

Suele ser un parámetro a determinar en las aguas limpias, aunque también puede determinarse en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

Existen dos métodos de determinación:

4.1. Cálculo numérico

A partir de las determinaciones aisladas de calcio y de magnesio, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DUREZA TOTAL (mg/l CO}_3\text{, Ca)} = 2.497 [\text{Ca mg/l}] + 4.118 [\text{Mg, mg/l}]$$

4.2. Método volumétrico con EDTA

Los alcalinotérreos presentes en el agua forman un complejo con la sal disódica del ácido etilen-diaminotetracético (EDTA). La desaparición de las últimas trazas de elementos libres a determinar se pone de manifiesto por el viaje del indicador negro del eriocromo T. En un medio adecuadamente tamponado para evitar la precipitación del magnesio, el método permite determinar la suma de los iones calcio y magnesio.

5. Conductividad

Se trata de una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica, capacidad que dependerá del tipo de iones presentes en la disolución de una concentración y naturaleza, así como de la temperatura a la que se efectúe la medida.

La conductividad suele medirse en todo tipo de aguas, siendo un parámetro de los llamados «directos» esto es, que puede medirse *in situ* gracias a equipos portátiles, los conductímetros de campo. En el laboratorio la medida se realiza con ayuda de equipos de sobremesa, más precisos y fiables que los de campo.

6. Sólidos

Todos los materiales suspendidos o disueltos que aparecen en un agua (independientemente del tipo que sea) se denominan «sólidos». Básicamente se distinguen cuatro tipos de sólidos:

- sedimentables,
- en suspensión,
- disueltos,
- volátiles.

6.1. Sólidos sedimentables

Estos sólidos corresponden al material que se desprende de la suspensión en un período determinado. Normalmente es un parámetro que sólo se estudia en aguas residuales. Su determinación puede hacerse por dos métodos.

a) Método volumétrico.

En el que se llena un cono Imhoff con 1 l de muestra y se observa el material sedimentado a las 2 horas. El resultado se expresa como ml/l.

b) Método gravimétrico.

Requiere la previa determinación de los sólidos en suspensión. Una vez determinados éstos, se toma un volumen de la zona intermedia de una muestra que haya estado 1 hora en reposo. Sobre ese volumen se determinan, gravimétricamente, los sólidos no sedimentables. La diferencia entre los sólidos en suspensión y los no sedimentables darán los sólidos sedimentables. La diferencia entre los sólidos en suspensión y los no sedimentables darán los sólidos sedimentables en mg/l.

6.2. Sólidos en suspensión

Son aquellos retenidos en filtros de fibra de vidrio. Se determinarán gravimétricamente tras secado en estufa a 103-105 °C.

6.3. Sólidos disueltos

Se determinarán por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos en suspensión. El análisis de los sólidos totales se realiza tras evaporar en la placa de porcelana la muestra y secarla a 103-105 °C. La cantidad de sólidos se determina gravimétricamente.

Cuando los sólidos disueltos son sometidos a ignición y pesados de nuevo, la porción de peso perdida corresponde a los sólidos volátiles.

Métodos analíticos para los constituyentes inorgánicos no metálicos

1. Cianuros

Este término incluye todos los grupos CN^- en compuestos de cianuro que puedan determinarse mediante los métodos utilizados. Dichos compuestos pueden clasificarse en cianuros simples y en cianuros complejos. Se pueden pasar la mayoría de los cianuros complejos a libres mediante una destilación previa de la muestra. Una vez destilada se pueden determinar los cianuros simples o libres por cualquiera de los tres procedimientos siguientes:

1.1. Método volumétrico

En el que se valora la muestra con nitrato de plata, utilizándose como indicador el p-dimetilaminobenzalrodanina. Este método se aconseja para concentraciones de cianuro mayores de 1 mg/l.

1.2. Método colorimétrico

En el que el cianuro presente en la muestra se hace reaccionar con piridina y con pirazolona para formar un complejo de color azulado cuya concentración se establece espectrofotométricamente. Este procedimiento se recomienda para valores de cianuro que oscilan entre 20 $\mu\text{g/l}$ y 1 mg/l.

1.3. Método potenciométrico

Utiliza un electrodo relativo de cianuro. Se puede emplear este método para rangos de concentración entre 0,05 y 10 mg/l de CN^- .

Los cianuros pueden determinarse tanto en aguas residuales como en potables, aunque es más frecuente su determinación en efluentes industriales.

2. Cloro

Cuando para desinfectar un agua le añadimos cloro en forma molecular en forma de hipoclorito, éste sufre una hidrólisis para dar cloro mo-

lecular acuoso, ácido hipocloroso e ión hipoclorito. El cloro molecular libre reacciona con los compuestos de nitrógeno presentes en el agua para formar cloro combinado.

Los métodos para determinar cloro libre, total y combinado pueden ser de dos tipos: titrimétricos y colorimétricos. El método colorimétrico es el más usado.

2.1. Método colorimétrico

En el método colorimétrico el (N,N-dietil-para-fenilenediamina) es oxidado por el cloro, formando un compuesto rojizo cuya intensidad se mide con un espectrofotómetro.

Aunque pueda determinarse el cloro tanto en aguas residuales como potables, es un parámetro de rutina en la analítica del segundo grupo de aguas. Este método también se emplea en la determinación de cloro en la atmósfera.

3. Cloruros

Este parámetro puede determinarse por métodos titrimétricos (nitrato de mercurio, nitrato de plata), métodos colorimétricos (tiocianato de mercurio) y método potenciométrico.

3.1. Método del nitrato de mercurio

En el que el nitrato de mercurio reacciona selectivamente con todos los cloruros presentes en la muestra para producir cloruro mercuríco e iones nitrato. Cuando todo el cloruro ha sido acomplejado, los iones mercurícos en exceso se combinan con difenilcarbozona para formar un complejo de color púrpura que indica el punto final de la reacción.

3.2. Método argentométrico de Morh

En este método, también llamado del nitrato de plata, el nitrato de plata reacciona selectivamente con los cloruros presentes en la muestra para producir cloruro de plata insoluble. Después de que todo el cloruro ha

sido precipitado, el nitrato de plata reacciona con el cromato potásico para formar cromato de plata, de color anaranjado, marcando el punto final de la titración. Este método se aconseja para aguas claras con contenidos en cloruros de 0,15 a 10 mg/l.

3.3. Método de tiocianato de mercurio

La determinación colorimétrica por este método implica la reacción de los cloruros presentes en la muestra con el tiocianato mercúrico para producir cloruro mercúrico e iones de tiocianato libres. En presencia de ión férrico, los iones libres de tiocianato forman tiocianato férrico coloreado en proporción a la concentración de cloruros. La intensidad de color se mide en un espectrofotómetro.

3.4. Método potenciométrico

Emplea un electrodo selectivo de cloruros. Este procedimiento resulta especialmente útil para muestras turbias o coloreadas difíciles de analizar por titración o por colorimetría.

Este método también se emplea en la determinación de cloruros en atmósfera.

El cloruro es un parámetro a determinar tanto en aguas limpias como en aguas residuales.

4. Fluoruros

Los dos métodos más satisfactorios para determinar fluoruros en aguas son:

4.1. Método potenciométrico

Adecuado para concentraciones de fluoruros entre 0,1 mg/l y más de 10 mg/l.

4.2. Método Spadns

Este método colorimétrico es adecuado para concentraciones entre 0 y 1,40 mg/l. En este procedimiento el fluoruro se hace reaccionar con una

laca coloreada de zirconio, disociando una parte de ella para dar un ión complejo incoloro y el colorante. A mayor contenido de fluoruro, más pálido será el color producido. Esta variación de color se mide espectrofotométricamente.

De ambos métodos suele recurrirse al primero porque en aguas de vertido sería necesaria una destilación para eliminar las interferencias del método colorimétrico.

Los fluoruros suelen determinarse tanto en aguas potables como en aguas residuales, si bien en estas últimas la determinación se reserva normalmente a vertidos industriales. Estos métodos también se emplean en la determinación de fluoruros en la atmósfera.

5. pH

El pH del agua puede analizarse según dos métodos:

5.1. Colorimétrico

Se añade a la muestra un indicador, y la coloración obtenida se compara con una escala de colores preparados a partir de soluciones de pH conocidas. De exactitud muy relativa debido a la subjetividad inherente a los cambios de color y a las variaciones que el color de las soluciones puede sufrir en el tiempo, este método rara vez se utiliza.

5.2. Electrométrico

Procedimiento basado en la medida de la actividad de los iones hidrógeno por mediciones potenciométricas utilizando un electrodo patrón de hidrógeno y otro de referencia. El electrodo de hidrógeno consiste en un electrodo de platino por el que se pasan burbujas de hidrógeno gaseoso a una presión de 101 KPa. Debido a la dificultad de utilizarlo, se utiliza comúnmente el electrodo de vidrio.

La medida del pH suele ser una determinación necesaria para todo tipo de aguas. Puede efectuarse tanto en campo como en laboratorio gracias a la existencia en el mercado de equipos portátiles de gran fiabilidad.

6. Compuestos de nitrógeno

6.1. Amonio

Básicamente existen tres métodos para su análisis:

a) Método de Nessler.

En este procedimiento colorimétrico el reactivo de Nessler (K_2HgI_4) reacciona, bajo condiciones fuertemente alcalinas, con el amonio presente en la muestra para formar un compuesto amarillo cuya intensidad, proporcional al contenido de amonio, se mide espectrofotométricamente.

b) Método volumétrico.

Aplicable a concentraciones superiores a los 5 mg/l de NH_3 :N. Consiste en valorar la muestra, previamente destilada, con ácido sulfúrico diluido, utilizando una solución indicadora mixta rojo de metilo y azul de metileno.

c) Potenciométrico.

Aplicable a muestras en un contenido de NH_3 :N de entre 0,03 y 1,4 mg/l. Utiliza un electrodo de amonio.

El amonio es un parámetro de gran importancia en todo tipo de aguas, por lo que casi cualquier analítica lo suele incluir.

6.2. Nitrito

La forma habitual de análisis de nitritos es la colorimetría según el método de la diazotización. En este procedimiento, los iones nitrito de la muestra reaccionan con ácido sulfanílico para formar una sal de diazonio que reacciona con el ácido cromotrópico para formar un complejo rojo anaranjado directamente proporcional a la cantidad de nitrito presente. La intensidad de color se mide espectrofotométricamente.

El nitrito es un parámetro de especial importancia en las aguas limpias, siendo mucho más frecuente la necesidad de una determinación en este tipo de aguas que en las residuales.

6.3. Nitrato

Básicamente, existen dos métodos de determinación de nitratos:

a) Potenciométrico.

Aconsejado para rangos de concentración de entre 0,14 a 1,4 mg/l de NO_3^- como N. Utiliza un electrodo selectivo de nitrato. Se trata de un método aconsejable para aguas turbias o coloreadas.

b) Colorimétrico.

El método de la reducción con cadmio; aconsejado para valores de nitrato de entre 0,01 a 1,0 mg/l de NO_3^- como N. En este procedimiento, el cadmio reduce los nitratos a nitritos. Después, los nitritos reaccionan en medio ácido con el ácido sulfanílico para dar una sal de diazonio que a su vez reaccionará con ácido gentísico para dar un compuesto de color ámbar, cuya intensidad se mide espectrofotométricamente.

6.4. Nitrógeno orgánico (nitrógeno Kjeldhal)

La determinación del nitrógeno Kjeldhal está referida al amonio y a los compuestos orgánicos de nitrógeno presentes en la muestra, excluyendo nitratos y nitritos. Este análisis se realiza en tres etapas:

- Digestión.
- Destilación.
- Determinación del nitrógeno en forma de amonio.

En la digestión, los compuestos de carbono se oxidan a CO_2 , y la mayor parte de las formas de nitrógeno presentes se convierten a amonio. La digestión se realiza con ácido sulfúrico y un catalizador metálico a unos 200 °C de temperatura durante 2 horas.

En la destilación, se añade hidróxido sódico al digerido y se recoge el amoníaco desprendido en una solución de ácido bórico, sobre la que se determina el amonio presente según los métodos descritos en anteriores apartados.

Susceptible de determinarse en aguas limpias y residuales, el nitrógeno orgánico suele ser parámetro más propio de analizar en estas últimas.

7. Oxígeno disuelto

Normalmente, el oxígeno disuelto se analiza por cualquiera de estos dos métodos:

7.1. Método de Winkler

En este método yodométrico el ión manganeso reacciona con el oxígeno disuelto presente en la solución alcalina para formar un flóculo de hidróxido óxido de manganeso. Se añade azida para eliminar la posible interferencia de los nitratos en los pasos siguientes del análisis. La muestra, recogida en frascos especiales y en la que el oxígeno ha sido fijado de la forma descrita, más acidificada en el laboratorio, y el flóculo de manganeso es reducido por el ioduro para formar ión manganeso y yodo libre, que es valorado con tiosulfato. A partir de la cantidad de tiosulfato usado en la valoración se establece la concentración de oxígeno disuelto.

7.2. Método electrométrico

Emplea un electrodo de membrana unible al oxígeno. Se trata de un método fácil y cómodo al disponer el mercado de equipos muy fiables, tanto de laboratorio como de campo.

La medida del oxígeno disuelto es un parámetro de análisis muy común para todo tipo de aguas.

8. Fósforo

Generalmente puede clasificarse como ortofosfato, fosfato condensado, o fosfato unido a compuestos orgánicos. Sólo el ortofosfato puede determinarse directamente requiriendo las demás formas de un pretratamiento para convertirlas a ortofosfato, consistente en una digestión con ácido sulfúrico y persulfatos potásico. Los ortofosfatos suelen determinarse mediante el método del ácido ascórbico.

8.1. Método del ácido ascórbico

En este procedimiento el ortofosfato reacciona con molibdato en solución ácida para formar un complejo amarillo de fosfomolibdato. Este complejo es reducido por el ácido ascórbico para formar una especie de molibdeno de color azul, cuya intensidad es medida espectrofotométricamente.

El fósforo suele medirse tanto en aguas limpias como en aguas residuales.

9. Sílice

El método más frecuente de determinación es colorimétrico es el método silicomolibdato.

9.1. Método del silicomolibdato

En este procedimiento los iones molibdato reaccionan con la sílice y fosfato bajo condiciones ácidas para formar un color amarillo. Se añade entonces ácido cítrico para destruir el complejo de ácido fosfomolibdico. Para cantidades elevadas de sílice el color amarillo remanente es lo suficientemente intenso como para leerlo directamente. Para concentraciones bajas se usa un agente reductor aminoácido que transforma el complejo amarillo en un complejo azul oscuro. El color formado es directamente proporcional al contenido en sílice de las muestras.

Este parámetro normalmente se analiza en aguas limpias, pero rara vez en residuales.

10. Compuestos de azufre

10.1. Sulfuros

a) Método yodométrico.

Adecuado para concentraciones superiores a 1 mg/l de sulfuro en aguas limpias. En este método, después de la acidificación de la muestra los sulfuros son desplazados en forma de H_2S por un gas inerte y recogido en una solución de acetato de cinc. El yodo utilizado en exceso reacciona con la suspensión de sulfuro de zinc en ciertas condiciones de acidez. El exceso de yodo, valorado con una solución de tiosulfato sódico, permite calcular la cantidad de sulfuros.

b) Método colorimétrico del azul de metileno.

Aplicable a muestras con hasta 20 mg/l de sulfuros. El ensayo está basado en la capacidad del sulfuro de hidrógeno y de los sulfuros metálicos solubles en ácido para convertir la N,N-dimetil-p-fenilenediamina directamente a azul de metileno en presencia de dicromato potásico. La intensidad del color azul desarrollado es proporcional a la de sulfuros de la muestra.

c) Método potenciométrico.

Después de la acidificación de la muestra los sulfuros son desplazados en forma de H_2S por un gas inerte y recogido en una solución de hidróxido potásico. La medida de la actividad iónica de los sulfuros se realiza mediante electrodo específico.

Los sulfuros pueden analizarse tanto en aguas potables como en residuales, si bien es más frecuente determinarse en estas últimas.

10.2. Sulfitos

El análisis de sulfitos suele efectuarse mediante un método volumétrico. En este procedimiento, los sulfitos se oxidan en presencia de yodo y en medio ácido. El exceso de yodo se valora con tiosulfato sódico.

10.3. Sulfatos

Pueden emplearse varios métodos en la determinación de sulfatos:

a) Método gravimétrico.

De ejecución bastante larga requiere personal experto y familiarizado con el procedimiento. Los iones SO_4^{2-} se hacen precipitar en forma de sulfato de bario y se evalúan gravimétricamente.

b) Método turbimétrico.

Más fácil y cómodo, aunque cuenta con el inconveniente de las interferencias debidas al color, las materias en suspensión y la materia orgánica. Los sulfatos son determinados por su precipitación cuantitativa con cloruro de bario.

c) Método volumétrico.

En el que los iones SO_4^{2-} se determinan por volumetría en presencia de sulfato de bario y en medio alcohólico. Se utiliza como indicador una solución al 0,2 % de alizaeín sulfonato sódico. Las interferencias ácidas a ciertos iones pueden eliminarse pasando previamente la muestra por una resina catiónica.

d) Método conductimétrico.

Los iones SO_4^{2-} se determinan volumétricamente con una sal de bario en presencia de un soporte de precipitación, registrando la variación de

conductividad en función del volumen de reactivo y determinando el punto de equivalencia.

Los SO_4^{2-} son un parámetro que ordinariamente se determina en aguas limpias y residuales.

Métodos analíticos para los constituyentes inorgánicos metálicos

Las técnicas utilizadas normalmente para el análisis de metales son las ya descritas en el apartado de métodos analíticos de contaminantes atmosféricos.

Métodos analíticos de contaminantes orgánicos

1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO₅) es un ensayo que tiene por objeto determinar los requerimientos de oxígeno de vertidos, efluentes y aguas contaminadas. La prueba tiene una amplia aplicación en la evaluación de los sistemas de tratamiento de las estaciones depuradoras. El ensayo mide el oxígeno utilizado durante el período de incubación de 5 días para degradación bioquímica de la materia orgánica (demanda carbonácea) y el oxígeno empleado en la oxidación de materiales inorgánicos, como hierro ferroso o sulfuros.

Básicamente, existen 2 métodos para determinar la DBO₅, el de diluciones y los métodos instrumentales.

Los resultados pueden estar influenciados por la presencia de sustancias tóxicas (metales, cloro, etc.) que inhiban la oxidación bioquímica.

La presencia de algas o de microorganismos nitrificantes pueden producir artificialmente resultados elevados.

2. Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno equivalente a la cantidad de dicromato consumido por los materiales disueltos y en suspensión, cuando la muestra de agua se trata con dicromato en unas condiciones determinadas. Es una medida aproximada de la cantidad de oxígeno consumido para la oxidación total de los constituyentes orgánicos. La mayoría de los compuestos orgánicos se oxidan por este método

en un 95 %. En el caso de aguas con compuestos predominantemente orgánicos, el valor de DQO es una aproximación bastante buena de la demanda teórica de oxígeno.

Para aguas con alto contenido en sustancias difícilmente oxidables por dicromato, la DQO se aleja de la demanda teórica, como es el caso de algunos vertidos industriales.

El método se lleva a cabo calentando a reflujo la muestra con sulfato de mercurio (II) y una cantidad conocida de dicromato potásico en presencia de un catalizador de plata y en medio ácido. Parte del dicromato se reduce por las materias oxidables, y el exceso de dicromato restante se valora con solución de sulfato ferrosoamónico.

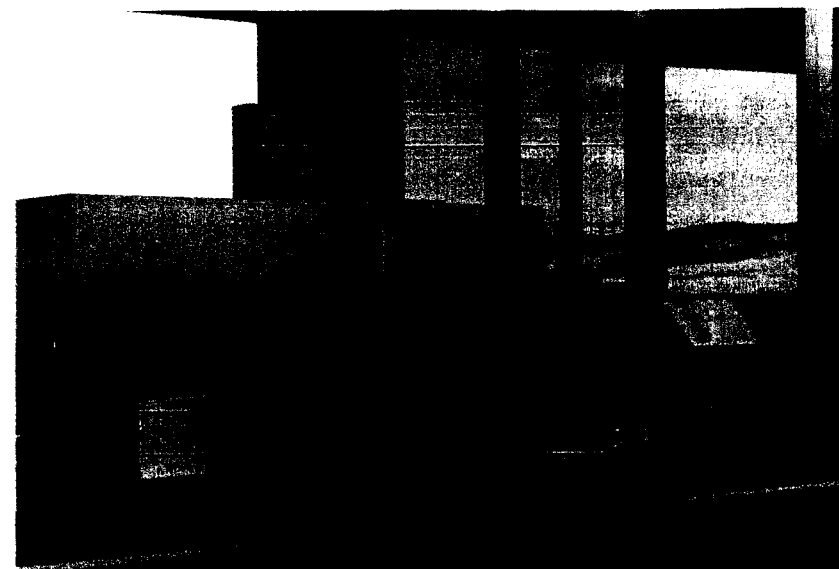
Existe otra forma de determinación de la demanda química de oxígeno; es la que utiliza permanganato potásico como oxidante. Esta determinación suele recibir el nombre de «oxabilidad al permanganato», y es más adecuada para muestras de agua con bajo contenido en materia orgánica (como aguas potables y aguas limpias). El método analítico consiste en poner a ebullición la muestra con una cantidad de permanganato en exceso; lo que queda de éste después de oxidar la materia orgánica se valora con ácido oxálico.

3. Carbono orgánico total (COT)

Es una medida del contenido total de compuestos orgánicos. Los métodos de determinación transforman el carbono orgánico en CO_2 por combustión y suelen medir éste en un analizador infrarrojo. Los aparatos de medida suelen determinar, además, otras formas de carbono, entre ellas carbono inorgánico (CI), carbono orgánico disuelto (COD), carbono orgánico no disuelto (COND), carbono orgánico purgable (COP) y carbono orgánico no purgable (CONP).

4. Aceites y grasas. Hidrocarburos totales

La determinación de aceites y grasas no da la medida de la cantidad de este grupo de sustancias, sino que incluye otros grupos de características similares. En concreto incluye otros grupos que se extraen con el disolvente utilizado. Los métodos de determinación son fundamentalmente dos: uno gravimétrico y otro por espectroscopía infrarroja. En ambos métodos se realiza una extracción con disolvente orgánico (normalmente triclorotrifluoretano).



Medidor de carbono orgánico total

4.1. Método gravimétrico

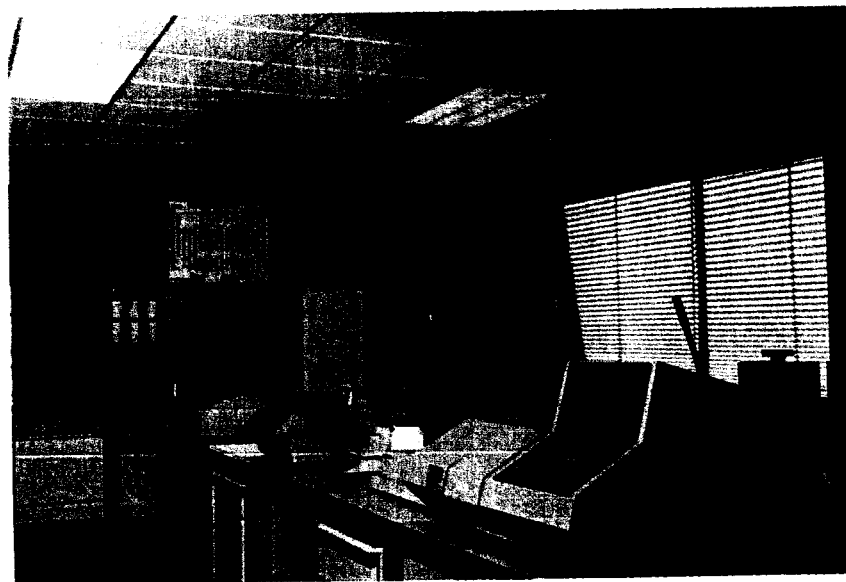
En el método gravimétrico se procede a la evaporación del disolvente del extracto y pesada del residuo que queda.

4.2. Método espectroscopía infrarroja

En el método de espectroscopía infrarroja se realiza un espectro infrarrojo del extracto en triclorotrifluoretano entre 3.200 cm^{-1} y 2.700 cm^{-1} (véase ilustración de la página 454), midiéndose la intensidad de la banda situada a 2.930 cm^{-1} . Se compara con una curva de calibrado con patrones de aceite.

5. Detergentes

Los detergentes más utilizados son los iónicos y, dentro de éstos, los detergentes aniónicos. El método de determinación analítica que más comúnmente se utiliza para estos compuestos es el llamado del azul de metileno.



Espectrómetro FTIR

No son los detergentes aniónicos las únicas sustancias que dan reacción con azul de metileno; este método determina, adicionalmente, otras sustancias activas de ese compuesto. El método consiste en poner en contacto la muestra con solución de azul de metileno, con lo que se forma un complejo extraíble en cloroformo que puede determinarse espectrofotométricamente a 650 nm.

6. Fenoles

En las determinaciones analíticas de contaminantes atmosféricos se indicó que las técnicas para determinación de fenoles en aquella matriz eran cromatográficas, utilizándose tanto la cromatografía en fase gaseosa con detector FID como la cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC). Estas dos técnicas son igualmente útiles para su determinación en aguas, realizándose normalmente una extracción previa con un disolvente orgánico adecuado. Las dos técnicas separan fenoles por compuestos individuales.

En aguas es útil la espectrofotometría UV-Vis para la determinación de estos compuestos. De entre los métodos espectrofotométricos, el más comúnmente utilizado es el de la 4-aminoantipirina. Los fenoles se destilan y el destilado se hace reaccionar con 4-aminoantipirina formándose un compuesto

coloreado extraíble en cloroformo y que se determina espectrofotométricamente a 510 nm. Este método da un contenido conjunto de fenoles.

7. Compuestos orgánicos volátiles

La técnica utilizada para la determinación de estos compuestos en agua es la cromatografía de gases, igual que se indicó en el caso de muestras de atmósfera.

En aguas deberán extremarse los cuidados en el muestreo y almacenamiento de las muestras procurando utilizar botellas con cierre hermético y enfriado de inmediato. Como dispositivo de inyección en cromatografía deberá usarse la técnica de «purga y trampa» y enfoque criogénico.

En cuanto a los detectores, se utilizará el detector de captura electrónica (ECD) para los compuestos halogenados volátiles y el de ionización de llama (FID) para hidrocarburos y otros grupos de compuestos.

8. Pesticidas

La técnica analítica más adecuada para la determinación de pesticidas en aguas es la cromatografía de gases.

Las muestras se extraen previamente con un disolvente orgánico, los extractos se concentran hasta un volumen pequeño y se somete a un *clean-up* con gel de sílice o alúmina. La determinación cromatográfica se hace utilizando detector de captura electrónica para el caso de los pesticidas organoclorados, o detector de nitrógeno-fósforo para los organofosforados.

9. Policlorobifenilos (PCB)

El método de análisis es análogo al utilizado para pesticidas organoclorados.

10. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's)

Para su determinación en agua se utilizan las mismas técnicas que se indicaron en el apartado de contaminantes atmosféricos, con la diferencia del pretratamiento de las muestras. Las muestras de agua se extraen previamente con un disolvente orgánico adecuado y los extractos se concentran antes del análisis cromatográfico.

11. Contenido de halógenos orgánicos (TOX)

Para la evaluación del contenido de halógenos orgánicos se pueden hacer varias determinaciones. Por un lado, se pueden determinar los compuestos halogenados orgánicos adsorbibles sobre carbón activo (AOX) y los compuestos halogenados purgables (POX). El contenido total de orgánicos halogenados (TOX) se puede considerar como la suma de los anteriores.

Por otro lado, existe la posibilidad de realizar otro tipo de determinación, la de EOX, es decir, de los compuestos orgánicos halogenados extraíbles en disolvente orgánico (normalmente éter de petróleo o hexano).

La determinación final de cualquiera de estos grupos de compuestos es una microcoulombimetría. Se diferencian pues, unos de otros, por su forma de pretratamiento.

Determinaciones analíticas practicables en función del origen del agua

Cuando se realiza el estudio de un agua, pueden pretenderse dos objetivos básicos:

- Una caracterización.
- Un seguimiento.

— Caracterización:

En la caracterización se practicarán determinaciones analíticas capaces de suministrar una información lo más completa posible de los componentes de un agua. Esto constituye la base para evaluar la posible utilización de ese agua, las necesidades de tratamiento, etc.

— Seguimiento:

En el seguimiento se parte de una situación concreta en la que se conocen las características del agua, su utilización o el tratamiento a que se somete para un fin determinado. En tales circunstancias se seleccionan un grupo de parámetros lo suficientemente significativos para conocer, mediante un análisis periódico, cómo evoluciona la situación de nuestra agua, es decir, si continua sirviendo para los usos a los que fue destinada o si nuestros sistemas de tratamiento son los adecuados o funcionan eficazmente.

1. Aguas potables

1.1. Caracterización

En el caso de las aguas potables, el examen de caracterización resulta muy amplio, comprendido los siguientes parámetros:

a) Parámetros organolépticos:

- Color.
- Turbidez.
- Olor.
- Sabor.

b) Parámetros físico-químicos:

- | | |
|------------------------|--|
| — Temperatura. | — Nitratos. |
| — pH. | — Nitritos. |
| — Conductividad. | — Amonio. |
| — Cloruros. | — Nitrógeno Kjeldhal. |
| — Sulfatos. | — Oxidabilidad. |
| — Sílice. | — Carbono orgánico total. |
| — Calcio. | — Hidrógeno sulfurado. |
| — Magnesio. | — Sustancias extraíbles al cloroformo. |
| — Sodio. | — Hidrocarburos disueltos. |
| — Potasio. | — Fenoles. |
| — Aluminio. | — Boro. |
| — Dureza. | — Agentes tensoactivos. |
| — Residuo seco. | — Hierro. |
| — Oxígeno disuelto. | — Manganeso. |
| — Anhídrido carbónico. | — Cobre. |
| — Zinc. | — Materia en suspensión. |
| — Fósforo. | — Cloro residual. |
| — Flúor. | — Bario. |
| — Cobalto. | — Plata. |

c) Parámetros relativos a las sustancias tóxicas:

- | | |
|-------------|--------------|
| — Arsénico. | — Antimonio. |
| — Berilio. | — Selenio. |
| — Cadmio. | — Vanadio. |

- Cianuros.
- Cromo.
- Mercurio.
- Plomo.
- Plaguicidas.
- PAH's.
- Níquel.

d) Parámetros microbiológicos:

- Coliformes totales.
- Coliformes fecales.
- Estreptococos fecales.
- Clostridium sulfito-reductores.
- Aerobios totales a 22 °C.
- Aerobios totales a 37 °C.

1.2. Seguimiento

Una vez que el agua potable ha sido caracterizada, bastará con examinarla periódicamente utilizando una serie más breve de parámetros. La periodicidad de los exámenes mínimos estará en función del número de personas abastecidas por ese agua, pudiendo ser desde diaria para grandes poblaciones (más de 300.000 habitantes) hasta mensual (poblaciones iguales o inferiores a los 10.000 habitantes). Estos análisis mínimos suelen estar compuestos por los siguientes parámetros:

- Olor.
- Sabor.
- Nitritos.
- Amoníaco.
- Conductividad.
- Cloro residual.
- Coliformes totales.
- Coliformes fecales.

2. Vertidos urbanos e industriales

2.1. Caracterización

En el caso de los vertidos, el examen de caracterización suele estar relacionado con el establecimiento de un canon de vertido por par-

te de las autoridades competentes en materia de aguas, y suele ser bastante extenso.

Considerando las variaciones que sufre la legislación en cuanto a parámetros de vertido se refiere, no se puede ofrecer una lista estricta de determinaciones. Sirva, a modo de ejemplo, la siguiente relación que figura en la actual Ley de Aguas:

- | | | |
|---------------------------|------------------|---------------------|
| — pH. | — Mercurio. | — Nitrógeno. |
| — Sólidos en suspensión. | — Plomo. | — Aceites y grasas. |
| — Materias sedimentables. | — Selenio. | — Fenoles. |
| — Sólidos gruesos. | — Estaño. | — Aldehídos. |
| — DBO ₅ . | — Cobre. | — Detergentes. |
| — DQO. | — Zinc. | — Pesticidas. |
| — Aluminio. | — Cianuros. | |
| — Arsénico. | — Cloruros. | |
| — Bario. | — Sulfuros. | |
| — Boro. | — Sulfitos. | |
| — Cadmio. | — Sulfatos. | |
| — Cromo. | — Fluoruros. | |
| — Hierro. | — Fósforo. | |
| — Manganeso. | — Fósforo total. | |
| — Níquel. | — Amoníaco. | |

2.2. Seguimiento

Una vez caracterizado el vertido, el seguimiento del mismo se realizará sobre aquellos parámetros que resultan más significativos, lo cual depende en gran medida de si el vertido es de un agua residual industrial o doméstico. De modo muy general, el análisis de seguimiento de un agua tipo doméstico podría comprender los siguientes parámetros:

- pH.
- Conductividad.
- Materia en suspensión.
- DQO.
- DBO₅.

En cuanto a la frecuencia de los análisis, ésta resulta muy relativa. Los parámetros descritos suelen ser los típicos que se aplican en el control de un proceso de depuración, y la periodicidad de su determinación puede estar condicionada el volumen de agua que se trate.

Aguas

Técnicas	Espectrofotometría				Cromatografía		Análisis químico clásico		Bacteriología					
	Emisión	Atómica		Molecular	Infrarroja	Gas	Líquida	Conductimetría	Potenciometría	Coulombimetría	Método N.º más probable	Filtración sobre membranas	Incorporación a gelos	Conc., siembra e identificación
		Llama	Cámara de grafito	Generador hidruros										
Parámetros	ICP													
Color	*													
Turbidez														
pH														
Conductividad							*							
Cloruros								*						
Sulfatos								*						
Silice	*							*						
Calcio	*							*						
Magnesio	*							*						
Sodio	*							*						
Potasio	*							*						
Aluminio	*							*						
Dureza	*							*						
Residuo seco									*					
Oxígeno disuelto														

Aguas (continuación)

Anhidrido carbónico														
Nitratos														
Nitritos														
Amonio														
Nitrógeno Kjeldhal														
Oxidabilidad														
Carbono orgánico total														
Sulfuros														
Aceites y grasas														
Hydrocarburos														
Fenoles														
Boro														
Detergentes														
AOX														
EOX														
Hierro														
Manganeso														
Cobre														
Zinc														
Fósforo														
Fluor														
Cobalto														

CUARTA PARTE
GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
EN LA INDUSTRIA

1

Procedimiento administrativo en la fase de proyecto

La legislación española, al igual que la de cualquier país desarrollado, obliga al promotor de una actividad industrial a cumplir una serie de requisitos ambientales con anterioridad a que las administraciones competentes otorguen las oportunas autorizaciones y licencias.

De este modo, las autoridades pueden prever los efectos que sobre el medio ambiente pudiera generar un determinado proyecto industrial que se pretenda llevar a cabo, decidiendo, a la vista de esos efectos, sobre la conveniencia o no de que se ejecute el proyecto, y, en caso favorable, las condiciones que pueden serle exigidas al promotor para garantizar la protección del medio ambiente.

Hay que destacar que la mayoría de estas normas de carácter preventivo son de aplicación tanto a las nuevas industrias como a las modificaciones, ampliaciones o traslados de las ya establecidas.

En ellas encontramos competencias de organismos situados en los tres niveles de la Administración: local, autonómico y central. No obstante, el hecho de que parte de esta legislación sea anterior a la configuración autonómica del Estado, hace que los organismos competentes indicados no correspondan con el actual marco competencial que, por otra parte, tampoco es el mismo para todas las comunidades autónomas. Por ello, es aconsejable en cada caso realizar las oportunas consultas para determinar cuál es el organismo ante el que se debe plantear cada una de las solicitudes.

Igualmente, conviene indicar que algunas de estas normas tienen carácter sectorial (aguas, atmósfera, residuos, etc.), y que las otras contemplan de modo integrado la problemática ambiental potencialmente generada por una industria.

Detallar los procedimientos establecidos en esta normativa sería muy prolijo, por lo que únicamente se citan las más importantes entre las que pueden ser de aplicación a una instalación industrial.

a) Decreto 2414/1961 por el que se aprueba el *Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas* (RAMINP).

De obligado cumplimiento para cualquier actividad industrial, el RAMINP indica la obligatoriedad de acompañar la solicitud de licencia municipal de una memoria que detalle las características de la actividad, su posible repercusión sobre la sanidad ambiental y los sistemas correctores que habrán de utilizarse.

b) Decreto 833/1975 que desarrolla la Ley 38/1972 de *Protección del Ambiente Atmosférico* y Orden de 18 de octubre de 1976 del Ministerio de Industria y Energía sobre *Prevención y Corrección de la Contaminación Atmosférica Industrial*.

Determinan los requisitos necesarios para la aprobación del proyecto y autorización de puesta en marcha y funcionamiento de las actividades industriales calificadas como potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

c) Real Decreto 2994/1982 sobre *Restauración de Espacios Naturales afectados por Actividades Extractivas*.

Con carácter previo al otorgamiento de una autorización de aprovechamiento, o de una concesión de explotación, el solicitante deberá presentar un Plan de Restauración del espacio afectado por las labores, que incluya un Estudio de Impacto Ambiental.

d) Ley 29/1985 de *Aguas* y Real Decreto 849/1986 por el que se aprueba el *Reglamento del Dominio Público Hidráulico*.

Establecen el requisito de autorización administrativa para efectuar vertidos de aguas residuales. En la tramitación de concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico, y pudieran implicar riesgos para el medio ambiente, será preceptiva la presentación de una evaluación de sus efectos.

e) Real Decreto 833/1988 por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de *Residuos Tóxicos y Peligrosos*.

Fija el régimen de autorización tanto para las actividades productoras como para las de gestión de residuos tóxicos y peligrosos, indicando la documentación a presentar en cada caso.

f) Real Decreto Legislativo 1302/1986 sobre *Evaluación de Impacto Ambiental*, Real Decreto 1131/1988 por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986 y legislación propia de las comunidades autónomas sobre esta materia.

Los tipos de proyectos incluidos en la legislación estatal y de las comunidades autónomas deben someterse al procedimiento administrativo de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), obligando al promotor a presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, que sirve para predecir las consecuencias de la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente y establecer las oportunas medidas correctoras.

Del análisis de todas las normas citadas, puede reseñarse que la única de obligado cumplimiento para cualquier tipo de industria es el RAMINP, el resto son de aplicación para determinados tipos de actividad industrial o cuando la actividad puede afectar a un determinado factor ambiental.

Cualitativamente, la EIA es la más completa y exigente tanto en aspectos procedimentales como técnicos y es, indiscutiblemente, la más eficaz para prevenir repercusiones no deseadas sobre el medio ambiente.

No obstante, esto no supone que un proyecto sometido a EIA no deba solicitar las autorizaciones requeridas por el resto de normas citadas. Lo que sí contempla el Real Decreto 1131/1988 de EIA en su Disposición Adicional, es que las regulaciones sobre los Estudios y Evaluaciones de Impacto Ambiental contenidas en él y en el Real Decreto Legislativo 1302/1986 se deben aplicar a los procedimientos previstos en las regulaciones sectoriales citadas en los puntos A, B, C y D.

2

Medio ambiente y gestión empresarial

DESARROLLO SOSTENIBLE Y TECNOLOGÍA

Problemática ambiental global y sus posibles soluciones

La Conferencia de Río de 1992 ha tenido un efecto altamente positivo, como es el de procurar una nueva visión del medio ambiente. Este punto de vista es el de la globalidad y la integración, que escapa del enfoque excesivamente analítico y de microescala que se tenía hasta ahora.

Este enfoque permite observar nuestro mundo como un todo en equilibrio cuya evolución a mayores entropías se está acelerando a pasos agigantados, pudiendo estar cercano el punto de no retorno o aquel en el que se supera irreversiblemente la capacidad de asimilación del medio.

Esta visión facilita la búsqueda de soluciones que, inevitablemente, han de pasar por alcanzar un punto de inflexión en la curva anterior, aminorando los impactos y ralentizando los efectos.

En resumen, es lo que se ha venido definiendo como desarrollo sostenible o, lo que es lo mismo, un desarrollo económico en el que el índice de reducción del contenido energético y de materias primas de la producción es superior al índice de crecimiento de dicha producción.

Economía ambiental, desarrollo económico y recursos ambientales

Un recurso es algo valioso y útil, y está condicionado por cuatro variables:

- Cantidad.
- Calidad.
- Tiempo.
- Espacio.

Todos ellos, en conjunto, condicionan la utilidad y validez de un recurso.

El problema, hasta ahora, ha radicado en que gran parte de los recursos ambientales no han sido considerados bienes económicos debido, fundamentalmente, a tres razones: su abundancia, la ausencia de propietario y su novedad.

La economía clásica ha demostrado no ser válida cuando se aplica a recursos ambientales. Un recurso ambiental, como un paisaje, puede tener valor y utilidad y carecer de un precio de mercado. Las corrientes actuales hablan ya de la economía ambiental como aquella capaz de integrar los bienes ambientales en el análisis económico de modo que se refleje la verdadera relación de costes y beneficios de cada actuación.

La CEE ya recomienda la inclusión del medio ambiente en los indicadores económicos tales como el PIB, en los que incluso se consideran como positivos aquellos desarrollos que implican una esquilmación de recursos.

Por otra parte, el crecimiento económico se basa en cuatro fuentes:

- Inversión.
- Expansión comercial.
- Expansión del mercado.
- Tecnología.

De estas fuentes, las tres primeras suponen una expansión a partir de una base de recursos dada, mientras que la cuarta puede llegar a modificar las relaciones de disponibilidad de los recursos, lo que conlleva una mejora de la calidad ambiental. Esto lo puede conseguir la tecnología de dos modos distintos: *aumentando la eficiencia con el uso de recursos o diversificando su consumo.*

Habida cuenta de que medio ambiente y desarrollo no están enfrentados sino que se complementan, la tecnología está llamada a ser la pro-

tagonista del desarrollo económico sostenible, siempre y cuando se oriente a desvincular la producción de su gran dependencia de los recursos ambientales.

EL PAPEL DE LA INDUSTRIA

Interacciones industria-entorno

La empresa moderna no tiene nada que ver con la de hace 50 o 100 años. En la actualidad una empresa es un sistema abierto, con múltiples objetivos, situada en un entorno muy dinámico con el que tiene múltiples vínculos, y no hay fronteras claras. Esto hace que haya interacciones recíprocas entre empresa y entorno.

La empresa recibe del entorno recursos y los transforma en productos, generando unos residuos que devuelve al medio. Al mismo tiempo, genera empleo y es, a su vez, motor del desarrollo.

Ese desarrollo permite a la sociedad demandar mayor calidad de vida y, por tanto, del entorno. Por ello, presiona directamente a la empresa e indirectamente a través de la Administración pública, que legisla y regula sus actividades, exigiendo a la empresa moderna una responsabilidad social que antaño no tenía dentro de sus objetivos. Al mismo tiempo, las empresas actuales participan en la elaboración de dichas normas, con lo que se cierra un ciclo cuyas consecuencias son enormemente positivas.

Estas presiones provocan cambios constantes en la actividad industrial, condicionando constantemente y cada vez a un ritmo mayor su producción, investigación, organización e incluso sus propios objetivos.

Sirva como ejemplo el importante desarrollo legislativo que, en materia ambiental, se espera implantar desde 1993 hasta 1995, a nivel de la CEE, y que hay que añadir al existente (europeo, nacional, regional y local). En él, lo realmente importante es un cambio de perspectivas, orientado hacia:

- Reducción de la contaminación en origen.
- Máximo aprovechamiento de los recursos.
- Quien contamina paga.
- El medio ambiente es una unidad de gestión.
- Introducción del medio ambiente en el mercado a través de la voluntariedad de algunas acciones.

Medio ambiente: ¿problema u oportunidad para la industria?

Ante estos planteamientos caben dos posturas empresariales:

- Oposición a todas las leyes de protección ambiental y sólo hacer lo que es imposible eludir.
- Entender el medio ambiente como una responsabilidad propia de las obligaciones empresariales.

La primera, *postura defensiva*, implica tener que sufrir una presión política y social constantes, con la consiguiente pérdida de confianza en las actividades empresariales. El medio ambiente pasa a ser una fuente de costes y de problemas.

La segunda, *postura proactiva*, reconoce la necesidad de integrar la variable ambiental en todos los mecanismos de decisión empresariales, lo que supone anticiparse a todas las exigencias, por una parte, y, por otra, aprovechar una oportunidad de minimizar los costos derivados de la gestión de los residuos, ahorrar costes mediante un menor consumo de recursos, incrementar la calidad y la productividad y conseguir la total aceptación política y social de la actividad desarrollada.

Son de destacar las iniciativas de la ICC y de la CEFIC al adquirir compromisos públicos sobre la intención de adhesión de sus miembros a los principios del desarrollo compatible con el medio ambiente.

LA RESPUESTA DE LA INDUSTRIA

Ante este conjunto de presiones y oportunidades, la industria ha de ser consciente de que debe tomar una serie de decisiones de cara al futuro. No con sentimiento de culpabilidad, pues no es más que un agente ocasionador de impactos, pero sí con el convencimiento de ser una de las grandes protagonistas de su solución. No en vano la tecnología será un arma clave para la consecución de dichos objetivos.

El planteamiento ambiental correcto de la empresa actual y futura pasa por los siguientes estadios:

Establecimiento de la política ambiental de la compañía

Partiendo de los nuevos modelos de gestión empresarial, compete a los más altos estamentos de las empresas el inicio de la incorporación de

la temática ambiental a la gestión tradicional, mediante el establecimiento de una política ambiental de la compañía. Esto es imprescindible, puesto que implica el total apoyo a las medidas que el resto de la empresa pueda llevar adelante.

Esta política puede concretarse en un documento escrito en el que se recojan los compromisos ambientales de la empresa y la intención de estructurarla para llevarlos a cabo. Deben ser conocidos por todo el personal de la empresa, pues es necesaria la participación de todos y cada uno de ellos.

* Organización interna

En segunda instancia, de las directrices antes citadas se deriva la necesidad de establecer una estructura adecuada para llevar a cabo dichos objetivos.

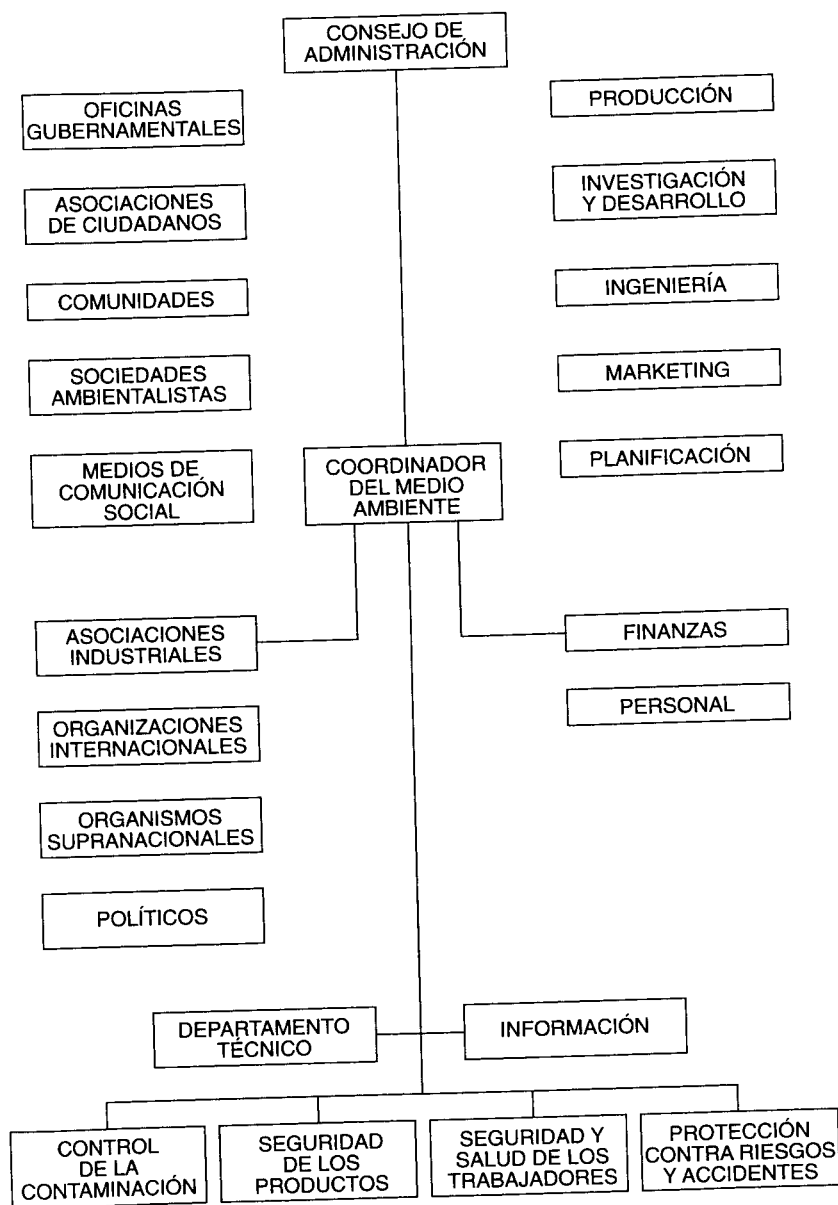
Esto implica una organización adecuada, en la que se incluye la existencia de una persona o departamento que asume las competencias medioambientales.

La magnitud y complejidad de tal estamento depende, evidentemente, de la magnitud de la empresa y la problemática derivada de su actividad. Por ello, dicho estamento puede variar desde una persona o departamento dedicado a tiempo completo o una persona dedicada a tiempo parcial.

Esta figura, que denominaremos «coordinador medioambiental», tendrá a su cargo numerosos cometidos, siendo, esencialmente, el eslabón clave, catalizador y canal de comunicación entre el exterior y la empresa, así como entre las diversas operaciones y funciones dentro de ella. Dichas funciones se podrían resumir en:

- Formulación de objetivos.
- Compatibilizar actuaciones empresariales y objetivos ambientales.
- Planificar programas y actuaciones.
- Informar a la dirección.
- Relaciones exteriores.
- Formación ambiental.
- Supervisión.

Para poder integrar todos los aspectos no relacionados con la producción directa, es recomendable que dicha figura tenga competencias en temas como calidad, seguridad en el trabajo, higiene industrial y seguridad del producto. El verdadero punto de vista integrador del medio ambiente engloba todos estos conceptos.



El Coordinador del Medio Ambiente, pieza organizativa clave

Por otra parte, el hecho de que sea el coordinador medioambiental el único con responsabilidades ambientales es un atraso y no sirve para nada, inutilizando todas las iniciativas que éste proponga llevar a cabo. Todos los departamentos de la empresa deben conocer los problemas ambientales derivados de sus actividades y proponer iniciativas para su solución.

El medio ambiente no es un tema aparte, una carga nueva, es una oportunidad y debe ser contemplada como un aspecto a tener en cuenta en todas las actividades de la empresa. No se trata de hacer depuradoras, se trata de plantearse ante toda la decisión si la acción que se va a emprender es ambientalmente correcta. Sólo así el medio ambiente dejará de ser una carga y un coste más e implicará una inversión en calidad y competitividad. No en vano se puede decir actualmente que ECOLOGÍA = CALIDAD = PRODUCTIVIDAD = ECONOMÍA.

Está demostrado que la preocupación por las consecuencias ambientales de las operaciones productivas es una forma muy útil de motivar al personal, y cualquier mejora productiva es, a la postre, una mejora ambiental.

Aspectos ambientales de otros departamentos de la empresa

Departamento de producción

El director de producción o director de fábrica se encuentra completamente inmerso en el tema ambiental. Sus operaciones son las que contaminan, sus vecinos son quienes se quejan y las familias de sus trabajadores son las que a la vez se benefician y sufren por sus actividades.

Así pues, la dimensión ambiental de su trabajo tiene muchas facetas, incluyendo el control de todas las operaciones: innovación, educación y participación de la comunidad en la vida de la fábrica.

Investigación y desarrollo

El Departamento de Investigación y Desarrollo necesita asegurarse de que entre los criterios para seleccionar proyectos de investigación se incluye explícitamente la compatibilidad ambiental del producto o proceso final. Debe también participar activamente en el desarrollo de tecnologías que minimicen la producción de residuos, en favorecer la obtención de

productos de bajo impacto, en la utilización de recursos renovables y dispositivos avanzados de protección del medio ambiente.

El director técnico

El directivo responsable de los servicios de ingeniería y los nuevos proyectos de construcción tiene que desarrollar una diversidad de técnicas para prevenir la interacción negativa entre sus proyectos y el medio ambiente en que éstos se realizarán.

Esta figura tiene que estar familiarizada con las técnicas de los procesos sin residuos, el control de la contaminación, la evaluación del impacto sobre el medio ambiente, el análisis del riesgo y el peligro y la contabilización de la energía gastada, así como los métodos para estudiar las actitudes y necesidades de las comunidades que serán afectadas por los proyectos.

También deben buscar nuevas fuentes de energía y materias primas baratas y debe proponer, siempre que sea posible, actividades conjuntas para hacer uso de los residuos.

El director técnico debe también estar enterado de las necesidades técnicas y sociales de la comunidad en que se realicen sus proyectos, de modo que las pueda integrar en sus planes, creando tanto nuevos servicios comunitarios como nuevas oportunidades de empleo.

Márketing

El departamento de Márketing desempeña diversos papeles clave de carácter ambiental. Puede detectar, y entonces reforzar, mercados para productos ambientales adecuados, que conserven recursos al mismo tiempo que satisfacen necesidades básicas.

Tienen una importante función en la educación de los usuarios en la manipulación, el uso y la venta sin peligro de los productos. También desempeñan un papel singular en la transmisión del concepto de que un producto limpio elaborado por un proceso limpio es «mejor compra» que uno de otro tipo.

La función del márketing tiene, además, un papel importante que representar para la venta de la tecnología del medio ambiente que su compañía haya desarrollado para cubrir necesidades propias y que puede venderse a otros.

Planificación

El departamento de Planificación necesita sobre todo trabajar en íntima relación con el Gobierno para armonizar los futuros objetivos de la empresa con la política gubernamental, las necesidades en evolución de desarrollo social, los planes regionales, etc. No hacer esto puede ser muy costoso para la empresa. El planificador tiene que hacer algún tipo de mapa de la sensibilidad ambiental para ver dónde y en qué marco cronológico, qué clase de actividades serán necesarias y cuáles se restringirán.

Personal

El departamento de Personal desempeña un papel crítico como respuesta al desafío del medio ambiente, porque el trabajador está en la «frontera» ambiental —trabaja en la fábrica, pero vive en la comunidad que está expuesta a su contaminación—. Además, el departamento de Personal está vitalmente afectado por aspectos de la seguridad y la salud en el trabajo y debe también tener voz en la selección de una tecnología que estimule condiciones laborales seguras y limpias y que proporcione el máximo de empleo y satisfacción en el trabajo.

Dos funciones ambientales específicas que el departamento de Personal debe desempeñar son:

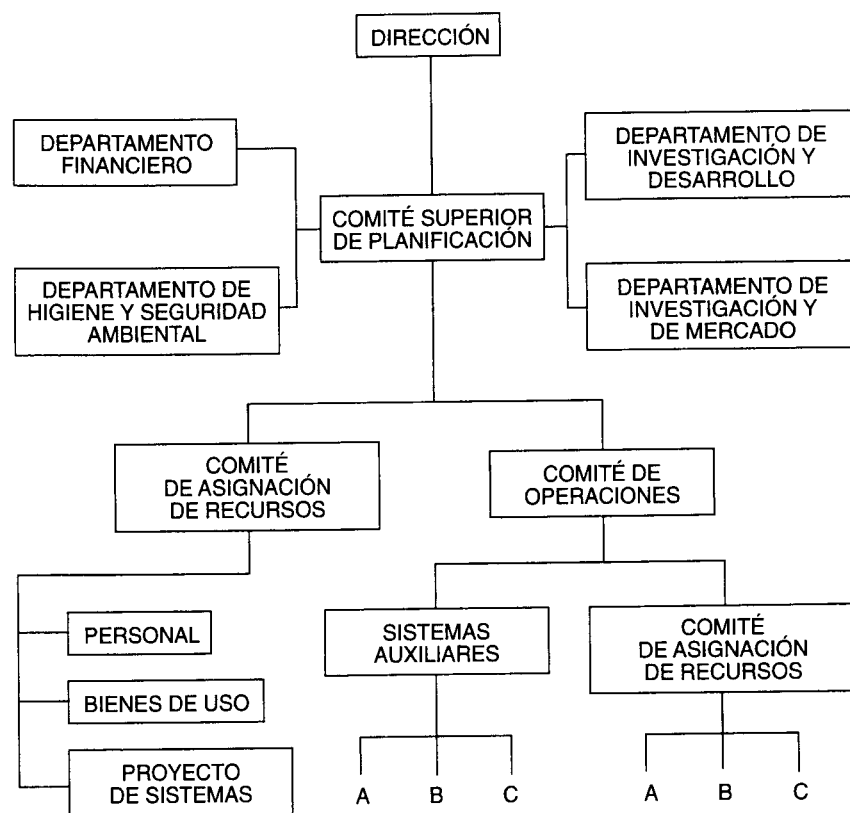
- la educación continua del trabajador, para garantizar que contribuye a hacer tan limpios, tan seguros y tan saludables como sea posible el lugar de trabajo, la fábrica y el medio ambiente;

- que las familias de los trabajadores se aproximen todo lo posible a la empresa mediante la apertura de las instalaciones a éstas, la realización de visitas, etc.

Los trabajadores y sus familias son los mejores embajadores que una compañía tiene en la comunidad local y la mejor fuente de aviso ante las dificultades «ambientales».

La alta dirección

Evidentemente, si la alta dirección no posee sensibilidad ambiental, ninguna otra función será capaz de desarrollarla. De manera explícita, la dirección tiene que apoyar a todo el personal restante en sus



cometidos en favor del medio ambiente, especialmente en caso de emergencia.

Tiene también que fijar criterios claros para la actuación del personal que incluyen la sensibilidad al medio ambiente y las contribuciones a las metas a largo plazo, así como las contribuciones al beneficio del ejercicio en curso.

La dirección tiene, además, que desempeñar un importante papel en las interacciones de los ejecutivos de máximo nivel para armonizar la política de inversiones con la de protección del medio ambiente, así como negociar financiación oficial para dicha protección basada en estudios de coste-eficacia.

Sistemas de gestión ambiental y su implantación

La respuesta empresarial proactiva antes comentada requiere disponer de recursos materiales y humanos suficientes, así como estipular las responsabilidades y prácticas encaminadas a la definición y consecución de los objetivos medioambientales.

Hablamos de este modo de la implantación de un sistema de gestión medioambiental en la empresa. En pocas palabras, dicho sistema comprende el conjunto de acciones encaminadas a conseguir un objetivo. De forma más exhaustiva y tal y como se recoge en el Reglamento CEE 1836/93, un SGMA es aquella parte del sistema general de gestión que comprende la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para determinar y llevar a cabo la política medioambiental.

La implantación de un SGMA debe comenzar con la elaboración de un documento que recoja el compromiso medioambiental de la empresa. A éste debe seguir un diagnóstico preliminar que desembocará en la definición de una política medioambiental. Dicha política se llevará a cabo mediante una adecuada organización y un programa detallado de actuación que habrá de quedar recogido por escrito en el denominado «Manual de gestión medioambiental».

Todo esto, una vez que se incluye un sistema de control y seguimiento del plan (auditorías ambientales), completa lo que se ha definido como sistema de gestión medioambiental.

De acuerdo con el Reglamento antes citado, un sistema de gestión ambiental en la industria debe estar basado en una serie de conceptos base:

- Cumplimiento legislativo.
- Unidad de gestión del medio ambiente.
- Prevención antes que corrección.
- Minimización de residuos en origen incidiendo en las buenas prácticas.
- Ahorro de recursos.
- Elaboración de procedimientos operativos.
- Vigilancia y registro de los efectos ambientales.
- Formación e información internas y externas.

Debe prever todo tipo de repercusiones en:

- Condiciones de funcionamiento tanto normales como anormales.
- Accidentes y situaciones de emergencia potenciales.
- Actividades pasadas, presentes y previstas.

Control de la gestión: instrumentos disponibles

Hay varios instrumentos para el control de la gestión ambiental en manos de la empresa.

En el nivel de partida, preventivo, está la Evaluación de Impacto Ambiental, y en el de seguimiento y control, una vez puesta en marcha la actividad industrial, el más importante es la Auditoría Ambiental.

No obstante, el ser «auditable» implica haber tenido en cuenta, *a priori*, todos los aspectos anteriores; de otro modo no cabe esperar beneficios de la realización de auditorías.

Los instrumentos citados, así como otros de gran interés, serán objeto de un estudio detallado, a continuación.

3

Investigaciones ambientales en la industria

Se puede definir una investigación como todo trabajo que contempla cuatro aspectos básicos:

- Adquisición de datos.
- Evaluación de datos.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

Los aspectos que diferencian los distintos tipos de investigaciones son:

- Complejidad del estudio.
- Aspectos evaluados.
- Tiempo de realización.
- Equipo de trabajo.
- Estándares de comparación.
- Grado y tipo de recomendaciones.

En general, dependiendo de los aspectos diferenciales comentados, se pueden distinguir básicamente los siguientes tipos de investigaciones:

- Estudio.
- Auditoría.

- Evaluación.
- Diagnóstico e inspección.

Las características generales de cada uno de ellos se exponen a continuación:

INVESTIGACIONES AMBIENTALES

Aspectos comunes que contempla todo tipo de investigación	Aspectos que diferencian los tipos de investigación establecidos
<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de datos • Evaluación de los datos reunidos • Obtención de conclusiones • Recomendaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Complejidad del estudio • Aspectos evaluados • Tiempo de realización • Equipo de trabajo • Estándares de comparación • Grado y tipo de recomendaciones

ESTUDIO

Un *estudio* es una investigación detallada y compleja de carácter científico que implica una fuerte infraestructura de medios y personal, así como prolongadas visitas al lugar de estudio. Dado su carácter científico incluye en la mayoría de las ocasiones grandes campañas de muestreo y análisis. Por otra parte, no evalúa las prácticas de gestión de la empresa, pero sí puede incluir recomendaciones sobre el cumplimiento de la legislación.

AUDITORÍA

En una escala inmediatamente inferior en magnitud respecto al estudio, se encuentra la *auditoría*, que implica una evaluación del cumplimiento de la empresa en cuanto a requerimientos legales, objetivos corporativos y prácticas de gestión ampliamente aceptadas. Exige también una amplia dotación de profesionales, pero no necesariamente de equipamiento. A diferencia de los estudios, una auditoría sí evalúa las prácticas de gestión y establece recomendaciones al respecto.

No tiene por qué incluir campañas de muestreo y análisis, pero si se contemplan deben tener como objetivo la validación de los registros existentes, no su obtención. Conviene aclarar estos términos para no confundir una auditoría con un mero diagnóstico.

EVALUACIÓN

La *evaluación* es quizás la forma de investigación más difícil de definir, puesto que en realidad es donde se engloban todos aquellos trabajos que no se pueden definir de ninguna otra manera. Aunque requiere una visita a la planta, no es necesario, normalmente, recurrir a trabajos de campo y análisis. En pocas palabras, una evaluación es una auditoría en la que no existe un objetivo o estándar con el cual medir.

Partiendo de su verdadero significado, evaluar es determinar o estimar el valor de algo. Esto significaría que evaluar es valorar, y así es cuando se habla de evaluación de riesgos o evaluación de daños. No obstante, se utiliza en otro tipo de informes que implican un procedimiento más complejo, pero que constituyen una valoración de impactos, como ocurre en las evaluaciones de impacto ambiental.

DIAGNÓSTICO E INSPECCIÓN

En los últimos lugares, en cuanto a magnitud se refiere, se encuentran el *diagnóstico* y la *inspección*. Ambas son investigaciones relativamente sencillas que implican una escasa dotación de recursos humanos y equipamientos, aunque el diagnóstico suele requerir un trabajo de campo y analítico bastante más amplio que la inspección.

Diagnosticar es determinar la existencia de una problemática identificada basándose en sus manifestaciones, por lo que requiere la realización de análisis que demuestren su existencia.

El diagnóstico proporciona datos de interés a aquella empresa que comienza a acometer la problemática ambiental, y le permite tener una primera idea de sus riesgos potenciales.

La inspección, aunque de un orden similar, está más relacionada con el cumplimiento de la legislación «al pie de la letra», y atañe más directamente a la Administración pública, aunque también puede ser utilizada por la industria como mecanismo de control rutinario. Suele requerir la realización de muestreo y análisis pero, en todo caso, de manera puntual.

Diferentes tipos de investigaciones ambientales

Tipo de investigación	N.º de profesionales involucrados	N. de visitas al lugar	Muestreo y análisis	Evaluación prácticas gestión	Evaluación cumplimiento legislativo	Gestión	Recomendaciones Cumplimiento	Tiempo de realización (días)	Coste rel. aproximado (inspección = 1)
Estudio	≥ 2	Múltiples	sí (*)	no	sí	no	sí	> 60	≥ 10
Auditoría	1-5	≥ 2	sí (*)	sí	sí	sí	sí	40-60	≥ 5
Evaluación	1-3	≥ 1	sí (*)	(*)	sí	sí	sí	35-45	≥ 2-10
Diagnóstico	1-3	1	sí	no	sí	no	sí	20-40	2-5
Inspección	1-2	1	sí (*)	no	sí	no	sí	10-20	1

(*) Depende del objetivo del trabajo.

ACTUACIÓN	FASE PROYECTO		ACTIVIDAD CONTROLADA		ACTIVIDAD INCONTROLADA	
	ANTES INSTALACIÓN		NORMAL FUNCIONAMIENTO		DURANTE	DESPUÉS
* E I A	■					
* ANÁLISIS DE RIESGOS	■		■			
* ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS	■		■			
* AUDITORÍAS DE SEGURIDAD			■			
* AUDITORÍAS AMBIENTALES			■			
* DIAGNÓSTICOS, EVALUACIONES	■		■			
* INSPECCIONES			■			■
* ELABORACIÓN PEI • Y PEE			■			
* PUESTA EN MARCHA PEI • Y PEE					■	
* MITIGACIÓN					■	
* DESCONTAMINACIÓN						■
* RESTAURACIÓN DE ESPACIOS						■

• Plan de Emergencia Interior (PEI), Plan de Emergencia Exterior (PEE)

Ninguno de estos dos tipos de trabajo evalúan la gestión y, por lo tanto, no proporcionan recomendaciones sobre ella.

En el cuadro de la página 486 se resume las diferencias existentes entre los distintos tipos de investigaciones comentadas en cuanto a algunos aspectos de su metodología de realización y a los objetivos perseguidos por cada uno de ellos.

En este cuadro se indica la fase de actuación temporal de algunas investigaciones en relación al ciclo de funcionamiento de la planta, pudiendo deducirse que, según la definición de cada uno de ellos, se realizarán antes de la instalación, como es el caso de los EIA, durante el desarrollo controlado de la actividad, como es el caso de evaluaciones y auditorías, o cuando se produzcan sucesos incontrolados de la misma que hagan, consecuentemente, que se activen los planes de emergencia diseñados hasta que se controle la situación. Será éste el momento de plantear cómo se indica la inspección y puesta a punto de estudios de descontaminación y restauración, si ha lugar.

QUINTA PARTE

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1

Introducción

Tradicionalmente, la decisión sobre la oportunidad o conveniencia de llevar a cabo una determinada actividad, fuese pública o privada, se ha basado en criterios políticos, técnicos o económicos.

Este modo de proceder ha demostrado ser muy negativo para el medio ambiente receptor de estas actividades. Por otra parte, las medidas reparadoras o correctoras en materia ambiental resultan en numerosos casos poco eficaces, además de muy costosas. De aquí que se asuma, de manera generalizada, la necesidad de enfoques preventivos en el tratamiento de la problemática ambiental y de incorporar las consideraciones ambientales como un criterio más en los procesos de toma de decisión.

Con ello se pretende que las actuaciones humanas se planifiquen y ejecuten de manera que *aprovechen las potencialidades naturales y sociales que el territorio ofrece, y provoquen el mínimo efecto negativo sobre el medio ambiente.*

La Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante EIA) da respuesta a estas necesidades, y por ello su uso está extendido en los países desarrollados, constituyendo uno de los instrumentos más eficaces para prevenir las repercusiones no deseadas sobre el medio ambiente.

Conviene previamente definir tres conceptos, en el sentido dado por la normativa española, que se citan frecuentemente y cuyo uso incorrecto suele generar confusiones:

- Evaluación de Impacto Ambiental: es un proceso de análisis o procedimiento administrativo que introduce la variable ambiental en la toma de decisiones sobre los proyectos con incidencia importante en el medio ambiente.

- Estudio de Impacto Ambiental: es el documento técnico, objetivo y de carácter interdisciplinar encaminado a predecir las consecuencias de la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente y establecer medidas correctoras. Debe presentarse por el titular del proyecto, y sirve como base para que la Administración formule la Declaración de Impacto Ambiental.

- Declaración de Impacto Ambiental (DIA): es el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente en el que se determina respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

2

Marco legal

En España, al igual que en otros países, la EIA no ha sido conocida ni ha tenido repercusión alguna fuera del ámbito científico-técnico hasta que la legislación ha dispuesto su carácter obligatorio en determinados casos.

El precedente de las actuales normativas de EIA lo constituye la *National Environmental Policy Act*. (NEPA), promulgada en Estados Unidos de América en 1969. La importancia de sus repercusiones es indiscutible.

Influenciada por la NEPA, la CEE aprobó la *Directiva relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (85/337/CEE)*, de 27 de junio de 1985. Exige la valoración de los impactos para aprobar aquellos proyectos que puedan tener efectos notables sobre el medio ambiente; distingue entre unos proyectos que siempre se someterán a evaluación (listados en su Anexo I) y otros, que se someterán cuando los Estados miembros determinen que sus características lo requieren (Anexo II).

LEGISLACIÓN DE ÁMBITO ESTATAL

La citada Directiva se traspuso al derecho español con el *Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental*;

desarrollado mediante el *Real Decreto 1131/88, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86*.

La normativa española, al igual que la Directiva, es de aplicación a proyectos concretos y no a fases anteriores del proceso de toma de decisiones, como pueden ser las políticas, directrices, planes, programas, etc. Los proyectos que deberán someterse a EIA son los siguientes:

- Refinerías de petróleo bruto.
- Centrales térmicas y otras instalaciones de combustión con potencia térmica de al menos 300 MW.
- Instalaciones destinadas exclusivamente al almacenamiento permanente o a eliminar definitivamente residuos radiactivos.
- Plantas siderúrgicas integrales.
- Instalaciones destinadas a la extracción de amianto, así como el tratamiento y transformación del amianto y de los productos que contienen amianto.
- Instalaciones químicas integradas.
- Construcción de autopistas, autovías, líneas de ferrocarril de largo recorrido y aeropuertos.
- Puertos comerciales y puertos deportivos.
- Instalaciones de eliminación de residuos tóxicos y peligrosos.
- Grandes presas.
- Primeras repoblaciones cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas.
- Extracción a cielo abierto de hulla, lignito y otros minerales.

Con posterioridad la legislación sectorial ha añadido dos supuestos más:

- Carreteras (art. 9 de la Ley 25/88 de Carreteras).
- Transformaciones del uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal y supongan riesgo potencial para las infraestructuras de interés general de la nación y, en todo caso, cuando dichas transformaciones afecten a superficies superiores a 100 hectáreas (Disposición Adicional 2.ª de la Ley 4/89 de Conservación de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres).

Del procedimiento administrativo que se establece en esta normativa (véase esquema de la página 496), pueden destacarse los siguientes aspectos:

- El promotor debe realizar el estudio de impacto ambiental.
- La administración operante es la central o autonómica donde resida la competencia sustantiva para la realización o autorización del proyecto.
- De esa administración intervienen dos organismos, el de medio ambiente y el competente por razón del tipo de proyecto (órgano sustantivo autorizante).
 - El órgano ambiental formula la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
 - La autorización del proyecto sigue siendo competencia del órgano sustantivo, pero debe incorporar los condicionados de la DIA.
 - La participación pública se establece mediante consultas que puede realizar la Administración, el sometimiento a un período de información pública del estudio de impacto ambiental y la publicación de la DIA.

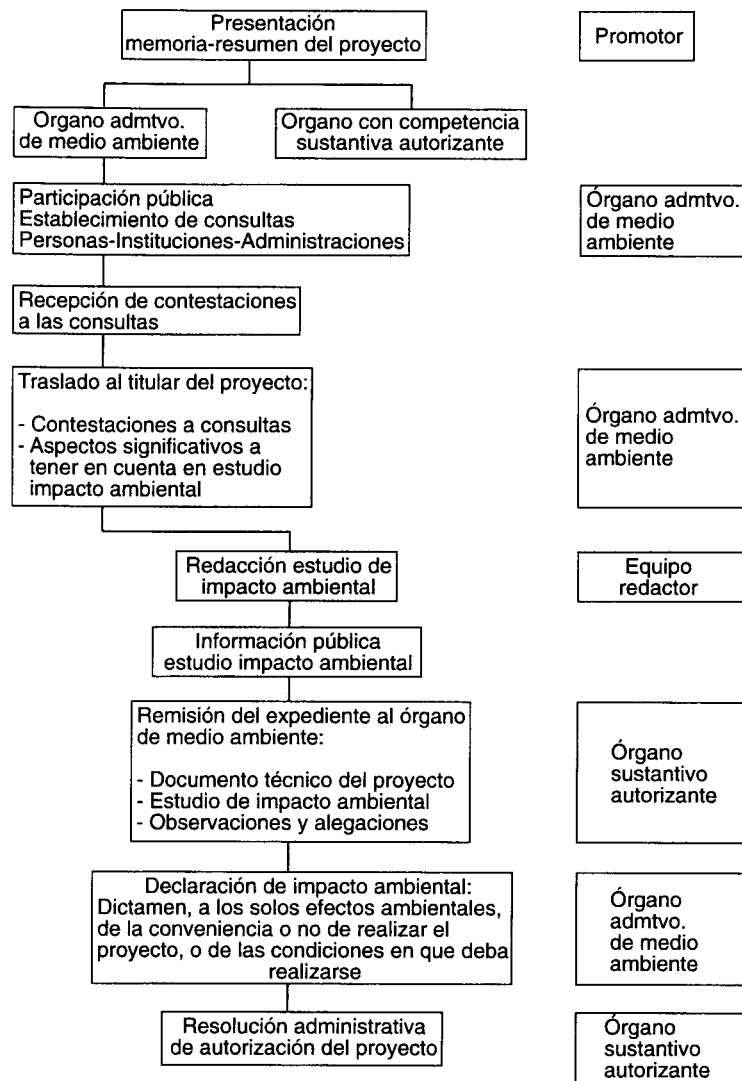
LEGISLACIÓN DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

La normativa establecida en el RDL 1302/86 y en el RD 1131/88 es directamente aplicable a la Administración del Estado y a la de las Comunidades Autónomas que carecen de competencia legislativa en materia de medio ambiente, así como, con carácter supletorio, a aquellas que la tengan atribuida en sus respectivos Estatutos de Autonomía.

El RDL 1302/86 está inspirado en un criterio de mínimos en cuanto a la relación de proyectos que han de ser sometidos a Evaluación de Impacto Ambiental. En el ámbito de las CCAA, existen proyectos que no tienen la envergadura y potencial de deterioro de los anteriores, pero que son importantes por sus efectos ambientales. Esta razón ha motivado que algunas autonomías hayan extendido el procedimiento preventivo de EIA a proyectos no incluidos en la legislación estatal.

El tratamiento no ha sido uniforme en todas las comunidades autónomas. Algunas, están incluyendo la necesidad de la EIA a través de su legislación sectorial, así ocurre en obras públicas, ordenación del territorio y urbanismo, agricultura, energía, etc.

Sin embargo, la mayoría ha optado por dotarse de una legislación específica de EIA esta normativa amplía notablemente el número de proyectos que deben someterse a EIA y contempla distintos niveles de evaluación, exigiendo un estudio más exhaustivo cuanto mayor sea el impacto que se espere del tipo de proyecto que se tramita. De este modo, se pretende que el alcance y los costes del procedimiento sean concordantes y asumibles por los respectivos proyectos.



Esquema del procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental

AVANCES NORMATIVOS

La experiencia adquirida en este campo hasta el momento, en nuestro país y en la CEE, pone de manifiesto la necesidad de mejorar algunos aspectos de la normativa actual. Por ello la CEE está avanzando en dos líneas, que cuando se materialicen supondrán un gran avance e impulso en la práctica de la EIA.

Por un lado, se ha elaborado una propuesta de modificación de la Directiva 85/337 para incluir en sus Anexos I y II proyectos agrarios hasta ahora no considerados, pero con una gran importancia por sus repercusiones ambientales.

Por otra parte, se está elaborando una propuesta de nueva Directiva que supondría la ampliación del ámbito de la EIA a planes y programas. Existe unanimidad en que la consideración de los impactos ambientales es tan importante en el nivel de toma de decisiones de políticas, planes y programas, como en el de proyectos, ya que las decisiones básicas tomadas en los niveles superiores pueden impedir una toma de decisiones ambientalmente adecuada a nivel de proyecto. Efectivamente, la eficacia de la EIA es tanto mayor cuanto antes se incluya en el proceso general de toma de decisiones.

En la actualidad, los países utilizan fundamentalmente la EIA a nivel de proyectos concretos. No obstante, cada día son más numerosas las experiencias de EIA de políticas, planes y programas, también llamada *Evaluación Estratégica Ambiental (EEA)*, siendo las más interesantes las realizadas en los Estados Unidos, Canadá, Australia, Holanda, Francia y Alemania, que en algunos casos cuentan ya con el apoyo de un texto legal. Por el momento la EEA se limita a las actividades de los organismos públicos.

3

Metodología de los estudios de impacto ambiental

Las grandes diferencias existentes entre los distintos proyectos, instalaciones y actividades humanas que requieren de la elaboración de un estudio de impacto ambiental y las peculiaridades del entorno en que se localizan hacen imposible la existencia de una metodología única, aplicable a todos los estudios.

Cualquier metodología que se plantee debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático e interdisciplinar del medio ambiente y de sus muchos componentes. Además, ha de ser útil en cualquier fase del proceso de planificación o desarrollo, y ha de permitir su constante revisión en función de los resultados obtenidos y de la experiencia adquirida.

Todos estos condicionantes hacen necesaria para cada estudio la elección o elaboración de una metodología adaptada a la localización, tipo, magnitud e intensidad de la actividad proyectada.

Debe señalarse que los estudios de impacto ambiental son una herramienta de análisis sujeta a una componente subjetiva, en mayor o menor medida según metodologías y técnicas, pero siempre presente, por lo que la fiabilidad de la misma se sostiene sobre el buen criterio de un equipo multidisciplinar.

En primer lugar, debe analizarse la dimensión del proyecto y su posible grado de impacto, puesto que no en todos los casos será necesaria la

redacción exhaustiva de un estudio de impacto ambiental. En los casos en que *a priori* el impacto ambiental sea bajo, existe la alternativa de elaborar un estudio simplificado de impacto ambiental, de cuyo análisis de aceptabilidad se desprende la validez del proyecto, o la conveniencia de realizar una EIA detallada.

El contenido mínimo del estudio de impacto ambiental según el RD 1131/88 es el siguiente:

- Descripción del proyecto y sus acciones.
- Examen de alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales clave.
- Identificación y valoración de impactos, tanto de la solución propuesta como de sus alternativas.
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.

La metodología general de un estudio de impacto ambiental queda resumida en el diagrama de flujos de la página siguiente.

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

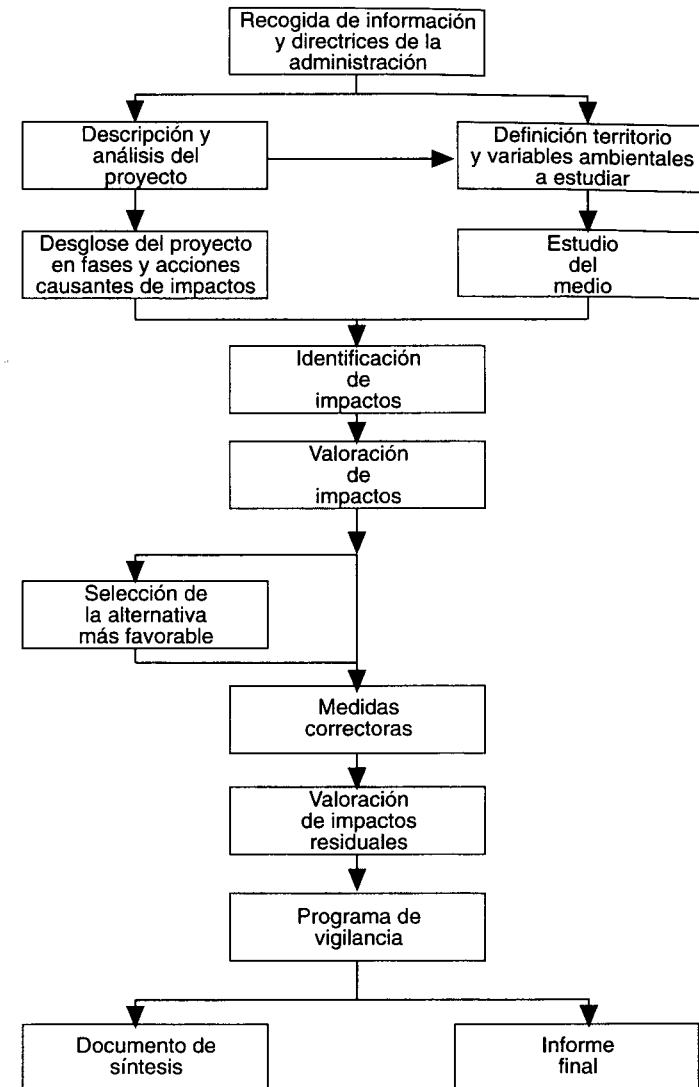
En esta etapa se describe el proyecto de manera general y se analiza desde el punto de vista de su interacción recíproca con el medio.

Operativamente, se desglosa el proyecto en acciones elementales, de carácter homogéneo, por su capacidad de generar impactos, distinguiéndose las fases de construcción, explotación y abandono.

Se obtiene entonces un listado de las acciones que previsiblemente causarán impacto, su localización geográfica y temporal, y, en la medida de lo posible, su caracterización cuantitativa (movimientos de tierras, volúmenes vertidos, restricciones a las comunicaciones, generación de ruidos, emisión de contaminantes a la atmósfera, ocupación de suelos, etc.).

En los casos en los que el proyecto plantee varias alternativas, este proceso se seguirá en todas ellas con criterios similares.

De una adecuada delimitación de elementos y acciones dependerá en gran medida la fiabilidad del estudio. Para conseguirla es imprescindible que en el equipo redactor del estudio participe algún técnico buen conocedor del tipo de proyecto a evaluar.



Esquema metodológico básico de un estudio de impacto ambiental

ESTUDIO DEL MEDIO

Se entiende por tal el inventario ambiental del entorno potencialmente afectado por el proyecto, el contexto social y económico, la descripción de las interacciones entre los diferentes factores que componen el medio y su probable evolución en una situación de inexistencia del proyecto. El conocimiento en profundidad de la situación preoperacional o «estado cero» y una predicción de su evolución futura, ofrece una base sobre la que ponderar los impactos inducidos por las acciones del proyecto.

El proceso metodológico se inicia con la descripción del medio físico en sus elementos bióticos y abióticos, el análisis del medio socioeconómico y se culmina con la valoración, si es posible integrada, de los elementos anteriormente inventariados.

Antes de comenzar la recogida de información se deben tomar dos decisiones clave: cuáles serán los factores ambientales a estudiar y cuál será el ámbito y nivel de detalle de la investigación para cada uno de ellos.

En ambos casos la elección se basa, fundamentalmente, en un conocimiento de las características básicas del medio y de las actividades del proyecto que puedan generar efectos negativos, más raramente positivos, sobre los distintos elementos del medio ambiente y en una aproximación a la importancia y superficie en que pueden manifestarse esos efectos.

Dado lo costosa que resulta la toma de datos ambientales, tanto en tiempo como en dinero, conviene trabajar solamente con aquellos aspectos que aporten información útil para los objetivos que se persiguen.

No obstante, conforme la investigación va aportando información conviene revisar la elección efectuada, por si fuera oportuno incluir nuevos factores ambientales o descartar alguno de los inicialmente considerados, o modificar el ámbito o detalle del estudio.

El inventario del medio debe realizarse de modo que permita la representación cartográfica del mayor número de factores ambientales posible y la actualización o reciclaje de los datos.

A título orientativo se efectúa a continuación una propuesta genérica de factores ambientales a considerar en un estudio del medio, acorde con el objetivo planteado. En muchos casos no será necesario considerar todos los factores listados, pero en algunos otros será preciso incorporar factores no incluidos aquí.

Medio físico

- Ambito territorial.
Localización espacial del proyecto, área de influencia, área potencialmente afectada, etc.
- Clima.
Parámetros climatológicos, tipificación climática, confort climático, etc.
- Geología y geomorfología.
Litología, estratigrafía, recursos geológicos, altitud, pendiente, exposición, etc.
- Edafología.
Clasificación edafológica, productividad agrícola, etc.
- Aguas.
Red hidrológica, dinámica marina, hidrogeología, calidad del agua superficial (continental y/o marina) y subterránea, etc.
- Atmósfera.
Capacidad dispersante de la atmósfera, calidad del aire, niveles sonoros diurnos y nocturnos, etc.
- Procesos.
Dinámica de cauces, erosión, inestabilidad, inundabilidad, etc.
- Vegetación.
Vegetación potencial y existente, estado de conservación, presencia de especies singulares, etc.
- Fauna.
Diversidad, densidad, singularidades, hábitats, etc.
- Ecosistemas.
Ecosistemas existentes y evolución de los mismos, ecosistemas singulares, corredores de fauna, migraciones, etc.
- Paisaje.
Tipología de paisajes, calidad y fragilidad paisajística, singularidades, intervisibilidad, etc.

- Recursos científico-culturales.
Paleontológicos, arqueológicos, científico-educativos, etc.

Medio socioeconómico

- Usos del suelo.
Aprovechamientos agrícolas, ganaderos, forestales, industriales, residenciales, usos recreativos, actividades extractivas, etc.
- Demografía.
Densidad de población, dinámica y estructura poblacional, población activa, etc.
- Actividad económica.
Renta per cápita, distribución de la renta, actividades económicas existentes, etc.
- Estructura territorial.
Estructura espacial de los núcleos de población, infraestructuras y equipamientos, planeamiento urbanístico, etc.
- Factores socioculturales.
Patrimonio histórico-artístico, puntos de interés por sus tradiciones (fiestas, romerías), vías pecuarias, etc.

IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

Etapa decisiva en la efectiva utilidad y fiabilidad de un estudio de impacto ambiental, condiciona la adecuada planificación de medidas correctoras a adoptar y el plan de vigilancia.

Esta fase comienza con la *identificación de impactos*. A partir de los estudios realizados previamente de descripción del proyecto y análisis del medio, se establecen las relaciones entre ambos, a fin de revelar los efectos generados por las acciones del proyecto sobre los factores del medio.

El siguiente paso es la *valoración de impactos*. En principio se caracterizan los efectos detectados, para lo cual pueden utilizarse los conceptos aportados en el RD 1131/88, que distingue entre: efecto mínimo o notable; positivo negativo; directo o indirecto; simple, acumulativo o sinérgico; a corto, medio o largo plazo; temporal o permanente; reversible o irreversible; recuperable o irrecuperable; periódico o irregular y continuo o discontinuo.

Conocidos los impactos y caracterizados sus efectos, se procede a su valoración basándose en su magnitud e importancia. Esta valoración alcanza diferentes estados de detalle en función de la necesidad y posibilidad de realizarla cualitativa o cuantitativamente. En cualquier caso debe quedar definida la magnitud del impacto, ya sea positivo o negativo, pudiéndose clasificar (siguiendo el RD 1131/88) como:

- Compatible: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas correctoras.
- Moderado: aquel cuya recuperación no precisa de prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Severo: aquel en que la recuperación del medio exige la adecuación de medidas protectoras y correctoras, y en el que, aun con esas medidas, requiere un dilatado período de tiempo.
- Crítico: aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin recuperación aun adoptando medidas protectoras o correctoras.

Con el fin de sistematizar y objetivar, hasta donde resulte posible, el proceso de identificación y valoración de impactos, se utilizan diversas técnicas y procedimientos. Algunos tienen su origen en otras disciplinas y otros han sido desarrollados específicamente para la EIA. Existen técnicas cuyo grado de aplicación es sólo parcial o complementario, o bien no son útiles en una adecuada comparación de alternativas, o no se dispone de la información suficiente para utilizarlos con éxito, etc., por lo que en cada caso es necesario analizar la o las metodologías que mejor se adaptan a los requerimientos y posibilidades del estudio.

A continuación se citan los métodos de identificación y evaluación que son, entre los muchos existentes, los más conocidos y utilizados.

- Métodos de identificación de impactos.
 - Listas de chequeo o revisión.
 - Diagramas de redes o redes de interacción.
 - Sistemas cartográficos.
 - Encuestas.
 - Escenarios comparados.
 - Matrices de revisión causa-efecto.
 - Panel de expertos.

- Métodos de evaluación de impactos.
 - Métodos cualitativos.
 - * Sistemas cartográficos.
 - * Matrices causa-efecto (la más conocida es la matriz de Leopold) pueden utilizarse también como método cuantitativo.
 - Métodos cuantitativos parciales.
 - * Modelos de predicción o simulación.
 - Métodos cuantitativos globales.
 - * Método Batelle.

En los siguientes párrafos se describen escuetamente, por su interés, algunos de los métodos mencionados.

Listas de revisión

Son listados con los que se chequean los aspectos susceptibles de ser alterados, con mayor o menor o nivel de exhaustividad según el nivel de detalle de la lista. Son una eficaz ayuda en la identificación de los impactos, como punto de partida en la selección de acciones, factores y relaciones causa-efecto. Tienen como deficiencias la no detección de impactos indirectos, de interrelaciones entre factores ambientales, ni localización espacio-temporal.

Diagramas de redes

Están orientadas a poner de relieve la interacción entre factores ambientales y detectar efectos secundarios y terciarios.

Métodos cartográficos

Se basan en la superposición de los elementos del proyecto a los factores cartografiados del inventario ambiental y socioeconómico, valorándose el grado de impacto de cada acción en función del valor del factor afectado. Son especialmente útiles en los procesos de planificación y en la generación de corredores de menor impacto. Las limitaciones impues-

tas por las dificultades de superposición de numerosa cartografía ha sido superada por el desarrollo de técnicas informáticas (sistemas de información geográfica), de indudable valor como herramienta de análisis de mapas temáticos e identificación y valoración de impactos.

Matriz de Leopold

Construida sobre dos extensas listas de revisión: factores ambientales potencialmente afectados y elementos del proyecto o actuaciones que pueden producir impacto. Tras una escrupulosa selección, se confecciona la matriz que cuantifica:

- Magnitud o medida del grado, extensión o escala del impacto.
- Importancia o significado del impacto, peso relativo de cada impacto con relación al resto.
- Signo, positivo o negativo según sea beneficioso o adverso.

La matriz ofrece un resumen cuantificado de la evaluación con un alto grado de subjetividad, con indicaciones de las relaciones causa-efecto pero sin entrar en interacciones de segundo o más órdenes.

Método Batelle

Con origen en la evaluación de aprovechamientos de recursos hidráulicos, se ha extrapolado a otro tipo de proyectos.

Las fases del proceso metodológico se resumen en:

- Establecimiento de una lista de indicadores.
- Ponderación de indicadores.
- Predicción de los valores indicadores en la situación preoperacional y con proyecto.
- Transformación de estos valores en unidades de calidad ambiental.
- Suma ponderada de la calidad ambiental en la situación preoperacional y con proyecto.
- Comparación entre ambas.

Se trata de un método complejo, muy útil en la comparación de alternativas, pues permite la agregación de impactos. Como inconvenientes tiene la dificultad de disponer de indicadores ponderables objetivamente.

MEDIDAS CORRECTORAS

Se entiende por tales, las modificaciones o incorporaciones que se hacen a un proyecto para:

- Evitar, reducir, modificar o compensar el efecto del proyecto en el medio ambiente.
- Adecuar el proyecto a las oportunidades que ofrece el medio para asegurar el éxito del mismo, aspecto éste que representa la mejor garantía de integración ambiental.

Las medidas que se propongan han de ser técnicamente factibles, económicamente viables y adecuarse a la tipología de los impactos y a las distintas fases del proyecto.

Como ya se ha adelantado, las medidas correctoras o curativas en materia ambiental suelen ser muy costosas y no siempre eficaces, por lo que hay que pensar en evitar el impacto antes que en corregirlo.

Igualmente debe tenerse en cuenta la posibilidad de potenciar los efectos positivos del proyecto, o de generarlos. Por ejemplo, a la explotación de una gravera se le pueden plantear medidas correctoras para la fase de abandono que induzcan una situación en términos de valores ecológicos, paisajísticos o culturales, superiores a la situación preoperacional.

VALORACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES

Se consideran impactos residuales a los que persisten después de aplicar las medidas correctoras. Pueden ser aquellos que las medidas correctoras minimizan pero no anulan totalmente, aquellos a los que no se les aplicó medida correctora y aquellos, de menor importancia, que pudieran derivar de la propia aplicación de las medidas correctoras.

La valoración de los impactos residuales, se realiza del mismo modo que para los impactos considerados inicialmente (expuesta en el punto «Identificación y valoración de impactos»). Con ella se consigue una apro-

ximación más realista a los efectos que sobre el medio ambiente supondrá la ejecución del proyecto.

A la hora de efectuar esta valoración, el equipo redactor debe tener en cuenta únicamente aquellas medidas correctoras sobre las que existe certeza de que se van a llevar a cabo, existiendo seguridad sobre su factibilidad y un compromiso de realizarlas por parte del promotor del proyecto.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Tal y como se especifica en el RD 1131/88, el Estudio de Impacto Ambiental debe incluir un plan o programa de vigilancia que planifique la recogida sistemática de datos, así como la organización de la información necesaria para el estudio de la evolución de los impactos ambientales en todas las fases del proyecto.

El objetivo básico de este programa es comprobar la naturaleza y magnitud de los impactos previstos, y especialmente de los no previstos cuando ocurran, para poder corregir la situación que los propicia. No obstante, su propósito es múltiple y podría resumirse en los siguientes puntos:

- Comprobar la correcta puesta en práctica del proyecto y la realización de las medidas correctoras propuestas en el estudio.
- Proporcionar advertencias inmediatas cuando los indicadores ambientales sometidos a control alcancen unos determinados valores establecidos con anterioridad, a partir de los cuales es necesario actuar.
- Proporcionar información acerca de la calidad y oportunidad de las medidas correctoras adoptadas.
- Proporcionar información que podría ser usada en la verificación de los impactos previstos, pudiéndose mejorar así las técnicas de predicción de impactos, a la vista de los aciertos y errores cometidos.

El programa debe optimizar la recogida de información, eligiendo correctamente los indicadores y parámetros ambientales a controlar, y estableciendo la metodología y frecuencia de los trabajos de campo, laboratorio o gabinete más adecuada en cada caso.

El promotor debe llevar a cabo, bien directamente o a través de empresas especializadas, el plan de vigilancia, informando periódicamente de los resultados obtenidos a la administración competente.

SEXTA PARTE
AUDITORÍAS AMBIENTALES

1

Antecedentes y definición de las auditorías de gestión ambiental

Es un hecho que el medio ambiente ha alcanzado plenamente los niveles de decisión empresariales y es evidente que en España no ha tenido lugar progresivamente, desde estadios inferiores de responsabilidad y complejidad en la gestión hasta grados superiores a través de un continuo proceso de adaptación.

En los últimos ocho años la empresa se ha enfrentado a profundos cambios de normativa y competencias de las administraciones públicas, a crisis estructurales y a demandas sociales crecientes en numerosos aspectos, sobre todo de calidad de vida y, en particular, medioambientales.

No obstante, la industria, sobre todo la de alto riesgo, ha sido tradicionalmente proactiva en aquellos aspectos que ha considerado debía internalizar. Primero acometió los temas de seguridad, no hay que olvidar que fue la industria química la que desarrolló el análisis de riesgos como herramienta para prevenir grandes accidentes y sus posibles consecuencias y que hoy en día dicha metodología se aplica en numerosos campos, entre los cuales se encuentra el medioambiental.

Más tarde, en la década de los setenta, fue la necesidad de un grupo industrial eléctrico estadounidense de obtener información fiable sobre la gestión medioambiental de sus plantas la que llevó a implantar una serie de prácticas de control que hoy denominamos auditorías ambientales. Las ventajas de dichas prácticas, antes de llegar a España, han sido compro-

badas en algunos países industrializados de nuestro entorno tales como Holanda y Gran Bretaña, país este último cuya norma BS 7.750 ha servido de referencia para el Reglamento CEE 1.836/94, que más adelante comentaremos.

La auditoría ambiental iba a ser la herramienta que de una forma sistemática permitiera evaluar todos los riesgos ambientales de la gestión empresarial, los cuales con su carácter integrador han llevado a incluir a otros considerados hasta el momento de modo independiente: seguridad, higiene industrial, seguridad en el producto y calidad.

Lo que en otros países nace y se desarrolla como una herramienta necesaria para dar respuesta a un crecimiento paralelo de la complejidad de la gestión, llega a nuestro país empaquetado y nos sentimos en la obligación de aplicarla sin asumir la mayoría de las veces la necesidad de unos pasos previos.

Mientras que en el país en que se desarrolló se han hecho esfuerzos por definir y acotar todas las herramientas de que dispone la empresa para controlar su gestión ambiental en función de diversos objetivos, en nuestro país nos limitamos a aplicar sin más todo aquello que consideramos novedoso, sin preguntarnos la mayoría de las veces sobre su verdadera utilidad.

Sin haber llegado a una caracterización inicial de los riesgos ambientales mediante lo que deberíamos llamar *diagnóstico ambiental* o *evaluación preliminar* hablamos de auditoría. Es como quien sin estudiar ni realizar ningún control parcial se presenta al examen final.

No se debería perder el auténtico sentido de la auditoría ambiental en tanto que es una herramienta de verificación con respecto a un objetivo o estándar previo que, aunque puede ser meramente legislativo, debe ser corporativo marcándose metas más exigentes, si se quiere aprovechar todo el valor de la auditoría como investigación preventiva y, lo más importante, como herramienta interna de la gestión. Las auditorías aparecen como una ayuda a la gestión, no como un problema añadido.

El hecho de que no se deba desvirtuar el concepto de auditoría cuando se habla de investigaciones de rango inferior no implica que no se puedan utilizar mientras no se hayan implantado complejos sistemas de gestión en las empresas. Esto necesitará todavía algunos años, lo que podría traducirse en una excesiva mitificación de las auditorías, haciéndolas un fin en sí mismas. Tampoco hay que confundir una auditoría ambiental, en singular, con un sistema tan complejo como el de ecogestión y ecoauditoría, en el que la auditoría es un elemento más del procedimiento.

En resumen, las auditorías pueden y deben utilizarse ya, siempre y cuando existan algunas premisas de partida y los primeros pasos estén dados.

Auditar es la actividad de verificar. Es la comparación de lo que en realidad existe con lo que debería existir. Cuando no existen estándares o requerimientos, la auditoría se convierte en una mera evaluación.

Aunque se han dado numerosas definiciones de auditoría ambiental, debemos acogernos a la que establece el Reglamento 1.836/93 de la CEE, la cual es muy similar a las dadas anteriormente por otros organismos (USEPA, ICC, etc.): «Instrumento de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización, el sistema de gestión y procedimientos destinados a la protección del medio ambiente y que tiene por objeto:

- Facilitar el control, por parte de la dirección, de las prácticas que puedan tener efectos sobre el medio ambiente.
- Evaluar su adecuación a las políticas medioambientales de la empresa.»

Dicha definición coincide, básicamente, con la que se da en la Norma UNE 77-802-93. Esta norma, relativa a auditorías de los sistemas de gestión medioambiental, junto con la UNE 77-801-93, relativa a las reglas generales para la implantación de un sistema de gestión medioambiental son las normas españolas que, con carácter experimental, han sido publicadas por AENOR a principios de 1994.

Ambas normas coinciden en muchos aspectos con las relativas a sistemas de gestión de la calidad y sus correspondientes auditorías.

Si bien existe una similitud entre auditorías ambientales y de calidad, con frecuencia se establecen comparaciones entre aquéllas y las contables. Aunque metodológicamente haya ciertas similitudes, lo cierto es que entre ambas hay grandes diferencias en diversos aspectos tales como la iniciativa, la periodicidad, los estándares, etcétera.

2

Auditorías ambientales

TIPOS DE AUDITORÍAS AMBIENTALES

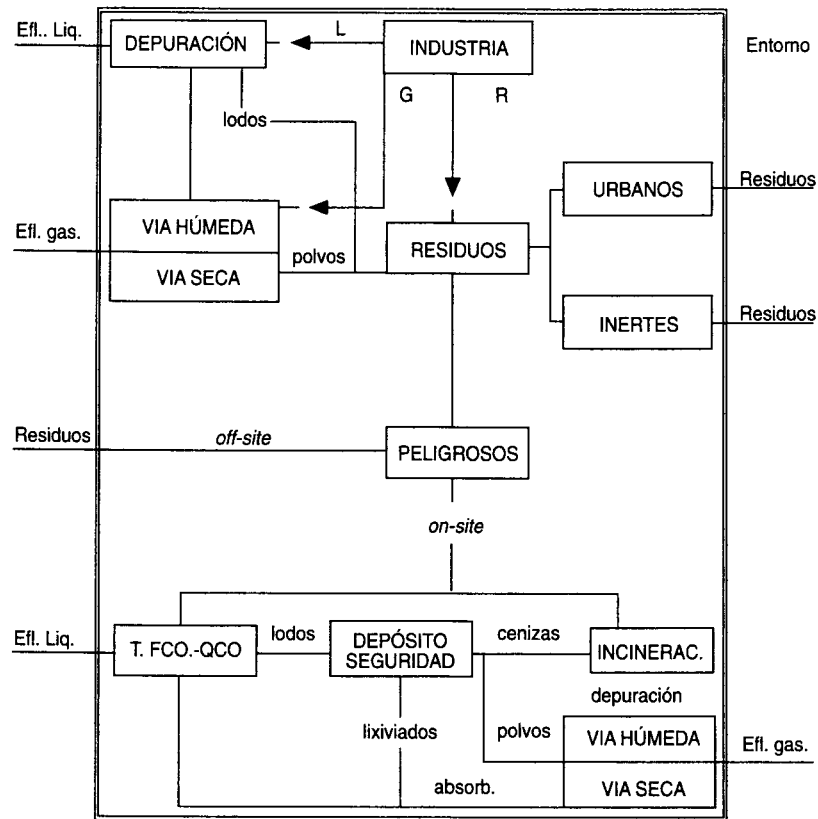
Se pueden distinguir diferentes tipos de auditorías ambientales dependiendo de los fines que ésta persiga: de cumplimiento, de minimización de residuos, de clausura y preadquisición, de riesgos, etc.

Aunque algunas de ellas no se han considerado tradicionalmente como auditorías ambientales, lo cierto es que todas ellas se pueden considerar dentro del ámbito de éstas.

No obstante, las más frecuentes son las de cumplimiento con estándares legales o con requerimientos establecidos por la propia empresa.

Por otra parte, las auditorías ambientales pueden ser internas o externas, dependiendo del carácter que tenga el equipo auditor. La más frecuente es la interna, en la que el equipo auditor está formado por personal de la empresa aunque, en ocasiones, también interviene personal externo, formando un equipo mixto.

Según el ámbito que abarque, la auditoría ambiental puede ser integrada o sectorial, dependiendo de si considera todas las variables ambientales en su conjunto o sólo se interesa por una de ellas (aguas, atmósfera, residuos, etc.). No obstante, es conveniente proceder siempre que sea posible, a auditorías integradas, dadas las complejas interrelaciones que existen entre los diferentes tipos de focos contaminantes en una industria, como puede observarse en la figura siguiente.



Interrelación entre focos de contaminación en la industria

¿DE QUIÉN DEBE PARTIR LA INICIATIVA DE REALIZACIÓN DE UNA AUDITORÍA AMBIENTAL?

Tradicionalmente ha sido la propia empresa la que de forma voluntaria ha iniciado este tipo de acciones. No obstante, se han dado casos en los que se han exigido como condición para la obtención de permisos, para la obtención de una póliza de seguros o, simplemente, como parte de un buen programa de gestión ambiental. Son también frecuentes las auditorías ambientales exigidas por parte de empresas que van a adquirir a otras o a fusionarse con ellas, así como las exigidas antes de proceder a la compra de terrenos.

Hay tres casos clave de actividades para los que la iniciativa de realización de una auditoría ambiental es imprescindible:

- *Holdings* de empresas con diversidad en los negocios, de forma que cada uno de ellos presente aspectos ambientales diferentes.
- Multinacionales que operan en diversos países y que, por lo tanto, tienen diferentes legislaciones.
- Grandes empresas que van a realizar fusiones o adquisiciones con diferentes sistemas de producción y/o formas de gestión.

En general, es una norma aceptada que la iniciativa de proceder a una auditoría ambiental debe partir de la propia empresa, y de forma voluntaria, puesto que uno de los objetivos prioritarios de toda auditoría es conseguir una credibilidad externa y, por lo tanto, es fundamental el carácter de voluntariedad comentado.

Por otra parte, las auditorías ambientales no evitan los controles administrativos, aunque sí deben disminuirlos si los resultados de aquéllas son satisfactorios.

BENEFICIOS DERIVADOS DE UNA AUDITORÍA AMBIENTAL

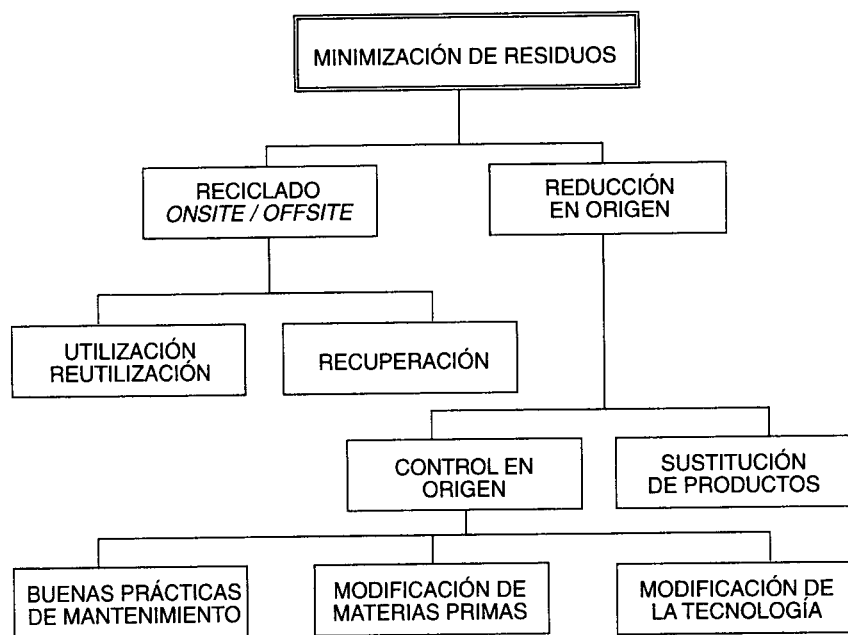
Las auditorías ambientales producen distintos beneficios en muy diferentes aspectos. Los beneficios que se pueden derivar para un accionista no son iguales a los que puede obtener un gerente de planta. Del mismo modo, un programa de auditoría ambiental diseñado por un grupo no tiene por qué satisfacer a otros.

En general, de una auditoría ambiental se pueden derivar los siguientes beneficios:

- Aumento de la credibilidad externa.
- Adaptación a la legislación vigente.
- Establecer criterios de urgencia para el control de la contaminación.
- Minimizar la generación de productos residuales.
- Optimizar los presupuestos dirigidos a la solución de problemas ambientales.
 - Asegurar al *staff*, directores e inversores, de que se están tomando las medidas adecuadas, para minimizar las pérdidas asociadas al control de la contaminación.
 - Facilitar la formación del personal.

- Ahorrar costes.
- Detectar y corregir inmediatamente malos hábitos de mantenimiento realizados de forma rutinaria (lo que suele implicar un ahorro de recursos y una minimización de los residuos).
 - Proporcionar seguridad a la empresa.
 - Prevenir consecuencias graves para el medio en caso de grandes accidentes y facilitar la toma de decisiones en temas de mitigación y descontaminación.

No hay ninguna desventaja derivada de la realización de una auditoría ambiental si se diseña y se desarrolla correctamente. Ahora bien, si una empresa no tiene intención de llevar a cabo un seguimiento y cumplimiento de lo propuesto por la auditoría ambiental, es preferible que no la realice, puesto que ésta incrementa los problemas y magnifica las responsabilidades.



Jerarquización de objetivos en una auditoría ambiental de minimización de residuos

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO AUDITOR

Un equipo auditor puede estar formado por un número de personas que depende del tipo y tamaño de la empresa a auditar, frecuentemente entre 2 y 5 personas. En él pueden estar incluidos ingenieros, abogados, científicos, generalistas ambientales y expertos en metodología de auditoría.

El equipo auditor debe ser independiente, de modo que no se encuentre inmerso ni en los problemas ni en las soluciones y así poder alcanzar una máxima objetividad en los resultados de la misma.

FACTORES DE RIESGO A INVESTIGAR EN UNA AUDITORÍA AMBIENTAL

Básicamente, los factores de riesgo potenciales a valorar dentro de una auditoría se pueden resumir en cinco grandes grupos:

- Personal
Defectos o fallos de formación, información, entrenamiento y comunicación.
- Instalaciones
Defectos o fallos de mantenimiento, diseño, explotación, protección, etc.
- Sistemas de gestión
Problemas de ausencia de objetivos, falta de flexibilidad y comunicación, falta de motivación, etc.
- Procedimientos
Falta de existencia o adecuación de procedimientos.
- Aspectos externos
Riesgos de catástrofes naturales, atentados, concienciación e información de la población, etc.

CONTENIDO Y METODOLOGÍA DE UNA AUDITORÍA AMBIENTAL

En general, una auditoría ambiental se desarrolla en 5 fases:

Preparación de la auditoría

- Definición de objetivos.
- Organización y asignación de personal.
- Asignación de recursos y elaboración de cuestionarios.

Actividades propias de la auditoría

- Visitas a la planta.
- Entrevistas con el personal.
- Estudio, *in situ*, de los factores técnicos, organizativos y administrativos.
- Toma de muestras y análisis entendida como evaluaciones (sólo si no existieran datos).
- Información general: diagramas, procesos, organigramas, inventario de focos contaminantes, datos de los libros de registro, etc.
- Análisis de las actuaciones externas de la empresa.

Elaboración del informe previo

- Preparación de un informe interno con comentarios y recomendaciones.
- Discusión con la empresa y validación de los datos obtenidos.

Elaboración del informe definitivo

- Objetivo pretendido con la auditoría ambiental.
- Cómo se efectuó la auditoría ambiental y quién la realizó.
- Limitaciones impuestas, establecidas o encontradas.
- Emisión de juicios con suficiente discusión para identificar su naturaleza, así como los problemas que puedan aparecer en cada situación.
- Conclusiones apoyadas por uno o más juicios.
- Recomendaciones para mejorar el cumplimiento y la gestión ambiental.

Plan de seguimiento de la auditoría ambiental

Es necesario cuando la empresa debe acometer medidas correctivas para solucionar los problemas descubiertos por la auditoría.

Si es deseo del auditado, se puede realizar una publicación de los resultados. Es conveniente aclarar que, por graves que sean los riesgos ambientales detectados, los auditores no tienen obligación alguna de informar de ellos a otras personas diferentes del auditado. Sí es, en cambio, una norma ética del auditor la total confidencialidad de los datos a los que ha tenido acceso.

EVOLUCIÓN A CORTO PLAZO DE LA IMPLANTACIÓN DE LA REALIZACIÓN DE AUDITORÍAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Hasta 1993 no existía ninguna normativa que contemplase los aspectos característicos de la realización de este tipo de estudios, en cuanto a:

- Descripción de actividades industriales a las que fuera de especial interés su aplicación.
- Metodología de realización de estudio estandarizada.
- Profesionales acreditados para su realización, etc.

Sí se habían fomentado, sin embargo, la realización de este tipo de estudios mediante programas de subvenciones a empresas, entendiendo que existía una metodología consensuada, tanto sobre los procedimientos, como sobre el contenido y objetivos de las mismas, y que es básicamente la ya expuesta anteriormente.

En 1993, la aprobación del Reglamento Comunitario sobre «Adhesión de las empresas del sector industrial, con carácter voluntario, a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales», pretende cubrir las carencias mencionadas respecto a la metodología y protocolos de realización y aplicación, obteniendo beneficios de la promoción «voluntaria» y, por lo tanto, como ya se ha comentado, mucho más efectiva que cuando se impone como «obligatoria», de la realización de auditorías entre las empresas del sector industrial.

Para incentivar, asimismo, estos estudios, se establece un «Sistema Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría» al que se adhieren las empresas, una vez que exista un compromiso de las mismas para:

- Establecer programas, políticas y sistemas de gestión ambiental.
- Evaluar sistemática, objetiva y periódicamente dichos sistemas.
- Informar al público de los resultados de dicha gestión.

La adhesión a dicho «sistema» permitiría a las empresas la exhibición del logotipo de acreditación correspondiente, que informa de su participación.

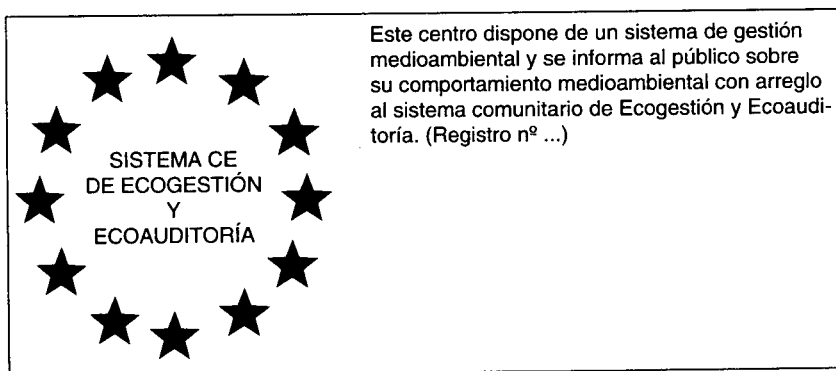
La declaración de participación no podrá ser utilizada para la publicidad de productos, ni en los productos ni en los envases, pues estos aspectos están ya contemplados en la normativa sobre etiquetado ecológico.

El Reglamento pretende instaurar en la gestión industrial, y así se recoge en sus consideraciones, todos los aspectos que se han ido abordando por la política comunitaria en las diferentes Resoluciones y Programas de Acción de las Comunidades Europeas de 1973, 1977, 1983, y 1987 relativos a la prevención, reducción o eliminación de la contaminación en su origen, y garantía de una gestión adecuada de los recursos y utilización de tecnologías limpias, que tomó asimismo como base de acción el principio de «quien contamina paga».

Igualmente, esta idea, base del concepto del crecimiento sostenible se promovió y respaldó posteriormente, tanto en el Tratado de la Unión Europea, firmado en Maastricht en 1992, como en posteriores Resoluciones del Consejo, en las que, a su vez, se subraya el papel y responsabilidad de las empresas en el fortalecimiento de la economía y protección del medio ambiente.

Es en el ámbito de esta responsabilidad de la empresa donde se enmarca la necesidad de que las mismas articulen y pongan en práctica políticas, objetivos y programas de gestión internos donde se contemple la realización de auditorías ambientales.

Los programas deberían asegurar como objetivos:



Logotipo de acreditación

- Internamente: garantizar la información, formación y participación de los trabajadores en los objetivos ambientales de la empresa.
- Externamente: informar al público sobre los aspectos ambientales de sus actividades.

Es en este último aspecto donde se introduce una interesante novedad en el Reglamento, con la aparición de unos comunicados periódicos, por parte de las empresas, denominados declaraciones ambientales, cuya función es recoger, de forma clara y asimilable por la opinión pública, la situación medioambiental real de la instalación industrial y de sus políticas, programas, objetivos y grado de integración en la gestión global.

La aparición de este tipo de documento informativo implica, asimismo, la de una figura de control o verificación de si efectivamente esos datos reflejados en la declaración ambiental de la empresa corresponden con la verdadera situación de la misma, y si las evaluaciones o auditorías necesarias para obtenerlas se han realizado de acuerdo con la metodología adecuada, en cuanto a normas de procedimientos y de contenido establecidas.

La propia descripción del verificador ambiental excluye la relación del mismo con la empresa auditada.

Esta independencia se acentúa más aún cuando se indica la necesidad de la acreditación de los verificadores ambientales por unos organismos o entidades que designe, en cada caso, cada país de la Comunidad.

Se incide, en este sentido, en asegurar la independencia y la neutralidad de la acreditación y de la supervisión de los controladores ambientales para garantizar la credibilidad de todo el programa.

El Reglamento dentro del ámbito industrial recomienda la adhesión al sistema para una serie de actividades industriales (véase el cuadro de la página siguiente).

En este sentido se señala, asimismo, la necesidad de que las pequeñas y medianas empresas participen en el programa, estableciendo medidas y estructuras de asistencia técnica necesaria por parte de los países miembros, para conseguir este objetivo.

No excluye, e incluso considera conveniente, que se difunda este tipo de estudios, y que se pongan en práctica programas de ecogestión y ecoauditorías, fuera del sector industrial, indicando en concreto sectores como el de distribución y el de los servicios públicos.

Otro aspecto comentado en el nuevo Reglamento, si bien ya contemplado de hecho en la metodología habitual utilizada hasta el momento, es la distinción entre centro o emplazamiento donde se llevan a cabo las ac-

Actividades a las que se aconseja la realización de auditorías ambientales

<p>A. INDUSTRIAS DE LA ENERGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> Centrales térmicas convencionales y otras instalaciones de combustión con una potencia superior a 50 MW térmicos. No se incluyen las plantas que utilizan directamente en el proceso de fabricación los productos de la combustión. Plantas de gasificación de carbón o de producción de gas a partir de productos petrolíferos. 	<p>B. PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE METALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Tostación, calcinación, aglomeración y sintetización de minerales metálicos en plantas con capacidad superior a 10.000 t/año de mineral procesado. Acerías eléctricas, con una capacidad total de la planta superior a 10 toneladas. Fabricación de ferroaleaciones en horno eléctrico, cuando la potencia del horno sea superior a 100 KW. Fabricación de sílico-aleaciones, excepto ferrosilicio, cuando la potencia del horno sea superior a 100 KW. Producción de cobre. Producción de plomo, zinc, antimonio, cadmio, cromo, magnesio, manganeso, estaño y mercurio.
<p>C. TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES Y REVESTIMIENTOS DE METALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Galvanizado, estañado y emplomado de hierro y revestimientos con un metal cualquiera por inmersión en baño de metal fundido, o por otros procedimientos, con una capacidad superior a 5 toneladas. 	<p>D. INDUSTRIAS QUIMICAS Y CONEXAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Producción de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Industrias del cloro. Producción y utilización de fluoruros. Producción de sales de cobre. Plantas químicas integradas. Plantas de plaguicidas y otros agroquímicos. Fabricación de antibióticos. Plantas de celulosa y papel, con una capacidad de producción igual o superior a 25.000 t/año.
<p>E. INDUSTRIA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Fabricación de clínker y de cemento. Fabricación y transformación de amianto y de productos con amianto. Fabricación de vidrio, con capacidad superior a 20.000 t/año. 	<p>F. INDUSTRIA TEXTIL</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantas textiles de teñido y acabado de fibras textiles, con una producción superior a 1 t/día de fibra, hilatura o material textil. Plantas de lavado y blanqueado de la lana. Plantas de teñido y blanqueado de algodón, cáñamo y lino.
<p>G. CURTIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Fábricas de curtido, teñido y acabado de pieles y cueros. 	<p>H. INDUSTRIAS DE LA ALIMENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Industrias azucareras. Industrias lácteas. Fábricas de cerveza. Alcoholeras, con una producción superior a 1.000 litros diarios, expresada en alcohol absoluto. Fábricas de grasas vegetales y animales. Mataderos con capacidad superior a 1.000 t/año y Talleres de descuartizamiento de animales con capacidad superior a 5.000 t/año.
<p>I. EXPLOTACIONES GANADERAS INTENSIVAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Granjas con más de 500 UGM (unidades de ganado mayor) de bovino. Granjas con más de 1.000 cabezas de porcino. Granjas con más de 20.000 aves. 	<p>J. TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y AGUAS RESIDUALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantas de tratamiento de residuos. Estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas que sirvan una población mayor de 15.000 habitantes.

tividades industriales, y la empresa u organización en la que la Dirección ejerce un control global de las actividades realizadas, en uno o varios centros de dicha empresa.


Entendiendo, por lo tanto, que la empresa únicamente puede presentar una acreditación de participación en el sistema de ecogestión o ecoauditoría con respecto a los centros que hayan sido auditados, no respecto a la empresa como tal, si no se han auditado todos los centros de la misma. Este supuesto se contempla en los diferentes modelos de declaraciones de participación, indicados en el Reglamento, como se muestra más adelante.

Por último, aunque no menos importante, y justificando la existencia del propio Reglamento, cabe comentar el cargo de auditor y la de la propia auditoría, en cuanto a su desarrollo metodológico.

Tal y como hasta ahora se venía haciendo, siguiendo el modelo original americano, como ya se comentó, se distinguen las modalidades de auditor interno o externo según su pertenencia o no a la empresa auditada, pudiendo ejercer esta actividad siempre que individual o colectivamente reúna una serie de requisitos relacionados con el conocimiento del sector o ámbito de la auditoría, en cuanto a:

- Aspectos técnicos.
- Normas medioambientales.
- Gestión ambiental.

Se vuelve a incidir en que uno de los requisitos fundamentales, tanto en el caso de auditores externos como internos, es que sean lo suficientemente independientes para emitir un dictamen objetivo respecto a la actividad auditada.



Los siguientes centros en los que ejercemos nuestras actividades industriales disponen de un sistema de gestión medioambiental y se informa al público sobre su comportamiento medioambiental con arreglo al sistema comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría:

- denominación del centro, número de registro

-

-...

Modelo de declaración de participación

No se contempla explícitamente, por otra parte, la necesidad de una acreditación por parte de un organismo concreto para ejercer su actividad, como sí lo hacía en el caso de los verificadores ambientales.

Lo que no parece deducirse claramente, ni del articulado ni de los anexos del Reglamento, es la compatibilidad o no del desarrollo de ambas actividades: verificador y auditor (en el caso, por supuesto, de los auditores externos).

En cuanto a la metodología de realización de una auditoría y al contenido de la misma, conceptualmente no habría nada que añadir a lo que ya se comentó con respecto a estos aspectos anteriormente, puesto que se vuelven a distinguir las fases de realización ya comentadas (preparación, actividad de auditar, preparar plan de seguimiento, informar) y los aspectos a considerar en el estudio ya indicados (instalaciones, procedimientos, personal, etc.).

En concreto estos aspectos se recogen en el Anexo I del Reglamento en cuanto al contenido de los mismos:

Políticas y programas medioambientales

1. Establecimiento de la política y el programa medioambiental de la empresa.
2. Nivel directivo de la política medioambiental de la empresa.
3. Principios de acción de la política medioambiental.
4. Objetivos medioambientales.
5. Programa medioambiental para el centro.

Sistemas de gestión medioambiental

1. Política, objetivos y programa medioambientales.
2. Organización y personal.
3. Efectos medioambientales.
4. Control operativo.
5. Registros de documentación sobre gestión medioambiental.
6. Auditorías medioambientales (revisión del programa).

Aspectos que deben tomarse en consideración

- Gestión y ahorro de energía, materias primas, agua, etc.
- Selección de nuevos procesos y sistemas de prevención y control.
- Información externa.
- Formación interna.
- Procedimientos en caso de accidentes.

Prácticas de gestión correctas

Control periódico de la actividad para comprobar si las medidas impuestas son coherentes y si se produce una mejora continua de los resultados.

En cuanto a la metodología de realización de la auditoría se distinguen las siguientes fases, en el Anexo II de dicho reglamento:

- a) Objetivos.
- b) Alcance.
- c) Organización y recursos.
- d) Planificación y preparación de la auditoría de un centro.
- e) Actividades de auditoría.
- f) Comunicación de los resultados y las conclusiones de la auditoría.
- g) Seguimiento de la auditoría.
- h) Periodicidad de las auditorías.

Evidentemente, al puntualizar todos estos aspectos e indicar la progresiva aparición de las normas estandarizadas de realización de auditorías correspondientes, se evitan posibles agravios comparativos con respecto al diferente grado de control ambiental al que pudieran someterse, tanto a empresas auditadas como auditoras, redundando, en definitiva, en la calidad del trabajo en unas y otras.

Existen ya en la actualidad normas, unas específicas de gestión ambiental, y otras ya existentes sobre gestión de calidad que se irán adaptando progresivamente a la gestión ambiental:

• Normas específicas

— UNE 77-801-93. Reglas Generales para la Implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental.

— UNE 77-802-93. Reglas Generales para las Auditorías Medioambientales. Auditorías de los sistemas de gestión medioambiental.

• ISO 10.011/1990. Partes 1, 2 y 3 equivalente a UNE 66-909-92. Partes 1, 2 y 3 sobre «Auditorías de sistemas de calidad».

Se sustituirán los términos «calidad» y «gestión de la calidad» por «medio ambiente» y «gestión medioambiental».

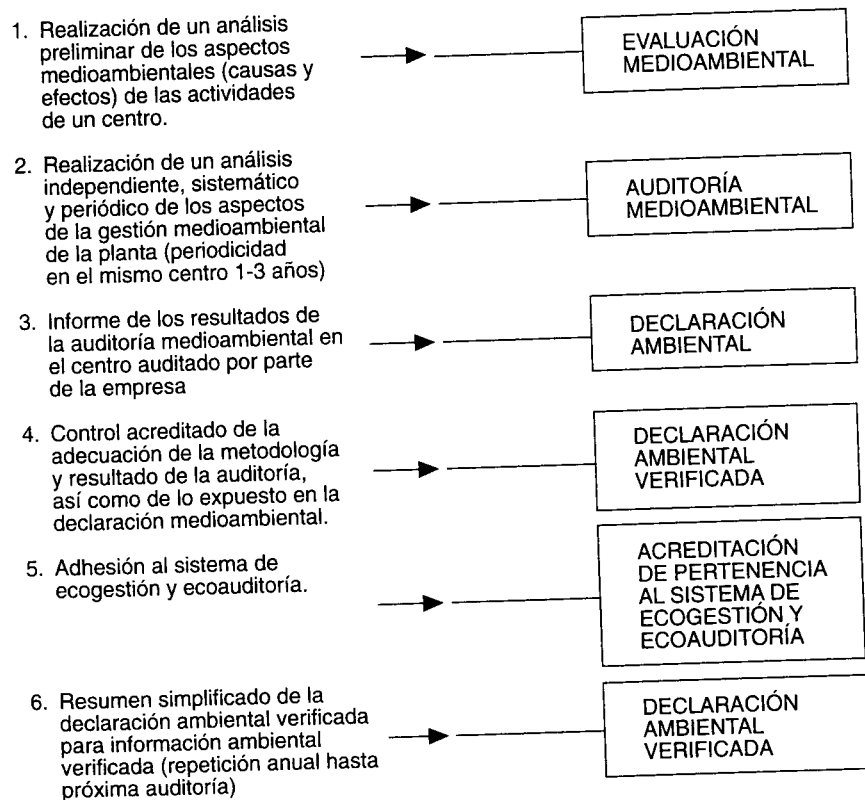
• Otras normas

— BS 7750.

— Futura Norma CEN.

En cuanto al período temporal existente entre la realización de sucesivas auditorías, se indica, en cualquier caso, un período máximo de 3 años, estableciendo particularmente el período óptimo, dependiendo de la problemática de la empresa y de la situación que se deduzca de cada auditoría realizada. En el lapso de tiempo comprendido entre dos auditorías, se prevé el control de la evolución de la gestión mediante declaraciones simplificadas anuales, que incluso no se consideran de realización obligatoria en el caso de pequeñas y medianas empresas o en el caso de aquellas empresas en las que no se hayan detectado cambios importantes desde la última declaración ambiental, según se indica literalmente.

A continuación se resumen los distintos tipos de estudios y los informes correspondientes que se tipifican en el Reglamento y se han ido describiendo:



El diagrama de flujo adjunto indica claramente el procedimiento operativo y la situación de cada una de las etapas anteriores dentro del esquema general de funcionamiento propuesto.

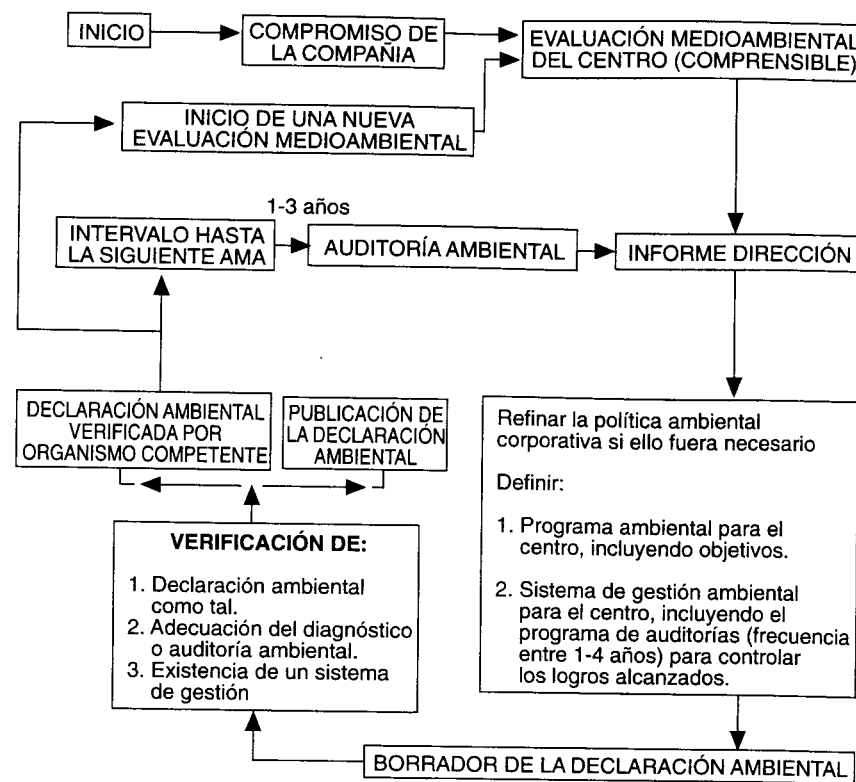


Diagrama de flujo para el esquema de ecoauditorías (Propuesta Reglamento CEE 92/C76/02)

SÉPTIMA PARTE
PREVISIÓN DE LAS CONSECUENCIAS
AMBIENTALES DE ACCIDENTES
MAYORES

1

Tratamiento de la previsión de las consecuencias ambientales de accidentes mayores

INTRODUCCIÓN

El accidente de Seveso marcó un hito importante, puesto que catalizó la aparición de la legislación comunitaria en materia de prevención de Accidentes Mayores (AM). La Directiva 82/501/CEE, denominada «Seveso», ha sido transcrita al derecho interno de los países comunitarios, y regula determinadas actividades industriales en las que se pudieran ocasionar accidentes de tal magnitud que pudieran afectar tanto a la población como al medio ambiente.

En dicha Directiva se hace mención de la obligación que ciertas industrias tienen de declarar los componentes peligrosos que procesan y que almacenan (Directiva 88/610/CEE) presentando un análisis de los riesgos existentes y un Plan de Emergencia Interior que prevea y mitigue las posibles consecuencias de un AM y sirva de base para la elaboración, por parte de la Administración competente, de un Plan de Emergencia Exterior que coordine las actuaciones en dicho caso.

Por otra parte, otros accidentes, entre los que cabe destacar el de Basilea, han puesto de manifiesto la magnitud con que un accidente puede afectar al entorno.

En la Directiva Seveso, un AM se define como un hecho tal que una emisión, una explosión o un incendio resultante del desarrollo incontro-

lado de una actividad industrial que entrañe un grave peligro, inmediato o diferido, para el hombre y/o el medio ambiente y en el que intervengan una o varias sustancias peligrosas.

En dicha definición se habla de «hombre y/o medio» de forma independiente, y no se llega a definir en ningún momento qué se entiende por medio ambiente.

Los objetivos básicos de la consideración ambiental de los AM pasan por:

- Definir medio ambiente.
- Incluir el término «recursos» como algo asociado intrínsecamente al medio ambiente.

Por otra parte, la definición que de medio ambiente se realiza en la Directiva 85/337/CEE sobre Evaluación de Impacto Ambiental es más completa, e incluye los siguientes factores:

- El hombre, la fauna y la flora.
- El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- La interacción entre los factores mencionados en los guiones primero y segundo.
- Los bienes materiales y el patrimonio cultural.

Hasta hace poco tiempo, el estudio de los Accidentes Mayores se dirigía preferentemente a los efectos sobre el hombre, y se efectuaba en base a estudios de seguridad y de toxicidad aguda.

Actualmente se considera que cualquier consecuencia que se derive de un AM puede tener efectos de consideración sobre hombre y entorno. Ahora bien, es a la hora de marcar los límites entre éstos cuando surgen dificultades. Una definición simplista, pero hasta ahora considerada, de medio ambiente es la de todo aquello que no es el mismo hombre y que le rodea y condiciona.

El hecho de que se haya producido un mayor desarrollo de los estudios de afección directa al hombre hace que los estudios ambientales actuales se consideren de manera independiente a los anteriores aunque ello no sea realmente cierto.

Sí es cierto, en cambio, que entre hombres y medio existen unas diferencias significativas. Como receptor, el hombre es pasivo, y sobre él se dejan notar los efectos, pero no los transporta. El entorno, en cambio, es un receptor activo que puede acusar unos efectos directos y, al mismo

tiempo, transportar los productos según tres vectores: atmósfera, agua y suelo.

Este receptor compuesto básicamente por flora, fauna y paisaje, como factor integrado, es el que debe ser el principal objetivo del ambientalista, puesto que el primero ya ha sido abordado desde los puntos de vista toxicológico y de seguridad.

¿QUÉ ES UN ACCIDENTE MAYOR PARA EL MEDIO AMBIENTE?

Si ya es difícil definir lo que es un Accidente Mayor, mucho más lo es definirlo para el medio, por lo que cualquier definición estará sujeta a inexactitudes. No obstante, se pueden resaltar algunas características de lo que ambientalmente puede llegar a representar un AM.

La definición de AM según la Directiva «Seveso», antes comentada, tiene unos rasgos a puntualizar:

Por un lado, la *naturaleza incontrolada de los sucesos* que conducen a la ocurrencia; por otro, el *grave peligro* que pueda presentarse potencial o actual y, por último, las *diferentes escalas de tiempo* o periodos de impacto.

Sin embargo, no define lo que se entiende por medio ambiente, aunque a todos los efectos consideraremos lo comentado en el capítulo anterior. Lo que sí queda claro es que la contaminación gradual y constante no se halla incluida en tal definición.

Sobre los efectos clásicos de un AM para el hombre hay que añadir ahora una serie de aspectos ambientales que hay que tener en cuenta:

- Efectos indirectos sobre el hombre.
- Daños ocasionados a lugares de especial interés: científico, recreativo, etc.
- Daños sobre aspectos raros o únicos del medio.
- Los efectos sobre sistemas de abastecimiento humano y recursos.
- Efectos socioeconómicos, etc.

En resumen, y a pesar del carácter subjetivo que puede presentar cualquier definición, un accidente sería mayor para el medio si existiera un daño permanente o de larga duración a partes raras o únicas de nuestro entorno natural o bien si se produjera daño muy extendido sobre el medio en general, entendiéndose por medio tanto el natural como el generado por el propio hombre.

El problema surge cuando se intentan establecer unos criterios cuantitativos que ayuden a clasificar los Accidentes Mayores según su magnitud en función de los efectos sobre el medio.

Independientemente de ello, cualquier criterio que se establezca debe atender a tres tipos de aspectos:

Cualitativos

Cuando exista un daño real o potencial significativo sobre hábitats y especies de importancia ecológica o sobre recursos y abastecimientos difícilmente sustituibles. También debería atender a los tipos de sustancias liberadas según parámetros como persistencia, bioacumulación y toxicidad.

Cuantitativos

Deberán incluir aspectos relativos a la extensión del daño. De este modo, se podría hablar de extensiones dañadas en lugares de especial interés, número de especies afectadas, magnitud de las medidas necesarias para la mitigación de los efectos, etc. Otro aspecto a destacar sería el de la cantidad de sustancia liberada, así como el establecimiento de criterios comparativos con concentraciones límite establecidas en las diferentes legislaciones sectoriales.

Temporales

Clasificarán los accidentes basándose en la escala temporal en que se produzcan los efectos, debiéndose fijar plazos de regeneración para los diferentes hábitats. Hay que considerar como norma general que para que un accidente sea mayor los daños deberán ser permanentes o de larga duración.

En algunos países, como Gran Bretaña (a través del Department of Environment), se están desarrollando criterios que ayuden a definir lo que es un accidente mayor para el medio ambiente, e incluso adelanta unos valores que puedan servir de referencia.

En España, en 1991 se aprobó la Directriz básica del Riesgo Químico; en ella se analizaban las obligaciones de los industriales afectados en

cuanto a medidas de protección internas y de coordinación externas con otras instalaciones para la implantación de los planes de emergencia exterior.

Además, y como aspecto innovador en este tipo de resoluciones que abordaban hasta el momento el aspecto de la prevención y control de accidentes mayores, se indican una serie de reflexiones sobre lo que se consideran «alteraciones graves del medio ambiente» producidas por un accidente mayor, en cuanto a contaminación debida a sustancias tóxicas en diferentes medios receptores agua residual, subsuelo, atmósfera.

Se incluye, asimismo, la consideración de afección grave al patrimonio cultural.

A nivel europeo, desde 1989 se viene recomendando la utilización de una escala, que permite clasificar los accidentes de forma objetiva según niveles de gravedad. Esta escala está basada en tres parámetros (D, C, M) donde cada uno de éstos asignan:

D: Peligro.

C: Consecuencias.

M: Medios disponibles para remediar el accidente.

Los valores de la escala para cada uno de los parámetros permiten definir la gravedad del accidente.

(D, C, M)	Calificación accidente
6	Catastrófico
5	Muy grave
4	Grave
3	Importante
2	Notable
1	Incidente
0	Anomalía

CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE ACCIDENTES MAYORES

Aunque nuestro interés se centra estrictamente en las consecuencias, conviene hacer un breve repaso de las posibles causas de AM:

- Defecto, fallo u operación defectuosa en planta.
- Fuego en planta o que incide en la planta.
- Explosión en planta o afección de una explosión externa.
- Descomposición externa de una sustancia en proceso o almacenada.
- Efectos del fuego en una sustancia en proceso o almacenada.
- Escorrentía de agua de extinción de incendios.

Hay que resaltar que nos estamos refiriendo únicamente a las causas directas de un accidente, y por ello hablamos de orígenes de tipo técnico. No obstante, es sabido que sólo el 20 % de los accidentes tienen como causa directa una cadena de fallos técnicos, estando implicados en el otro 80 % fallos organizacionales, de gestión y de comunicación.

Los tipos básicos de consecuencias se pueden agrupar en tres grandes bloques: incendio, explosión y fugas o derrames de productos tóxicos.

La base de datos MARS (Major Accidents Reporting System) del ISPRA ha registrado valores próximos al 40 % de accidentes cuya única consecuencia fue la fuga de un compuesto tóxico, porcentaje que se eleva al 70 % si se consideran consecuencias mixtas (fuga de producto tóxico además de incendio y/o explosión). Estos datos hacen comprender la importancia que tiene este tipo de consecuencias.

Cualquiera de las tres consecuencias puede ocasionar graves efectos sobre el medio, pero dada la complejidad que puede darse en la evolución de los tipos comentados conviene subdividirlo según los distintos escenarios que pueden producirse.

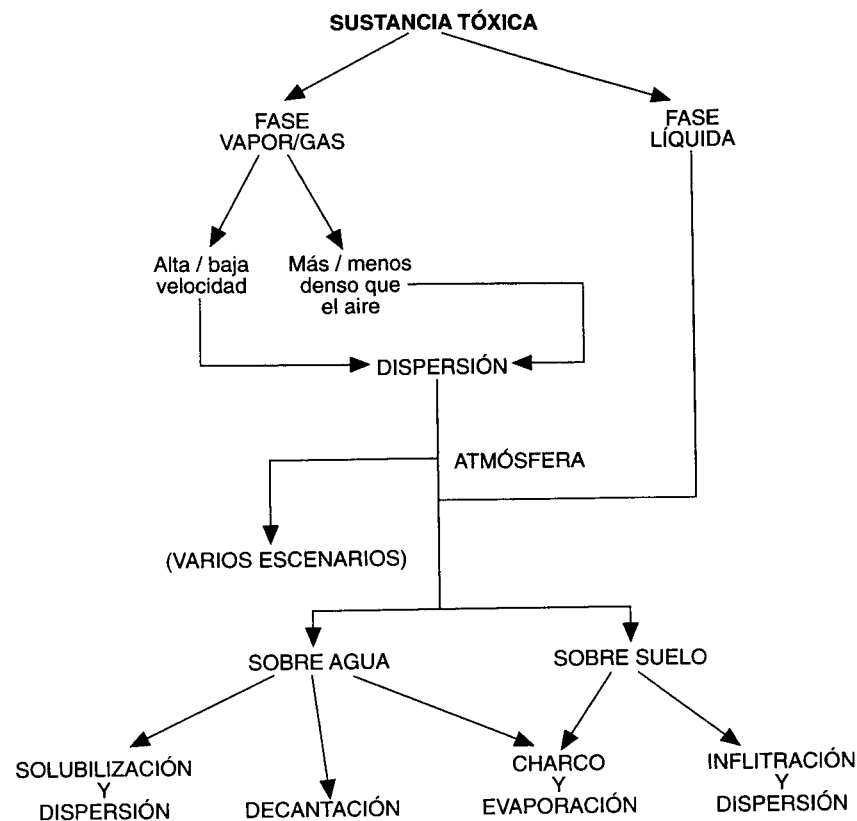
Estos escenarios dependerán, básicamente, de las características de la sustancia liberada, de las condiciones de liberación y de las características del medio receptor.

En cada caso obtendremos un tipo de escenario diferente que condicionará su desarrollo y potenciales efectos sobre el medio.

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS ACCIDENTES MAYORES

Los impactos potenciales que se pueden producir sobre el medio pueden ser directos (destrucción de biota autóctona y del hábitat, efectos físico-químicos, etc.) o bien indirectos si introducen modificaciones en el balance del ecosistema.

Siguiendo el desarrollo de los sucesos con el diagrama adjunto se pueden observar los impactos sobre diferentes medios para el caso de una liberación de un producto tóxico, que es la que puede presentar un mecanismo más complejo.



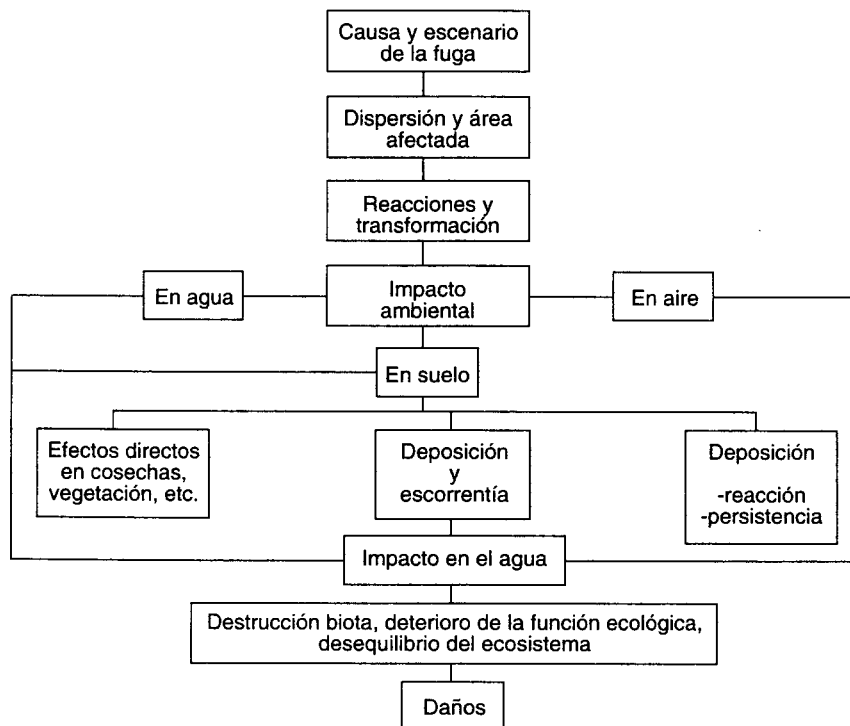
La evaluación de riesgos y peligros de impacto ambiental es más compleja en el caso de liberación de compuestos tóxicos que en el de incendios y explosiones, puesto que depende de los efectos toxicológicos y de los mecanismos de dispersión.

De hecho, hay grandes dificultades tanto para modelizar el transporte de sustancias en medios como el agua y el suelo como para tener datos de ecotoxicidad válidos para el contexto de un accidente mayor, máxime cuando ya existe una incertidumbre en la extrapolación animal-hombre.

La situación de partida para el análisis de riesgos es compleja. Hay diferentes vías de exposición, es muy difícil determinar la relación dosis-respuesta y hay numerosas incertidumbres, pero ello no justifica la no consideración de la variable ambiental.

Los elementos indispensables para evaluar riesgos y peligros de impactos ambientales provocados por accidentes mayores son:

- Identificación de las causas potenciales de un accidente mayor.
 - Definición exacta del origen de la liberación.
 - Evaluación de los impactos potenciales sobre el medio.
- Inventario de recursos: suelo y agua:
- * Flora, fauna, recursos hídricos superficiales y subterráneos, etc.



Protocolo para la evaluación de impactos ambientales

- Identificación de los usos dados a suelos y aguas:
 - * Recreativos, suministro, acuicultura, agricultura, ganadería, etc.
- Evaluación de los peligros ambientales de las sustancias implicadas potencialmente:
 - * Ecotoxicidad, persistencia, bioacumulación, formación de compuestos intermedios, efectos sinérgicos, etc.
- Investigación de las consecuencias, teniendo en cuenta:
 - * Extensión del área afectada (suelo, cauces, etc.).
 - * Persistencia del contaminante.
 - * Efectos a corto y largo plazo sobre toda forma de vida silvestre y estimación de la población afectada.
 - * Efectos directos e indirectos sobre el hombre.

Entre las herramientas imprescindibles para llevar a cabo una evaluación de tal tipo hay que destacar:

- Bases de datos para la obtención de información sobre ecotoxicidad y comportamiento en el medio de los compuestos liberados y sus intermedios.
- Bases de datos históricas sobre accidentes ocurridos anteriormente.
- Modelización de los fenómenos de dispersión y transporte.
- Modelización de las consecuencias potenciales de todos los posibles escenarios accidentales.
- Búsqueda de información para elaborar las estrategias de mitigación y descontaminación.

MITIGACIÓN DE EFECTOS Y DESCONTAMINACIÓN (CLEAN-UP)

Ambos conceptos incluyen todo tipo de acciones a tomar tanto *on-site* como *off-site* con objeto de minimizar los efectos ocasionados por un accidente consistente, básicamente, en la liberación de un tóxico.

Entre los conceptos de mitigación y descontaminación existe una diferencia en cuanto a la variable tiempo.

La primera suele incluir todo tipo de medidas de urgencia encaminadas a controlar y aislar los productos liberados (minimización de efectos

a corto plazo), mientras que la segunda se desarrolla en una segunda etapa y su objetivo es neutralizar y eliminar dichos productos con objeto de reducir el peligro de efectos a largo plazo, así como restaurar los espacios afectados.

De las tres fases típicas de actuación sobre un accidente (antes, durante y después de la emergencia) podemos decir que la mitigación interviene en el «durante» y la descontaminación en el «después».

Este aspecto es clave para la definición del tipo de trabajos a desarrollar en cada una de ellas.

Mitigación y descontaminación deben contemplarse de manera integrada en la planificación de emergencia, y ello se consigue mediante el desarrollo de un plan ordenado de actuación que abarca desde las medidas puramente preventivas hasta la restauración de las áreas afectadas, ya en última instancia.

Un plan detallado debería abarcar las siguientes fases:

- Prevención de la liberación accidental de tóxicos.
- Planificación de la respuesta ante una emergencia.
- Seguridad de la descontaminación *in situ*.
- Evaluación de la situación con obtención de datos.
- Técnicas de contención y confinamiento.
- Técnicas de concentración y segregación.
- Tratamiento de los productos controlados.
- Restauración de las áreas dañadas.

CONCLUSIONES

La consideración del entorno como receptor de un impacto accidental en toda su extensión es relativamente reciente, pero su desarrollo está siendo muy rápido, dadas las implicaciones directas e indirectas que tanto a largo como a corto plazo pueden tener sobre el hombre. No es un tema fácil, dada la inevitable subjetividad que se presenta en la cuantificación de efectos sobre el medio.

No se pretende que la preocupación por el entorno en la planificación de emergencia pase a un primer plano, por encima de los efectos directos sobre el hombre, pero sí que se contemplen las alternativas de actuación ambientalmente más viables.

La variable ambiental no es independiente, debe estar presente en todas las decisiones en el campo de la seguridad. La labor preventiva debe

comenzar en la fase de proyecto de una instalación química mediante la elaboración del oportuno estudio de impacto ambiental.

Una vez la instalación está ubicada, suponiendo que se ha optimizado el riesgo ambiental, las auditorías ambientales y de seguridad deben poner de manifiesto las anomalías tanto organizacionales como técnicas detectadas en una instalación en normal funcionamiento.

En tercer lugar, los planes de emergencia internos y, por tanto, los externos, deben recoger medidas de actuación inmediata para contrarrestar los efectos de un tóxico que sean compatibles con el entorno y faciliten la toma de medidas referentes a descontaminación y restauración de los espacios dañados.

Un último punto a destacar, y consecuencia de la subjetividad anterior, es la dificultad que presenta la información pública en este sentido.

No obstante, es de esperar un rápido desarrollo de las investigaciones en este sentido, de modo que se faciliten las evaluaciones tanto de riesgos como de consecuencias.

APÉNDICES

Apéndice

A

Legislación ambiental

GENERALES

Comunidad Europea

- Directiva del Consejo 93/692/CEE, de 23 de diciembre de 1991, sobre la normalización y la racionalización de los informes relativos a la aplicación de determinadas directivas referentes al medio ambiente (*DOCE* n.º L 377 de 31.12.1991).
- Reglamento (CEE) n.º 880/1992 del Consejo, de 23 de marzo de 1992, relativo a un sistema comunitario de concesión de etiqueta ecológica (*DOCE* n.º C 99 de 11.4.1992).
- Resolución 93/C 138/01 del Consejo y de los representantes de los Gobiernos de los Estados miembros, reunidos en el seno del Consejo, de 1 de febrero de 1993, sobre un Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible (*DOCE* n.º C 138 de 17.5.1993).

Estado Español

- Constitución española de 1978 (BOE n.º 311 de 29.12.1978).
- Ley Orgánica 8/1983, de 25 de junio, de reforma urgente y parcial del Código Penal (BOE n.º 152 de 27.6.1983).
- Ley Orgánica 7/1987, de 11 de diciembre, de reforma del Código Penal en relación al delito de incendio (BOE n.º 297 de 12.12.1987).
- Ley Orgánica 3/1989, de 21 de junio, de actualización del Código Penal (BOE n.º 148 de 22.6.1989).
- Instrumento de Ratificación del Tratado de la Unión Europea, firmado en Maastricht el 7 de febrero de 1992 (BOE n.º 11 de 12.1.1994).

ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y PROCEDIMIENTOS

Comunidad Europea

- Decisión de la Comisión, de 18 de septiembre de 1986, relativa a la creación de un Comité consultivo para la protección del medio ambiente en las zonas especialmente amenazadas (caso de la cuenca mediterránea) (DOCE n.º L 282 de 3.10.1986).
- Reglamento (CEE) n.º 1210/90 del Consejo de 7 de mayo de 1990, por el que se crea la Agencia Europea de Medio Ambiente y la red europea de información y de observación sobre el medio ambiente (DOCE n.º L 120 de 11.5.1990).

ACTIVIDADES CON INCIDENCIA AMBIENTAL

Comunidad Europea

- Directiva del Consejo de 24 de junio de 1982 relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales (82/501/CEE) (DOCE n.º L 230 de 5.8.1982).
- Directiva del Consejo de 19 de marzo de 1987, por la que se modifica la Directiva 82/501/CEE relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales (87/216) (DOCE n.º L 85 de 28.3.1987).
- Directiva del Consejo de 24 de noviembre de 1988 por la que se modifica la Directiva 82/501/CEE relativa a los riesgos de accidentes gra-

ves en determinadas actividades industriales (88/610/CE) (DOCE n.º L 336 de 7.12.1988).

- Reglamento (CEE) n.º 2078/92 del Consejo de 30 de junio de 1992, sobre métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medio ambiente (DOCE n.º L 215 de 30.7.1991).

Estado español

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria (BOE n.º 176 de 23.7.1992).
- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (BOE n.º 292 de 7.12.1961) (corrección de erratas BOE n.º 57 de 7.3.1962), y posteriores modificaciones.
 - Orden de 15 de marzo de 1963 sobre las industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas sobre las instrucciones complementarias del Reglamento regulador (BOE n.º 79 de 2.4.1963).
 - Decreto 2107/1968, de 16 de agosto, sobre el régimen en poblaciones con alto nivel de contaminación atmosférica o perturbaciones por ruidos y vibraciones (BOE de 3.9.1988).
 - Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección civil (BOE n.º 22 de 25.1.1985).
 - Real Decreto 886/1988, de 15 de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales (BOE n.º 187 de 5.8.1988).
 - Real Decreto 952/1990, de 19 de junio, por el que se modifican los anexos y se completan las disposiciones del Real Decreto 886/1988, de 15 de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales (BOE n.º 174 de 21.7.1990).
 - Resolución de 30 de enero de 1991, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la directriz básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico (BOE n.º 32 de 6.2.1991).
 - Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (BOE n.º 37 de 12.2.1992).
 - Orden de 29 de marzo de 1989 (Ministerio del Interior) por el que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 3 de marzo de 1989, que aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear.

- Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, del Ministerio del Interior, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil (BOE n.º 105 de 1.5.1992).

AUDITORÍAS AMBIENTALES

Comunidad Europea

- Reglamento (CEE) n.º 1836/93 del Consejo de 29 de junio de 1993, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambiental (DOCE n.º L 168 de 10.7.1993).

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Comunidad Europea

- Directiva del Consejo de 27 de junio de 1985, relativa a evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (85/337/CEE) (DOCE n.º L 175 de 5.7.1985).
- Anexo I al protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del medio ambiente (internacional).

Estado español

- Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (BOE n.º 155 de 30.6.1986).
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 20 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (BOE n.º 239 de 5.10.1988).

ATMÓSFERA

Comunidad Europea

Focos móviles de emisión/vehículos de motor

- Directiva del Consejo de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de me-

didadas que deben adoptarse contra la contaminación del aire causada por los gases procedentes de los motores de explosión con los que están equipados los vehículos a motor (70/220/CEE) (DOCE n.º L 76 de 6.4.1970) y modificaciones.

- Directiva del Consejo de 2 de agosto de 1972, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra las emisiones contaminantes procedentes de los motores diésel destinados a la propulsión de vehículos (72/306/CEE) (DOCE n.º L 190 de 20.8.1972).

- Directiva del Consejo de 3 de diciembre de 1987, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases contaminantes procedentes de motores diésel destinados a la propulsión de vehículos (88/77/CEE) (DOCE n.º L 36 de 9.2.1988) y modificaciones.

- Directiva de la Comisión de 17 de julio de 1989 por la que se adaptan al progreso técnico las Directivas 70/157/CEE, 70/220/CEE, 70/245/CEE, 72/306/CEE, 80/1268/CEE y 80/1269/CEE del Consejo relativas a los vehículos de motor (88/491/CEE) (DOCE n.º 238 de 15.8.1989).

- Directiva 93/12/CEE del Consejo, de 23 de marzo de 1993, relativa al contenido de azufre de determinados combustibles líquidos (DOCE n.º 74 de 27.3.1993).

Focos fijos de emisión/instalaciones industriales

- Directiva del Consejo de 28 de junio de 1984, relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales (84/360/CEE) (DOCE n.º L 188 de 16.7.1984).

- Directiva del Consejo de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (88/609/CEE) (DOCE n.º L 336 de 7.12.1988).

- Directiva del Consejo de 8 de junio de 1989, relativa a la prevención de contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales (89/369/CEE) (DOCE n.º L 163 de 14.6.1989).

- Directiva del Consejo de 21 de junio de 1989, relativa a la reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones de incineración de residuos municipales (DOCE n.º L 203 de 15.7.1989).

Combustibles líquidos

- Directiva del Consejo de 24 de noviembre de 1975 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de contenidos de azufre de determinados combustibles líquidos (75/716/CEE) (*DOCE* n.º L 307 de 27.11.1975) y posteriores modificaciones.
- Directiva del Consejo de 20 de marzo de 1985, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros referentes al contenido en plomo de la gasolina (85/210/CEE) (*DOCE* n.º L 96 de 3.4.1985) y posteriores modificaciones.

Aerosoles-CFC (clorofluorocarbonos)

- Diversas Directivas, Decisiones y Reglamentos sobre la protección y uso de estas sustancias.

Calidad atmosférica

- Resolución del Consejo, de 24 de junio de 1975, relativa a una lista revisada de contaminantes de la segunda categoría que se estudiará en el marco del programa de acción de las Comunidades Europeas en materia de medio ambiente (*DOCE* n.º C 168 de 25.7.1975).
- Directiva del Consejo, de 15 de julio de 1980, relativa a los valores límite y a los valores guía de calidad atmosférica para el anhídrido sulfuroso y las partículas en suspensión 80/779/CEE) (*DOCE* n.º L 229 de 30.8.1980) y posteriores modificaciones.
- Directiva del Consejo, de 3 de diciembre de 1982, relativa al valor límite para el plomo contenido en la atmósfera (82/884/CEE) (*DOCE* n.º L 378 de 31.12.1982).
- Directiva del Consejo, de 7 de marzo de 1985, relativa a las normas de calidad del aire para el dióxido de nitrógeno (85/203/CEE) (*DOCE* n.º L 87 de 27.3.1985).
- Directiva 92/72/CEE del Consejo, de 21 de septiembre de 1992, sobre la contaminación atmosférica por ozono (*DOCE* n.º 297 de 13.10.1992).

Contaminación atmosférica transfronteriza

- Resolución del Consejo, de 15 de julio de 1980, relativa a la contaminación atmosférica transfronteriza debida al anhídrido sulfuroso y a las partículas en suspensión (*DOCE* n.º C 222 de 30.10.1980).

- Decisión del Consejo, de 11 de junio de 1981, relativa a la celebración del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (81/462/CEE) (*DOCE* n.º 171 de 27.6.1981).

Protección de bosques contra contaminación atmosférica

- Reglamento (CEE) 3528/86 del Consejo, de 17 de noviembre de 1986, relativo a la protección de los bosques en la Comunidad contra la contaminación atmosférica (*DOCE* n.º L 326 de 21.11.1986) y posteriores modificaciones.

Estado español

- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico (*BOE* n.º 309 de 26.12.1982).
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico (*BOE* n.º 96 de 22.4.1975).
- Decreto 2107/1968, de 16 de agosto (Gobernación), sobre el régimen de poblaciones con altos niveles de contaminación atmosférica o de perturbaciones por ruidos y vibraciones (*BOE* n.º 212 de 3.9.1968).
- Orden de 17 de enero de 1969 (Industria), por la que se crea la comisión técnica asesora sobre problemas de contaminación atmosférica de origen industrial (*BOE* n.º 19 de 22.1.1969).
- Orden de 10 de agosto de 1976, sobre normas técnicas para análisis y valoración de contaminantes de naturaleza química (*BOE* de 10.11.1976).
- Real Decreto 547/1979, de 20 de febrero, sobre modificación del Anexo IV del Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (*BOE* de 23.3.1979).
- Resolución de la Dirección General de Salud Pública, de 10 de junio de 1980. Procedimiento para determinar el nivel de inmisión de los óxidos de nitrógeno (*BOE* de 13.10.1980).
- Real Decreto 2616/1985, de 9 de octubre, sobre homologación de vehículos automóviles a motor, en lo que se refiere a su emisión de gases contaminantes (*BOE* n.º 13 de 15.1.1986).
- Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas (*BOE* n.º 219 de 12.9.1985).

- Real Decreto 1154/1986, de 11 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1613/85, de 1 de agosto, sobre normas de calidad del ambiente: declaración por el Gobierno de zonas de atmósfera contaminada (*BOE* n.º 146 de 14.6.1986).
- Real Decreto 717/1987, de 27 de mayo, sobre contaminación atmosférica por dióxido de nitrógeno y plomo: normas de calidad del ambiente (*BOE* n.º 135 de 10.6.1987).
- Orden de 22 de marzo de 1990, por la que se modifica la Orden de 10 de agosto de 1976, respecto al método de referencia para humo normalizado (*BOE* n.º 79 de 29.3.1990).
- Real Decreto 646/91, de 22 de abril, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación a las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (*BOE* n.º 99 de 25.4.1991).
- Real Decreto 1088/1992, de 11 de septiembre, por el que se establecen nuevas normas sobre la limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de instalaciones de incineración de residuos municipales (*BOE* n.º 255 de 23.10.1992).
- Real Decreto 1321/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas (*BOE* n.º 289 de 2.12.1992).

RUIDO

Comunidad Europea

- Toda la legislación comunitaria se basa en el establecimiento de normas para las emisiones sonoras de máquinas, vehículos de motor y aeronaves subsónicas.

Estado español

- La normativa que suele utilizarse como referencia con respecto al ruido ambiental se circunscribe al ámbito municipal, y en algunos casos al autonómico. Las disposiciones en materia de rango estatal están referidas al control de emisión de ruidos y vibraciones de vehículos, motores y señalizaciones acústicas.

AGUAS

Comunidad Europea

- Resolución del Consejo de 26 de junio de 1978 por la que se adopta un programa de acción de las CE en materia de control y reducción de la contaminación causada por el vertido de hidrocarburos en el mar (*DOCE* n.º C 162 de 8.7.1978).
- Resolución del Consejo de 25 de febrero de 1992, relativa a la futura política comunitaria en materia de aguas subterráneas (*DOCE* n.º C 59 de 6.3.1992).
- Resolución del Consejo de 25 de febrero de 1992, relativa a la futura política comunitaria sobre la zona costera europea (*DOCE* n.º C 59 de 6.3.1992).
- Resolución de la Comisión de 27 de julio de 1992, relativa a los cuestionarios de las Directivas sobre aguas (92/446/CEE) (*DOCE* n.º L 247 de 27.8.1992).

Objetivos de calidad para determinada utilización

- Directiva del Consejo de 16 de junio de 1975 relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros (75/440/CEE) (*DOCE* n.º L 194 de 25.7.1975).
- Directiva del Consejo de 8 de diciembre de 1975 relativa a la calidad de las aguas de baño (76/160/CEE) (*DOCE* n.º L 131 de 5.2.1976).
- Directiva del Consejo de 18 de julio de 1978 relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces (78/659/CEE) (*DOCE* n.º L 222 de 14.8.1978).
- Directiva del Consejo de 9 de octubre de 1979 relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros (79/869/CEE) (*DOCE* n.º L 271 de 29.10.1979).
- Directiva del Consejo de 30 de octubre de 1979 relativa a la calidad de las aguas para la cría de moluscos (79/923/CEE) (*DOCE* n.º L 281 de 10.11.1979).
- Directiva del Consejo de 15 de julio de 1980 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (80/778/CEE) (*DOCE* n.º L 229 de 30.8.1980).

- Directiva del Consejo de 19 de octubre de 1981 por la que se adapta, con motivo de la adhesión de Grecia, la Directiva 79/869/CEE, relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros (81/855/CEE) (*DOCE* n.º L 319 de 7.11.1981).

Vertidos de sustancias nocivas al medio acuático

- Directiva del Consejo de 4 de mayo de 1976 relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad (76/464/CEE) (*DOCE* n.º L 129 de 18.5.1976).
- Directiva del Consejo de 20 de febrero de 1978 relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio (78/176/CEE) (*DOCE* n.º L 54 de 25.2.1978) y posteriores modificaciones.
- Directiva del Consejo de 17 de diciembre de 1979 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas (80/68/CEE) (*DOCE* n.º L 20 de 26.2.1980).
- Directiva del Consejo de 22 de marzo de 1982 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos (82/176/CEE) (*DOCE* n.º 181 de 27.3.1982).
- Directiva del Consejo de 26 de septiembre de 1983 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio (83/513/CEE) (*DOCE* n.º L 291 de 24.10.1985).
- Directiva del Consejo de 8 de marzo de 1984 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos (84/156/CEE) (*DOCE* n.º L 74 de 17.3.1984).
- Directiva del Consejo de 9 de octubre de 1984 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano (84/491/CEE) (*DOCE* n.º L 274 de 17.10.1984).
- Directiva del Consejo de 12 de junio de 1986 relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE (86/280/CEE) (*DOCE* n.º L 181 de 4.7.1986) (corrección de errores *DOCE* n.º L 191 de 15.7.1986).

- Directiva del Consejo de 16 de junio de 1988 por la que se modifica el anexo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE (88/347/CEE) (*DOCE* n.º L 158 de 25.6.1988) y posteriores modificaciones.
- Directiva del Consejo de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE) (*DOCE* n.º L 135 de 30.5.1991).
- Directiva del Consejo de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura (*DOCE* n.º L 375 de 31.12.1991).

Estado español

Aguas continentales

- Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (*BOE* n.º 189 de 8.8.1985).
- 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 2 de agosto, de Aguas (*BOE* n.º 103 de 30.4.1985).
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas (*BOE* n.º 209 de 31.8.1988) (corrección de errores en *BOE* n.º 234 de 29.11.1988).
- Real Decreto 1315/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (*BOE* n.º 288 de 1.12.1992).
- Real Decreto 2618/1986, de 24 de diciembre, por el que se aprueban medidas referentes a acuíferos subterráneos al amparo del artículo 56 de la Ley de Aguas (*BOE* n.º 312 de 30.12.1986).
- Orden de 1 de julio de 1987 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis físico-químico para aguas potables de consumo público (*BOE* n.º 163 de 9.7.1987) (corrección de errores en *BOE* n.º 223 de 17.9.1987).
- Orden de 12 de noviembre de 1987 sobre normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia relativos a deter-

minadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales (*BOE* n.º 280 de 23.11.1987).

- Orden de 8 de febrero de 1988 relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de muestreos y análisis de aguas superficiales que se destinen a la producción de agua potable (*BOE* n.º 53 de 2.3.1988).
- Orden de 11 de mayo de 1988 sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable (*BOE* n.º 124 de 24.5.1988).
- Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de 11 de mayo de 1988, sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable (*BOE* n.º 24.5.1988).
- Real Decreto 734/1988, de 1 de julio de 1988, por el que se establecen normas de calidad de las aguas de baño (*BOE* n.º 167 de 13.7.1988) (corrección de errores en *BOE* n.º 169 de 15.7.1988).
- Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1988 sobre métodos y frecuencias de análisis o de inspección de las aguas continentales que requieran protección o mejora para el desarrollo de la vida piscícola (*BOE* de 22.12.1988).
- Orden de 13 de marzo de 1989, por la que se amplía el ámbito de aplicación de la Orden de 12 de noviembre de 1987 a nuevas sustancias nocivas y peligrosas que pueden formar parte de determinados vertidos (*BOE* n.º 67 de 20.3.1989).
- Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre de 1990, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (*BOE* n.º 226 de 20.9.1991).
- Orden de 15 de octubre de 1990 por la que se modifica la Orden de 11 de mayo de 1988 sobre características básicas de calidad que deben mantenerse en las corrientes superficiales destinadas a la producción de agua potable (*BOE* n.º 254 de 23.10.1991).
- Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario (*BOE* n.º 262 de 1.11.1990).
- Orden de 27 de febrero de 1991, por la que se modifica el anejo V de la de 12 de noviembre de 1987, relativa a normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia, para vertidos de determinadas sustancias peligrosas, en especial los correspondientes a hexaclorociclohexano (*BOE* n.º 53 de 2.3.1991).

• Real Decreto 1164/1991, de 22 de julio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de agua de bebida envasada (*BOE* de 26.7.1991).

• Orden de 25 de mayo de 1992 por la que se modifica la de 12 de noviembre de 1987 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 (*BOE* n.º 129 de 29.5.1992).

Aguas marítimas

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas (*BOE* n.º 181 de 29.7.1988).
- Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, aprobando Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio (*BOE* n.º 297 de 12.12.1989).
- Real Decreto 38/1989, de 13 de enero, por el que se establecen normas sobre calidad exigida a las aguas para la cría de moluscos (*BOE* n.º 17 de 20.1.1989).
- Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar (*BOE* n.º 64 de 16.3.1989).
- Orden de 31 de octubre de 1989 por la que se establecen normas de emisión, objetivos de calidad, métodos de medida, de referencia y procedimiento de control relativos a determinadas sustancias peligrosas contenidas en los vertidos desde tierra al mar (*BOE* n.º 271 de 11.11.1989).
- Orden de 9 de mayo de 1991, por la que se modifica el anejo V de la Orden de 31 de octubre de 1989, por la que se establecen normas de emisión, objetivos de calidad, métodos de medida de referencia y procedimientos de control relativos a determinadas sustancias peligrosas contenidas en los vertidos desde tierra al mar (*BOE* n.º 116 de 15.5.1991).
- Orden de 25 de mayo de 1992, por la que se modifica la de 12 de noviembre de 1987 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 (*BOE* n.º 129 de 29.5.1992).
- Real Decreto 112/1992, de 18 de septiembre, por el que se modifica parcialmente el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, aprobado por el Real Decreto 147/1989, de 1 de diciembre (*BOE* n.º 240 de 6.10.1992) y posterior corrección.

SUELOS Y RESIDUOS

Suelo

Comunidad Europea

- Reglamento (CEE) n.º 2158/92 del Consejo, de 23 de julio, relativo a la protección de los bosques comunitarios contra los incendios (*DOCE* n.º L 217 de 31.7.1992).

Estado español

- Ley de 8 de junio de 1957, de Montes (*BOE* n.º 151 de 10.6.1957).
- Ley 81/1968, de 5 de diciembre, de incendios forestales (*BOE* n.º 294 de 7.12.1968).
- Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas (*BOE* n.º 176 de 24.7.1973).
- Ley 21/1974, de 27 de junio, sobre investigación y explotación de hidrocarburos (*BOE* n.º 155 de 29.6.1974).
- Ley 54/1980, de 5 de noviembre, que modifica la Ley Reguladora de Minería (*BOE* n.º 280 de 21.11.1980).

Residuos

Comunidad Europea

- Directiva del Consejo de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos (75/442/CEE) (*DOCE* n.º L 194 de 25.7.1975).
- Recomendación del Consejo de 3 de diciembre de 1981, relativa a la reutilización del papel usado y a la utilización del papel reciclado (81/972/CEE) (*DOCE* n.º L 355 de 10.12.1981).
- Directiva del Consejo de 18 de marzo de 1991, por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE, relativa a los residuos (91/156) (*DOCE* n.º L 78 de 26.3.1991).
- Reglamento (CEE) n.º 259/1993 del Consejo, de 1 de febrero, relativo a la vigilancia y al control de los traslados de residuos en el interior, a la entrada y a la salida de la Comunidad Europea (*DOCE* n.º L 30 de 6.2.1993).
- Directiva 93/67/CEE de la Comisión, de 20 de julio de 1993, por la que se fijan los principios de evaluación del riesgo, para el ser humano y

el medio ambiente, de las sustancias notificadas de acuerdo con la Directiva 67/548/CEE del Consejo (*DOCE* n.º L 227 de 8.9.1993).

- Directiva del Consejo de 16 de junio de 1975, relativa a la gestión de aceites usados (75/439/CEE) (*DOCE* n.º L 194 de 25.7.1975) y posteriores modificaciones.
- Directiva del Consejo de 6 de abril de 1976, relativa a la gestión de los policlorobifenilos y policloroterfenilos (76/403/CEE) (*DOCE* n.º L 108 de 26.4.1976).
- Directiva del Consejo de 20 de febrero de 1978, relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio (78/176/CEE) (*DOCE* n.º L 54 de 25.2.1978) y posteriores modificaciones.
- Directiva del Consejo de 20 de marzo de 1978, relativa a los residuos tóxicos y peligrosos (78/319/CEE) (*DOCE* n.º L 84 de 31.3.1978).
- Directiva del Consejo de 3 de diciembre de 1982, relativa a las modalidades de supervisión y de control de los medios afectados por los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio (82/883/CEE) (*DOCE* n.º 378 de 31.12.1982).
- Directiva del Consejo de 19 de marzo de 1987, sobre la prevención y la reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (87/217/CEE) (*DOCE* n.º 85 de 28.3.1986).
- Directiva del Consejo de 18 de marzo de 1991, relativa a las pilas y a los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas (91/157/CEE) (*DOCE* n.º L 78 de 26.3.1991).
- Directiva del Consejo de 12 de diciembre de 1991, relativa a los residuos peligrosos (91/689/CEE) (*DOCE* n.º L 377 de 31.12.1991).
- Directiva del Consejo de 6 de diciembre de 1984, relativa al seguimiento y al control en la Comunidad de los traslados transfronterizos de residuos peligrosos (84/631/CEE) (*DOCE* n.º L 326 de 13.12.1984) y posteriores modificaciones.

Estado español

- Ley 42/1975, de 19 de noviembre, sobre recogida y tratamiento de los desechos y residuos sólidos urbanos (*BOE* n.º 280 de 21.11.1975).
- Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (*BOE* n.º 120 de 20.5.1986).
- Real Decreto Legislativo 1163/1986, de 13 de junio, por el que se modifica la Ley 42/1975, de 19 de noviembre, sobre desechos y residuos sólidos urbanos (*BOE* n.º 149 de 23.6.1986).

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (BOE n.º 182 de 30.7.1988).
- Orden de 28 de febrero de 1989 por la que se regula la gestión de aceites usados (BOE n.º 57 de 8.3.1989) y modificaciones.
- Orden de 13 de octubre de 1989 por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos (BOE n.º 270 de 10.11.1989).
- Orden de 14 de abril de 1989 sobre gestión de los policlorobifenilos y policloroterfenilos (BOE n.º 102 de 29.4.1989).
- Orden de 28 de julio de 1989 para la prevención de la contaminación producida por los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio (BOE n.º 191 de 11.8.1989).
- Orden de 12 de marzo de 1990, sobre traslados transfronterizos de residuos tóxicos y peligrosos (BOE n.º 65 de 16.3.1990).
- Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producido por el amianto (BOE n.º 32 de 6.2.1991).
- Orden de 18 de abril de 1991, sobre normas para reducir la contaminación producida por los procedentes de la industria del dióxido de titanio (BOE n.º 102 de 29.4.1991).
- Orden de 26 de octubre de 1993, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario (BOE n.º 265 de 5.11.1993).

MERCANCÍAS PELIGROSAS

Estado español

- Orden de 23 de octubre de 1985, que aprueba instrucciones para actuación de los servicios de intervención en accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera (BOE n.º 266 de 26.11.1985).
- Real Decreto 879/1989, de 2 de junio, por el que se aprueba el Reglamento Nacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (TPF) (BOE n.º 170 de 18.7.1989).
- Orden de 29 de noviembre de 1991 por la que se desarrolla el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres, en materia de autorizaciones de transporte de mercancías por carretera (BOE n.º 301 de 17.12.1991).

- Real Decreto 74/1992, de 31 de enero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y la Secretaría del Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento Nacional del Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC) (BOE n.º 46 de 22.2.1992).

SUSTANCIAS Y PRODUCTOS PELIGROSOS

Comunidad Europea

- Directiva del Consejo, de 27 de junio de 1967, relativa a la aproximación de las disposiciones legales reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas (67/548/CEE) (DOCE n.º 196 de 16.8.1967) y posteriores modificaciones.
- Directiva 93/101/CE de la Comisión, de 11 de noviembre de 1993, por la que se adapta, por vigésima vez, al progreso técnico la Directiva 67/548/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas (DOCE n.º L 13 de 15.1.94).
- Asimismo, existen diversas Directivas específicas sobre:
 - amianto, cadmio;
 - disolventes, pinturas, barnices, tintes, colas, productos afines;
 - detergentes, productos de limpieza;
 - fertilizantes, plaguicidas;
 - PCB, PCT, sustitutivo;
 - organismo, nocivos, modificaciones genético;
 - evaluación productos químicos, BPL.

Estado español

- Orden de 14 de marzo de 1988, por la que se desarrollan los métodos de ensayo para la determinación de las propiedades de sustancias peligrosas (BOE n.º 67 de 18.3.1988) y posteriores modificaciones.
- Real Decreto 725/1988, de 3 de junio, por el que se modifica el Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 2216/1985, de 23 de octubre (BOE n.º 164 de 9.7.1988).

- Orden de 7 de septiembre de 1988, por la que se actualizan los anejos técnicos del Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 2216/1985, de 23 de octubre (BOE n.º 220 de 13.9.1988).

- Real Decreto 2216/1988, de 28 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (BOE n.º 284 de 27.11.1985) (corrección de errores BOE n.º 111 de 9.5.1986).

- Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (BOE n.º 278 de 20.11.1989) y posteriores modificaciones.

- Orden de 29 de noviembre de 1990, por la que se modifican los anejos técnicos del Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 2216/1985, de 23 de octubre (BOE n.º 290 de 4.12.1990).

- Orden de 9 de diciembre de 1992, por la que se actualizan los anejos técnicos del Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 2216/1985, de 23 de octubre (BOE n.º 302 de 17.12.1992).

- Real Decreto 1078/1993, de 2 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (BOE n.º 216 de 9.9.1993).

- Asimismo, existen diversas normas legales específicas sobre:

- amianto;
- disolventes, pinturas, barnices, tintes, colas, productos afines;
- PCB, PCT, sustitutivo;
- organismos nocivos modificados genéticamente;
- detergentes, productos de limpieza;
- fertilizantes, plaguicidas, fitosanitarios.

ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Estado español

- Ley 5/1978, de 20 de febrero, de regulación de la zona marítima económica (BOE n.º 45 de 22.2.1978).

- Real Decreto Legislativo 1/1992, de 26 de junio, que aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana (BOE n.º 156 de 30.6.1992).

ENERGÍA

Comunidad Europea

- Resolución del Consejo, de 3 de marzo de 1975, sobre energía y el medio ambiente (DOCE n.º C 168 de 3.3.1975).

- Directiva del Consejo, de 5 de diciembre de 1985, relativa al ahorro de petróleo crudo que puede realizarse mediante la utilización de componentes de carburantes sustitutivos (85/536/CEE) (BOE n.º L 334 de 12.12.1985).

- Reglamento (CEE) n.º 2008/1990 del Consejo, de 29 de junio, relativo al fomento de las tecnologías energéticas en Europa (Programa Thermie) (DOCE n.º L 185 de 17.7.1990).

Estado español

- Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre conservación de energía (BOE n.º 23 de 27.1.1981).

- Real Decreto 907/1982, de 2 de abril, sobre fomento de la autogeneración de energía eléctrica (BOE n.º 111 de 10.5.1982).

- Ley 10/1987, de 15 de junio, de disposiciones básicas para un desarrollo coordinado de actuaciones en materia de combustibles gaseosos (BOE n.º 144 de 17.6.1987).

- Ley 34/1992, de 22 de diciembre, de ordenación del sector petrolero (BOE n.º 308 de 24.12.1992).

INFORMACIÓN, EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN

Comunidad Europea

- Directiva del Consejo de 7 de junio de 1990, sobre la libertad de acceso a la información en materia de medio ambiente (90/313/CEE) (DOCE n.º L 158 de 23.6.1990).

Estado español

- Orden de 25 de febrero de 1980, que regula las entidades colaboradoras en medio ambiente (BOE n.º 72 de 24.3.1980).
- Orden de 22 de octubre de 1981, que modifica la Orden de 25 de febrero de 1980, reguladora de las Entidades Colaboradoras en materia de Medio Ambiente Industrial (BOE n.º 276 de 18.11.1981).

Apéndice

B

Fuentes consultadas

- ABASCAL, D.: «Tres años de evaluación de impacto ambiental», *Revista Técnica de Medio Ambiente (RETEMA)*, n.º 23, julio-agosto 1991.
- «Aspectos del medio físico y socioeconómico a considerar en una Auditoría Ambiental». Seminario sobre Auditorías Ambientales. Junta de Castilla y León. Valladolid, 1993.
- «La evaluación de impacto ambiental como herramienta de la planificación urbana». *Actas del V Simposio Iberoamericano sobre Medio Ambiente y Municipio*. Puerto Madryn (Argentina), 1993.
- «Metodología del estudio y recuperación de suelos contaminados». Jornadas de Contaminación y Depuración de Suelos, Fundación Gómez-Pardo. ETS Ingenieros de Minas, ITGE. Madrid, 1993.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AWWA, WP-CF: *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. 17.ª edición. Ed. Díaz de Santos, S. A., Madrid, 1992.
- AMIGO, L.: «Residuos tóxicos y peligrosos», *MAPFRE Seguridad*. N.º 20, 1985.
- ATOMIC ENERGY AGENCY: *Incineración de residuos*. Documento n.º 20, NUCENOR.
- BARRIOS, C.: «Análisis de pesticidas organoclorados». *MAPFRE Seguridad*. N.º 24, 1986.
- BEAR, 1982, en *Las aguas subterráneas en España*. ITGE, 1993.

- BENNETT; FESTES; WILDER: *Hazardous Materials Spills Handbook*. USA. 1982.
- BLANCO, D.: «Técnicas de reducción de emisiones gaseosas en procesos industriales», Master de Ingeniería y Gestión Medioambiental. EOI, 1994.
- «Auditorías ambientales: metodología y riesgos a investigar». Seminario sobre Auditorías Ambientales en la Industria. Junta de Castilla y León. Valladolid, 1993.
- «Gestión de residuos tóxicos». Curso de Medio Ambiente. Fundación Industrial de Prevención de Riesgos Ocupacionales (FIPRO). San Salvador, El Salvador, 1992.
- BLANCO, J.: «Medidas en chimenea», Programa Superior de Ingeniería y Gestión Medioambiental. EOI, 1994.
- BOND, R.; STRANB, C.: *Handbook of Environmental Control*. CRC Press, Inc, Florida, 1980.
- BOTKIN, D. B.: *Armonías discordantes. Una ecología para el siglo XXI*. Avento Editorial, Madrid, 1993.
- BRÜEL & KJÆR: Folletos, catálogos y publicaciones, 1992-1994.
- CABO, J.; BUSTOS, A.; COLMENAREJO, J. M.: «Reglamentación de aguas potables. Tratamiento, suministros y vigilancia de aguas potables de consumo público», *MAPFRE Seguridad*. N.º 17, 1984.
- CALVERT, S.: *Handbook of air pollution technology*. 1984.
- CAMPOS, A.: «Metodología para la realización de estudios de ruido ambiental». I Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid, 1992.
- CATALÁN, J.: *Química del agua*. Madrid, 1993.
- CATIGAS, A.: *Necesidad de la depuración de las aguas residuales. Procesos de tratamiento*. IX Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras. CEDEX, Madrid, 1991.
- CENTRO DE ESTUDIOS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE: «Ruido de tráfico urbano e interurbano», *Manual para la planificación urbana y la arquitectura*. Madrid, 1983.
- CHAMPIAT, D.; LARPENT, J.: *Biologie des eaux. Méthodes & Techniques*. Ed. Masson. Barcelona, 1988.
- CHEREMISIONOFF, P. N.: *Hazardous Materials Emergency Response*. USA, 1989.
- CODE OF FEDERAL REGULATIONS: *Title 40: Protection of Environment*. Revisión julio, USA, 1989.
- COMES, P.; GONZÁLEZ, N.: «Puesta a punto de un sistema de muestreo y análisis de COV en emisiones a la atmósfera», *MAPFRE Seguridad*, n.º 43, 1991.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES: *River Water Quality. Ecological assessment and control*. Ed. P. J. Newman. Bruselas, 1992.

- CORBIT, R.: *Standard handbook of Environmental Engineering*. McGraw-Hill, 1990.
- COSMEN, P.: «Procesos con membrana: Una nueva alternativa en el tratamiento de efluentes y en los procesos de separación y concentración», *Residuos*. 1994.
- CRUCES, C.: «Técnicas avanzadas de análisis espectrofluorométrico. Determinación de fitohormonas, plaguicidas y sus metabolitos en el medio ambiente», *MAPFRE Seguridad*, n.º 27, 1987.
- CRISTALERÍA ESPAÑOLA, S. A.: «División de Aislamientos», *Manual de aislamiento*. Isover, Madrid, 1989.
- CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R.: *Hidrología Subterránea*. Ed. Omega, 1983.
- DEGREMONT: *Manual técnico del agua*. 4.ª ed., Degremont, Bilbao, 1979.
- DE LORA, F.: *Técnicas de defensa del medio ambiente*. Volumen I, Labor, S. A., Barcelona, 1978.
- DEPLESSY, J. C.; MOREL, P.: *Temporal sobre el planeta*. Acento Editorial, Madrid, 1993.
- DEUEL, J. K.: «Defining Our Vocabulary», *Environmental Auditor*. 1989.
- DÍAZ, A.; RAMOS, A.: *La práctica de las estimaciones de impactos ambientales*. Fundación Conde del Valle de Salazar, ETSI Montes, 1987.
- DÍAZ, F.: *Ecología I. Ambiente físico y organismos vivos*. Editorial Síntesis, Madrid, 1989.
- DÍAZ, J. A.: «Depuración de aguas residuales», *Unidades Temáticas Ambientales*. Centro de Publicaciones del MOPU, Madrid, 1988.
- DOMENECH, X.: *Química ambiental. El impacto ambiental de los residuos*. Miraguano Ediciones, 1993.
- DUCHAUFOUR, Ph.: *Edafología*, vols. 1 y 2. Ed. Masson, S. A., 1984.
- DUPUY, E.; MARTÍNEZ, A.: «Investigación sobre eliminación de residuos líquidos, fabricación aceite (alpechines), infiltración suelos margo-calizos», *MAPFRE Seguridad*, n.º 41, 1991.
- ECKENFELDER, W.: *Industrial water pollution control*. 2.ª edición, 1989.
- ENRESA: «Los residuos radiactivos», *Unidades Temáticas Ambientales*. Centro de Publicaciones del MOPU, Madrid, 1989.
- EPA: *Test Methods for Evaluating Solid Waste*. 3.ª ed., USA, 1987.
- ESTEVAN, M. T.: «La ley de aguas y los vertidos industriales», *MAPFRE Seguridad*, n.º 17, 1985.
- *Evaluación del impacto ambiental*. Fundación MAPFRE, Madrid, 1984.
- «La contaminación ambiental», *MAPFRE Seguridad*, n.º 7, 1982.
- EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA/MUTUA DE ACCIDENTES DE ZARAGOZA: *El ruido como agente contaminante en el medio ambiente*. Zaragoza, 1987.

- *El ruido como agente contaminante en la industria*. Zaragoza, 1987.
- FALCÓN, R.: *Aspectos a considerar en las instalaciones de filtros de mangas* (1975): en programa de Postgrado, Ingeniería Química del Petróleo y Petroquímica. Universitat Politècnica de Catalunya, 1991.
- FELIUBADALO, J.; FONT, J.; DOMENECH, L. M.: «Vertederos de residuos: impacto sobre el medio físico», *MAPFRE Seguridad*, n.º 34, 1989.
- FERNÁNDEZ, F.; GARCÍA, P.: «Tecnología anaerobia en depuración de aguas residuales», *MAPFRE Seguridad*, n.º 37, 1990.
- FRESENIUS, W.; QUENTIN, K. E.; SCHENEIDER, W.: *Water analysis*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1988.
- FUNDACIÓN EUROPEA PARA LA MEJORA DE LAS CONDICIONES DE VIDA Y DE TRABAJO: «Aspectos de seguridad de los desechos peligrosos», 1988.
- FUNDACIÓN MAPFRE: *Manual de higiene industrial*. Editorial MAPFRE, Madrid, 1991.
- GARCÍA, A.: «Aspectos generales de medio ambiente y gestión ambiental en la industria», *VII Curso Superior de Seguridad Integral en la Empresa*. Fundación MAPFRE, Madrid, 1994.
- GARCÍA, E.: «La gestión de los residuos tóxicos y peligrosos», *Residuos tóxicos y peligrosos. Tratamiento y eliminación*. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente. MOPU, Madrid, 1989.
- GARCÍA, J. R.: «Toxicidad de los metales en el ambiente laboral», Agencia de Medio Ambiente de Cádiz, 1992.
- *Encuentro Internacional de MA en São Paulo* (Brasil), 1992.
- *Seminario Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Argentina*, 1992.
- «Focos de contaminación atmosférica: La combustión y los procesos industriales», Centro de Calidad Industrial (CEEICO). Alcalá de Henares, Madrid, 1992.
- GOLDEN, J.; OUELLETTE, R. P.; SAARI, S.; CHEREMISINOFF, P.: *Environmental Impact Data Book*. Ann Arbor Science Publishers, Michigan USA, 1980.
- GÓMEZ, R.: «Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo. Río de Janeiro (Brasil), 3-4 junio 1992», *MAPFRE Seguridad*, n.º 48, 1992.
- GÓMEZ, D.: *Evaluación de impacto ambiental de proyectos agrarios*. IRYDA, 1988.
- *Evaluación de impacto ambiental*: Editorial Agrícola Española, 1992.
- HACH COMPANY: *Water analysis handbook*. Hach Company, Loveland (Colado, USA), 1989.
- HERNÁNDEZ, A.: (1) *Depuración de aguas residuales*. Paraninfo, S. A., Madrid, 1990.

- (2) *Abastecimiento y distribución del agua*. Colección Senior, n.º 6, Servicio de publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Canales y Puertos de Madrid, Madrid, 1990.
- HIRSCHHORN, J. S.; KIRSTEN, U. O.: *Waste Reduction Audits: Matching Types to Stages*. ASTM STP-1043, 1989.
- ICC, *Guide to Effective Environmental Auditing*. París, 1991.
- INSTITUT CERDÁ: *Manual de minimización de residuos y emisiones industriales*. Junta de Castilla y León, 1992.
- ITGE: *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. ITGE, 1989.
- *Las aguas subterráneas y los plaguicidas*. Colección Informes agua subterránea. Dirección de Aguas Subterráneas y Geotécnica del Instituto Tecnológico y Geominero de España, Madrid, 1992.
- *Las aguas subterráneas en España*. Instituto Tecnológico Geominero de España, 1993.
- JAMES, P.; LODGUE, J. R. (ed.): *Methods of air sampling and analysis*. 3.ª edición, Lewis Publishers, Inc., Chelsea, 1989.
- JARAMILLO, A.: «Criterios y normas básicas para la realización y tramitación de los estudios de impacto ambiental», *MAPFRE Seguridad*, n.º 46, 1992.
- JOASUND, A.: «Electrostatic Precipitators: Better wet than dry». *Chemical Engineering*, 1987.
- KIRK-OTHMER: *Encyclopedia of Chemical Technology*. 4.ª edición. Ed. Mary Howe-Grant, John Wiley & Sons. Inc., New York, 1993.
- KLEE, A.: «Tecnología en el tratamiento de residuos peligrosos», *Residuos tóxicos y peligrosos. Tratamiento y eliminación*. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente. MOPU, Madrid, 1989.
- LANDALUCE, J.: «Prevención de accidentes mayores. Aplicación de la Directiva Seveso», *MAPFRE Seguridad*, n.º 32, 1988.
- LANDALUCE, J.; ROMERO, M.: «El diagnóstico ambiental. Metodología aplicable a vertidos líquidos», *MAPFRE Seguridad*, n.º 25, 1987.
- LEGET, A.: «Estándares de calidad del suelo». *Jornadas sobre suelos contaminados*, Gobierno Vasco. Departamento de Economía, Planificación y Medio Ambiente, 1992.
- LEITHE, W.: *The Analysis of Air Pollutants*. Ed. Ann Arbor-Humphrey Science Publishers.
- LODGE, J. P.: *Methods of Air Sampling and Analysis*. 3.ª ed., Lewis Publishers.
- LÓPEZ-VERA, F.: «Las aguas subterráneas», *Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental*. Escuela de Organización Industrial, 1993.
- MARGALEF, R.: *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona, 1983.

- MARÍN, E.: «Aprovechamiento de subproductos y oportunidades para la industria», *MAPFRE Seguridad*, n.º 39, 1990.
- MARTÍNEZ, C.: «Los residuos tóxicos y peligrosos», *Unidades temáticas ambientales*. Centro de Publicaciones del MOPU, Madrid, 1988.
- MARTÍNEZ, G.: «Soluciones para la contaminación de origen industrial», *MAPFRE Seguridad*, n.º 15, 1984.
- MATEOS, A.: «Percepción y análisis altitudinal de la contaminación acústica en ciudades medianas», *MAPFRE Seguridad*, n.º 49, 1993.
- MESTRE, V.: «Evaluación del ruido medioambiental», *Ciclo de seminarios sobre la calidad del medio ambiente*, n.º 14, Madrid, 1990.
- METCALF & EDDY, Inc.: *Ingeniería sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales*. 2.ª ed., Labor, S. A., Barcelona, 1985.
- *Tratamiento y depuración de las aguas residuales*. Labor, S. A., Barcelona, 1977.
- Métodos analíticos en alimentación: Aguas*. Ed. Panreac, Barcelona, 1990.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL: *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 1989.
- MILLÁN, M.: «Ideas generales sobre la teoría de la dispersión de contaminantes en la atmósfera», *Seminario de contaminación atmosférica*. Instituto de Petroquímica Aplicada, Barcelona, 1991.
- MILLER, A.: *Meteorology*. Charles E. Merrill Book Columbus, Ohio, 1966.
- MONTGOMERTY, R.: «Investigación y corrección de suelos contaminados», *Tecnoambiente*, n.º 15, marzo 1992.
- MOPT: *Gestión de Residuos Sólidos*. 2.ª edición, Madrid, 1982.
- *Curso sobre Evaluaciones de Impacto Ambiental*. DGMA/CIFCA, 1985.
- «Carreteras y ferrocarriles», *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*, n.º 1, 1989.
- «Grandes presas», *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*, n.º 2, 1989.
- «Repoblaciones forestales», *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*, n.º 3, 1989.
- «Aeropuertos», *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*, n.º 4, 1989.
- *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*, 1992.
- MOPU: «Glosario de contaminación del aire». *Textos y documentos*. Secretaría General de Medio Ambiente (MOPU), 1991.
- MORANTE, L.: «Minimización de residuos y gestión de pequeños generadores», Centro de Calidad Industrial (CEEICO). Alcalá de Henares, Madrid, 1992.

- MOROS, P.: «Efectos de la contaminación del agua», Centro de Calidad Industrial (CEEICO). Alcalá de Henares, Madrid, 1992.
- MULLER, K. R.: *Chemical Waste, Handling and Treatment*. Springer-Verlag Ed. Berlín, 1986.
- NEMEROW, N.: *Aguas residuales industriales. Teorías, aplicaciones y tratamiento*. 1.ª ed. española, Hermann Blume Ediciones, Madrid, 1977.
- ORGANIZACIÓN PANAMÉRICA DE SALUD: *Criterios de salud ambiental, 2. Difenilos y Trifenilos, Policlorados*, 1979.
- ORTEGA, E.: (1) «Pretratamientos de estaciones depuradoras de aguas residuales», *IX Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras*. CEDEX, Madrid, 1991.
- (2) «Tratamientos biológicos. Características de los diferentes procesos», *IX Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras*. CEDEX, Madrid, 1991.
- ORTIZ, J. L.: «Características generales e indicadores del proceso de eutrofización». Curso sobre Eutrofización de Embalses e Indicadores Biológicos de la Calidad de las Aguas en los Ríos. CEDEX. Madrid, 1994.
- OTERO, L. R.: *Residuos sólidos urbanos*, Unidades Temáticas Ambientales de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente, MOPT, 1992.
- OTERO, L.: «Residuos sólidos urbanos», *Unidades Temáticas Ambientales*. Centro de Publicaciones del MOPT, Madrid, 1992.
- PAINO, M. L.: «Utilización de baños de decapado agotados. Tratamiento físico-químico en la industria de la celulosa», *MAPFRE Seguridad*, n.º 33, 1989.
- PALMISANO, J.: «Environmental Auditing: Past, Present and Future», *Environmental Auditor*, 1989.
- PARERA, P.; AAGESEN, H.: «Evaluación y control de ruido en las grandes ciudades», *MAPFRE Seguridad*, n.º 14, 1984.
- PITA, L.: «Contaminación atmosférica en las grandes ciudades», *MAPFRE Seguridad*, n.º 10, 1983.
- POCH, M.: *Modelos de calidad del agua. Posibilidades, alternativas y ejemplos de aplicación en España*. Editorial PRENSA XXI, Barcelona, 1990.
- PORRAS, J.: «Incidencia de los vertidos de residuos tóxicos y peligrosos en la calidad de las aguas subterráneas», *Residuos tóxicos y peligrosos. Tratamiento y eliminación*. Monografías de la Dirección General de Medio ambiente, MOPU, Madrid, 1989.
- PRADO, P.: «Almacenamiento de residuos. Metodologías de análisis del comportamiento de sistemas», *MAPFRE Seguridad*, n.º 45, 1992.
- PRESA, Y.: «Más allá de la rutina: Microcontaminantes», Máster en Ciencias Ambientales, Salamanca, 1992.

- «Control y vigilancia de la calidad: Efluentes industriales y aguas superficiales», Centro de Calidad Industrial (CEEEO). Alcalá de Henares, Madrid, 1992.
- «Instrumentos administrativos: Canon de vertido». Centro de Calidad Industrial (CEEEO). Alcalá de Henares, Madrid, 1992.
- QUERALT, R.: «Aguas subterráneas. Instrumentación, medida y toma de muestras». Curso Internacional de Hidrología Subterránea. Colección Tecnología del Agua. Prensa XXI, S. A., Barcelona, 1988.
- RCHEINCHELMER: *Microbiología ambiental*. Ed. Acribia, 1991.
- RECUERO, A.: «Una cuestión de relieve. El agua en España». *Revista del Ministerio de Obras Públicas y Transportes*, 1993.
- RESCH, M. E.: *Hazardous Waste Minimization Audits: Strategy and Methodology*. ASTM STP-1043, 1989.
- RIGOLA, M.: *Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales*. Marcombo, S. A., Barcelona, 1989.
- Risk Assessment of Major Accidents to the Environment*. Seminario Documentation. IBC, London, 1990.
- ROBINSON, J. S.: *Hazardous Chemical Spill Cleanup*. USA, 1979.
- RODIER, J.: *Análisis de aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. Ed. Omega, Barcelona, 1990.
- RODRÍGUEZ MAROTO, J. M.: «Tratamiento *in situ* de suelos contaminados», Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental. Escuela de Organización Industrial, 1993.
- ROMERO, M.: «Caracterización de residuos industriales», *Química Hoy*. 1989.
- «Inventario y caracterización de residuos industriales», Seminario organizado por la CEE sobre Medio Ambiente, 1989.
- «Consecuencias ambientales de accidentes mayores». *Les accidents industriels mayeurs: quelles leçons en tirer?* (CERHAR, MAPFRE, TNO). París, 1990.
- «Accidentes mayores industriales: una perspectiva medioambiental». *MAPFRE Seguridad*. 4.º trimestre, 1990.
- «Auditoría ambiental como instrumento de prevención». *Gerencia de riesgos*, n.º 32. 4.º trimestre, 1990.
- «Agua y salud pública. Aguas de abastecimiento municipal y minero. Efluentes urbanos agroganaderos e industriales», Universidad de Salamanca, Salamanca, 1991.
- «Reglamento de la CEE sobre ecoauditorías y perspectivas sobre su implantación», *Seminario sobre Auditorías Ambientales en la Industria*. Junta de Castilla y León, Valladolid, 1993.

- «La gestión ambiental empresarial y su control. Auditorías ambientales», *Química 2000*, 1994.
- ROMERO, M.; BLANCO, D.: «Energía y medio ambiente. La auditoría como instrumento de implantación y control de la gestión ambiental empresarial», *Sermasa*, 1994.
- ROMERO, M.; VICENTE, R.; AMIGO, L.: «Estrategia para la caracterización de residuos industriales». *MAPFRE Seguridad*. 1.º trimestre, 1990.
- RONALD, S.: *Contaminated Surface Soils In-Place Treatment Techniques*. USA, 1986.
- ROVERS, H.: «Evaluación de riesgos en suelos contaminados», *Jornadas sobre suelos contaminados*, Gobierno Vasco. Departamento de Economía, Planificación y Medio Ambiente, 1992.
- RYZNAR, J. W.: «A new index for determining amount of calcium carbonate scale formed by water», *JAWWA*, vol. 36, 1994.
- SAGRADO, R.: «Minimización y depuración de vertidos: Gestión integral del agua», Centro de Calidad Industrial (CEEEO). Alcalá de Henares, Madrid, 1992.
- «Gestión de residuos en los talleres de reparación de automóviles», *CESVIMAP*, n.º 8, 1994.
- «Criterios de calidad del agua para uso industrial». Tercer Máster Universitario de Seguridad Integral en la Empresa. Madrid, 1994.
- SÁNCHEZ, R.: «El ruido también mancha el ambiente», *MAPFRE Seguridad*, n.º 9, 1983.
- SANZ SA, J. M.: «El ruido», *Unidades Temáticas Ambientales*. Centro de Publicaciones del MOPU, Madrid, 1987.
- «La contaminación atmosférica», *Unidades Temáticas Ambientales*. Centro de Publicaciones del MOPT, Madrid, 1991.
- SCHOMAKER, N.: «Depósitos de seguridad para residuos peligrosos». *Residuos tóxicos y peligrosos. Tratamiento y eliminación*. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente. MOPU, Madrid, 1989.
- SEINFELD, J.: *Contaminación atmosférica. Fundamentos físicos y químicos*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1978.
- SEOÁNEZ, M.: *Planificación y control de la contaminación ambiental*. Fundación MAPFRE, Madrid, 1985.
- SEOÁNEZ, M.; RODRÍGUEZ, L.: *La contaminación ambiental: Nuevos planteamientos técnicos y jurídicos*. Instituto de la Criminología de la Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1978.
- SEOÁNEZ, M.; RUEDA, F. J.; RUEDA, M. P.: «La contaminación agraria», *MAPFRE Seguridad*, n.º 26, 1987.