

9. Agotamiento del ozono estratosférico

indicador	cuestión a examinar	FPEIR	valoración
columna media de ozono en marzo	¿se han observado mejoras?	estado	☹️
concentraciones potenciales totales de cloro y bromo en la troposfera	¿se han observado mejoras?	estado	☹️
aumento de la radiación ultravioleta	indicador de interés público: ¿cuál es la gravedad del problema?	estado	☹️
factor de importancia radiativa de las sustancias que destruyen el ozono	¿qué efecto pueden tener todavía las sustancias que destruyen el ozono en el cambio climático?	fuerza motriz	☹️
producción de sustancias que destruyen el ozono	¿se va abandonando el uso de las sustancias que destruyen el ozono de acuerdo con lo previsto? ¿tienen éxito las medidas adoptadas para disuadir del uso de los HCFC?	fuerza motriz	😊
contribución al fondo multilateral destinado a ayudar a los países en desarrollo a cumplir el Protocolo de Montreal	¿podemos asegurar que los países en desarrollo cumplirán sus objetivos?	respuesta	😊

El espesor de la capa de ozono sobre Europa ha ido reduciéndose notablemente desde principios del decenio de 1980 y continúa disminuyendo a razón de hasta un 8% por decenio. La reducción gradual de las concentraciones de cloro en la troposfera (en su camino hacia la estratosfera) demuestra que las políticas adoptadas a escala internacional para controlar las sustancias que destruyen el ozono están teniendo éxito. Desde 1989, la producción y venta de esas sustancias ha experimentado un importante descenso en los países miembros de la AEMA. Sin embargo, debido a su prolongada permanencia en la atmósfera, es posible que la capa de ozono no se recupere del todo hasta después de 2050. Los países europeos todavía tienen por delante varios retos políticos: reforzar las medidas de control, reducir la producción y uso de HCFC y bromuro de metilo, gestionar las existencias actuales de sustancias que destruyen el ozono, y ayudar a los países en desarrollo a reducir su uso y las consiguientes emisiones.

El ozono estratosférico protege la superficie terrestre frente a los efectos nocivos de la radiación ultravioleta (UV) de onda corta. El ozono se forma en la parte superior de la estratosfera por la luz solar de onda corta, la cual, junto con ciertas reacciones químicas, vuelve a disociarlo para generar un equilibrio dinámico entre producción y destrucción de ozono. Este equilibrio se ve afectado por las emisiones antropogénicas de compuestos inertes que contienen cloro y bromo. Un solo átomo de esos elementos puede destruir miles de moléculas de ozono antes de eliminarse de la atmósfera.

Los compuestos más perjudiciales para la capa de ozono son los clorofluorocarburos (CFC), el tetracloruro de carbono, el metilcloroformo, los halones, los hidroc fluorocarburos (HCFC), los hidrobromofluorocarburos (HBFC) y el bromuro de metilo. Se utilizan como disolventes, refrigerantes, agentes espumantes, agentes desengrasantes y propelentes de aerosoles, extintores de incendios (halones) y pesticidas (bromuro de metilo). El grado de destrucción que puede provocar cualquiera de estas sustancias en la capa de ozono (es decir, su potencial de destrucción del ozono) depende de las características químicas del compuesto. Otros factores que afectan a la capa de ozono son las emisiones naturales, las grandes erupciones volcánicas, el cambio climático y algunos gases con efecto invernadero, como el metano y el óxido nitroso.

El rápido agotamiento del ozono estratosférico en las regiones polares se debe a la combinación de varias causas: las emisiones antropogénicas de sustancias que destruyen la capa de ozono, las pautas estables de circulación, las temperaturas extremadamente bajas y la radiación solar. Las reacciones que tienen lugar sobre la superficie de las partículas que componen las nubes estratosféricas polares, formadas a baja temperatura, inician una serie de procesos químicos que destruyen grandes cantidades de moléculas de ozono en la primavera polar, es decir, en los meses de marzo y abril en el Ártico y en los meses de septiembre y octubre en el Antártico.

La cantidad total de ozono sobre Europa es el principal indicador del estado de la capa de

ozono sobre los países miembros de la AEMA. La columna de ozono (que es una medida del espesor de la capa de ozono) ha ido reduciéndose notablemente desde principios del decenio de 1980 (figura 9.1); en marzo se observa una tendencia a la baja del 8% por decenio. La tendencia global observada en todo el período invernal y primaveral en las latitudes medias septentrionales es una reducción del 5,4% por decenio (OMM, 1999).

- disuadir del uso de los HCFC como sustitutos de los CFC;
- evitar que aumente el uso de bromuro de metilo en los países en desarrollo;
- impedir la producción y comercialización de nuevas sustancias que destruyen el ozono.

9.1. Concentraciones potenciales totales de cloro y bromo en la troposfera

El efecto de las medidas adoptadas se observa primero en la parte inferior de la atmósfera terrestre: la troposfera. El indicador que refleja este efecto se expresa en términos de “concentración potencial de cloro o bromo” y se obtiene a partir de las concentraciones de cada sustancia en la troposfera (teniendo en cuenta el número de átomos halógenos que contiene cada compuesto). De este modo se obtiene una indicación directa del impacto potencial de dichos compuestos en la capa de ozono.

Como consecuencia de las políticas adoptadas a escala internacional, la concentración potencial total de cloro en la *troposfera* ha disminuido desde 1994 (figura 9.2). El principal motivo ha sido la importante reducción de la concentración de metilcloroformo. La concentración de algunos CFC está disminuyendo, mientras que la de otros se va estabilizando. No obstante, las concentraciones de HCFC (utilizados como sustitutos de los CFC) siguen aumentando.

Se calcula que la concentración de cloro potencial en la *estratosfera* alcanzará su máximo nivel alrededor del año 2000. Contrariamente a las previsiones iniciales, la concentración potencial total de bromo sigue aumentando debido al incremento de las concentraciones de halones.

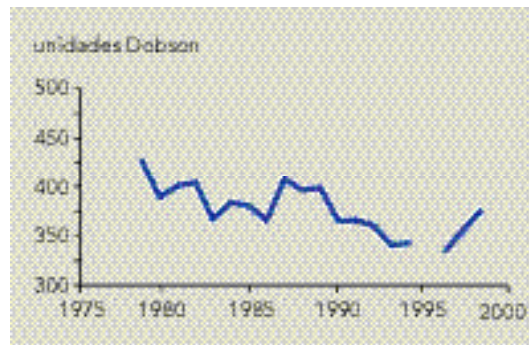
Como las sustancias que destruyen el ozono permanecen durante mucho tiempo en la *estratosfera*, no es previsible que la aplicación del Protocolo de Montreal produzca una recuperación detectable de la capa de ozono antes de 2020. Es posible que no se recupere por completo hasta después de 2050 (OMM, 1999). En los próximos decenios, seguirá observándose un extenso agujero en la capa de ozono sobre las regiones polares en primavera.

En los últimos años se han registrado aumentos de la radiación ultravioleta desde las estaciones de observación con base en tierra. Las estimaciones realizadas por medio de modelos matemáticos (figura 9.3) indican el porcentaje de aumento de la radiación eritematosa. Los datos obtenidos desde tierra y desde los satélites suelen coincidir.

Los niveles de radiación UV seguirán aumentando hasta la completa recuperación de la

Figura 9.1. Columna media de ozono sobre Europa en marzo

Notas: La columna de ozono es la cantidad de ozono que contiene una columna que asciende desde el suelo hasta el límite superior de la atmósfera. Las mediciones mensuales de ozono que se obtienen por medio de los instrumentos de los satélites (Nimbus 7 TOMS, Meteor3 TOMS y GOME) se promedian de 35°N a 70°N y de 11,2°O a 21,2°E. Se utilizan distintos instrumentos en distintos años. 1 unidad Dobson = 0,01 mm de espesor de la columna de ozono a la temperatura y la presión normales de la superficie terrestre.
Fuente: RIVM



El espesor de la capa de ozono sobre Europa (promedios del mes de marzo) ha ido reduciéndose notablemente desde principios del decenio de 1980, a razón de hasta un 8% por decenio.

El primer acuerdo internacional para proteger la capa de ozono fue el Convenio de Viena de 1985. El Protocolo de Montreal de 1987 (y sus posteriores enmiendas y adaptaciones) tiene por objeto eliminar la producción y uso de las sustancias que destruyen el ozono en todo el mundo. La UE ha adoptado sus propias políticas y medidas para proteger la capa de ozono, como el Reglamento 3.093/94/CE del Consejo, que está en fase de revisión y consolidación (Comisión Europea, 1999a). La UE afronta los siguientes retos:

- velar para que el Protocolo se cumpla en todos sus términos en los países en desarrollo, así como en Rusia y otros países con economías en transición;
- reducir la producción de compuestos destructores del ozono a sus aplicaciones esenciales y su suministro a los países en desarrollo;
- detener el “vertido” de aparatos de segunda mano que utilizan CFC en los países en desarrollo;
- actuar contra el tráfico ilegal de CFC y halones;
- reducir las emisiones de CFC y halones procedentes de los aparatos ya existentes, en especial en los países industrializados;

capa de ozono, pero es probable que sus efectos nocivos para la salud humana y los ecosistemas se mantengan durante más tiempo. Por ejemplo, los cánceres de piel no aparecen hasta muchos años después de la exposición a esta radiación. Con todo, lo más probable es que el incremento general de los casos de cáncer de piel que se ha registrado en Europa en los últimos cincuenta años se deba a los nuevos hábitos de vida, que comportan mayor exposición al sol. A este efecto se superpondrá el efecto esperado del aumento de la radiación UV. Las campañas de salud pública que animan a la población a reducir su exposición al sol pueden neutralizar los efectos adversos del agotamiento del ozono (United Kingdom Stratospheric Ozone Review Group, 1999).

9.2. Interacción entre el cambio climático y el agotamiento del ozono

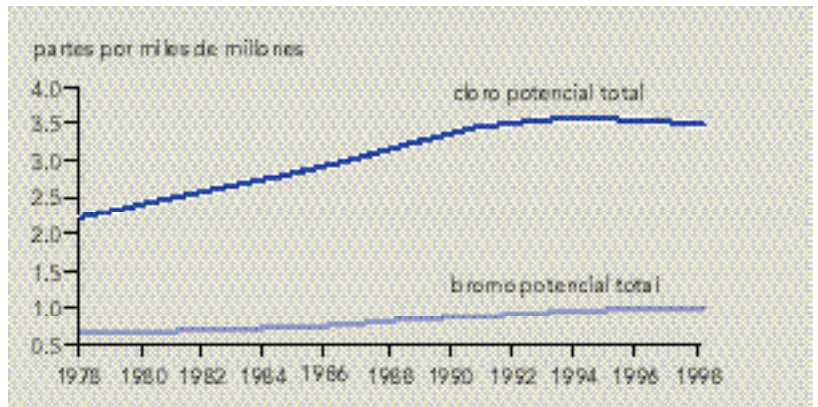
Algunas sustancias que destruyen el ozono, como los CFC y HCFC, son también potentes gases con efecto invernadero. Por lo tanto, el agotamiento del ozono estratosférico y el cambio climático (véase el capítulo 8) tienen causas comunes. El ozono también contribuye al efecto invernadero, especialmente el ozono troposférico.

Los CFC, HCFC y compuestos relacionados causan el 13% del factor de importancia radiativa total (la radiación adicional neta que da lugar al calentamiento global) de todos los gases con efecto invernadero (figura 9.4). Sin embargo, sus emisiones no están reguladas por el Protocolo de Kioto (véanse las secciones 8.2 y 8.3) porque ya están controladas por el Protocolo de Montreal. Los HFC, que se utilizan cada vez más como sustitutos de las sustancias que destruyen el ozono, también son potentes gases con efecto invernadero. Los HFC están regulados por el Protocolo de Kioto, más que por el Protocolo de Montreal.

El factor de importancia radiativa de las sustancias que destruyen el ozono sigue aumentando, pero menos que en el decenio de 1980. Hay varios motivos para ello. La eliminación gradual del metilcloroformo con arreglo al Protocolo de Montreal explica en gran medida la reducción del cloro potencial total. Sin embargo, el metilcloroformo contribuye menos al factor de importancia radiativa que los CFC y HCFC. Además, la contribución de los CFC se va estabilizando como consecuencia directa del Protocolo de Montreal, mientras que la de los HCFC sigue aumentando, a medida que se incrementa su concentración en la troposfera.

Concentraciones potenciales totales de cloro y bromo en la troposfera

Figura 9.2.



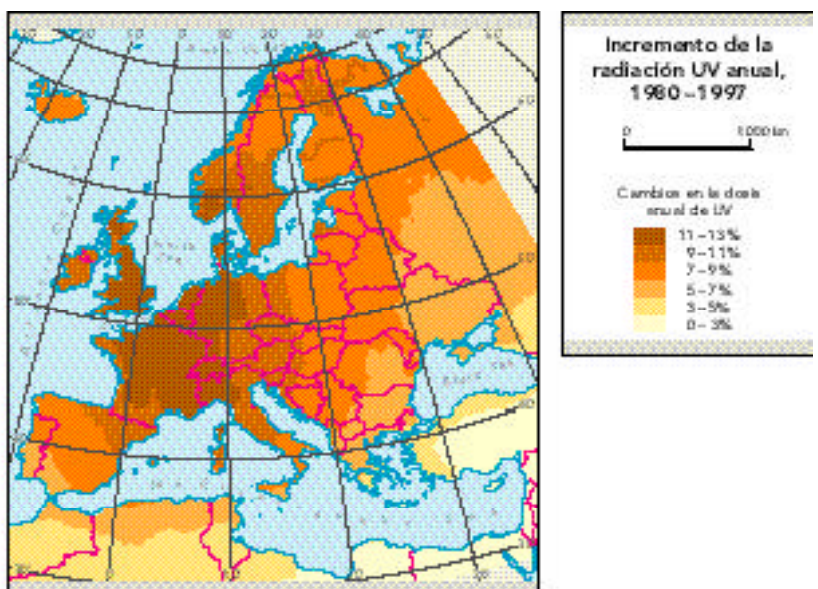
Notas: El cloro/bromo potencial total se define como la suma de las concentraciones de todas las especies de cloro/bromo que se encuentran en la troposfera, multiplicado por el número de átomos de cloro/bromo por molécula. En el caso del bromo, la suma de los compuestos se multiplica además por 60, que es el factor de eficiencia del bromo, puesto que este elemento tiene distinto potencial de destrucción del ozono que el cloro.

Fuente: RIVM; red ALE/GAGE/AGAGE; red NOAA/CMDL

😊 Aunque las concentraciones potenciales totales de cloro en la troposfera alcanzaron su máximo nivel en 1994, las de bromo siguen aumentando.

Aumento de la radiación UV en Europa entre 1980 y 1997

Figura 9.3.

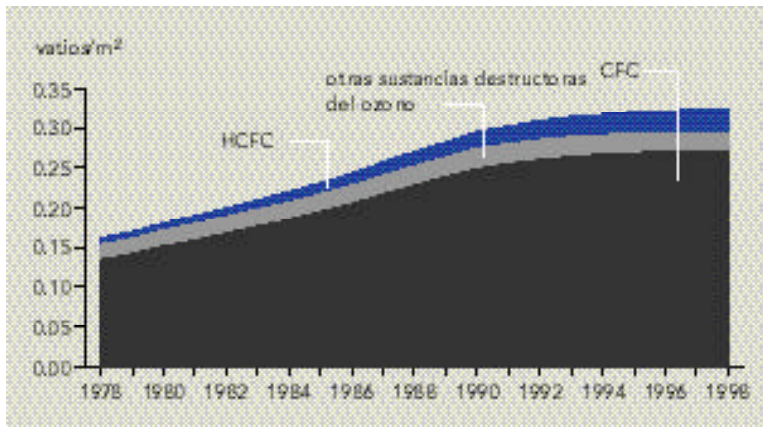


Nota: El mapa muestra el incremento de la dosis anual de radiación UV durante un periodo de diecisiete años, calculado a partir de los valores de ozono total registrados por los instrumentos del satélite TOMS y en condiciones de cielo despejado.

Fuente: AEMA, 1999; RIVM

☹ Las observaciones indican que la radiación UV ha aumentado sobre Europa.

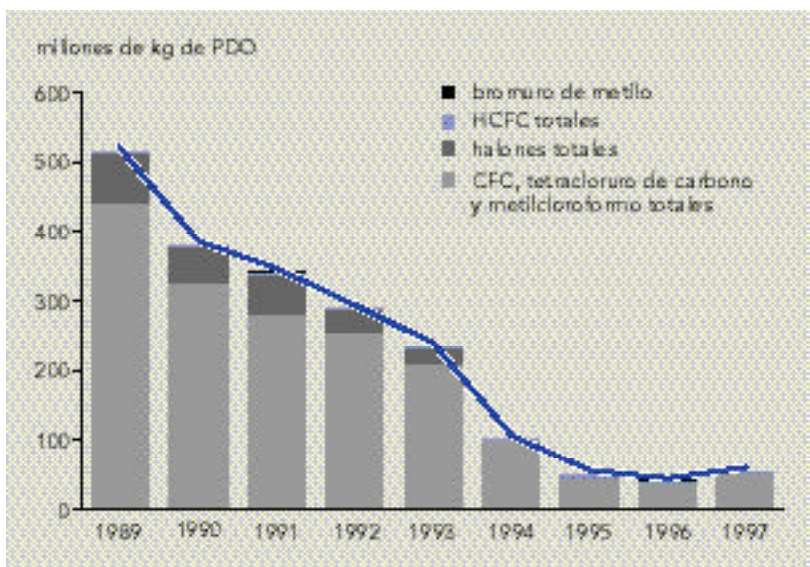
Figura 9.4. Factor de importancia radiativa de las sustancias que destruyen el ozono a escala mundial



Nota: El factor de importancia radiativa se basa en las concentraciones troposféricas medias a escala mundial (figura 9.2) y en los parámetros de la OMM.
Fuente: RIVM

☺ El factor de importancia radiativa que provocan las sustancias que destruyen el ozono sigue aumentando. Esto se debe al incremento del factor de importancia radiativa de los HCFC, mientras que el de los CFC se está estabilizando.

Figura 9.5. Producción de sustancias que destruyen el ozono en los países miembros de la AEMA



Notas: La producción se define como la fabricación efectiva en la UE para usos dispersivos, pero excluye las importaciones, la producción como materia prima para la fabricación de otros productos químicos, y la recuperación, el reciclado y la reutilización de materiales. Los datos sobre la producción se ponderan con arreglo al potencial de destrucción del ozono (PDO).
Fuente: Comisión Europea, 1999b; PNUMA, 1998

9.3. Producción europea de sustancias que destruyen el ozono

La producción europea de CFC, tetracloruro de carbono, metilclorofloro y halones descendió notablemente entre 1989 y 1997, mientras que la de HCFC aumentó (figuras 9.5 y 9.6). En la venta de estas sustancias se observan pautas similares. El declive global de la producción y venta de sustancias que destruyen el ozono en los países miembros de la AEMA es consecuencia directa del Protocolo de Montreal y de los Reglamentos comunitarios. La producción de halones está prohibida en la UE desde 1994 y la producción de CFC, tetracloruro de carbono y metilclorofloro, desde 1995. Todavía se permite la producción de ciertos compuestos (principalmente CFC) para determinados usos esenciales (por ejemplo, los inhaladores de medicamentos) y para atender las necesidades básicas de los países en desarrollo. La producción con destino a esos países explica el aumento registrado en 1997. Todavía es posible producir y comercializar HCFC y bromuro de metilo en la UE, aunque dentro de ciertos límites.

La producción de sustancias que destruyen el ozono en los países miembros de la AEMA representó en torno al 32% de la producción mundial en 1989 y el 25% en 1996. El uso de esas sustancias ha disminuido en todos los países miembros con más rapidez de la exigida por el Protocolo de Montreal.

La producción y las emisiones de sustancias que destruyen el ozono también han experimentado un notable descenso a escala mundial. Sin embargo, todavía se generan emisiones como consecuencia de la liberación de las grandes cantidades de CFC y halones que contienen los aparatos y productos ya existentes. Las emisiones de estas sustancias pueden producirse a los pocos meses de su producción (por ejemplo, durante la fabricación de espuma alveolar de celdillas abiertas) o al cabo de varios años (por ejemplo, procedentes de frigoríficos, espuma alveolar de celdillas cerradas y extintores de incendios).

Se calcula que la producción y el tráfico ilegal de sustancias que destruyen el ozono representaron el 10% de la producción de 1995. Esas actividades ilegales retrasarán varios años la recuperación de la capa de ozono.



La producción de sustancias que destruyen el ozono en los países miembros de la AEMA se ha reducido en casi un 90%. Sin embargo, la producción de HCFC, que tienen escaso potencial de destrucción del ozono, pero un elevado potencial de calentamiento global, sigue aumentando.

9.4. Transferencia de tecnología a los países en desarrollo

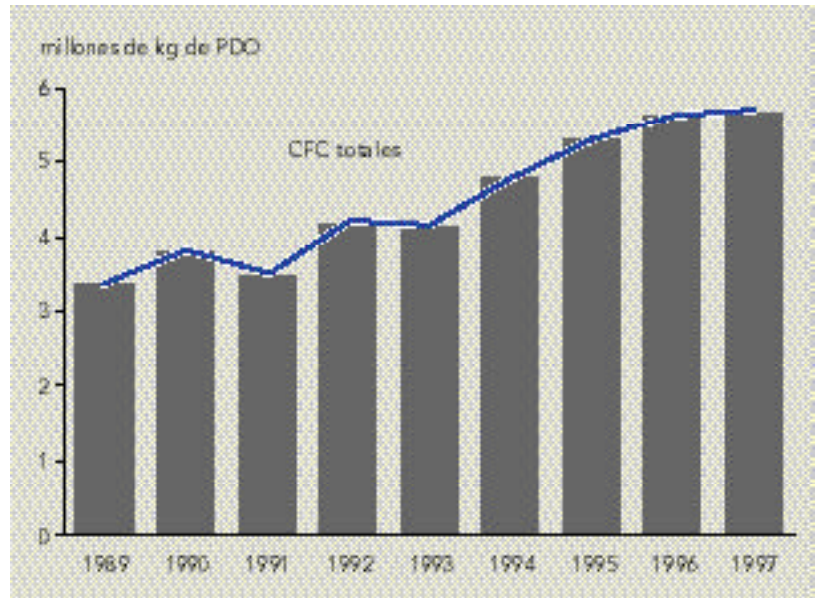
Los logros de Europa y la recuperación de la capa de ozono se verán amenazados si los países en desarrollo incumplen los compromisos que adquirieron al suscribir el Protocolo de Montreal y que entraron en vigor en 1999.

En 1990, las Partes del Protocolo de Montreal crearon un fondo multilateral para ayudar a los países en desarrollo a cumplir con dicho Protocolo. Los países industrializados realizan aportaciones a ese fondo, mientras que los países en desarrollo pueden solicitar ayudas económicas para proyectos concretos.

Entre 1991 y 1998, la aportación de los países miembros de la AEMA al fondo multilateral ascendió a 371,6 millones de dólares. Esa cantidad representa el 45% del total de las aportaciones mundiales (figura 9.8). Se calcula que, con la cantidad total que se ha gastado hasta la fecha con cargo al fondo (936 millones de dólares), se conseguirá que dejen de utilizarse 122 millones de kg de sustancias que destruyen el ozono (más del doble de la producción de los países miembros de la AEMA en 1997) y que dejen de producirse unos 42 millones de kg de estas sustancias.

Producción de HCFC en los países miembros de la AEMA

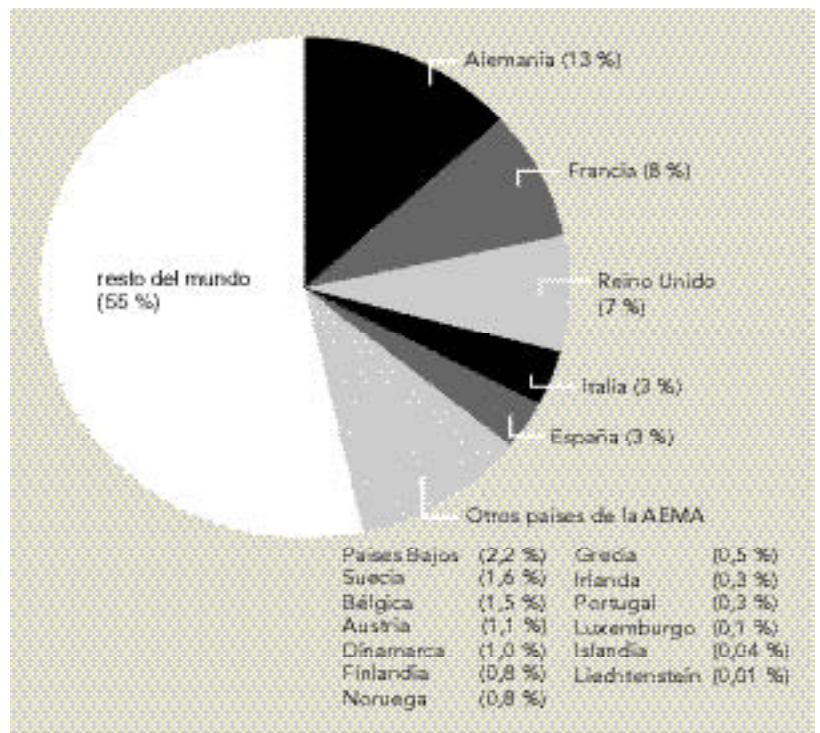
Figura 9.6.



Fuente: Comisión Europea, 1999b; PNUMA, 1998

Aportación relativa de los países miembros de la AEMA al fondo multilateral de ayuda a los países en desarrollo para el cumplimiento del Protocolo de Montreal, 1991-1998

Figura 9.7.



Fuente: PNUMA, 1999



Los países miembros de la AEMA han contribuido en conjunto a casi el 45% de las aportaciones al fondo multilateral de ayuda a los países en desarrollo para que reduzcan sus emisiones de sustancias que destruyen el ozono.

El bromuro de metilo: ayudas a los países en desarrollo

Doce años después de su firma, el Protocolo de Montreal se considera un éxito. El bromuro de metilo, que tiene un potencial de destrucción del ozono de 0,6 comparado con los CFC, se añadió en 1992 a la lista de sustancias controladas. En la Enmienda de Copenhague se establece que los países industrializados deberán eliminar el bromuro de metilo en 2005 y los países en desarrollo, en 2015.

El bromuro de metilo sigue utilizándose en todos los países en desarrollo como fumigante para el control de plagas en suelos, estructuras y artículos de consumo. Se han encontrado sustitutos para el 90% de sus aplicaciones - a menudo como parte de los sistemas de control integrado de plagas -, pero pocos de ellos han llegado a aplicarse.

GTZ, la Agencia para la Cooperación Técnica de Alemania, asesora a los países en desarrollo sobre posibles sustitutos para el bromuro de metilo. Este organismo hace hincapié en los sustitutos de naturaleza no química, como la rotación de los cultivos y el control biológico. GTZ también colabora en la eliminación de las existencias de esta sustancia; por ejemplo, recientemente ayudó al gobierno de Sudán a deshacerse de más de ocho toneladas.

Fuente: PNUMA

9.5 Perfeccionamiento de los indicadores

La armonización de los informes sobre producción y venta de sustancias que destruyen el ozono con destino a la Comisión Europea y al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), eliminaría ciertas incongruencias que presentan los indicadores. No se dispone de información individual sobre los Estados miembros de la Unión Europea.

En el futuro, sería aconsejable mejorar los desgloses de las aportaciones de los países europeos al fondo multilateral de ayuda a los países en desarrollo para el cumplimiento del Protocolo de Montreal. También sería útil analizar la eficacia de este instrumento político como ayuda para reducir la producción y el consumo de sustancias que destruyen el ozono en los países en desarrollo.

En próximas ediciones deberán perfeccionarse los indicadores y el análisis de las interacciones entre el cambio climático y el agotamiento del ozono. El factor de importancia radiativa, del que se ha hablado aquí, es tan sólo un ejemplo de este tipo de indicadores. Otra interacción interesante es el descenso térmico que se produce en la atmósfera como consecuencia de las emisiones de gases con efecto invernadero y su repercusión sobre la capa de ozono en las latitudes medias y en las regiones polares. No obstante, esta interacción es más difícil de evaluar.

9.6 Bibliografía

AEMA (1999). *El medio ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI*. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

Comisión Europea, DG de Investigación (1997). *European research in the stratosphere*. EUR 169986 EN. Comisión Europea, Bruselas.

Comisión Europea (1999a). *A Common Position for a revised Council Regulation on substances that deplete the ozone layer 5748/99*. Diario Oficial C123/03.

Comisión Europea (1999b). *Statistical factsheet - ozone-depleting substances*. Comisión Europea, Bruselas.

OMM (1999). *Scientific assessment of ozone depletion: 1998*. Proyecto Global de Investigación y Control del Ozono de la OMM, informe 44. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.

PNUMA (1998). *Production and consumption of ozone-depleting substances 1986-1996*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, Kenia.

PNUMA (1999), UNEP/OzL.Pro/ExCom/27/48 (anexo I, página 5). Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, Kenia (<http://www.unmfs.org>).

United Kingdom Stratospheric Ozone Review Group (1999). *Stratospheric ozone 1999*. Departamento de Medio Ambiente, Transporte y las Regiones, Londres, Reino Unido.

10. Contaminación atmosférica

indicador	cuestión a examinar	FPEIR	valoración
Efectos múltiples: área donde se sobrepasan las cargas críticas de acidificación y eutrofización	¿en qué medida se ha protegido al medio ambiente de la lluvia ácida?	estado	😊 / 😞
número máximo de días en que pueden sobrepasarse los niveles críticos de ozono atmosférico	¿se protege eficazmente a la población de las exposiciones a sustancias fotoquímicas?	estado	😞
exposición de cultivos y bosques al ozono atmosférico	¿en qué medida se ha protegido al medio ambiente de los efectos de las sustancias fotoquímicas?	estado	😞
número máximo de días en que pueden sobrepasarse los niveles críticos de partículas	¿se protege eficazmente a la población de las exposiciones a partículas?	estado	😞
Contaminantes Múltiples: emisiones de gases acidificantes	¿se cumplirán los objetivos políticos?	presión	😊
emisiones de precursores del ozono	- " -	presión	😞
emisiones de dióxido de azufre	- " -	presión	😊
emisiones de óxido de nitrógeno	- " -	presión	😞
emisiones de amoníaco	- " -	presión	😊
emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos	- " -	presión	😞

A pesar de que, en general, las emisiones de contaminantes atmosféricos se han reducido, todavía no se ha logrado el objetivo último de evitar todos los efectos nocivos para la salud, la vegetación, el agua y el suelo. El área donde se sobrepasan las cargas críticas de emisiones acidificantes se ha reducido notablemente, pero una parte importante de la población residente en los países miembros de la AEMA se ve expuesta a concentraciones inaceptables de ozono troposférico y partículas finas.

Los objetivos de reducción de emisiones establecidos para el año 2000 en el 5º Programa de acción en materia de medio ambiente se cumplirán en el caso del dióxido de azufre, pero es improbable que se consiga lo mismo con los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COV). Los objetivos propuestos a escala nacional y comunitaria para el año 2010 parecen factibles en el caso del dióxido de azufre, pero en el caso de las emisiones de óxidos de nitrógeno, amoníaco y COV, la mayoría de los Estados miembros tendrán que realizar reducciones importantes y adoptar políticas y medidas adicionales.

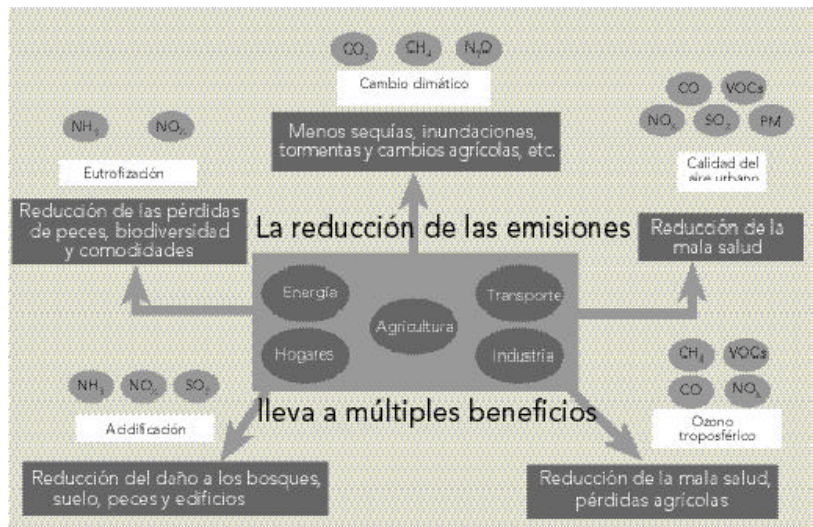
Los principales problemas medioambientales asociados a las emisiones atmosféricas son: el deterioro de la salud humana, la acidificación y la eutrofización del agua y el suelo, así como la degradación de los ecosistemas naturales, el patrimonio cultural y los cultivos. Estos efectos suelen ser transfronterizos, ya que los contaminantes atmosféricos pueden ser transportados por el aire a una distancia considerable de su

fente. Además, las emisiones de las zonas urbanas pueden tener una importante repercusión local sobre la salud de la población. La contaminación atmosférica local y transfronteriza se considera como un mismo problema ambiental en este informe, ya que sus causas y efectos están interrelacionados. Cada vez más, las políticas destinadas a reducir las emisiones consideran distintos problemas de contaminación, adoptando un enfoque común de múltiples contaminantes y múltiples efectos (figura 10.1).

10.1. Revisión de las políticas vigentes

El Convenio de la CEPE sobre contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia (CLRTAP) fue el primer tratado internacional en el que se formularon estrategias para reducir este tipo de contaminación. El Convenio tiene varios Protocolos en vigor para los países europeos signatarios, incluida la UE y sus Estados miembros. En la tabla 10.1 se enumeran las sustancias cubiertas y los objetivos de reducción establecidos. En el II Protocolo sobre el Azufre (CEPE, 1994) se adoptó por primera vez el criterio de establecer objetivos de emisión para reducir el margen de superación de las concentraciones críticas de este elemento en los ecosistemas. De este modo, los países signatarios adquirieron compromisos

Figura 10.1. Contaminantes múltiples, efectos múltiples



Fuente: AEMA

Tabla 10.1. Objetivos de reducción de las emisiones atmosféricas en la UE y sus Estados miembros

Política/contaminante	Año de partida	Año objetivo	Reducción (%)
CLRTAP-CEPE			
Dióxido de azufre ¹	1980	2000	62
Dióxido de azufre ⁴	1990	2010	75
Óxidos de nitrógeno ²	1987	1994	estabilización
Óxidos de nitrógeno ⁴	1990	2010	50
COV no metánicos ³	1987	1999	30
COV no metánicos ⁴	1990	2010	58
Amoníaco ⁴	1990	2010	12
SPAMA			
Dióxido de azufre	1985	2000	35
Óxidos de nitrógeno	1990	2000	30
COV no metánicos	1990	1999	30
DLMNE (objetivos propuestos)⁵			
Dióxido de azufre	1990	2010	78
Óxidos de nitrógeno	1990	2010	55
COV no metánicos	1990	2010	62
Amoníaco	1990	2010	21

de reducción variables en función de la sensibilidad de sus ecosistemas.

En mayo de 1999, la Comisión Europea presentó una propuesta de Directiva relativa a los límites máximos nacionales de emisión (DLMNE) (Comisión Europea, 1999a) aplicable a los mismos contaminantes a los que se refiere el Convenio CLRTAP y, por primera vez, también al amoníaco. En la Directiva propuesta se adopta un criterio parecido al que se sigue en el II Protocolo sobre el Azufre, pero además se contempla la reducción del margen de superación de las cargas críticas de ozono para la salud humana y los ecosistemas. Los objetivos de la propuesta DLMNE, todavía no adoptada formalmente, son mucho más exigentes que los establecidos en el Convenio.

De forma paralela, el 1 de diciembre de 1999 se llegó a un acuerdo sobre un nuevo Protocolo para contaminantes múltiples, en el marco del Convenio CLRTAP, en el que se fijaron límites máximos nacionales de emisión para muchos países europeos (incluidos los Estados miembros de la Unión Europea). Esos límites se aplican a los mismos cuatro contaminantes a los que se refiere la DLMNE. No obstante, para varios Estados miembros se han fijado objetivos menos exigentes que en la Directiva.

En la tabla 10.1 se resumen los principales objetivos vigentes y propuestos para la UE.

Para facilitar el cumplimiento de esos objetivos, la legislación comunitaria vigente en materia de reducción de contaminantes acidificantes y precursores del ozono incluye una Directiva relativa a la reducción de las emisiones procedentes de grandes instalaciones de combustión y otras directivas recientes sobre las emisiones de los automóviles, la calidad de la gasolina y los gasóleos y el contenido de azufre en determinados combustibles líquidos. La Directiva sobre almacenamiento y distribución de la gasolina y la Directiva sobre la reducción de las emisiones procedentes del uso industrial de disolventes orgánicos, tienen por objeto limitar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Está previsto que, a finales de 1999, se publiquen nue-

Notas:

- ¹ Objetivo fijado en el II Protocolo sobre el Azufre de 1994. Los distintos límites máximos aplicables en cada Estado miembro corresponden a una reducción del 62% en el conjunto de la UE.
- ² Objetivos fijados en el I Protocolo sobre los NOx. Son idénticos para cada Estado miembro y para el conjunto de la UE.
- ³ Objetivos fijados en el Protocolo sobre los COVNM. Son idénticos para cada Estado miembro y para el conjunto de la UE.
- ⁴ Objetivos fijados en el Protocolo sobre múltiples contaminantes (1 de diciembre de 1999). Se indica el objetivo de reducción para el conjunto de la UE, que se corresponde con los distintos límites máximos aplicables en cada Estado miembro.
- ⁵ Objetivos fijados en la propuesta de Directiva comunitaria de 1999 relativa a límites máximos nacionales de emisión (DLMNE). Se indica el objetivo de reducción para el conjunto de la UE, que se corresponde con los distintos límites máximos aplicables en cada Estado miembro.

Fuente: AEMA

vas propuestas derivadas del II Programa Auto-Oil para limitar las emisiones procedentes de los automóviles nuevos, así como otras medidas técnicas y medidas de naturaleza no técnica para fomentar los medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente. En la actualidad no existe ninguna disposición legal de ámbito comunitario para reducir las emisiones de amoníaco. Tampoco existen legislación ni objetivos para reducir las emisiones directas de partículas finas.

Además, las medidas adoptadas para reducir las emisiones de gases con efecto invernadero (especialmente el dióxido de carbono) podrían tener el efecto colateral de reducir las sustancias acidificantes y los precursores del ozono. Una de esas medidas es la sustitución de determinados combustibles por el gas natural.

Los límites máximos nacionales de emisión que se proponen para el año 2010 tienen sólo carácter provisional, ya que no ofrecen una protección completa a los ecosistemas ni a la salud humana. De acuerdo con el escenario de partida (AEMA, 1999), en el año 2010 seguirán depositándose contaminantes por encima de las cargas críticas en algunos ecosistemas, y continuarán superándose los umbrales del ozono. En los próximos años, es probable que la CEPE (a través del Convenio CLRTAP) y la UE continúen trabajando de forma paralela en la formulación de políticas y medidas, aplicando el mismo criterio seguido para fijar los límites de emisión propuestos recientemente.

Este capítulo comienza con el uso de cuatro indicadores que permiten evaluar las tendencias en el cumplimiento de algunos valores límite. Esos indicadores reflejan de forma aproximada los efectos más importantes de los contaminantes atmosféricos, es decir: la acidificación y la eutrofización del agua, el suelo y los ecosistemas; los efectos del ozono troposférico en la salud humana; los efectos del ozono en los ecosistemas; y los efectos que producen las partículas en la salud humana. Esta concisa descripción de los progresos realizados en la limitación de múltiples efectos va seguida de dos indicadores que resumen las reducciones alcanzadas en la mayoría de los contaminantes implicados. El porcentaje que falta para cumplir los diversos objetivos de emisiones que se enumeran en la Tabla 10.1 da una indicación del esfuerzo político que todavía tiene que realizarse. El capítulo concluye con una serie de indicadores sobre emisiones y la diferencia entre el objetivo y las reducciones reales de cada contaminante.

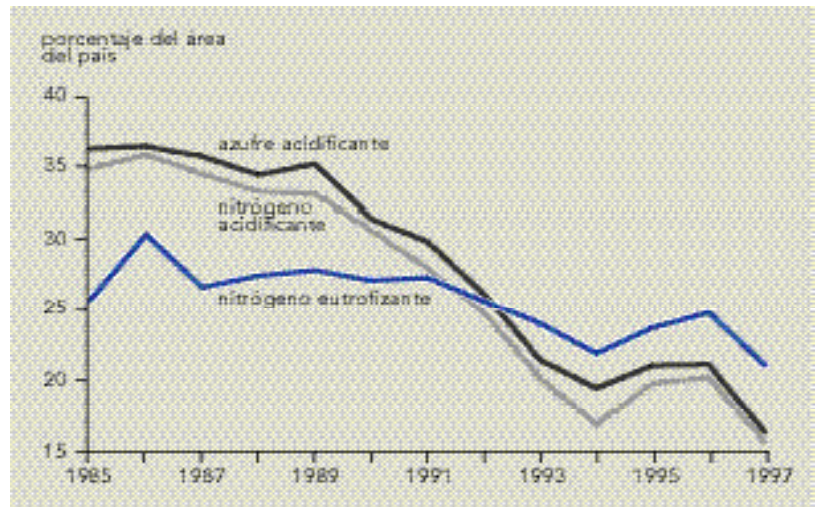
10.2. Efectos múltiples

10.2.1. Efecto 1: acidificación y eutrofización del agua, el suelo y los ecosistemas

El área donde se sobrepasan las concentraciones críticas debido a las emisiones de azufre y óxidos de nitrógeno que se depositan sobre el

Porcentaje del área en la que se sobrepasan las cargas críticas de acidificación y eutrofización en los países miembros de la AEMA

Figura 10.2.



Nota: La figura representa la superficie en la que se sobrepasa el quinto percentil de las cargas críticas de acidificación y eutrofización.

Fuente: CCE para las cargas críticas y EMEP/MS-CW para las estimaciones de la deposición.



Desde 1985, el área en la que se sobrepasan las cargas críticas de acidificación se ha reducido en un 40%.



La superficie de ecosistemas expuestos a eutrofización no ha variado mucho y sigue siendo extensa.

agua y el suelo, se ha reducido notablemente desde 1985 (figura 10.2). La deposición de azufre y nitrógeno contribuye a la acidificación del agua y el suelo; por ello, las líneas que aparecen en la figura 10.2 representando el margen de superación de los valores críticos de azufre y nitrógeno acidificantes, discurren en paralelo. Sin embargo, la reducción de las áreas expuestas a la acidificación parece deberse principalmente al descenso de las emisiones de óxido de azufre (véase la figura 10.6). Gran parte del nitrógeno depositado se acumula en el suelo o es absorbido por la vegetación, por lo que contribuye en cierta medida a la eutrofización. La deposición de nitrógeno sigue sobrepasando la carga crítica en una extensa superficie, lo que indica que la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno y amoníaco es todavía insuficiente (véanse las figuras 10.10 y 10.12).

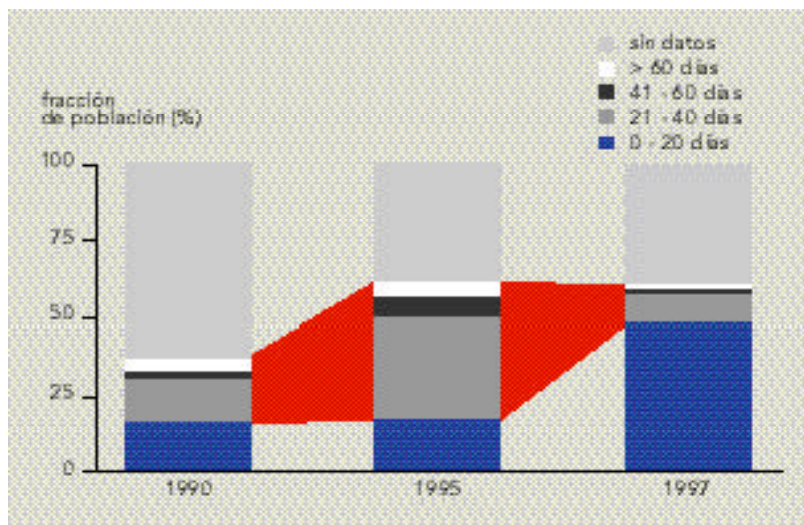
10.2.2. Efecto 2: efectos de la exposición al ozono para la salud humana

Un gran sector de la población residente en los países miembros de la AEMA está expuesto a concentraciones de ozono troposférico superiores al umbral propuesto por la CE (figura 10.3).

Estas concentraciones son mucho mayores de lo que serían en condiciones naturales, debido a la formación de ozono adicional como consecuencia de las reacciones fotoquímicas que tienen

Figura 10.3.

Exposición de la población residente en los países miembros de la AEMA a niveles de ozono superiores a los objetivos de la CE



Notas: Número de días al año con una concentración promediada durante 8 horas superior a $120\mu\text{g}/\text{m}^3$. Basado en los datos obtenidos por cuatro estaciones rurales de observación. Las concentraciones de ozono suelen ser menores en las zonas urbanas que en las rurales, debido a las reacciones locales que se producen con los óxidos de nitrógeno emitidos por el tráfico rodado. Por lo tanto, es posible que se haya sobrestimado en cierta medida la exposición de la población.
Fuente: AIRBASE



Una parte importante de la población residente en los países miembros de la AEMA está expuesta a concentraciones de ozono que sobrepasan el objetivo propuesto por la CE. Los datos obtenidos por las estaciones de observación indican que las concentraciones máximas tienden a disminuir.

lugar en la atmósfera. Las principales sustancias que intervienen en la formación de ozono en la troposfera (es decir, los precursores del ozono) son los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), el monóxido de carbono y el metano.

El ozono es un oxidante que puede ser nocivo para la salud humana (Comisión Europea, 1999b). Las pruebas epidemiológicas y toxicológicas indican que la superación de los umbrales durante los episodios de "smog" estival comporta problemas sanitarios, en especial respuestas inflamatorias y deterioro de la función pulmonar. La exposición plurianual a elevadas concentraciones de ozono puede reducir la capacidad pulmonar de los niños de corta edad (Frischer *et al.*, 1999).

La ausencia de datos suficientes y las marcadas fluctuaciones anuales que se observan como consecuencia de los episodios de alta concentración del ozono, impiden extraer conclusiones claras sobre tendencias cronológicas. No obstante, los limitados datos obtenidos por las estaciones de observación indican que las concentraciones máximas están disminuyendo.

La reducción de las emisiones de precursores del ozono que se ha conseguido en la UE (véase la figura 10.7) todavía no es suficiente para que se note la diferencia en términos de riesgos para la salud. El aumento de las concentraciones naturales –provocado por las emisiones registradas en todo el hemisferio norte– es, en parte, responsable de que las concentraciones sigan siendo elevadas en los países miembros de la AEMA.

Pese a que las previsiones apuntan a una reducción adicional de las emisiones, se espera que las concentraciones de ozono sobrepasen los umbrales propuestos por la CE en todos los países miembros de la AEMA durante el próximo decenio (EMEP, 1999). En 2010, todos los territorios del noroeste de Europa deberán haber logrado el objetivo comunitario de que sólo se sobrepasen las cargas críticas 20 días al año (Comisión Europea, 1999b).

10.2.3. Efecto 3: deterioro de los bosques y los cultivos debido a la exposición al ozono

La exposición al ozono puede provocar lesiones foliares en las plantas y reducir la productividad de las cosechas y los bosques. La superficie forestal donde se han sobrepasado las concentraciones críticas de ozono es menor que la superficie cultivable afectada (figura 10.4). No obstante, la carga crítica propuesta para los bosques a largo plazo es menos exigente que el nivel orientativo propuesto por la CE para los cultivos. La existencia de fluctuaciones anuales significativas y la ausencia de datos con respecto a más del 50% de la superficie afectada, impiden extraer conclusiones definitivas sobre tendencias.

Pese a las reducciones que se espera lograr en las emisiones de precursores de ozono con la aplicación del Protocolo del Convenio CLRTAP y la legislación comunitaria, se prevé que las concentraciones de ozono permanecerán muy por encima de las cargas críticas durante el próximo decenio. Se calcula que la diferencia entre concentraciones reales y valores críticos se reducirá a la mitad en el año 2010 (EMEP, 1999).

10.2.4. Efecto 4: problemas para la salud humana debidos a la exposición a partículas

Las últimas investigaciones han demostrado que la exposición a las partículas finas que se encuentran en suspensión en la atmósfera tiene importantes efectos para la salud humana (CEPE/OMS, 1999), desde el aumento de la frecuencia y gravedad de los problemas respiratorios hasta el riesgo de muerte prematura.

Como preparación para la aplicación de la Directiva comunitaria relativa a la calidad del aire, la mayoría de los países han comenzado a vigilar las partículas inferiores a $10\mu\text{m}$ de diámetro (PM10). Actualmente no existen datos suficientes sobre las concentraciones de PM10 que permitan

☹ Buena parte de los cultivos y bosques de los países miembros de la AEMA están expuestos a concentraciones de ozono superiores a los niveles críticos propuestos por la CE.

extraer conclusiones sólidas acerca de las tendencias de las emisiones. No obstante, las concentraciones de partículas en suspensión totales (PST) y partículas carbonosas (humo negro) tienden en general a disminuir (figura 10.5).

Las partículas proceden tanto de las emisiones atmosféricas directas (partículas primarias) como de las reacciones que se producen en la atmósfera entre el azufre y los dióxidos de nitrógeno, y entre el amoníaco y los compuestos orgánicos (partículas secundarias). Las emisiones de los precursores de partículas secundarias están limitadas por la legislación ambiental vigente, pero no existe legislación comunitaria que regule directamente las emisiones de partículas primarias.

Las técnicas de control de la contaminación atmosférica destinadas a reducir las emisiones de precursores suelen reducir también las emisiones de partículas primarias. Sin embargo, es previsible que las concentraciones de PM10 permanezcan muy por encima de los límites en la mayoría de las zonas urbanas de los países miembros de la AEMA durante el próximo decenio. Esto indica que tendrán que adoptarse medidas adicionales para reducir considerablemente los riesgos para la salud de la población (Comisión Europea, 1999c).

10.3. Contaminantes múltiples

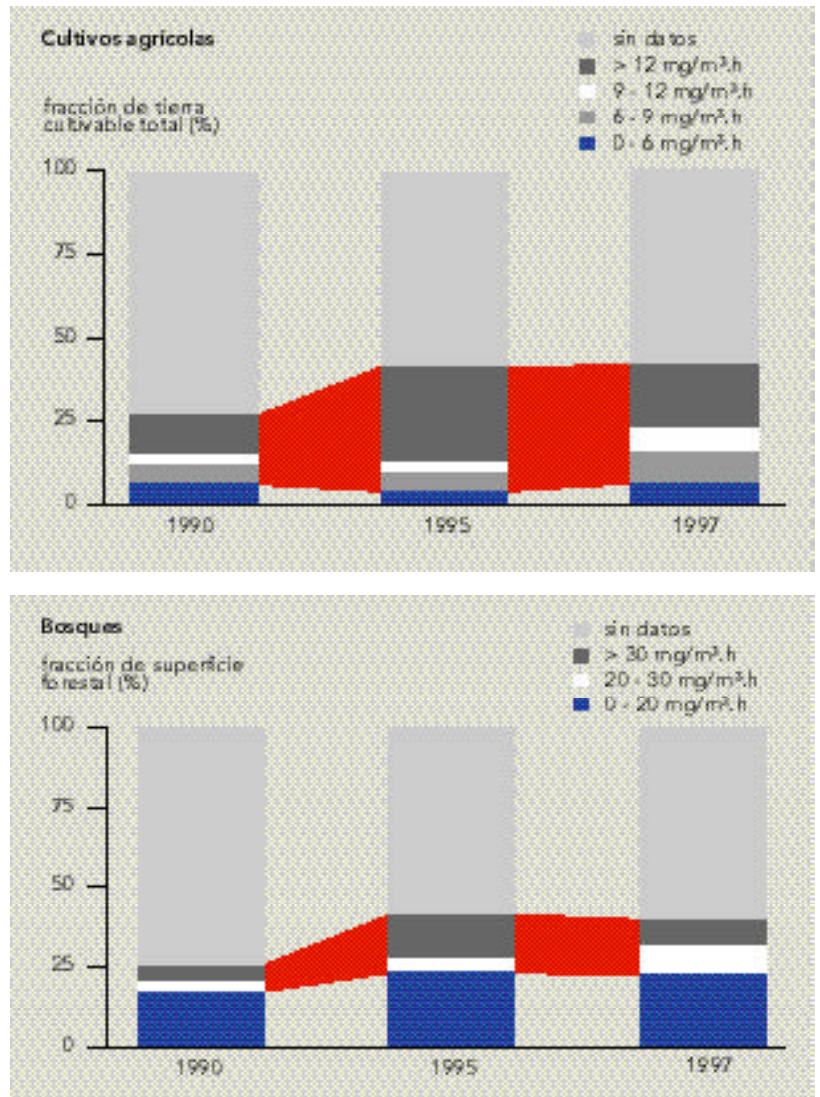
Las emisiones de gases que provocan acidificación y eutrofización (dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y amoníaco) han experimentado un notable descenso en la mayoría de los Estados miembros de la UE. El dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno también afectan a la salud. En el conjunto de la UE, esas emisiones se han reducido un 27% entre 1990 y 1996 (figura 10.6), a pesar del aumento del producto interior bruto (PIB).

Esta importante reducción de los gases acidificantes se debe sobre todo a que las emisiones de dióxido de azufre procedentes del sector industrial y del sector energético han disminuido en más de un 60% desde 1980 (véase la figura 10.8). No obstante, las emisiones de óxidos de nitrógeno han disminuido mucho menos y es poco probable que se cumpla el objetivo establecido en el 5º Programa de acción en materia de me-

☹ Muchas de las personas que residen en las grandes y pequeñas ciudades de los países miembros de la AEMA están expuestas a concentraciones de partículas finas que sobrepasan los límites de la CE.

Exposición de los cultivos agrícolas y los bosques de los países miembros de la AEMA al ozono atmosférico

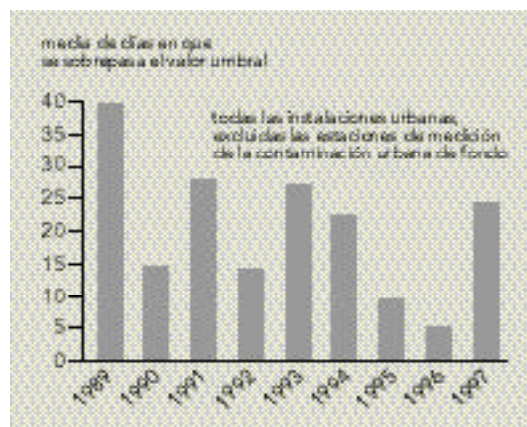
Figure 10.4.



Nota: El nivel crítico a largo plazo propuesto por la CE es de 20 mg/m³h (AOT40) para los bosques y de 6 mg/m³h (AOT40) para los cultivos agrícolas.
Fuente: AEMA-CTE/CA y EMEP/CCC

Exposición a partículas en las zonas urbanas de los países miembros de la AEMA

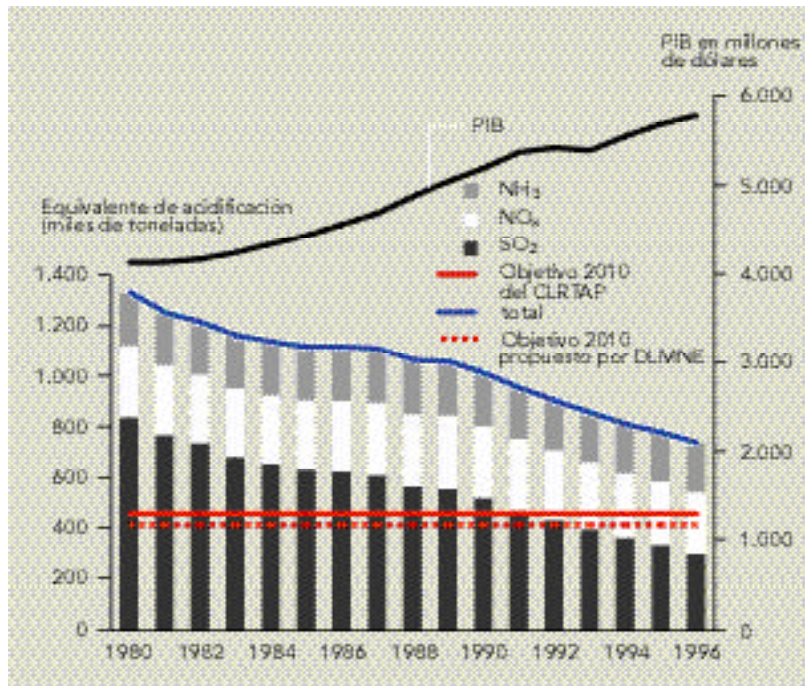
Figura 10.5.



Notas: Se indica el número de días en que se sobrepasa el valor umbral medio de partículas durante 24 horas promediado en todas las estaciones de observación. El umbral adoptado depende del tipo de partículas que se midan: 50 µg/m³ en el caso de las partículas finas (PM10); 120 µg/m³ en el caso de las partículas en suspensión totales (PST); y 125 µg/m³ en el caso de las partículas carbonosas. Se supone que es igual de perjudicial superar el umbral de PST que el de partículas carbonosas o PM10. La red de observación sólo cubre una pequeña parte de la población.

Fuente: AIRBASE

Figura 10.6. Emisiones comunitarias de gases acidificantes



😊 Las emisiones de gases acidificantes han experimentado un notable descenso en los Estados miembros de la Unión Europea, lo que refleja una clara desvinculación con respecto al crecimiento del PIB. Ese descenso se ha debido sobre todo a la reducción de las emisiones de dióxido de azufre. Será necesario continuar reduciendo las emisiones de óxidos de nitrógeno y amoníaco para cumplir los objetivos fijados para el año 2010.

El medio ambiente (5PAMA) para el año 2000. Las emisiones de amoníaco tienden a estabilizarse (véanse las figuras 10.12 y 10.13). El lento descenso de las emisiones de óxidos de nitrógeno y amoníaco se refleja en una reducción poco significativa del nitrógeno depositado y en la extensión de la superficie en la que se sobrepasan las cargas críticas de eutrofización (véase la figura 10.2).

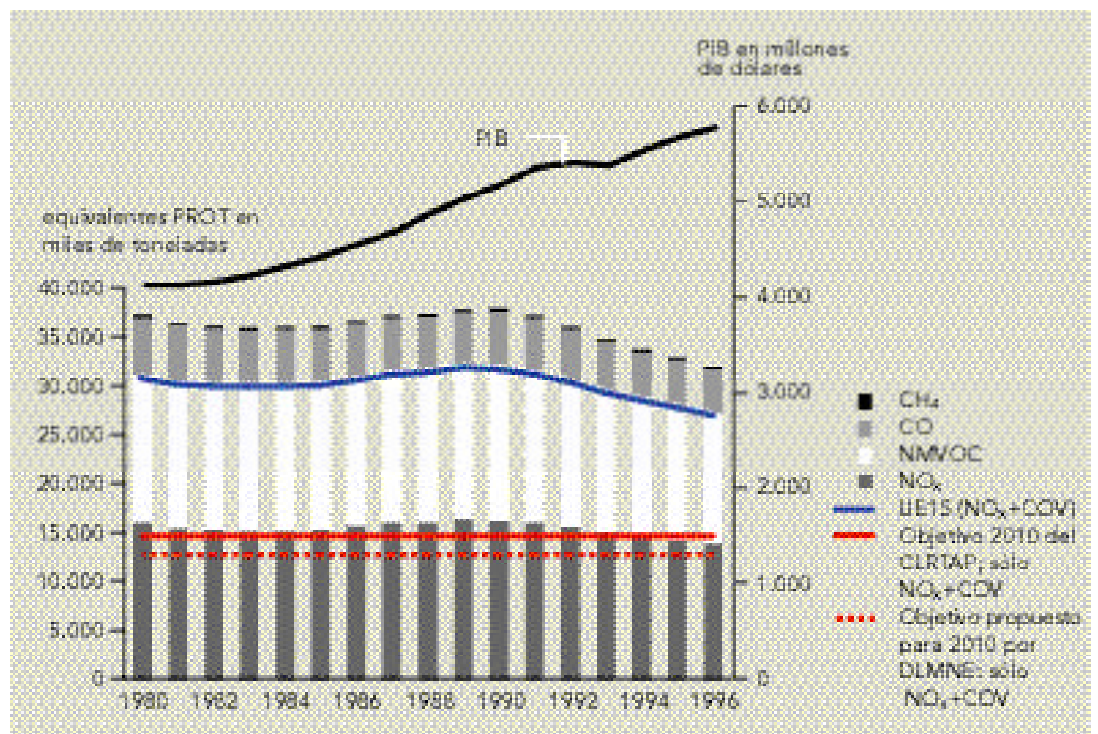
Será necesario que las emisiones de contaminantes acidificantes sigan reduciéndose notablemente para llegar a cumplir en el año 2010 los objetivos propuestos en la DLMNE o incluso los objetivos menos estrictos acordados el 1 de diciembre de 1999 en el Convenio CLRTAP. Entre 1990 y 1996, las emisiones de gases que pue-

Notas: Los objetivos de reducción de emisiones se refieren a la UE y combinan los tres gases utilizando factores de ponderación. Los equivalentes de acidificación por kg que se han utilizado en la ponderación son 31,2 para el dióxido de azufre, 21,7 para los óxidos de nitrógeno y 58,8 para el amoníaco. La tabla 10.1 contiene más información sobre los objetivos.
Fuente: AEMA-CTE/EA y CEPE/EMEP

😊 Las emisiones de precursores del ozono han descendido en los Estados miembros de la UE, lo que refleja su desvinculación del PIB. No obstante, tendrán que seguir reduciéndose las emisiones para cumplir los objetivos fijados para el año 2010.

Figura 10.7. Emisiones comunitarias de precursores del ozono

Notas: Este indicador constituye un primer intento de ponderar el total de las emisiones comunitarias de precursores del ozono, pero no deja de ser una mera simplificación. En muchas regiones, las emisiones de óxidos de nitrógeno favorecen la formación de ozono, pero en las áreas urbanas pueden destruirlo. Por lo tanto, el descenso registrado en las emisiones totales no implica que vaya a producirse una reducción similar en las concentraciones de ozono. Se han combinado las emisiones de cuatro precursores, pero sólo existen objetivos de reducción para los dos principales (los óxidos de nitrógeno y los COV no metánicos). PROT: potencial de reducción del ozono troposférico. Factores de ponderación (potenciales de precursores del ozono troposférico) utilizados: 1,22 para los óxidos de nitrógeno, 1,00 para los COV no metánicos, 0,11 para el monóxido de carbono y 0,014 para el metano. La tabla 10.1 contiene más información sobre los objetivos.
Fuente: AEMA-CTE/EA y CEPE/EMEP



den provocar la formación de ozono troposférico registraron descensos en la mayoría de los Estados miembros de la Unión Europea, con una reducción del 15% en el conjunto de la UE (figura 10.7). Estos resultados se han conseguido a pesar del aumento del producto interior bruto y se deben principalmente a la reducción de las emisiones de COV, que disminuyeron en un 13% durante ese periodo, sobre todo como consecuencia de los límites impuestos a las emisiones industriales y de las medidas adoptadas para reducir las emisiones de los automóviles (véase la figura 10.14). Pese a que esas reducciones parecen haber disminuido las concentraciones máximas de ozono, no han sido suficientes para limitar los riesgos para la salud humana y los ecosistemas de forma significativa (véanse las figuras 10.3 y 10.4). Deberán emprenderse iniciativas adicionales para cumplir los objetivos fijados en el 5PAMA para el año 2000.

Será necesario que las emisiones de contaminantes precursores del ozono sigan reduciéndose notablemente para llegar a cumplir en el año 2010 los objetivos establecidos en la DLMNE o incluso los acordados en el Convenio CLRTAP.

10.4. Cumplimiento de los objetivos políticos: estudio por sustancia

En esta sección se presenta una visión general de la evolución de las emisiones en comparación con los diferentes objetivos fijados para cada uno de los cuatro contaminantes que contribuyen a la acidificación, la eutrofización y la formación de ozono troposférico.

10.4.1. Dióxido de azufre

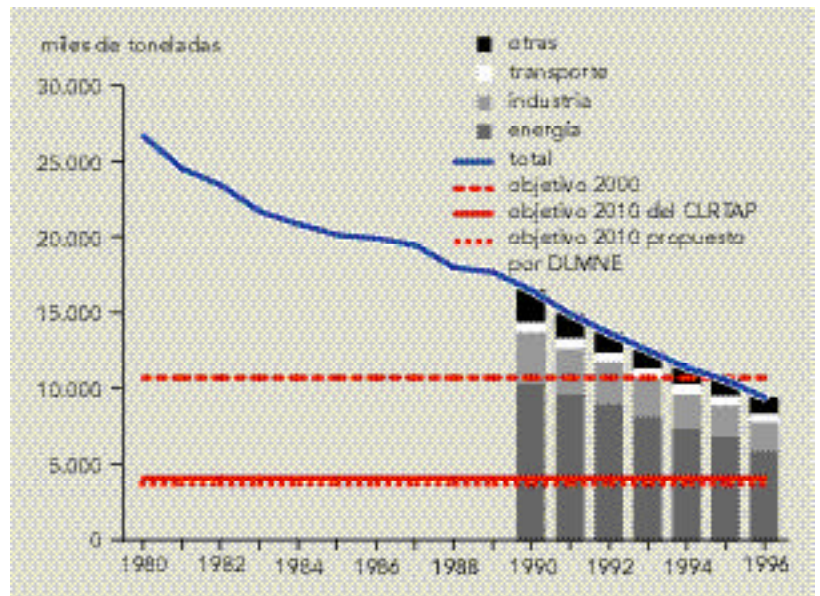
Fuentes principales: sectores energético (60%), industrial (25%), del transporte (6%) y doméstico (1%) (figura 10.8).

Evolución de las emisiones: en la UE se ha registrado un descenso de más del 60% desde 1980 (más del 40% desde 1990). La mayor reducción se ha producido en los sectores energético e industrial, debido a la sustitución del carbón por gas natural, la construcción de nuevas centrales eléctricas, el uso de carbón con bajo contenido de azufre y al aumento de los procesos de desulfuración de los gases de combustión.

Diferencia con respecto al objetivo: el objetivo fijado por la CE en el 5PAMA (reducción de las emisiones de 1985 en un 35% para el año 2000) se alcanzó en los países miembros de la AEMA en 1992. En 1996, las emisiones habían descendido hasta un 55% por debajo de los niveles de 1985 y la UE en su conjunto cumplía el objetivo establecido en el II Protocolo sobre el Azufre del Convenio CLRTAP (reducción de las emisiones de 1980 en un 62% para el año 2000). Se observan diferencias importantes entre los Estados miembros en térmi-

Emissiones comunitarias de dióxido de azufre procedentes de sus principales fuentes en comparación con los objetivos propuestos por la UE y acordados en el Convenio CLRTAP

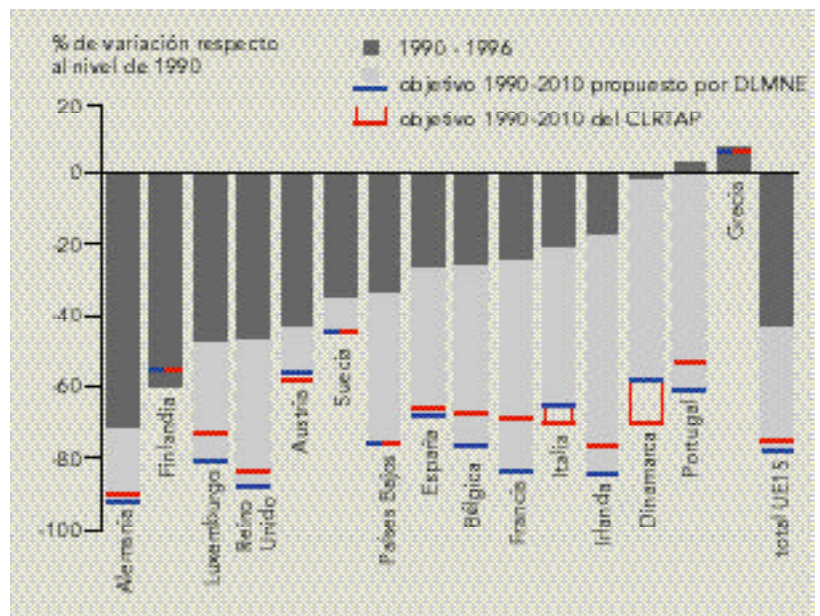
Figura 10.8.



Nota: El objetivo 2000 es el que se establece en el 5PAMA de la CE. En la DLMNE se propone una reducción del 78% para el año 2010 con respecto a las emisiones de 1990, mientras que en el Protocolo del Convenio CLRTAP (1 de diciembre de 1999) se acordó una reducción del 75%. Fuente: AEMA-CTE/EA y CEPE/EMEP

Porcentaje de variación de las emisiones nacionales de dióxido de azufre en los Estados miembros de la UE, 1990-1996

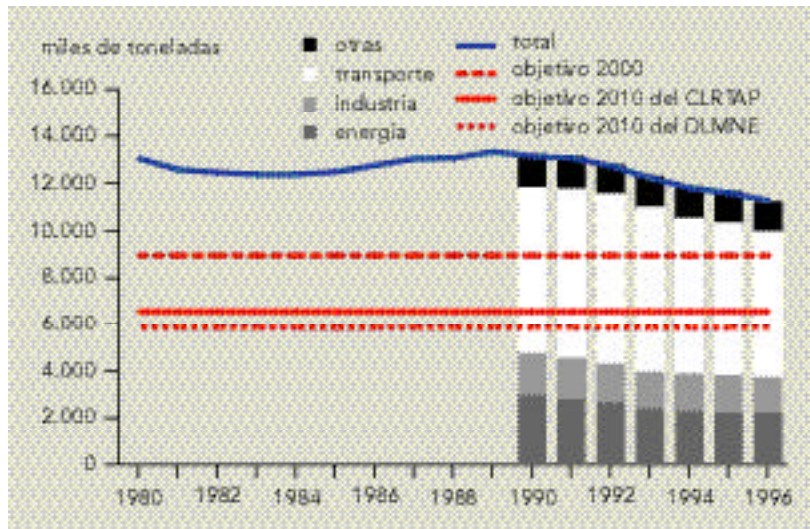
Figura 10.9.



Notas: Los porcentajes negativos representan reducciones con respecto a las emisiones de 1990. Fuente: AEMA y CEPE/EMEP

😊 Desde 1980, los países miembros de la AEMA han reducido sus emisiones de dióxido de azufre en más de un 60%. En el conjunto de la UE ya se han cumplido los objetivos de reducción para el año 2000. Parece que la UE podrá cumplir los objetivos fijados para el año 2010, aunque tendrán que adoptarse medidas adicionales en algunos países.

Figura 10.10. Emisiones comunitarias de óxidos de nitrógeno procedentes de sus principales fuentes comparadas con los objetivos propuestos por la UE y acordados en el Convenio CLRTAP



Nota: El objetivo 2000 es el que se establece en el 5PAMA de la CE. En la DLMNE se propone una reducción del 78% para el año 2010 con respecto a las emisiones de 1990, mientras que en el Protocolo del Convenio CLRTAP (1 de diciembre de 1999) se acordó una reducción del 75%. Fuente: AEMA y CEPE/EMEP

nos del logro de los objetivos propuestos en la DLMNE y acordados en el Convenio CLRTAP para el año 2010 (figura 10.9).

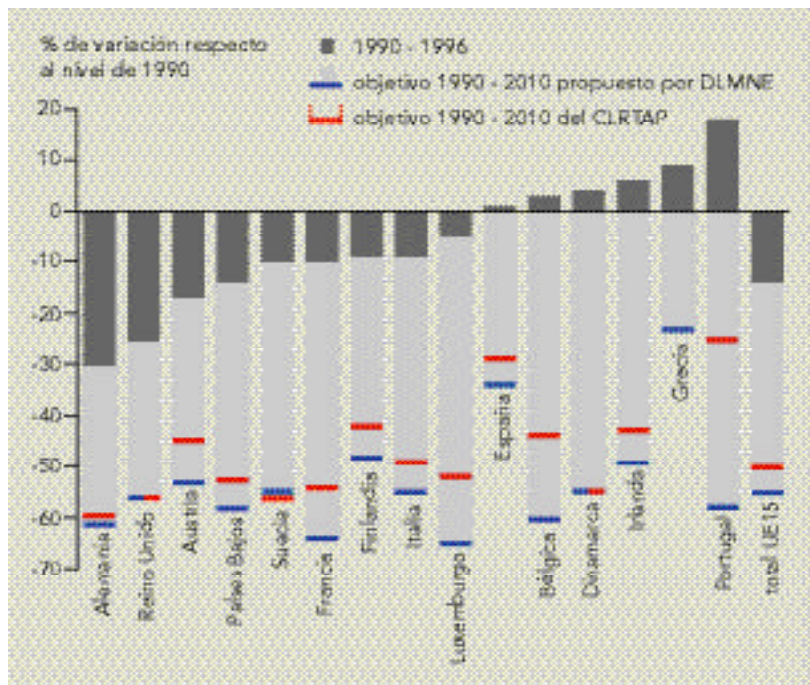
Perspectivas: previsión con arreglo al escenario de partida contemplado para la UE (AEMA, 1999): reducción del 70% en 2010 con respecto a los niveles de 1990. En algunos países será necesaria la adopción de medidas adicionales para cumplir los objetivos propuestos en la DLMNE y acordados en el Protocolo del Convenio CLRTAP.

10.4.2. Óxidos de nitrógeno

Fuentes principales: sectores del transporte (55%), energético (19%) e industrial (14%) (figura 10.10).

Evolución de las emisiones: en la UE se ha registrado un descenso del 14% desde 1990, sobre todo gracias a la instalación de catalizadores en los automóviles nuevos y al perfeccionamiento de las técnicas de reducción de las emisiones aplicadas en los sectores energético e industrial. Estas mejoras se han visto neutralizadas en parte por el aumento del tráfico rodado. En algunos países, las emisiones han aumentado (figura 10.11).

Figura 10.11. Porcentaje de variación de las emisiones nacionales de óxidos de nitrógeno en los Estados miembros de la UE, 1990-1996



Notas: Los porcentajes negativos representan reducciones con respecto a las emisiones de 1990. Fuente: AEMA y CEPE/EMEP

Diferencia con respecto al objetivo: el objetivo fijado en el I Protocolo del Convenio CLRTAP sobre los óxidos de nitrógeno (estabilización de las emisiones en 1994 al nivel de 1987) se ha cumplido en el conjunto de la UE y en la mayoría de los Estados miembros. Sin embargo, el objetivo de reducción fijado en el 5PAMA (30% de reducción en 2000 con respecto a 1990) no se va a cumplir.

Perspectivas: previsión con arreglo al escenario de partida contemplado para la UE (AEMA, 1999): reducción del 45% en 2010 con respecto a los niveles de 1990. Será difícil cumplir los objetivos propuestos en la DLMNE y acordados en el Protocolo del Convenio CLRTAP. En algunos Estados miembros tendrán que adoptarse políticas y medidas adicionales.

☹ En el conjunto de la UE se ha cumplido el objetivo fijado en el Convenio CLRTAP de estabilizar las emisiones de óxidos de nitrógeno en los niveles de 1987. Sin embargo, es improbable que se cumpla en el año 2000 el objetivo fijado en el 5PAMA. También será difícil que la UE cumpla los objetivos fijados para el año 2010 y será necesario adoptar medidas adicionales en varios países.

10.4.3 Amoníaco

Principales fuentes: el sector agrario, especialmente la ganadería (porcino, vacuno, ovino y avícola) (figura 10.12).

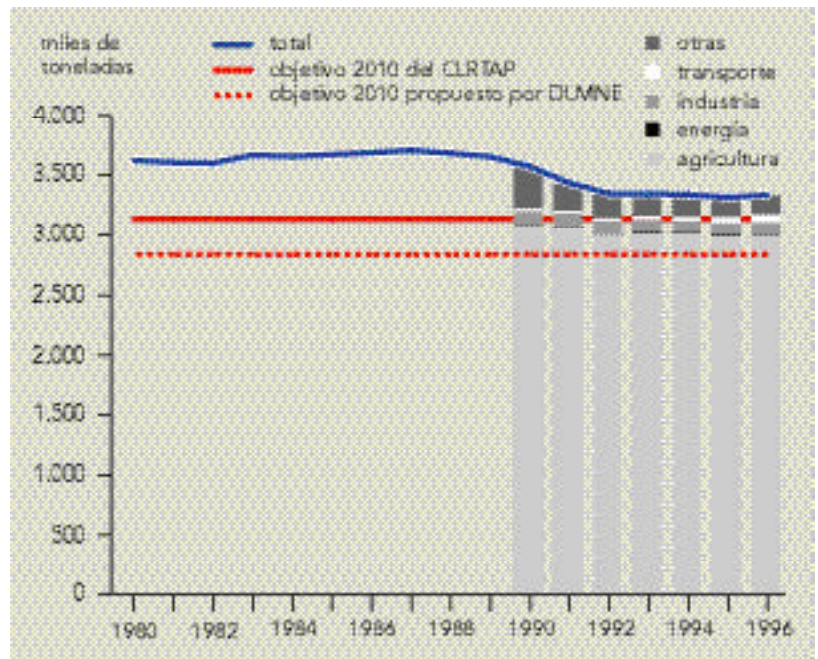
Evolución de las emisiones: se ha registrado un ligero descenso entre 1990 y 1996, debido a la reducción de la actividad agraria y a las medidas adoptadas por algunos Estados miembros. En Alemania, Dinamarca y Países Bajos se ha logrado una reducción superior al 10%. En algunos Estados miembros, las emisiones han aumentado (figura 10.13). Las estimaciones relativas a las emisiones de amoníaco son más inciertas que las relativas al dióxido de azufre y a los óxidos de nitrógeno.

Diferencia con respecto al objetivo: hasta hace poco tiempo, no se había establecido ningún objetivo para el amoníaco. En la DLMNE se propone una reducción del 21% en 2010 con respecto a las emisiones de 1990, mientras que en el Protocolo del CLRTAP se acordó una reducción del 12%.

Perspectivas: previsión con arreglo al escenario de partida contemplado para la UE (AEMA, 1999): reducción del 14% en 2010 con respecto a las emisiones de 1990. Cabe prever que los cambios en las prácticas agrarias para promover una mejor gestión del estiércol (por ejemplo, la roturación del estiércol extendido sobre los campos) y la reducción del censo ganadero contribuyan a reducir las emisiones de amoníaco. En los países anteriormente mencionados y en otros Estados miembros de la UE, será necesario adoptar políticas y medidas adicionales para cumplir los objetivos propuestos en la DLMNE y acordados en el Convenio CLRTAP.

Emisiones comunitarias de amoníaco procedentes de sus fuentes principales comparadas con los objetivos propuestos por la UE y acordados en el Convenio CLRTAP

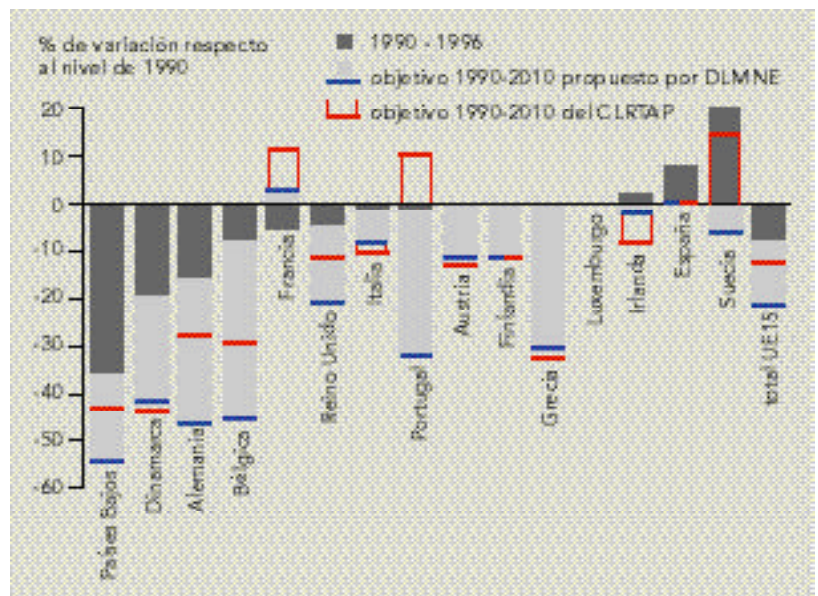
Figura 10.12.



Nota: En la DLMNE se propone una reducción del 21% en 2010 con respecto a las emisiones de 1990, mientras que en el Protocolo del CLRTAP (1 de diciembre de 1999) se acordó una reducción del 12%. Fuente: AEMA y CEPE/EMEP

Porcentaje de variación de las emisiones nacionales de amoníaco en los Estados miembros de la UE, 1990-1996

Figura 10.13.

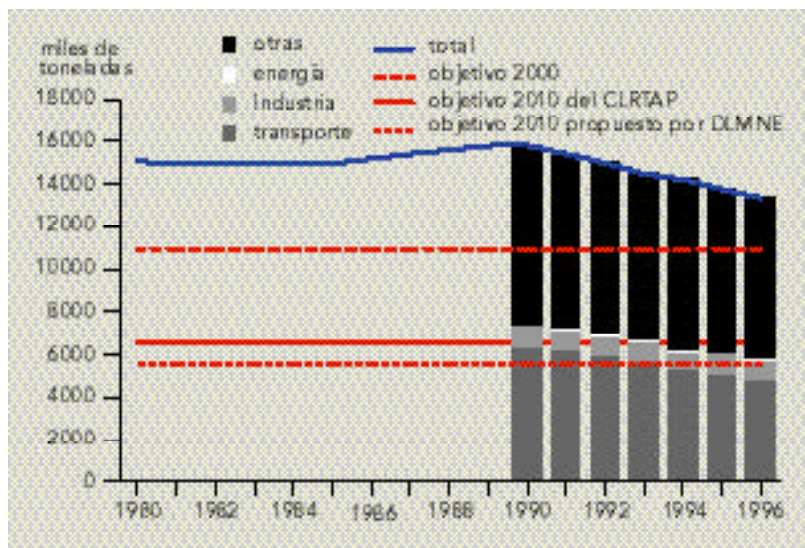


Nota: Los porcentajes negativos representan reducciones con respecto a las emisiones de 1990. Fuente: AEMA y CEPE/EMEP

☹ Por primera vez se han definido objetivos de reducción de las emisiones de amoníaco. Será difícil que la UE cumpla los objetivos fijados para 2010 y será necesario adoptar medidas adicionales en varios países.

Figura 10.14.

Emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos en los Estados miembros de la UE procedentes de sus principales fuentes, comparados con los objetivos propuestos por la UE y acordados en el Convenio CLRTAP



Nota: El objetivo 1999 es el que se establece en el 5PAMA de la CE: reducción en 2000 del 30% frente a las emisiones de 1990. En la DLMNE se propone una reducción del 62% en 2010 con respecto a las emisiones de 1990, mientras que en el Protocolo del Convenio CLRTAP (1 de diciembre de 1999) se acordó una reducción del 59%. Fuente: AEMA-CTE/EA y CEPE/EMEP

10.4.4. Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM)

Fuentes principales: el sector del transporte (figura 10.14). La categoría "otras" de la figura 10.14 comprende las emisiones procedentes del uso de disolventes y del almacenamiento y distribución de combustibles fósiles.

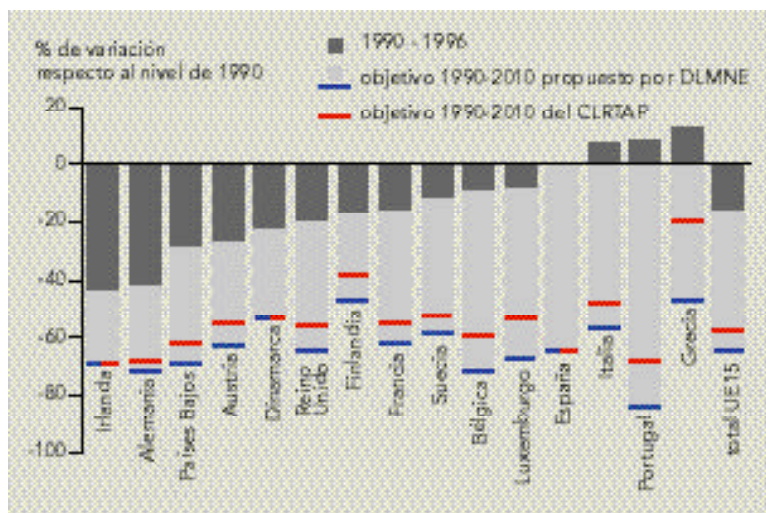
Evolución de las emisiones: en el conjunto de la UE se ha registrado un descenso del 14%, con reducciones variables en la mayoría de los Estados miembros (figura 10.15), gracias a la instalación de convertidores catalíticos en los tubos de escape de los automóviles. El aumento del tráfico rodado ha neutralizado en parte las mejoras conseguidas. Las emisiones de COV procedentes de los procesos de fabricación y uso de disolventes se han reducido gracias al perfeccionamiento de los procesos, a la sustitución de los productos de base acuosa y a la aplicación de tecnologías de reducción de contaminantes. Es de esperar que estas actividades de mejora se intensifiquen con la aplicación de la Directiva sobre disolventes.

Diferencia con respecto al objetivo: El objetivo fijado en el Protocolo del Convenio CLRTAP sobre los COVNM (un 30% menos de emisiones en 1999 que en 1988 en los Estados miembros de la UE) no se ha cumplido y parece improbable que se cumpla el objetivo fijado en el 5º Programa de acción en materia de medio ambiente (2000 un 30% menos de emisiones que en 1990).

Perspectivas: previsión con arreglo al escenario de partida contemplado para la UE (AEMA, 1999): reducción del 49% en 2010 con respecto a las emisiones de 1990. Las políticas vigentes no son suficientes para cumplir el objetivo propuesto en la DLMNE (-62%) ni el acordado en el Protocolo del Convenio CLRTAP (-59%). Será necesario adoptar políticas y medidas adicionales en varios Estados miembros de la UE.

Figura 10.15.

Porcentaje de variación de las emisiones nacionales de COVNM en los Estados miembros de la UE, 1990-1996



Nota: Los porcentajes negativos representan reducciones con respecto a las emisiones de 1990. Fuente: AEMA-CTE/EA y CEPE/EMEP



Las emisiones comunitarias de compuestos orgánicos volátiles no metánicos registraron un descenso del 13% entre 1990 y 1996. No obstante, será difícil cumplir el objetivo fijado para el año 2000 en el 5PAMA, y si se pretende cumplir los objetivos fijados para 2010, tendrán que seguir reduciéndose las emisiones de forma notable. En varios países será preciso adoptar medidas adicionales.

10.5. Formulación de indicadores

Los actuales indicadores de exposición deben mejorarse en términos de cobertura territorial. También se requiere una mayor coherencia interanual para valorar correctamente la exposición a los contaminantes atmosféricos y, en especial, la exposición de la población a las partículas. Con una combinación de modelos matemáticos y mediciones podrían obtenerse mejores indicadores medioambientales en las zonas con una cobertura de datos insatisfactoria. La información derivada de los distintos indicadores podría combinarse para obtener índices sencillos que permitieran vigilar el estado del medio ambiente.

El principal requisito que deben cumplir los indicadores de las emisiones es su fiabilidad, la disponibilidad de series cronológicas completas

y una menor incertidumbre de las estimaciones. En aras de una mayor coherencia, tendría que aplicarse la misma metodología todos los años. También es preciso que continúen los procesos de validación y verificación en el marco del Convenio CLRTAP de la CEPE, en especial por parte del Grupo de Trabajo "Inventarios de emisiones" y de las entidades pertinentes que dependen de la AEMA (Centro Temático Europeo sobre Emisiones Atmosféricas).

Deberían formularse indicadores independientes para las emisiones urbanas, incluidas las emisiones de PM10, porque estas emisiones tienen importantes repercusiones en la calidad del aire de las ciudades y, por lo tanto, en la salud humana, mientras que las tendencias pueden diferir notablemente de los totales nacionales.

Todavía no existen indicadores de emisiones de otros contaminantes, como los metales pesados y los compuestos orgánicos persistentes. En el futuro también podrían formularse indicadores de otros efectos en el medio ambiente (incluidos los ecosistemas y la corrosión de los materiales) y de la eficacia con relación al coste de las distintas políticas y medidas adoptadas para reducir las emisiones.

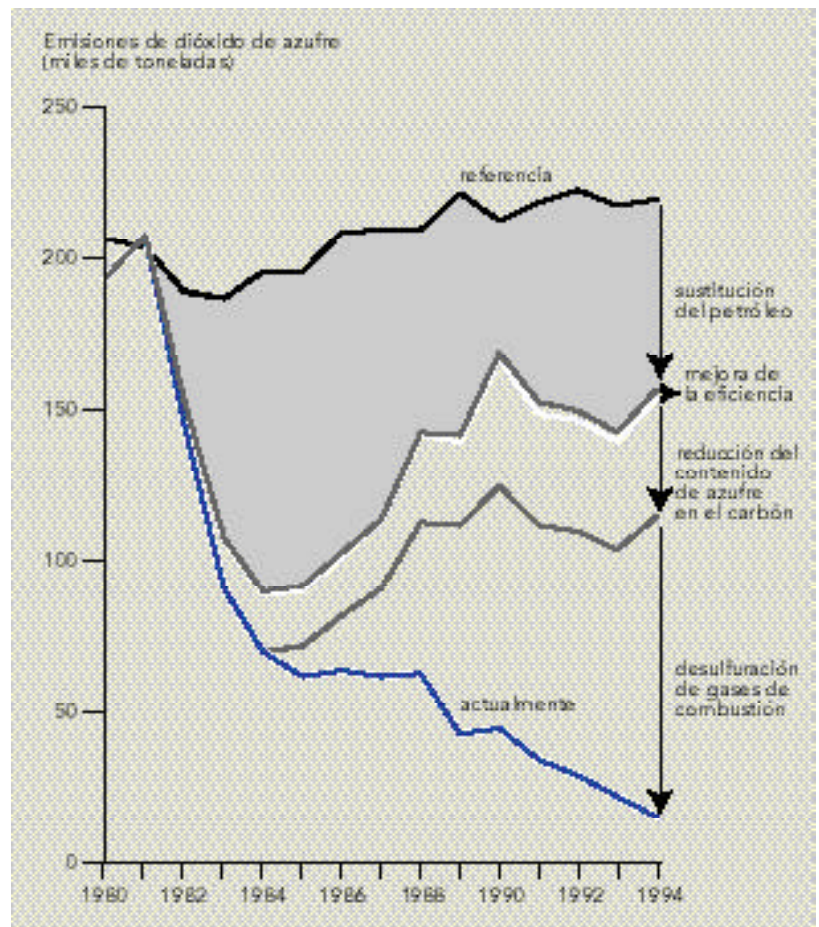
También podrían formularse indicadores que permitieran visualizar los efectos de las respuestas políticas a las tendencias observadas en las emisiones atmosféricas y en la calidad del aire. Las reducciones logradas como consecuencia de las medidas políticas y técnicas adoptadas podrían presentarse junto con las emisiones reales en relación con una emisión de "referencia": el nivel de emisión hipotético que se alcanzaría si no se aplicase ninguna política o medida.

A continuación se presentan dos ejemplos de los Países Bajos. El primero de ellos se refiere al dióxido de azufre que emiten las centrales eléctricas (figura 10.16). La sustitución del petróleo por el gas natural produjo un descenso neto de las emisiones hasta mediados del decenio de 1980, momento en el que se invirtió la tendencia al aumentar el consumo de carbón. En 1986, las centrales eléctricas holandesas comenzaron a instalar equipos para la desulfuración de sus gases de combustión y el 96% de ellas los tenían ya instalados en 1996.

El segundo ejemplo se refiere a la eficacia de las medidas adoptadas para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno procedentes de los automóviles en los Países Bajos (figura 10.17). En 1988 se registró un importante descenso de las emisiones tras la introducción de los convertidores catalíticos. Hasta 1993, el uso de esos convertidores se fomentaba con una rebaja del impuesto sobre la venta de automóviles nuevos. Ese año entraron en vigor nuevas nor-

Emisiones de dióxido de azufre procedentes de las centrales eléctricas de los Países Bajos, 1980-1994

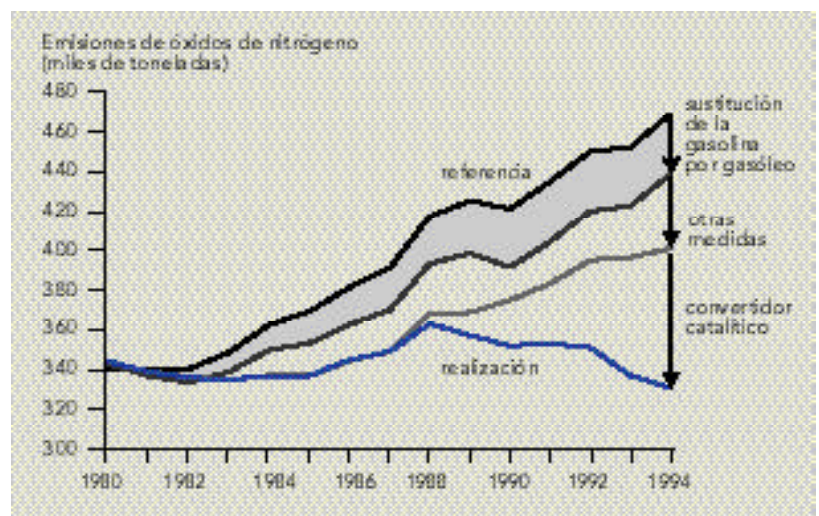
Figura 10.16.



Nota: La línea de referencia se basa en la producción de electricidad.
Fuente: RIVM

Emisiones de óxidos de nitrógeno procedentes del tráfico rodado en los Países Bajos, 1980-1994

Figura 10.17.



Nota: La línea de referencia se basa en la distancia recorrida por carretera y en el transporte de mercancías en kilómetros-tonelada.
Fuente: RIVM

mas relativas a las emisiones que sólo podían cumplirse con un convertidor de tres vías. En 1994, el 33% de los turismos estaban equipados con un convertidor catalítico. Aunque la mayor parte del reciente descenso de las emisiones de óxidos de nitrógeno se debe al uso de esos convertidores, la sustitución de la gasolina por el gasóleo también ha contribuido (hasta hace poco tiempo, las emisiones por kilómetro de los automóviles con motores diesel tendían a ser menores que las de los automóviles de gasolina).

10.6. Bibliografía

Agencia Europea de Medio Ambiente (1999). *El medio ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI*. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

CEPE (1994). *Protocol to the convention on long-range transboundary air pollution on further reduction of sulphur emissions (1994 Sulphur Protocol)*. Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa, Ginebra.

CEPE (1996). *1979 Convention on long-range transboundary air pollution*. Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa, Ginebra.

CEPE (1999). *Protocol to the 1979 convention on long-range transboundary air pollution (CLRTAP) to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone*, Goteburgo, Suecia, 1 de diciembre de 1999.

CEPE/EMEP (1999). *EMEP Emission data, status report 1999*. Informe 1/1999, EMEP/MSC-W, Oslo.

CEPE/OMS (1999). *Health risk of particulate matter from long-range transboundary air pollution-preliminary assessment*. Grupo de Trabajo "Aspectos sanitarios de la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia", Ginebra.

Comisión Europea (1999a). *Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los límites máximos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos y al ozono en el medio ambiente*. COM (99) 125. Comisión Europea, Bruselas.

Comisión Europea (1999b). *Ozone position paper*. (Pendiente de publicación). Comisión Europea DG de Medio Ambiente-D3, Bruselas.

Comisión Europea (1999c). *The Auto-Oil II Programme*, versión 5.0, noviembre de 1999. Comisión Europea, Bruselas.

EMEP (1999) *Transboundary Photo-oxidants in Europe*, EMEP Summary Report 2/99. EMEP/Meteorological Synthesising Centre-West, Oslo.

Frischer T., Studnicka M., Gartner C., Tauber E., Horak F., Veiter A., Spengler J., Kühr J., Urbanek R. (1999). *Lung function growth and ambient ozone. A three-year population study in schoolchildren*. Am. J. Respir. Crit. Care Med., 160, 390-396.

11. Residuos

indicador	cuestión a examinar	FPEIR	valoración
residuos y actividad económica	¿se están desvinculando ambas cuestiones?	presión	☹️
producción y eliminación de residuos urbanos	¿se cumple el objetivo del 5PAMA?	presión	☹️
vertidos de residuos biodegradables	¿se cumple el objetivo de la Directiva sobre vertederos?	presión	☹️
coste adicional de incineración en comparación con la tasa de vertido	¿se utilizan los impuestos para corregir el precio relativamente bajo de los vertidos?	respuesta	☹️
gestión de los residuos de envases	¿se está realizando el tratamiento de estos residuos de acuerdo con los objetivos?	respuesta	😊️

Cada vez se generan mayores cantidades de residuos, pero en algunos países se ha conseguido desvincular la actividad económica de la producción de ciertos tipos de residuos. Las cifras de residuos urbanos son considerablemente superiores a los objetivos fijados para el año 2000 en el 5º Programa de acción en materia de medio ambiente de la Unión Europea, y buena parte de los residuos biodegradables continúan depositándose en vertederos. Sin embargo, las iniciativas de reciclado han aumentado. Los Estados miembros tienden a utilizar cada vez más los impuestos como instrumento de control de los residuos, pero todavía no los han integrado plenamente en sus estrategias. En el caso de los residuos de envases, algunos países miembros de la AEMA han superado sus objetivos de recuperación y reciclado.

Los residuos suponen una pérdida de materiales y recursos energéticos. Como la producción excesiva de residuos es un síntoma de ineficiencia de los procesos productivos, de escasa durabilidad de los productos y de unos hábitos de consumo insostenibles, puede decirse que las cifras de residuos indican el grado de eficiencia con que la sociedad utiliza las materias primas.

Los principales impactos ambientales de los residuos son:

- el uso del suelo para vertederos y la lixiviación de sustancias nocivas (nutrientes, sustancias tóxicas, etc.) depositadas en ellos;
- la contaminación atmosférica y los residuos tóxicos que producen las incineradoras;
- la contaminación del aire y del agua y los flujos de residuos secundarios que producen las plantas de reciclado;
- el aumento del transporte por carretera.

Todos los datos relativos a los residuos van acompañados de importantes incertidumbres, pero se calcula que en la UE se generan 1.300 millones de toneladas al año. El principal objetivo y prioridad de la política europea de gestión de residuos, y también la tarea más difícil, es la prevención. Res-

pecto a los residuos generados, la estrategia comunitaria trata de incrementar los niveles de reciclado y recuperación de la energía para evitar los procesos de eliminación, como el vertido o la incineración sin recuperación de energía. Además, existen directivas específicas que imponen normas comunes para la recogida y el tratamiento selectivos de determinados flujos de residuos, como envases, pilas y acumuladores, aceites usados, lodos de depuradora y policlorobifenilos (PCB).

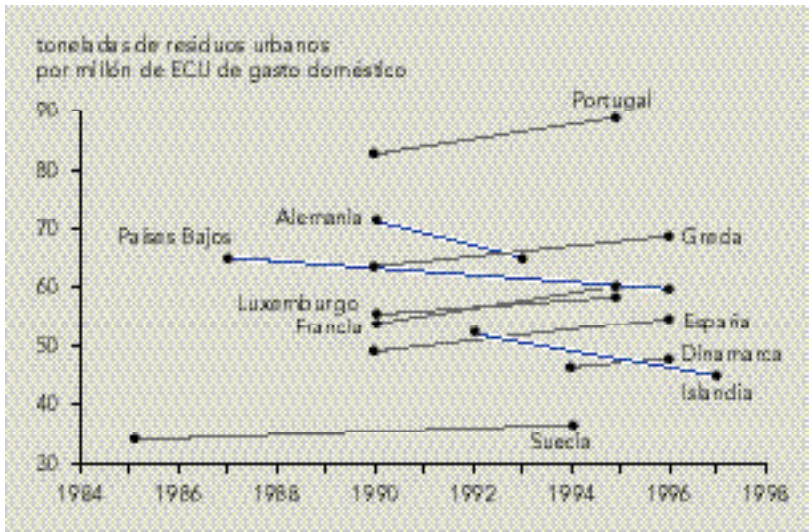
Este capítulo se centra en los residuos urbanos y en los residuos de envases, que constituyen flujos prioritarios en la estrategia comunitaria de gestión de residuos y para los cuales se han establecido objetivos políticos cuyo grado de cumplimiento puede medirse. Los residuos peligrosos, los residuos industriales, los residuos de la construcción y demolición y los lodos de depuradora, así como el transporte de residuos, serán objeto de futuras ediciones del presente informe.

El transporte de residuos, por ejemplo, es un problema cada vez más preocupante. Algunos estudios franceses señalan que el 15% del transporte de mercancías tiene relación con los residuos y que el transporte de residuos representa el 5% del consumo de energía en el sector (Ripert, 1997). Las distancias que deben recorrer los residuos con destino a instalaciones de reciclado también son mucho mayores que cuando se destinan a procesos de eliminación. Es probable que las presiones ambientales causadas por el transporte de residuos aumenten en el futuro, a medida que los residuos se separen en un mayor número de fracciones para recibir diferente tratamiento.

11.1. ¿Se desvincula la actividad económica de la producción de residuos?

Eliminar el vínculo existente entre la actividad económica y la producción de residuos es esencial para cumplir el objetivo de reducción esta-

Figura 11.1. Producción de residuos urbanos en comparación con el gasto doméstico en determinados países miembros de la AEMA, 1984-1998

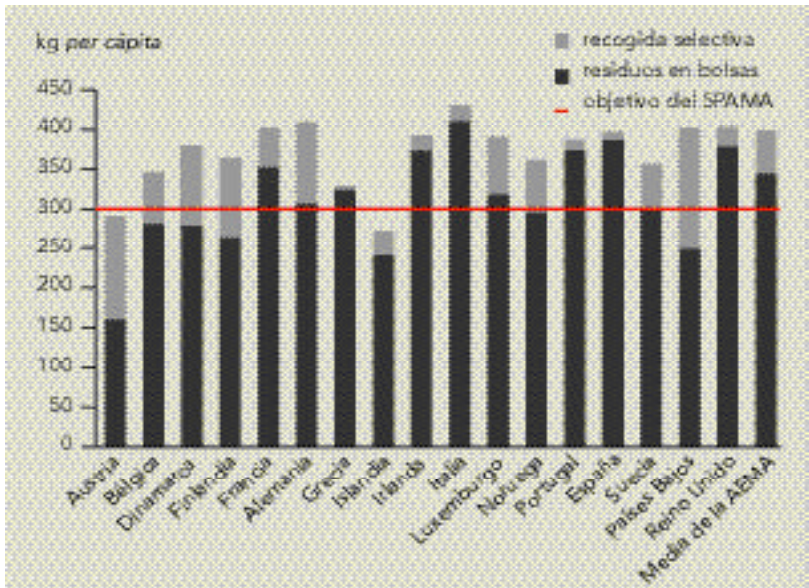


Fuente: Eurostat y AEMA-CTE/R

blecido. La producción de residuos parece crecer en mayor proporción que la economía: los residuos generados en los países europeos pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) aumentaron en torno a un 10% entre 1990 y 1995, mientras que el PIB aumentó sólo un 6,5% (AEMA, 1999).

En algunos Estados miembros se observa que la producción de residuos urbanos se va desligando del gasto doméstico (figura 11.1). En especial, Alemania, los Países Bajos e Islandia parecen haber logrado romper el vínculo entre la producción de este tipo de residuos y la actividad económica, mientras que otros países, como Portugal, Grecia, Francia, España, Dinamarca y Suecia, no han avanzado mucho en este sentido. Con todo, el gasto doméstico no es un parámetro ideal para realizar esta comparación, ya que los residuos urbanos también incluyen residuos comerciales.

Figura 11.2. Producción de residuos de actividades domésticas y comerciales cotidianas en los países miembros del EEE, 1996



Notas: Desviaciones respecto al año de referencia: Francia, 1995; Alemania, 1993; Irlanda, 1995; y Suecia, 1994. No hay datos de Liechtenstein.
Fuente: AEMA-CTE/R

11.2. ¿Se cumplen los objetivos políticos de producción y eliminación de residuos urbanos?

Aunque se ha observado cierto grado de desvinculación entre la actividad económica y la producción de residuos urbanos durante el decenio de 1990, todos los países miembros de la AEMA (excepto Austria e Islandia) están un tanto lejos de cumplir el objetivo fijado en el 5º Programa de acción en materia de medio ambiente (5PAMA) - de estabilizar la producción de residuos urbanos en 300 kg *per cápita* para el año 2000 (figura 11.2).

Los residuos procedentes de las actividades domésticas y comerciales cotidianas (figura 11.2 y tabla 11.1) constan de ciertas fracciones de residuos urbanos perfectamente definidas, que pueden ser objeto de comparación entre todos los países miembros de la AEMA. Entre estas fracciones se encuentran los residuos en bolsas (es decir, los residuos mezclados recogidos de los hogares y de otras fuentes) y los residuos recogidos por medios selectivos, como el papel, el cartón, el vidrio, los envases metálicos y los residuos de alimentos u orgánicos. En este indicador no se incluyen los residuos voluminosos. Como los residuos procedentes de las actividades domésticas y comerciales cotidianas no constituyen la totalidad de los residuos urbanos, la diferencia con respecto al objetivo fijado es aún mayor.

El aspecto positivo es que todos los países miembros de la AEMA disponen de programas de reciclado y que, como promedio, el 13% de los residuos urbanos se recogen por medios selectivos. Sin embargo, se observan importantes variaciones entre países y regiones. En los países europeos

☹ La producción de residuos de actividades domésticas y comerciales cotidianas *per cápita* sobrepasa ampliamente el objetivo fijado para el año 2000 en el 5º Programa de acción en materia de medio ambiente. Existe un gran potencial para aumentar el reciclado.

septentrionales, la recogida selectiva alcanza en promedio al 20% de los residuos, pero existen grandes diferencias entre países: los Países Bajos se sitúan en cabeza con un 38%. En los países de Europa meridional, la recogida selectiva alcanza en promedio solamente al 5% de los residuos urbanos. En general, existe un gran potencial para aumentar la cantidad total de residuos reciclados.

Este potencial se ilustra y se reafirma en la figura 11.3, según la cual en 1995 muchos países seguían depositando grandes cantidades de residuos biodegradables en los vertederos, a pesar de que esos residuos pueden reconvertirse en compost o incinerarse.

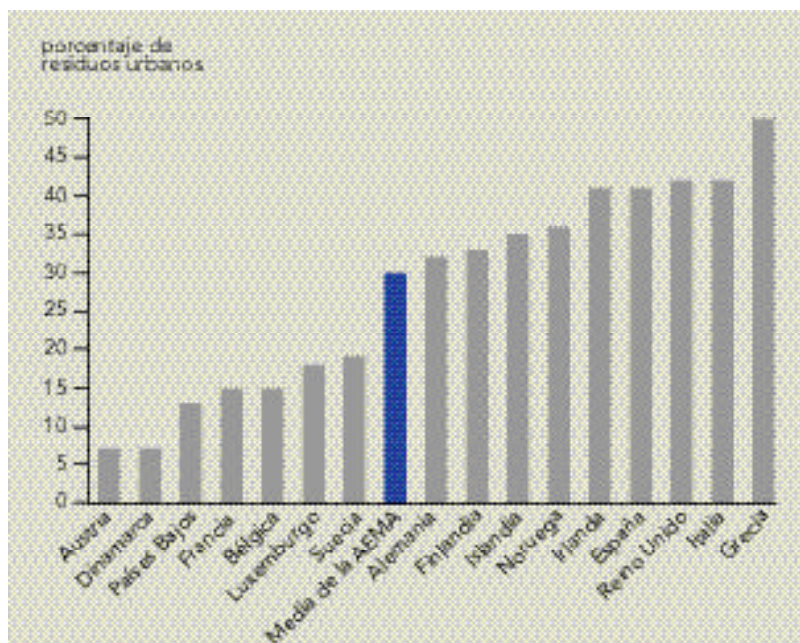
El vertido de residuos biodegradables produce emisiones de gases con efecto invernadero y supone una pérdida de recursos. Se calcula que en 1995 se depositaron 55 millones de toneladas de papel, cartón, alimentos y residuos orgánicos de jardinería en los vertederos de los Estados miembros de la UE (excepto Portugal, pero con la inclusión de Islandia y Noruega). Si se clasifican los plásticos como residuos biodegradables, esta cifra aumenta a 66 millones de toneladas. La Directiva relativa a los vertederos establece el objetivo de reducir a un 35% el vertido de residuos urbanos biodegradables para el año 2016, es decir, un máximo de 19 millones de toneladas. Reducir los vertidos es uno de los principales pilares de la estrategia comunitaria de gestión de residuos y será interesante analizar los progresos realizados en el cumplimiento de ese objetivo en próximas ediciones del presente informe.

Las fluctuaciones que se observan en las cantidades de residuos depositados en los vertederos de los distintos países pueden asociarse al modo en que sus sistemas fiscales favorecen la incineración en lugar del vertido. Varios Estados miembros cobran un impuesto sobre los vertidos (figura 11.4), cuyo objetivo es mejorar la posición competitiva de los procesos de reciclado e incineración con recuperación de energía como métodos de tratamiento. La limitada capacidad de los vertederos es otro factor que puede motivar la imposición de un impuesto sobre los vertidos.

En la figura 11.4 se comparan los costes relativos del tratamiento y eliminación de residuos en vertederos e instalaciones de incineración en varios países miembros de la AEMA. En los países que aplican tasas de vertido, los vertederos reciben cantidades de residuos biodegradables menores que la media comunitaria. Finlandia es la excepción, lo que puede explicarse en parte porque la diferencia de precio entre la incineración y el vertido sigue favoreciendo este último frente al prime-

Vertidos de residuos urbanos biodegradables en los países miembros de la AEMA, 1995

Figura 11.3.



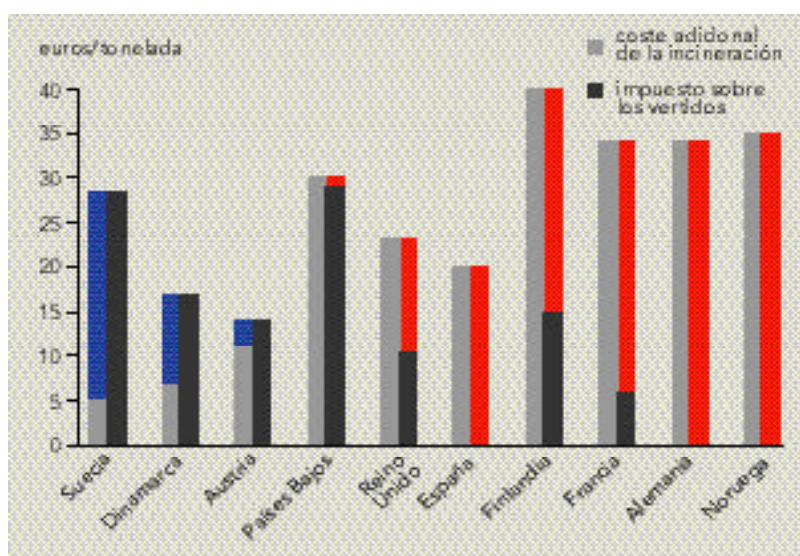
Notas: Desviaciones respecto al año de referencia: Bélgica, parte de 1996; Alemania, 1993; Grecia, 1990; Italia, 1996; Países Bajos, 1994; y Suecia, 1994. No hay datos de Liechtenstein ni de Portugal.



Los vertidos de residuos biodegradables son excesivos.

Impuestos sobre los vertidos en algunos países miembros de la AEMA

Figura 11.4.



Nota: Todos los precios citados son precios medios observados y comprenden grandes variaciones entre plantas. En Dinamarca y Noruega también existe un impuesto sobre la incineración; el impuesto sobre los vertidos que se indica para estos dos países es la diferencia entre el impuesto sobre los vertidos y el impuesto sobre la incineración con recuperación de energía. Los costes adicionales son antes de impuestos. También en Bélgica existe un impuesto sobre los vertidos, pero no se ha podido incluir en la figura por falta de datos.

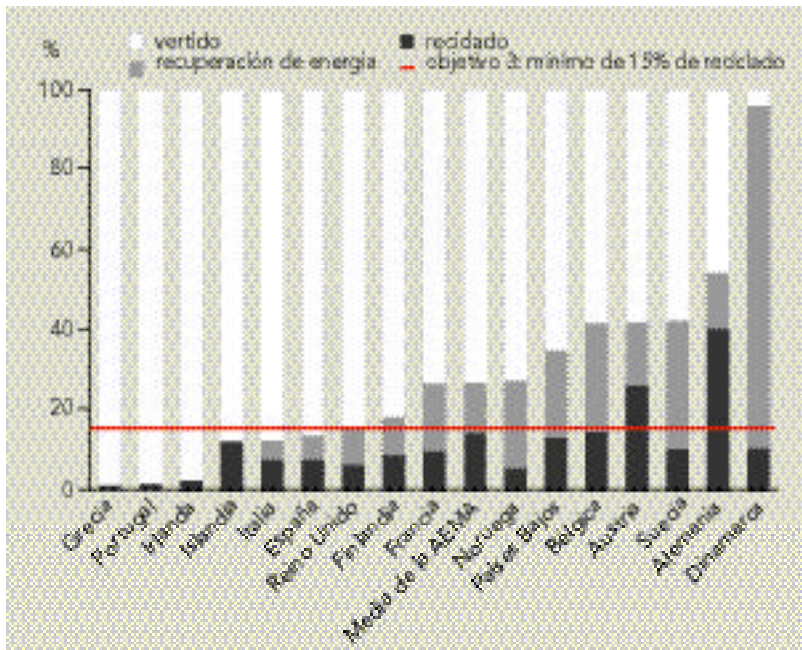
Fuente: AEMA-CTE/R



Los impuestos sobre los vertidos sólo favorecen la incineración en Austria, Dinamarca y Suecia.

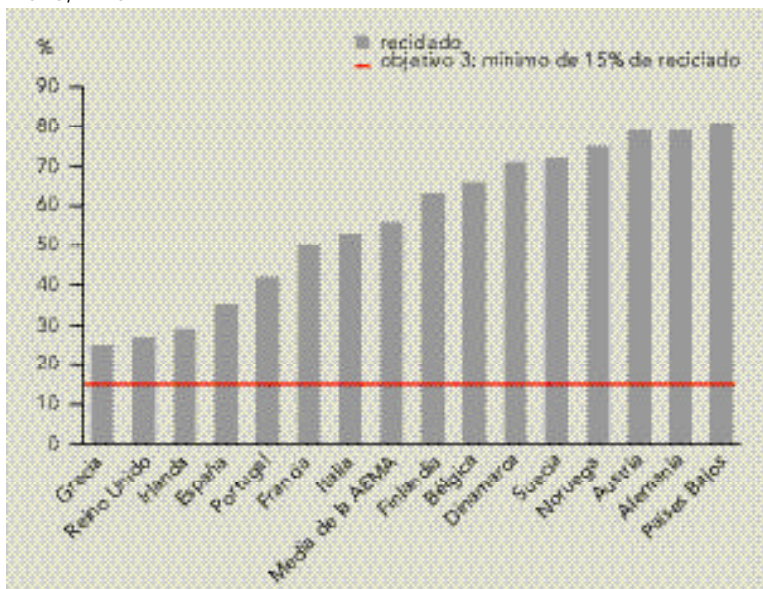
Figura 11.5. Reciclado/recuperación de residuos de envases

Plásticos, 1997



Fuente: Asociación de Fabricantes Europeos de Plásticos

Vidrio, 1996



Fuente: FEVE (Federación Europea de Envases de Vidrio)

😊 Algunos países miembros de la AEMA han cumplido los requisitos mínimos establecidos en la Directiva sobre envases. No todos los países han cumplido los objetivos de la Directiva.

Cerrar el círculo

Para cumplir los requisitos de la Directiva sobre vertederos, Suecia ha puesto en marcha un ambicioso programa cuyo objetivo a corto plazo es compostar el 10% de los residuos urbanos del país en una sola planta.

Los técnicos suecos han desarrollado una forma de convertir los hornos de cemento en gigantescas instalaciones de compostaje; esos hornos tienen capacidad para procesar cientos de toneladas de residuos al día y comprenden una gran infraestructura de producción formada por tanques de almacenamiento, silos, muelles de carga, instalaciones de pesaje y cintas transportadoras. En la actualidad, los hornos de cemento de Suecia no funcionan a pleno rendimiento y existen presiones para lograr el cierre de las instalaciones más antiguas. Una solución a este problema sería abandonar su uso original y utilizarlos para producir compost.

Los residuos orgánicos destinados a estos hornos se obtienen con la colaboración de municipios, supermercados, compañías aéreas y cadenas de comidas rápidas. Su transformación en gránulos de compost adecuados para su aplicación en suelos agrícolas y forestales se llevará a cabo en una planta piloto próxima a Estocolmo. Las cadenas de comidas rápidas "cierran el círculo" al pedir a sus proveedores que utilicen esos gránulos de compost en sus cultivos.

Fuente: Restructuring inefficient and polluting industries, G.Pauli. www.zeri.org/1999/may/may_ind.htm

ro. El ejemplo finlandés demuestra que las tasas de vertido sólo son eficaces si forman parte de un sistema integrado de gestión de residuos en el que los instrumentos económicos se utilizan sinérgicamente para promover el resultado ambiental deseado y no se contrarrestan unos a otros.

11.3. ¿Se cumplen los objetivos fijados por la UE con respecto a los residuos de envases?

Los envases son uno de los flujos de residuos que merecen especial atención por parte de la Unión Europea. La Directiva relativa a los envases contempla medidas encaminadas a prevenir la producción de residuos y aumentar su recuperación y reciclado. En 1997 se generaron 136 kg *per cápita* de este tipo de residuos, es decir, casi un tercio de la totalidad de los residuos que producen las actividades domésticas y comerciales cotidianas. La fracción más importante de los residuos de envases es, con diferencia, la de papel y cartón (con 63 kg *per cápita*), seguido del vidrio (35 kg *per cápita*) y el plástico (29 kg *per cápita*). El resto son metales (9 kg *per cápita*).

En la Directiva relativa a los envases se establecen varios objetivos. El primero de ellos es que los Estados miembros deben alcanzar un nivel de *recuperación* del 50% como mínimo y del 65% como máximo en peso de la *totalidad* de los residuos de envases. En este caso, el término "recuperación" abarca todo tipo de procesos de reciclado, recuperación de energía y compostaje.

Como segundo objetivo se establece que los Estados miembros deben alcanzar un nivel de *reciclado* del 25% como mínimo y del 45% como máximo en peso de la *totalidad* de los residuos de envases. Para cumplir el tercer objetivo, deberá alcanzarse un nivel mínimo de *reciclado* del 15% en *determinados* residuos de envases.

Los porcentajes de reciclado de papel y vidrio son notables, pero no ocurre lo mismo con los plásticos (figura 11.5). Los residuos de plástico se encuentran principalmente en los residuos urbanos, generando más del 61% de los residuos totales de plástico en 1996. En la actualidad, sólo en Austria y Alemania se reciclan más del 15% de estos residuos.

En los países donde el proceso de tratamiento predominante es la recuperación de energía, se recuperan grandes cantidades de plástico y papel. Los altos porcentajes que se alcanzan en algunos países miembros indican el potencial de reciclado y recuperación que existe en toda la AEMA. Por ejemplo, Dinamarca sólo recicla un 6% del plástico, en comparación con el 45% en Alemania. Las variaciones son menores en el caso del vidrio.

11.4. Formulación de indicadores

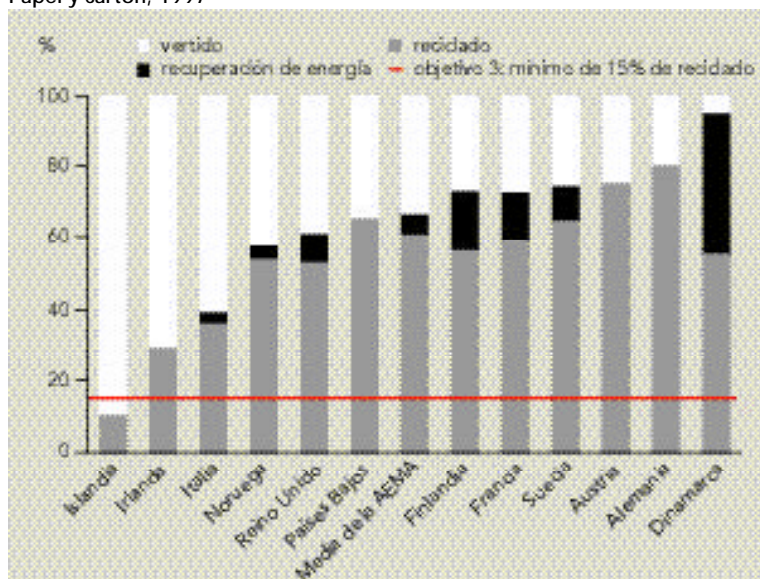
Para perfeccionar los indicadores actuales tienen que mejorarse las estimaciones de generación, tratamiento y eliminación de todos los flujos de residuos y aumentar la coherencia metodológica entre países. En muchas zonas se carece de datos completos y congruentes que permitan establecer tendencias, pero esas lagunas son especialmente significativas en los años tomados como referencia para cuantificar los progresos realizados en el cumplimiento de los objetivos políticos. También sería conveniente mejorar la información relativa al uso de instrumentos económicos, como los impuestos.

En el futuro tendrá que darse prioridad al estudio de los flujos de residuos de construcción y fabricación, los residuos peligrosos y el transporte de residuos. Sería aconsejable analizar la eficacia de los instrumentos económicos y sus efectos sinérgicos, en especial los impuestos y los acuerdos voluntarios para cumplir objetivos políticos.

Reciclado/recuperación de residuos de envases

Figura 11.5.

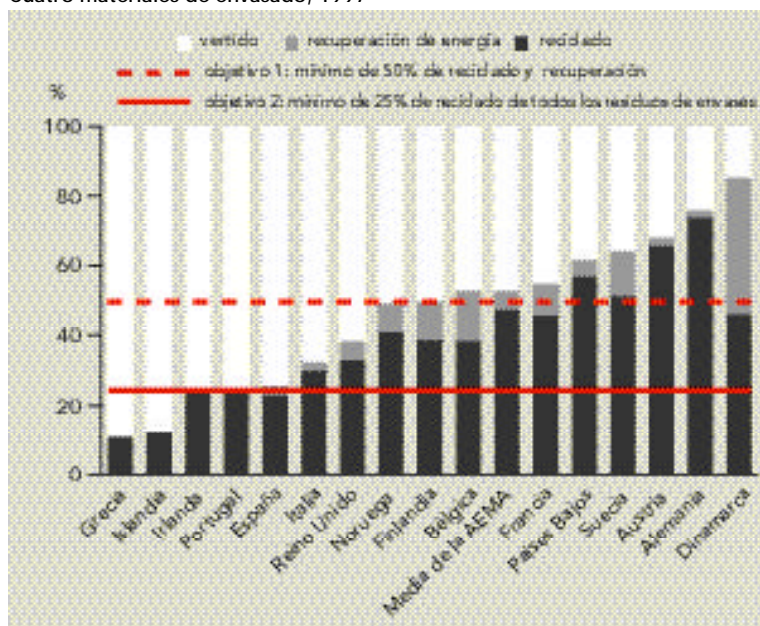
Papel y cartón, 1997



Nota: Islandia e Irlanda: datos de 1995.

Fuente: Informes preparados por los Estados miembros para la DG de Medio Ambiente con arreglo a las disposiciones de la Directiva relativa a los envases.

Cuatro materiales de envasado, 1997



Nota: El término "recuperación" incluye el compostaje y la recuperación de energía (también el biogás en el caso de Suecia). Se supone que se eliminan todos los residuos que no se reciclan ni recuperan. Se excluyen los residuos importados y se incluyen los residuos exportados. Los datos totales se han ponderado en relación con las cantidades generadas de residuos de vidrio, plástico, metal y papel.

Fuente: Informes preparados por los Estados miembros para la DG de Medio Ambiente con arreglo a las disposiciones de la Directiva relativa a los envases.

Prevenición de residuos

En Noruega se utiliza un sistema integrado para reducir la producción de residuos que se sirve de incentivos económicos, como un impuesto fijo sobre los envases desechables (0,1 EUR/unidad) y un impuesto ecológico (0,4 EUR) aplicable a todos los envases. El impuesto ecológico se reduce si se devuelven los envases (por ejemplo, botellas) para su recuperación o reutilización. Si las devoluciones superan el 95% dentro de un sistema autorizado, no se paga el impuesto ecológico y, en consecuencia, tanto los fabricantes (importadores) como los consumidores tienen un incentivo económico para aumentar los porcentajes de reutilización y recuperación. Un ejemplo es el reciclado de botellas con un sistema de depósitos que abarca todo el territorio de Noruega. Las botellas de vidrio y plástico (PET) se reutilizan en un circuito cerrado que forma parte del sistema. Los consumidores pagan un depósito razonable por la botella, que se les reintegra cuando devuelven la botella vacía a la tienda. Se calcula que este sistema de reciclado permite ahorrar 83.000 toneladas anuales de vidrio (20 kg *per cápita* al año).

AEMA-CTE/R (1999b). *Construction and demolition waste management practices and their economic impacts*. Informe para la Comisión Europea /DG de Medio Ambiente. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

Comisión Europea/DG de Medio Ambiente (1998). *Database on environmental taxes in the European Union Member States, plus Norway and Switzerland*. <http://europa.eu.int/comm/dg11/enveco/database.htm>.

Eurostat (1999). *Waste Generated in Europe*. (Borrador.) Luxemburgo.

Ripert, C. (1997). *La logistique et le transport des déchets ménagers, agricoles et industriels*. ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Ministère de l'Équipement des Transport et du Logement.

11.5. Bibliografía

AEMA (1999). *El medio ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI*, Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

AEMA-CTE/R (1999a). *Generation of household waste and municipal waste in member countries of the European Environment Agency. Comparability and non-comparability*. Borrador del informe para la Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

Tabla 11.1.

Producción de residuos de actividades domésticas y comerciales cotidianas, 1996

Nota: Datos de los Estados miembros, más Noruega e Islandia. Desviaciones respecto al año de referencia: Francia, 1995; Alemania, 1993; Irlanda, 1995; Suecia, 1994.
Fuente: AEMA-CTE/R

	Unidad: kg/per cápita					
	en bolsas	alimentos/orgánicos	papel/cartón	vidrio	metal	total
Alemania	306	12	58	30	3	409
Austria	160	45	54	26	5	290
Bélgica	281	6	32	22	5	346
Dinamarca	278	13	63	25	0	379
España	386	0	0	11	0	397
Finlandia	262	14	77	6	4	364
Francia	352	0	24	23	3	402
Grecia	324	0	0	4	0	328
Irlanda	373	0	9	11	0	393
Islandia	240	0	21	11	0	272
Italia	410	0	10	10	0	430
Luxemburgo	318	0	39	34	0	391
Noruega	295	11	45	9	2	362
Países Bajos	248	75	54	22	3	402
Portugal	374	0	1	12	0	387
Reino Unido	378	5	12	9	0	404
Suecia	300	0	46	11	0	357
AEMA	344	8	27	18	2	399

12. Cantidad de agua disponible

indicador	cuestión a examinar	FPEIR	valoración
índice de explotación	¿qué parte del agua disponible se consume de todos modos?	presión	☹
utilización de agua por sectores	¿de qué modo contribuyen los distintos sectores a agravar los problemas de disponibilidad del agua?	fuerza motriz	-
superficie de regadío	¿de qué modo contribuye el sector agrario a agravar los problemas de disponibilidad del agua?	fuerza motriz	☹
abastecimiento público de agua	¿de qué modo contribuye el abastecimiento público de agua a agravar los problemas de disponibilidad del agua?	fuerza motriz	☺

En muchos países miembros de la AEMA se ha observado un descenso del consumo urbano e industrial de agua. Sin embargo, se ha apreciado un aumento en el sector agrario, especialmente en los países de Europa meridional, donde este sector es un importante factor de estrés hídrico.

El estrés hídrico, que resulta de la presión sobre la **cantidad** y **calidad** de los recursos hídricos, tiene una profunda influencia en las actividades humanas y en la economía. Una gestión hidrológica adecuada, que garantice los suministros, es esencial para sustentar las actividades humanas y los ecosistemas que dependen del agua. La extracción de agua es sólo una parte del problema. La otra parte es la contaminación. En este capítulo se tratan los problemas del agua en términos cuantitativos, mientras que los problemas cualitativos causados por los nutrientes son objeto del capítulo 13.

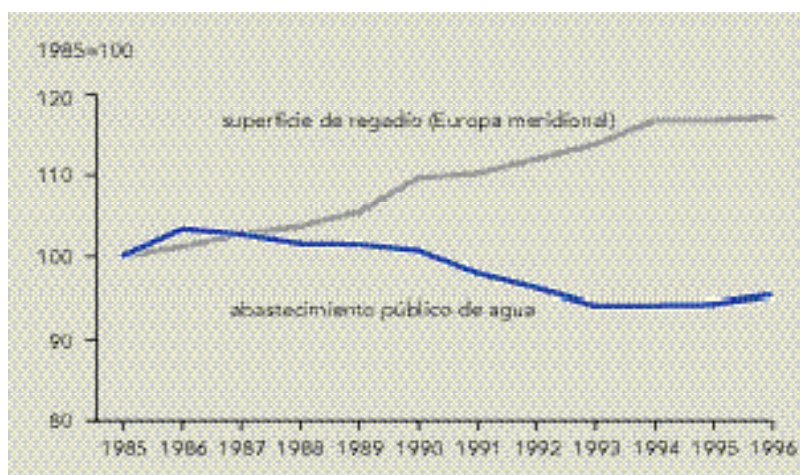
Los problemas de disponibilidad de agua aparecen cuando la demanda supera la cantidad disponible durante un período determinado. Eso ocurre con frecuencia en zonas de baja pluviosidad y alta densidad de población (principalmente alrededor de las ciudades y en las zonas turísticas que jalonan el litoral mediterráneo) y en áreas con intensa actividad agraria o industrial (por ejemplo, en las zonas densamente pobladas del noroeste de Europa).

Aparte de los problemas de suministro, la sobreexplotación de los recursos hídricos ha provocado la desecación de espacios naturales en el sur y el oeste de Europa y la intrusión salina en los acuíferos que se encuentran a lo largo del litoral mediterráneo.

En los últimos diez años, se ha registrado un descenso del 10% en la extracción de agua para el abastecimiento público (figura 12.1). La superficie destinada a cultivos de regadío ha aumentado casi un 20% en el sur de Europa en los quince últimos años, lo que ha conllevado un importante incremento del consumo de agua en el sector agrario. Sin embargo, esta tendencia parece haberse suavizado ligeramente desde 1994.

Tendencia en el abastecimiento público de agua y en el consumo del sector agrario

Figura 12.1.



☺ La extracción de agua para el suministro público se ha reducido en un 10% desde 1985.

☹ El consumo de agua en el sector agrario de Europa meridional ha aumentado debido a la notable expansión de los regadíos en los últimos quince años.

Nota: Los datos sobre el abastecimiento público proceden de Alemania, Austria, Dinamarca, Finlandia, los Países Bajos y el Reino Unido (sólo Inglaterra y Gales). Los datos sobre la superficie de regadío proceden de España, Francia, Grecia, Italia y Portugal
Fuente: Sobre el abastecimiento público de agua: AEMA-CTE/AC; sobre la superficie de regadío: Eurostat/FAO.

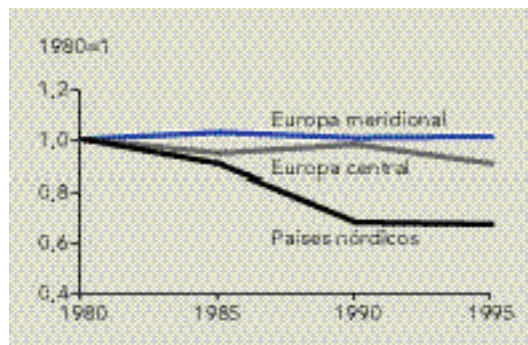
12.1. Los recursos hídricos en Europa

Los recursos hídricos están distribuidos de forma desigual, con una escorrentía media anual que varía entre los más de 3.000 mm que se registran en el oeste de Noruega, los 100 a 400 mm de gran parte de Europa Central y apenas los 25 mm del sureste de España. Algunos países dependen en gran medida del agua que reciben desde fuera de sus fronteras.

Para satisfacer sus necesidades, las regiones septentrionales, centrales y meridionales extraen, respectivamente, un promedio anual alrededor del 1%, 25% y 26% de sus recursos renovables de agua dulce. No obstante, en Europa central el agua se utiliza principalmente como refrigerante en los procesos de producción de energía. La mayor parte del agua vuelve prácticamente inalterada a las masas de agua de las que procede y se puede volver a utilizar. En Europa meridional, el agua se destina principalmente a la agricultura. En este sector, alrededor del 80% del agua que se utiliza se consume y, por lo tanto, no se puede volver a utilizar.

Figura 12.2. Explotación del agua en tres regiones europeas

Nota: El índice de explotación del agua es la relación entre la extracción total de agua y los recursos hídricos renovables totales de una región. Europa central: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Países Bajos y Reino Unido. Europa meridional: España, Francia e Italia. Como países nórdicos se incluyen Suecia y Finlandia. Fuente: AEMA-CTE/AC

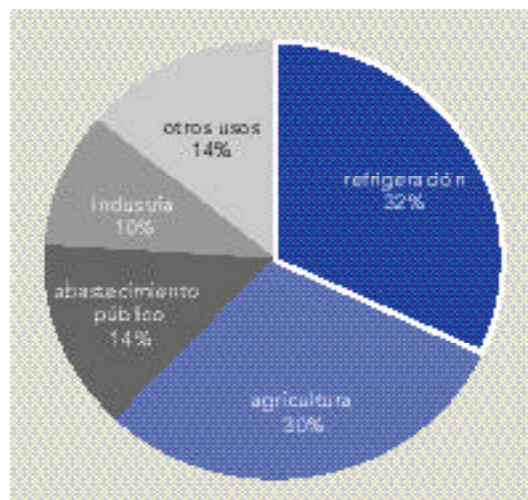


☹ En los últimos años, el índice de explotación del agua se ha reducido en los países centroeuropeos y nórdicos y ha permanecido estable en Europa meridional.

El “índice de explotación”, que es el cociente entre la extracción total de agua y los recursos hídricos renovables totales de una región, es un buen indicador de los problemas de disponibilidad de agua. La figura 12.2 indica que, desde el 1980 al 1995, la explotación de agua se redujo en los países de las regiones nórdica y central un 30% y un 10%, respectivamente. Por el contrario, en el sur de Europa la explotación ha permanecido más o menos constante. En 1995, Bélgica, Alemania, Italia y España explotaban más del 25% de sus recursos hídricos renovables. En Dinamarca, Francia, Países Bajos y Portugal, el índice de explotación oscilaba entre el 10% y el 15%. Austria, Luxemburgo y los países nórdicos no tienen problemas de explotación (su índice es inferior al 5%).

Figura 12.3. Uso del agua en los países miembros de la AEMA por sector en el último año disponible

Nota: El abastecimiento público de agua es utilizado por los hogares y las industrias. Las empresas con extracción directa de agua, por ejemplo a través de pozos propios, se incluyen en el sector industrial. Fuente: AEMA-CTE/AC



La refrigeración y la agricultura representan casi dos tercios del agua que se utiliza en la AEMA.

El constante deterioro de la calidad y cantidad del agua –especialmente de las aguas subterráneas– llevó al Consejo Europeo a instar la elaboración de un detallado programa comunitario de acción para la gestión y protección integradas de las aguas subterráneas, como parte de una política global de protección de los recursos hídricos. El borrador del Programa de acción de las aguas subterráneas y gestión del agua (Comisión Europea, 1996) requería un programa de acciones a aplicar en el año 2000 a escala nacional y comunitaria para conseguir una gestión sostenible y la protección de los recursos de agua dulce. Muchas recomendaciones de este programa están incluidas en la propuesta de Directiva marco del agua (Comisión Europea, 1997).

12.2. Uso del agua por sectores

El agua dulce que se extrae en la AEMA se utiliza principalmente como agua de refrigeración en las centrales eléctricas y como agua de riego en la agricultura (figura 12.3).

La extracción total varía desde 200 m³ por habitante y año en Dinamarca, Luxemburgo y Reino Unido, hasta más de 800 m³ por habitante y año en Italia, Países Bajos y España (figura

12.4). Esta variación se explica por las grandes cantidades de agua que se utilizan en el sector industrial de los países septentrionales; por la gran cantidad usada para refrigeración en Alemania, Bélgica, Francia, y Países Bajos (este agua suele extraerse directamente de los grandes ríos y vuelve a ellos una vez utilizada); y la gran cantidad utilizada en el sector agrario de los países meridionales.

12.3. Uso del agua en el sector agrario

No existen datos sobre las cantidades de agua que se utilizan para el riego en Europa. Un dato sustitutivo es la superficie de cultivos de regadío (figura 12.5). Entre 1990 y 1996, la superficie de regadío en Europa meridional aumentó un 7%. La figura 6.4 indica que el crecimiento durante ese período fue especialmente rápido en Grecia, aunque el máximo absoluto se registró en Italia y España.

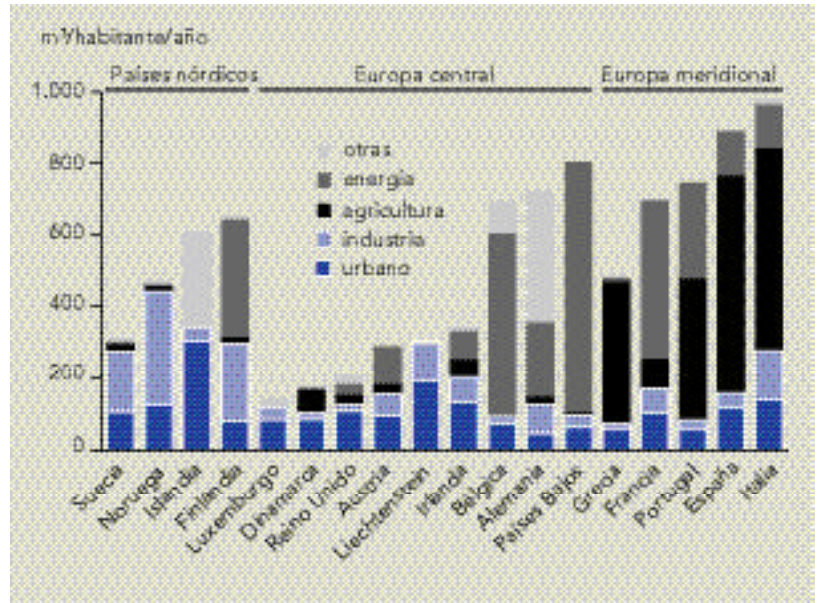
En la UE, alrededor del 94% del agua que se destina a regadíos corresponde a los países meridionales. En el conjunto de los países centrales se utiliza una cantidad de agua diez veces menor que en Italia y España. Francia, Grecia y Portugal utilizan, cada una de ellas, más o menos la misma cantidad de agua para riego que el conjunto de los países del centro de la UE. La función de los regadíos es completamente distinta en el sur que en el centro o el norte de Europa. No obstante, la reforma de la Política Agrícola Común debería promover los cultivos con menos demanda de agua. La introducción de sistemas de riego más eficientes también debería reducir el uso de agua.

En general, los precios del agua no están relacionados con su coste real (incluido el impacto ambiental) y no son iguales para todos los usuarios. Este es especialmente el caso de los usuarios del sector agrario, quienes pagan precios muy bajos, que no se corresponden ni con las cantidades que utilizan ni con el verdadero impacto ambiental de su actividad. Los instrumentos económicos, en este caso las tasas por extracción y los mecanismos de determinación de precios, se consideran herramientas muy útiles para lograr la gestión sostenible de los recursos hídricos. Por ello, los instrumentos económicos aplicados al agua de riego merecen especial atención. Recordemos que los precios del agua han logrado reducir su consumo en los hogares y en la industria.

12.4. Uso del agua en los hogares y la

Extracción total de agua en los países miembros de la AEMA por regiones y sus principales usos en el último año disponible

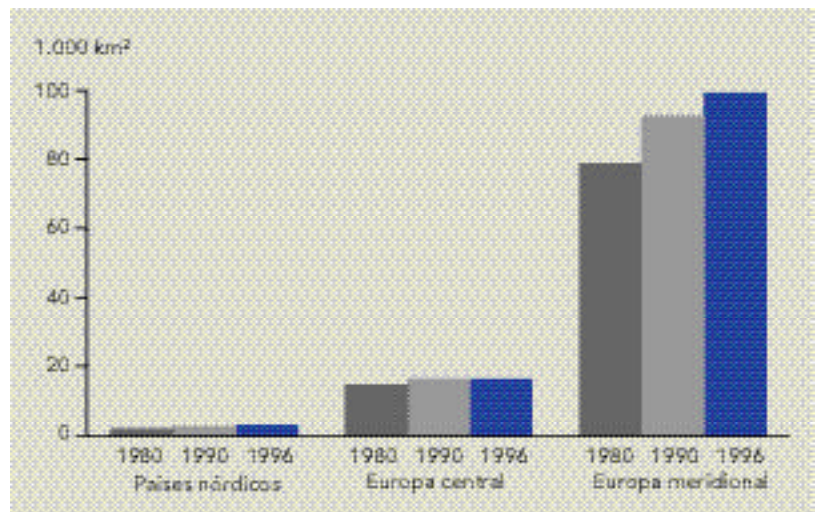
Figura 12.4.



Fuente: AEMA-CTE/AC

Evolución de la superficie de regadío en Europa por regiones, 1980-1996

Figura 12.5.



Nota: Países nórdicos: Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia. Europa central: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Luxemburgo, Países Bajos y Reino Unido. Europa meridional: España, Francia, Grecia, Italia, y Portugal.
Fuente: FAO/Eurostat

☹ La superficie de regadío ha aumentado en los quince a veinte últimos años, especialmente en el sur de Europa.

industria

En algunos países europeos, el suministro público de agua se redujo en los diez años posteriores a 1985 (figura 12.6). Ello se debió a varias razones, entre ellas la mayor sensibilización de la población con respecto al consumo de agua; la instalación de contadores de agua; el aumento de los precios e impuestos sobre el agua; las restricciones impuestas al riego de jardines; la reducción de las fugas en las redes de distribución; y el uso extendido de aparatos más eficientes, como las cisternas de doble flujo o las de carga reducida.

Las aguas subterráneas son la fuente para más del 75% del abastecimiento público de agua en Austria, Dinamarca, Islandia y Portugal. En Alemania, Bélgica (Flandes), Finlandia, Fran-

cia, Luxemburgo y los Países Bajos, entre el 50% y el 75% del abastecimiento público de agua procede de estas fuentes (Eurostat, 1997). Cada vez se prefiere más el abastecimiento a partir de las aguas subterráneas porque, generalmente, son de mayor calidad que las aguas superficiales y requieren menos tratamientos. Ello ha producido un exceso de extracción y un descenso del nivel freático en muchas partes de Europa, entre cuyas consecuencias cabe citar las siguientes: desecación de los ríos que se abastecen de aguas de manantial, como en Dinamarca; destrucción de muchos humedales (con ejemplos en países "secos" como España, y húmedos como los Países Bajos); y la intrusión salina en los acuíferos que se encuentran a lo largo del litoral mediterráneo.

12.5. Formulación de indicadores

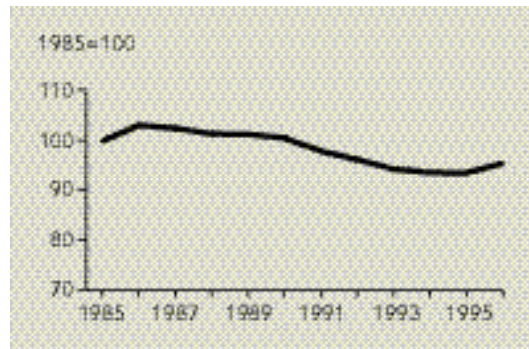
Muchos de los indicadores que se describen en el presente capítulo todavía no están disponibles en forma de series cronológicas. Para perfeccionar los indicadores actuales, los datos y la metodología utilizada tendrán que armonizarse para poder informar sobre la extracción y el uso de agua (en especial, con respecto al tratamiento de las aguas refrigerantes y al consumo de agua para riego), incluyendo el desglose por sectores.

En el futuro se necesitarán indicadores de intensidad y eficiencia del uso del agua (fugas) por países, con el desglose por sectores. Para garantizar el Principio de Recuperación de Costes es aconsejable disponer de indicadores de respuestas relativos a los costes de la producción de agua apta para consumo humano y a la aplicación de mecanismos de determinación de pre-

Figura 12.6.

Abastecimiento público de agua en algunos países europeos

Nota: Basado en información de Alemania, Austria, Dinamarca, Finlandia, Países Bajos y Reino Unido (sólo Inglaterra y Gales). Fuente: AEMA-CTE/AC



Entre 1987 y 1995, el abastecimiento público de agua disminuyó entre un 8% y un 10% en varios países europeos.

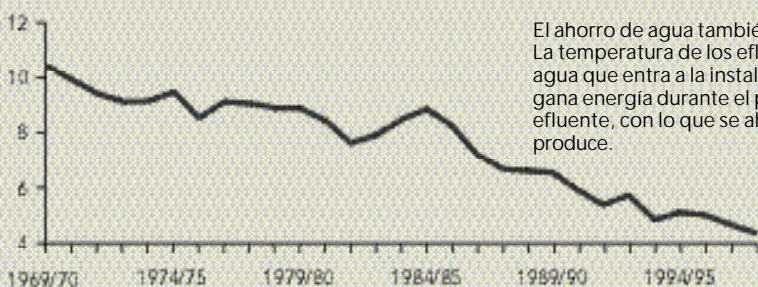
El ahorro de agua en las fábricas de cerveza reduce la factura de energía

El objetivo de ahorro que se fijó Carlsberg en 1977 ha llevado a esta empresa a reducir en un 50% el consumo de agua por litro de cerveza producida en su fábrica de Copenhague. Las máquinas de lavado, pasteurización y embotellado se modificaron para reciclar el agua, mientras que los procesos se revisaron y modificaron de forma sistemática para promover el ahorro. En total, con esos cambios en la maquinaria y los procesos se ha conseguido ahorrar 200.000 m³ de agua al año. También se ha aplicado una estrategia similar en el área de fabricación, donde ahora se recoge el agua de limpieza en un depósito, se bombea a través de un filtro y se reutiliza. De este modo se ahorran 35.000 m³ de agua al año y 400 toneladas anuales de hidróxido sódico.

El ahorro de agua también ha permitido a Carlsberg reducir el consumo de energía. La temperatura de los efluentes que salen de la planta es de 30-35°C, mientras que el agua que entra a la instalación está a 10°C. Esa diferencia térmica indica que el agua gana energía durante el proceso. El ahorro de agua también reduce la cantidad de efluente, con lo que se ahorra un 25% de energía por cada litro de cerveza que se produce.

Fuente: Carlsberg, Dinamarca

litro/agua/cerveza



cios. Este Principio de Recuperación de Costes es la piedra angular de la política europea de aguas. También conviene disponer de indicadores sólidos de eliminación de subvenciones e internalización de costes de contaminación dentro de los precios.

La eficacia de las estrategias de actuación sobre la oferta y la demanda, deberán ser analizadas para disminuir el estrés hídrico, así como la eficacia del Programa de acción de las aguas subterráneas y la Directiva de agua potable para mejorar su calidad.

12.6. Bibliografía

AEMA (1998). *El medio ambiente europeo: segunda evaluación*. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

AEMA (1999a). *Groundwater quality and quantity in Europe*. Informe sobre el medio ambiente nº 3. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

AEMA (1999b). *El medio ambiente en la Unión Euro-*

pea en el umbral del siglo XXI. Capítulo 3.5. Estrés hídrico. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

AEMA (1999c). *Sustainable water use in Europe - sectoral use of water*. Informe sobre el medio ambiente nº 1. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

Comisión Europea (1996). *Propuesta de Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a un programa de acción para la gestión y la protección integradas de las aguas subterráneas*.

COM(96)315 final. Comisión Europea, Bruselas.

Comisión Europea (1997). *Propuesta de Directiva del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. COM(97)49 final. Comisión Europea, Bruselas.

Eurostat (1997). *Estimation of renewable water resources in the European Union*. Luxemburgo.

Extracción total de agua por habitante en los países miembros de la AEMA

Tabla 12.1.

Unidad: m ³ por habitante y años									
	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Alemania	686	804		591					
Austria	290	280			299	281			
Bélgica	917								
Dinamarca	235		228					170	
España	1068	1204		948				849	
Finlandia	774	816	471					479	
Francia	651	631	675				702		
Grecia	523								
Irlanda	315						328		
Islandia	439	427			626			607	
Italia	996	918							
Liechtenstein									
Luxemburgo			183	154	El promedio del periodo 1990-95 es 143.				
Noruega	496								
Países Bajos	650	638		518					
Portugal			735						
RU	270	231	211	206	216	194	182	212	198
Suecia	494	356	345					308	

Nota: Dinamarca: los datos de 1980 corresponden a 1977. Francia: los datos de 1980 corresponden a 1981. Alemania: los datos de 1980 y 1985 corresponden a 1981 y 1983, respectivamente, y se refieren sólo a la antigua Alemania Occidental. Países Bajos: los datos de 1980 y 1985 corresponden a 1981 y 1985, respectivamente. Portugal: los datos de 1990 corresponden a 1989. Los datos del Reino Unido se refieren exclusivamente a Inglaterra y Gales y no incluyen el agua extraída para la generación de energía. Fuente: OCDE