industria textil en su síntesis es la siguiente:

- La mayor parte de las industrias sin efluente industrial vierten a colector.

- b) De las industrias con efluente industrial, el 75% vierten a colector, un 16% a cauce, y el resto no se identifica muy bien donde.
- c) Solamente un 13% de los vertidos a cauce tienen autorización de vertido definitiva.

Para alcanzar los niveles señalados como recomendables con anterioridad, gran parte de las industrias, aunque viertan a colector o a cauce, deberían plantearse realizar los siguientes tratamientos; según tipo de proceso, que se especifican a continuación:

PROCESO	TRATAMIENTO RECOMENDADO	
	COLECTOR	CAUCE
Lavado lana:	<i>F-Q+B</i>	<i>F-Q+B</i>
Tisaje con encolado:	<i>F-Q</i>	<i>B</i>
Acabado textiles: lana	<i>F-Q</i>	<i>B+Terc.</i>
Acabado textiles algodón:	<i>B</i>	<i>B+Terc.</i>
Acabado resto textiles:	<i>Pretrat.</i>	<i>B</i>
Estampación:	<i>F-Q</i>	<i>B+Terc.</i>

**LEYENDA:** F-Q: Físico-Químico; B: Biológico; Terc: Terciario; Pretrat: Pretatamiento.

## 4.5. SECTOR CURTIDOS

### Introducción

El sector del cuero en general se agrupa bajo el CNAE 19: preparación, curtido, y acabado del cuero, fabricación de artículos de marroquinería y viaje, artículos de guarnicionería y zapatería.

Las industrias con un mayor impacto medioambiental se agrupan bajo el epígrafe del CNAE 19.1: preparación, curtido y acabado del cuero.

El *número de industrias* del sector curtido en España es del orden de 3.000, de las cuales cerca del 15% se dedica a la *curtición*.

Las industrias de curtición se caracterizan por su concentración en determinadas provincias, como Barcelona, Valencia, La Coruña, Baleares, Madrid, Palencia, Zaragoza, Murcia, Tarragona y por su marcadas diferencias de tamaño.

Junto con cerca de 25 empresas de más de 100 empleados, conviven la mayoría que no superan los 20 empleados. Esta última circunstancia condiciona enormemente su actuación/situación ambiental.

Por cuencas hidrográficas, estas empresas presentan la siguiente distribución en %:

Cuenca del Pirineo Oriental.....	45%
Cuenca del Júcar.....	20%
Cuenca del Norte.....	8%
Cuenca Insulares-Baleares.....	6%
Cuenca del Duero.....	4%
Resto cuencas.....	17%

El curtido es un proceso por el que se convierte la piel de un animal en cuero. Para conseguir un curtido se precisa que las fibras de colágeno reaccionen con los agentes de curtido para formar el cuero.

En una tenería estándar, los procesos que se realizan son:

- Lavado y remojado.
- Desengrasado.
- Apelmbrado.
- Macerado.
- Piquelado.
- Curtido.
- Recurtido, coloreado e impregnación en grasa.
- Acabado.

La producción de aguas residuales industriales y residuos en la industria de curtición y acabado de pieles, está íntimamente relacionada con el proceso de manufacturado utilizado para convertir los diversos tipos de pieles de anima-

les en cuero curtido y acabado, lo que condiciona enormemente su composición final.

Los vertidos residuales industriales de la curtición, pueden ser clasificados de acuerdo a los siguientes procesos estándar de fabricación:

- Proceso de adobo que incluye las operaciones de lavado y remojado, desengrasado y apelambrado.
- Proceso de curtido que incluye las operaciones de macerado, piquelado, curtido y cuarteado.
- Proceso de recurtido, color e impregnación.
- Proceso de acabado.

En el *curtido de pieles de ganado vacuno* existen muchas diferencias en la composición del vertido, por las variaciones que se establecen en las etapas de adobo-curtido y recurtido.

- En el *proceso de adobo*, en el que los pellejos son recibidos normalmente en salmuera, se efectúan las operaciones de almacenamiento, recortado, lavado y remojado, descarnado y apelambrado. En el lavado y remojado se eliminan la suciedad, sangre, estiércol, etc., y en el apelambrado, el pelo del animal se elimina por ablandamiento químico o por disolución química. Estas dos etapas son las principales productoras de aguas residuales en el proceso de adobo.
- En el *proceso de curtido*, las operaciones que se efectúan son macerado, piquelado, curtido y cuarteado. En el macerado, que tiene como objeto preparar la piel para el curtido, se utilizan sales de amonio y enzimas. En el piquelado, se utiliza una solución de salmuera y ácido, para acondicionar la piel antes de la recepción del agente de curtido. En el curtido, en España, se utilizan predominantemente agentes de curtido vegetales o al cromo, siendo mínimo el número de industrias que utilizan otros agentes de curtido (alumbre, etc.).
- El curtido vegetal se efectúa con extractos vegetales, como los taninos. El curtido al cromo, se efectúa empleando mezclas de sulfato de cromo básico.

- En el *cuarteado*, se produce una pieza curtida de grosor constante y una capa de carne, que se raspa o envía a serraje.
- En el proceso de *recurtido, coloreado e impregnación*, las operaciones que se efectúan tiene como objetivo efectuar una recurtición del cuero curtido para darle diferentes características que faciliten el coloreado e impregnación de grasa.
- En el proceso de *acabado*, las operaciones que se efectúan, secado, empastado y pulido, son en proceso seco, siendo la única agua residual la producida en el lavado de las placas de secado.

En el *curtido de pieles lanares*, los procesos que se utilizan son curtido, recurtido y acabado, no existiendo proceso de adobo. El proceso de curtido consta de las operaciones de recepción, almacenamiento, descarnado, lavado y remojado, desengrasado y curtición.

Las operaciones son muy similares a las efectuadas en el ganado vacuno, a excepción del proceso de desengrasado, en el que a las pieles se les añade disolvente o detergente para eliminar la grasa. En el curtido se emplea cromo o taninos vegetales, no efectuándose la operación de macerado al estar ya las pieles piqueladas.

Los procesos de recurtido y acabado son similares a los utilizados en el ganado vacuno.

En el *curtido de pieles de cerdo*, los procesos utilizados son curtido, coloreado-engrasado y acabado.

Todas las operaciones son similares a las empleadas en el curtido de ganado vacuno, con la excepción de no precisar adobo, pues la piel ya se recibe en salmuera, ni tampoco recurtido, ya que el curtido primario es suficiente.

### **Características de sus aguas residuales**

Aunque como ya se ha comentado con anterioridad, las características de las aguas residuales pueden variar bas-

tante en función del proceso productivo que se utilice, pero en general en una fábrica de curtidos se generan tres tipos de aguas residuales:

- Aguas ácidas procedentes de las etapas de curtido, tintura y engrase.
- Aguas básicas generadas en las etapas de remojo y apelmbrado fundamentalmente.
- Aguas sanitarias y pluviales.

Las aguas en general se caracterizan por su alto contenido en materia orgánica, salinidad y DQO.

A continuación se muestra un orden de magnitud de los efluentes que nos podemos encontrar en este sector.

PARÁMETRO	VALOR EN: Kg de contaminante por tonelada de piel curtida	VALOR EN: mg/l
pH	-	1-13 (unidades)
DBO <sub>5</sub>	30-110	1.900-2.200
DQO	28-260	560-5.200
S.S	42-110	940-2.900
Sólidos totales	140-600	-
Cromo total	0,2-5	4-98
Sulfuros	0,8-9	24-170
Grasas	6-90	132-1.780
Alcalinidad	35-95	-

En el momento actual, la industria de la curtición vierte el 80% de sus efluentes a la red de colectores y el 20% tiene vertido directo o indirecto a un cauce superficial.

Para que las industrias del sector que no alcancen los límites de vertido exigibles en la legislación vigente, sería reco-



mendable que instalaran las siguientes instalaciones-tipo para el tratamiento de sus efluentes industriales:

*Instalaciones con caudales inferiores a 500 m<sup>3</sup>/día*

Se recomienda un tratamiento discontinuo (tipo bach), que en esencia constaría de las etapas de homogeneización-floculación-decantación.

La secuencia de tratamiento constaría de una reja de barras de limpieza manual o automática, un tanque de homogeneización-clarificación en donde se añaden los reactivos (floculantes) y se separan los fangos. El fango sedimentado será bombeado a un espesador de fangos y desde éste a las eras de secado. Con este tratamiento se puede conseguir una reducción en la DBO<sub>5</sub> del orden del 40% y de los sólidos en suspensión del orden del 60%.

*Instalaciones con caudales comprendidos entre 500m<sup>3</sup>/día y 1.500 m<sup>3</sup>*

Se recomienda un tratamiento en continuo, que en esencia constaría de homogeneización-floculación-decantación.

La secuencia del tratamiento sería la misma que la comentada para caudales inferiores.

Para aguas más complejas o para condiciones más exigentes de la calidad de vertido, al tratamiento básico anterior se le puede añadir a continuación una unidad de tratamiento biológico, con el que se puede llegar a obtener reducciones de la DBO<sub>5</sub> superiores al 95%.

Para alcanzar los niveles exigidos por la legislación, si se vierte a colector, las industrias deberán utilizar un tratamiento físico-químico, como algunos de los indicados anteriormente. Si el vertido se va a producir a cauce, será necesario añadir un secundario o un terciario en algún caso.

En el caso de la existencia de sulfuros será necesario plantearse una oxidación de los mismos.

## Conclusiones generales sobre el sector

Independientemente de los comentarios anteriores, una de las recomendaciones más importante para el sector consiste en introducir planes de minimización de efluentes para ahorrar consumo de agua. En la mayoría de las ocasiones el ahorro de agua no supone instalaciones costosas; a veces basta con medidas tan sencillas como la instalación de medidores de caudal, concienciación de los operarios, baños intermitentes en lugar de baños en continuo, etc.

Con vistas a un mejor aprovechamiento del agua o simplemente abaratar su tratamiento, también se puede recurrir a técnicas de segregación, que en el caso de las tenerías se podría realizar en tres corrientes principales:

- Corrientes de ribera, de las que hay que eliminar o recuperar los sulfuros residuales usados en el apelmado.
- Corrientes de curtido, en las que hay que recuperar o destruir las sales de cromo.
- Corrientes de acabado, con tensioactivos, aceites de engrase, restos de sólidos curtidos y a veces disolventes.

En este sector existen PYMES que no pueden afrontar muchas veces la adecuada gestión de sus efluentes líquidos, por lo que en algunas zonas ya han comenzado a implantarse soluciones de tipo colectivo bien promovidas por asociaciones de empresas del sector, para reducir costes (cánones de vertido, costes de vertido individual,...), bien promovidas por la iniciativa municipal, provincial o autonómica, al estar incluidos en planes de saneamiento zonales.

### 4.6. SECTOR PAPEL Y CARTÓN

#### Introducción

El sector estudiado es el correspondiente al transformado de papel que incluye los siguientes grupos:

- Fábricas de cajas de cartón ondulado.
- Fábricas de sacos y bolsas.

- Fábricas de tísús e higiénicos.
- Fabricación de libros.
- Manipulación de papel y cartón.
- Transformaciones varias.

El subsector de *cartón ondulado* representa el 33% del sector, ocupa a 7.000 empleados y produce unos 2.000.000 t/año (1996).

Como dato complementario se puede aportar que los consumos y producción de papel usado en la fabricación de cajas, fue el siguiente en el período 1987-1996 (miles de t/año):

	1987	1996
Consumo total papel y cartón	3.534	5.171
Producción de papel-cartón	3.251	3.767
Consumo de papel para cajas de cartón	1.241	1.918
Producción de papel para cajas de cartón	1.189	1.554
<i>Ratio producción/consumo cajas</i>	<i>95,8%</i>	<i>81%</i>

La fabricación de cartón ondulado consiste en la construcción de una plancha, con la zona intermedia ondulada (si es de una hoja), de corrugado con dos capas exteriores de liner. Se aplica almidón a las crestas del corrugado y el liner se comprime contra él para su pegado. Posteriormente se cura el almidón y se extrae el agua. El resto de operaciones son corte de planchas, troquelado de la caja e impresión.

El *subsector de sacos y bolsas* representa el 7% del sector, siendo la diferencia fundamental entre el saco y la bolsa, que el primero se fabrica con papel krafft, y una impresión flexográfica de 2-4 colores, mientras la bolsa usa papel de bajo gramaje, blanco, satinado en una cara y con una impresión sencilla.

Los consumos y producción de papel krafft para sacos, fue la siguiente en el período 1987-1996 (miles de t/año):

	1987	1996
Consumo de papel krafft sacos	120,8	122,7
Producción de papel krafft sacos	166,1	147,8
<i>Ratio producción/consumo krafft sacos</i>	<i>137,5%</i>	<i>120,4%</i>

El mercado más importante de los sacos es el agrícola, aunque va incrementándose enormemente la fabricación de sacos para alimentación animal, boutiques, etc.

El *subsector de tissús e higiénicos* representa el 1% del sector, siendo para el tissús la materia prima papel higiénico de bajo gramaje.

Los consumos y producción de papel higiénico, fue la siguiente en el período 1987-1996 (miles de t/año):

	1987	1996
Consumo de higiénicos	181	337
Producción de higiénicos	195	284
<i>Ratio producción/consumo higiénicos</i>	<i>107,7%</i>	<i>84,2%</i>

El *subsector de fabricación de libros* representa un 4% del sector, y utiliza como materia prima el papel ya impreso y cartón.

El consumo se sitúa en unos 125.000 t/año, lo que supone la producción de 150-200 mil libros/año. El papel empleado normalmente es estucado.

El *subsector de manipulados de papel y cartón*, pertenece al sector de artes gráficas, según su clasificación en el CNAE.

Entre los manipulados podemos diferenciar los siguientes:

- Fabricantes de resmas: materia prima papel de bobinas.
- Fabricantes de sobres: suele ser papel de impresión, que se pliega y pega.
- Fabricantes de contracolados y laminados: es el pegado de hojas de papel o cartón, con plástico, etc.

- Fabricantes de papel y cartón estucado: se realiza en plantas de papel o por pequeñas empresas. Representa el 43% del sector, con una producción de 900.000 t/año. En el *subsector de transformados varios* se incluyen papeles de diferentes tipos, etiquetas, adhesivos, calcomanías, pañales, compresas y formularios; que suponen el 12% del sector, produciendo 130.000 t/año.

### Características de sus aguas residuales

#### *Cajas de cartón*

Los contaminantes principales son almidón y tintas. Los consumos de agua y efluentes son los siguientes:

	CONSUMO	EFLUENTE
<b>Plancha de impresión</b>	0,4-0,8 m <sup>3</sup> /t	0,2-0,6 m <sup>3</sup> /t
<b>Impresión</b>	0,06 m <sup>3</sup> /t	0,06 m <sup>3</sup> /t

Con los valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, S.S. en mg/l siguientes:

	DBO <sub>5</sub>	DQO	SOL. SUS
<b>Plancha de impresión</b>	200-2.500	1.400-11.000	200-1.000
<b>Impresión</b>	—	3.500-8.800	500-2.500

#### *Sacos y bolsas*

La contaminación es producida en los procesos de pegado (sacos y bolsas) y en la impresión flexográfica.

El consumo de agua es de 0,6 m<sup>3</sup>/t de producto y los efluentes producidos son del orden de 0,3 m<sup>3</sup>/t de producto.

Con los valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, S.S. en mg/l siguientes:

	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>DQO</b>	<b>SOL. SUS</b>
<b>Sacos y bolsas</b>	1.000-2.000	1.500-3.000	115-400

### *Tissús*

Los volúmenes de efluentes industriales son muy bajos, y se recogen en contenedores.

### *Libros*

La mayor fuente de contaminación procede de las colas (almidón, acetatos y vinílicos).

El consumo de agua se estima en 0,2 m<sup>3</sup>/t de producto, siendo el volumen del efluente aproximadamente la mitad del consumo.

Los valores de DBO, DQO, S.S. de los efluentes son los siguientes en kg/t de producto producido:

	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>DQO</b>	<b>SOL. SUS</b>
<b>Libros</b>	0,04	0,1	0,01

### *Manipulados de papel y de cartón*

El consumo de agua se estima en 0,4 m<sup>3</sup>/t, con un efluente de 0,2 m<sup>3</sup>/t, y con los valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, S.S. en mg/l siguientes:

	<b>DQO</b>	<b>SOL. SUS</b>
<b>Manipulados</b>	65-3.000	0-3.700

### *Transformados varios*

Los principales contaminantes proceden de las colas y de las limpiezas de las tintas de impresión.

El consumo de agua se estima en 0,7 m<sup>3</sup>/t y el volumen de efluentes de 0,35 m<sup>3</sup>/t.

Los valores de DBO<sub>5</sub>, DQO y SS en el efluente son los siguientes expresados mg/l.

	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>DQO</b>	<b>SOL. SUS</b>
<b>Transformados varios</b>	0,04	0-100	0-500

### **Conclusiones generales sobre el sector**

Los sistemas de depuración actualmente posibles son, en función de los contaminantes los siguientes:

- *Tratamiento físico-químico con etapa de oxidación:* para efluentes con *almidón* y *tintas flexográficas*.
- *Tratamiento físico-químico con etapa de coagulación-adsorción-floculación:* se usa para *tintas flexográficas* y *lavado de pantallas serigráficas*.
- *Tratamiento físico-químico en plantas compactas:* son plantas modulares, que realizan coagulación-neutralización-floculación, desestabilizando los *pigmentos de las tintas*, separándolas como lodos y obteniendo un líquido clarificado.

En el caso de que las industrias realicen vertidos directos a cauce público, con lo que la calidad de su vertidos deberá ajustarse a los parámetros señalados en la tabla II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, éstas deberán afrontar ciertos tratamientos secundarios que se apuntan a continuación:

- Las fábricas de *cajas de cartón* precisan de un *tratamiento físico-químico* para reducir la carga orgánica proveniente del *almidón* y *colas*.

- Las *fábricas de sacos y bolsas* presentan la *misma situación* que las *fábricas de cajas* pero con valores más bajos.
- La fabricación de *libros* no presenta valores que precisen tratamiento.
- Los *manipulados de papel y cartón* no precisan en general plantas de *tratamiento*, a excepción de los fabricantes de *sobres* que presentan una *DQO alta*.
- Idéntica situación de *no precisar plantas*, se presenta en el de *transformadores varios*. No obstante, la utilización de algún proceso de serigrafía, flexo, offset, etc. precisería de plantas de tratamiento.





### 5.1. CONSULTORÍA E INGENIERÍA

En este campo puede decirse que hay dos tipos de empresas. La mayor parte son pequeñas, con poco bagaje técnico y personal, sin infraestructura ni equipamiento, salvo las lógicas excepciones, que trabajan principalmente para las diferentes administraciones.

El segundo grupo está formado por pocas empresas, de mayor entidad y que en general están equipadas de forma similar a sus competidoras del resto de países de la Unión Europea, aunque sin apenas actividad en el campo de la I + D.

Estas empresas disponen o pueden disponer de la más alta tecnología, pues muchos de ellas están participadas por empresas extranjeras.

El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo publicó en 1992 un Catálogo de Servicios Medioambientales, en el que se agruparon las empresas con actividad en el campo del medioambiente en los siguientes grupos:

Consultoría e ingeniería	60%
Bienes de equipos	18%
Microelectrónica informática	13%
Otros	9%

En las empresas de consultoría e ingeniería, un 39,3% eran específicamente consultoras; un 38,3% eran ingenierías y el resto, un 22,3%, mixtas de ambos servicios.

El número de empresas de consultoría e ingeniería, que se inscribían en el subsector de contaminación por efluentes líquidos y gaseosos era superior a 100.

En el ámbito nacional, existen dos asociaciones representativas de la consultoría e ingeniería:

- *Tecniberia. Federación Española de Asociaciones de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos.*

A su vez compuesta por:

- Tecniberia Civil: 43 empresas
- Tecniberia Recursos Naturales y Medio Ambiente: 36 empresas
- Asociación Española de Empresas de Ingeniería Industrial: 16 empresas

- *Asociación Española de Empresas de Consultoría.* Que agrupa a 19 empresas

Estas empresas, cuyo número es inferior a 100, pues alguna de ellas son miembros de varias asociaciones a la vez, representan la parte más importante del sector medioambiental español.

Los problemas fundamentales que presentan el sector de consultoría e ingeniería son los siguientes:

- Atomización del sector, donde numerosas empresas tienen un tamaño mínimo, especialización escasa y un período de duración en el mercado inferior a cinco años.
- Dependencia excesiva de la actividad pública, que en muchos casos es el 70-80% de su facturación total.
- Escasa especialización en el tratamiento de aguas residuales industriales, adaptando con gran frecuencia tecnologías de tipo general a problemas específicos. Los resultados son muy negativos.
- Excesiva dependencia de técnicas de tratamiento de aguas residuales industriales procedentes del exterior.
- Mercado emergente, pero todavía reducido, por falta de decisión de la Administración en obligar al cumplimiento de la normativa vigente, lo que se traduce en pasividad de la industria en invertir en el tratamiento de sus aguas.

## 5.2. BIENES DE EQUIPO

Dentro del sector de los bienes de equipo, las empresas que se dedican a la fabricación de *bienes de equipo para el sector medioambiental*, representan el 18% de las empresas del total del sector.

Es necesario distinguir entre bienes de equipo fabricados en España, con o sin licencia extranjera, y los bienes de equipo importados directamente.

Las previsiones del Ministerio de Industria, realizadas en 1992, acerca de que el mercado industrial medioambiental, en un plazo de cinco años precisaría de una inversión de 1,1 billones de ptas., no se ha materializado, con lo que el sector de bienes de equipo ha dejado de recibir pedidos por valor de casi 420.000 millones de ptas.

Actualmente, la fabricación de bienes de equipo para reducir la contaminación es un sector de escaso desarrollo, pero de enorme potencial, puesto que el progresivo cumplimiento de la amplia normativa comunitaria abrirá a medio plazo grandes posibilidades en el mercado interior, tanto para importar como para exportar:

Esto último, si bien es posible, requeriría un mayor esfuerzo de este sector industrial en I+D.

Las inversiones en bienes de equipo representan más del 50% del total de inversiones realizadas en medio ambiente en nuestro país.

Los dos segmentos de oferta fundamentales en el sector de bienes de equipo ambientales son:

- *Equipos mecánicos*, en el que la industria española, puede hacer un avance sustancial aunque sea fabricando bajo licencia.
- *Equipos de control, automatización, electrónico, etc.*, en el que debe avanzarse más, dado el bajo nivel, comparado con la media europea, de las empresas nacionales de este sector.

Los datos aportados por la Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo (SERCOBE), que agru-

pa a 672 empresas, indican que la industria española de bienes de equipo factura aproximadamente 4 billones de pesetas/año y emplea directamente unas 160.000 personas con un empleo inducido de 400.000 personas.

Según SERCOBE, el sector medioambiental español está constituido por unas 400-460 empresas, que ocupan 18.000-20.000 personas, produciendo del orden de 240.000 millones de pesetas, y una capacidad de oferta de 430.000 millones.

Su distribución es la siguiente:

- Fabricantes de bienes de equipo de instalaciones correctoras 55%
- Consultoría, ingeniería, auditorías y servicios 30%
- Gestión de residuos 15%

Cifras algo distintas a las estimaciones del Ministerio de Medio Ambiente en 1992.

Los fabricantes de bienes de equipo suponen entre 200-300 empresas, siendo la empresa tipo de 80-100 empleados y 2.000-2.500 millones de facturación.

Los equipos ambientales que se fabrican en España responden, en general, a tecnologías «maduras» (filtros, bombas, captadores, separadores, ciclones, etc.), que no exigen altos niveles de tecnología.

Se puede decir que el nivel de las empresas de este subsector es equivalente al nivel medio de la industria española de bienes de equipo. Esto quiere decir que en general son competitivas como lo demuestra su presencia en los mercados internacionales, pero la mayoría de ellas son demasiado pequeñas si las comparamos con sus competidores exteriores.

También con referencia al comercio exterior de los bienes de equipo españoles, se puede decir que éste se ha mostrado muy activo en el último año, con incrementos medios en la exportación del 21% y del 17% en la importación.

Aunque no hay datos individualizados de lo que pueden suponer estas cifras en lo que se refiere al subsector neta-

mente medioambiental, por extrapolación, y asimilando el subsector medioambiental al comportamiento de los equipos destinados a la filtración, depuración y centrifugación, se puede señalar que el subsector medioambiental ha crecido muy por encima de la media: así en 1997 las exportaciones han crecido un 36,9% respecto al año anterior, y las importaciones han crecido también y en este caso un 27,9% respecto al año anterior.

Los sistemas de control, redes de medida, detección y análisis están constituidos por equipos electrónicos e informáticos de alta tecnología. Equipos que, por otra parte y salvo muy raras excepciones, no son diseñados como medioambientales.

En estos equipos hay una componente de importación (aun los fabricados en España), ya que una parte muy importante de los componentes de los equipos son fabricados por muy pocas compañías en el mundo. Por lo que respecta al diseño de estas redes y sistemas, éste puede ser íntegramente español, aunque para su realización se utilicen equipos y componentes de importación. En este campo se han realizado desarrollos, como el SAICA, para el control de calidad de las aguas en las cuencas de los ríos, que pueden considerarse modélicos.

En la actualidad se estima que el *mercado ambiental español* se sitúa en unos 380.000 millones anuales, de los que unos 200.000 corresponderían a la iniciativa empresarial y el resto a las administraciones públicas.

De esta inversión total, aproximadamente 210.000 millones correspondería a la demanda de *bienes de equipo ambientales*.

El grado de utilización de la capacidad productiva en bienes de equipo, en el período 1993-1995, ha sido aproximadamente de un 50-55%.

Actualmente, la capacidad de oferta de la industria medioambiental española supera, casi duplica, la demanda. Su supervivencia, como en toda la industria de bienes de equipo, se debe a su esfuerzo exportador, ya que destina a los

mercados exteriores entre el 30 y el 60% de su producción, según especialidades.

El mantenimiento de la actual tendencia en las inversiones medioambientales no supone, en absoluto, nuevas oportunidades de negocio y de generación de empleo, más bien el riesgo de su disminución.

En lo que se refiere específicamente a la depuración de aguas residuales, hay que destacar que SERCOBE cuenta con un grupo específico denominado «Grupo de Tratamiento de Aguas», que agrupa a sus empresas asociadas especializadas en la ingeniería, fabricación y montaje de plantas de tratamiento de aguas para abastecimiento y aportación, aguas residuales urbanas e industriales y de potabilización de agua de mar

### 5.3. LABORATORIOS

Los laboratorios dedicados al control de la calidad de las aguas tienen dos mercados fundamentales: el primero, el público, que proviene de las administraciones fundamentalmente estatal y autonómica y, el segundo, el privado, propio de las empresas.

En España se considera que hay un número suficiente de laboratorios para el control de la calidad de las aguas, si bien es cierto que su distribución geográfica no es suficientemente homogénea y, en su gran mayoría, se encuentran localizadas en las zonas tradicionalmente industrializadas, como son Madrid, Valencia, Cataluña, Andalucía, País Vasco, etc.

Por aportar algún dato cuantitativo, de acuerdo con las últimas informaciones de que se dispone, la *Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas* del Ministerio de Medio Ambiente tiene reconocidas como *entidades colaboradoras*, en conformidad con el Decreto 474/1995, de 7 de abril de 1995, a 139 empresas, según la siguiente distribución geográfica:

COMUNIDAD AUTÓNOMA	NÚMERO
MADRID	32
VALENCIA	29
CATALUÑA	16
ANDALUCIA	14
PAÍS VASCO	10
ARAGÓN	9
CASTILLA Y LEÓN	8
ASTURIAS	5
GALICIA	5
BALEARES	4
CASTILLA LA MANCHA	3
MURCIA	3
CANTABRIA	1

En *Cataluña* la *Junta de Saneamiento de la Generalidad* tenía reconocidas en 1997 a 51 entidades, con la suficiente infraestructura analítica como para llevar a cabo el control de aguas residuales.

Este caso llama la atención, ya que hay 16 empresas catalanas reconocidas en todo el territorio nacional y 51 en el propio territorio catalán reconocidas por la generalidad.

Analizando la naturaleza de los laboratorios de aguas disponibles en España, también llama la atención que en este segmento del mercado compiten empresas estrictamente privadas con laboratorios de centros universitarios o de centros tecnológicos y con empresas municipales de aguas. Si a esto añadimos que muchos de estos laboratorios no son estrictamente medioambientales, sino que comparten esta actividad con la de análisis clínicos, toxicología, etc., hacen de este segmento del mercado medioambiental un mundo complicado.

Otra característica importante de este subsector es que montar un laboratorio medioambiental requiere una inver-

sión muy alta en activos fijos, con lo que su amortización, en unos periodos razonables, requiere que la carga de trabajo sea elevada. Mantener esta elevada carga de trabajo es muy difícil contando solamente con el mercado privado, por lo que la mayoría de los laboratorios dependen en un grado bastante elevado del mercado institucional, en algunos casos en más del 50% de su facturación, lo que trae como consecuencia que en etapas en que las diferentes administraciones contratan poco, como es la época actual, los laboratorios medioambientales tengan serias dificultades para sobrevivir.

Esto ha hecho que algunos hayan desaparecido, otros hayan sido comprados por compañías multinacionales, y otros estén en proceso de establecer alianzas estratégicas con otros grupos complementarios para buscar sinergias de actuación, economías de escala y complementariedad territorial y de servicios, y los más pequeños y privados tengan graves problemas de supervivencia y sobrevivan gracias a nichos de mercado muy específicos y generalmente de tipo local.

Para acabar este breve análisis, se estima que en la actualidad existe un número suficiente de laboratorios, con la salvedad de algunas zonas geográficas en las que el mercado potencial es escaso, por lo que el futuro de este subsector del mercado medioambiental pasará muy probablemente por la potenciación de los laboratorios ya existentes y la desaparición de algunos de los más pequeños.





**SITUACIÓN  
DE LA I+D SOBRE  
TRATAMIENTO  
DE AGUAS  
RESIDUALES  
EN ESPAÑA**

De los datos publicados sobre los gastos en I+D, en la Unión Europea y España, no es posible separar los correspondientes al tratamiento de aguas residuales industriales. Tomando como base el informe titulado «Gasto Público en Medio Ambiente 1992-1993. Análisis Comparativo», publicado en 1997 por el Ministerio de Medio Ambiente, se puede estimar, aunque de manera indirecta, el gasto en I+D relacionado con el «medioambiente en general».

De acuerdo con el informe anterior, el gasto de las Administraciones Públicas (Administración Central, Comunidades Autónomas, Diputaciones y Ayuntamientos) en protección ambiental y usos y gestión de los recursos naturales fue el siguiente:

año 1992: 651.900.000 millones de pesetas,

año 1993: 732.100.000 millones de pesetas,

de los que a I+D correspondieron, en 1992, el 2,62% y, en 1993, el 1,97%.

Los gastos de los dos años anteriormente reseñados se distribuyeron de la siguiente manera entre las diferentes administraciones:

	ADM. CENTRAL	CCAA	DIPUTACIONES	AYUNTAMIENTOS
<b>Año 1992</b>	62,37%	27,61%	4,41%	5,53%
<b>Año 1993</b>	69,70%	20,52%	0,29%	9,47%

En lo que se refiere a las empresas, el gasto en I+D de las empresas españolas está directamente relacionado con su tamaño y se mueve de acuerdo con los parámetros que se detallan a continuación:

La *Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas 1996* (INE) revela que las *empresas industriales españolas invirtieron casi 800.000 millones de pesetas en mejoras de tipo tecnológico durante 1996. Ello ha supuesto un incremento de casi el 30% con respecto a los datos de 1994* (fecha de la anterior encuesta).

Estas cifras también suponen un recorte de un 10% del desfase del esfuerzo innovador —gastos en innovación sobre PIB— de la empresa con respecto a la comunitaria.

De acuerdo con estas cifras, todo parece apuntar a que en la empresa española se está consolidando la conciencia innovadora, y que cada vez tiene más asumido que la inversión en innovación es clave para incrementar la competitividad en el actual entorno de mercado.

Del trabajo del INE también se deduce que *el 42% de los gastos en innovación se destinaron a «I+D pura», mientras que el 58 % restante se destinó a gastos en diseño industrial, compra de bienes de equipo, gastos en ingeniería industrial y en actividades inmateriales, como patentes, invenciones, licencias, etc.*

Otros datos interesantes, que revela la encuesta son los siguientes: Las empresas señalan que como media un 36% de su facturación provino de productos nuevos o sensiblemente mejorados; que las empresas con más de 20 trabajadores realizaron el 91% del esfuerzo en I+D y que el gasto de I+D sobre el PIB se ha elevado hasta el 0,87%. Esta última cifra permite prever que en 1997 este indicador se sitúe de nuevo en el entorno del 0,92%, cifra máxima que ya se alcanzó durante los años 1992 y 1993.

Descendiendo al terreno del medioambiente, en general, y aunque se detecta un cambio de tendencia, de las empresas que realizan actividades de I+D, son pocas las que contemplan la mejora de sus aguas residuales, en particular, o

su medio ambiente, en general, como objetivo de I+D, lo cual es hasta cierto punto comprensible, al no figurar el medio ambiente en su lista de prioridades estratégicas de actuación.

Aunque es difícil obtener datos fiables y actualizados sobre la inversión privada en I+D medioambiental, a continuación se muestran, como indicador, los últimos resultados del Programa PITMA del Ministerio de Industria y Energía, que pueden dar una idea suficientemente aproximada de cuál ha sido el orden de magnitud de la inversión privada en I+D medioambiental en España durante el periodo 1990-1995.

TIPO <sup>(**)</sup>	SOLICITUDES <sup>(*)</sup>			CONCESIONES <sup>(*)</sup>					
	PROYECTOS	INVERSIÓN	%	PROYECTOS	INVERSIÓN	INVERSIÓN	%	AYUDA	%
<b>A</b>	5.155	554.899	73.3	2.263	265.413	227.493	82.5	20.687	69.7
<b>B</b>	1.672	160.665	21.2	795	100.606	42.862	15.5	7.564	25.5
<b>C</b>	1.194	40.970	5.5	304	14.235	5.391	2.0	1.433	4.8
<b>TOTAL</b>	<b>8.021</b>	<b>765.534</b>	<b>100</b>	<b>3.362</b>	<b>380.254</b>	<b>275.746</b>	<b>100</b>	<b>29.684</b>	<b>100</b>

\* Datos en millones de pesetas y porcentajes sobre totales.

\*\* Tipo A: corrección; tipo B: I+D; Tipo C: Difusión y formación.

A la vista de estos datos, es evidente que la empresa española debe aumentar su esfuerzo inversor en la I+D medioambiental, para evitar que la tecnología desarrollada por los países de nuestro entorno sea la que a medio plazo se adopte por los diferentes sectores productivos. Si se produjera esta circunstancia, el impacto para nuestra industria sería doble: el primero, una pérdida importante de cuota de mercado para la industria nacional y, el segundo, la dependencia tecnológica que esto supondría para nuestro país. También es muy cierto que la I+D no es fácil de afrontar por parte de la industria nacional, sobre todo en lo que a pequeñas y medianas empresas se refiere. Por esta razón,

en muchas ocasiones es francamente recomendable que las PYMES españolas se apoyen, para desarrollar sus proyectos de I+D, en los centros públicos de investigación que existen en nuestro país.

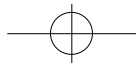
En España hay un gran número de centros de investigación que trabajan en tecnologías relacionadas con el medio ambiente y, más concretamente, en la depuración de aguas residuales industriales.

En este trabajo sería muy difícil presentar una relación exhaustiva de todos los centros que trabajan en este campo y que incluyera además su área de especialización. Por ello y pensando sobre todo en la eficacia y rapidez que deben caracterizar las gestiones empresariales, se aconseja que, en lugar de buscar la colaboración de los potenciales centros colaboradores de una manera directa, es decir, centro a centro y departamento por departamento de las universidades o centros e institutos del entorno de nuestra empresa, se recurra a la red de OTRIS que en estos momentos tiene establecida el colectivo de centro de investigación bajo los auspicios del Ministerio de Educación y Cultura.

La sigla OTRI significa **O**ficina de **T**ransferencia de **R**esultados de **I**nvestigación y son las encargadas, entre otras cosas, de dinamizar y favorecer el trabajo conjunto entre las empresas y los centros públicos de investigación. En la actualidad actúan en forma de red y de manera coordinada.

Existe una OTRI prácticamente en cada universidad o centro de investigación y, ante una demanda concreta de colaboración por parte de una empresa, se encarga de canalizarla al grupo o grupos más idóneos. Esto evidentemente ahorra tiempo a la empresa y facilita su decisión.

En el Anexo B se incluye una relación bastante exhaustiva de las OTRIS que existen en la actualidad en España.



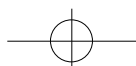
**ANEXO A:  
AYUDAS  
FINANCIERAS  
Y FISCALES PARA  
EL DESARROLLO  
DEL SECTOR**

Existen no pocas vías para acceder a las ayudas que las diferentes administraciones prestan a quienes estén interesados y además tengan capacidad de decisión sobre los modos de incrementar la eficiencia de los procesos industriales que gestionan. Si, además, esta eficiencia lleva asociada un mayor respeto por el medio ambiente, dentro de los requisitos legales que, simultánea o consecutivamente, establecen los actos jurídicos comunitarios y nacionales, resultan atractivos —a la vez que estimulantes— los incentivos financieros procedentes de las administraciones locales, nacionales y comunitarias, con objeto de promover la competitividad integral de nuestras industrias.

Dentro del concepto de «posibilidades financieras» se deben incluir, junto con los créditos o préstamos, la nada despreciable partida de subvenciones o ayudas a fondo perdido que vienen a contribuir a exonerar al inversor de un porcentaje del capital que exige una determinada instalación y, por ende, a reducir el monto correspondiente a los intereses devengados por el principal definitivo.

En el capítulo anterior también se deberían considerar las desgravaciones fiscales por inversiones medioambientales de reciente introducción en España.

Estas «posibilidades financieras», en cierto sentido, podrían ser de justicia, ya que alguno de los objetivos del



marco legal comunitario, persigue la competitividad de sus industrias, compatible con un desarrollo sostenible, y esto no podría conseguirse si por el camino se hubiera estrangulado la capacidad financiera o fondo de maniobra de las empresas europeas.

De hecho la política medioambiental española se ha caracterizado por la fuerte dependencia de los fondos recibidos de la Unión Europea, especialmente a través de los fondos estructurales y de los fondos de cohesión. Entre los fondos estructurales cabe destacar por su importancia el Fondo Social Europeo (FSE) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

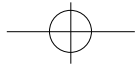
Todos estos fondos están gestionados directamente por las administraciones nacionales de los estados miembros.

## 1. FINANCIACIÓN PARA PROYECTOS NACIONALES

La Administración central y las administraciones autonómicas convocan periódicamente a empresas y personas jurídicas a solicitar ayudas financieras encaminadas a promover la eficiencia tecnológica dentro de cada marco normativo industrial. Así, anualmente se abren plazos de solicitud de ayudas que se hacen públicas a través de órdenes o decretos.

Normalmente, los porcentajes subvencionables de los proyectos objeto de ayuda suelen oscilar entre el 15 y el 30%. Además, suele establecerse una jerarquía de beneficiarios, con el fin de conseguir la más justa distribución de los recursos destinados a subvenciones y ayudas, siendo las PYMES las más favorecidas.

En esta línea se publicó la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 25 de abril de 1997, que aprueba las bases reguladoras y la Convocatoria para la concesión de ayudas en el trienio 1997/1999 en relación con la Iniciativa de **A**poyo a la **T**ecnología, a la Seguridad **Y** la **CA**lidad Industrial, más conocida como Iniciativa ATYCA.



La Iniciativa ATYCA (1997-1999) es, pues, el instrumento del Ministerio de Industria y Energía para apoyar a la industria española y ayudarla a alcanzar un nivel competitivo similar al de los países de nuestro entorno socioeconómico.

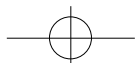
## **Iniciativa ATYCA**

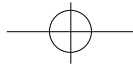
### *Objetivos*

La Iniciativa ATYCA tiene como objetivo fundamental la promoción de la innovación tecnológica, el diseño, la calidad y la seguridad industrial como vectores de generación de valor añadido y de ventajas competitivas en la industria española, a partir de los siguientes objetivos específicos:

#### EN EL ÁMBITO DE LA TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

- Promover actuaciones o proyectos empresariales de investigación y desarrollo.
- Fomentar el desarrollo, la incorporación del diseño y utilización de nuevas tecnologías horizontales de carácter difusor con capacidad de penetración en todos los sectores industriales.
- Incentivar la creación y consolidación de infraestructuras para la I+D, tanto en empresas como en centros e institutos de investigación, de utilización colectiva.
- Fomentar y potenciar la presencia de tecnología española en el exterior.
- Promover estrategias empresariales para el establecimiento de planes y programas de I+D a medio y largo plazo.
- Promover la incorporación a las empresas de personal dedicado a la I+D, favoreciendo las actividades de formación tecnológica continuada.





#### EN EL ÁMBITO DE LA CALIDAD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

- Apoyar la implantación de sistemas de gestión de la calidad y seguridad.
- Potenciar la competitividad de las empresas y productos nacionales, incrementando el número de empresas acreditadas y productos certificados.
- Estimular la demanda de productos más seguros y fiables.
- Fomentar el desarrollo de procedimientos de reconocimiento mutuo a nivel nacional e internacional.
- Reforzar las medidas de vigilancia y control de los productos industriales, siguiendo las pautas marcadas por la Unión Europea.

#### *Estructura*

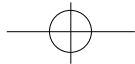
La Iniciativa ATYCA recoge bajo un solo «paraguas» todas las acciones e iniciativas del Ministerio de Industria y Energía, relacionadas con la tecnología, el diseño, la calidad y la seguridad industrial, articulándose en dos Programas:

*Programa de Fomento de la Tecnología Industrial*, que recoge las siguientes áreas tecnológicas de actuación:

- Área de tecnologías de la información y de las comunicaciones.
- Área de tecnologías de la producción.
- Biotecnologías, tecnologías químicas y tecnologías alimentarias.
- Tecnologías de los materiales.
- Tecnologías farmacéuticas.
- *Tecnologías para el medio ambiente industrial.*
- Desarrollo y diseño industrial.
- Infraestructuras y redes de innovación.

*Programa de Calidad y Seguridad Industrial*, que recoge las siguientes áreas tecnológicas de actuación:



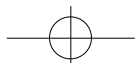


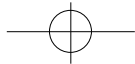
- Difusión, formación e información en calidad y seguridad industrial.
- Infraestructuras para la calidad y seguridad industrial.
- Seguridad y calidad de productos e instalaciones industriales.

#### *Criterios de evaluación*

A la hora de la evaluación de los proyectos se siguen fundamentalmente los criterios que se exponen a continuación:

- Nivel de desarrollo del proyecto, carácter innovador y orientación al mercado, especialmente el internacional.
- Evolución de la empresa y perspectivas de futuro.
- Planes integrados de empresa con proyección a varios años.
- Plan de explotación de resultados del proyecto.
- Impacto socioeconómico, principalmente en lo que se refiere a valor añadido y creación de empleo.
- Proyectos con participación de usuarios y realización de un prototipo demostrador.
- Proyectos que supongan la colaboración entre empresas, especialmente PYMES.
- Proyectos de interés económico y social, de carácter innovador, con objetivo final de producto y mercado, y con participación de usuarios, empresa y centros de I+D.
- Proyectos incluidos en los programas EUREKA e IBEROEKA.
- Proyectos incluidos en proyectos integrados del Plan Nacional de I+D.
- Proyectos innovadores de empresas en localizaciones de baja actividad de desarrollo de tecnología.
- Actuaciones de difusión de tecnología, especialmente con proyección de resultados al exterior.
- Programas o medidas tecnológicas que habrán de introducir los sectores industriales o grupos de empresas, como consecuencia de comenzar a aplicar la legislación comunitaria.





### *Instrumentos financieros y presupuesto*

Los instrumentos financieros que se aplican en el marco de la Iniciativa ATYCA son los siguientes:

#### SUBVENCIONES A FONDO PERDIDO

Se otorgarán en función de la inversión y la calidad del proyecto. Los porcentajes de subvención, para las actuaciones en el terreno medioambiental, se especifican más adelante.

#### DIVERSAS MODALIDADES DE CRÉDITOS

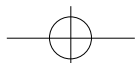
Se incluyen los concedidos por el CDTI. Estos créditos tienen un carácter más flexible que las subvenciones, existiendo complementariedad entre ambas figuras.

### *Beneficiarios*

Las empresas y entidades públicas o privadas, las asociaciones o agrupaciones de dichas empresas y las instituciones sin fines de lucro que lleven a cabo proyectos o actuaciones relacionados con las actividades objeto de los programas en los que se articula la Iniciativa ATYCA y que cumplan los requisitos especificados en la Orden Ministerial reguladora de esta iniciativa.

Específicamente, la Orden señala como *líneas de actuación preferentes en relación con el MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL* las siguientes:

- Innovaciones relacionadas con la concepción, desarrollo, demostración e implantación de prácticas industriales preventivas.
- Innovaciones tecnológicas para la minimización de la contaminación de origen industrial.



- Proyectos sobre tecnologías limpias y mejores tecnologías disponibles a coste asumible.

*Límites máximos de subvención*, que contempla la Orden Ministerial son los siguientes:

- Hasta el 15% del coste de los proyectos de *incorporación de tecnología* industrial medioambiental, que podrá ascender al 25% si el beneficiario es una PYME.
- Hasta el 25% del coste de los proyectos de *investigación industrial aplicada o de desarrollo precompetitivo*; 35% en el caso de PYME.
- Hasta el 50% del coste de los proyectos de *investigación industrial básica, viabilidad técnica previa, diagnósticos, auditorías, etc.* que podrán ascender a un 60% si el beneficiario es una PYME.

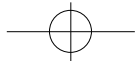
Dado el especial hincapié que hace ATYCA en lo que se refiere a la PYME, se debe entender como tal a toda aquella compañía que tenga *menos de 250 empleados y una cifra de negocio que no supere los 40 millones de ecus (6.496 millones de ptas.)* o bien su activo total no supere los 27 millones de ecus (4.384 millones de ptas.).

### **El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)**

El **C**entro para el **D**esarrollo **T**ecnológico **I**ndustrial (CDTI) es una sociedad estatal adscrita al Ministerio de Industria y Energía.

Sus funciones tienen por objetivo gestionar y desarrollar la política tecnológica del citado Ministerio a través de la *financiación de I+D empresariales*, el fomento de la participación de las empresas españolas en los programas de *I+D internacionales*, y la *promoción de la transferencia de tecnología* en el colectivo empresarial.

Con referencia a la financiación de la I+D empresarial, en el ámbito nacional, el CDTI ofrece financiación para las siguientes tipologías de proyectos:



## TIPOLOGÍA DE PROYECTOS

a) *Proyectos Concertados (PC)*, con las siguientes características:

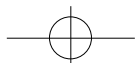
- Proyectos de investigación precompetitiva.
- Proyectos de alto riesgo técnico.
- Proyectos con resultados no directamente comercializables.
- Se articulan en colaboración con centros públicos de investigación (Universidades, CSIC) y/o centros tecnológicos.
- Pueden coordinarse con subvenciones del Ministerio de Industria y Energía (MINER) y financiación de las Comunidades Autónomas.
- Han de ser acordes con las líneas prioritarias del Plan Nacional de I+D.

b) *Proyectos de Desarrollo Tecnológico (PDT)*, con las siguientes características:

- Proyectos de investigación competitiva.
- Proyectos de riesgo técnico medio.
- Desarrollo de nuevos procesos y/o productos de cara a su comercialización.
- Pueden coordinarse con subvenciones del MINER y financiación de las Comunidades Autónomas.
- Acordes con la estrategia de la Iniciativa ATYCA del MINER.

c) *Proyectos de Innovación Tecnológica (PIT)* con las siguientes características:

- Proyectos de adaptación e incorporación de nuevas tecnologías.
- Proyectos de riesgo técnico bajo, elevado porcentaje de activos fijos en el presupuesto del proyecto.
- Objetivos comerciales rápidos, con corto periodo de recuperación de la inversión.
- Pueden coordinarse con subvenciones del MINER y financiación de las Comunidades Autónomas.
- Acordes con la estrategia de la Iniciativa ATYCA del MINER.



*Los proyectos CDTI cubren prácticamente todas las áreas de actividad industrial española.*

## **INSTRUMENTOS FINANCIEROS CDTI**

### **1) Ayudas reembolsables sin intereses**

#### *Objetivo*

Suministrar financiación a largo plazo, sin coste financiero, compartiendo el riesgo tecnológico.

#### *Ámbito de aplicación*

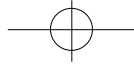
- Proyecto concertado.
- Proyecto de desarrollo tecnológico desarrollados por empresas ubicadas en Regiones Objetivo 1<sup>1</sup>.
- Proyecto de innovación tecnológica desarrollados por empresas ubicadas en Regiones Objetivo 1.
- Proyecto de promoción tecnológica desarrollados por empresas ubicadas en Regiones Objetivo 1.

#### *Características*

- Cuantía de hasta un 50% del presupuesto del proyecto.
- Plazo de amortización: 5 años (3 años en el caso de proyectos de promoción tecnológica y hasta 10 años en el caso de proyectos concertados), para cancelar la deuda mediante anualidades vencidas de idéntica cuantía.

---

<sup>1</sup> Regiones Objetivo 1: Toda España, a excepción del País Vasco, Cataluña, Navarra, La Rioja, Aragón, Baleares y Madrid.



## 2) Créditos a bajo tipo de interés

### *Objetivo*

Suministrar financiación a un coste financiero bajo.

### *Aplicación*

- Proyectos de desarrollo tecnológico.
- Proyectos de innovación tecnológica.
- Proyectos de promoción tecnológica.

### *Características*

- Cuantía de hasta un 50% del presupuesto del proyecto para los PDT y PIT.
- Cuantía de hasta un 70% del presupuesto del proyecto para los PPT.
- *Con efectos del 1 de enero de 1998, el CDTI ha aprobado la adopción de un tipo de interés único del 2,5% en la concesión de créditos privilegiados, acompañado por el establecimiento de un plazo de reembolso de 5 años desde el centro de gravedad de las aportaciones CDTI, cuyas cuotas de amortización se adecuarán a los flujos de caja generados por el proyecto.*  
(Esto supone que la tradicional escala de tipos de interés que venía aplicando el CDTI es sustituida por un tipo de interés único para todos los créditos privilegiados concedidos por el CDTI).

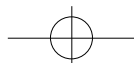
## 3) Créditos subordinados

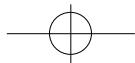
### *Objetivo*

Financiar proyectos con alto interés tecnológico y alto riesgo técnico y comercial, que necesitan de una financiación a mayor largo plazo por su periodo de maduración.

### *Aplicación*

Proyectos de desarrollo tecnológico.





### *Características*

- Cuantía de hasta un 50% del presupuesto del proyecto.
- Plazo de amortización: a partir del cuarto año en amortizaciones anuales ligadas al cash-flow que se genere.
- Tipo de interés: inicial + complementario:
  - *Inicial*: Tipo mínimo de los que aplica CDTI.
  - *Complementario*: El complemento mínimo hasta alcanzar el tipo de rentabilidad que obtengan los fondos propios de la empresa, o el de escala CDTI si aquel fuese menor.

## **4) Créditos bancarios de cofinanciación**

### *Objetivo*

Financiar los proyectos con bajo riesgo tecnológico, con periodo de desarrollo corto y con productos definidos en el mercado.

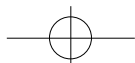
### *Aplicación*

Subvención especial para proyectos de innovación tecnológica y empresas localizadas en Regiones Objetivo 1.

### *Características*

- Concesión del crédito: Banca privada que haya suscrito el convenio de colaboración con CDTI.
- Cuantía hasta un 35% del presupuesto del proyecto.
- Plazo de amortización: 5 a 7 años, con 1 a 2 de carencia.

*Tipo de interés*: El tipo de cesión ICO más 0,5%. En los casos en que la financiación CDTI revista la modalidad de



crédito a bajo tipo de interés, se subvenciona en 1,75 puntos porcentuales el crédito bancario de cofinanciación.

## **5) Nuevo convenio CDTI-ICO**

### *Introducción*

Este convenio aporta como novedad, que cualquier pequeña o mediana empresa que haya obtenido apoyo del CDTI para la financiación de un proyecto concertado, cooperativo, de desarrollo tecnológico o de innovación tecnológica puede acceder a financiación adicional privilegiada procedente de la línea ICO-PYME.

### *Condiciones de los préstamos*

Los fondos disponibles del ICO bajo la línea de financiación de PYMES para 1998 han ascendido a 200.000 mptas.

Esta línea de crédito permite complementar la financiación del CDTI respecto de PYMES y ampliarla hasta el 70% del presupuesto del proyecto mediante créditos a largo plazo y con tipos de interés preferenciales.

El importe máximo del crédito es de 750 mptas, formalizados en una o varias operaciones.

Tienen un plazo de amortización de cinco o siete años, con uno o dos de carencia, respectivamente.

El tipo de interés es fijo o variable. En el primer caso, el tipo es el quincenal del ICO, más 0,5 puntos porcentuales y, en el segundo, será el anterior, pero revisable semestralmente respecto al MIBOR 6 meses, más 0,5 puntos porcentuales.

La empresas situadas en Zonas Objetivo 1 podrán disfrutar de ventajas complementarias.



## **SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL**

El objetivo de este Servicio de Transferencia Tecnológica es promover la comercialización, prioritariamente en el exterior, de las tecnologías desarrolladas en España.

Los instrumentos que el CDTI pone a servicio de la industria española son:

### **Ayudas financieras para la protección industrial y gastos de promoción comercial:**

*Créditos privilegiados de hasta el 70% de los costes para:*

- Patente nacional.
- Estudio de novedad internacional.
- Extensión de la patente a países de Europa, Estados Unidos y Japón.
- Gastos de promoción comercial.

### **Servicios para promover la comercialización a través de una red internacional de agentes de venta:**

- Convenio EUROTÉCH.
- Convenios bilaterales con instituciones.
- Agentes privados.
- Oficina CDTI en Japón.

### **Asesoramiento en:**

- Redacción del contrato de licencia.
- Cálculo del valor de la tecnología.
- Apoyo en la estrategia de negociación.

## DESGRAVACIONES FISCALES

El Gobierno, mediante la promulgación del Real Decreto 1594/1997, de 17 de octubre, por el que se regula la deducción por inversiones destinadas a la protección del medio ambiente, estableció un nuevo instrumento en España, que consiste en la aplicación de desgravaciones fiscales para determinadas inversiones protectoras del medio ambiente.

Por él las empresas se podían deducir, de la cuota íntegra del Impuesto de Sociedades de 1997, el 10% del importe de las inversiones realizadas en elementos patrimoniales del inmovilizado material destinados a la protección del medio ambiente, consistentes en instalaciones que tengan por objeto:

- Evitar o reducir la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales.
- Evitar o reducir la carga contaminante que se vierta a las aguas superficiales, subterráneas marinas
- Favorecer la reducción, recuperación o tratamiento correcto desde el punto de vista medioambiental de residuos industriales.

La inversión puede ir encaminada al cumplimiento de la normativa vigente en materia medioambiental o a mejorar las exigencias establecidas en la citada normativa. En cualquier caso, es requisito imprescindible cumplir con los niveles de protección ambiental establecidos por la autoridad competente.

En cualquier caso, para poder efectuar la deducción del 10% de la cuota íntegra, la inversión debe haberse llevado a cabo en ejecución de planes, programas, convenios o acuerdos aprobados o celebrados con la Administración competente medioambiental, es decir las Comunidades Autónomas.

El Decreto parece haberse consolidado y será de aplicación en años sucesivos a partir de su prórroga en las sucesivas Leyes de Acompañamiento que complementan a los Presupuestos Generales del Estado de todos los ejercicios.

## 2. FINANCIACIÓN PARA PROYECTOS INTERNACIONALES

### El programa EUREKA

Con el nombre de EUREKA se conoce al programa europeo de cooperación en el campo de la investigación y desarrollo tecnológico.

El programa EUREKA fue aprobado por la Conferencia de Ministros de 17 países europeos y la Comisión de las Comunidades Europeas, en una reunión celebrada en París el 17 de julio de 1985. Actualmente, son 24 las naciones participantes: Eslovenia, Hungría, Islandia, Noruega, Suiza, Rusia, República Checa, Polonia, Turquía, los 15 países miembros de la Unión y la Comisión de la Unión Europea.

El objetivo del programa EUREKA es capacitar a Europa, a través de una mayor cooperación científica y tecnológica entre los países participantes, para abordar las nuevas tecnologías que permitan mejorar la competitividad y productividad de su economía y, al mismo tiempo, consolidar las bases para un crecimiento duradero y con creación de empleo.

Se pretende también que Europa pueda mejorar su posición tecnológica frente a Estados Unidos y Japón.

En este sentido, se trata de tomar las medidas encaminadas a lograr una adecuada cooperación científica y tecnológica en proyectos dirigidos hacia el desarrollo de productos, procesos y servicios que estén basados en tecnologías avanzadas y que contemplen amplios mercados potenciales. Los proyectos EUREKA persiguen fines civiles y estarán orientados a los mercados tanto del sector público como del sector privado.

El programa EUREKA está *fundamentalmente* dirigido a las *empresas* y a los centros de investigación que colaboren con *aquellas, independientemente del tamaño* de las mismas. Es *requisito indispensable* la colaboración conjunta en un mismo proyecto de empresas y/o centros de investigación, de al menos, *dos países participantes*. La colaboración debe

rá tener en cuenta la posibilidad de un intercambio de tecnología abierto y transparente.

Los proyectos deberán contemplar el desarrollo de tecnologías avanzadas, la apropiada cualificación técnica y empresarial de los participantes, una adecuada estructura financiera del proyecto, y una clara expectativa de rentabilidad comercial del producto, proceso y servicio que se piense desarrollar.

La iniciativa del programa corresponde a las empresas y centros de investigación. Estas propondrán los proyectos a las administraciones de los países respectivos. Deberán acordar entre ellas su forma de participación, alcance, recursos, etc. y decidirán la dirección de proyecto. Cada empresa deberá presentar su participación a la Administración de su país, quien determinará la validez del proyecto para ser presentado a EUREKA.

#### *Los proyectos EUREKA se clasifican en nueve áreas tecnológicas*

- Biotecnologías y Tecnologías Médicas.
- Tecnologías de las Comunicaciones.
- Tecnologías de la Energía.
- Tecnologías del Medio Ambiente.
- Tecnologías de la Información.
- Tecnologías de los Láser.
- Tecnologías de los Materiales.
- Robótica y Automatización de la Producción.
- Tecnologías de los Transportes.

#### *Cómo se financian los proyectos*

Para que una empresa española tenga acceso a la financiación debe ajustarse a estos requisitos:

- Tener como objetivo el desarrollo de productos de alta tecnología para aplicaciones civiles en las áreas anteriores.

- Que los resultados del proyecto sean comercializables a corto-medio plazo.
- Que cuente, al menos, con un socio en otro país miembro de EUREKA.

Después, ha de dirigirse al CDTI, que le dará asesoramiento y facilitará la búsqueda de nuevos socios si se necesitaran. Estos proyectos están sujetos a condiciones preferenciales en su financiación. Así, el CDTI contempla su apoyo con créditos *a interés 0%*, cuyo importe puede cubrir hasta el *50% del presupuesto total*. Además, la empresa puede acogerse a *subvenciones* que están incluidas en la Iniciativa ATYCA y que llegan a cubrir hasta el 25%.

La concesión de ayudas públicas tiene como límite el 70% del total del presupuesto, lo que significa que las empresas tienen que aportar un mínimo de un 30%.

Para la fase de preparación o de definición —antes de aprobarse— existen también subvenciones que llegan a alcanzar hasta el 50% del presupuesto. La *financiación* de EUREKA en España se resume así:

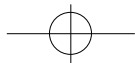
#### FASE DE DEFINICIÓN

Hasta un *50% de subvención* del coste de esta fase de fondos del Ministerio de Industria y Energía a través de la Iniciativa ATYCA.

#### FASE DE DESARROLLO

- 1) *Créditos sin intereses* del CDTI (hasta un 50% de los costes de esta fase)
- 2) *Subvenciones* de fondos de la Iniciativa ATYCA del MINER (hasta un 25%)

*Estas ayudas pueden ser compatibles con otras subvenciones y/o financiación de otros Departamentos Ministeriales o Comunidades Autónomas.*



## Los proyectos IBEROEKA

Los proyectos de innovación IBEROEKA son un instrumento dirigido al sector industrial iberoamericano para fomentar la cooperación entre empresas en el campo de la investigación y el desarrollo tecnológico.

Los proyectos de innovación IBEROEKA se generan de abajo hacia arriba, es decir, son las empresas participantes las que deciden su proyecto y los términos para la realización del mismo.

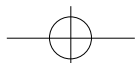
En cada proyecto las empresas eligen sus socios y el acuerdo de colaboración con los mismos, la cuota de riesgo y costes que asume cada uno y como se repartirán los resultados del proyecto en la fase de explotación.

### *Objetivos del programa IBEROEKA*

El objetivo principal de IBEROEKA es, mediante una estrecha colaboración entre empresas y centros de investigación, aumentar la productividad y competitividad de las industrias y economías nacionales que consoliden las bases para la cooperación duradera dentro de la comunidad iberoamericana. Este objetivo ha de lograrse fomentando y facilitando una intensa cooperación industrial, tecnológica y científica entre los participantes orientada al desarrollo de productos, procesos y servicios dirigidos a un mercado potencial. Esta cooperación estará, basada en lo posible en nuevas tecnologías que permitan a las empresas adquirir una sólida base tecnológica.

### *Países participantes*

Son miembros de IBEROEKA los 21 países que firmaron el Acuerdo Marco Fundacional del Programa CYTED: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, *España*, Guatemala,



Honduras, Méjico, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

### *Requisitos de participación*

El funcionamiento de IBEROEKA es flexible y carece de burocracia. Los únicos requisitos que deben reunir los proyectos son aquellos que se desprenden de los propios objetivos de IBEROEKA, que se relacionan a continuación:

1. Proyecto con participación de empresas de al menos dos países miembros de IBEROEKA.
2. Proyecto innovador en un área tecnológica.
3. Que el resultado sea un producto, proceso o servicio próximo al mercado.
4. Que sólo se desarrollen aplicaciones con fines civiles.
5. Que se produzca un intercambio tecnológico abierto entre los participantes.
6. Que el desarrollo del proyecto se realice en los países participantes y en su beneficio.
7. Que los participantes posean una suficiente cualificación técnica y organizativa.
8. Que los participantes posean los medios financieros adecuados para realizar el proyecto y su explotación posterior.

### *Financiación de los proyectos*

Existe un compromiso entre los países participantes mediante el cual la financiación es descentralizada y cada país asume la financiación de sus empresas.

Una vez que el proyecto sea certificado competentemente como proyecto IBEROEKA, cada socio solicitará en su país ayuda pública para su participación en el proyecto.

El tipo de ayudas, así como los mecanismos y esquemas de financiación serán los utilizados internamente en cada país

para la promoción de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. En el caso español la financiación de los proyectos IBEROEKA es similar a la de los proyectos EUREKA. Es decir a través del CDTI y de la Iniciativa ATYCA del MINER.

#### *Como establecer un proyecto IBEROEKA*

El primer paso para acceder a IBEROEKA es contactar con el Gestor Nacional (en el caso español es el CDTI). Este es el representante de IBEROEKA en el país y servirá de enlace con los participantes nacionales e internacionales en los proyectos.

Será el asesor para la formulación de la propuesta inicial de proyecto, la búsqueda de socios, la elaboración del perfil conjunto de proyecto, conocer los tipos de financiación posible y, en definitiva, será quien ayude a conseguir la aprobación del proyecto obteniendo además para el mismo la mejor financiación disponible.

### **V. PROGRAMA MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA**

El Programa Marco es una iniciativa comunitaria de fomento y apoyo a la I+D cooperativa entre empresas e instituciones de investigación de los países de la UE. El Programa Marco concede *subvenciones* que cubren el *50% del presupuesto* total del proyecto (en el caso de empresas) o del 100% (Universidades, Centros de Investigación). Dado que el principal objetivo del Programa Marco es mejorar la competitividad de la industria europea, en la mayoría de los consorcios, que se forman para desarrollar los proyectos, es *imprescindible la presencia de empresas*. En el caso español éstas reciben el 62% de la financiación total, superando en algún programa el 75%. Como requisito adicional es *imprescindible* que en cada consorcio haya al menos *dos socios de países distintos*.

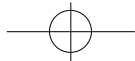


La estructura del V Programa Marco (1998-2002) y su distribución presupuestaria se muestra más adelante.

Estos programas funcionan en base a convocatorias periódicas en las que se publican las fechas límite de aceptación de las solicitudes, y las líneas prioritarias en las que se deben centrar los proyectos presentados.

Las subvenciones conseguidas por participantes españoles en los programas industriales del Programa Marco han venido creciendo de manera continuada. En concreto, las correspondientes al IV Programa Marco (1995-1997) ascendieron a 62.940 millones de pesetas, frente a los 35.924 del III Programa Marco y los 18.354 del II. Las subvenciones obtenidas del IV Programa Marco supusieron ya el 6% del volumen total de las concedidas, tasa comparable al peso de la contribución del Estado Español al presupuesto de la UE (6,3%).

<b>PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y DEMOSTRACIÓN DEL V PROGRAMA MARCO</b>				
I. CALIDAD DE VIDA Y RECURSOS VIVOS 2.239 MECU (22,3%)	II. SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN 3.363 MECU (33,5%)	III. CRECIMIENTO COMPETITIVO Y SOSTENIBLE 2.389 MECU (23,8%)	IVa. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE 1.044 MECU (23,8%)	IVb. ENERGÍA 1.004 MECU (10%)
Alimentación y salud	Sistemas y servicios para el ciudadano	<b>Productos, procesos y organización</b>	<b>Gestión y calidad del agua</b>	<b>Energías limpias</b>
Enfermedades infecciosas	Nuevos métodos de trabajo y comercio electrónico	Movilidad sostenible e intermodalidad	Cambio global, clima y biodiversidad	<b>Uso racional de la energía</b>
La fábrica celular	Contenidos y herramientas multimedia	Transporte terrestre y tecnologías marinas	Ecosistemas marinos	Fusión termonuclear
<b>Medio ambiente y salud</b>	Tecnología e infraestructuras básicas	Aerodinámica	La ciudad del mañana y su patrimonio cultural	Fisión nuclear
Agricultura, pesca y silvicultura				
Envejecimiento de la población				



## BANCO EUROPEO DE INVERSIONES

Los préstamos del BEI incluyen la financiación de inversiones conducentes a la realización de los objetivos de la Unión Europea, entre los que se incluyen protección del medio ambiente y ayuda a las PYME.

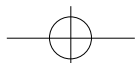
Los préstamos del BEI cubren por regla general hasta el 50% del coste de inversión del proyecto, no pudiendo ser aplicados a la constitución de fondos propios de las empresas, a la adquisición de empresas, ni (generalmente) a la realización de estudios. Pueden ser de dos tipos: préstamo individual y préstamo global.

Los *préstamos individuales* son concedidos directamente por el BEI en favor de proyectos concretos de importante envergadura (como mínimo 25 millones de ecus de inversión).

El sistema de *préstamo global* permite al BEI brindar su apoyo a las pequeñas y medianas iniciativas que, por razones de orden práctico, no pueden ser financiadas en el marco de los préstamos individuales. Los préstamos globales se asemejan a líneas de crédito concedidas por el BEI a bancos e intermediarios financieros, quienes a su vez prestan los fondos debidamente fraccionados para proyectos pequeños y medianos de inversión que cumplan los criterios de selección del BEI.

Existen en España una docena de intermediarios financieros que administran préstamos globales con destino a PYMES. Además, algunos préstamos globales se destinan específicamente a la financiación de pequeñas y medianas inversiones patrocinadas por corporaciones locales (mejoras viarias y urbanas, gestión de aguas residuales, creación de polígonos industriales, etc.).

Desde la adhesión de España a las Comunidades Europeas en 1986, más de 7.500 PYMES y corporaciones locales españolas han recibido créditos en el marco de préstamos globales por un total de 400.000 millones de pesetas.



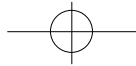
En general, las condiciones de los préstamos globales son las siguientes:

- Crédito de importe comprendido entre 20.000 ecus (3,2 millones de pesetas) y 12,5 millones de ecus (2.000 millones de pesetas) para un proyecto de coste no superior a 25 millones de ecus (4.000 millones de pesetas).
- Empresa de menos de 500 empleados, cuyos activos fijos netos según balance no sean superiores a 75 millones de ecus (12.000 millones de pesetas) y que no tenga más de un tercio de su capital en manos de una empresa de gran dimensión.
- Prioridad para las PYMES de menos de 100 empleados.
- Prioridad para proyectos que conlleven una mejora del medio ambiente o un ahorro energético.

En consonancia con los criterios definidos por el BEI, es el intermediario del préstamo global quien estudia las solicitudes, concede los créditos, fija las condiciones concretas (dentro del marco establecido por el BEI) y se encarga de la gestión del crédito.

El BEI ejerce un seguimiento sobre las concesiones de crédito efectuadas por los intermediarios.

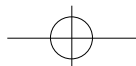
Quienes deseen solicitar un crédito en el marco de un préstamo global deben acudir directamente al banco o intermediario financiero correspondiente.



# B

## ANEXO B: LISTADO DE OTRIS

ORGANISMO	DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
Asociación Investigación de la Industria Papelera Española	Carretera de la Coruña, km 7	28040 Madrid	91 307 09 76/91 307 09 77
Asociación Investigación de la Industria Textil	Plaza Emilio Sala, 1-1. <sup>º</sup>	03801 Alcoy (Alicante)	96 554 22 00
Asociación de la Industria de Navarra	S. Cosme y S. Damián, s/n	31191 Cordovilla (Pamplona)	948 42 11 01
Asociación Técnica Española de Fundición	Cristóbal Bordiu, 35 Edificio CB-Oficina 415	28003 Madrid	91 534 02 44
Asociación Universidad Empresa de Salamanca	Plaza de Sexmeros, 4	37001 Salamanca	923 28 01 33
Asociación Vasca de Centros Investigación Tecnológica	Parque Tecnológico, Edificio 101	48170 Zamudio (Vizcaya)	94 420 94 88
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas	C/ Alfonso XII, 3	28014 Madrid	91 335 74 91
Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas	Av. Complutense, 22	28040 Madrid	91 346 64 08/45/54
Confederación de Empresarios de Andalucía	Centro Servc. Empresariales de Andalucía Isla Cartuja, s/n	41092 Sevilla	95 448 89 00



ORGANISMO	DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
Confederación de Empresarios de Zaragoza	Plaza Roma, F 1-1. <sup>ª</sup>	50010 Zaragoza	976 46 00 66
Consejo Superior de Investigaciones Científicas	C/ Serrano, 113	28006 Madrid	91 585 53 01/91 561 47 52
Fundació Universitat Empresa de les Illes Balears	Miquel dels Sans Oliver, 2 Edifici Sa Riera	07071 Palma de Mallorca	971 17 27 09
Fundación Bosch i Gimpera. Centro de Innovación Les Cúpules	Balmes, 21, planta principal	08007 Barcelona	93 402 14 30/93 318 00 57
Fundación Confemetal	C/ Príncipe de Vergara, 74	28006 Madrid	91 562 55 90/91 562 90 01
Fundación Empresa i Ciencia	Universidad Autónoma de Barcelona (Edificio A)	08193 Bellaterra (Barcelona)	93 581 30 20
Fundación Empresa Universidad de Alicante	Campus Universitario, Edificio Consejo Social	03690 San Vicente del Raspeig (Alicante)	96 590 36 90
Fundación Empresa Universidad de Granada	Dr. Severo Ochoa, s/n C. Fuente Nueva	18001 Granada	958 24 61 20
Fundación Empresa Universidad de La Laguna	Avda. Veinticinco de Julio, 9	28004 Sta. Cruz de Tenerife	922 60 39 93
Fundación Empresa Univesidad de Murcia	Campus Universitario, Edificio Escuela de Negocios	30100 Espinardo (Murcia)	968 36 41 36
Fundación Empresa Universidad de Navarra	Yanguas y Miranda, 27	31003 Pamplona (Navarra)	948 42 56 18
Fundación Empresa Universidad de Zaragoza	Paseo Fernando el Católico, 2	50005 Zaragoza	976 35 15 08
Fundación Empresa Universidad Gallega	C/ de la Conga Casa de la Concha, 1	15701 Santiago de Compostela (La Coruña)	981 57 26 55
Fundación General de la Universidad de Valladolid (Centro de Transferencia e Innovación)	Pza. de Santa Cruz, 5 bajo	47002 Valladolid	938 42 35 49/938 42 30 14

ORGANISMO	DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
Fundación General Universidad Autónoma de Madrid	Ctra. Colmenar Viejo, km 15 (Edificio Rectorado)	28049 Cantoblanco (Madrid)	91 397 52 72
Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en Extremadura	Manuel Fernández Mejías, s/n (2.ª planta)	06002 Badajoz	924 23 81 00
Fundación para el Fomento de la Investigación Científica aplicada a la Tecnología	Parque Tecnológico. Edificio Intituto Materiales	33428 Cayes-Llanera (Asturias)	985 26 56 73
Fundación Universidad Empresa de León	Avda. Facultad, 25 (Pabellón el Albeitar)	24004 León	987 29 16 51
Fundación Universidad Jaime I-Empresa	Campus Ctra. de Borriol (Edificio B)	12080 Castellón de la Plana	964 34 58 16
Fundación Universidad-Empresa de Madrid	Serrano Jover, 5 - 7.ª	28015 Madrid	91 541 96 00
Fundación Universidad-Empresa de Valencia	Plaza del Patriarca, 4, entresuelo	46003 Valencia	96 353 61 07
Fundación Universidad-Empresa de Valladolid	Real de Burgos, s/n (Casa del Estudiante)	47011 Valladolid	983 42 30 19/983 42 32 79
Fundación Universitaria de Las Palmas	C/ Juan de Quesada, 30	35001 Las Palmas de Gran Canaria	928 45 80 04/928 45 80 01
Instituto Andaluz de Tecnología	Moratín, 1	41001 Sevilla	95 456 50 00
Instituto Tecnológico Metalmeccánico	Parc Tecnologic, C/2, s/n	46980 Paterna (Valencia)	96 131 85 59
Investigación Universidad Empresa/Jakintza Lanezko Ikerkuntz	Gordoniz, 6	48010 Bilbao	94 444 92 35
Red de Fundaciones Universidad-Empresa	Ctra. de Burgos, km 22,300 (Finca «El Sotillo»)	28700 San Sebastián de los Reyes (Madrid)	91 663 68 57
Universidad Autónoma de Barcelona	Edificio Rectorado-Campus Universitario	08193 Bellaterra (Barcelona)	93 581 16 36

ORGANISMO	DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
Universidad Carlos III	C/ Butarque, 15	28911 Léganes (Madrid)	91 624 99 27/28/29/31/32
Universidad Complutense de Madrid	C/ Donoso Cortés, 65	28015 Madrid	91 394 63 71/91 394 63 74 91 394 63 76
Universidad de Alcalá	Campus Universitario (Facultad de Medicina)	28871 Alcalá de Henares (Madrid)	91 885 45 61
Universidad de Alicante	Campus San Vicente del Raspeig Edificio del Consejo Social Apto. Correos 99	03080 Alicante	96 590 34 67
Universidad de Almería	Edificio Central. Ctra. de Sacramento, s/n	04120 La Cañada de San Urbano (Almería)	950 21 51 56
Universidad de Burgos	Pabellón del Rectorado. Hospital del Rey, s/n	09001 Burgos	947 25 87 31/ 947 25 87 38
Universidad de Cádiz	C/ José Paredes Monge, 1	11002 Cádiz	956 22 06 02
Universidad de Cantabria	Av. de los Castros, s/n (Pabellón Gobierno)	39005 Santander (Cantabria)	942 20 10 29
Universidad de Castilla-La Mancha	Pabellón de Gobierno. Plaza de la Universidad, 2	02071 Albacete	967 59 92 35/967 59 92 09
Universidad de Córdoba	Campus Universitario Rabanales, Ctra. Madrid, km 396	14071 Córdoba	957 21 80 22
Universidad de Extremadura	Plaza Caldeceros, s/n	10071 Cáceres	927 21 20 00
Universidad de Girona	Edificio Les Aligues. Plaza Sant Domenec, 3	17071 Girona	972 41 80 24/972 41 80 15
Universidad de Granada. Agencia de Transferencia de Investigación	C/ Santa Lucía, 2, 2.ª planta	18071 Granada	958 24 43 36/01/19
Universidad de Huelva	Campus del Carmen, Pabellón 7 (Avda. de las Fuerzas Armadas, s/n)	21071 Huelva	959 23 57 08/959 23 40 68

ORGANISMO	DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
Universidad de Jaén	Paraje Las Lagunillas, s/n (Edificio 10)	23071 Jaén	953 21 23 22
Universidad de La Coruña	Campus de Elviña, s/n (Escuela de Caminos)	15071 La Coruña	981 16 71 73
Universidad de La Laguna	C/ Molinos de Agua, s/n	38207 La Laguna (Tenerife)	922 31 95 45
Universidad de la Rioja	C/ La Cigüeña, 60 (Ed. CC. Jurídicas y Filológicas)	26004 Logroño	941 29 91 83
Universidad de las Islas Baleares	Edificio Mateu Orfila (Campus UBI). Crta. Valdemossa, km 7,5	07071 Palma de Mallorca	971 17 33 85
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	C/ Juan de Quesada, 30	35001 Las Palmas de Gran Canaria	928 45 80 03/928 45 80 20
Universidad de León	Av. Facultad, 25	24071 León	987 29 15 91
Universidad de Lleida. Centro de Transferencia de Tecnología	Av. Alcalde Rovira Roure, 117	25198 Lleida	973 70 20 90
Universidad de Málaga	Severo Ochoa, s/n (Puerta E) Parque Tecnológico	29071 Málaga	95 213 25 91
Universidad de Murcia	C/ Teniente Flomesta, s/n (E. Convalecencia, 3.ª planta)	30071 Murcia	968 36 36 56
Universidad de Navarra. Instituto Científico y Tecnológico de Navarra. S.A.	Avda. Pío XII, 53 (2.ª planta)	31008 Pamplona	948 42 56 00
Universidad de Oviedo	Plaza de Riego (Edificio Histórico de la Universidad)	33003 Oviedo (Asturias)	98 510 40 61
Universidad de Salamanca	Patio Escuelas, 1	37008 Salamanca	923 29 44 90
Universidad de Santiago de Compostela. Centro de Transferencia de Tecnología	Avda. Das Ciencias, s/n (Campus Sur)	15706 Santiago de Compostela (La Coruña)	981 59 98 00
Universidad de Sevilla	C/ Valparaíso, 5, 3.ª	41013 Sevilla	95 423 79 80
Universidad de Valencia	L'Antiga Senda de Senent, 11 (Edificio Alameda)	46023 Valencia	96 386 40 44



ORGANISMO	DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
Universidad de Vigo	Centro de Apoyo Científico y Tecnológico a la Investigación Campus Universitario	36207 Vigo (Pontevedra)	968 81 22 36/37
Universidad de Zaragoza	C/ Baltasar Gracián, 1 (entresuelo)	50005 Zaragoza	976 56 52 11/976 56 50 03
Universidad del País Vasco	Barrio Sarriena, s/n (Edificio Rectorado)	48940 Leioa (Vizcaya)	94 464 77 00/94 464 88 00
Universidad Jaime I	Campus de la Penyeta Roja	12071 Castellón de la Plana	964 34 56 79
Universidad Miguel Hernández	Paseo Melchor Botella, s/n	03206 Elche (Alicante)	96 665 86 00
Universidad Politécnica de Cataluña. Centro de Transferencia de Tecnología	Edifici Nexus. Avda. Gran Capitán, 2-4	08034 Barcelona	93 401 71 26/93 401 77 45
Universidad Politécnica de Madrid	C/ Ramiro de Maeztu, 7	28040 Madrid	91 336 60 87/91 336 61 92
Universidad Politécnica de Valencia	Camino de Vera, s/n	46022 Valencia	96 387 74 09
Universidad Pompeu Fabra	Paseo de Colón, 17	08002 Barcelona	93 542 21 40
Universidad Pontificia Comillas	C/ Rey Francisco, núm. 4	28008 Madrid	91 559 20 00
Universidad Pública de Navarra	Carretera El Sadar, s/n. Edificio «El Sario»	31006 Pamplona	948 16 97 80/81
Universidad Ramón Llull	Sant Joan de la Salle, 8	08022 Barcelona	93 290 24 05
Universidad Rovira i Virgili	C/ Escorxador, s/n	43003 Tarragona	977 55 80 39/00
Universidad San Pablo-CEU (Facultad CC. Experimentales y Técnicas)	Ctra. Boadilla del Monte, km 5,300 (Urb. Montepíncipe)	28668 Boadilla del Monte (Madrid)	91 352 01 44



- *Las empresas de ingeniería española y las necesidades de formación.* Tecniberia Recursos Naturales y Medio Ambiente, 1998.
- *Libro blanco de la gestión medioambiental en la industria española.* Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente, 1998.
- *Ingeniería de aguas residuales.* Tratamiento, vertido y reutilización. Metcalf y Eddy, 1995.
- *Manual Media.* Escuela de Organización Industrial, 1993.
- *Aplicación del Manual Media al sector textil.* Escuela de Organización Industrial, 1998.
- *Aplicación del Manual Media al sector de curtidos de pieles de animales.* Escuela de Organización Industrial, 1997.
- OCDE, *Análisis de los resultados medioambientales,* España. OCDE, 1997.
- *Medio ambiente en España.* Ministerio de Medio Ambiente, 1997, 1996, 1995.
- *Catálogo de servicios medioambientales.* Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 1992.
- *La industria española de bienes de equipo (memoria).* SERCOBE, 1997.
- *Documento para el debate sobre el sistema español de innovación.* Fundación COTEC, 1997.
- *Gasto público en medio ambiente 1992-1993. Análisis comparativo.* Ministerio de Medio Ambiente, 1997.

## **DOCUMENTOS COTEC sobre OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS**

### **Documentos editados**

- Nº 1: Sensores.
- Nº 2: Servicios de Información Técnica.
- Nº 3: Simulación.
- Nº 4: Propiedad Industrial.
- Nº 5: Soluciones Microelectrónicas (ASICs) para todos los Sectores Industriales.
- Nº 6: Tuberías de Polietileno para conducción de agua potable.
- Nº 7: Actividades Turísticas.
- Nº 8: La PYMES y las Telecomunicaciones.
- Nº 9: Química Verde.
- Nº 10: Biotecnología.
- Nº 11: Informática en la Pequeña y Mediana Empresa.
- Nº 12: Innovaciones Telemáticas para las Empresas de Transporte.
- Nº 13: Redes Neuronales.

### **Documentos en preparación:**

Vigilancia Tecnológica.

## **DOCUMENTOS COTEC sobre NECESIDADES TECNOLÓGICAS**

### **Documentos editados:**

- Nº 1: Sector Lácteo.
- Nº 2: Rocas Ornamentales.
- Nº 3: Materiales de Automoción.
- Nº 4: Subsector Agro-industrial de origen vegetal.
- Nº 5: Industria Frigorífica y Medio Ambiente.
- Nº 6: Nuevos Productos cárnicos con bajo contenido en grasa.
- Nº 7: Productos Pesqueros reestructurados.
- Nº 8: Sector de la Construcción.
- Nº 9: Sector de la Rehabilitación.
- Nº 10: Aguas Residuales.

### **Documentos en preparación:**

Conservas Vegetales.  
Piel, Calzado y Conexas.