

A

# Evaluación integrada

---

<b>Introducción</b>	
1 . Medio ambiente y calidad de vida . . . . .	28
2 . La cambiante fisonomía de Europa . . . . .	36
<b>El medio ambiente atmosférico</b>	
3 . El cambio climático . . . . .	62
4 . La contaminación atmosférica y la salud . . . . .	92
<b>El medio ambiente acuático</b>	
5 . Las aguas continentales . . . . .	112
6 . El medio ambiente marino y litoral . . . . .	132
<b>El medio ambiente terrestre</b>	
7 . El suelo . . . . .	168
8 . La biodiversidad . . . . .	182
<b>Integración</b>	
9 . El medio ambiente y los sectores económicos . . . . .	216
10 Mirando al futuro . . . . .	232

# 1 Medio ambiente y calidad de vida

## 1.1 El medio ambiente en Europa: riqueza y diversidad bajo presión

Europa posee un medio ambiente de gran riqueza y diversidad. Con sus bellos paisajes, sus ciudades históricas y sus tesoros culturales, sigue siendo una de las zonas más atractivas y saludables del planeta para vivir — y también para invertir— y en ella se encuentran algunos de los destinos turísticos más visitados del mundo.

Desde el Círculo Polar Ártico hasta el Mediterráneo y desde el Cáucaso hasta las Azores, Europa acoge una gran diversidad de ecosistemas y hábitat naturales y seminaturales, que presentan gran variedad de especies y de genes. Esta biodiversidad, aunque limitada en comparación con otros continentes, es el «seguro de vida» de nuestro medio ambiente y garantiza su capacidad para adaptarse a los cambios y renovarse.

En Europa, como en todas partes, la humanidad depende de los ecosistemas terrestres para subsistir, ya que le proporcionan recursos tales como alimento, agua, madera, fibras y combustible, le prestan servicios como regulación climática, absorción de residuos y destoxificación de la contaminación y le procuran protección gracias a la capa de ozono atmosférico. A lo largo de los últimos 50 años, el hombre ha alterado estos ecosistemas a un ritmo más acelerado de lo que nunca antes había hecho con el fin de mejorar su bienestar y sostener el desarrollo económico. Sólo ahora comienza a ponerse de manifiesto el verdadero alcance de los costes ecológicos y económicos que acarrearán estos beneficios.

La pérdida o alteración de los recursos naturales, junto con los cambios de las condiciones climáticas, nos están haciendo cada vez más vulnerables a las fuerzas de la naturaleza. En 2004, los desastres meteorológicos provocaron en todo el mundo pérdidas económicas superiores a los 86.000 millones de euros (105.000 millones de dólares estadounidenses), casi el doble que en 2003. Desde 1980, unos 12.000 desastres meteorológicos han costado más de 600.000 vidas humanas y algo más de un billón de euros (1,3 billones de dólares).

Europa es uno de los continentes más urbanizados. En la actualidad, el 75% de la población de Europa vive en el 10% de su superficie terrestre. La urbanización es

beneficiosa para el medio ambiente, en la medida en que el consumo de recursos y el sellado del suelo, así como el coste económico de la prestación de servicios ambientales como la gestión de residuos y el tratamiento de aguas residuales, calculados por persona, son menores que en las poblaciones más dispersas. No obstante, la creciente tendencia a la dispersión y expansión de los asentamientos urbanos ha aumentado la fragmentación y pérdida de valiosos espacios naturales.

Los europeos viven actualmente en una región del mundo sujeta a cambios rápidos, que están modelando los paisajes como en ninguna otra época de nuestra historia, modificando las características de nuestro entorno. Se desecan los humedales para dejar espacio al desarrollo urbano, y se cambian los usos del suelo en las tierras altas y zonas de montaña para dar paso al esquí y otras actividades recreativas, en detrimento de la agricultura. La gestión forestal también ha tenido que adaptarse a la evolución que ha sufrido el sector maderero como consecuencia del aumento de la competencia en la economía global.

El medio ambiente europeo sigue bajo presión, pero ahora, a fin de mantener nuestro nivel de vida, exportamos esta presión al importar cada vez más recursos de otras partes del mundo para satisfacer nuestras necesidades. Hemos llegado a ser responsables del consumo de recursos planetarios de forma desproporcionada, más que casi ninguna otra región del mundo. Con unas cinco «hectáreas globales» por persona, la huella ecológica de los 25 Estados miembros de la Unión Europea (UE25) —es decir, la superficie necesaria para producir los recursos que consumimos y absorber los residuos que generamos— equivale aproximadamente a la mitad de la de Estados Unidos, pero sigue siendo mayor que la de otras grandes economías, como Japón.

Además, la huella ecológica del europeo medio supera en más del doble a la de sus semejantes de Brasil, China o India, así como a la media planetaria. El consumo mundial total de recursos ecológicos ya es aproximadamente un 20% superior a la capacidad de renovación anual de los sistemas naturales del planeta. Por lo tanto, a menos que Europa y otros países desarrollados reduzcan su huella ecológica con un consumo de recursos más moderado y eficiente y dejen espacio ecológico disponible para las economías emergentes, es probable que se deriven de ello

daños más graves para los ecosistemas, mayor escasez de materiales y mayores presiones sobre el clima global.

El conocimiento cada vez mejor de las relaciones existentes entre el rendimiento económico y el medio ambiente está fomentando una mayor «ecoeficiencia» en nuestro consumo de energía y recursos. Esta «ecoinnovación» tiene dos ventajas: permite optimizar el aprovechamiento de recursos escasos —renovables y no renovables— y ayuda a Europa a competir en la economía global.

Es previsible que el funcionamiento del mercado globalizado y la liberalización del comercio sigan modificando la huella ecológica de Europa. Actualmente es habitual que nos lleguen alimentos, prendas de vestir y aparatos electrónicos desde el otro lado del planeta y cabe esperar que esta tendencia se mantenga. Dado que pocos productos reflejan debidamente en su precio los daños ambientales ocasionados por el proceso productivo y el agotamiento de recursos, Europa comprará a menudo activos ambientales foráneos a precio de saldo.

En la segunda mitad del siglo XX, el comercio mundial de materias primas creció en un factor de entre seis y ocho puntos, y el de productos manufacturados se llegó

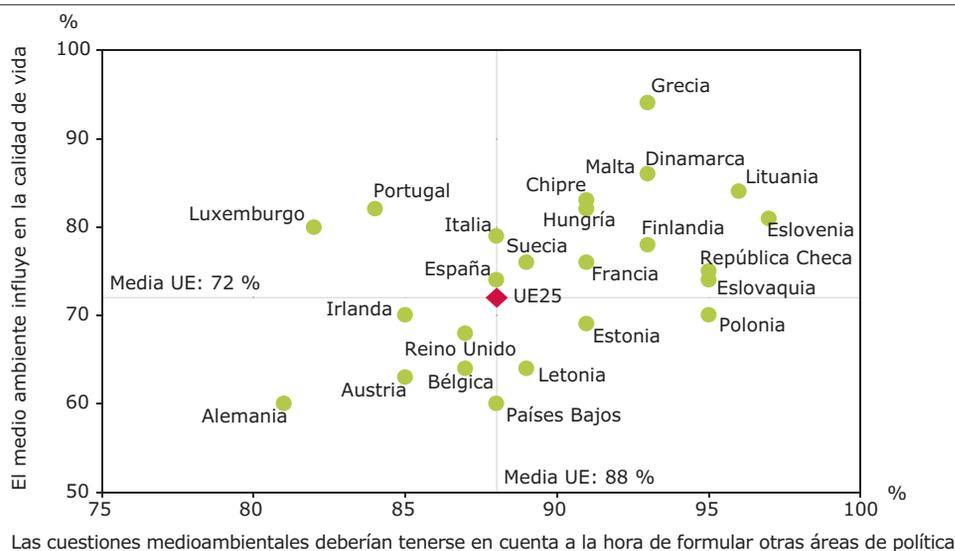
a multiplicar por 40. Por lo tanto, Europa no es la única que depende cada vez más de acreedores ecológicos en el extranjero. Sin embargo, con la presión añadida que sufrirán los recursos del planeta cuando crezca la demanda de otras partes del mundo, cabe prever que esta dependencia se vuelva menos sostenible tanto para la UE como para el resto del mundo.

## 1.2 Conexión con los ciudadanos de Europa

Las autoridades en materia de medio ambiente y otros actores implicados han de hacer frente a estos nuevos retos de forma adecuada, sin perder el apoyo de los votantes y demás partes interesadas. Este apoyo —cuando menos a juzgar por los resultados de los sondeos de opinión— parece ser considerable.

De acuerdo con el Eurobarómetro, la gran mayoría de los ciudadanos de la UE25 desean que los responsables políticos sitúen el medio ambiente al mismo nivel que las políticas económicas y sociales (figura 1.1). Además, consideran que las políticas de protección medioambiental constituyen un incentivo para la innovación (67%) y no un obstáculo para el rendimiento económico (80%).

**Figura 1.1** Opiniones de los europeos acerca de la influencia del medio ambiente sobre la calidad de vida y la percepción de la importancia del medio ambiente en el proceso de formulación de políticas



Fuente: Eurobarómetro 217, 2005.

En el mismo sondeo, casi dos terceras partes de los encuestados conceden prioridad a la protección del medio ambiente frente a la competitividad económica. Además, creen que el nivel político más adecuado para resolver los problemas ambientales es la UE, dado que muchos de los problemas son de índole transfronteriza, y consideran conveniente que se adopten criterios más armonizados en la formulación de las políticas correspondientes. Todo ello supone un respaldo a la UE, que ha promovido hasta el 80% de las políticas ambientales que se han adoptado en los Estados miembros durante los últimos 25 años.

No obstante, las principales inquietudes ambientales de la población están relacionadas con sus condiciones de vida en el día a día, como el estado de sus aguas, la contaminación atmosférica y los riesgos que plantean las sustancias químicas. Incluso la ansiedad por problemas tan globales como el cambio climático se expresa en términos locales. Más del 70% de los europeos creen pues que el medio ambiente influye de forma significativa en su calidad de vida y quieren que se tenga en cuenta a la hora de formular políticas en otros ámbitos. Comprenden las interconexiones que existen entre su medio ambiente y las actividades de sectores económicos como el transporte, la energía y la agricultura, y se dan cuenta de las ventajas que conllevan los enfoques más integrados.

Nuestro bienestar y calidad de vida dependen del estado del medio ambiente y de los servicios que prestan los ecosistemas naturales, como la regulación climática. Por lo tanto, la mejora del bienestar y el desarrollo humano en los próximos decenios dependerán en gran medida de que seamos capaces de garantizar el uso sostenible del medio ambiente: una tarea que resulta más difícil por la variabilidad de las actividades humanas que más influyen en ello.

### 1.3 Los problemas ambientales de Europa

En Europa se han realizado progresos evidentes en la gestión de las presiones ambientales en varios ámbitos, que en gran medida se corresponden con las preocupaciones del día a día de la población. Se han reducido de forma considerable las emisiones

atmosféricas acidificantes, con la consiguiente mejora de la calidad del aire en algunos aspectos, así como las sustancias que agotan la capa de ozono y las emisiones de fuentes puntuales a las aguas. Buena parte de estas mejoras se han conseguido mediante la aplicación de tecnologías de reducción de la contaminación y mediante la sustitución de recursos, promovidas en ambos casos por la legislación ambiental comunitaria y nacional.

La protección de la biodiversidad, a través de la designación y protección de hábitat, ha contribuido en parte a mejorar el mantenimiento de la productividad de los ecosistemas y los espacios naturales. Al mismo tiempo, las actuaciones en materia de gestión de residuos no han supuesto una reducción global de los volúmenes de residuos, reflejo del hecho de que, en este sentido, el progreso está más estrechamente relacionado con el desarrollo económico y social en general.

Muchos de los cambios del clima y de sus efectos sobre los ecosistemas y la salud humana son ya apreciables en Europa, sobre todo en Europa meridional, donde cada vez son mayores la escasez de agua, los incendios y las sequías, y las pautas meteorológicas resultan menos predecibles. Entre tanto son cada vez más firmes las evidencias científicas que confirman el cambio climático, así como las tendencias manifestadas por indicadores cada vez más fiables sugieren que el cambio es mucho más rápido de lo que anteriormente se creía.

También existe una amenaza creciente para la salud humana por la exposición a nuevas formas de contaminación y productos químicos invisibles, de efectos retardados y más sistémicos. La elevación de las tasas de cáncer, asma y enfermedades que afectan al desarrollo neurológico, sobre todo en los niños, perjudican la salud actual y futura y, por lo tanto, la riqueza de nuestras sociedades.

Muchas de las presiones ambientales más problemáticas de la actualidad están resultando más difíciles de abordar que aquellas que han registrado mayores progresos en los últimos decenios. Las fuentes de presiones eran entonces fácilmente identificables —las instalaciones industriales o los escapes de los automóviles— y se podía actuar sobre ellas mediante la promulgación de normas reguladoras y la aplicación de tecnologías de reducción.

El transporte, la energía, la agricultura, la industria y los hogares son los cinco sectores que más contribuyen a los problemas actuales y es previsible que sigan siéndolo en el futuro. En estos sectores, muchas fuentes de contaminación son mucho más difusas, numerosas y variadas, de modo que resultan mucho más difíciles de controlar. Incluso allí donde se han introducido nuevas tecnologías, su eficacia ha sido a menudo contrarrestada por el aumento de la demanda.

Queda claro que es necesaria una combinación de instrumentos que favorezcan cambios sociales hacia formas de conducta menos perjudiciales y que promuevan la eficiencia técnica y económica. Esta clase de enfoques integrados, si se diseñan bien y se aplican de forma plena, pueden ser rentables económicamente porque tienen en cuenta los aspectos ambientales y económicos de forma conjunta y abordan los problemas intersectoriales. Avanzar por este camino cuesta tiempo, a juzgar por la evolución de la política ambiental a lo largo de los tres últimos decenios.

#### 1.4 Soluciones para hacer frente a los cambios

Las políticas ambientales en el ámbito internacional y europeo son relativamente nuevas en comparación con las políticas económicas y sociales. No obstante, durante los últimos 30 años se han realizado avances significativos en la creación de un sistema integral de normativa ambiental en la UE. Todo empezó en Estocolmo en 1972, cuando la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano puso los problemas medioambientales por primera vez sobre la mesa. En el ámbito europeo, se adoptaron sucesivamente seis programas de acción en materia de medio ambiente, basados en una combinación de enfoques temáticos y sectoriales de los problemas ecológicos.

El primer Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, adoptado en 1973, sentó los principios de que quien contamina paga, de la prevención en origen y de la idoneidad de la acción a nivel europeo, principios que luego pasarían a ser recogidos como obligaciones en el Tratado de la UE. El Quinto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (1992-2000) se centró

en reducir los niveles de contaminación, aplicar legislación beneficiosa para los ciudadanos de la UE e incluir una dimensión ambiental en todas las políticas de la Comisión, especialmente las que afectan a sus sectores principales (transporte, energía, agricultura e industria).

El Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (6PAMA), que finaliza en 2012, otorga un nuevo sentido y un claro rumbo a la política ambiental comunitaria. Este programa propone una serie de acciones para hacer frente a problemas ambientales persistentes en cuatro áreas prioritarias: cambio climático; naturaleza y biodiversidad; medio ambiente, salud y calidad de vida; y recursos naturales y residuos.

La orientación estratégica del 6PAMA se sustenta en cinco objetivos fundamentales: mejorar la aplicación de la legislación ambiental vigente en el ámbito nacional y regional; incluir las consideraciones ambientales en otros ámbitos de regulación; trabajar en estrecha colaboración con las empresas y los consumidores para adoptar un enfoque más orientado al mercado a fin de encontrar soluciones; garantizar que los ciudadanos reciban una mejor y más accesible información sobre el medio ambiente; y adoptar una actitud más consciente del medio ambiente en la ordenación de los usos del suelo.

Las estrategias temáticas son uno de los componentes de las acciones previstas en el 6PAMA. Este concepto se introdujo como forma de hacer frente a los principales problemas ambientales, que requieren un enfoque holístico debido a su complejidad, a la diversidad de los actores implicados y a la necesidad de encontrar un número suficientemente amplio de soluciones innovadoras. Siete de estas estrategias temáticas se formularán en virtud de un enfoque común: protección del suelo; protección y conservación del medio marino; uso sostenible de los plaguicidas; contaminación atmosférica; medio ambiente urbano; uso y gestión sostenible de los recursos y reciclado de residuos.

La acción política en la década de los 70 y principios de los 80 se centró en las fuentes puntuales de contaminación, que se controlaron, con carácter general, mediante regulación normativa. Durante los últimos 20 años se ha producido un cambio de orientación con respecto a los problemas regionales y mundiales,

provocados principalmente por las fuentes difusas de contaminación. Por ejemplo, fue a finales de los años 80 cuando cuestiones que afectan a todo el planeta, como el «agujero de la capa de ozono», emergieron como problemas graves y urgentes que requerían la adopción de medidas de alcance regional y global para lograr que la política ambiental tuviera éxito.

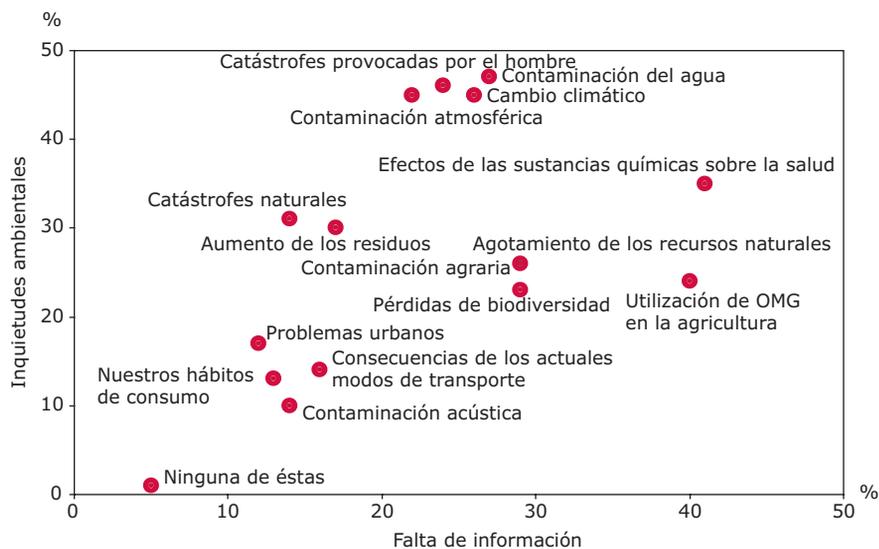
Este tipo de problemas requerían incentivos económicos y disponer de mejor información para las empresas y para los ciudadanos, como complementos, y en ocasiones sustitutos, de la normativa. A la mayoría de los europeos les gustaría recibir más información sobre problemas ambientales y en especial sobre sus soluciones (figura 1.2). De hecho, la población también opina que hacer cumplir la normativa vigente, hacerla más exigente, aumentar las multas para los infractores y sensibilizar a la opinión pública, son los instrumentos más eficaces para resolver problemas ambientales.

Otro cambio importante llegó a principios de los años 90, cuando las medidas de actuación sobre las emisiones y el medio ambiente orientadas a la oferta, adoptadas en los años 70 y 80, se complementaron en 1992 con las políticas de integración sectorial y gestión

de la demanda incorporadas en el Quinto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente y el Tratado de Maastricht. Además, el «proceso de Cardiff» de 1998 se dedicó a la inclusión de las consideraciones ambientales en el pensamiento de los sectores económicos problemáticos, como la agricultura y el transporte.

En la década de los 90 también aparecieron, por primera vez, empresas multinacionales que abordaban la agenda ambiental emergente con seriedad y de forma concertada, tal como demuestra el informe del Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible de 1992 titulado «*Changing course: A global business perspective on development and environment*» (Cambio de rumbo: una perspectiva global del empresariado para el desarrollo sostenible y el medio ambiente). Este informe, en el que participaron 46 grandes empresas, también introdujo el concepto de la ecoeficiencia, que las empresas consideraban esencial en la comunicación del desarrollo sostenible. Diez años después, se publicó el libro «*Walking the talk: the business case for sustainable development*» (Predicar con el ejemplo: razones empresariales para el desarrollo sostenible), que presentaba los resultados obtenidos por varias empresas y reconocía que el negocio de los negocios había cambiado.

**Figura 1.2 Comparación entre las inquietudes ambientales y la falta de información que tienen los europeos**



Fuente: Eurobarómetro 217, 2005.

Cuanto mayores son la complejidad científica y la incertidumbre que rodean a los peligros ambientales actuales —como el cambio climático, la integridad de los ecosistemas y los riesgos para la salud generados por sustancias químicas y otros contaminantes—, más compleja es la acción política que entra en juego. Por ello es preciso hacer mayor uso de los instrumentos a largo plazo, que incluyen escenarios y enfoques expertos, como el principio de precaución incorporado al Tratado de la UE en 1996.

El proceso de formulación de medidas de política con mayor capacidad para reflejar una realidad interconectada también ha favorecido la eficiencia mediante la «distribución de costes». Por ejemplo, las políticas sobre la lluvia ácida y el cambio climático, que en principio se gestionaban de forma independiente, han mejorado mucho su rentabilidad con una aplicación más integrada.

No obstante, las políticas más integradas conllevan sus propios costes transaccionales, ya que son mucho más difíciles de llevar a la práctica. Asimismo, requieren la participación de muchos actores de los principales sectores económicos, como el transporte, la energía y la agricultura, así como de los consumidores. Además, su mayor flexibilidad suele conllevar mayores problemas en su aplicación práctica y en la vigilancia de su cumplimiento a escala regional, nacional y europea.

Sin embargo, las conclusiones que hay que extraer de los acontecimientos de las últimas décadas están claras: las políticas ambientales, cuando se han formulado y aplicado de forma adecuada, han generado mejoras significativas y rentables en varios ámbitos, además de fomentar la innovación en el desarrollo de tecnologías y servicios medioambientales. Actualmente, el mercado mundial de esta clase de tecnologías y servicios tiene un valor anual aproximado de 425.000 millones de euros (515.000 millones de dólares estadounidenses) y su previsión de crecimiento ronda el 3% anual.

En general, estos avances se han logrado aplicando medidas «tradicionales», como la regulación de productos y procesos productivos y la protección de espacios naturales importantes. Estos ámbitos de actuación política se rigen por legislación comunitaria muy consolidada. Sin embargo, continúa siendo un

reto la adopción de políticas más integradas, que incluyan nuevos instrumentos de mercado diseñados para abordar conjuntamente problemas ambientales, sectores y escalas, a lo largo del tiempo.

## 1.5 Mirando al futuro

El presente capítulo se iniciaba con una descripción de las especiales características del medio ambiente europeo y de su contribución a nuestra calidad de vida, continuando con una exposición de cómo los ciudadanos europeos desean que mantenga su carácter en una coyuntura socioeconómica en continuo cambio y cada vez más globalizada, y una discusión sobre las políticas que se han venido formulando en este contexto.

Lo que resulta evidente es que, dada la rapidez con que se suceden los cambios económicos en Europa y en el resto del mundo, tanto en el momento actual como en los próximos años va a ser cada vez más difícil encontrar un punto de equilibrio entre estas diversas consideraciones. Teniendo esto en cuenta, en los próximos capítulos se tratan los retos medioambientales a los que Europa ha de hacer frente ahora y en el futuro, así como sus posibles respuestas mediante la formulación de nuevas políticas.

En los capítulos 2 a 8 se tratan con mayor detalle los cambios que afectan al suelo europeo —como uno de los principales recursos de los que depende nuestro bienestar— y el estado del medio ambiente del continente, incluyendo las perspectivas de futuro, en torno a las principales prioridades medioambientales que constituyen la base del 6PAMA: el cambio climático, la biodiversidad, el aprovechamiento de los recursos naturales y las cuestiones relacionadas con la salud. En estos capítulos también se analizan, en diversa medida, los procesos que están limitando los beneficios asociados a nuestros recursos y servicios ecológicos, con un considerable coste actual y futuro para la salud de la población, la economía de Europa y el bienestar del resto del mundo.

En el capítulo 9 se resumen las principales conclusiones de los capítulos anteriores y se analiza el comportamiento observado y las perspectivas para cuatro sectores

económicos (el transporte, la agricultura, la energía y los hogares) en relación a sus presiones ambientales asociadas y la adopción de medidas para reducir las.

Por último, el capítulo 10 analiza la manera de hacer frente en el futuro a estas presiones y sus impactos ambientales a través de acciones más integradas, orientadas a tres ámbitos: las estructuras institucionales necesarias para adoptar medidas más coherentes e integradas; la internalización de los costes de los daños ambientales en los precios, a través de instrumentos de mercado, como el mercado de emisiones, los incentivos financieros y los impuestos; y las perspectivas en torno a las ecoinnovaciones necesarias para lograr reducir de forma significativa las presiones ambientales y mejorar la productividad de los recursos ecológicos.

El capítulo termina con una reflexión sobre la manera en que estas medidas pueden ayudar a Europa a adaptarse al reto que supone mantener la prosperidad ante la competencia global y los cambios demográficos esperados.

## Referencias y bibliografía adicional

### El medio ambiente en Europa: riqueza y diversidad bajo presión

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2004. Impactos de los desastres naturales y accidentes tecnológicos recientes en Europa. Informe de la AEMA N° 35. Versión española: Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. Actualización de la base de datos de la Huella Ecológica hasta 2002.

IFRC, 2004. *World disasters report*, Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

IFRC, 2005. *World disasters report*, Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

Millennium Ecosystem Assessments, 2005. *Ecosystems and human well-being synthesis* (www.

millenniumassessment.org/en/Products.Synthesis.aspx — acceso del 10/10/2005).

Munich Re, 2005. Topics Geo — *Annual review: Natural catastrophes 2004*. (www.munichre.com/ — acceso del 10/10/2005).

### Conexión con los ciudadanos de Europa

Comisión Europea, 2005. *Lisbon, growth and jobs — working together for Europe's future*, Eurobarómetro especial 215. (www.europa.eu.int/comm/public\_opinion/index\_en.htm — acceso del 10/10/2005).

Comisión Europea, 2005. *The attitudes of European citizens towards environment*, Eurobarómetro especial 217. (www.europa.eu.int/comm/public\_opinion/index\_en.htm — acceso del 10/10/2005).

### Los problemas ambientales de Europa

Agencia Europea de Medio Ambiente, 1999. El medio ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI, Informe de Evaluación Ambiental N° 2. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2001 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Climate change and a European low-carbon energy system*, Informe de la AEMA N° 1/2005, Copenhague.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Environment and health*, AEMA, Copenhague (en imprenta).

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*, Informe de la AEMA N° 4/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Uso y gestión sostenible de los recursos naturales*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

WWF, 2005. *Living planet report*. (www.panda.org/news\_facts/publications/general/livingplanet/index.cfm — acceso del 10/10/2005).

## Soluciones para hacer frente a los cambios

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2001. Lecciones tardías de alertas tempranas: el principio de precaución 1896-2000, Informe de Evaluación Ambiental 22. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2003 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. Integración de la política ambiental en Europa — Situación actual y marco de evaluación, Informe Técnico N° 2/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. Integración de la política ambiental en Europa — Cultura y prácticas administrativas, Informe Técnico N° 5/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Comisión Europea, 1998. Hacia un desarrollo sostenible— Quinto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (1992–2000), Decisión 2179/98, 10.10.1998 DOCE L275/1, Bruselas.

Comisión Europea, 2001. Medio ambiente 2010: el futuro en nuestras manos — Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, COM(2001)31 OJ L242, Bruselas.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1972. Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano, Estocolmo. ([www.unep.org/Documents.multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=](http://www.unep.org/Documents.multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=) — acceso del 10/10/2005).

Schmidheiny, S. *et al.*, con el Business Council for Sustainable Development, 1992. *Changing course: A global business perspective on development and environment.*

Schmidheiny, S., con el Business Council for Sustainable Development, 2002. *Walking the talk: the business case for sustainable development.*

Tratado de la Unión Europea — Tratado de Maastricht (1992), Diario Oficial de la Comunidad Europea C 191, 29 julio 1992.



## 2 La cambiante fisonomía de Europa

### 2.1 La fisonomía europea: un mosaico de paisajes cambiantes

La historia de la cultura humana sugiere que el «paisaje» es uno de los conceptos más antiguos y evidentes en la percepción y descripción de nuestro ambiente. Sin embargo, no existe una única idea del paisaje —que puede percibirse desde distintos puntos de vista—, sino que, a diferencia del concepto de lo «silvestre», el término «paisaje» suele relacionarse con la interferencia o influencia humana. Es en el ámbito del paisaje donde los cambios que afectan al uso del suelo, a lo natural, a la cultura o al carácter adquieren significación y se hacen reconocibles para la interpretación humana.

El paisaje tiene tanto de visión como de realidad. La forma en que percibimos los paisajes, la atracción que sentimos por algunos de ellos y nuestros sentimientos cuando surgen conflictos en relación con los usos del suelo son cuestiones de extrema importancia para la conservación de la naturaleza y para el bienestar del ser humano en el futuro. Un paisaje es esencialmente una fotografía de lo que está pasando; revela, en suma, quiénes somos. Al mismo tiempo, los paisajes son expresiones dinámicas de procesos naturales (climáticos, físicos y biológicos) en constante evolución y de cambios provocados por la actividad humana.

Es obvio que el análisis de los paisajes requiere tomar en consideración distintos factores, algunos de los cuales son más difíciles de aplicar que otros. Hay que tener en cuenta la dimensión espacial, al igual que el componente temporal. Es especialmente importante saber cuándo y dónde se producen los cambios, dada la desigualdad en la distribución y en el valor de los bienes y servicios ecológicos en Europa, la enorme variedad de actividades que les afectan y la variabilidad del tipo e intensidad de estos efectos a lo largo del tiempo.

Una de las estrategias que se han seguido para preservar los paisajes ha sido la creación de espacios protegidos. Las primeras medidas de protección estaban orientadas a la preservación de los paisajes, pero durante las últimas décadas se han designado reservas naturales fundamentalmente para reducir todo lo posible las probabilidades de extinción y favorecer al máximo la conservación de las especies. Sin embargo, actualmente se sabe que muchas especies necesitan varios tipos de hábitat a lo largo de su vida y que las distintas especies utilizan el medio ambiente a distinta escala. Por lo tanto,

los científicos comienzan a asumir que la biodiversidad no sólo debe tratarse a nivel de hábitat o de especies, sino también a la escala de los paisajes.

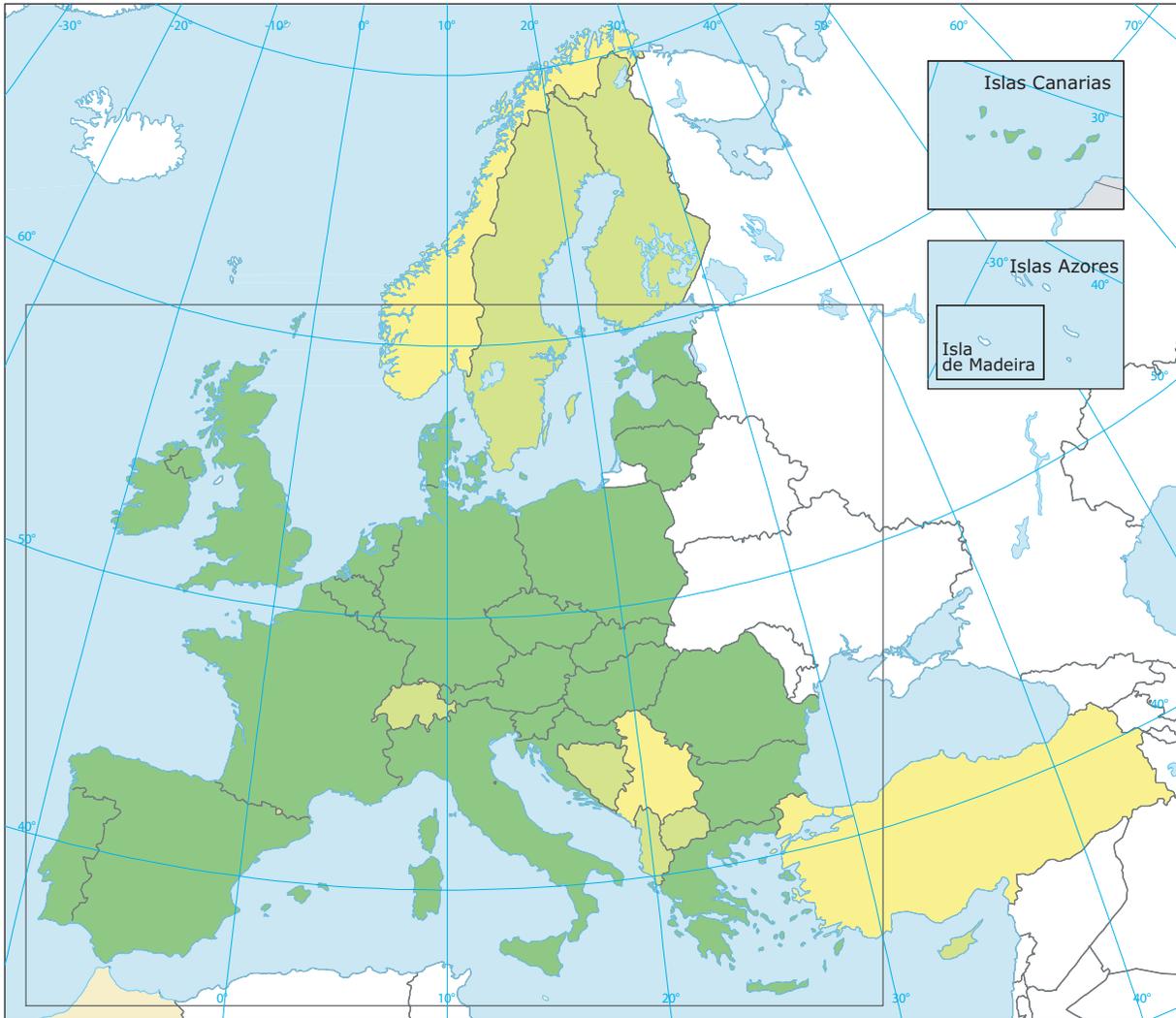
### 2.2 Los paisajes: fotografías de los usos humanos del suelo

Las decisiones humanas tienen una gran influencia sobre la forma que adoptan los paisajes y sobre las condiciones sociales, económicas y políticas necesarias para que dichos paisajes —o ambientes— se desarrollen. Las políticas regionales, nacionales e internacionales (sobre agricultura o medio ambiente, por ejemplo), las tendencias demográficas (como la migración de poblaciones entre países y regiones, de la ciudad al campo o viceversa, y el crecimiento de población) y los factores ecológicos están interrelacionados.

Los científicos, los responsables de ordenación territorial y los responsables políticos son cada vez más conscientes de que no es posible tomar decisiones adecuadas únicamente a nivel de cada espacio. Esto es especialmente importante en el contexto europeo, donde los paisajes están dominados por la influencia humana. La mayoría de las actividades humanas —y en particular la actividad industrial, el desarrollo urbano y el transporte— afectan al paisaje, pero sus impactos son relativamente localizados en comparación con el importante papel que desempeña la agricultura al dar forma a nuestro entorno. Los modelos de uso del suelo han sufrido cambios revolucionarios en el pasado; hoy en día, aunque son menos drásticos y notorios, siguen produciéndose cambios que modifican nuestro medio ambiente y dejan grandes huellas, a menudo irreversibles, del uso del suelo. Las tendencias de cambio de los usos del suelo en Europa demuestran que en casi todas partes surgen tensiones entre las necesidades de recursos y espacio que tiene la sociedad y la capacidad del suelo para sustentar y absorber tales necesidades.

Los hechos vienen a confirmar cada vez con mayor claridad que los factores causantes de muchos de los problemas ambientales que afectan al suelo europeo tienen su origen fuera del territorio concreto donde se observan los cambios. Las principales fuerzas motrices del cambio y de la presión ambiental son la economía de mercado globalizada, las medidas recogidas en la Política Agraria Común (PAC), las redes de transporte transeuropeas, los cambios demográficos y socioeconómicos a gran escala y la contaminación transfronteriza (por ejemplo, la atmosférica), así como las diferencias entre los mecanismos

**Mapa 2.1 Disponibilidad de los datos de cobertura y usos del suelo (Corine Land Cover)**



**Disponibilidad de datos CLC2000 y cambios CLC**

- Áreas comprendidas en los datos de cambios CLC\*
- Áreas comprendidas únicamente en los datos de CLC 2000
- Áreas con CLC 2000 en preparación
- Sin datos

**Nota:** El cuadro grande del mapa indica la cobertura geográfica de los mapas 2.3, 2.4 y 2.5, que siguen más adelante en este mismo capítulo.

\* Los datos de Croacia no se procesaron a tiempo para la presente publicación

de ordenación territorial de ámbito nacional, regional y local. Existe una conciencia creciente de los beneficios añadidos que conlleva considerar un territorio como unidad de análisis y como base para fomentar una mejor coordinación de las políticas.

Europa se encuentra inmersa en un debate sobre cómo dar a sus políticas una orientación territorial más marcada y más equilibrada. Este debate ha sido promovido por los Estados miembros y por la Comisión Europea en el marco de la Estrategia Territorial Europea (ETE) de 1999. El proceso ha impulsado acuerdos sobre orientaciones políticas para lograr un mayor equilibrio y cohesión territorial, aumentar la competitividad regional, mejorar el acceso a los mercados y al conocimiento y favorecer una gestión más inteligente de los recursos naturales y culturales.

Estas orientaciones políticas reflejan la actual concentración geográfica de muchas partes de la sociedad europea en zonas altamente urbanizadas. El objetivo a largo plazo es conseguir un territorio europeo donde existan numerosas áreas y regiones prósperas, geográficamente bien distribuidas, de modo que todas ellas desempeñen una función económica importante para Europa y proporcionen una buena calidad de vida a sus ciudadanos.

La ordenación territorial policéntrica es el principal concepto relacionado con el objetivo de la cohesión territorial. Este concepto puede definirse como un mecanismo de convergencia entre el crecimiento económico y el desarrollo equilibrado. De este modo, el desarrollo policéntrico puede hacer converger los diferentes intereses de los Estados miembros, favoreciendo un mayor equilibrio y coordinación de la competitividad. El interés por el desarrollo policéntrico también se ve alimentado por las hipótesis planteadas en la ETE de que los sistemas urbanos policéntricos son más eficientes, más sostenibles y más igualitarios que los sistemas urbanos monocéntricos o las pequeñas poblaciones dispersas.

### 2.3 Mantenimiento de los paisajes en el futuro

Mientras se sigue debatiendo la cohesión territorial, continúa pendiente la tarea de aclarar los vínculos entre la cohesión territorial y la cohesión económica y social, dos

objetivos fundamentales de la Unión Europea (artículo 16 del Tratado). Por lo tanto, es preciso adoptar una visión más amplia de la cohesión, que abarque muchos aspectos del desarrollo de los territorios y de sus interrelaciones.

A este respecto, se ha propuesto adoptar una dimensión territorial en la formulación de las políticas estructurales a partir de 2007. La Comisión también ha propuesto la cooperación territorial europea como objetivo para las intervenciones de los Fondos Estructurales de 2007-2013, en apoyo de la cohesión territorial interna de la UE.

Al mismo tiempo, aunque la Agenda de Lisboa no incorpora una dimensión territorial expresa, una de sus tres prioridades fundamentales insta a convertir Europa en una zona atractiva para invertir y para trabajar. Esta prioridad incluye consideraciones relativas al acceso a los mercados y a la prestación de servicios de interés general, así como a los factores relacionados con la creación de un entorno saludable para las empresas y para las familias.

La Agenda de Lisboa y las políticas estructurales futuras serán de aplicación a escala regional, nacional y europea. Por lo tanto, una cuestión clave para los responsables políticos a distintas escalas es explorar, identificar, comprender y seleccionar áreas potenciales de desarrollo en su propio territorio, a fin de contribuir de manera efectiva a esta estrategia europea general.

En el resto del capítulo, se analizan y se discuten los cambios del territorio europeo (cobertura del suelo) desde una perspectiva espacial (paisaje) y temporal (variación estadística). En el contexto de los factores antes mencionados, ello nos permitirá comprender lo que está pasando y dónde está pasando, y situarlo en el contexto de las políticas concretas que más influyen en los cambios.

### 2.4 Tipos dominantes de paisajes y cambios en la ocupación del suelo

Cualquiera que sea el lugar de Europa en el que vivimos, tanto si recorremos nuestro entorno a ras de suelo como si lo observamos desde el aire, nos damos cuenta de que los paisajes determinan de forma poderosa nuestra sensación de pertenencia a ese lugar. Sus lentas transformaciones reflejan y sustentan las numerosas

culturas, sociedades, economías y ambientes de Europa. Cuando pasamos la vista por Europa, se nos ofrecen muchas imágenes diferentes, pero la AEMA ha clasificado estos paisajes en siete tipos dominantes (mapa 2.2), que reflejan destacadas funciones del suelo. Estos siete tipos de paisajes indican a su vez dónde se encuentra el mayor potencial de conservación de los servicios que ofrece el terreno y, por lo tanto, dónde pueden ser mayores los efectos que producen los cambios de la cobertura del suelo (y de los usos del suelo) sobre la naturaleza.

La diversidad y distribución de los tipos de paisajes en el año 2000 indican dónde se sitúan las principales reservas naturales del continente: en el Mediterráneo y en las regiones europeas septentrionales, así como en muchas zonas costeras y en las principales cadenas montañosas, como los Alpes y los Cárpatos. En los Estados Bálticos, Alemania, Escandinavia y Eslovenia predomina el suelo forestal. Los paisajes agrarios están muy extendidos por todo el continente, observándose grandes extensiones de tierras de cultivo, por ejemplo, en Dinamarca y Reino Unido (Inglaterra), mientras en las zonas alpinas y otras regiones abundan los pastos y los mosaicos, que favorecen una simbiosis con la

naturaleza. Los asentamientos urbanos representan una parte importante del territorio total, tanto por el espacio que ocupan como por el impacto mucho mayor que causan en los hábitats naturales. En el mapa de paisajes dominantes puede verse el famoso «pentágono» urbano noroccidental, así como las concentraciones de otras zonas, como los litorales y los corredores fluviales.

La imagen de siete *tipos de paisajes* dominantes para el año 2000 fue precedida de varios decenios de rápidos cambios en la cobertura del suelo y en los usos del suelo en toda Europa. Los cambios correspondientes a los años 90 se presentan en relación con los ocho tipos de cobertura del suelo agrupados en la tabla 2.1 (en total, 23 países han incluido una evaluación de los cambios en su programa CLC2000: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, República Checa, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumanía y Reino Unido).

Los cambios de la cobertura del suelo son importantes tanto por su cuantía total o variación neta de los tipos de cubierta como por los lugares concretos donde se producen dichos cambios. Para comprender sus

**Tabla 2.1 Cobertura del suelo de 1990, 2000 y cambios — suma de 23 países miembros de la AEMA**

	Superficies artificiales	Tierras de cultivo y cultivos permanentes	Praderas y zonas agrícolas heterogéneas	Bosques	Vegetación seminatural	Espacios abiertos/suelo desnudo	Humedales	Masas de agua	Superficie total en km <sup>2</sup>
<b>Cobertura del suelo 1990</b>	<b>160.785</b>	<b>1.171.098</b>	<b>798.607</b>	<b>1.003.905</b>	<b>257.503</b>	<b>515.60</b>	<b>45.283</b>	<b>125.334</b>	<b>3.614.073</b>
Consumo de la cobertura del suelo inicial	1.821	24.456	17.400	39.119	8.929	2.284	1.357	198	95.563
Formación de nueva cobertura del suelo	10.493	18.096	15.066	44.602	4.087	1.772	181	1.267	95.563
<b>Formación neta de cobertura del suelo (formación-consumo)</b>	<b>8.658</b>	<b>-6.400</b>	<b>-2335</b>	<b>5.474</b>	<b>-4.816</b>	<b>-454</b>	<b>-1.043</b>	<b>916</b>	<b>0</b>
Formación neta en % del año inicial	5,4	-0,5	-0,3	0,5	-1,9	-0,9	-2,3	0,7	
Formación neta en % de la cobertura del suelo total	0,24	-0,18	-0,06	0,15	-0,13	-0,01	-0,03	0,03	
<b>Rotación total de la cobertura del suelo (consumo y formación)</b>	<b>12.313</b>	<b>42.552</b>	<b>32.466</b>	<b>83.721</b>	<b>13.016</b>	<b>4.056</b>	<b>1.538</b>	<b>1.464</b>	<b>191.127</b>
Rotación total en % del año inicial	7,7	3,6	4,1	8,3	5,1	7,9	3,4	1,2	5,3
Rotación total en % de la cobertura del suelo total	0,34	1,18	0,90	2,32	0,36	0,11	0,04	0,04	5,3
<b>Sin cambios en la cobertura del suelo</b>	<b>158.964</b>	<b>1.146.642</b>	<b>781.206</b>	<b>964.786</b>	<b>248.574</b>	<b>49.276</b>	<b>43.926</b>	<b>12.5136</b>	<b>3.518.510</b>
Sin cambios en la cobertura del suelo en % del año inicial	98,9	97,9	97,8	96,1	96,5	95,6	97,0	99,8	97,4
Cobertura del suelo 2000	169.443	1.164.698	796.271	1.009.379	252.687	51.106	44.240	126.250	3.614.073

**Mapa 2.2** Tipos de paisajes dominantes en Europa, basados en el Inventario Corine de cobertura y usos del suelo 2000



potenciales efectos sobre la naturaleza, es necesario disponer de información sobre estos cambios y de información espacial.

Empezando por Europa en su conjunto, la variación neta de la cobertura del suelo entre 1990 y 2000 pone de relieve el incremento de las zonas urbanas y otras superficies terrestres artificiales y de los bosques, así como el retroceso de las zonas agrarias y naturales (figuras 2.1 a 2.3). La variación neta de la superficie terrestre artificial es un buen indicador de la expansión urbana, que es sobre todo un proceso unidireccional irreversible. Las tendencias de rotación total confirman que la expansión urbana fue un proceso clave en Europa en los años 90, impulsado por el crecimiento económico y el aumento del consumo, la suburbanización y la puesta en marcha del mercado interior (incluidas las infraestructuras de transporte).

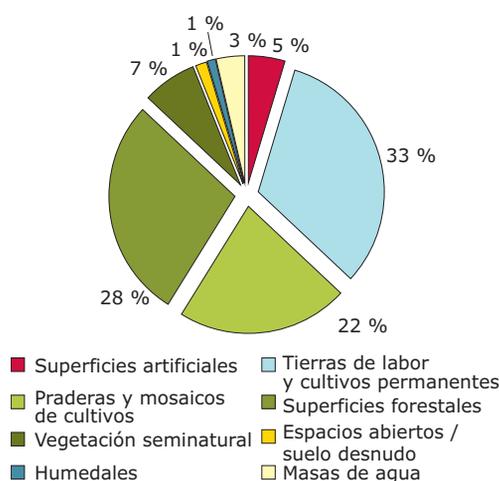
Esta expansión se ha producido en parte a costa del suelo natural, hecho que afecta de forma importante al potencial del suelo para seguir prestando servicios ecológicos y públicos a largo plazo.

Además de las tendencias demográficas en las áreas rurales, que en muchos casos se han traducido en despoblación, los cambios de la agricultura y la silvicultura pueden achacarse fundamentalmente a la extensión de la Política Agraria Común, que en algunos países se ha combinado con un rápido crecimiento económico, favorecido por su adhesión a la UE y su acceso al mercado interior.

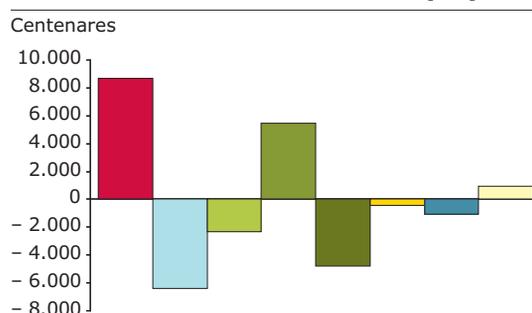
En los siguientes apartados, se analizan con más detalle los tres principales componentes de la variación total de la ocupación del suelo, tanto a escala europea como en algunas regiones seleccionadas, en las que las pautas y dinámicas observadas ilustran interesantes perspectivas políticas. Estos tres componentes principales son:

- el desarrollo de las zonas urbanas y otras superficies terrestres artificiales;
- el retroceso de las superficies agrarias como consecuencia de diversos cambios en su utilización; y
- el aumento de las superficies forestales y la reducción del suelo natural.

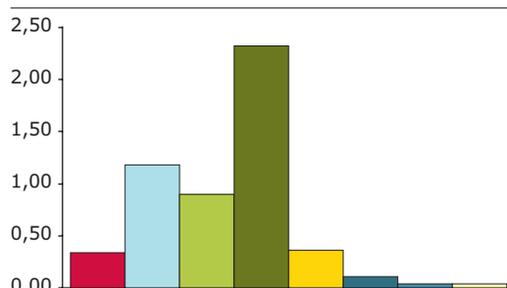
**Figura 2.1 Cobertura del suelo total 2000 (%)**



**Figura 2.2 Variación neta de la cobertura del suelo 1990-2000: AEMA23 (ha)**



**Figura 2.3 Rotación total de la cobertura del suelo 1990-2000 como % del territorio total de la AEMA23**



## 2.5 La expansión urbana y el desarrollo de otras superficies artificiales

### Perspectiva espacial

La superficie ocupada por áreas urbanas e infraestructuras aumentó en más de 800.000 ha entre 1990 y 2000. Esto supone un 5,4% de incremento, equivalente al consumo del 0,25% de la superficie agraria, bosques y suelo natural. Quizás estos porcentajes parezcan pequeños, pero la expansión urbana se concentra en zonas concretas, que tienden a ser aquellas en las que la tasa de crecimiento urbano ya era elevada durante los años 70 y 80, y aparece unida al problema de la despoblación rural. Si se realiza una extrapolación directa, un incremento anual del 0,6%, aunque parezca pequeño, hace que la superficie urbana se duplique en poco más de un siglo. Es preciso estudiar este asunto con atención a la hora de plantearnos el tipo de Europa que nos gustaría ver en los próximos 50 ó 100 años, en el contexto de un posible cambio climático y de los numerosos impactos y dificultades de adaptación que conllevaría.

Una mirada más atenta revela que se mantiene la expansión en torno a grandes aglomeraciones, aunque también se pueden apreciar nuevas pautas de desarrollo (mapa 2.3). El desarrollo urbano suele producirse a cierta distancia de las grandes urbes, en torno a ciudades más pequeñas o en el campo. Un análisis más profundo demuestra que esto es más evidente en la expansión residencial y en el desarrollo de actividades económicas, a su vez relacionadas con el desarrollo de redes de transporte. Conjuntamente, estos factores contribuyen al sellado del suelo y a la fragmentación del paisaje natural. Esto es consecuencia sobre todo del incremento de la demanda de transportes de viajeros y mercancías, así como del alza de los precios del suelo urbano. La vida en las ciudades ha perdido atractivo, mientras que ha aumentado la calidad de vida relacionada con las zonas más rurales, más próximas a la naturaleza. Esto constituye un reto para la ordenación territorial en los pequeños municipios, que intentan mantener su población y atraer pequeñas y medianas empresas.

El bajísimo precio del suelo agrario (en la mayoría de los casos de buena calidad) frente al del suelo ya urbanizado o al de las antiguas zonas industriales es

también un factor importante que explica la expansión urbana. En muchos proyectos de desarrollo, el coste de adquisición de suelo agrario es relativamente bajo y permite obtener mayores beneficios que de suelos ya urbanizados o de uso de antiguos emplazamientos con residuos industriales, aunque no sea necesario llevar a cabo trabajos de recuperación (emplazamientos no contaminados). Este factor es especialmente importante en el corazón económico de Europa (también conocido como el Pentágono). La tendencia a actuar de forma deliberada para que suelos agrarios de buena calidad sigan manteniéndose artificialmente a bajo precio viene reforzada por el frecuente uso de instrumentos de expropiación. Un efecto colateral directamente derivado de estos factores combinados —el valor bajo, el no tener en cuenta usos futuros y la expropiación— queda patente en el desarrollo de pueblos cerca de las ciudades, con fines residenciales o empresariales.

La expansión urbana es particularmente importante en las zonas costeras y no sólo en los alrededores de las aglomeraciones urbanas costeras. Estos cambios afectan de forma especial a la zona del Mediterráneo —una de las 34 áreas críticas de biodiversidad en el mundo—, aunque el grado de artificialidad del litoral ya era elevado antes de 1990. A largo plazo, esto pone en cuestión la sostenibilidad del desarrollo económico basado en el turismo. Una de las consecuencias que sufren las zonas adyacentes es que se crea una necesidad en cadena de disponer de infraestructuras de transporte por carretera para dar servicio a las viviendas particulares que se propagan hacia el interior.

Otras zonas donde se aprecian los efectos de la expansión urbana están en países o regiones que registran una elevada densidad demográfica y actividad económica (Bélgica, los Países Bajos, Alemania meridional y occidental, el norte de Italia o la región de París) o un rápido crecimiento económico (Irlanda, Portugal, Alemania oriental o la región de Madrid), sobre todo en países o regiones que se han beneficiado de las políticas regionales de la UE. Es posible que los nuevos Estados miembros —donde la expansión urbana es limitada— sigan el mismo camino de desarrollo urbano, y los consiguientes impactos ambientales sean aún mayores, porque en las zonas en las que se prevén cambios todavía existen grandes zonas de paisaje natural.

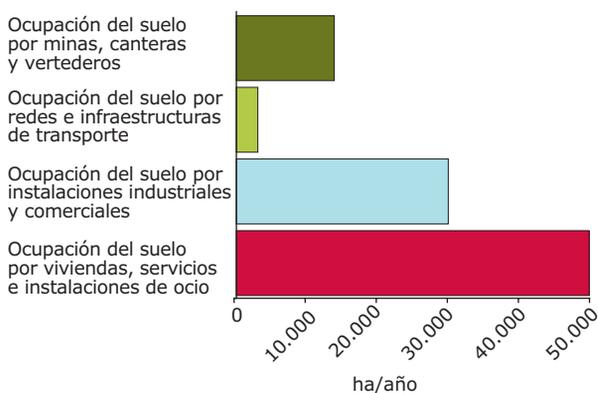
### Fuerzas motrices e impactos del desarrollo artificial del suelo

A escala europea, las principales fuerzas motrices del desarrollo urbano son la vivienda (incluidos los servicios relacionados), el ocio y las instalaciones industriales y comerciales situadas fuera del tejido urbano (figura 2.4).

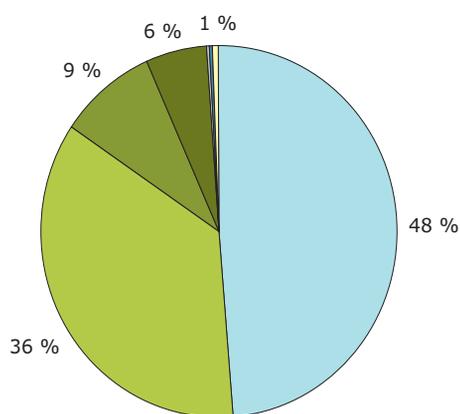
En varios países occidentales, la expansión residencial va acompañada del crecimiento de las instalaciones de ocio, fundamentalmente campos de golf (Austria, Dinamarca, Irlanda, Luxemburgo, España, Portugal y Reino Unido). La mayor parte del desarrollo de estas zonas ha sido a costa del suelo agrario, sobre todo de tierras de labor, pero esta circunstancia varía de un país a otro. El 15% del suelo destinado a la construcción han sido bosques o zonas seminaturales y esta cifra es incluso superior en algunas regiones.

Entre 1990 y 2000, unas 59.000 ha anteriormente utilizadas por la agricultura y unas 23.000 ha de tierras forestales y naturales a lo largo de la franja del litoral mediterráneo de 10 km (cinco países) se destinaron a la construcción de viviendas, infraestructuras de transporte y otras necesidades (figura 2.5). Durante el mismo período, 24.000 ha de suelo natural se transformaron en superficie agraria. Esta situación es típica de zonas costeras donde el suelo agrario es escaso.

**Figura 2.4** Fuerzas motrices del desarrollo artificial del suelo



**Figura 2.5** Origen de la ocupación artificial del suelo, 1990-2000, AEMA23 (%)



- Espacios abiertos con poca o ninguna vegetación
- Pastizales naturales, brezales, vegetación esclerófila
- Bosques y matorral boscoso de transición
- Praderas y zonas agrícolas heterogéneas
- Humedales
- Masas de agua
- Tierras de labor y cultivos permanentes

### Comparaciones entre países

Por países, la expansión urbana entre 1990 y 2000 fue más intensa en los Países Bajos, de gran densidad de población, y en Irlanda, que hasta hace poco era especialmente rural. Si se considera el incremento anual total de la cobertura del suelo urbana/artificial entre 1990 y 2000, Irlanda se sitúa en cabeza debido a su bajísimo nivel inicial de urbanización y fuerte desarrollo económico, seguida muy de cerca por Portugal y España (figura 2.6). Todos estos países recibieron importantes transferencias de fondos con cargo a la política de cohesión de la UE. Alemania, Grecia y Luxemburgo están en un grupo de países cercanos a la media europea. Los valores más bajos suelen registrarse en los nuevos Estados miembros, pero también en Bélgica y el Reino Unido.

**Mapa 2.3**      **Expansión de las zonas urbanas y otras superficies terrestres artificiales, 1990-2000**



## Pautas de cambio típicas

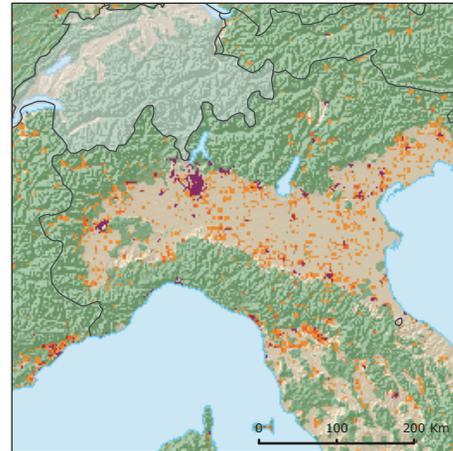
La **expansión urbana** en el campo es un hecho observado en casi todos los países o regiones. Algunos ejemplos son la zona norte de Italia, Irlanda, el Reino Unido y varias regiones de Francia, Alemania y España. Existe un marcado contraste entre la expansión urbana en la UE15 y lo que se ve en el resto de países europeos. Dicho contraste se debe principalmente a los planes de ordenación territorial para el comercio y la vivienda, que hacen que suba el precio del suelo y favorecen la sustitución de los usos agrarios, así como la creciente dependencia de los automóviles para desplazarse diariamente al puesto de trabajo. Este tipo de expansión urbana difusa satisface el deseo de la población de disponer de más espacio, pero crea mayores presiones sobre los hábitats naturales circundantes. El tejido urbano discontinuo que ocupa la mayor parte de la superficie de Bélgica y los Países Bajos es un buen ejemplo de este fenómeno.

### Expansión urbana a lo largo de los ejes de transporte y del litoral:

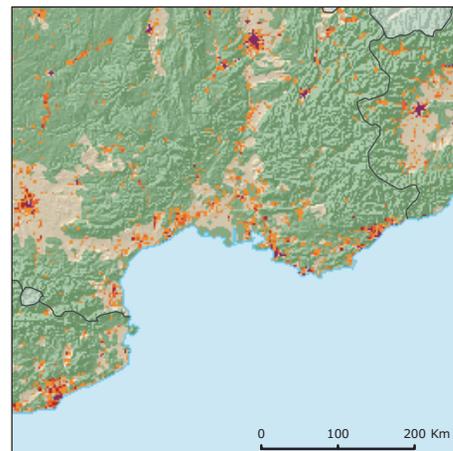
En los países grandes, las redes de transporte —especialmente las carreteras— suelen seguir los corredores fluviales hacia el mar. A lo largo del Ródano puede observarse la llamada «T inversa» de expansión urbana hasta el litoral mediterráneo. Las propias costas atraen el desarrollo urbano por distintas razones, que tienen que ver con su atractivo para los turistas y para los habitantes de las ciudades que buscan una mayor calidad de vida con la adquisición de segundas viviendas. En consecuencia, 1990-2000 fue un período de marcados cambios para el Mediterráneo.

**Desfase temporal y desarrollo irregular.** En el período de 1990-2000 todavía no se aprecian muchos de los acontecimientos que tienen lugar en los nuevos Estados miembros de la UE y en los países en proceso de adhesión. Muchos de estos países están actualmente en fase de aceleración de su desarrollo económico, en parte por su propia dinámica y en parte por su mayor nivel de acceso a los mercados comunitarios y a la financiación de cohesión y estructural tras su adhesión. La comparación entre Alemania oriental y Polonia durante el período 1990-2000 puede dar cierta idea de lo que depara el futuro. Alemania oriental ha recibido grandes transferencias monetarias de Alemania occidental desde 1990, que le han llevado a ser una de las zonas de Europa que más rápido han cambiado. Más al este, Polonia, cuya incorporación a la UE es más reciente, no ha sufrido tantos cambios entre 1990 y 2000, y todavía presenta un marcado contraste con Alemania, aún más acentuado como consecuencia de la historia de esta región.

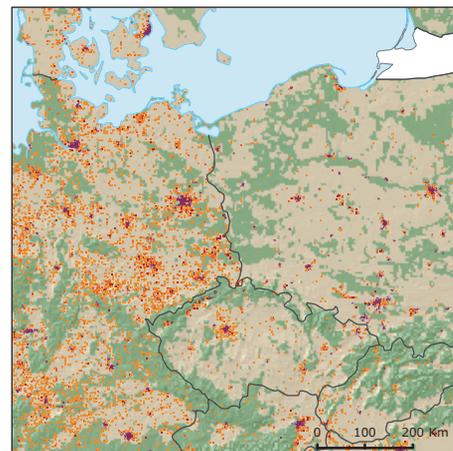
Mapa 2.3a



Mapa 2.3b



Mapa 2.3c



**¿Importan estas cifras?**

La comparación de los resultados de ocupación del suelo por superficies artificiales que ofrece el Inventario Corine de cobertura y usos del suelo (CLC, Corine Land Cover) con otros estudios estadísticos nos lleva a pensar que los resultados del CLC muy probablemente están subestimados. Esto se debe, en particular, a la resolución del CLC, que no puede registrar pueblos pequeños (de menos de 25 hectáreas) ni la mayoría de las carreteras y de los ferrocarriles (de menos de 100 metros de anchura). De ahí que la extensión total de superficies artificiales y su impacto sobre los paisajes y la naturaleza sea probablemente mayor de lo que revela el CLC. Los dos cuadros finales de este capítulo presentan información adicional sobre calidad de los datos y cuestiones metodológicas.

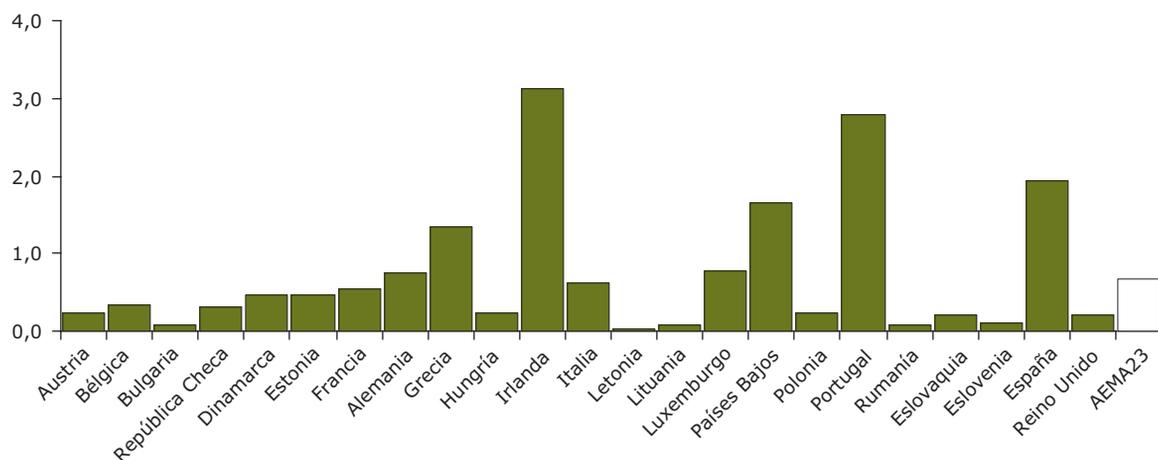
Aunque el incremento anual de la ocupación del suelo parezca pequeño en la mayoría de los países, su extrapolación al futuro merece consideración. Para ver cómo podría ser el futuro en determinados supuestos, puede aplicarse la «regla de 70» —según la cual, un incremento anual del 1% de la ocupación del suelo por superficies artificiales implica la duplicación del desarrollo urbano en 70 años—, tal como refleja la tabla siguiente:

Tasa de incremento anual	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	7 %	10 %
Número de años para la duplicación	70	35	23	18	14	10	7

**Fuente:** Levy, Michel Louis, Comprendre les Statistiques, Seuil, París, 1979

Podemos concluir que si un país registra la tasa irlandesa de desarrollo urbano, superior al 3% anual, duplicará su superficie artificial en poco más de 20 años; la tasa española acarrea la duplicación en 40 años, la tasa neerlandesa en 50 años, y así sucesivamente. También es posible, desde esta perspectiva, conocer el futuro de los nuevos Estados miembros y de los países candidatos y en proceso de adhesión, que acaban de iniciar una nueva fase de desarrollo de sus infraestructuras urbanas y de transporte. Esto puede ser especialmente importante en el contexto de cómo se asignan y se gastan los Fondos de Cohesión europeos para el período 2007-2013.

**Figura 2.6 Ocupación media anual del suelo por infraestructuras y zonas urbanas como % de la cobertura del suelo artificial, 1990**



También es interesante observar qué porcentaje del suelo urbano total de Europa representan los distintos países (figura 2.7). Según este parámetro, los primeros son Alemania (21%), Francia (14%) y España (13%),

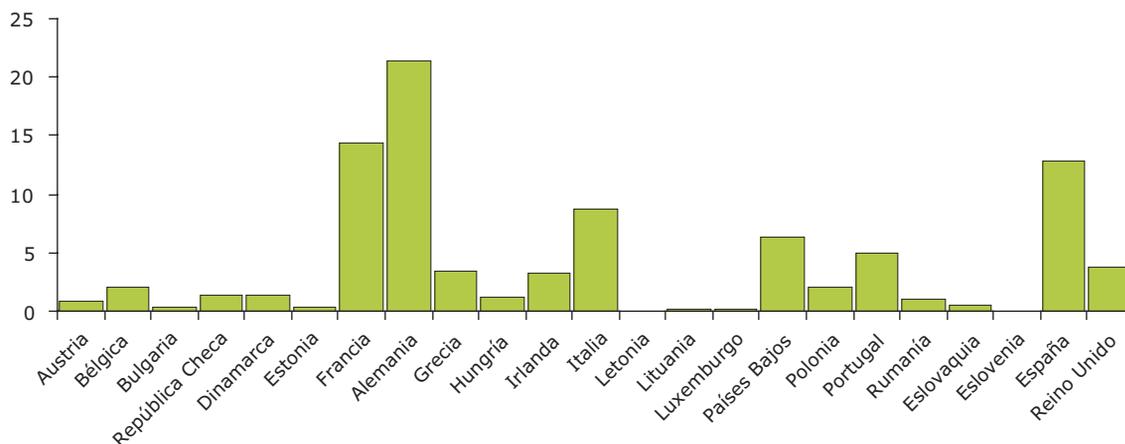
debido a su gran superficie territorial, seguidos de Italia (9%) y los Países Bajos (6%). Aunque Portugal e Irlanda no alcanzan el 5%, representan grandes superficies, dado el tamaño de estos países.

El porcentaje de ocupación del suelo urbano puede compararse con la rotación total de la cobertura del suelo en el período 1990-2000 (figura 2.8). Este indicador ha de interpretarse con cuidado. Por ejemplo, Irlanda, Portugal y España alcanzan valores muy bajos debido al tamaño y al dinamismo de sus sectores agrario y forestal. La expansión urbana representa más del 50% de la variación total de la cobertura del suelo en los Países Bajos, lo cual pone de relieve la competencia por el suelo entre la agricultura y el desarrollo urbano. Luxemburgo, donde la agricultura no es tan importante, tiene un valor similar al de Austria, Bélgica, Dinamarca y Alemania.

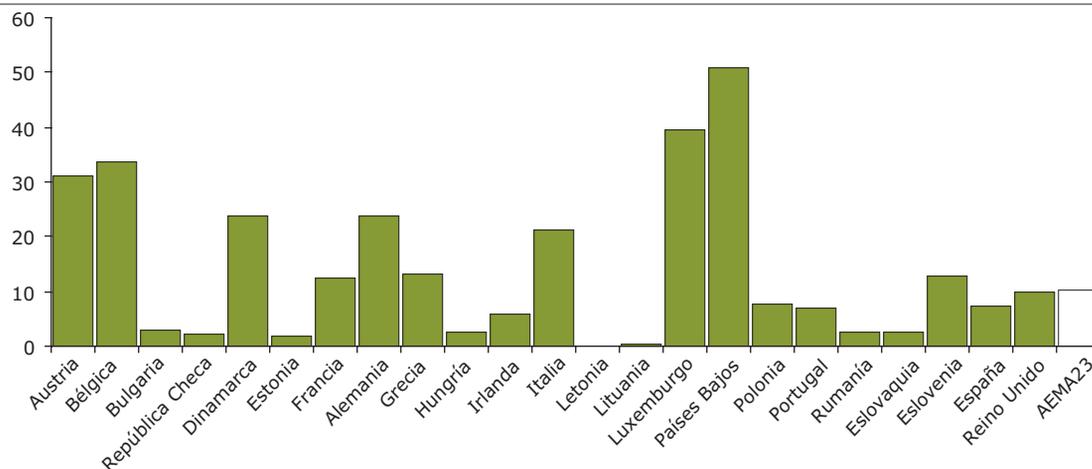
## 2.6. Diferenciación de paisajes rurales europeos

La agricultura es el uso predominante del suelo en Europa. Ocupa el doble de superficie que la silvicultura y 10 veces más que las zonas urbanas. La agricultura europea comprende un mosaico diverso de sistemas agrarios. Durante la segunda mitad del siglo XX se produjo la transformación de muchas zonas de paisaje rural tradicional en explotaciones agrarias modernas, más intensivas, como respuesta a la necesidad de asegurar el suministro de alimentos en la Europa de

**Figura 2.7 Ocupación media anual del suelo por infraestructuras y zonas urbanas como % de la ocupación urbana del suelo total de la AEMA23**



**Figura 2.8 Ocupación media anual del suelo por infraestructuras y zonas urbanas como % de cambio de la cobertura del suelo total, 1990-2000**



posguerra. Este objetivo fue inicialmente la base de la Política Agraria Común, y se ha cumplido en gran medida. Actualmente se ha reorientado la PAC hacia una perspectiva de política rural más amplia, que tiene en cuenta más expresamente las consideraciones ambientales y las cuestiones relacionadas con el desarrollo rural. La adhesión de los nuevos Estados miembros, en los que no se han alcanzado todavía los niveles de productividad agraria occidentales, ha suscitado un nuevo debate sobre la conciliación de las necesidades de desarrollo con la protección de los espacios seminaturales, sobre todo los pastizales de secano, que son un elemento característico de los paisajes europeos.

### **Perspectiva espacial**

Debido a las numerosas fuerzas motrices que han entrado en acción a lo largo de la década, los cambios de la cobertura del suelo en la agricultura reflejan tendencias contrarias. El abandono de las tierras de labor coexiste con la intensificación agraria en un mismo país e incluso a veces en una misma región (mapa 2.4).

Los modelos que han surgido se deben fundamentalmente a la respuesta de los agricultores a los cambios en las circunstancias económicas y del mercado. Han aparecido diferencias importantes entre las zonas más dinámicas y productivas y las más estables, que son susceptibles de abandono. El retroceso de la agricultura suele relacionarse con las conversiones en cadena entre pastos y cultivos en otras partes.

En Portugal y España parece haberse producido la conversión de nuevos suelos marginales a la agricultura, lo que también ha ocurrido en menor medida en el suroeste de Francia, Alemania oriental y Hungría. Este proceso se debe en parte a la escasez de suelos de calidad en algunos países, donde las tierras de labor se destinan a otros fines, sobre todo al desarrollo urbano.

Se observan conversiones entre pastos y cultivos, dándose a veces la extensificación —que puede ser el preludio del abandono de las tierras de labor— en la misma región que la intensificación. Las tendencias que se registran en Alemania oriental y Hungría son muy típicas de estas divergencias y pueden vincularse a las

reformas económicas de la agricultura. Es evidente la protección que se ha otorgado a las tierras de pastos en la República Checa, así como la conversión de pastos a cultivos en el sureste de Irlanda y otras regiones, a menudo impulsada por prácticas ganaderas más intensivas y la consiguiente demanda de piensos para animales. Se han abandonado tierras de uso agrario en algunas regiones montañosas del sur de Europa, en algunas partes de Alemania y en nuevos Estados miembros, como Hungría y Eslovaquia. En algunas regiones coexisten el abandono y la conversión de tierras marginales a la agricultura. Ambas tendencias son potencialmente perjudiciales para la biodiversidad.

### **Fuerzas motrices e impactos**

La tendencia principal observada en Europa ha sido la conversión de tierras de cultivo y permanentes en tierras de pasto, retiradas y en barbecho (figura 2.9). Hay tres aspectos fundamentales a considerar: la conversión de suelo agrario en zonas de expansión urbana (como se ha explicado en el apartado anterior); la conversión y rotación de pastos a tierras de labor y viceversa, dentro de los usos agrarios; la retirada de tierras de labor con o sin creación de bosques y conversión a la agricultura de suelo forestal y natural.

La conversión a largo plazo entre pastos y tierras de labor suele estar relacionada con el cambio entre la agricultura intensiva y el pastoreo extensivo. Sin embargo, esto no suele ser todo: por ejemplo, algunos pastos se someten a gestión intensiva y no pueden considerarse como un uso del suelo extensivo, bajo en insumos. Existen importantes diferencias nacionales, localizándose más de la mitad de la extensión total de tierras de pastos, tierras retiradas y tierras en barbecho en la República Checa y Alemania.

A escala europea, la conversión de bosques y suelo natural a usos agrarios se compensa con la retirada de tierras de la agricultura, ya sea con o sin creación de zonas arboladas (figura 2.10). Las variaciones nacionales son importantes y los mapas demuestran que pueden producirse procesos opuestos en regiones vecinas e incluso en la misma región.

Las conversiones mencionadas, aun dentro de la misma región, parecen estar orientadas al mercado, claramente vinculadas con la escasez de suelo en algunos lugares,

o constituir una opción puramente individual de agricultores que deciden retirarse, por ejemplo. Cuando las conversiones no son las deseadas, sería útil contar con algunas políticas adaptadas al caso. Evidentemente, las prácticas extensivas podrían no ser económicamente viables de por sí.

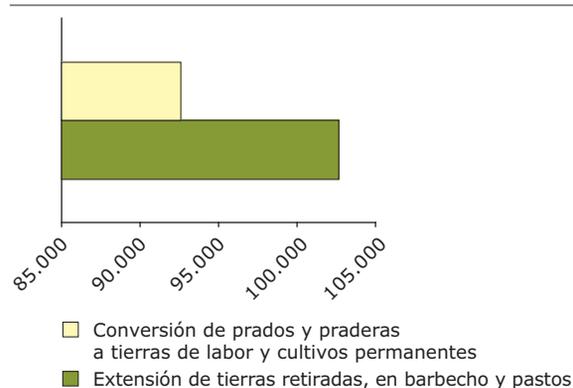
### Comparaciones entre países

Las rotaciones internas en la agricultura y las conversiones desde y hacia la agricultura representan más de la mitad de la rotación total de la cobertura del suelo (el 2,8% de una rotación del suelo total del 5,3%, en porcentaje del año inicial).

En la mayoría de los países, la superficie agraria se ha reducido a expensas de las tierras de labor o de las praderas y zonas agrarias heterogéneas (figuras 2.11 y 2.12). Estos cambios son moderados en términos netos, a excepción, como ya se ha dicho anteriormente, de Irlanda, donde se ha registrado un aumento de la producción de cultivos destinados a piensos para animales, y de la República Checa, donde el abandono de las tierras agrarias se ha visto paliado por una política de incentivos a los agricultores que mantengan o amplíen sus prados y praderas. También hay que señalar una pequeña extensión de la superficie de tierras de labor en los países Bálticos.

Estas variaciones netas totales enmascaran una serie de cambios y conversiones que han tenido lugar en los

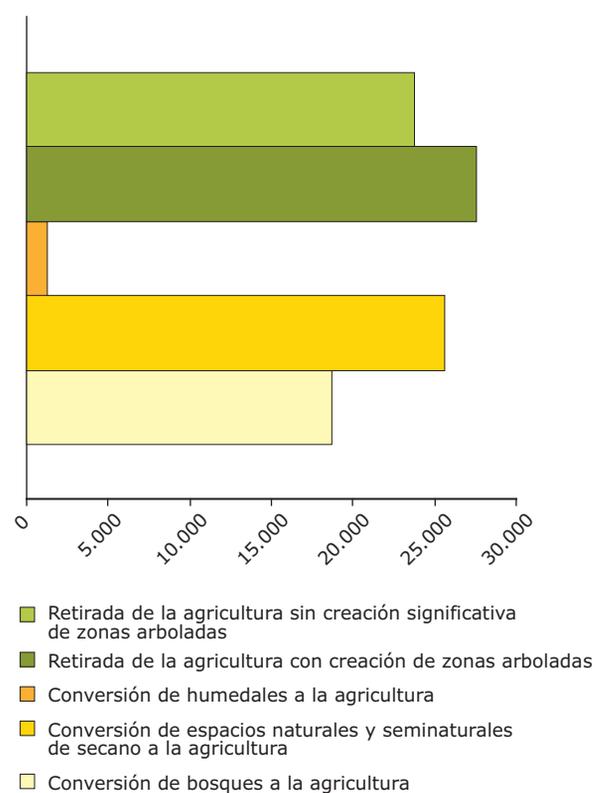
**Figura 2.9 Principales flujos anuales de conversión agraria en hectáreas anuales, 1990-2000, AEMA23**



distintos países. Aunque en la mayoría de ellos no es posible detectar tendencia alguna a escala nacional, sí pueden encontrarse importantes conversiones locales y regionales.

La retirada de tierras de la agricultura con y sin creación de zonas arboladas y la conversión de bosques y otras tierras seminaturales a la agricultura varían según los países (figura 2.13). Se observan grandes rotaciones en Hungría y Eslovaquia, donde la retirada de la agricultura es el componente fundamental; en España, donde el cambio principal es la conversión a la agricultura; y en Portugal, donde tienen lugar ambos procesos.

**Figura 2.10 Principales conversiones anuales entre la cobertura del suelo agraria y forestal/seminatural en hectáreas anuales, 1990-2000, AEMA23**



**Mapa 2.4 Conversiones internas y externas de la agricultura, 1990-2000**



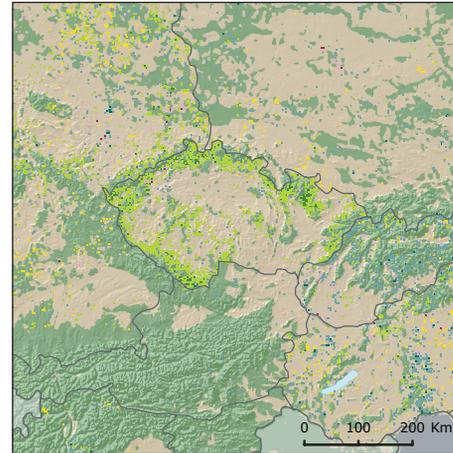
## Pautas de cambio típicas: diferenciación de los paisajes agrarios

**Conversión de tierras de labor a praderas o bosques.** Para paliar los efectos de la transición a la economía de mercado, la República Checa creó incentivos para que los agricultores mantuviesen las tierras agrarias dedicadas a praderas, en la medida de lo posible. Esta política ha sido un gran éxito, que ha dado lugar a una gran extensión de los prados y las praderas (de un verde luminoso) durante el período. Fue diferente el sistema adoptado en Eslovaquia, donde la tierra volvió a sus propietarios anteriores, no necesariamente interesados en la agricultura. En consecuencia, se han retirado algunas tierras de la agricultura, creándose zonas arboladas. Estas dos situaciones coexisten en muchas partes de Europa.

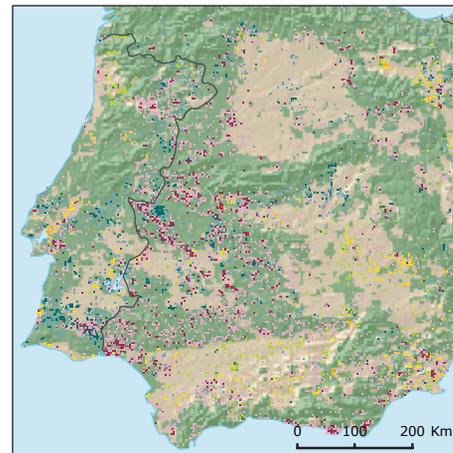
**Retirada de tierras de la agricultura y conversión de tierras marginales a cultivos.** En la Península Ibérica, la retirada de tierras de la agricultura acompañada de la creación de zonas arboladas puede coexistir con nuevos cultivos en espacios naturales abiertos. Parte de este proceso se explica por las rotaciones plurianuales entre suelos forestales (inclusive matorrales y zonas arboladas de transición) y la agrosilvicultura, que alterna los claros y la regeneración natural. El resto se debe a las políticas de reforestación, al fomento de las plantaciones de árboles y a las subvenciones agrarias para cultivos como la oliva. Si no se manejan con cuidado, estos cambios pueden provocar la pérdida de valiosos hábitat de gestión extensiva.

**Conversión de tierras de labor a prados y praderas y retirada de tierras de la agricultura.** En términos generales, entre 1990 y 2000, Francia registró un ligero descenso de su superficie agraria. No obstante, este pequeño cambio total oculta algunos contrastes regionales. Las áreas al sur de París (azul oscuro) muestran la retirada de la agricultura, pero se observan conversiones de prados a tierras de labor (amarillo y rosa) en la gran cuenca de París.

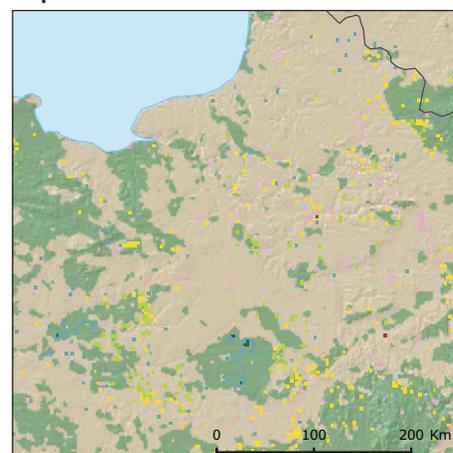
Mapa 2.4a



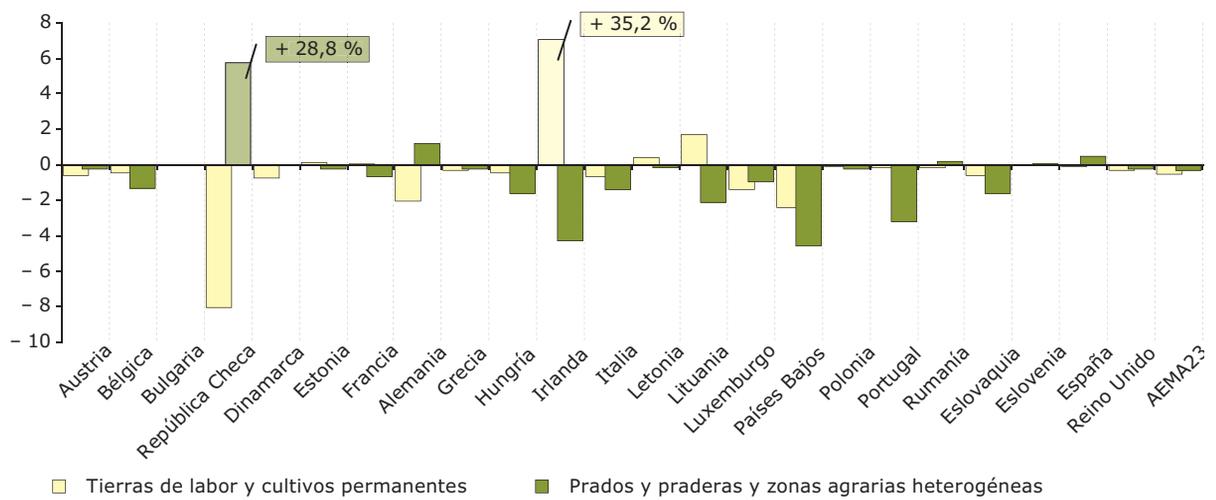
Mapa 2.4b



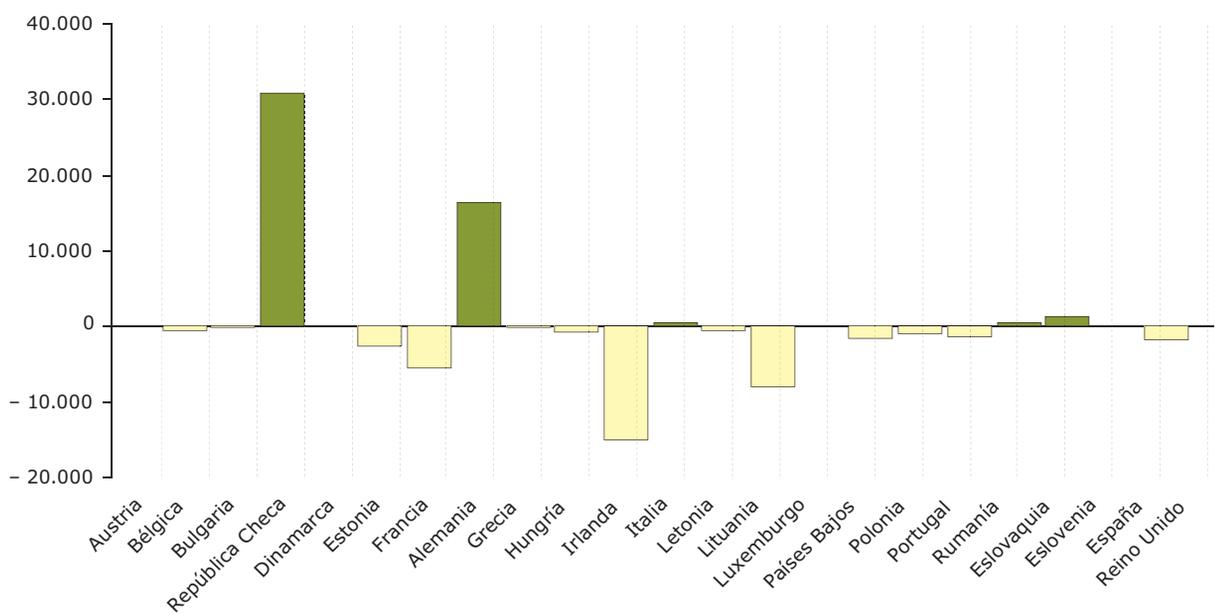
Mapa 2.4c



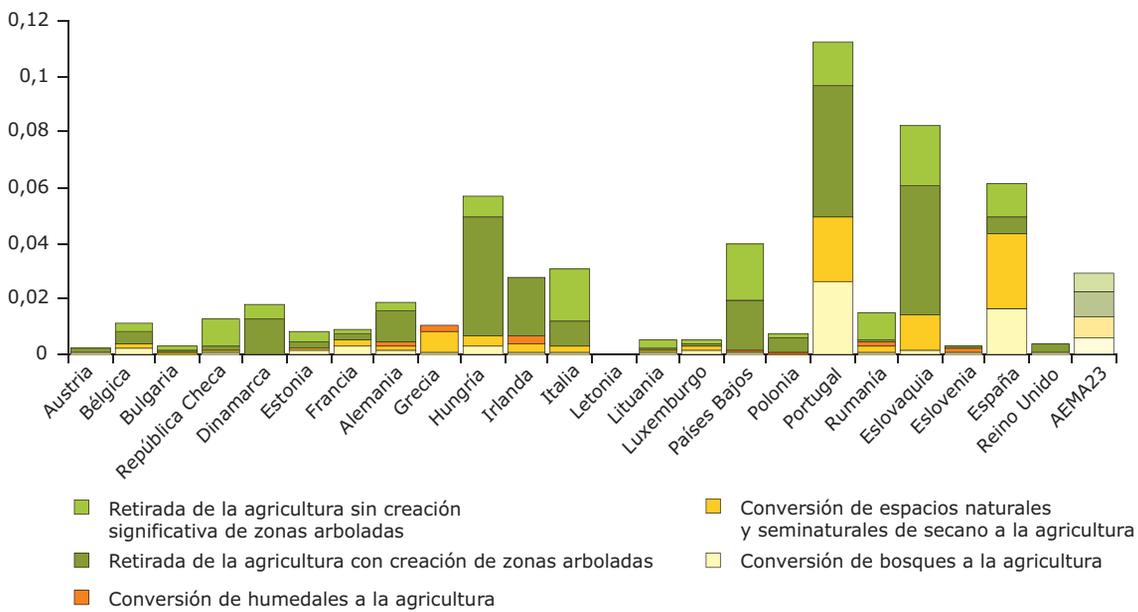
**Figura 2.11 Formación neta de suelo agrario, 1990–2000, en % del año inicial, AEMA23**



**Figura 2.12 Conversión neta de prados (+) a tierras de labor y cultivos permanentes (-) ha/año, AEMA23**



**Figura 2.13 Conversiones entre suelo agrario, forestal y natural, en % de la superficie del país, 1990-2000**



## 2.7 La extensión del suelo forestal en las regiones periféricas

La superficie forestal total de Europa ha aumentado un 0,5% en 10 años. Sin embargo, a lo largo de este decenio, el territorio forestal ha experimentado notables rotaciones, de hasta un 8%, principalmente como consecuencia de talas y repoblaciones. Del millón de hectáreas de nueva superficie forestal, una cuarta parte es consecuencia de la retirada de tierras de la agricultura (mapa 2.5).

### Perspectiva espacial

Se han realizado importantes forestaciones en Irlanda, Portugal, España y Reino Unido (Escocia). La forestación de zonas agrarias es a menudo una fuente alternativa de ingresos para los agricultores de zonas donde la actividad agraria tiene problemas y ha recibido subvenciones de la PAC. Por ejemplo, el Reglamento (CEE) N° 1257/1999 establece un programa de ayudas para promover la forestación como alternativa a los usos agrarios del suelo y para desarrollar actividades silvícolas en las explotaciones agrarias.

**Mapa 2.5 Forestación en Europa, 1990-2000**



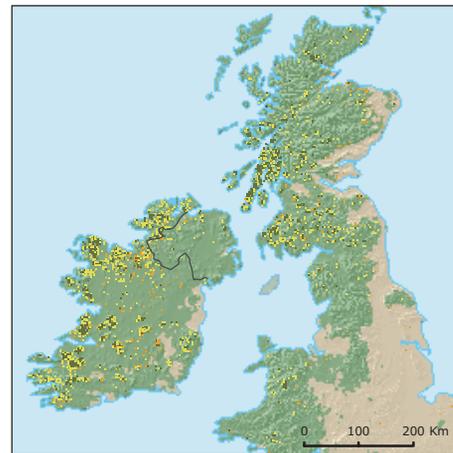
## Pautas de cambio típicas: forestación de suelo seminatural

En Escocia se ha seguido trabajando para proteger y plantar árboles nativos (especialmente abedul y roble); sin embargo, la mayoría de las nuevas plantaciones son de coníferas, que representan alrededor del 20% del suelo forestado en 2000. La cobertura forestal de Irlanda ha aumentado hasta alcanzar aproximadamente un 10% de la superficie de suelo total, con el objetivo de llegar al 17% en 2030. Un factor limitante ha sido la escasez de suelo adecuado y asequible, por lo que en el pasado se solía plantar sobre turberas de cobertor debido a su escaso valor agrario. Desde mediados de los 90, las políticas adoptadas han ido orientadas a abandonar la plantación en turberas de cobertor de montaña para utilizar suelos minerales húmedos, de valor marginal para la agricultura, pero muy productivos para la silvicultura.

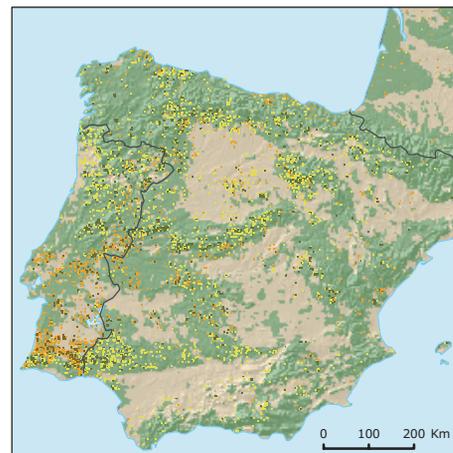
La superficie forestal total de España aumentó durante los años 90, lo que indica el éxito de los planes de forestación. Las políticas adoptadas también han contribuido a mantener los bosques más valiosos. Las nuevas áreas forestales de frondosas y bosque mixto —en lugar de coníferas— han sustituido fundamentalmente a zonas arboladas de transición o a zonas seminaturales de secano. En Portugal, la creación de bosques ha sido el principal cambio registrado en la ocupación del suelo. El continuo abandono de tierras, junto con la retirada de la explotación mediante quemadas, talas y pastoreo, ha permitido la invasión de matorral y el crecimiento de árboles en muchas zonas de todo el país.

En Italia, la retirada de la agricultura y la forestación en los Alpes y en los Apeninos se ha debido al abandono de pastos y al declive de las tierras de cultivo en bancales. Esta tendencia ha contado con el apoyo de las medidas de reforma de la política agraria común, en particular el Reglamento (CEE) N° 2080/92 de ayudas a la forestación de tierras agrarias. En el Mediterráneo francés, la creación de bosques es consecuencia en gran medida de la reforestación de suelos seminaturales degradados, que habían sufrido daños por incendios.

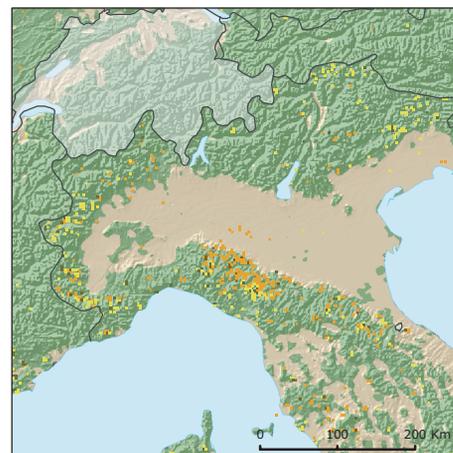
Mapa 2.5a



Mapa 2.5b



Mapa 2.5c



### Fuerzas motrices e impactos

Debido a la función que desempeñan para mantener el equilibrio de paisajes en Europa, los cambios de la cubierta forestal y sus tipos son importantes. Intervienen factores ecológicos concretos: por ejemplo, el rápido desarrollo de los bosques de producción en el sur de Europa no sólo genera ecosistemas pobres, sino que también puede contribuir a que estos bosques sean más propensos a sufrir incendios frecuentes. La forestación también puede acarrear efectos adversos: algunos de los suelos de secano o humedales naturales utilizados para las plantaciones pueden tener un alto valor de conservación, que se destruye con la forestación.

Entre 1990 y 2000, se produjo cierta deforestación para destinar suelo a zonas urbanas e infraestructuras y a usos agrarios. Las superficies deforestadas fueron pequeñas por término medio, pero estos cambios pueden afectar en algunos casos al ecosistema regional. La creación de bosques en tierras destinadas anteriormente a la agricultura, junto con la forestación de espacios naturales abiertos, es una tendencia significativa en algunos países (por ejemplo, Irlanda, Países Bajos, España y Reino Unido).

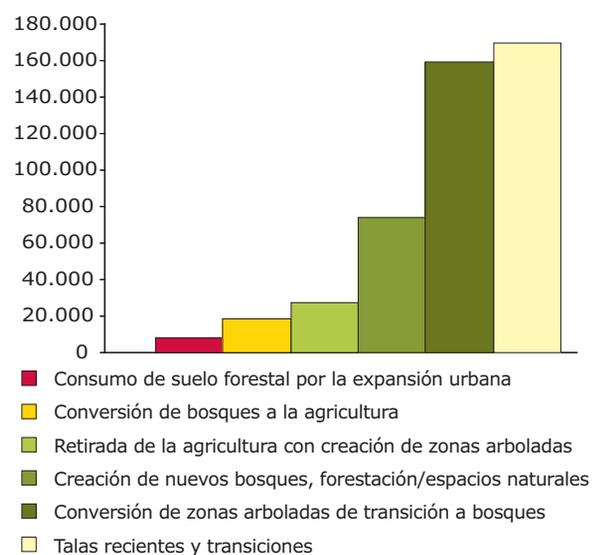
También se observa la creación de zonas arboladas en países o regiones periféricas del Atlántico y en algunos de los nuevos Estados miembros, así como en las zonas montañosas del Mediterráneo, aunque en menor medida.

Las otras dos categorías de cambio de la cobertura del suelo para los bosques son la conversión de zonas arboladas de transición en bosques y las recientes talas (figura 2.14). Los datos de estas dos clases de cobertura del suelo del CLC no son tan precisos como los inventarios forestales de cada país, pero las pautas observadas son similares. La principal ventaja del enfoque Corine es que permite a los usuarios vigilar la distribución espacial de las tendencias forestales de forma coherente en toda Europa.

### Comparaciones entre países

En general, la superficie forestal de Europa ha aumentado muy poco, con la excepción de Irlanda, que había sido el país menos boscoso de Europa, pero en el cual se han realizado importantes forestaciones (figura 2.15). Sin embargo, la superficie ocupada por espacios naturales y seminaturales abiertos (humedales, pastizal de secano, brezal, arena y roca desnuda, y glaciares en Austria e Italia) ha sufrido una reducción general.

**Figura 2.14 Principales tendencias de la formación de bosques y zonas arboladas en hectáreas anuales, 1990-2000, AEMA23**

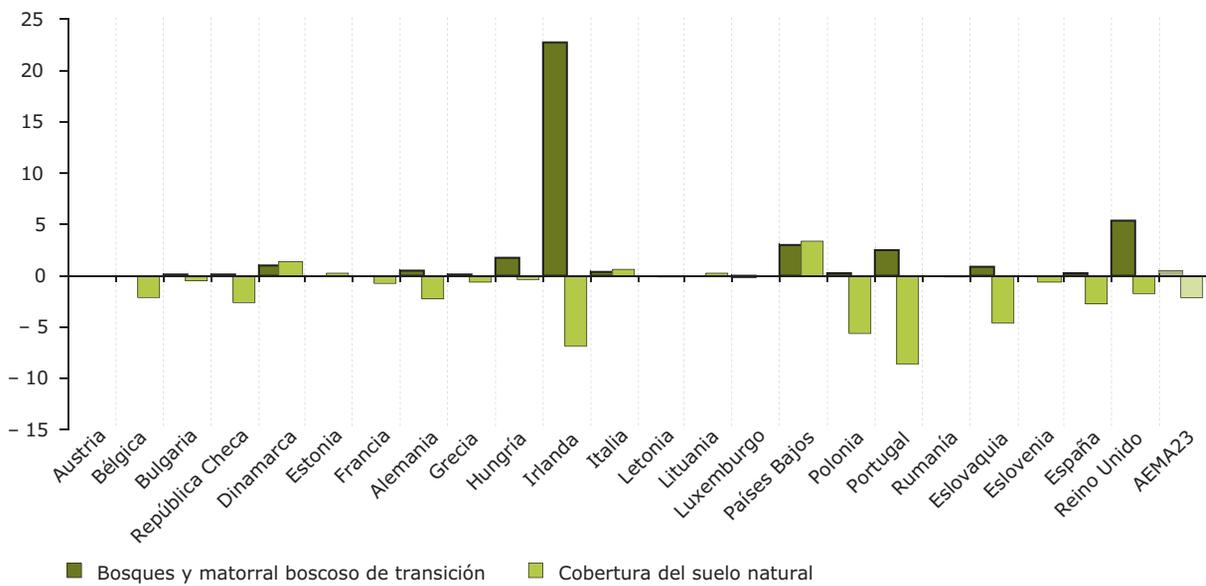


La formación neta de bosques y espacios naturales enmascara las rotaciones internas que tienen lugar, que son mucho mayores y adquieren gran importancia como factor para determinar la edad de los bosques y su calidad ecológica.

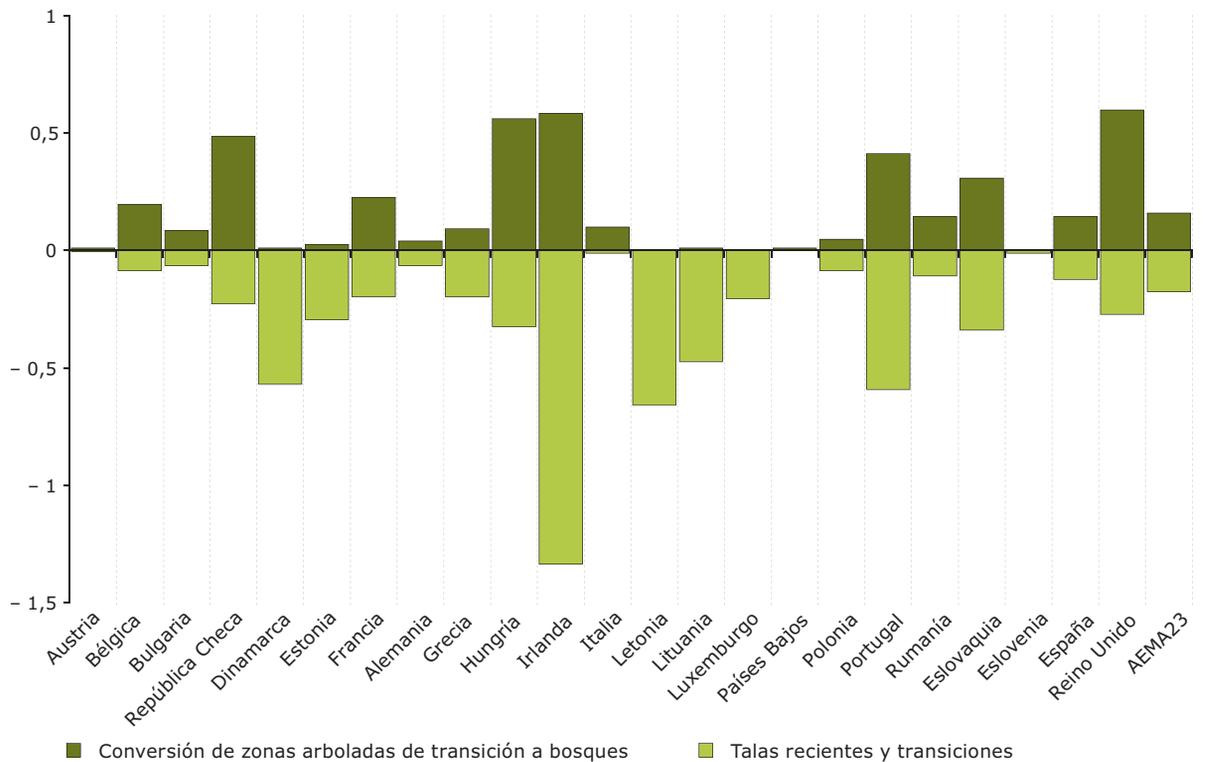
Un factor crítico que determina la salud ecológica de un bosque es su gestión. Las talas extensivas pueden degradar su calidad ecológica, que sólo se restaura cuando se permite que los árboles alcancen la madurez. Si los cambios en las rotaciones internas de los bosques parecen compensarse en el conjunto de Europa, a escala nacional se producen rotaciones significativas, como ha ocurrido en los países donde los cambios de la cobertura del suelo han sido lentos durante el período, como Dinamarca, Letonia, Lituania y Luxemburgo (figura 2.16).

La forestación en espacios naturales abiertos y la creación de zonas arboladas como consecuencia de la retirada de tierras de la agricultura, ha sido un cambio importante en países como Hungría, Portugal y Eslovaquia. En términos de incremento relativo de la superficie forestal, Irlanda va seguida de Portugal, Eslovaquia, España, Hungría y Reino Unido (figura 2.17). En porcentaje de la creación total de bosques y

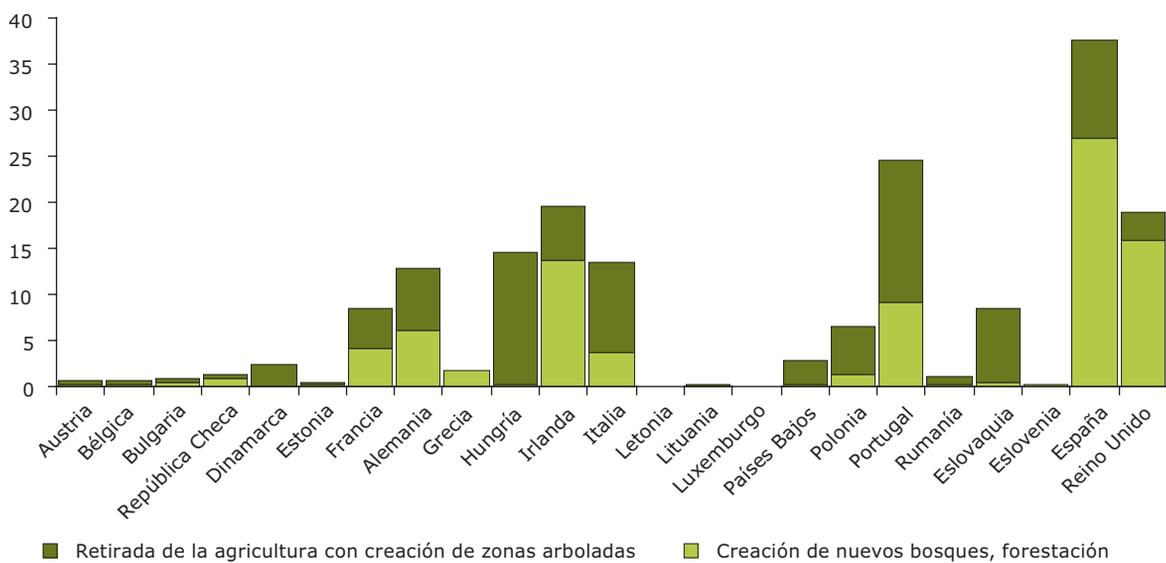
**Figura 2.15 Formación neta de bosques y suelo natural en %, 1990-2000, AEMA23**



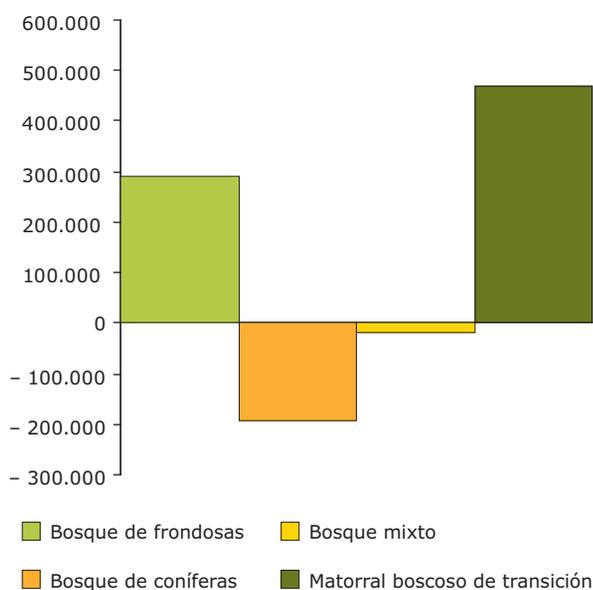
**Figura 2.16 Rotaciones internas de bosques, hectáreas anuales en % del territorio forestal, 1990, AEMA23**



**Figura 2.17 Contribuciones a la creación total de bosques y zonas arboladas en Europa (%)**



**Figura 2.18 Cambios en la composición de los bosques europeos en hectáreas, 1990-2000, AEMA23**



zonas arboladas en Europa, España y Portugal se sitúan en primer lugar, seguidos de Irlanda y Reino Unido.

El análisis de la composición de los bosques revela la importancia de las rotaciones internas vinculadas al ciclo forestal de talas y repoblaciones, así como un ligero retroceso de los bosques de coníferas y un aumento de los bosques de frondosas (figura 2.18).

## 2.8 Resumen y conclusiones

La forma en que percibimos los paisajes y nos sentimos atraídos por algunos de ellos, así como los sentimientos que nos afloran cuando surgen conflictos en relación con los usos del suelo, son cuestiones de extrema importancia para la conservación de la naturaleza y para el bienestar del ser humano en el futuro. Los paisajes cambian como consecuencia de los procesos naturales y de la influencia humana. Es tan importante saber dónde se producen los cambios como saber cuándo. Esto es así, en especial, dada la desigual distribución de los bienes y servicios ecológicos en Europa, la enorme variedad de actividades que les afectan y la variabilidad del tipo e intensidad de estos efectos a lo largo del tiempo.

Las pautas de uso del suelo en Europa demuestran que en casi todas partes se crean tensiones entre nuestras necesidades de recursos y espacio y la capacidad del suelo para sustentar y absorber tales necesidades. La globalización, la agricultura, las redes de transporte, los cambios demográficos y los mecanismos de planificación del suelo a escala nacional son los principales factores de presión sobre el medio ambiente. Existe una creciente conciencia de la importancia que tiene considerar el territorio como unidad de análisis y como base para fomentar una mejor coordinación de las políticas sectoriales.

En la década de los 90, los cambios en la ocupación del suelo de Europa se caracterizaron principalmente por el aumento de las zonas urbanas y otras superficies terrestres artificiales, así como de las zonas forestales, a expensas de las zonas agrarias y de las áreas naturales. Las zonas urbanas y las infraestructuras aumentaron un 6%; una extrapolación directa apunta a la duplicación de la superficie urbana en Europa en poco más de un siglo. La expansión urbana se concentra en zonas concretas, que tienden a ser aquellas en las que la tasa de crecimiento urbano ya era elevada durante los años 70 y 80. La expansión urbana también es significativa en las zonas costeras. En el contexto de un posible cambio climático y de los muchos impactos y dificultades de adaptación a los que consecuentemente habremos de hacer frente, estas perspectivas merecen atenta consideración.

En los años 90 se crearon aproximadamente 1 millón de hectáreas de nueva superficie forestada en Europa. Una cuarta parte eran tierras retiradas de la agricultura. Se han realizado forestaciones importantes en Irlanda, Portugal, España y Reino Unido (Escocia). La forestación de zonas agrarias ha sido subvencionada por la PAC y es a menudo una fuente alternativa de ingresos para los agricultores de zonas donde la actividad agraria tiene problemas.

La agricultura es el uso del suelo predominante en Europa y comprende un mosaico diverso de sistemas agrarios. La adhesión de los nuevos Estados miembros, donde todavía no se han alcanzado los niveles de productividad agraria occidentales, ha suscitado

nuevos debates sobre la conciliación de las necesidades de desarrollo con la protección de los espacios seminaturales, sobre todo los pastizales de secano. En la década de los 90, los cambios de ocupación del suelo en la agricultura mostraron tendencias muy contrapuestas; el abandono de las zonas agrarias coexiste con la intensificación de la actividad agraria en el mismo país y a veces incluso en la misma región.

Estas tendencias divergentes pueden relacionarse con las reformas económicas de la agricultura. La conversión de pastos a cultivos suele venir impulsada por la intensificación de la ganadería y la consiguiente demanda de piensos para animales. Se ha producido el abandono de zonas agrarias en algunas regiones montañosas del sur de Europa y en algunos de los nuevos Estados miembros. Tanto el abandono como la conversión son potencialmente perjudiciales para la biodiversidad. Las futuras reformas de la PAC podrían ayudar a paliar estos efectos.

En el ámbito político, Europa se encuentra en medio de un debate para dar a sus políticas una orientación territorial más marcada y más equilibrada a través de la Estrategia Territorial Europea. El objetivo a largo plazo es conseguir un territorio europeo con numerosas áreas y regiones prósperas, de modo que todas ellas desempeñen una función económica importante para Europa y proporcionen una buena calidad de vida a sus ciudadanos.

## Referencias y bibliografía adicional

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2002. Towards an assessment of European landscapes — methodological developments. Documento de trabajo no publicado.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. Corine Land Cover 2000, Mapping a decade of change. Folleto, AEMA, Copenhagen.

ESPON, 2005. Synthesis report II, In search of territorial potentials — Mid-term results by spring 2005. (Véase [www.espon.lu/online/documentation/programme/publications/index.html](http://www.espon.lu/online/documentation/programme/publications/index.html) — acceso el 18/10/2005).

### Origen y calidad de los datos

El Inventario Corine de cobertura y usos del suelo (CLC) es un inventario independiente, único a escala mundial: se basa en una clasificación única europea de tipos de ocupación del suelo, que lo convierte en un instrumento de inestimable valor para realizar evaluaciones de ámbito europeo y comparaciones entre países, regiones y otras zonas de interés.

El primer mapa de cobertura del suelo Corine se terminó a principios de los años 90. El Inventario Corine de cobertura y usos del suelo 2000 (CLC2000) actualizado se basa en los resultados de IMAGE2000, un programa de procesamiento de imágenes por satélite gestionado por el Centro Común de Investigación (JRC, Joint Research Centre) de la Comisión Europea, conjuntamente con la AEMA. Actualmente hay 29 países y más de 100 organizaciones que participan en la obtención y difusión de los datos del CLC2000. Este Corine actualizado aplica las mismas reglas metodológicas y comprende una cartografía independiente de los cambios de la cobertura del suelo y una revisión de la base de datos de 1990.

El valor del CLC radica en su empleo con otras bases de datos espaciales ambientales. En el territorio europeo se distinguen 44 tipos diferentes de ocupación del suelo, y el mapa se elabora mediante la interpretación fotográfica de las imágenes obtenidas por satélite por los equipos nacionales de los países participantes. Estos inventarios nacionales de coberturas y usos del suelo se integran posteriormente en un mapa de coberturas y usos del suelo de Europa. La base de datos europea así obtenida utiliza una metodología y nomenclatura estándar, que la convierte en una potente herramienta para su aplicación en los países participantes y en las comparaciones entre ellos. Dada la ingente cantidad de datos obtenidos por satélite y otras informaciones utilizadas, se tardan varios años en finalizar su tratamiento y validación en los 29 países participantes. Esta es la razón por la que los datos del inventario de 2000 sólo comenzaron a utilizarse consecuentemente en 2005.

Sin embargo, al igual que cualquier otro conjunto de datos, el CLC tiene sus limitaciones, relacionadas con la herramienta y la metodología de observación que se utilizan. El CLC es un análisis y un mapa de unidades paisajísticas, basado en sus características fisonómicas y radiométricas. No obstante, no se trata de una clasificación de pixels, ni de una medición de hectáreas de un determinado tipo homogéneo (como se hace en los estudios de explotaciones agrarias o en los sondeos zonales). Por el contrario, se trata de una referencia de fondo apropiada para analizar posibles conflictos entre el uso del suelo y los impactos de las presiones del uso del suelo sobre la biodiversidad, y para organizar e integrar otras fuentes de información.

La unidad de trabajo más pequeña del sistema de cartografía y clasificación CLC es de 25 ha. De este modo, más o menos todas las clases del CLC, observadas a través de imágenes obtenidas vía satélite, pueden incluir microzonas heterogéneas significativas de menos de 25 hectáreas. Por lo tanto, el CLC no sirve para realizar una evaluación muy precisa de las superficies (como la que hace falta para las estadísticas agrarias que se utilizan para calcular cultivos y las correspondientes subvenciones). Debido a la limitación de las 25 ha, la clasificación Corine incluye también clases mixtas («tejido urbano discontinuo» y «terrenos principalmente agrarios, con importantes espacios de vegetación natural»). Estas clases tienen un gran interés desde un punto de vista ecológico.

Las unidades de suelo del CLC aparecen o desaparecen cuando suben o bajan del umbral de 25 ha. Esto es coherente con la supervisión de los sistemas paisajísticos. Si se tiene en cuenta el mapa de cambios del CLC2000, el cambio más pequeño reflejado es de 5 ha. Por lo tanto, puede ocurrir (aunque muy raramente) que un cambio de 5 a 24 hectáreas conlleve la creación o eliminación de una pequeña zona. A fin de evitar errores de interpretación, el usuario tiene acceso a tres hojas de datos que puede comparar: CLC1990 revisado, cambios CLC 1990-200 y CLC2000. Todas ellas estarán disponibles en el sitio web de la AEMA desde principios de 2006.

La AEMA se ha encargado de la preparación y el control de calidad del CLC2000. El CLC1990, un programa experimental basado en imágenes de 1986 a 1994, no cumplía los mismos criterios pero, tras 10 años de uso extensivo, puede ya considerarse igualmente de buena calidad. Más aún, el CLC1990 original fue revisado durante el proceso de elaboración del CLC2000 a fin de corregir posibles errores y eliminar discrepancias geométricas que pudieran generar cambios falsos. Sin embargo, todavía persisten algunos problemas, especialmente en relación con algunos de los países que fueron pioneros en la aplicación de la metodología Corine en la década de los 80 y a causa de los distintos períodos de tiempo que han seguido los países entre la producción de los datos del CLC1990 y las actualizaciones del CLC2000. Estos problemas se van resolviendo a medida que se va haciendo uso de los datos y mejorándolos con el asesoramiento de expertos nacionales.

### Aplicación de métodos contables para analizar cambios espaciales

El método de contabilidad de suelos y ecosistemas (land and ecosystem accounts method, LEAC), desarrollado por la AEMA, es un marco para el análisis de los cambios espaciales en la cobertura del suelo. Partiendo de las 44 clases de ocupación del suelo de Corine, hay aproximadamente 1.900 posibles cambios uno a uno de una clase Corine a otra. Este método presenta básicamente una tipología de estos cambios, clasificándolos por tipos de flujos. Los flujos se clasifican de la manera siguiente: «gestión de suelos urbanos», «expansión urbana residencial», «expansión de espacios económicos e infraestructuras», «conversiones agrarias internas», «conversión de bosques y suelos naturales a la agricultura», «retirada de tierras de la agricultura», «creación de bosques y gestión forestal», «creación y gestión de masas de agua» y «cambios debidos a causas naturales y variadas». Después se combinan los flujos con los inventarios de 1990 y 2000 para valorar la importancia relativa de los diversos procesos. Aprovechando al máximo el CLC, se realizan las cuentas de cobertura del suelo al nivel más detallado y pueden elaborarse tablas e indicadores y realizarse mapas de cualquier tipo de zona geográfica, desde países o cuencas fluviales hasta regiones o pequeñas áreas. El compendio completo de contabilidad de suelos y ecosistemas de la AEMA y sus estadísticas correspondientes pueden consultarse en [http://eea.eionet.eu.int/Public/irc/eionet-circle/leac/library?l=/leac\\_stat&vm=detailed&sb=Title](http://eea.eionet.eu.int/Public/irc/eionet-circle/leac/library?l=/leac_stat&vm=detailed&sb=Title) (último acceso 18/10/2005).

Además de para indicar las coberturas del suelo, la contabilidad de suelos está diseñada para que sirva de marco para la incorporación progresiva de otros datos y estadísticas. Algunos de estos datos están relacionados con cambios en la estructura, patrones, productividad, composición de especies y calidad (salud) de las unidades de cobertura del suelo consideradas como imágenes de ecosistemas. Otras estadísticas se referirán de forma específica a la cuestión del uso del suelo. Este uso del suelo tiene que ver con sus muchas funciones económicas y sociales: vivienda, producción de alimentos, actividades industriales, servicios, transportes, ocio y protección de la naturaleza. En la misma unidad de cobertura del suelo pueden darse muchos usos del suelo y es preciso describir sus distintas funciones por medio de estadísticas socioeconómicas. Debido a la infraestructura común que ofrece la contabilidad de la cobertura del suelo (basada en el CLC), la contabilidad de ecosistemas y la contabilidad de usos del suelo van unidas en un sistema que facilita el análisis de las interacciones entre la economía y el medio ambiente.

El cambio de la cobertura del suelo, expresado en número de cambios totales o en saldo neto de superficies, no es especialmente útil para interpretar los impactos ambientales. Importa más dónde tienen lugar esos cambios, especialmente si se tienen en cuenta los impactos que el uso del suelo puede tener sobre la naturaleza. Estos impactos son consecuencia del sellado del suelo y de la fragmentación causada por el desarrollo de superficies artificiales e infraestructuras lineales, que conducen a la destrucción o degradación casi irreversible de los ecosistemas naturales, así como del ruido y la contaminación generados por el transporte y otros usos intensivos del suelo. Otras formas de degradación pueden derivarse de la conversión de bosques y suelos naturales a la agricultura y, en determinados contextos, del uso de los suelos naturales (incluyendo humedales) para la forestación productiva. Además de la pérdida directa e irreversible del espacio ocupado por los hábitats naturales, estos diversos usos intensivos contribuyen a crear barreras que pueden fragmentar la red ecológica. Los mapas de paisaje de fondo han demostrado su eficacia para el análisis y la presentación de los cambios de la cobertura del suelo en su debido contexto. En este capítulo se presentan y se comentan estos «tipos de paisajes predominantes» y mapas «de fondo verde».

## 3 El cambio climático

### 3.1 ¿Qué es el cambio climático?

El tiempo (meteorológico) es algo que experimentamos todos los días. Se trata de si hace sol o llueve, de la temperatura y de la fuerza y dirección del viento. El clima es el tiempo (meteorológico) medio durante un período de tiempo prolongado.

El clima no es estático: ha cambiado en el pasado, a lo largo de los siglos, de los milenios e incluso períodos de tiempo más largos. Algunas de las causas naturales para ello son cambios fraccionales en la radiación solar, erupciones volcánicas que pueden cubrir la Tierra de polvo y las fluctuaciones naturales del propio sistema climático, como por ejemplo la Oscilación del Atlántico norte.

Los estudios recientes del clima histórico —con análisis pormenorizados de los anillos de los árboles, de los núcleos de hielo, de los sedimentos oceánicos y de los restos de coral y de vegetales— revelan un período de estabilidad general de unos 8.000 años, en el que las variaciones de las temperaturas medias planetarias han sido de tan sólo pequeñas fracciones de un grado centígrado. En los primeros 900 años del último milenio, las temperaturas medias globales del hemisferio norte registraron únicamente pequeñas fluctuaciones, inferiores a 1°C, seguidas de un rápido aumento de la temperatura durante los últimos 50 años (figura 3.1).

Las temperaturas medias globales están actualmente alrededor de 0,7°C por encima de los niveles preindustriales y están aumentando a mayor ritmo que en ninguna otra época de la historia humana moderna. Nueve de los 10 años más cálidos de los últimos 150 años, recogidos en un detallado registro termométrico, pertenecen al último decenio, y los cuatro más calurosos han sido 1998, 2002, 2003 y 2004. Las previsiones para los próximos 100 años apuntan a que esta tendencia continuará y se calcula que la temperatura mundial aumentará entre 1,4°C y 5,8°C.

En Europa, el ascenso de las temperaturas ha sido todavía mayor que la media global durante el siglo XX, concretamente de 0,95°C. El mayor calentamiento se ha producido en la Península Ibérica, en el noroeste de Rusia y en algunas zonas del Ártico europeo. En Europa, los ocho años más cálidos jamás registrados son

posteriores a 1990, siendo el más caluroso el año 2000. Se calcula que la temperatura media europea subirá entre 2°C y 6,3°C en los próximos 100 años.

La inquietud inicial de los científicos de que este calentamiento global pudiera deberse en gran medida a las emisiones de los gases de efecto invernadero generados por las actividades humanas se ha convertido ya en una certeza casi absoluta. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), una organización mundial de científicos, fue creado por la Organización Meteorológica Mundial y por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1998, a fin de estudiar las pruebas disponibles. En 2001 llegó a la conclusión de que, si bien muchas de las fluctuaciones térmicas registradas hasta mediados del siglo XX podían deberse a episodios naturales, como erupciones volcánicas y variaciones de la actividad solar, «existen pruebas nuevas y más convincentes de que la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años se puede atribuir a actividades humanas», en especial a la emisión de gases de efecto invernadero.

El factor más importante es el fuerte aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Estos gases atrapan el calor irradiado desde la superficie de la Tierra e impiden que salga al espacio. Este efecto se conoce desde hace más de un siglo, pero ahora se puede medir directamente en la atmósfera. El mayor responsable es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un gas generado por el uso de combustibles fósiles. Los principales combustibles fósiles son el carbón, el petróleo y el gas natural, que están formados por materia vegetal y animal de millones de años de antigüedad. Otra causa del incremento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera es la tala de bosques a gran escala (deforestación).

La actividad humana emite actualmente a la atmósfera unos 25.000 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub>, el gas de efecto invernadero más importante. Este gas permanece en la atmósfera alrededor de un siglo antes de ser absorbido por los océanos y por los ecosistemas terrestres. Dada su larga vida atmosférica, las emisiones de CO<sub>2</sub> han provocado una elevación constante de las concentraciones del gas en la atmósfera: la tasa actual está entre una y dos partes por millón al año. La concentración atmosférica preindustrial del gas de entre

250 y 280 partes por millón (ppm) ha aumentado hasta las 375 ppm de hoy en día: una cifra superior a cualquier otra época de los últimos 500.000 años.

Las emisiones antropogénicas de otros gases de efecto invernadero como el metano, el óxido nitroso y los fluorocarburos también han aumentado las concentraciones de estos gases en la atmósfera. Estos aumentos han sido suficientes para causar el mismo efecto de calentamiento que una cantidad adicional de 50 ppm de CO<sub>2</sub>. Los científicos del IPCC han llegado a la conclusión de que la suma de estas acumulaciones de gases de efecto invernadero es la causa fundamental del reciente cambio climático y la causa probable del calentamiento futuro.

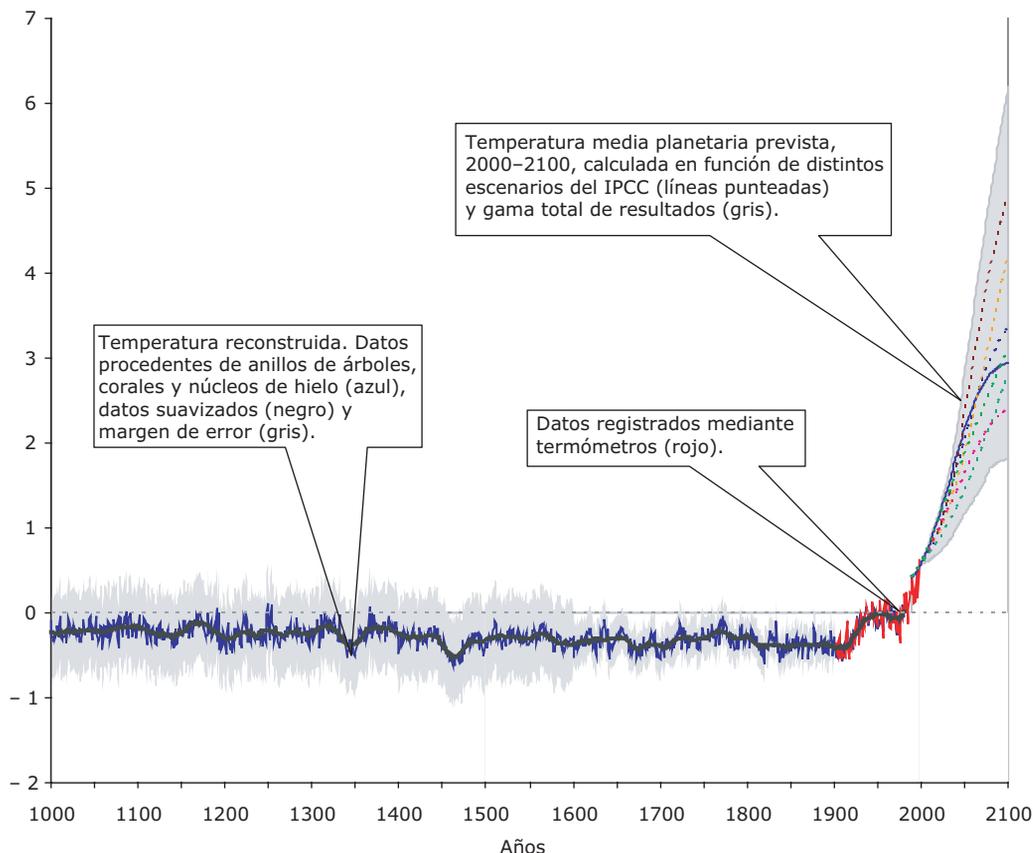
### 3.2 Síntomas del cambio climático

En todo el mundo se observan ya síntomas del cambio climático. El más evidente es la fusión de la mayoría de los glaciares de montaña del mundo y de los hielos de Groenlandia debido al calentamiento global. En general, el calentamiento es mayor en las regiones polares, donde la fusión de los hielos hace que se absorba más energía solar en la superficie de la Tierra y se refleje menos al espacio. Las temperaturas árticas invernales han llegado a aumentar hasta 5°C en algunas zonas, siete veces la media de incremento medio mundial.

Hay otras indicaciones de cambio de los ciclos meteorológicos en todo el mundo, como consecuencia

**Figura 3.1** Temperaturas reconstruidas y medidas durante los últimos 1.000 años (hemisferio norte) y ascenso de la temperatura previsto para los próximos 100 años

Desviaciones de las temperaturas (°C) respecto a la media de 1961 a 1990



**Fuente:** Mann *et al.*, 1999 (últimos 1.000 años); IPCC, 2001 (previsiones para los próximos 100 años).

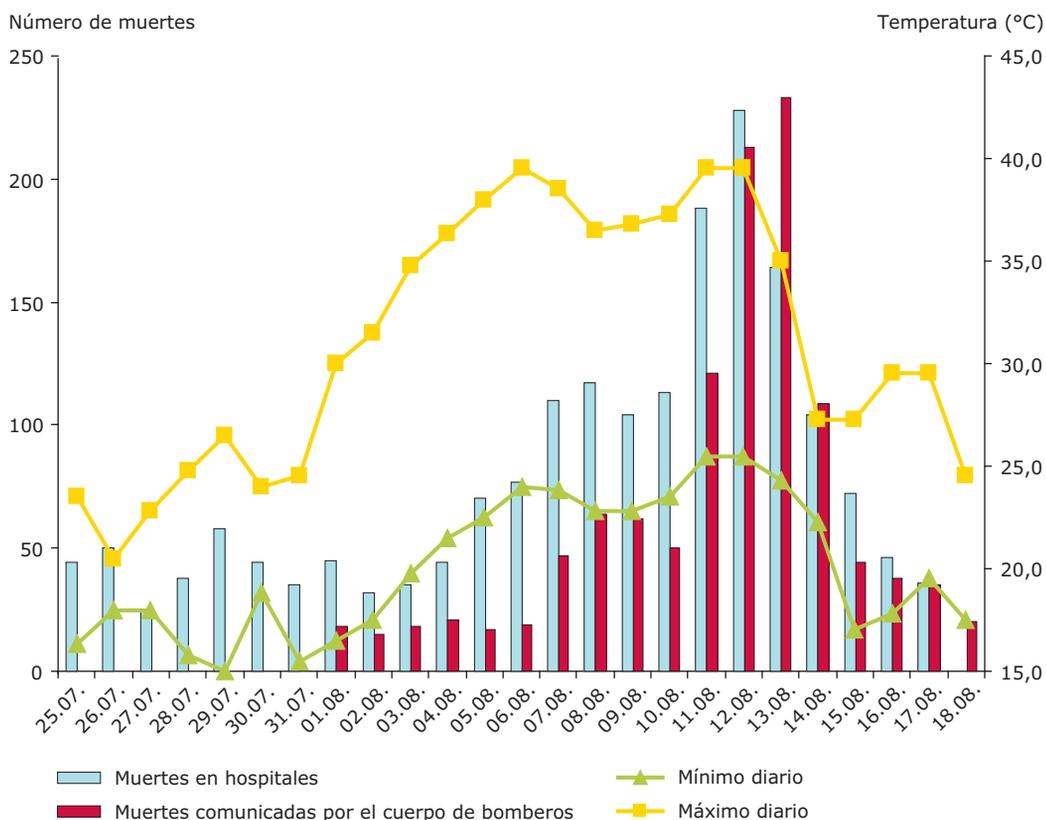
de la energía térmica adicional que entra en el sistema climático debido al ascenso de las temperaturas. En el océano Pacífico, las fluctuaciones periódicas conocidas como el fenómeno de «El Niño» parecen aumentar en frecuencia e intensidad. Las tormentas tropicales afectan a nuevas zonas. En el océano Antártico, los sistemas meteorológicos que traían la lluvia al suroeste de Australia ya no suelen tocar tierra. Otros sistemas meteorológicos alcanzan la Península Antártica, donde antes eran desconocidos.

La mayor presencia de energía en la atmósfera también está provocando un aumento de condiciones extremas de toda índole, como sequías, fuertes lluvias, olas de calor y a veces incluso frío intenso. En los últimos años, Europa ha registrado un incremento de las inundaciones —238 entre 1975 y 2001 y 15 grandes inundaciones sólo en 2002—, así como de las olas de calor e incendios

forestales. Cuando se agotan los cultivos y las inundaciones convierten algunas zonas en inhabitables, estos episodios comienzan a tener un efecto negativo, especialmente en sociedades y economías vulnerables. El ascenso de las temperaturas en el Ártico y la pérdida de hielos marinos están dañando los ecosistemas y las culturas indígenas que dependen de ellos.

Dos de los impactos más notorios de la elevación de las temperaturas en Europa son la fusión de los hielos y la menor niviosidad. Ocho de las nueve regiones glaciales de Europa sufrieron un retroceso significativo de los glaciares durante el siglo pasado. En los Alpes, los glaciares perdieron un tercio de su superficie y la mitad de su masa entre 1850 y 1980. Este retroceso se ha acelerado desde 1980, al mismo ritmo que el cambio climático. En 2003 desapareció otra cuarta parte de la superficie de los glaciares alpinos, con una pérdida

**Figura 3.2 Cifras de víctimas mortales y temperaturas mínimas y máximas registradas en París durante la ola de calor del verano de 2003**



Fuente: IVS, 2003.

del 10% tan sólo durante el caluroso verano de aquel año. Los estudios climáticos históricos indican que esta zona no había visto un cambio de tal magnitud desde al menos hace 5.000 años.

En toda Europa se reduce la niviosidad y aumenta la pluviosidad. En consecuencia, la cubierta nivosa invernal ha disminuido de forma significativa desde los años 60.

En el norte ártico de Europa, la mayor temperatura del aire y del agua ha provocado la fusión de los hielos marinos. Las últimas mediciones reflejan la menor superficie de hielo marino jamás registrada desde 1978, año en que comenzaron a obtenerse datos por satélite. La tasa de reducción actual se cifra en el 8% por década; a este ritmo, es posible que ya no quede hielo en el verano de 2060. Entre tanto, el espesor del hielo también ha disminuido a razón de un 40% de promedio, mientras que el período de deshielo estival en el Ártico se ha prolongado en más de cinco días desde 1979.

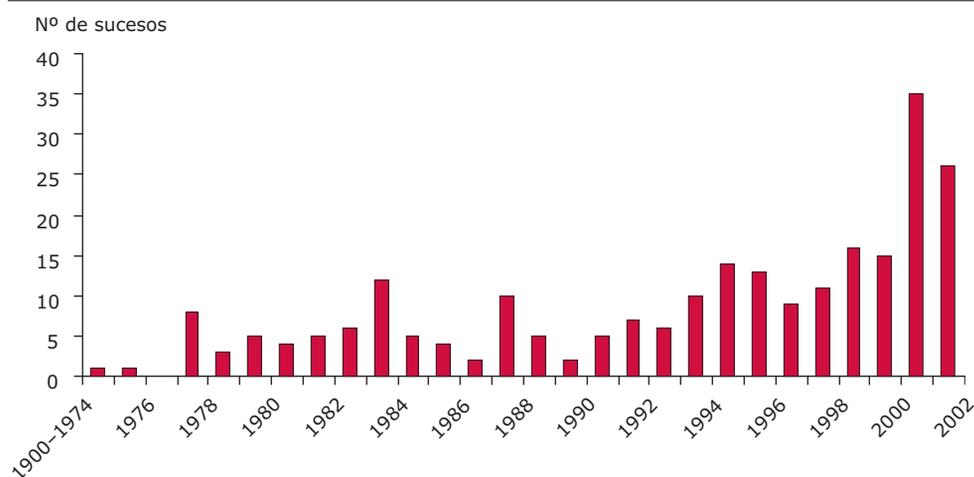
En el capítulo 8 se analiza cómo afecta el cambio climático a la biodiversidad. Respecto a los paisajes, cabe señalar que la temporada media anual de crecimiento de las plantas se ha alargado 10 días en toda Europa desde 1960 y que la productividad vegetal ha aumentado un 12% durante el mismo período. En conjunto, estos dos factores han aumentado el «verdor»

del continente, aunque la situación es variable. La creciente escasez de agua y las temperaturas excesivas en Europa meridional comienzan a contrarrestar esta tendencia y los modelos climáticos indican que buena parte del continente podría comenzar a «amarillear» en el futuro, a medida que avancen los desiertos.

A menudo es difícil distinguir entre los efectos del cambio climático y otros factores, como los cambios en el uso del suelo. Sin embargo, el cambio climático parece estar afectando ya a muchos sectores de la sociedad en toda Europa. Las elevadas temperaturas y las intensas sequías aumentan el número y la gravedad de los incendios forestales en el Mediterráneo. Estos suponen una amenaza para la agricultura, la silvicultura, el turismo y la habitabilidad de las tierras. Entre tanto, el turismo invernal alpino se ve perjudicado por la desaparición de los glaciares. Las variaciones de pluviosidad y de los caudales de los glaciares alteran los caudales fluviales, provocando a veces inundaciones o vaciando los embalses. Las altas temperaturas estivales intensifican las nieblas fotoquímicas o «smog», elevando las concentraciones de ozono a niveles que aumentan las probabilidades de que se causen perjuicios para la salud.

Resulta imposible decidir si la ola de calor que afectó a Europa en 2003 fue provocada directamente por el cambio climático. Los episodios extremos suelen tener

**Figura 3.3** Número de inundaciones



Fuente: OMS-CEMAS, 2003.

muchas causas, pero no cabe duda de que, al elevar las temperaturas medias, el cambio climático favorece la aparición de estos fenómenos. Los modelos climáticos indican que la probabilidad de que se produzcan olas de calor se ha duplicado en los últimos años y que pueden ser todavía más frecuentes en el futuro.

Las altas temperaturas constituyen una amenaza para la salud humana. Durante la ola de calor de 2003, se registraron 20.000 muertes más en Europa que en el mismo período de años anteriores, 14.000 de las cuales fueron en Francia. La mayor parte de estas muertes fueron causadas por golpes de calor y enfermedades cardíacas y respiratorias, en un período de temperaturas máximas diurnas de 40°C y mínimas nocturnas por encima de los 25°C en las noches más calurosas (figura 3.2).

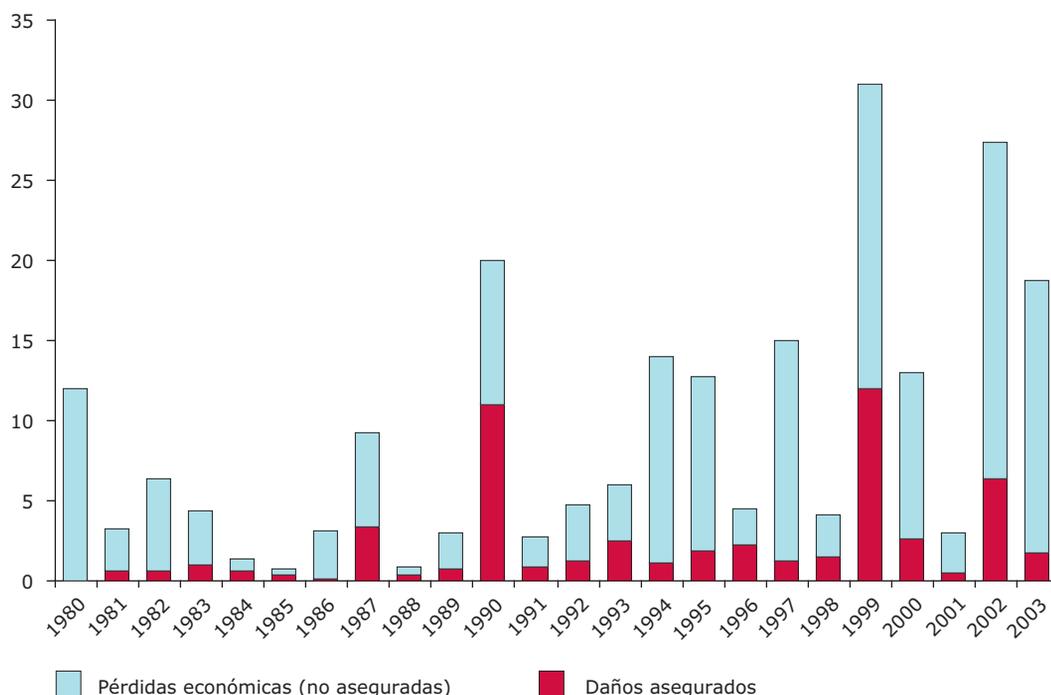
La Organización Mundial de la Salud (OMS) cree que la mortalidad anual causada por las olas de calor podría

multiplicarse a mediados de siglo a consecuencia del cambio climático. La iniciativa personal para evitar los peores efectos del calor puede implicar un fuerte aumento del uso de sistemas de aire acondicionado en buena parte de Europa. Sin duda, esto provocará una reacción en cadena en la producción y el consumo de energía y las consiguientes emisiones de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con la OMS, las altas temperaturas también aumentan la incidencia de diversas enfermedades, desde las alergias como la fiebre del heno hasta los ataques de asma provocados por el *smog* ozónico, pasando por las intoxicaciones alimentarias, que tienen una probada relación con la temperatura, e incluso la propagación de enfermedades transmitidas por las garrapatas, como el mal de Lyme. También pueden aumentar las zonas de riesgo de la malaria y el PNUMA-GRID/Arendal ha pronosticado el doble de potencial epidémico en Europa.

**Figura 3.4 Pérdidas económicas y daños asegurados provocados por catástrofes relacionadas con el clima y la meteorología en Europa**

Miles de millones de dólares estadounidenses



Fuente: NetCat Service, Munich Re, 2004.

Los extremos climáticos aumentan el riesgo de que se produzcan episodios catastróficos de toda índole. Las inundaciones, en particular, se han disparado en toda Europa y, aunque se ha evitado un incremento proporcional del número de muertes gracias a la existencia de mejores sistemas de alerta y rescate, los daños materiales han sido importantes (figuras 3.3 y 3.4). Las graves inundaciones ocurridas en Alemania, Austria, la República Checa, Eslovaquia y Hungría en agosto de 2002 causaron pérdidas económicas por un valor aproximado de 25.000 millones de euros. En 2005 volvieron a producirse inundaciones en Europa oriental.

### 3.3 Posibles impactos en el futuro

#### Ascenso de las temperaturas y variación de las precipitaciones

El IPCC ha declarado que si el mundo mantiene su actual trayectoria económica y tecnológica, sin que se introduzcan políticas específicas sobre el cambio climático, las temperaturas mundiales podrían aumentar entre 1,4 °C y 5,8 °C hasta el año 2100.

La temperatura futura dependerá de lo sensible que sea el clima al efecto «forzado» de los gases de efecto invernadero y del ritmo y de la forma de desarrollo a escala mundial. Los recientes estudios realizados durante la elaboración de la siguiente evaluación del IPCC, prevista para 2007, indican que las temperaturas podrían aproximarse a los valores más altos de este intervalo.

De acuerdo con los modelos de cálculo, si se mantienen las tendencias actuales, es previsible que el ascenso de las temperaturas en Europa sea bastante mayor que la media mundial durante el siglo que viene —entre 2 °C y 6,3 °C—, pero los cambios no serán uniformes en todo el continente. Dentro de Europa, se cree que el ascenso térmico será ligeramente superior en España, Grecia e Italia, así como en la zona nordeste del continente, pero es probable que sea inferior a lo largo del litoral atlántico, donde se seguirá notando el efecto moderador de las temperaturas oceánicas. En 2080, si se mantienen las tendencias actuales, casi todos los veranos de muchas zonas de Europa serán más calurosos que los más tórridos veranos actuales.

Entretanto, las tasas de precipitación también varían. Por supuesto, hay notables diferencias entre las tendencias

locales y regionales, pero la pluviosidad en el norte de Europa durante la década de los 90 fue entre un 10% y un 40% mayor que las medias de largo plazo, mientras que en el sur fue un 20% menor. Puede que estos cambios sean excepcionales, debido en parte a ciclos climáticos naturales, como la Oscilación del Atlántico norte, pero los modelos climáticos indican que esta tendencia continental de mayor humedad en el norte y menor en el sur se mantendrá y se acentuará. Además, es probable que se mantenga también la actual tendencia al alza de los episodios de sequía y lluvias intensas en distintas partes de Europa.

La población intentará adaptarse a estos cambios. Por ejemplo, es posible que puedan producirse más cultivos al prolongarse la temporada de crecimiento, sobre todo en el norte de Europa. En algunos lugares, puede que se establezcan nuevas zonas agrarias o se produzcan nuevos cultivos. Sin embargo, es previsible que estos cambios sean contrarrestados por los efectos adversos que sufrirá la agricultura en muchas partes de Europa.

Durante las sequías y con temperaturas elevadas en el sur de Europa, es probable que las cosechas sean menores y que se abandonen tierras de cultivo. Las altas temperaturas pueden hacer que en realidad se reduzca el período efectivo de crecimiento de algunas plantas. Los agricultores necesitarán más agua de riego (y tendrán que usarla de forma más eficiente) para sobrevivir en el sur de Europa. El previsible descenso de la pluviosidad hará que se sequen los ríos y la reducción de los recursos hídricos puede ser más perjudicial para los agricultores que el ascenso de las temperaturas. Entre tanto, puede aumentar el riesgo de plagas y enfermedades para los cultivos, como la aparición de invasores contra los que las plantas no tengan defensa alguna.

No sólo tendrán que adaptarse las actividades agrarias. A medida que se desplacen las zonas climáticas, la flora y la fauna vinculadas a ellas también mostrarán diferentes tendencias de distribución. Algunas especies podrán adaptarse en una zona determinada, otras conquistarán nuevos territorios, mientras que otras, como muchas de las que ocupan los ecosistemas de montaña, se quedarán con un hábitat muy reducido. Los estudios indican que un calentamiento de 1 °C podría causar la pérdida del 40% de la vegetación endémica de los Alpes, que podría llegar al 90% si el

ascenso térmico fuera de 3 °C y al 97% si fuera de 5 °C. Es necesaria una evaluación urgente de la coherencia y adaptabilidad de las redes de espacios protegidos con el fin de determinar formas de reducir este riesgo.

Es previsible que la fusión de los hielos y de las nieves continúe acelerándose. Se cree que tres cuartas partes de los glaciares que actualmente existen en los Alpes habrán desaparecido en 2050. Este proceso será todavía mayor en el Ártico si, tal como se prevé, el calentamiento continúa a un ritmo dos veces superior al de las latitudes inferiores. Se calcula que la superficie del océano Ártico cubierta por hielos marinos se habrá reducido un 80% en 2050.

La desaparición de los hielos podría abrir corredores marinos en el Ártico, aumentando el potencial comercial e industrial y la explotación de recursos como el petróleo y el gas natural. El calentamiento hará que se funda el permafrost, provocando daños en infraestructuras, como carreteras, edificios y oleoductos. A medida que se fundan los hielos, las zonas litorales a nivel del mar quedarán expuestas a inundaciones durante las tormentas marinas. Los estilos de vida indígenas centrados en la pesca, la caza del oso polar y la cría del reno ya se están viendo afectados por los cambios del hielo, que alteran las pautas de migración. Esta clase de vida podría extinguirse si continúan dichos cambios.

### **La elevación del nivel del mar y su impacto sobre el medio ambiente marino**

El nivel del mar ya está subiendo en todo el mundo. Esto se debe a la dilatación térmica de las aguas oceánicas sometidas al calentamiento y a la fusión de los hielos en tierra. Durante el siglo XX, la elevación del nivel del mar en las costas europeas ha oscilado entre los 0,8 centímetros por decenio en los accesos occidentales de Bretaña en Francia y Cornualles en el Reino Unido y los 3 centímetros por decenio en el litoral atlántico de Noruega. Esta tendencia variable se debe a las circunstancias locales y a las variaciones de altura de la superficie terrestre. Aunque estos cambios puedan parecer poco importantes, su consecuencia puede ser la inundación de extensas superficies de tierra situada al nivel del mar.

Se calcula que esta tendencia a la elevación del nivel del mar puede duplicarse o incluso cuadruplicarse en el siglo XXI. Puede ser aún mayor, debido al prolongado retardo

que puede darse en la transmisión de las temperaturas atmosféricas crecientes a las profundidades oceánicas y a través de las grandes masas de hielo: el calor tarda décadas o siglos en penetrar.

El calentamiento en océano abierto se ha visto limitado hasta la fecha a los 200 ó 300 metros superiores, pero en última instancia llegará hasta los fondos oceánicos. A medida que penetre el calor, aumentará la dilatación térmica. Aunque las temperaturas atmosféricas se estabilizasen hoy, la dilatación térmica de los océanos y la fusión de los hielos y su consiguiente aportación al caudal oceánico, seguirían haciendo subir el nivel del mar.

Esta elevación del nivel del mar, junto con el mayor riesgo de tormentas extremas, hará que a menudo sea necesario realizar fuertes inversiones en barreras marinas a lo largo de todo el litoral europeo. Algunos gobiernos, como el del Reino Unido, apoyan la idea de la «retirada controlada», consistente en dejar que el mar ocupe algunas zonas rurales situadas a nivel del mar.

El ascenso térmico de las aguas marinas también afecta directamente a los ecosistemas costeros de Europa. El calentamiento ha sido mayor hasta la fecha en cuencas aisladas, como el Báltico y el Mediterráneo occidental. El fitoplancton prolifera en las aguas más cálidas, sobre todo cuando se fertiliza por los caudales de nutrientes que llegan de tierra.

Estas proliferaciones reducen los niveles de oxígeno y a veces resultan tóxicas para los peces y otras especies, incluso para los humanos. Entretanto, el zooplancton y los peces que se alimentan de él han seguido las tendencias térmicas y han emigrado hasta 1.000 kilómetros al norte.

### **La amenaza de un brusco cambio climático**

Los científicos temen cada vez más que el cambio climático pueda ser más rápido y acentuado de lo que indican las previsiones actuales del IPCC. Es de esperar que así lo refleje el próximo informe del IPCC. En particular, existe el temor de que el sistema climático pueda sufrir un cambio brusco, es decir, un cambio que, una vez disparado por el calentamiento, no se pueda revertir ni con la posterior reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero o de las temperaturas globales.

Los científicos del IPCC todavía no están seguros, pero existen algunas teorías que afirman que buena parte del sistema climático puede estar programado para pasar por una serie de estados relativamente estables, pero que, bajo presión, podría saltar de un estado a otro en pocos años.

Uno de estos cambios podría ser la desmesurada fusión de los grandes mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida occidental. Estas dos enormes masas de hielo pueden elevar el nivel del mar unos 13 metros en todo el mundo. Según algunos glaciólogos, la fusión de los hielos de Groenlandia sería difícil de frenar una vez iniciada, porque la propia fusión haría subir las temperaturas locales. Esto ocurriría de dos maneras: primero, por la reducción del manto de hielo que refleja la radiación solar al espacio, de modo que aumentaría la radiación absorbida; y segundo, por el descenso de nivel de la superficie de los hielos, donde se verían sometidos a temperaturas atmosféricas más elevadas.

La fusión irreversible del manto de hielo de Groenlandia podría dispararse por un calentamiento local inferior a 3°C, según estudios recientes. El acelerado calentamiento que han sufrido las regiones árticas hasta la fecha indica que bastaría tan sólo 1,5 °C de calentamiento global para que localmente se alcanzasen los 3 °C, de modo que ya estamos a más de medio camino para llegar a este punto, como consecuencia de las emisiones ya generadas.

Otro efecto súbito del cambio climático que puede tener graves consecuencias para Europa occidental en particular es el colapso de la circulación termohalina oceánica. Existe una circulación oceánica global, parte de la cual incluye la Corriente del Atlántico norte que lleva agua cálida al norte desde el Atlántico tropical. Esto es lo que evita en gran medida que Europa sufra temperaturas más típicas de su latitud, como las de un invierno siberiano.

La circulación termohalina puede estar en movimiento o detenida y el tiempo entre estos dos estados es muy corto. Dicha circulación pudo haberse detenido hace miles de años, entrando Europa en una fase de temperaturas mucho más frías. Este «interruptor» termohalino podría haber sido uno de los factores que hicieron que el mundo entrase y saliese de las eras glaciales.

La circulación propiamente dicha está impulsada por las diferencias de salinidad del océano, especialmente

en territorio europeo, en el extremo más alejado del Atlántico norte. La circulación podría detenerse dentro de unos decenios, si el agua de esa parte del océano perdiese salinidad. Esto podría ocurrir si aumentase la fusión de los hielos de Groenlandia o la precipitación en la región ártica en general, factores ambos que podrían llevar grandes cantidades de agua dulce hasta la región crítica, reduciendo así la salinidad del agua marina. Ambas cosas podrían ser consecuencia del cambio climático.

Todavía no se sabe con seguridad cómo podría afectar una interrupción de la circulación del Atlántico norte al clima europeo. Podría simplemente moderar los efectos del calentamiento global en Europa occidental, pero también podría hacer bajar las temperaturas hasta provocar lo que algunos han dado en llamar una «nueva era glacial» en Europa. Dado lo poco que conocemos del clima oceánico en la actualidad, no es posible predecir si esto puede llegar a ocurrir o en qué momento.

#### Otros hechos potencialmente catastróficos podrían ser:

- a. La liberación de grandes cantidades del gas metano de efecto invernadero desde las heladas tundras y plataformas continentales, donde se sabe que está atrapado en retículas conocidas como hidratos. Esto podría hacer que las temperaturas globales aumentasen a toda velocidad, con mucha más rapidez de lo que indican los modelos actuales.
- b. Un cambio en la forma en que los ecosistemas terrestres intercambian CO<sub>2</sub> con la atmósfera. Actualmente, los ecosistemas actúan como sumidero neto de CO<sub>2</sub> atmosférico, absorbiendo parte de las emisiones generadas por el uso de combustibles fósiles. Algunos modelos indican que, a medida que suban las temperaturas y desaparezcan ecosistemas tales como la selva amazónica, podrían verse convertidos en 2050 en fuentes netas de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Este es otro factor que podría acelerar el cambio climático.

### 3.4 Esfuerzos internacionales para frenar el cambio climático

En 1992, en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en Brasil, la mayor parte de los gobiernos del mundo

firmaron el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC). Su objetivo último es lograr «la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible». Más de 175 países han ratificado el Convenio, incluidos todos los grandes países industrializados.

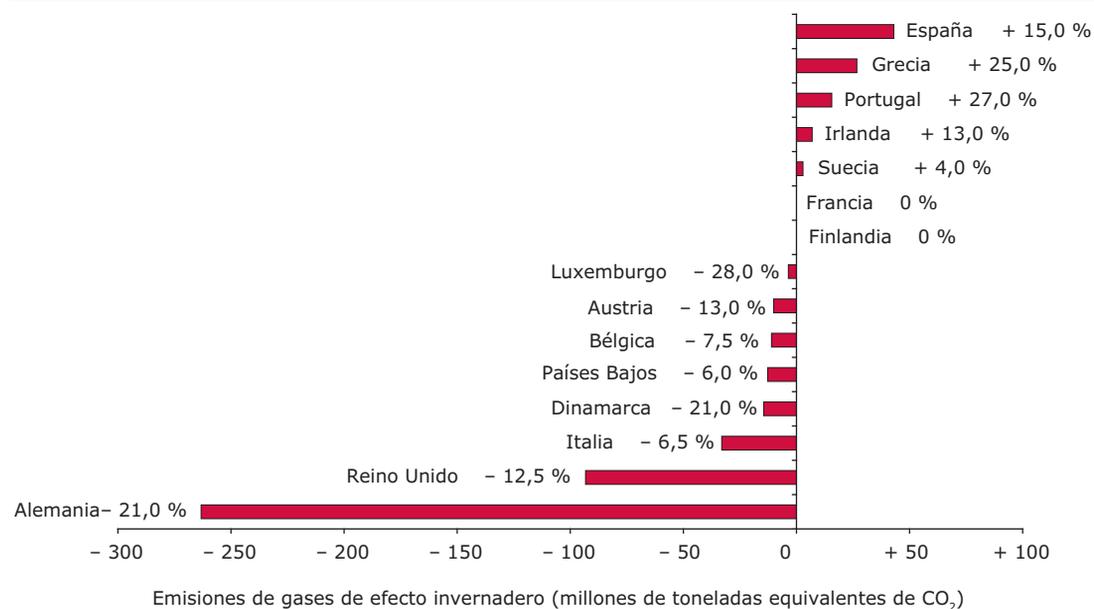
El primer efecto legalmente vinculante de esta declaración fue el acuerdo de 1997 sobre un suplemento al Convenio, conocido con el nombre de Protocolo de Kioto. Después de prolongadas negociaciones sobre su reglamento y mucho tiempo para conseguir la ratificación de un número suficiente de países industrializados, el Protocolo de Kioto entró por fin en vigor en febrero de 2005. El Protocolo recoge objetivos de emisión relativos a los seis principales gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y tres grupos de gases fluorados.

Por el momento, estos objetivos se aplican a 35 países industrializados y comprenden el período de 2008 a 2012, conocido como el primer período de cumplimiento del Protocolo. Estados Unidos y Australia decidieron no ratificar el Protocolo, aunque mantienen su compromiso con la declaración del Convenio para prevenir un peligroso cambio climático.

El compromiso conjunto de los países industrializados conforme al Protocolo de Kioto era reducir sus emisiones de un conjunto de seis gases de efecto invernadero un 5,2% con respecto a sus niveles de emisión en un año base determinado (1990 en la mayoría de los casos) durante el período 2008-2012. Dado que no todos esos países han ratificado el Protocolo, el objetivo total de reducción de los que sí lo ratificaron es el 2,8% respecto de sus emisiones de 1990.

Los países han de cumplir sus objetivos reduciendo sus emisiones nacionales, pero también tienen derecho a hacer uso de los «mecanismos flexibles» del Protocolo, entre ellos el comercio directo de permisos de emisión (conocidos como «unidades de cantidades atribuidas» o UCA) entre países con objetivos y las inversiones en proyectos en otros países desarrollados o en desarrollo

**Figura 3.5** Objetivos de reparto de cargas de Kioto para los países de la UE15



Fuente: AEMA, 2004.

(conocidas respectivamente como la «aplicación conjunta» y el «mecanismo para un desarrollo limpio») para reducir las emisiones que de otro modo se generarían. Los países también pueden utilizar los aumentos de absorción de carbono por los bosques y otros ecosistemas.

Los entonces 15 Estados miembros de la Unión Europea (UE15) aceptaron un objetivo de reducción del 8% de Kioto y posteriormente han llegado a un acuerdo sobre reparto de cargas entre ellos (figura 3.5). De este modo, se asignó un objetivo nacional a cada uno de los Quince. Se marcaron objetivos de reducción para ocho países y objetivos de emisión a la par con los niveles de 1990 para otros dos, mientras que a los cinco restantes se les asignaron aumentos autorizados.

Desde que se negociaron los objetivos de reparto de cargas, otros 10 países se han incorporado a la UE. Con la excepción de Chipre y Malta, todos estos países tienen sus propios objetivos conforme al Protocolo, con recortes de las emisiones de entre el 6% y el 8%.

Como parte de su esfuerzo para cumplir su objetivo de Kioto, la UE ha establecido un sistema de comercio de emisiones. Todo el sistema está basado en una «moneda» común que son los derechos de emisión. La unidad de derechos de emisión es la tonelada de CO<sub>2</sub>. Los Estados miembros han formulado Planes nacionales de asignación para el período 2005-2007 que dan a cada instalación adherida al sistema permiso para emitir una cantidad de CO<sub>2</sub> que se corresponde con el número de derechos recibidos. Los derechos que no son necesarios pueden ser objeto de comercio entre empresas, ya sea directamente o mediante intercambio o venta a cualquier persona residente en la UE.

Lo que se pretende es fomentar la innovación y dar un valor de mercado a las reducciones de las emisiones. De este modo se consigue que las emisiones se reduzcan de la forma más rentable. El sistema de comercio de emisiones está vinculado a la aplicación conjunta y al mecanismo para un desarrollo limpio de Kioto, que permitirán a las empresas europeas obtener créditos de carbono realizando inversiones en tecnologías favorables para el clima en otros países. El mercado formal para el primer período comercial (2005-2007) comenzó sus operaciones en marzo de 2005.

### 3.5 Cumplimiento de los objetivos de Kioto

Aunque las emisiones de la UE15 en 2003 fueron un 1,7% inferiores al nivel de 1990, parece que las medidas de regulación ya decididas en los Estados miembros no bastarán para que puedan alcanzar su objetivo colectivo conforme al Protocolo de Kioto a través de actuaciones nacionales. Aunque las emisiones disminuyeron durante los años 90, han aumentado desde el año 2000, impulsadas por el crecimiento permanente de la demanda de transportes y por los pequeños incrementos del consumo de hulla y lignito para la producción de energía, que había sufrido un descenso notable en la década anterior.

Desde 1990, se han reducido las emisiones sobre todo en los procesos de tratamiento de residuos (básicamente metano) y en los procesos industriales. También se han registrado reducciones más pequeñas en el sector energético y en la agricultura, pero las emisiones del transporte han aumentado más de un 20%. En el sector del transporte, las emisiones que más aumentaron fueron las generadas por el transporte aéreo y marítimo. Las previsiones relativas a la UE15 cifran el incremento de las emisiones del transporte nacional de 1990 a 2010 en un 31%, ya que los efectos negativos de un mayor kilometraje neutralizarán con creces los efectos positivos logrados gracias a las mejoras de eficiencia energética de los vehículos nuevos.

La estimación más reciente es que las emisiones de la UE15 durante el primer período de cumplimiento, de 2008 a 2012, serán un 2,5% menores que en 1990, frente al 8% de reducción que se había marcado. No obstante, si se aplican todas las medidas nacionales previstas y los mecanismos de Kioto que los Estados miembros han declarado tener intención de poner en marcha hasta la fecha, cabe prever que la reducción de las emisiones sea superior al objetivo fijado (9,4%).

Las perspectivas de que los ocho nuevos Estados miembros cumplan sus compromisos de Kioto (Chipre y Malta no tienen objetivos marcados) son bastante mejores. Muchos de ellos todavía están recuperándose de la crisis económica y la reconversión que sufrieron en la década de los 90, que provocaron un rápido

descenso de las emisiones. En conjunto, se calcula que sus emisiones durante el primer período de cumplimiento de Kioto sean un 19% menores que las de 1990, muy por debajo de sus objetivos nacionales.

### 3.6 Estrategia para el futuro

#### Establecimiento de objetivos para el futuro

Cuando entró en vigor el Protocolo de Kioto, los países comenzaron a debatir sobre lo que debería venir después, teniendo en cuenta el compromiso adquirido conforme al CMCC de prevenir un cambio climático «peligroso». El CMCC no ha definido este término, de modo que es inevitable que su significado sea una cuestión política tanto como científica. En marzo de 2005, el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de la UE llegó a la conclusión —basándose en las pruebas científicas de las posibles consecuencias, incluyendo el riesgo de cambios bruscos e irreversibles del sistema climático— de que el mundo debía esforzarse por evitar que el calentamiento medio superase los 2°C por encima de las temperaturas preindustriales. Además, los científicos creen que, a fin de ayudar a los sistemas naturales y a la sociedad humana a adaptarse a los inevitables cambios, el mundo debe actuar para evitar que el ritmo de calentamiento supere los 0,2°C por decenio (actualmente es de 0,18°C por decenio).

El Consejo Europeo de marzo de 2005 se reafirmó en esta postura, confirmando que, a fin de alcanzar el objetivo último del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, «el incremento total de la temperatura media anual en superficie no debería superar los 2 °C por encima de los niveles preindustriales».

¿Qué implica este objetivo? El ascenso de las temperaturas en todo el mundo sólo es una tercera parte de ese 2°C, pero si se mantienen las tendencias actuales, es probable que se sobrepase este valor entre 2040 y 2070. El retraso de dos o tres decenios que se observa en el sistema natural implica que, en la práctica, queda poco tiempo para frenar este ascenso.

Para evitar que se alcancen los 2°C será necesario estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en algún nivel. Aunque en la

práctica ello conllevará la suma de varios de estos gases, este nivel suele expresarse como equivalente de una determinada concentración del principal gas motivo de inquietud, el CO<sub>2</sub>.

Lamentablemente, todavía no se sabe exactamente qué concentración de gases de efecto invernadero evitaría que el mundo superase un calentamiento medio de 2°C. Esto es debido a que se mantiene la incertidumbre científica sobre la sensibilidad del sistema climático al impacto de los gases de efecto invernadero. El Consejo Europeo de Medio Ambiente de 2004 planteó que, de acuerdo con una estimación de «sensibilidad media del clima», el mundo podría soportar un aumento hasta el equivalente a unas 500 ppm de CO<sub>2</sub>. Teniendo en cuenta los cambios que podrían sufrir otros gases de efecto invernadero, esta cifra corresponde aproximadamente a una concentración de unas 450 ppm de CO<sub>2</sub> propiamente dicho. Esta cifra contrasta con escenarios de base que apuntan que, en 2100, las concentraciones habrán aumentado hasta 935 ppm equivalentes de CO<sub>2</sub> ó 675 ppm de CO<sub>2</sub> propiamente dicho.

Dado que el Consejo adoptó su decisión en 2004, la situación ha comenzado a presentarse todavía más difícil. Nuevos cálculos indican que la cantidad de 550 ppm equivalentes de CO<sub>2</sub> podría ser excesivamente alta para evitar un calentamiento de 2°C. Según las nuevas estimaciones de sensibilidad del clima, con ella la probabilidad de que las temperaturas superen el umbral de 2°C podría cifrarse todavía en el 70% y, a fin de minimizar este riesgo, podría ser necesario reducir las concentraciones hasta las 450 ppm equivalentes de CO<sub>2</sub> o menos de 400 ppm de CO<sub>2</sub> propiamente dicho.

Dado que los niveles actuales están a menos de 25 ppm de alcanzar estas concentraciones, parece un objetivo excesivamente difícil de conseguir. Si se mantienen las tendencias actuales, la concentración de 450 ppm de equivalentes de CO<sub>2</sub> podría alcanzarse en poco más de un decenio.

Para cumplir el objetivo de los 2°C, el Consejo de Ministros de la UE propuso en diciembre de 2004 que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero deberían alcanzar su máximo en torno a 2020 y reducirse hasta 2050 entre un 15% y un 50%

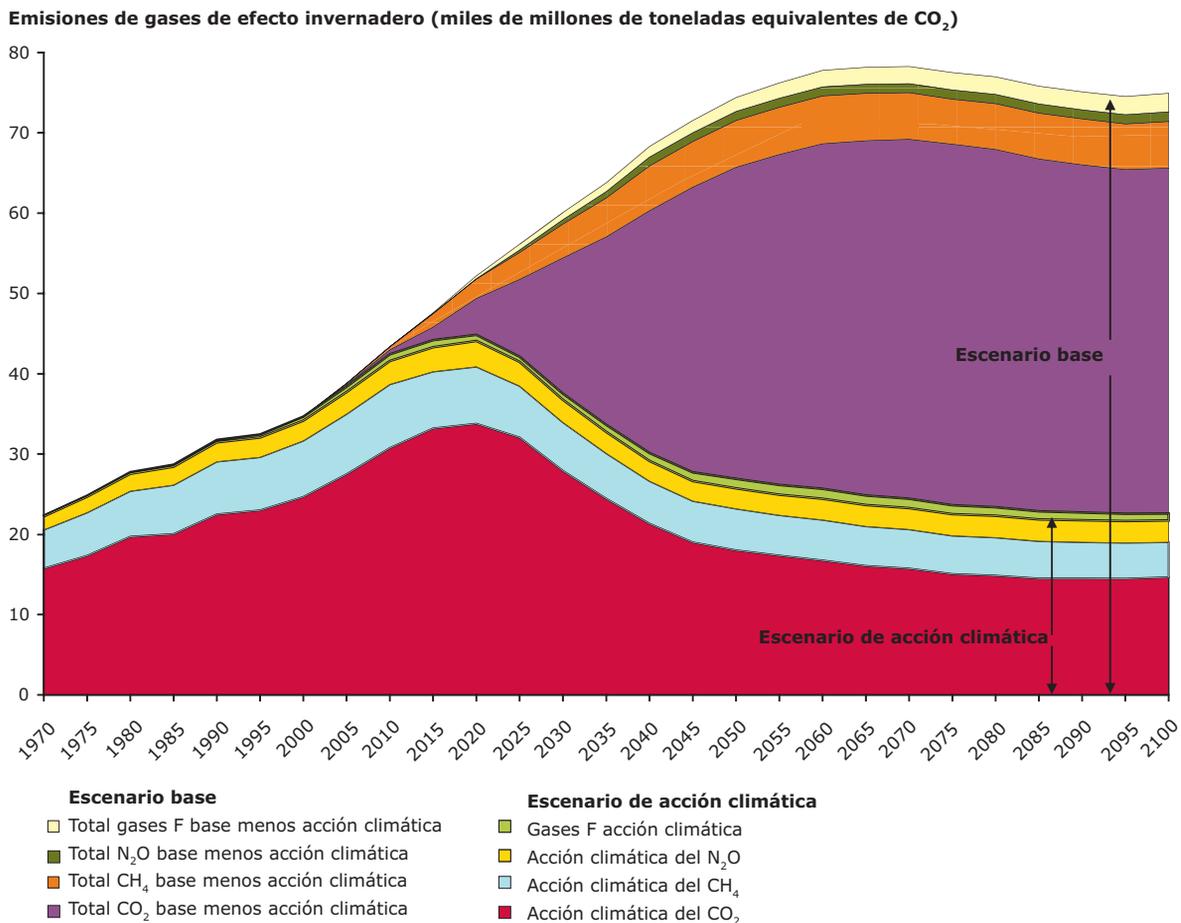
con respecto a los niveles de 1990. La cifra exacta dependerá de los estudios científicos que se realicen en el futuro sobre la sensibilidad del sistema climático y de los objetivos de concentración de gases de efecto invernadero que se marquen.

Sea cual fuere el objetivo adecuado, está claro que, si se pretende que el mundo alcance un nivel sensato y estable de concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, serán necesarios recortes importantes de las emisiones. Estos recortes tendrán que venir en primer lugar de los países industrializados, que actualmente registran las mayores emisiones *per cápita*, pero en última instancia habrán de darse en casi todos los países.

El debate internacional sobre cómo continuar tras el período de compromiso de Kioto comenzó en la conferencia organizada por el CMCC en Buenos Aires en 2004 y seguirá en próximas conferencias del CMCC, empezando por Montreal (Canadá) en noviembre/diciembre de 2005.

La Cumbre del G-8 en Gleneagles en junio de 2005 sirvió para afirmar el compromiso de los líderes de las naciones más ricas del mundo. La perspectiva a largo plazo adoptada por el G-8 —estudiar qué medidas serán necesarias a partir de 2012, el final del primer período de compromiso del Protocolo de Kioto— es otro paso del proceso político general para adaptarse y frenar el cambio climático global.

**Figura 3.6 Emisiones de GEI en los escenarios de base y acción climática**



Fuente: AEMA, 2005.

### El reparto justo de las cargas a escala mundial

Una vez que la comunidad internacional decida cuáles son los niveles máximos admisibles de emisión de gases de efecto invernadero a escala mundial, tendrá que resolver la cuestión de cómo se reparten dichas emisiones entre los distintos países.

Se han propuesto varios modelos diferentes. Uno es el criterio *per cápita*, conocido habitualmente como «contracción y convergencia», según el cual se otorgan permisos de emisión a los países, estrictamente en función de su población. Otro sistema consiste en fijar objetivos de «intensidad de carbono» para asignar permisos de emisión en función de la cantidad de Producto Interior Bruto (PIB) que generan los países por cada tonelada de carbono emitida. Podrían darse otras fórmulas como combinación de estos enfoques. Es previsible que éstas y otras opciones sean objeto de discusión en las conferencias del CMCC de años venideros.

El Consejo Europeo de Medio Ambiente de marzo de 2005 mencionó que, a fin de proporcionar «margen» de emisiones a los países en desarrollo, de modo que puedan aumentar sus emisiones lo suficiente para desarrollar sus economías, será necesario que los países industrializados reduzcan sus emisiones del 15% al 30% hasta 2020 y del 60% al 80% hasta 2050. De acuerdo con estos cálculos, la UE ha intentado encontrar caminos hacia este futuro sostenible de bajos niveles de emisión.

### 3.7 Caminos hacia un futuro con bajos niveles de emisión

La AEMA, entre otras instituciones, ha elaborado varios escenarios para determinar qué cambios serían necesarios para garantizar un futuro con bajos niveles de emisión (figura 3.6). Todos ellos se refieren a tecnologías ya existentes y se basan en el mercado de emisiones de carbono para rentabilizar las inversiones. El objeto de este apartado no es revisarlos todos, sino apuntar algunas de las conclusiones alcanzadas y de las limitaciones observadas.

La hipótesis básica que se plantea en los escenarios de la AEMA es que en 2020 las emisiones comunitarias de

gases de efecto invernadero deberían bajar a niveles un 20% inferiores a los de 1990, un 40% en 2030 y hasta un 65% en 2050. En los primeros años, la UE recurriría sobre todo a los mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto a fin de cumplir estos objetivos. La dependencia de estos mecanismos se reduciría en años posteriores, cuando se confía en que las políticas de reducción de emisiones nacionales y comunitarias hayan surtido pleno efecto.

Como ya se ha dicho, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la UE15 han ido en ascenso desde 2000. Con las políticas actuales —y pese a la continua reducción de la intensidad energética de la economía europea, gracias a la incorporación de mejoras de eficiencia energética y a cambios estructurales como una menor importancia de los procesos de fabricación más consumidores de energía—, este ascenso continuará después de 2010. La proyección del escenario base de la AEMA para la UE25 es un aumento total del 14% respecto a los niveles de 1990 en el horizonte de 2030 (figura 3.7).

Los estudios de la AEMA concluyen que la clave para pasar de esa trayectoria a la senda del desarrollo bajo en emisiones radica en última instancia en reducir el consumo de energía y mejorar la eficiencia energética, y en cambiar la manera que tiene Europa de producir y utilizar la energía para todos los fines, incluido el transporte. Hay varias formas de hacerlo y habrá que hacer uso de casi todas.

La vía de la energía baja en carbono (*low-carbon energy pathway*, LCEP) es un escenario que analiza cómo cambiaría el sistema energético europeo si los precios de los permisos de emisión de CO<sub>2</sub> subieran hasta los 65 euros/tonelada CO<sub>2</sub> en 2030. De acuerdo con este escenario, eso haría que las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía fueran un 11% menores en 2030 que en 1990 (figura 3.7). Un mayor protagonismo de las energías renovables podría aumentar ese porcentaje hasta el 21%, mientras que el abandono de la energía nuclear podría reducirla al 8%. Este intervalo de valores representa una reducción de las emisiones base de 2030 de entre un 17% y un 31%.

#### Eficiencia energética

Muchas estrategias de coste/efectividad para mejorar la eficiencia energética siguen muy infrautilizadas. Esto es así tanto en lo que respecta a la oferta energética,

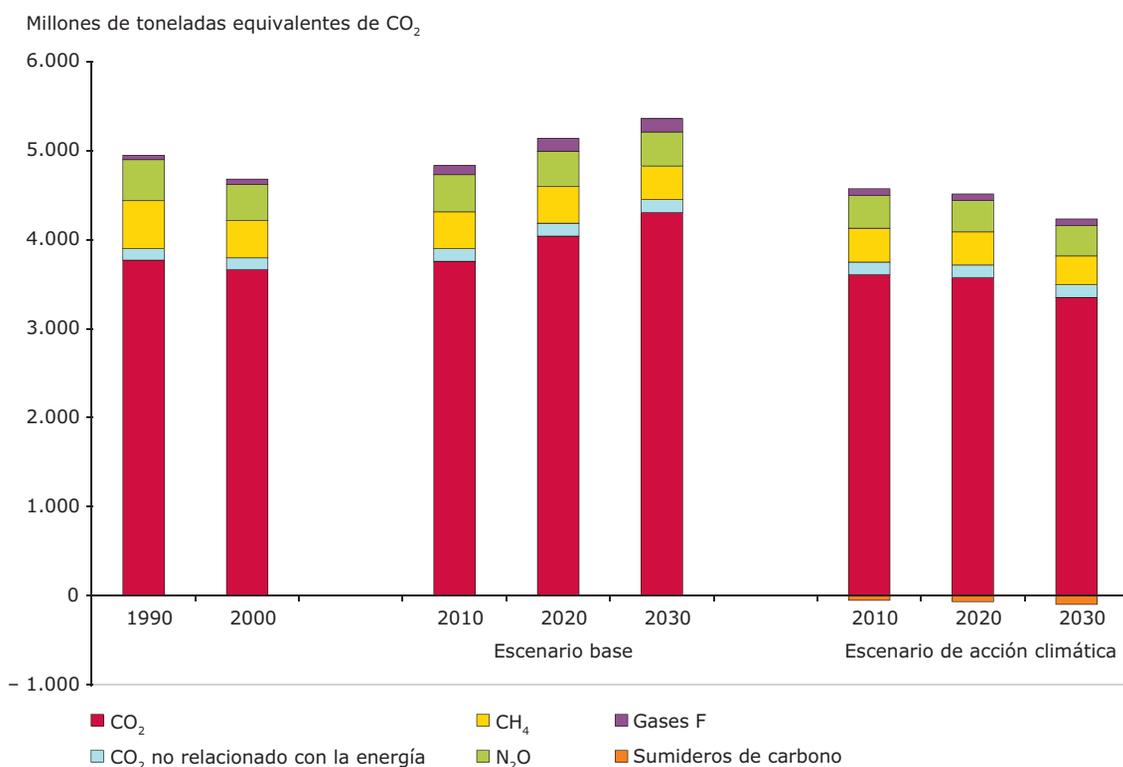
donde podrían utilizarse centrales eléctricas más eficientes (como por ejemplo las que reutilizan calor que de otro modo se desperdiciaría), como a la demanda, donde muchos hogares y centros de trabajo derrochan la energía. Se compran más bienes de consumo, como ordenadores, sistemas de sonido estereofónico, teléfonos móviles, electrodomésticos y sistemas de aire acondicionado, y los hogares producen más residuos y utilizan más agua y energía. Aunque a veces los aparatos nuevos reducen el consumo, no siempre es así. Por ejemplo, muchos aparatos electrónicos se mantienen en modo de espera cuando no se utilizan, de modo que consumen mucha más electricidad que sus predecesores.

Las mejoras de eficiencia en la oferta se basarán fundamentalmente en los mecanismos del mercado, pero es probable que las que afectan a la demanda dependan más de la información al consumidor y de las normas de regulación técnica. Sin embargo, mejorar

la eficiencia energética no implica necesariamente que hayan de producirse reducciones absolutas del consumo de energía, porque la línea de base es al alza. Desde el año 2000, los resultados positivos obtenidos gracias a la mayor eficiencia en la producción de energía y a la reducción de la demanda energética por parte de la industria se han visto contrarrestados por el incremento del consumo de energía de los particulares y del sector servicios.

En una propuesta de directiva europea sobre eficiencia energética de la demanda se marca a los Estados miembros el objetivo de ahorrar el 1% de la energía ofrecida anualmente entre 2006 y 2012 en comparación con el escenario base. Si esta mejora de eficiencia energética continuase después de 2012 en el marco del Plan de Acción Europeo de Eficiencia Energética, se podría reducir el consumo de energía casi un 20% con respecto al escenario base entre 2000 y 2030. El reciente

**Figura 3.7 Emisiones totales de gases de efecto invernadero en la UE25 (escenarios base y LCEP)**



Fuente: AEMA, 2005.

Libro Verde sobre la eficiencia energética señala que, de acuerdo con los estudios disponibles, se podría ahorrar hasta un 20% de energía de manera eficaz y económica hasta 2020. Sin embargo, para ello sería necesario aplicar tanto la legislación aprobada como otras políticas y medidas adicionales. Los escenarios de la AEMA indican que a las mejoras de la eficiencia y el descenso del consumo les correspondería casi la mitad de las reducciones de emisiones hasta 2010, porcentaje que se reduciría a un tercio después de 2012.

Los turismos, junto al transporte de mercancías, han sido el mayor factor de aumento de la demanda de los consumidores. También se han registrado incrementos significativos del consumo de energía de los aparatos electrodomésticos y sistemas de calefacción y aire acondicionado. En Europa hay una demanda cada vez mayor de servicios energéticos en los hogares y

centros de trabajo. Es mucho lo que se puede hacer para contrarrestar esta tendencia en los sectores doméstico y de servicios, como por ejemplo adoptar medidas económicas para mejorar la eficiencia energética de los aparatos eléctricos o perfeccionar el aislamiento térmico de los edificios. No obstante, frenar el ascenso de la demanda de energía para el transporte puede ser un reto mucho más difícil – aquí es necesario prestar especial atención al sector del transporte aéreo.

### Sustitución de los combustibles y energías renovables

Para que la UE avance como desea hacia una economía baja en emisiones, parece inevitable cambiar la proporción de los combustibles empleados, sobre todo en la producción de electricidad. De hecho, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por las centrales eléctricas públicas (UE15) entre 1990 y 2002 permanecieron

#### El transporte aéreo: un problema creciente

El transporte aéreo está aumentando a gran ritmo. En total, el transporte aéreo de pasajeros ha aumentado a razón de un 9% anual durante los últimos 45 años, más del doble que el PIB. En buena parte, este incremento ha tenido su origen en el descenso de los precios. El coste real del kilómetro-pasajero de transporte aéreo ha bajado un 80% desde 1960 y se ha reducido a la mitad desde finales de la década de los 80. Se cree que esta tendencia se mantendrá y que la flota mundial de aviones se doblará hasta 2020.

Las emisiones han aumentado en consecuencia. Las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación internacional aumentaron un 73% entre 1990 y 2003. Actualmente ascienden al 12% de las emisiones nacionales del transporte.

Es probable que la mayor contribución personal al cambio climático de quienes viajan en avión con frecuencia sean las emisiones generadas por los aparatos que utilizan. Un viaje de ida y vuelta para dos pasajeros a través del Atlántico produce tanto CO<sub>2</sub> como un automóvil europeo medio en todo un año.

Pero esto sólo es una parte del impacto climático del transporte aéreo. Los aviones también emiten óxidos de nitrógeno y vapor de agua, que contribuyen directa o indirectamente al cambio climático. Crean rastros de condensación que pueden afectar a la cobertura nubosa de cirros y contribuyen así al calentamiento global. El IPCC cifra el impacto total de la aviación sobre el clima entre el doble y el cuádruple del efecto de sus emisiones de CO<sub>2</sub> por sí solas.

No obstante, las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los vuelos internacionales no se han tenido en cuenta en el Protocolo de Kioto, porque no se llegó a un acuerdo sobre la forma de asignar estas emisiones. Más aún, los tratados internacionales sobre aviación civil impiden que la UE imponga gravámenes fiscales sobre el queroseno u otra clase de restricciones sin la aprobación de la Organización de la Aviación Civil Internacional.

El transporte aéreo y el tráfico rodado que conlleva en torno a los aeropuertos crean otros problemas ambientales. Existe cada vez mayor preocupación por el ruido de los aviones en los alrededores de los aeropuertos, sobre todo por la noche, así como las emisiones en tierra de los aviones y otros transportes. Las emisiones de óxidos de nitrógeno de los grandes aeropuertos también pueden poner en peligro el cumplimiento de los objetivos de calidad del aire local.

Existe un creciente interés por la aplicación de instrumentos normativos destinados a reducir los efectos ambientales de la aviación internacional mediante incentivos a los fabricantes de aeronaves para mejorar la economía de combustible y reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno o mediante incentivos a las compañías aéreas para que actúen de manera más respetuosa con el medio ambiente. Incluir el sector de la aviación en el sistema de comercio de emisiones es una de las opciones que se estudian en el seno de la UE, de acuerdo con una reciente propuesta realizada por la Comisión Europea en una Comunicación relativa a la reducción del impacto de la aviación sobre el cambio climático (COM(2005) 459 final).

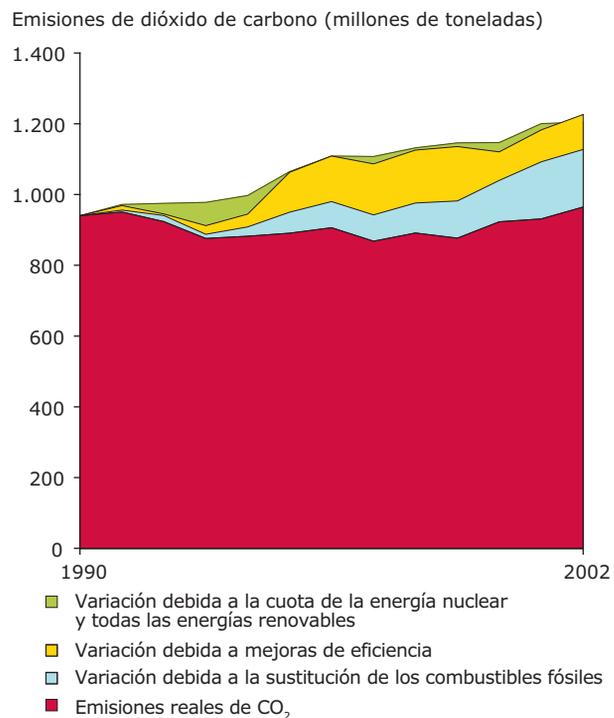
El éxito de las compañías aéreas de bajo coste es un arma de doble filo. Los operadores transportan más personas en menos vuelos que las compañías convencionales, pero sus bajos precios promueven la realización de más trayectos. En total, se calcula que el transporte aéreo duplicará su cuota de transporte de pasajeros entre 2000 y 2030 (del 5,6% al 10,5%) lo que supone casi triplicar los kilómetros-pasajero aéreos.

prácticamente estables pese al notable incremento de la producción eléctrica, gracias a una combinación de mejoras de eficiencia y sustitución de combustibles, que produce un beneficio no recurrente (figura 3.8). Sin embargo, a consecuencia del aumento total de la producción eléctrica, del mayor empleo del carbón como combustible para producir energía y de la pérdida del beneficio no recurrente obtenido con la sustitución de combustibles, las emisiones de CO<sub>2</sub> de este sector se están incrementando actualmente.

No existe un modelo establecido de combinación correcta de tecnologías energéticas bajas en carbono o sin carbono. En buena parte dependerá de los avances tecnológicos, de los mercados y del devenir político. Los escenarios de la AEMA indican que nuevos cambios en los métodos de producción eléctrica representarían más del 70% de la probable reducción de las emisiones hasta 2030. Por ejemplo, en el escenario LCEP, el porcentaje de electricidad generada a partir de combustibles fósiles sería notablemente inferior (13%) en 2030 si se compara con la tendencia base. Aumentaría el porcentaje de las fuentes de energía renovables y quizá de la energía nuclear. En el sector de los combustibles fósiles, crecería la cuota del gas natural —que contiene un 40% menos de carbono por unidad de energía que el carbón o el petróleo— del 18% en 2002 al 42% en 2030, a costa de los combustibles sólidos. Además, las centrales eléctricas a base de gas natural son más eficientes que las actuales y que las nuevas centrales eléctricas a base de carbón. La actual industria basada en los combustibles fósiles tiene una dimensión tal que incluso pequeñas mejoras de eficiencia térmica en sus centrales eléctricas podrían tener importantes repercusiones sobre las emisiones europeas de CO<sub>2</sub>.

Una buena forma de promover la sustitución de combustibles sería el comercio de emisiones. La tarificación de los permisos de emisión de dióxido de carbono mejoraría la eficiencia tanto en la oferta como en el consumo de energía, por ejemplo, al fomentar la difusión de tecnologías basadas en los combustibles fósiles más eficientes, como las turbinas de ciclo combinado y la cogeneración de calor y electricidad (CEC). También fomentaría una mayor sustitución del carbón por combustibles bajos en carbono, como el gas natural, y promovería la inversión en fuentes de energía

**Figura 3.8** Reducciones de CO<sub>2</sub> en la producción de electricidad y calor de la UE15, 1990–2002



**Notas:**

1. No se dispone de datos de emisiones de Luxemburgo, por lo que no se ha incluido este país en el cálculo de la Unión Europea.
2. El gráfico refleja la contribución de los diversos factores que han afectado a las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la producción de electricidad y calor. La línea superior representa la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> que se hubiera producido por el aumento de la producción de electricidad entre 1990 y 2002, si la estructura de la producción de calor y electricidad hubiera permanecido invariable desde 1990 (es decir, si la cuota de los combustibles utilizados para producir electricidad y calor hubiera permanecido constante y la eficiencia de la producción también hubiera permanecido igual). Sin embargo, hubo varios cambios en la estructura de la producción de calor y electricidad que tendieron a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y se refleja la contribución de cada uno de estos cambios a la reducción de las emisiones. El efecto acumulativo de todos estos cambios fue que las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la producción de electricidad y calor de hecho siguieron la tendencia indicada por la zona roja en la parte inferior del gráfico.

**Fuente:** AEMA y Eurostat, 2005.

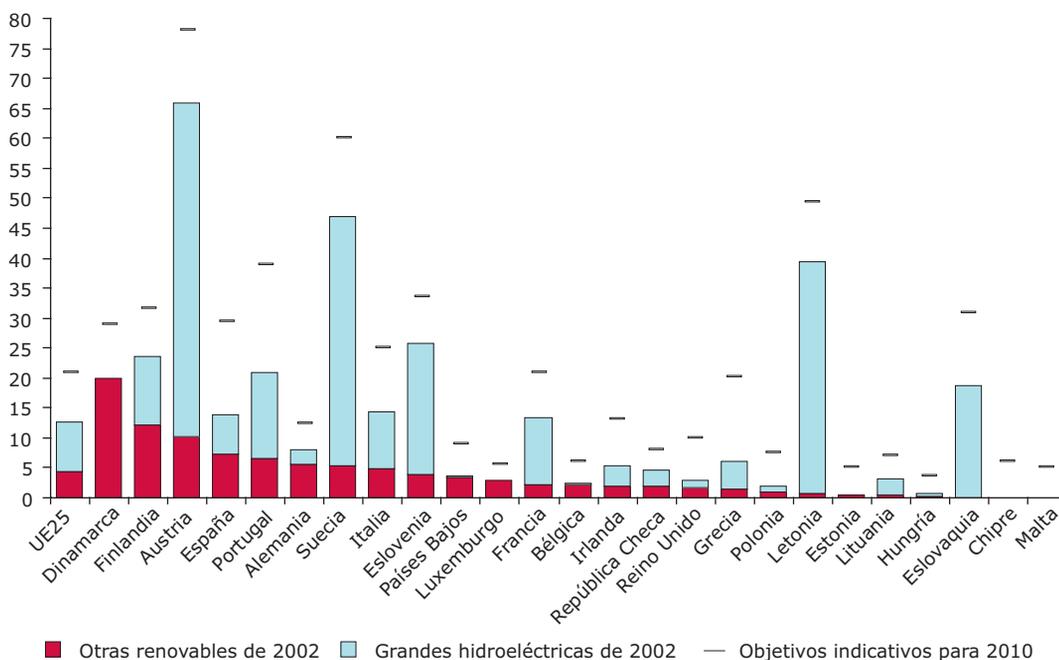
renovables sin carbono, aunque sería necesario adoptar medidas adicionales para aumentar su cuota de mercado.

La difusión de las energías renovables como energías sustitutivas de los combustibles fósiles conllevaría beneficios adicionales importantes. Además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, las energías renovables mejorarían la diversidad, seguridad y autosuficiencia de la oferta energética europea. Además, la pujanza del sector de las energías renovables crearía empleo e impulsaría las exportaciones. La UE ya ha apuntado a las energías renovables como camino a seguir y se ha marcado como objetivos «indicativos» para el año 2010 el que estas energías representen el 12% del consumo energético total de la UE15 y el 21% de la electricidad de la UE25. Sin embargo, el porcentaje del consumo eléctrico interior bruto que corresponde a la electricidad renovable ha crecido muy poco desde 1990, del 12,2% al 12,7% en 2002. El porcentaje del consumo energético total aumentó del 4,3% al 5,7% durante el mismo período. Si se quieren cumplir los objetivos fijados para 2010 (figura 3.9), será necesario realizar importantes esfuerzos adicionales.

Hoy en día, la biomasa y la energía hidroeléctrica representan el 90% de la energía y la electricidad producidas a partir de fuentes renovables. Debido a restricciones ambientales y a la falta de emplazamientos adecuados, no es previsible que las grandes centrales hidroeléctricas experimenten un aumento significativo en el conjunto de la UE25, mientras que la energía eólica y la biomasa seguirán creciendo con rapidez. La eólica es ya una fuente de energía importante en varios países, como Alemania, Dinamarca, España y Reino Unido.

En 2007, la UE fijará objetivos formales de consumo de combustibles renovables en Europa para el período posterior a 2010. Actualmente se ha propuesto el 20% de energías renovables como objetivo para la UE25 para 2020, partiendo del objetivo del 12% fijado para la UE15 para 2010. Estos objetivos deberían ofrecer señales a largo plazo para la industria, los inversores y los investigadores. Pero las actividades de investigación y desarrollo en el ámbito de la energía han ido a menos en Europa desde 1990, pese a la creciente aceptación pública de la necesidad de innovación en el sector. De modo que, ¿cuál es el potencial a largo plazo?

**Figura 3.9** Cuota de la electricidad renovable en el consumo eléctrico bruto de la UE25 en 2002



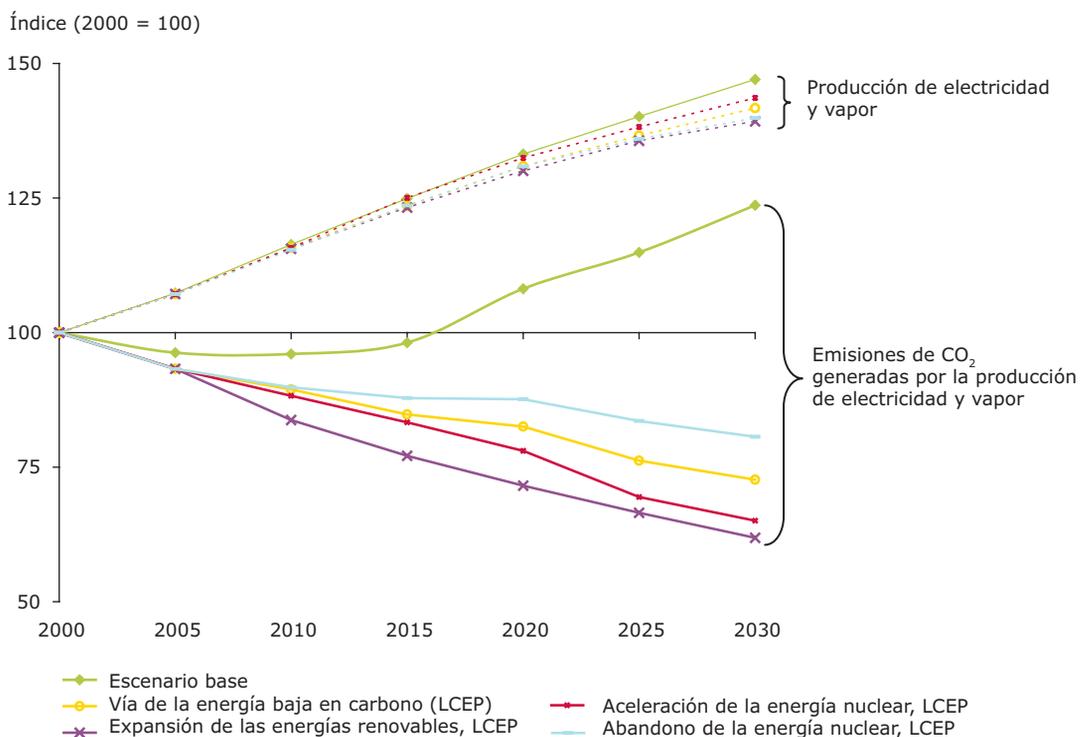
Fuente: AEMA, 2005.

Según el escenario LCEP, las energías renovables más prometedoras para la producción de electricidad son la eólica y la biomasa. Al menos hasta 2030, la aportación de la energía solar y geotérmica a la producción de energía será más bien modesta. El estudio calcula que las energías renovables pueden llegar a producir un 28% de la electricidad de la UE en 2030, más o menos el doble de la aportación actual. También puede darse una importante expansión de la combustión de biomasa en plantas de cogeneración. Si se introdujesen incentivos adicionales para el despliegue de energías renovables, el porcentaje de electricidad generada a partir de estas fuentes aumentaría hasta casi un 40% en 2030, representado el 22% del consumo de energía total (figura 3.10). Esta variante del escenario LCEP indica que de este modo se reducirían notablemente las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta un 21% por debajo de los niveles de 1990.

Existe un potencial para el uso de biocarburantes en el sector del transporte en los dos próximos decenios. Debido a la competencia por el suelo necesario para los cultivos bioenergéticos, hay que prestar atención a los requisitos de conservación de la naturaleza y otros objetivos ambientales, como una agricultura menos intensiva.

Aunque cabe prever que la tarificación de los permisos de emisión de CO<sub>2</sub> fomente el desarrollo de las energías renovables en los próximos decenios, por sí sola no será suficiente. Seguramente serán necesarios otros instrumentos, como eliminar las subvenciones a otros combustibles y la intervención gubernamental para asegurar que los precios de los combustibles reflejen las externalidades medioambientales, como los efectos de la lluvia ácida para los ecosistemas y de las partículas y del ozono para la salud humana. Las subvenciones a la energía en la UE15 ascendieron a casi 30.000 millones de euros en 2001, más de un 73% de los cuales fueron destinados a los combustibles fósiles.

**Figura 3.10 Evolución del consumo interior bruto de energía y de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía según diferentes escenarios; UE25**



Fuente: AEMA, 2005.

Una de las conclusiones del escenario LCEP es que, si todos los demás parámetros se mantienen, aumentando la cuota de las renovables se seguirían reduciendo, de forma sustancial, las emisiones europeas de CO<sub>2</sub>. Si se dejase de utilizar la energía nuclear, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentarían, mientras que si se utilizase más, podrían obtenerse reducciones adicionales (figura 3.10). No obstante, aumentar la energía nuclear implica tener en cuenta otras consideraciones, como los costes, la opinión pública, la gestión de los residuos y la política global de proliferación nuclear.

### **Captura y almacenamiento de carbono**

Una nueva opción, que no se ha considerado en los escenarios LCEP, es la captura y almacenamiento del CO<sub>2</sub> emitido por centrales eléctricas y chimeneas industriales. Esta tecnología podría ser una interesante aportación al conjunto de medidas que hacen falta para cumplir los rigurosos objetivos de reducción de emisiones a largo plazo.

La Agencia Internacional de la Energía cree que en 2030 podrían capturarse cantidades importantes de CO<sub>2</sub> en Europa. El gas se enviaría a través de oleoductos o transportes cisterna a lugares donde se enterraría en formaciones geológicas impermeables para el CO<sub>2</sub>, para mantenerlo fuera de la atmósfera durante un período de tiempo prolongado. Estos almacenes podrían ser pozos gasíferos o petrolíferos vacíos, yacimientos de carbón no susceptibles de explotación minera y acuíferos salinos. Sin embargo, todavía persisten algunas dudas sobre el almacenamiento en los acuíferos salinos.

Algunos de los promotores de esta tecnología aducen que la captura y almacenamiento de carbono permite seguir utilizando combustibles fósiles, reduciendo drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub> al mismo tiempo. Otros la ven como una tecnología de transición, en el paso de las economías del siglo XXI a sistemas energéticos más bajos en carbono.

Esta tecnología es óptima en grandes fuentes estacionarias, como centrales eléctricas, refinerías de petróleo y plantas de gasificación de carbón, donde se obtienen economías de escala en la extracción y el transporte del gas. Algunas de estas instalaciones podrían adscribirse a las centrales de producción de hidrógeno en una futura economía del hidrógeno

(véase la sección 3.10), siempre que utilicen una tecnología de precombustión.

Una posibilidad para capturar el carbono consiste en hacer pasar los gases de combustión por depuradores químicos con aminas que reaccionen con el CO<sub>2</sub> y lo atrapen. En algunos sitios ya se utilizan tecnologías parecidas para eliminar el CO<sub>2</sub> del gas natural a fin de aumentar al máximo la proporción de hidrógeno. La separación del CO<sub>2</sub> evita la liberación a la atmósfera del 85% o más de las emisiones de este gas, pero requiere energía y reduce la eficiencia de la central eléctrica o instalación de producción.

Una vez capturado, el CO<sub>2</sub> se comprime y se transporta a través de oleoductos para inyectarlo bajo tierra. Esta tecnología también se ha desarrollado, fundamentalmente en Estados Unidos, en instalaciones donde se bombea CO<sub>2</sub> a los pozos petrolíferos para ayudar en la extracción de los hidrocarburos restantes. También se podría inyectar CO<sub>2</sub> en las minas de carbón para recuperar metano, otro combustible valioso. La UE realiza actualmente una prueba de este sistema en Polonia.

El mayor potencial de almacenamiento de CO<sub>2</sub> de Europa se encuentra en los acuíferos salinos situados a gran profundidad y en los yacimientos petrolíferos y gasíferos agotados del mar del Norte, sobre todo en los Países Bajos, Noruega y el Reino Unido. Sin embargo, todavía no está claro hasta qué punto son seguros los acuíferos mencionados como almacenamiento a largo plazo. La empresa petrolera estatal de Noruega, Statoil, ya separa un millón de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> del gas natural que obtiene en su yacimiento de Sleipner, y lo entierra en un acuífero salino situado bajo el fondo oceánico, sin que salga a tierra en ningún momento.

### **Reducción de emisiones distintas del CO<sub>2</sub>**

Es posible conseguir importantes reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero actuando sobre otros gases aparte del CO<sub>2</sub>. En el escenario base se han previsto grandes aumentos de emisiones de algunos de estos gases y el primer objetivo sería moderar dichos incrementos. De esta manera, podría ser eficaz y económico conseguir una cuarta parte de las reducciones totales de las emisiones de gases de efecto invernadero hasta 2030.

El metano es el gas de efecto invernadero generado por el hombre más importante después del CO<sub>2</sub>. Las emisiones de metano son actualmente más del doble de las de la época preindustrial. Son generadas por actividades muy diversas, desde la agricultura hasta la explotación de los combustibles fósiles y la gestión de residuos. Comparando molécula a molécula, el metano es un gas de efecto invernadero mucho más potente que el CO<sub>2</sub>. Sin embargo, su tiempo de residencia relativamente corto en la atmósfera hace que las emisiones tengan un intenso efecto de calentamiento durante diez años aproximadamente. Por lo tanto, reducir las emisiones tendría un efecto importante a corto plazo para reducir la carga atmosférica de gases de efecto invernadero.

El metano se produce en grandes cantidades cuando se biodegradan los residuos orgánicos. Una fuente de emisión importante es la exudación de gases desde los vertederos. La Directiva comunitaria de vertederos de 1999 pretende reducir estas emisiones estableciendo vías alternativas de gestión de los residuos biodegradables, como la incineración, el compostaje y el reciclado. Esta Directiva también contempla la recuperación de las emisiones de metano generadas por los nuevos vertederos desde el inicio de las operaciones y por los ya existentes a partir de 2009. El objetivo es reducir las emisiones generadas por los residuos al menos un 50% hasta 2030. También podrían conseguirse reducciones adicionales cubriendo los vertederos antiguos para evitar que liberen metano.

También emite metano el estiércol de las explotaciones agrarias y directamente los intestinos de los rumiantes. El descenso previsto de la cabaña ganadera en la UE debería reducir estas emisiones un 25% hasta 2030. Podrían conseguirse reducciones adicionales modificando la dieta de los animales.

Otras posibles maneras de reducir las emisiones de metano de Europa serían reducir las emisiones de las minas de carbón, de los oleoductos de gas natural y de otras partes de la cadena de suministro de hidrocarburos. Las emisiones de la minería y de la industria del gas podrían reducirse respectivamente en un 60% y una tercera parte hasta 2030, mediante la adopción de medidas de bajo coste para sellar las tuberías y derivar el gas al salir de la mina.

El óxido nitroso es otro importante gas de efecto invernadero que tiene su origen en fuentes diversas. Ya se han adoptado medidas significativas para reducir las emisiones industriales, como la prevención de las emisiones de las plantas de fabricación de ácido adípico, que se utiliza en la producción de nylon. El sector químico en su conjunto ha reducido las emisiones un 60% desde 1990. Otra fuente de emisión son los suelos tratados con fertilizantes nitrogenados. Se cree que la reducción prevista del uso de fertilizantes en las explotaciones europeas hará que estas emisiones se reduzcan un 8% hasta 2030, igualando un descenso similar desde 1990.

Los gases fluorados, como los hidrofluorocarburos (HFC), que se utilizan en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, representan actualmente el 1% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en la UE. Los escenarios base prevén que las emisiones seguirán creciendo de forma notable, sobre todo en los nuevos países de la Unión. Sin embargo, las emisiones previstas deberían poder reducirse un 50% hasta 2030 mediante la adopción de medidas de bajo coste para reducir las fugas y adoptar alternativas, pero aun así el incremento sería del 60% respecto a los niveles de 1990.

Hay otro factor a considerar en esta situación: a medida que se van dejando de utilizar sustancias agotadoras del ozono como refrigerantes y para otros usos, de conformidad con el Protocolo de Montreal y el Reglamento (CE) n° 2037/2000, se van sustituyendo por sustancias que son gases de efecto invernadero, como los HFC.

### 3.8 Medidas de adaptación necesarias

El Protocolo de Kioto también incluye disposiciones para limitar los impactos del cambio climático. Que se produzca un cambio climático de considerable magnitud es ya un hecho inevitable, debido al desfase temporal de los sistemas climáticos y también de los sistemas económicos, políticos y tecnológicos. Será necesario un esfuerzo notable de adaptación para hacer frente al desplazamiento de las zonas climáticas, al creciente riesgo de que se produzcan episodios extremos y a la constante elevación del nivel del mar. El Consejo

de Medio Ambiente de la UE reconoce este reto y la necesidad de adoptar medidas de adaptación, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.

Las medidas de adaptación van desde el perfeccionamiento de las defensas contra las inundaciones y el freno a la penetración del mar, hasta el cambio de sistemas agrarios e infraestructuras de protección climática, así como la mejora de los sistemas públicos sanitarios para luchar contra nuevas enfermedades. Las circunstancias y, por lo tanto, las prioridades de acción serán diferentes según los Estados miembros, pero pueden utilizarse metodologías comunes en toda la UE para evaluar la vulnerabilidad. Igualmente, será esencial integrar estas evaluaciones con otras estrategias sobre la biodiversidad, el agua, la agricultura y otras cuestiones, a fin de garantizar la máxima eficacia.

Como siempre, los países más pobres y menos desarrollados del mundo son los más vulnerables a los efectos del cambio climático, ya que tienen menor capacidad técnica y financiera para adaptarse a las sequías, las inundaciones y otros desastres climáticos. La UE va a asumir su responsabilidad de ayudar al mundo en desarrollo a hacer frente al reto del cambio climático a través de programas de ayuda.

### 3.9 Sumideros de carbono

La UE no ha incluido la expansión de los sumideros de carbono naturales —por ejemplo, ampliando la superficie forestal o cambiando prácticas agrarias— entre las medidas más importantes que tiene previstas para cumplir los objetivos de Kioto, pese a que existen disposiciones al respecto en el Protocolo. Los esfuerzos para cumplir los objetivos a largo plazo seguramente implicarán la expansión de los sumideros de carbono de Europa, y sí han sido incluidos en los escenarios de bajos niveles de emisión.

La mayor parte de los bosques del mundo absorben actualmente más CO<sub>2</sub> del que liberan, debido al efecto fertilizante del aumento de los niveles de este gas en la atmósfera y a los cambios de la gestión forestal, por ejemplo cuando no es posible explotar zonas remotas de forma económicamente rentable. La AEMA calcula que los bosques y demás sumideros de carbono naturales

de la UE25 absorberán unos 50 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> en 2010. Esto equivale al 1% de las emisiones generadas por el uso de combustibles fósiles.

Los científicos advierten de que los bosques podrían comenzar a liberar parte de este CO<sub>2</sub> absorbido a mediados de siglo, cuando suban todavía más las temperaturas. Así que existe el peligro de que estos sumideros de carbono puedan pasar un día de ser parte de la solución a ser parte del problema.

### 3.10 Una posible economía del hidrógeno

El sector del transporte es uno de los que más dificultades presentan para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con el constante y rápido incremento de la demanda de transporte, las emisiones de CO<sub>2</sub> de este sector han aumentado. El escenario base prevé que las emisiones del transporte aumentarán un 31% hasta 2030 respecto a los niveles del año 2000. Cuatro quintas partes de estas emisiones corresponderán al transporte por carretera.

Hay algunas mejoras técnicas que pueden reducir las emisiones de los vehículos, como por ejemplo: mejores motores de combustión interna, vehículos híbridos que combinan el motor de combustión interna con un motor eléctrico o la sustitución de los hidrocarburos por biocarburantes, como el alcohol fabricado a partir de cultivos de almidón y el gasóleo fabricado con semillas oleaginosas (tabla 3.1).

Los gobiernos podrían fomentar todos estos avances con investigación y desarrollo, regulación, mecanismos de mercado o información al consumidor para promocionar los vehículos eficientes y su uso más eficiente. Pese a ello, el escenario LCEP todavía contempla hasta 2030 un incremento de las emisiones del transporte del 20% sobre los niveles del año 2000.

Las modificaciones técnicas deben complementarse con estrategias gubernamentales para mejorar los factores de carga media de los vehículos, para sustituir los modos de transporte más consumidores de energía por otros más eficientes y para conseguir la movilidad de personas y mercancías con menos transporte, por ejemplo, reduciendo la distancia de los desplazamientos. Esto podría lograrse

estableciendo impuestos sobre el transporte que reflejaran mejor los costes ambientales, realizando inversiones en modos de transporte de consumo más eficiente y aplicando mejoras de ordenación urbana para reducir las distancias y racionalizar los itinerarios.

A más largo plazo, el hidrógeno podría ser el material combustible básico para una sociedad baja en carbono ya que puede utilizarse para producir electricidad y como combustible para el transporte.

La forma más común de producción de hidrógeno es el reformado con vapor de gas natural y por electrolisis. El problema es que el propio proceso necesita grandes cantidades de energía. Respecto a la aportación del combustible hidrogenado para paliar el cambio climático, todo depende de la fuente original de la energía utilizada para fabricar el hidrógeno.

Si el hidrógeno se produce utilizando electricidad generada por medio de combustibles fósiles, lo que se

gana es poco, si es que no se pierde. Sin embargo, los beneficios podrían ser considerables si se utilizan fuentes renovables o si se aprovecha la oportunidad de capturar y almacenar las emisiones de CO<sub>2</sub> de las plantas de fabricación de hidrógeno. A medio plazo, la electricidad renovable será en muchos casos más útil para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> si sustituye los combustibles fósiles directamente, en lugar de utilizarlos para producir hidrógeno. Hay quien cree que las zonas donde abunda la energía geotérmica, hidroeléctrica o eólica podrían convertirse en centros globales para la fabricación limpia de hidrógeno. Los responsables políticos de Islandia, por ejemplo, han debatido la posibilidad de convertir a su país en el equivalente en economía del hidrógeno de un Estado petrolífero.

Aunque el hidrógeno apenas contamina cuando se utiliza en la combustión, puede transportarse a la estratosfera con mucha rapidez, donde puede aumentar la cantidad de agua estratosférica al reaccionar con el ozono. Esto, a su vez, podría intensificar rápidamente

**Tabla 3.1 Atributos de las tecnologías alternativas de motores y combustibles**

Atributo	Motores			Combustibles	
	MCI avanzado	Híbrido	Pila de combustible eléctrica	Biocarburantes	Hidrógeno
Emisiones de vehículos	Reduce el CO <sub>2</sub> y los contaminantes regulados	Reduce el CO <sub>2</sub> y los contaminantes regulados	Prácticamente elimina las emisiones del tubo de escape, puede haber emisiones anteriores	Reducción de las emisiones del tubo de escape; reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> del ciclo de combustible, pero puede haber cierto incremento de N <sub>2</sub> O y PM	Reducción o eliminación de las emisiones del tubo de escape; las emisiones del ciclo de combustible varían mucho según el método de producción
Velocidad y manejabilidad	Probable mejora	Probable mejora	Probable mejora	Algunos tipos pueden afectar negativamente al rendimiento de los motores convencionales	Depende del motor
Infraestructura de repostaje	Utiliza la infraestructura existente	Utiliza la infraestructura existente	Probablemente requiera grandes infraestructuras nuevas	Nuevas infraestructuras importantes	Grandes infraestructuras nuevas
Coste de la conducción	Potencialmente mayor, pero menor consumo de combustible	Potencialmente mayor, pero menor consumo de combustible	No se sabe con seguridad	Probablemente aumenten los costes	Probablemente aumenten los costes
Plazo para la utilización generalizada	Corto (desde 2005)	Corto y medio (2005-2030)	Largo (después de 2030)	Corto y medio (2005-2030)	Largo (después de 2030)

Fuente: Adaptado de Kroger *et al.*, 2003.

el agotamiento del ozono estratosférico. Por lo tanto, cualquier sistema de energía o transporte basado en el hidrógeno debe tener como requisito imprescindible el riguroso control de las pérdidas de hidrógeno.

Aunque ya existe la tecnología básica para fabricar vehículos de transporte alimentados por hidrógeno, todavía hay que desarrollarla más para llegar a la producción en serie a precios razonables. Desarrollar la infraestructura mundial para suministrar combustible a toda una nueva generación de estaciones de servicio de hidrógeno también conllevaría costes importantes. Por lo tanto, aún habrá que esperar 20 años por lo menos para que el hidrógeno sea de uso extendido.

### 3.11 Costes y beneficios

Implantar en Europa un sistema energético bajo en carbono no estará exento de costes. Sin embargo, puede que muchas de las primeras iniciativas, especialmente para mejorar la eficiencia energética de los sectores doméstico y de servicios, tengan costes bajos o incluso negativos, y todavía hay posibilidades de reducir el consumo de combustibles fósiles de forma económica o incluso a coste cero. Los costes de la transición a un sistema energético mundial y europeo bajo en carbono pueden reducirse al mínimo con la adopción de políticas y medidas en todos los sectores, con la participación de todos los principales países emisores en un esfuerzo internacional para paliar el cambio climático, con el uso óptimo de los mecanismos flexibles de Kioto (y el comercio interior de emisiones en la UE), con la cooperación internacional para la investigación y el desarrollo tecnológicos y con la eliminación de las subvenciones potencialmente perjudiciales para el medio ambiente.

Globalmente, los costes de un sistema energético bajo en carbono aumentan cuanto más bajo sea el nivel al que pretenden estabilizarse las concentraciones de gases de efecto invernadero. Presuponer una estabilización de 550 ppm equivalentes de CO<sub>2</sub> (o 450 ppm de CO<sub>2</sub>) conllevaría costes del 1% al 4% del PIB hasta 2050, en función del escenario del IPCC utilizado. El escenario de la AEMA señala costes en torno al 1% del PIB en 2050, en consonancia con las estimaciones inferiores del IPCC.

Los cálculos actuales de los escenarios de la AEMA indican que los costes anuales adicionales de los escenarios con bajos niveles de emisión representarían alrededor del 0,6% del PIB de la UE25 en 2030: unos 100.000 millones de euros. Los costes medios de la producción de electricidad en 2030 en un escenario con bajos niveles de emisión pueden ser un 25% más altos que en el escenario base. La factura energética doméstica sería de unos 110 ó 120 euros adicionales por hogar y año en comparación con el escenario base, que ya prevé un incremento medio de los costes energéticos domésticos de unos 2.300 euros anuales en la UE25 hasta 2030. Los escenarios que contemplan una mayor utilización de las energías renovables —que ofrecen mayor potencial de reducción de las emisiones a largo plazo— añaden otros 10 ó 20 euros a la factura doméstica.

Estos cálculos encierran grandes incertidumbres, sobre todo a largo plazo más allá de 2030. Muchos de los modelos económicos que estiman costes de reducción de emisiones elevados establecen una estrecha relación entre las emisiones de carbono y el PIB, que sería muy costoso romper. Contemplan como base un futuro en el que los combustibles baratos de carbono siguen siendo la principal fuente de energía. Sin embargo, los modelos con estimaciones más bajas dan por supuesto que, aunque no sea por intentar frenar el cambio climático, el mundo tiende gradualmente a una utilización inferior de los combustibles de carbono. Esta transición sería más rápida y económica si se adoptasen políticas y medidas adecuadas, como se ha dicho anteriormente.

Un segundo elemento importante que distingue los modelos es su concepción de la naturaleza del cambio tecnológico. Muchos tratan el cambio tecnológico como si fuera algo básicamente independiente de la economía, algo que simplemente ocurre. Otros adoptan una perspectiva más compleja, donde la innovación viene impulsada principalmente por la necesidad, los incentivos económicos y el proceso cotidiano de «aprendizaje en la práctica». Es lo que se ha dado en llamar «cambio tecnológico inducido».

Los dos enfoques tienen implicaciones importantes para las políticas. Los modelos tradicionales indican que es ventajoso retrasar la adopción de nuevas tecnologías, porque se abaratan con el tiempo. Sin embargo, si la mayor parte del cambio tecnológico es

inducido, su adopción temprana es vital para fomentar mayor innovación y reducir los costes. Los modelos que incorporan el cambio tecnológico inducido también predicen costes finales mucho menores por cumplir los objetivos de estabilización.

Las inversiones destinadas a la diversificación de combustibles, al margen de los fósiles, conllevarían importantes beneficios complementarios: desde una mayor seguridad y autosuficiencia energética hasta la menor contaminación urbana por emisiones de combustibles fósiles, con la consiguiente mejora de la salud y la recuperación ecológica. También se obtendrían beneficios en términos de empleo y exportaciones a medida que se adoptasen tecnologías similares en todo el mundo, sobre todo si las alternativas a los combustibles fósiles necesitan más recursos humanos.

Hay otras razones para creer que los costes de la lucha contra el cambio climático pueden no ser demasiado elevados para la sociedad. Las predicciones de altos costes económicos suelen presuponer que el coste de la energía es un factor fundamental de la economía mundial. De hecho, los costes energéticos han representado un 3-4% del PIB mundial en los últimos decenios. Esas temibles predicciones también tienden a pasar por alto el hecho de que los fondos invertidos en la lucha contra el cambio climático no harán sino retrasar el continuo crecimiento que los economistas consideran prácticamente inevitable. De este modo, incluso una reducción del 4% del PIB mundial hasta 2050 —entre las estimaciones de costes más elevadas para conseguir un nivel de estabilización del CO<sub>2</sub> de 450 ppm conforme al IPCC— sólo conseguiría retrasar un determinado nivel de producción mundial dos o tres años.

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero genera beneficios en tanto en cuanto se evitan los daños causados por el cambio climático. Dichos beneficios dependen en gran medida de la disponibilidad y costes de las tecnologías y políticas de adaptación, así como de la sensibilidad del clima al aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Es especialmente importante analizar cuál sería el coste del daño global en el caso de no cumplirse el objetivo europeo de que el ascenso térmico mundial

no supere los 2°C. Sin embargo, apenas existen estudios sobre los costes de la inacción. Un estudio reciente cifra el «coste social del carbono» —es decir, el coste para la sociedad de la emisión de cada tonelada de CO<sub>2</sub> a la atmósfera— en unos 60 euros, con valores de entre 30 y 120 euros. Otros estudios recogen cálculos de costes por tonelada muy alejados entre sí, por encima de los 1.000 euros en algunos casos y prácticamente cero en otros.

Estos valores tan distintos se explican por varias razones. Una importante diferencia entre estudios es hasta qué punto se incluyen los distintos tipos de impactos en el análisis. Por ejemplo, muchos estudios no contemplan debidamente la agricultura, las alteraciones de los ecosistemas, las pérdidas de biodiversidad, la pérdida de humedales o los impactos sobre los recursos hídricos. Otra diferencia radica en la forma en que los economistas adjudican un valor económico a la vida y al bienestar de los pobres. La contabilidad nacional no suele tener en cuenta esas vidas, pero casi todos los modelos ajustan este frío cálculo con una ponderación de equidad. El valor de la ponderación varía. Los modelos que adjudican un valor a las vidas de los pobres más cercano a las de los ricos reflejan un elevado coste social de las emisiones de carbono.

Algunos expertos creen que los impactos a muy largo plazo, como la elevación del nivel del mar debido a la fusión del manto helado de Groenlandia a lo largo de miles de años, deberían descontarse a cero. La mayoría simplemente pasan por alto los enormes costes que pueden acarrear esta clase de cambios catastróficos irreversibles. Otros aducen que esto es inmoral, dado que no tenemos ningún planeta alternativo que habitar.

Las consecuencias económicas del cambio climático pueden verse ya en la actualidad. En Europa, durante los últimos 20 años, el sector de seguros ha visto aumentar a más del doble sus pérdidas económicas (cuantificadas en términos reales), en parte debido a los episodios meteorológicos y climáticos, aunque también han contribuido otros factores, como el incremento de la presión sobre las zonas costeras y las llanuras aluviales y el aumento de la cobertura de los seguros. Como se verá más adelante en otros capítulos, cabe esperar que distintos sectores económicos de distintas regiones sufran impactos considerables en el futuro,

aunque no todas las regiones y localidades ni todos los sectores económicos se verán afectados por igual.

### 3.12 Resumen y conclusiones

Las temperaturas del planeta están subiendo más rápidamente que nunca y Europa supera la media mundial. El aumento de las precipitaciones, la fusión de los glaciares y de los mantos de hielo, la mayor frecuencia de los episodios meteorológicos extremos, la elevación del nivel del mar y el aumento de la presión sobre los ecosistemas y especies terrestres y marinas son algunos de los impactos más notorios sobre el medio ambiente. Más aún, la meteorología extrema está convirtiéndose en una auténtica amenaza para la salud humana y para nuestro bienestar económico, debido a la mortalidad y los trastornos económicos causados por el excesivo calor, los incendios forestales y las inundaciones.

Los combustibles fósiles siguen siendo la fuente número uno de emisiones de gases de efecto invernadero, y ni las energías renovables ni la energía nuclear se desarrollan con la rapidez suficiente para sustituirlos. Además, el incremento de la demanda de transporte (terrestre, aéreo y marítimo) plantea ya una seria amenaza. Aunque las emisiones disminuyeron durante los años 90, en total han aumentado desde el año 2000. La UE sólo podrá cumplir sus objetivos (de Kioto) a corto plazo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero si se aplican plenamente todas las políticas y medidas adicionales actuales y programadas.

El transporte aéreo presenta tendencias similares a otros modos de transporte en lo que se refiere a su creciente aportación a las emisiones, pero exageradas. En conjunto, el transporte aéreo de pasajeros ha aumentado un 9% anual durante los últimos 45 años, debido en buena parte al descenso de los precios. Las emisiones han aumentado en consecuencia. Los vuelos internacionales están actualmente excluidos de los objetivos del Protocolo de Kioto porque no hay acuerdo sobre la forma de asignación de las emisiones. Más aún, los tratados internacionales impiden que la UE imponga gravámenes fiscales sobre el queroseno u otra clase de restricciones sin la aprobación de la Organización de la Aviación Civil Internacional. Una de las opciones consiste en que las compañías aéreas participen en el régimen europeo

de comercio de derechos de emisión de carbono. La Comisión Europea ha elaborado recientemente una propuesta en este sentido.

No se prevé que la UE cumpla sus objetivos a largo plazo de reducción de emisiones (2020) y temperaturas (2050). Sin embargo, se puede conseguir una reducción masiva de las emisiones comunitarias de gases de efecto invernadero (hasta un 40% hasta 2020). Esto es técnicamente viable, pero hace falta un importante cambio de orientación del sistema energético de la UE hacia fuentes de energía alternativas (incluida la nuclear), y la aplicación de mejoras de eficiencia sin precedentes mediante una mayor adopción de tecnologías respetuosas con el medio ambiente, especialmente por parte de los hogares.

También podrían conseguirse reducciones paralelas mediante la aplicación de los mecanismos flexibles de Kioto en cooperación con los países en desarrollo. Sin embargo, a fin de garantizar un reparto equitativo, es necesario proporcionar «espacio» de emisión a los países en desarrollo, de modo que puedan aumentar sus emisiones para desarrollar sus economías. Para ello, los países industrializados habrán de reducir sus emisiones entre un 15% y un 30% hasta 2020 y entre un 60% y un 80% hasta 2050. Esta es otra razón que explica la necesidad de conseguir reducciones importantes.

La UE ha alcanzado cierto éxito con sus políticas, por ejemplo con el sistema de comercio de derechos de emisión. Muchas estrategias rentables para mejorar la eficiencia energética siguen muy infrautilizadas, como una mejor gestión de las centrales eléctricas y la concienciación del consumidor doméstico. Sin embargo, las medidas de eficiencia no bastan por sí solas. Es urgente acelerar el desarrollo de la energía nuclear y de las energías renovables. Es ya ineludible modificar la gama de combustibles, y el hidrógeno ha de convertirse en el combustible primordial. También es crucial que se pongan en marcha nuevas ideas, como la captura de carbono.

El cambio climático es ya inevitable y aunque se adopten hoy las medidas correctas, seguirá existiendo un desfase temporal de dos o tres décadas. No hacer nada podría tener un coste enorme para la sociedad. Algunos cálculos presuponen este coste entre 30 y 120

euros por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera. Por otra parte, implantar un sistema energético bajo en carbono en Europa tampoco estará exento de costes. Las estimaciones existentes cifran el coste medio de producción de electricidad en 110-120 euros más por hogar y año que en la actualidad.

## Referencias y bibliografía adicional

Indicadores básicos descritos en la Parte B del presente informe que tienen relación con este capítulo: CBI 10, CBI 11, CBI 12, CBI 13, CBI 27, CBI 28, CBI 29, CBI 30, CBI 31, CBI 35, CBI 36 y CBI 37.

### ¿Qué es el cambio climático?

Agencia Europea de Medio Ambiente Agency, 2004. *Impactos del cambio climático en Europa. Una evaluación basada en indicadores*, Informe N° 2/2004, Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Climatic Research Unit, 2005. Global average temperature change 1856–2004. Véase [www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/](http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/).

Mann, M.E., *et al.*, 1999. 'Northern hemisphere temperature during the past millennium: interferences, uncertainties and limitations', *Geophysical Research Letters*, 26, págs. 759–762.

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, 2001. *Climate change 2001*, Informe de síntesis, CUP, 2001.

### Síntomas de cambio climático

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2004. *Impactos del cambio climático en Europa. Una evaluación basada en indicadores*. Informe N° 2/2004. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2004. *Impactos de los desastres naturales y accidentes tecnológicos recientes en Europa*, Informe N° 35. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Arctic Climate Impact Assessment, 2004. *Impacts of a warming Arctic*, Informe Final, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 146 págs. (Véase: [www.acia.uaf.edu/](http://www.acia.uaf.edu/) — acceso del 12/10/2005)

IVS, 2003. *Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003*, Rapport d'étape, 29 agosto 2003, Saint-Maurice, Institut de Veille Sanitaire.

Klein-Tank, Albert, 2004. *Changing temperature and precipitation extremes in Europe's climate of the 20th century*, Tesis, University of Utrecht, 124 págs.

Munich Re, 2000. *Topics-annual Review of Natural Disasters 1999*, Munich Reinsurance Group, Munich, Alemania.

PNUMA Grid/Arendal. [www.grida.no/climate](http://www.grida.no/climate) (acceso del 15/9/2005).

OMS-CEMAS, 2003. *Climate change and human health risks and responses*, Ginebra, Suiza.

Organización Mundial de la Salud, 2004. Heat-waves: risks and responses. (Véase: [www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/CASH/HeatCold/20040331\\_1](http://www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/CASH/HeatCold/20040331_1) — acceso del 12/10/2005).

Organización Mundial de la Salud, 2005. Extreme weather events and public health responses (véase: [www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/GCH/Topics/20050809\\_1](http://www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/GCH/Topics/20050809_1) — acceso del 12/10/2005).

WWF International, 2005. *Europe feels the heat — extreme weather and the power sector*.

### Posibles impactos en el futuro

Broecker, W., 1997. *Science*, vol. 278, págs. 1582–8.

European Climate Forum, 2004. 'What is dangerous climate change?' Resultados preliminares de un simposio sobre las principales regiones vulnerables, cambio climático y Artículo 2 del CMCC, 27–30 octubre 2004, Pekín.

Hadley Centre, 2005. Stabilising climate to avoid dangerous climate change — a summary of relevant research at the Hadley Centre, Met Office, Exeter, Reino Unido. (Véase: [www.met-office.gov.uk/research/hadleycentre/pubs/brochures/](http://www.met-office.gov.uk/research/hadleycentre/pubs/brochures/) — acceso del 12/10/2005).

Hadley Centre, 2005. Simposio Internacional sobre la estabilización de los gases de efecto invernadero, 1–3 febrero 2005, Met Office, Exeter, Reino Unido. (Véase: [www.stabilisation2005.com/](http://www.stabilisation2005.com/) — acceso del 12/10/2005).

Hare, W., 2003. Assessment of knowledge on impacts of climate change — contribution to the specification of Article 2 of the UNFCCC, Informe de referencia al Informe Especial n° 94 del WBGU.

Jones, C.D., *et al.*, 2003. *Geophysical Research Letters*, vol. 30, págs. 1479–82.

Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2001. *Climate change 2001*, Informe de síntesis, CUP, 2001.

Parry, M.L. (ed.), 2000. *Assessment of potential effects and adaptation for climate change in Europe: The Europe Acacia Project*, Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, Reino Unido. 320 págs.

Rial, J., et al., 2004. *Climate Change*, vol. 65, págs. 11–38.  
Stainforth et al., 2005. *Nature*, Vol. 433, págs. 403–406.

### **Esfuerzos internacionales para frenar el cambio climático**

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2004. *Exploring the ancillary benefits of the Kyoto Protocol for air pollution in Europe*, Informe Técnico N° 93. Copenhague.

Comisión Europea, 2005. *Communication of the Commission, Winning the battle against global climate change*, Documento de trabajo del personal de la Comisión, 9 febrero 2005.

Consejo Europeo, 2002. Decisión del Consejo 358/2002/EC, relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kioto del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo (DOCE L 130 de 15.5.2002, pág. 1, incluyendo el Protocolo y sus anexos).

Consejo Europeo, 2004. *Environment Council conclusions on climate change*, 21 diciembre 2004, Bruselas.

Consejo Europeo, 2005. *Environment Council conclusions on climate change*, 10 marzo 2005, Bruselas.

Eickhout, B., Den Elzen, M.G.J. y Vuuren, D.P. van, 2003. *Multi-gas emission profiles for stabilising greenhouse gas concentrations: emission implications of limiting global temperature increase to 2 °C*, Informe 728001026 del RIVM, Países Bajos.

Protocolo de Kioto, Convenio Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (Véase: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html> — acceso del 12/10/2005).

### **Cumplimiento de los objetivos de Kioto**

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2004. *Ten key transport and environment issues for policy makers*, Informe de la AEMA N° 3/2004, Copenhague.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*, Informe N° 4/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Tendencias y proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Berk, M. y den Elzen, M., 2001. 'Options for differentiation of future commitments in climate policy:

how to realise timely participation to meet stringent climate goals?' *Climate Policy* 1(4): 465–480.

den Elzen, M.G.J. y Meinshausen, M., 2005. *Global and regional emission implications needed to meet the EU two degree target with more certainty*, RIVM informe 728001031 (en imprenta), Bilthoven, the Netherlands.

den Elzen, M.G.J. y Meinshausen, M., 2005. 'Emission implications of long-term climate targets', Scientific Symposium 'Avoiding Dangerous Climate Change', Met Office, Exeter, Reino Unido.

### **Estrategia para el futuro**

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Climate change and a European low-carbon energy system*, Informe de la AEMA N° 1/2005, Copenhague.

Bartsch, U. and Müller, B., 2000. *Fossil fuels in a changing climate: impacts of the Kyoto Protocol and developing country participation*, Oxford University Press, Oxford.

Convenio Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas, 1992. United Nations General Assembly, United Nations Framework Convention on Climate Change, [www.unfccc.int/resources](http://www.unfccc.int/resources), Naciones Unidas, Nueva York.

Convenio Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas, 1997. Note on the time-dependent relationship between emissions of GHG and climate change, FCCC/AGBM/1997/MISC.1/Add.3.

Convenio Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas, 2002. Informe sobre la Conferencia de las Partes en su 7ª sesión en Marrakesh del 29 octubre al 10 noviembre 2001. Addendum. Parte dos: acción llevada a cabo por las Conferencia de las Partes. Los Acuerdos de Marrakesh y la Declaración de Marrakesh. FCCC/CP/2001/13/Add.1.

Convenio Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas, 2004. UNFCCC, 10ª Conferencia de las Partes, Buenos Aires. Diciembre 2004. (Véase: [http://unfccc.int/meetings/cop\\_10/items/2944.php](http://unfccc.int/meetings/cop_10/items/2944.php) — acceso del 12/10/2005).

Convenio Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas, 2005. Protocolo de Kioto. Status de ratificación. Diciembre 2004. (Véase: <http://unfccc.int/resources/kpstats.pdf> — acceso del 12/10/2005).

Meinshausen, M., 2005. 'On the risk of overshooting 2 degrees C', presentation to Stabilisation 2005 conference, Met Office, Reino Unido. [www.stabilisation2005.com](http://www.stabilisation2005.com).

Meyer, A., 2000. *Contraction & convergence: The global solution to climate change*. Green books, Londres.

van Vuuren, D.P., den Elzen, M.G.J., Berk, M.M., Lucas, P., Eickhout, B., Eerens H., y Oostenrijk R., 2003. *Regional costs and benefits of alternative post Kyoto climate regimes*. RIVM informe 728001025/2003, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.

WBGU (Consejo Asesor Alemán sobre Cambio Climático), 2003. *Climate protection strategies for the 21st century: Kyoto and beyond*, Informe Especial 2003, Berlín.

### **Caminos hacia un futuro con bajos niveles de emisión**

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2001. *Renewable energy success stories*, Serie de Temas Ambientales N° 27, Copenhague.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2002. *Energía y medio ambiente en la Unión Europea*, Informe N° 31. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2003. *Analysis of greenhouse gas emissions trends and projections in Europe 2003*, Informe técnico N° 4/2004, Copenhague.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2004. *Las subvenciones a la energía en la Unión Europea: una visión general*, informe Técnico N° 1/2004. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Climate change and a European low-carbon energy system*, Informe de la AEMA N° 1/2005, Copenhague.

Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005. *Household consumption and the environment*, Informe de la AEMA, Copenhague (en imprenta).

Agencia Internacional de la Energía, 2002. *Beyond Kyoto — Energy dynamics and climate stabilisation*, AIE, París.

Agencia Internacional de la Energía, 2003. *Energy to 2050. Scenarios for a sustainable future*. AIE, París.

Agencia Internacional de la Energía, 2003. *World Energy Investment Outlook, 2003 insights*, AIE, París.

Agencia Internacional de la Energía, 2004. *World Energy Outlook 2004*, AIE, París.

Agencia Internacional de la Energía, 2004. *Prospects for CO<sub>2</sub> capture and storage*, OCDE/AIE.

Agencia Internacional de la Energía, 2004. *Hydrogen and Fuel Cells*, Review of National Research and Development Programs.

Bates, J., Adams, M., Gardiner, A., et al., 2004. *Greenhouse gas emission projections and costs 1990–2030*, Informe técnico 2004/1 de la AEMA-CTE/ACC en apoyo del SOER 2005.

Comisión Europea, 2003. Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on energy end-use efficiency and energy services, COM(2003) 739 final, Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas.

Comisión Europea, 2005. *Doing more with less*, Libro Verde sobre eficiencia energética, COM(2005) 265 final.

Consejo Europeo, 1999. Directiva 99/31/CE del 26 de abril de 1999 relativa al vertido de residuos.

Consejo Europeo, 2003. Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. Bruselas, 8 mayo 2003.

Consejo Europeo de Energía Renovable, 2004. *Renewable energy target for Europe — 20% by 2020*.

Criqui, P., Kitous, A., Berk, M., den Elzen, M., 2003. *Greenhouse gases reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025*, Informe Técnico, Comisión Europea, DG Medio Ambiente, Bruselas.

Department of Trade and Industry, 2003. *Review of the feasibility of carbon capture and storage in the UK*, *Cleaner Fossil Fuels programme*, Londres.

Department of Trade and Industry, 2003. *Our energy future — creating a low carbon economy*, Energy White Paper, Londres.

Gibbins, J., et al., 2005. 'Scope for future CO<sub>2</sub> emission reductions through carbon capture and storage', presentación en la conferencia Stabilisation 2005, Met Office, Reino Unido. (Véase: [www.stabilisation2005.com](http://www.stabilisation2005.com) — acceso del 12/10/2005).

Hadley Centre, 2005. International symposium on the stabilisation of greenhouse gases, 1–3 febrero 2005, Report of the Steering Committee, Met Office, Exeter, Reino Unido.

Hadley Centre, 2005. *Stabilising climate to avoid dangerous climate change*, un resumen de investigación relevante en el Hadley Centre, Met Office, Exeter, Reino Unido.

Kroger, K., Fergusson, M. y Skinner, I., 2003. *Critical issues in decarbonising transport: The role of technologies*, Tyndall Centre Working Paper 36.

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, 2002. Workshop on carbon dioxide capture and storage,

*Proceedings*, Regina, Canadá, 18–21 noviembre 2002, Publicado por ECN.

### Medidas de adaptación necesarias

Berlin European Conference for Renewable Energy 'Intelligent Policy Options', 2004. Conclusions of session 3: Looking forward — Horizon 2020.

Gupta, J., 1998. *Encouraging developing country participation in the climate change regime*, Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Philibert, C., 2000. 'How could emissions trading benefit developing countries', *Energy Policy*, 28:947–956.

### Sumideros de carbono

British Geological Survey, 1996. Joule II Project No CT92-0031, *The underground disposal of carbon dioxide*.

Jones, C.D., *et al.*, 2003. *Geophysical Research Letters*, vol. 30, págs. 1479–82.

### Una posible economía del hidrógeno

Akansu, S.O., Dulger, Z., Kahraman, N. y Veziroglu, T.N., 2004. 'Internal combustion engines fueled by natural gas — hydrogen mixtures', *International Journal of Hydrogen Energy* 29(14): 1527–1539.

Blok, K., Williams, R.H., Katofky, R.E y Hendriks, C.A., 1997. 'Hydrogen production from natural gas, sequestration of recovered CO<sub>2</sub> in depleted gas wells and enhanced natural gas recovery', *Energy* 22(2/3): 161–168.

Comisión Europea, 2003. *Hydrogen energy and fuel cells, A vision for our future*, High Level Group for Hydrogen and Fuel Cells: 16, Bruselas.

European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform, 2004. Steering Panel — Deployment Strategy, borrador al Consejo Asesor, 6 diciembre 2004.

Pearce, F., 2000. Kicking the habit, *New Scientist*, 25 noviembre 2000.

### Costes y beneficios

Barker, T., 2005. 'Induced technological change in the stabilisation of CO<sub>2</sub> concentrations', presentación en la conferencia Stabilisation 2005, Met Office, Reino Unido. [www.stabilisation2005.com](http://www.stabilisation2005.com).

Bates, J., Adams, M., Gardiner, A., *et al.*, 2004. *Greenhouse gas emission projections and costs 1990–2030*, Informe técnico 2004/1 de la AEMA-CTE/ACC en apoyo del SOER 2005.

den Elzen, M.G.J., Lucas, P. y van Vuuren, D.P., 2005. 'Abatement costs of post-Kyoto climate regimes', *Energy Policy* 33(16), págs. 2138–2151.

Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2003. The social cost of carbon: a review, informe de julio 2003, Londres.

Met Office, Reino Unido, 2005. Presentaciones en la conferencia Stabilisation 2005: [www.stabilisation2005.com](http://www.stabilisation2005.com).

Schneider, S., 2005. 'Overview of dangerous climate change', presentación en la conferencia Stabilisation 2005, Met Office, Reino Unido. [www.stabilisation2005.com](http://www.stabilisation2005.com).

Umweltbundesamt, 2005. Klimaschutz in Deutschland bis 2030-Politikzenarien III. UB AFB Nr: 000752.



## 4 La contaminación atmosférica y la salud

### 4.1 Introducción

La contaminación atmosférica traspasa las fronteras naturales y políticas. Los gases acidificantes pueden dispersarse a lo largo de cientos de kilómetros antes de depositarse en forma de lluvia ácida sobre algún hábitat lejano. Incluso el *smog* urbano puede extenderse a gran distancia en el aire en calma de un caluroso verano. De este modo, el control de la contaminación atmosférica en Europa ha de ser necesariamente una actividad realizada en colaboración entre los países. Una de las primeras actividades que definió la regulación ambiental europea fue la actuación sobre las emisiones de azufre que contribuyen a provocar la lluvia ácida y perjudican la salud humana.

Europa ha realizado grandes avances en la reducción de muchas formas de contaminación atmosférica para proteger la salud humana y los ecosistemas. A fin de garantizar dicha protección, se ha fijado una serie de valores límite y valores objetivo (tabla 4.1).

En particular, Europa ha eliminado el *smog* invernal y ha frenado la amenaza de la lluvia ácida. Sin embargo, las altas concentraciones de partículas finas y el ozono troposférico, en particular, siguen causando problemas de salud en numerosas ciudades y sus alrededores, así como problemas para la salud de los ecosistemas y para los cultivos de grandes zonas de la Europa rural. Pese a la reducción de las emisiones, las concentraciones de estos contaminantes se mantienen en niveles elevados —a menudo por encima de los objetivos actuales— estas concentraciones reducen la esperanza de vida, son causa de muerte prematura y deterioran la salud de amplios sectores de la población.

Estimaciones recientes indican que todos los días hay gente en alguna parte de Europa que tiene dificultades para respirar debido a la contaminación atmosférica. Los efectos más comunes son la tos y otros problemas respiratorios como la bronquitis, pero también pueden producirse asma y alergias. Además, la contaminación puede provocar inflamaciones que afecten a la función

**Tabla 4.1 Valores límite (VL) y valores objetivo (VO) de calidad del aire ambiente de la UE para la protección de la salud humana y los ecosistemas (1999/30/CE, 2002/3/CE, 2001/81/CE)**

Contaminante	Valor (tiempo medio)	Número de casos de superación admisibles/superficie mínima de superación	Año de cumplimiento
Salud humana			
Ozono (VO)	120 µg/m <sup>3</sup> (media 8 h)	< 76 días/3 años	2010
PM <sub>10</sub> (VL)	50 µg/m <sup>3</sup> (media 24 h)	< 36 días/año	2005
PM <sub>10</sub> (VL)	40 µg/m <sup>3</sup> (media anual)	Ninguno	2005
SO <sub>2</sub> (VL)	350 µg/m <sup>3</sup> (media 1 h)	< 25 horas/año	2005
SO <sub>2</sub> (VL)	125 µg/m <sup>3</sup> (media 24 h)	< 4 días/año	2005
NO <sub>2</sub> (VL)	200 µg/m <sup>3</sup> (media 1 h)	< 19 horas/año	2010
NO <sub>2</sub> (VL)	40 µg/m <sup>3</sup> (media anual)	Ninguno	2010
Protección de ecosistemas			
Ozono (VO)	AOT40c de 18 (mg/m <sup>3</sup> ).h (media 5 años)	Horas de luz diurna mayo-julio	2010
Ozono	AOT40c de 6 (mg/m <sup>3</sup> ).h (media 5 años sobre 22.500 km <sup>2</sup> )	Reducción > 33% con respecto a 1990	2010
Acidificación	Casos de superación de las cargas críticas (año, media sobre 22.500 km <sup>2</sup> )	Reducción > 50% con respecto a 1990	2010
NO <sub>x</sub> (VL)	30 µg/m <sup>3</sup> (media anual)	> 1.000 km <sup>2</sup>	2001
SO <sub>2</sub> (VL)	20 µg/m <sup>3</sup> (media anual)	> 1.000 km <sup>2</sup>	2001
SO <sub>2</sub> (VL)	20 µg/m <sup>3</sup> (media invernal)	> 1.000 km <sup>2</sup>	2001

cardiovascular y perjudicar la estimulación cerebral del corazón.

La susceptibilidad de las personas a la contaminación atmosférica es muy variable. Los más afectados suelen ser quienes padecen enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Los niños, los ancianos y las personas que aspiran grandes cantidades de aire mientras hacen ejercicio al aire libre en ambientes contaminados también son grupos de riesgo. Sin embargo, o no existe ningún umbral por debajo del cual no se produzcan efectos perjudiciales o todavía está por determinar para algunos contaminantes atmosféricos.

Para cumplir los objetivos del Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (6PAMA), es necesario ir haciendo progresivamente más estrictos los objetivos de contaminación atmosférica. El 6PAMA insta a formular una estrategia temática sobre contaminación atmosférica con el objetivo de «alcanzar niveles de calidad del aire que no den lugar a impactos negativos y riesgos inaceptables para la salud de las personas y el medio ambiente». Tras su Comunicación de 2001 sobre el programa europeo de «Aire Puro para Europa» (*Clean Air for Europe*, CAFE), que constituye el fundamento científico y técnico de la Estrategia temática, la Comisión Europea ha analizado si la legislación vigente es suficiente para cumplir los objetivos del 6PAMA para 2020. Este análisis demuestra que ni siquiera la aplicación eficaz de la legislación vigente podrá evitar que se produzcan impactos negativos significativos.

Por lo tanto, la Estrategia temática sobre la contaminación atmosférica contempla medidas adicionales para reducir los años de vida perdidos a consecuencia de las partículas a casi la mitad, y la mortalidad aguda causada por el ozono en un 10% hasta 2020, en comparación con los niveles del año 2000. También trata de reducir al máximo la superficie de bosques y otros ecosistemas que resultan dañados por los contaminantes atmosféricos (acidificación, eutrofización y ozono troposférico).

Se calcula que esta nueva Estrategia servirá para lograr beneficios sanitarios por un valor mínimo de 42.000 millones de euros anuales, gracias a la reducción de las muertes prematuras, las enfermedades y los ingresos hospitalarios, así como al incremento de la productividad

laboral, etc. Esto es más de cinco veces el coste de la aplicación efectiva de dicha estrategia, que se cifra en torno a los 7.100 millones de euros anuales o el 0,05% del producto interior bruto (PIB) de la UE25 en 2020.

Es imposible calcular el verdadero coste que la contaminación atmosférica ha podido tener para la población y la economía europeas hasta el momento. Una estimación sitúa el coste anual de los perjuicios sanitarios causados por la contaminación atmosférica entre 305.000 y 875.000 millones de euros. Desde otro punto de vista, se calcula que, si no se hubieran reducido las emisiones en el pasado por medio de normas y avances tecnológicos, los europeos hubieran tenido que reducir un 90% el uso de los automóviles a fin de mantener los niveles de calidad de aire de que disfrutamos en la actualidad. Los efectos positivos que han tenido las medidas adoptadas en el pasado sobre la cohesión social y la competitividad económica de Europa son evidentes.

## 4.2 La lluvia ácida y la salud de los ecosistemas

La reducción de la lluvia ácida ha sido un importante éxito de la política de colaboración europea en materia de medio ambiente. La lluvia ácida se debe a la precipitación atmosférica de las emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y amoníaco. El dióxido de azufre proviene fundamentalmente de la combustión del carbón y de los buques petroleros, centrales eléctricas y calderas industriales. Los óxidos de nitrógeno también son generados en parte por las centrales eléctricas y las calderas, pero en mayor medida se deben a las emisiones de buques y automóviles. La principal fuente de amoníaco es la evaporación de los purines que genera la cabaña ganadera y la aplicación de estiércol en las explotaciones agrarias.

En 2002, el 40% de las emisiones ácidas fueron debidas al dióxido de azufre, el 32% a los óxidos de nitrógeno y el 28% al amoníaco. De las fuentes terrestres, el 32% de las emisiones provenían del sector energético, el 25% de la agricultura, el 13% del transporte y el 11% de la industria. El mayor recorte de las emisiones desde 1990 tuvo su origen en el sector energético (52%), seguido de otras industrias (16%) y del transporte (13%). Durante el mismo período, las emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> del

sector naval han seguido aumentando, de tal manera que llevan camino de superar a todas las fuentes terrestres juntas.

Desde la revolución industrial, estos gases siempre han planteado problemas. Erosionan los edificios y las estatuas, impiden el crecimiento de los árboles en las proximidades de las grandes áreas industriales y contribuyen a la expansión de las enfermedades pulmonares y cardíacas. Este último efecto fue especialmente evidente durante los importantes episodios de *smog* observados en las ciudades europeas hasta los años 60.

La verificación científica del alcance y de la importancia ecológica de la propagación de esta contaminación a través de las nubes de lluvia es mucho más reciente.

La primera evidencia firme de los grandes daños ecológicos que causa la precipitación ácida de largo alcance fue la acidificación de los ríos y lagos escandinavos en los años 60 y 70, que hizo que miles de lagos se volvieran demasiado ácidos para la supervivencia de numerosas especies de peces. Poco a poco fue quedando claro que la acidificación se debía en gran medida a la escorrentía de suelos que habían resultado modificados químicamente por la lluvia ácida. Más tarde, durante la década de los 80, se observó que grandes zonas de bosques del centro de Europa también sucumbían a la lluvia ácida, en parte debido a sus efectos directos sobre el follaje y en parte a la acidificación de los suelos forestales.

Europa comenzó un programa para reducir las emisiones ácidas tras la conferencia medioambiental de Estocolmo, en 1972. El Convenio de las Naciones Unidas sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia (*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP*), promovido por la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE-ONU) en 1979, comenzó con un protocolo destinado a reducir las emisiones de azufre al menos un 30% y siguió con otros protocolos para lograr nuevas reducciones de las emisiones de azufre y limitar las de óxidos de nitrógeno. A finales de los años 80, Europa había adoptado un enfoque integrado para abordar los problemas de la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico. La Directiva de 1988 sobre grandes

instalaciones de combustión (revisada en 2001), el Protocolo de 1999 para luchar contra la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico y la Directiva 2001/81/CE sobre techos nacionales de emisión (*national emissions ceiling, NEC*) trataban de hacer frente a estos problemas a través del concepto de «cargas críticas» y la reducción de las emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco y compuestos orgánicos volátiles no metánicos.

El estudio científico de las emisiones ácidas y sus impactos ha mejorado notablemente desde que se descubrieron los lagos muertos de Escandinavia. Ha quedado claro que la deposición ácida suele ser mayor en el sur y en el este de Europa, aunque los daños ecológicos han sido mayores más al norte. Esto es así en parte porque la carga acumulativa de la precipitación ácida sobre los suelos a lo largo de los últimos decenios ha sido mayor en el norte y también porque los suelos del norte son menos capaces de neutralizar el ácido que los situados más al sur.

El nitrógeno emitido en forma de óxidos de nitrógeno o amoníaco puede causar la acidificación y eutrofización de los ecosistemas de agua dulce y terrestres, así como la eutrofización de los ecosistemas marinos. La eutrofización es consecuencia de un aporte excesivo de nutrientes que alteran los ecosistemas. Uno de los resultados más comunes es la excesiva proliferación de algas en las aguas de superficie.

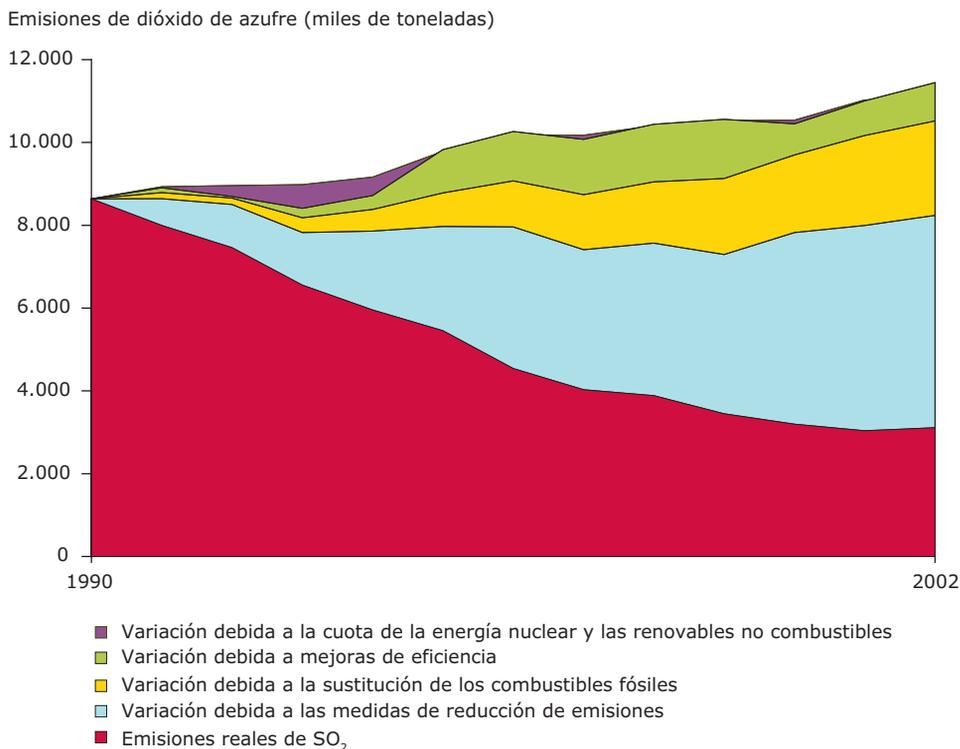
El avance del conocimiento científico ha impulsado un cambio en la forma de plantear la reducción de las emisiones por parte de los responsables políticos, que han decidido dar prioridad a estas reducciones en las zonas que provocan la deposición ácida sobre los ecosistemas más vulnerables. Muchos ecosistemas cuentan ya con una evaluación de la «carga crítica» de la deposición ácida que pueden absorber sin que se produzcan efectos nocivos importantes a largo plazo, marcando límites que pecan de «demasiado precavidos» de forma deliberada. Las cargas críticas en las regiones de suelo fino o en las más vulnerables a la eutrofización suelen ser muy inferiores a las establecidas para zonas con suelos con mayor capacidad de amortiguación.

Actualmente, los objetivos de emisión que marca la Unión Europea son algo más rigurosos que los fijados

en el CLRTAP. En cumplimiento de diversas medidas legislativas, numerosas grandes centrales europeas de producción de electricidad a partir de combustibles fósiles —la fuente principal de emisión de dióxido de azufre— han instalado equipos de desulfuración de los gases de combustión para eliminar el dióxido de azufre de las emisiones de las chimeneas. Otras han reducido sus emisiones utilizando carbón o petróleo más bajo en azufre, o pasándose al gas natural.

En gran medida como consecuencia de estos cambios, las emisiones de dióxido de azufre alcanzaron su apogeo en la UE a finales de los 70 y se han reducido en dos terceras partes desde 1980. Se han reducido las emisiones generadas por las instalaciones públicas de producción de electricidad y calor gracias a la aplicación de mejoras de eficiencia, a la sustitución de combustibles y al empleo de tecnologías de desulfuración de los gases de combustión (figura 4.1).

**Figura 4.1 Reducción de las emisiones de SO<sub>2</sub> en las instalaciones públicas de producción de electricidad y calor en la UE15**



**Notas:**

1. No se dispone de datos de emisiones de Luxemburgo, por lo que no se ha incluido este país en el cálculo de la Unión Europea.
2. El gráfico refleja la contribución de los diversos factores que han afectado a las emisiones de SO<sub>2</sub> generadas por la producción de electricidad y calor. La línea superior representa la evolución de las emisiones de SO<sub>2</sub> que se hubieran producido por el aumento de la producción de electricidad entre 1990 y 2002, si la estructura de la producción de calor y electricidad hubiera permanecido invariable desde 1990 (es decir, si la cuota de los combustibles utilizados para producir electricidad y calor hubiera permanecido constante, si la eficiencia de la producción también hubiera permanecido igual y si no se hubieran incorporado tecnologías adicionales de reducción de emisiones). Sin embargo, hubo varios cambios en la estructura de la producción de calor y electricidad que tendieron a reducir las emisiones de SO<sub>2</sub>, y se refleja la contribución de cada uno de estos cambios a la reducción de las emisiones por medio de las cuatro primeras áreas coloreadas. El efecto acumulativo de todos estos cambios fue que las emisiones de SO<sub>2</sub> generadas por la producción de electricidad y calor efectivamente siguió la tendencia indicada por la zona roja en la parte inferior del gráfico.

**Fuente:** AEMA y Eurostat, 2005.

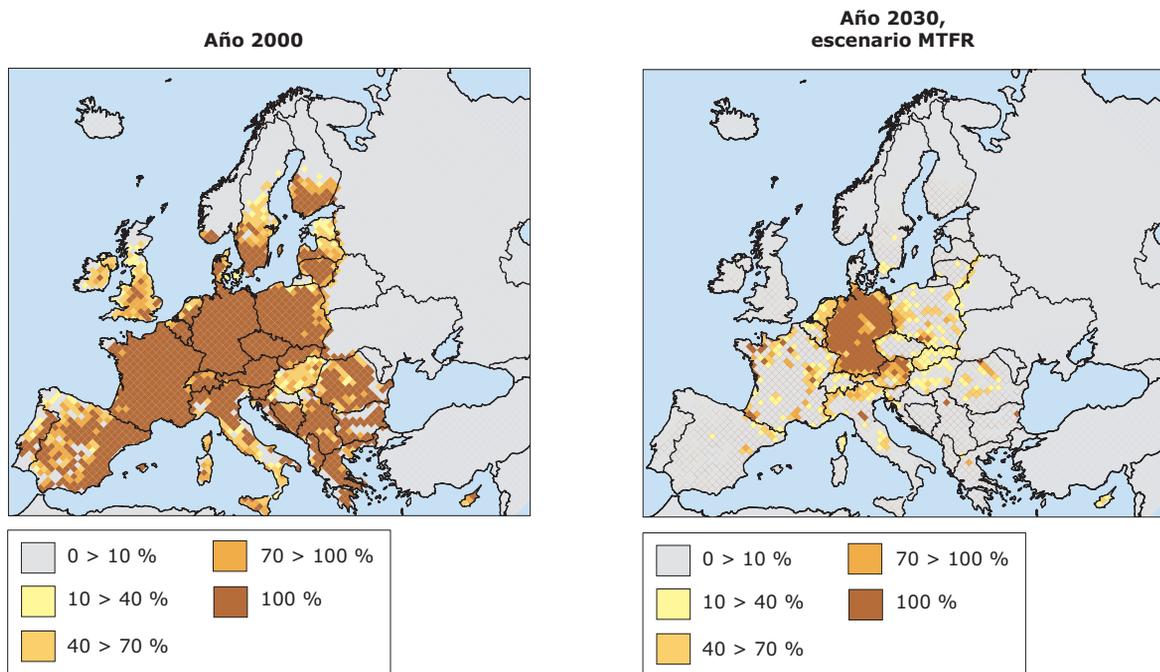
Algunos países han logrado reducciones mucho más importantes: Alemania, Austria, Dinamarca y Reino Unido han reducido sus emisiones en más de un 90%.

No obstante, el descenso de las emisiones de dióxido de azufre no ha sido universal. Algunos países mediterráneos han registrado pequeños incrementos. Además, hay una importante actividad económica que ha permanecido en gran medida ajena a los controles sobre las emisiones de dióxido de azufre. Se trata del transporte marítimo, el cual, a consecuencia del continuo uso de combustibles altos en azufre y de la importante labor de descontaminación realizada en otros ámbitos, es actualmente el responsable del 39% de las emisiones de dióxido de azufre generadas por los países de la UE15. Hasta hace poco, las emisiones del transporte marítimo llevaban camino de superar a todas las emisiones terrestres en un plazo de 20 ó 30 años; los últimos cálculos indican que podría ser

incluso antes. En consecuencia, los Ministros de Medio Ambiente de la UE han acordado reducir el contenido de azufre máximo admisible en el combustible marino del 5% al 1,5% a partir de 2006. Esto debería traducirse en una cierta reducción de las emisiones. El contenido medio de azufre actual es del 2,7%.

El descenso de los óxidos de nitrógeno, generados fundamentalmente por los transportes por carretera, ha sido menor que el del dióxido de azufre. Han bajado más de una cuarta parte respecto de los niveles de 1990 en la UE15. Esta reducción se ha debido principalmente a la introducción en Europa del catalizador incorporado al tubo de escape de la mayoría de los automóviles. Este dispositivo elimina la mayor parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno, así como de otros contaminantes, pero la eficacia de esta innovación tecnológica ha sido contrarrestada por el aumento del tráfico rodado. Una vez más, el transporte marítimo ha

**Mapa 4.1 Exceso de deposición de nitrógeno en 2000 y 2030**



**Nota:** Porcentaje de la superficie total de ecosistemas receptores de deposiciones de nitrógeno por encima de las cargas críticas (base de datos de 2004). Datos correspondientes a los países de la AEMA salvo Islandia y Turquía, aunque los mapas presentan las áreas sin datos como pertenecientes a la clase de "0 > 10%". MTR es el escenario de máxima reducción técnicamente viable (*maximum technically feasible reduction*).

**Fuente:** AEMA, 2005.

quedado exento de la normativa europea sobre los NO<sub>x</sub> y, como ya se ha dicho, las emisiones del sector naval en aguas de la UE llevan camino de superar todas las emisiones terrestres en un plazo de 15 a 20 años. Es más difícil para la UE regular los NO<sub>x</sub> que las emisiones de SO<sub>2</sub> del transporte marítimo, ya que la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar limita la capacidad de los Estados costeros para regular la construcción y el diseño de buques registrados fuera de la UE. Estos buques son responsables de más del 50% de los transportes marítimos en aguas de la UE. Por lo tanto, el foro preferido para abordar este problema es la Organización Marítima Internacional (OMI), que ya trabaja en la formulación de normas más estrictas para las emisiones navales de NO<sub>x</sub> a partir de 2007.

Resulta difícil calcular las emisiones de amoníaco generadas por la agricultura y todavía más controlarlas. Se cree que en gran medida se han estabilizado junto con la cabaña ganadera europea. Sin embargo, su aportación a la deposición ácida total ha aumentado de forma radical debido a la reducción de otras emisiones

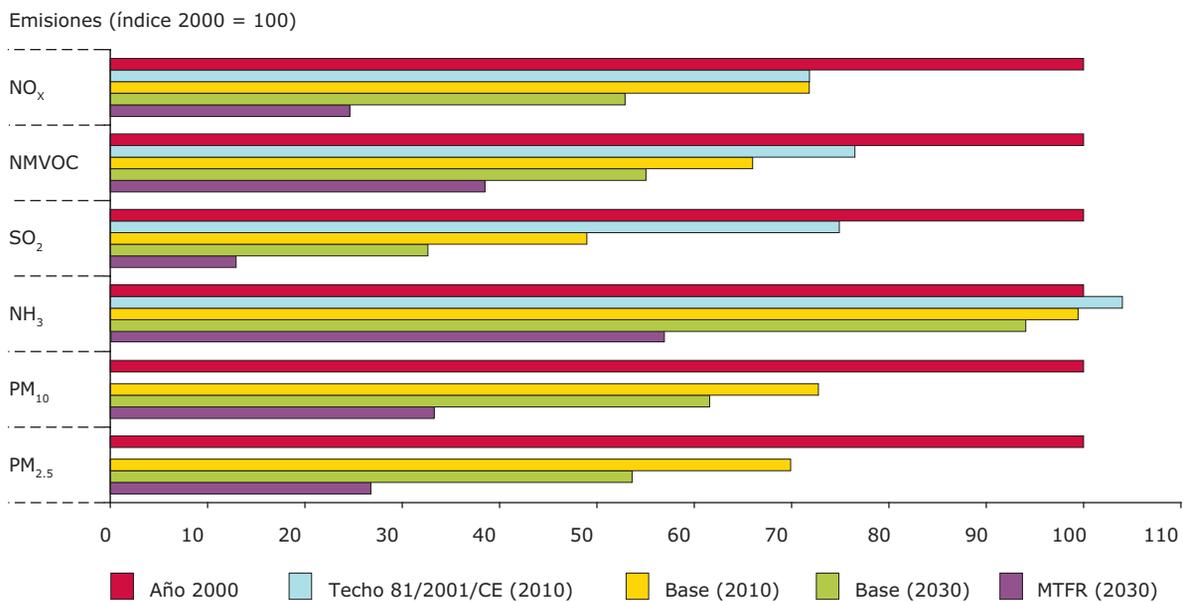
ácidas. Actualmente representan el 25% de todas las emisiones acidificantes.

En total, las emisiones de gases acidificantes se han reducido en Europa más del 40% en la UE15 y casi el 60% en la UE10, y más de la mitad en la industria y en el sector energético.

Estas medidas de reducción de las emisiones han logrado aumentar el número de ecosistemas europeos que reciben deposiciones de compuestos acidificantes por debajo de su carga crítica. No obstante, aproximadamente en el año 2004 el 10% de los ecosistemas europeos siguieron recibiendo deposiciones ácidas por encima de su carga crítica. Esto incluye el 18% de los bosques en los antiguos Estados miembros y el 35% en los nuevos.

Aunque las cargas no alcancen el nivel crítico evaluado, algunos ecosistemas no se recuperan debido a los daños ya sufridos a lo largo de su historia. Hoy en día, unos 14.000 lagos suecos siguen afectados por la acidificación

**Figura 4.2 Emisiones de contaminantes atmosféricos basadas en diferentes escenarios; UE25**



**Nota:** MTRF es el escenario de máxima reducción técnicamente viable (*maximum technically feasible reduction*).

**Fuente:** AEMA, 2005.

y en 7.000 se vierte cal periódicamente para evitar que aumente el grado de acidificación. Podrían transcurrir decenios o incluso siglos hasta que se recuperen muchos de ellos.

La salud de los bosques europeos se deterioró hasta mediados de los años 90. Desde entonces, se ha registrado un período de recuperación, seguido de otra fase de deterioro. Más de una quinta parte de los bosques siguen clasificados como «dañados». Las causas de estas tendencias no están totalmente claras y quizá no tengan que ver con la contaminación atmosférica en todos los casos. Las sequías y el cambio climático también podrían influir.

Es evidente que Europa todavía tiene mucho por hacer para recuperarse del legado de décadas de deposición ácida. ¿Cuál es pues el pronóstico y cuánto más puede hacerse?

Se cree que la deposición ácida continuará su tendencia a la baja, gracias a la aplicación de la Directiva 2001/81/CE y a los correspondientes protocolos del CLRTAP. Por ejemplo, las emisiones de dióxido de azufre de la UE25, según las previsiones actuales, se reducirán un 51% entre 2000 y 2010, año en el que alcanzarán su nivel más bajo desde 1900. En 2030, de acuerdo con los escenarios bajos en emisiones, se habrán reducido en casi dos terceras partes desde el escenario base del año 2000 (figura 4.2).

Con las medidas actuales, las emisiones de óxidos de nitrógeno de la UE25 descenderán un 47% entre 2000 y 2030, siendo técnicamente viable lograr reducciones adicionales. Por el contrario, se calcula que las emisiones de amoníaco no bajarán más de un 6% hasta 2030 (figura 4.2).

En general, la expectativa es que las medidas previstas para reducir la deposición ácida harán que disminuya en más de un 50% la superficie forestal en situación de riesgo. Si se redujesen las emisiones lo máximo que es técnicamente viable, podría lograrse que la precipitación en todos los bosques europeos, salvo algunos en el Benelux y Alemania, quedase por debajo de las cargas críticas. Del mismo modo, podría reducirse el porcentaje de ecosistemas europeos en riesgo de eutrofización del 55% del año 2000 al 10% en 2030 (mapa 4.1).

### 4.3 Las partículas y la salud humana

La contaminación por partículas es un problema recurrente. Antes de que la lluvia ácida se convirtiese en un problema en los años 70, el problema número uno de la contaminación atmosférica en Europa era el «smog» invernal en las ciudades provocado por el uso de carbón. Tras una serie de grandes desastres, muchos países europeos adoptaron medidas para prohibir la combustión de carbón en zonas urbanas. El problema de los humos parece haberse resuelto. En consecuencia, se redujo el número de víctimas mortales y de personas afectadas por enfermedades pulmonares como el enfisema y la neumonía.

No obstante, ahora sabemos que hay partículas más pequeñas, en gran medida invisibles, que siguen siendo peligrosas para la salud de los europeos. Estas partículas se clasifican generalmente por su tamaño. Las de menos de 10 micrómetros de diámetro ( $PM_{10}$ ) son las que se miden con más frecuencia. Sin embargo, existe una creciente preocupación por un subgrupo de estas partículas, las de diámetro inferior a 2,5 micrómetros ( $PM_{2,5}$ ), que podrían ser las más peligrosas porque penetran a mayor profundidad en los pulmones.

La fuente principal de la mayor parte de estas partículas, sobre todo las  $PM_{2,5}$ , es el combustible utilizado en las centrales eléctricas, en las instalaciones industriales y en los motores de los automóviles, muy en especial los motores de gasóleo. También se producen algunas partículas finas por las reacciones químicas que tienen lugar en la atmósfera, especialmente durante los episodios de *smog*.

Casi todos los estudios concuerdan en que las partículas son los principales contaminantes causantes de mortalidad en la Europa actual. Hace poco, el programa CAFE situó la cifra de muertes prematuras por exposición a partículas  $PM_{2,5}$  antropogénicas en 348.000 personas durante el año 2000. Geográficamente, los estudios CAFE indican que el mayor perjuicio para la salud se produce en la zona del Benelux, en el norte de Italia y en algunas zonas de Polonia y Hungría. En estas zonas, la reducción media de la esperanza de vida a consecuencia de las partículas podría ser de hasta dos años.

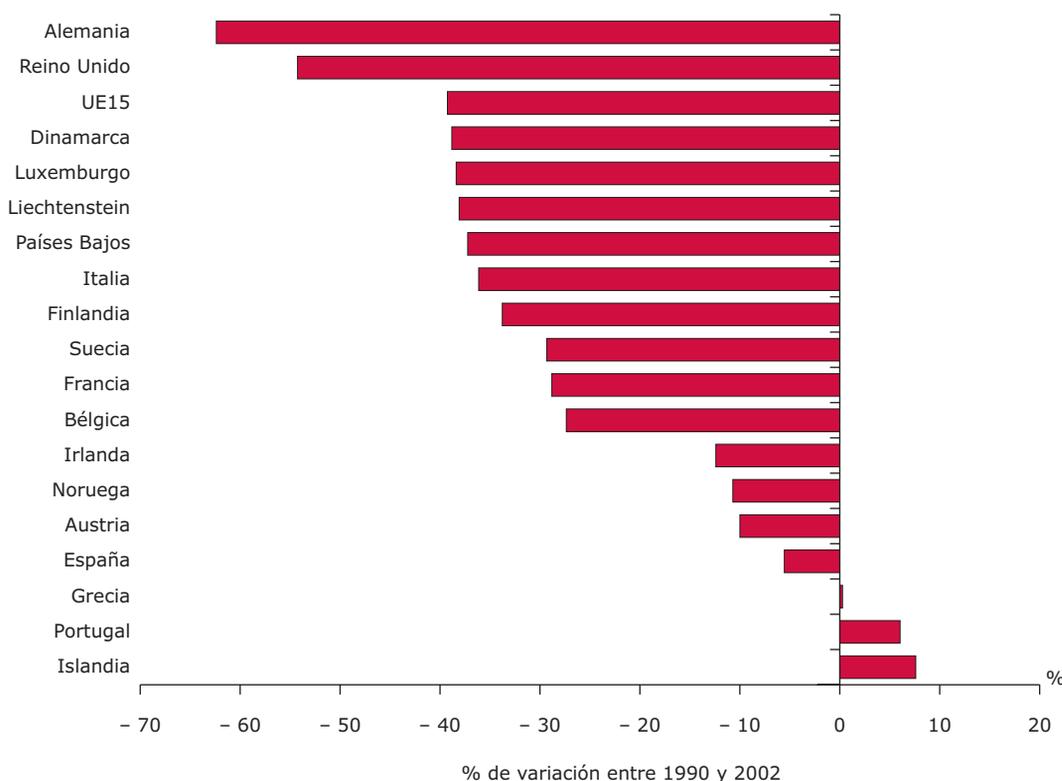
Los responsables políticos europeos han reaccionado ante estas pruebas. Las medidas de descontaminación han rebajado notablemente las emisiones de partículas desde 1990 (figura 4.3); por ejemplo, las emisiones de PM<sub>10</sub> de Alemania y Reino Unido se han reducido más de un 50%. Deberían obtenerse reducciones adicionales a medida que mejoren las tecnologías de automoción, sobre todo con la introducción de filtros para las emisiones de los vehículos de gasóleo.

Los escenarios base, que presuponen que se aplicarán plenamente tanto las medidas actualmente existentes como las previstas para el futuro, prevén una reducción del 38% de las emisiones de PM<sub>10</sub> y del 46% de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> entre 2000 y 2030 (figura 4.2). A primera vista, estas reducciones deberían reflejarse en un descenso de las concentraciones atmosféricas de partículas. Si es así, esto sería suficiente para rebajar en una tercera parte la cifra anual de años de vida perdidos

a consecuencia de las partículas (actualmente 4 millones) y para reducir en una proporción similar los ingresos hospitalarios graves (actualmente 110.000 al año).

Lamentablemente, esto no es seguro. Existe una creciente preocupación por que las recientes reducciones de las emisiones no se reflejen en un descenso de las concentraciones atmosféricas que respiramos, aunque no disponemos de una serie cronológica suficientemente larga para establecer tendencias claras de las concentraciones de PM<sub>10</sub>. Las concentraciones están muy influenciadas por las condiciones meteorológicas, vinculadas a la variabilidad de la producción de partículas secundarias en el *smog*. Se teme también que las emisiones generadas por el transporte no disminuyan tan rápidamente como se esperaba, debido a que los ciclos de pruebas no reflejan las condiciones de conducción del mundo real, la programación de los

**Figura 4.3 Variación de las emisiones de partículas finas primarias y secundarias (AELC-3 y UE15), 1990–2002**



Fuente: AEMA, 2005.

sistemas electrónicos de los automóviles de gasóleo y otras fuentes de emisiones sin combustión (frenos, neumáticos), que aumentan en consonancia con el crecimiento y la congestión del tráfico. Al igual que en el caso del SO<sub>2</sub> y de los NO<sub>x</sub>, el transporte marítimo es una importante fuente de emisiones de partículas sobre la que no se ha actuado todavía; los modelos matemáticos y las mediciones realizadas indican que el sector naval puede estar emitiendo del 20% al 50% de las partículas secundarias en las zonas costeras y portuarias.

En cualquier caso, es probable que muchas áreas urbanas de la UE25 sigan registrando concentraciones por encima del límite de seguridad de partículas durante varias décadas, en gran medida por el constante crecimiento del transporte por carretera, pero también por la contribución de otras actividades, como la pequeña combustión. En los últimos diez años, el volumen de pasajeros ha aumentado en la UE25 un 20% mientras que el de mercancías lo ha hecho un 30%, casi al mismo ritmo que el PIB.

Las innovaciones tecnológicas al final de los procesos, como la instalación de trampas de partículas en los

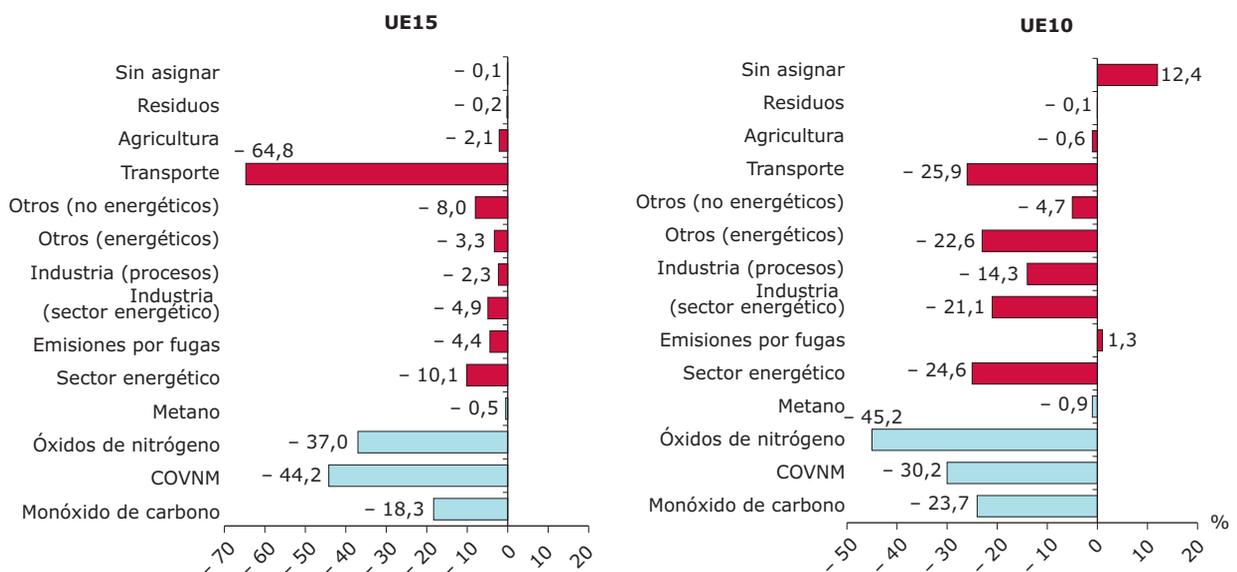
automóviles de gasóleo, no bastan para compensar el ritmo de crecimiento de la demanda. Más aún, estas innovaciones suelen acarrear un pequeño incremento del consumo de combustible, de modo que pueden aumentar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Existe una necesidad evidente de cambiar la manera de utilizar el transporte. A sabiendas de ello, los reguladores, además de fomentar un mayor desarrollo tecnológico, se plantean cada vez más la posibilidad de influir en el comportamiento de los conductores por medio de incentivos a la compra de vehículos más limpios, la implantación de peajes, la promoción de modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente y la creación de zonas medioambientales.

#### 4.4 Los efectos del ozono sobre las personas y los ecosistemas

El ozono se da de forma natural en la atmósfera, especialmente en la estratosfera, donde forma un escudo químico que protege la vida sobre la superficie del planeta frente al exceso de radiación solar ultravioleta.

**Figura 4.4** Contribución al cambio en las emisiones de precursores del ozono para cada sector y contaminante, 1990–2002



Fuente: AEMA, 2005.

Esta es la razón por la que el mundo ha tomado medidas para eliminar la fabricación y el consumo de sustancias que han deteriorado la capa de ozono. Las actividades humanas también producen la acumulación de ozono a nivel del suelo, donde puede constituir un riesgo para la salud. En algunos lugares, los niveles de ozono se sitúan a veces por encima de lo que se consideran límites de seguridad, en gran medida por las considerables fluctuaciones anuales que provocan en su mayor parte las condiciones meteorológicas.

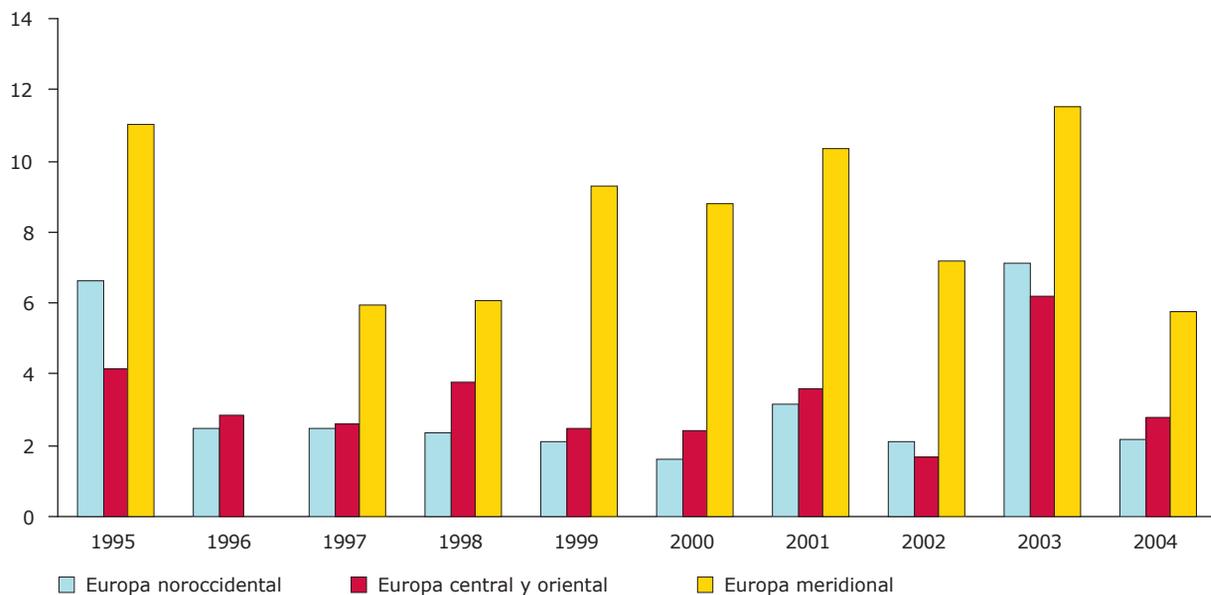
El ozono no se emite directamente a la atmósfera. Se forma por reacciones fotoquímicas, más intensas en verano, de las que también forman parte los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COV). Una parte de los COV con un elevado potencial de formación de ozono, los denominados compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), son producidos por los sistemas de escape de los

automóviles, al igual que los óxidos de nitrógeno. También se emiten óxidos de nitrógeno desde las centrales eléctricas y las calderas industriales, mientras que los COVNM también se evaporan de los disolventes que se utilizan en las pinturas, los pegamentos y las imprentas.

Los catalizadores comenzaron a instalarse en los automóviles de gasolina en Europa a finales de la década de los 90. Estos aparatos reducen eficazmente las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y COVNM (figura 4.4). Sin esta tecnología, las emisiones estarían ya muy por encima de los niveles de principios de los años 80 y el aire perdería calidad muy deprisa.

Las concentraciones de ozono son más elevadas durante los episodios de *smog* fotoquímico, que constituye un complejo cóctel químico. Además de ozono y sus precursores y productos químicos, el *smog* químico

**Figura 4.5** Incidencia media de casos de superación en las estaciones que registraron al menos un caso, por región de la UE



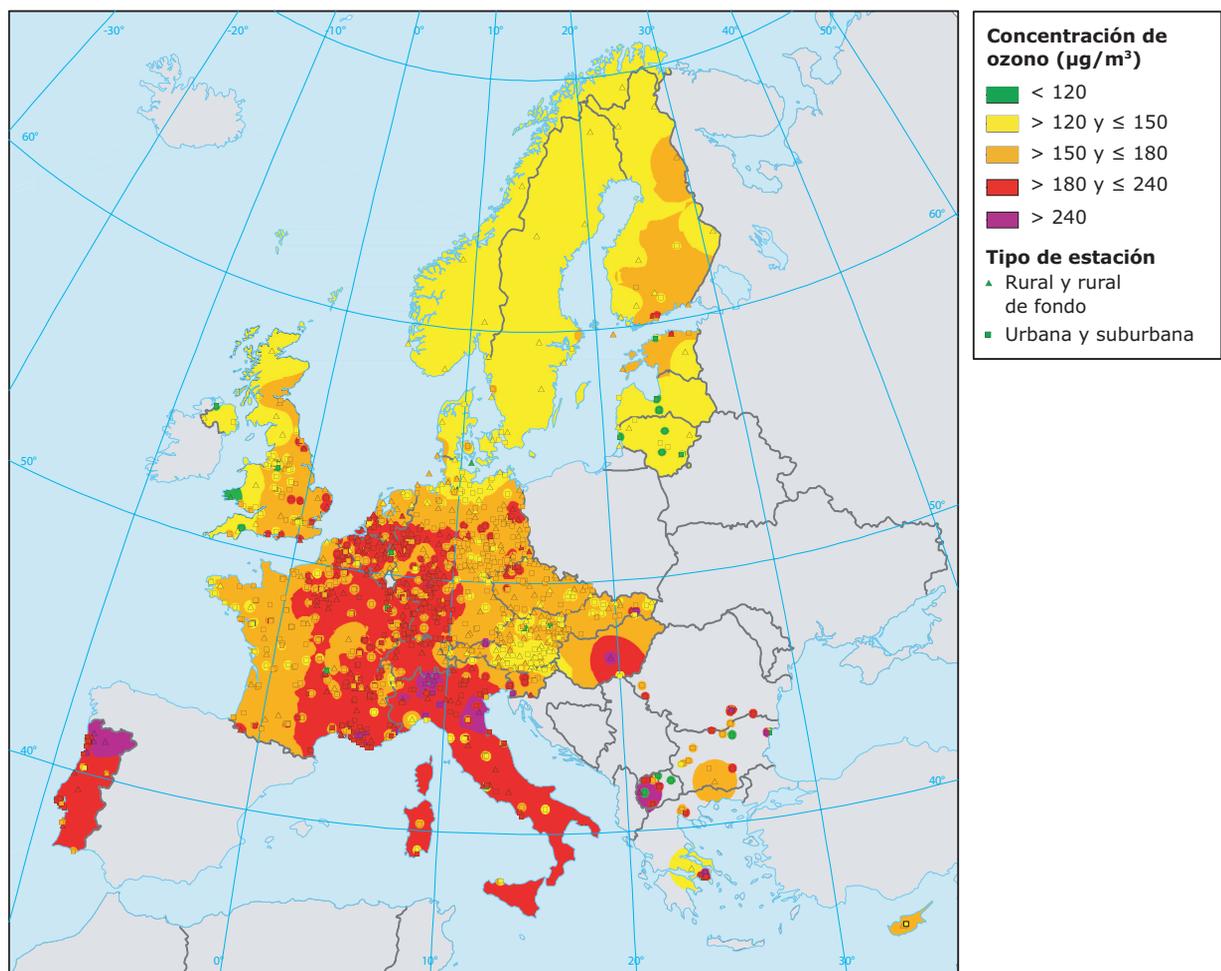
**Nota:** Europa noroccidental: Reino Unido, Irlanda, Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo y Francia al norte de los 45° de latitud. Europa central y oriental: Alemania, Polonia, República Checa, Eslovaquia, Hungría, Austria y Suiza. Europa meridional: Francia al sur de los 45° de latitud, Portugal, España, Italia, Eslovenia, Grecia, Chipre y Malta. Europa septentrional no se ha incluido en esta cifra debido al bajo número de casos de superación.

**Fuente:** AEMA, 2005.

también puede contener otros contaminantes, como el dióxido de azufre. Las partículas finas también son un importante producto del *smog* fotoquímico. Una vez formado, el *smog* puede permanecer durante días y desplazarse a grandes distancias desde las zonas urbanas en las que suele formarse. A lo largo del camino, puede cambiar su composición química y haber aumentado su toxicidad cuando alcanza las zonas rurales. De hecho, parte de las concentraciones más elevadas de ozono se registran finalmente en estas zonas rurales, lejos de las fuentes de emisión de los compuestos que forman el *smog*.

El ozono constituye un riesgo para la salud de los seres humanos porque inflama las vías respiratorias y daña los pulmones. Provoca tos, puede desencadenar ataques de asma y agravar los problemas respiratorios y, en última instancia, puede causar la muerte por enfermedades respiratorias y cardíacas. Aunque resulta difícil distinguir los efectos del ozono sobre la salud de los causados por otros contaminantes atmosféricos, como las partículas, se cree que el ozono acelera la muerte de hasta 20.000 personas al año en la UE. Además, es el responsable de que las personas vulnerables a sus efectos deban medicarse para aliviar

**Mapa 4.2** Concentraciones máximas de ozono en una hora observadas durante el período estival de 2004 (abril-septiembre)



Fuente: AEMA, 2005.

sus afecciones respiratorias, hasta un total de 30 millones de días-persona al año.

La mayor parte del daño parece producirse durante los episodios de *smog* intenso que se forman a veces en verano cuando el aire está en calma, cuando no hay lluvia o viento que elimine los contaminantes y ralentice las reacciones que las crean. Las autoridades sanitarias públicas de Europa acostumbran a difundir avisos durante los episodios de *smog*, para que los grupos de riesgo no salgan al exterior y eviten el ejercicio físico intenso.

Para hacer frente a estos problemas, se han adoptado medidas legislativas que han logrado reducir las emisiones de los precursores del ozono —los óxidos de nitrógeno y los COVNM— alrededor de una tercera parte desde 1990 (figura 4.4). Esto se ha conseguido principalmente gracias a la introducción de los catalizadores en los automóviles y a la Directiva europea de disolventes, que regula las emisiones de los disolventes industriales. Las mayores reducciones se han registrado en Alemania (53%) y en el Reino Unido (46%). Sin embargo, las emisiones han aumentado en España, Grecia y Portugal, y es en estos países donde se registran los mayores niveles de ozono. Las elevadas emisiones de NO<sub>x</sub> y COV de las actividades marítimas en el Mediterráneo también contribuyen al problema del ozono en la Europa meridional.

Las reducciones de las emisiones de precursores han sido incluso mayores entre los 10 nuevos Estados miembros de la UE, a lo cual ha contribuido el cierre de

antiguas instalaciones industriales muy contaminantes. La República Checa, Eslovaquia, Estonia, Letonia y Lituania han registrado reducciones superiores al 40% desde 1990.

La mayoría de los países deberían cumplir los techos europeos de emisión de precursores del ozono, cuya entrada en vigor está prevista para 2010. Sin embargo, en el complejo entorno químico del *smog* urbano, la reducción de las emisiones de estos contaminantes «precursores» no conllevará necesariamente reducciones equivalentes en las concentraciones de ozono y partículas finas del *smog*. Su producción depende de procesos químicos no lineales, así como de las temperaturas y de la luz solar. Probablemente sea la razón por la que las emisiones de precursores han registrado un descenso durante el último decenio, que ha ido acompañado de un pequeño aumento de las concentraciones medias anuales de ozono, sobre todo en el centro de las ciudades.

En concreto, el objetivo fijado por la UE para el ozono requiere que el 26º peor episodio de *smog* de cada año (promediado a lo largo de tres años y determinado como el valor máximo diario de concentración media de ozono en ocho horas) no alcance una concentración de ozono superior a los 120 microgramos por metro cúbico de aire. Pese al descenso de las emisiones de los precursores del ozono, la incidencia media de los casos de superación del objetivo europeo para el ozono aumentó entre 1997 y 2003, sobre todo en la Europa meridional. La incidencia de estos casos de superación volvió a disminuir notablemente en 2004 (figura 4.5).

#### El asma

Algunos de los peores problemas respiratorios desencadenados por la contaminación atmosférica afectan a los niños. El asma es actualmente la enfermedad respiratoria más común en los niños europeos occidentales; lo padece el 7% de los niños de 4 a 10 años, si bien existen grandes variaciones según los países.

No se sabe con seguridad cuál es la causa de que se hayan disparado los índices de asma. Existe una clara relación entre la epidemia de ataques de asma en la población y los picos locales de la contaminación atmosférica. El ozono en el *smog* puede alcanzar sus niveles más críticos durante estos episodios agudos, pero no hay tantas pruebas que respalden la tesis de que las tendencias a largo plazo de los niveles de ozono pueden explicar el creciente número de niños aquejados de ataques de asma. Ni tampoco hay demasiadas pruebas de que las zonas de Europa que registran más contaminación atmosférica sean las que registren más casos de asma. De hecho, el asma suele ser menos frecuente en Europa central y oriental, pese a que los niveles de contaminación atmosférica son más elevados que en Europa occidental.

La mayoría de los investigadores creen que el asma tiene varias causas relacionadas entre sí. Parece muy probable que la contaminación atmosférica desencadene ataques entre los niños que ya son susceptibles al asma, pero esa susceptibilidad puede deberse a otros factores, como la predisposición genética o la dieta, e incluso se habla del exceso de higiene en el hogar.

Las concentraciones máximas más altas en una hora del verano de 2004 se observaron en el norte de Portugal, norte de Italia, Albania, Macedonia y algunas islas griegas (mapa 4.2).

La toxicidad del *smog* ozónico se agrava por otros compuestos tóxicos que forman parte del cóctel químico. Algunos, como el benceno, las partículas y los hidrocarburos poliaromáticos, son emisiones directas de los tubos de escape de los automóviles; otros, como el dióxido de nitrógeno y algunas partículas de sulfato, se forman en el interior del propio *smog*.

El dióxido de nitrógeno, por ejemplo, se crea por oxidación del óxido nítrico emitido por los escapes de los automóviles. Al igual que el ozono, las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se han estabilizado en los últimos años, mientras que antes del año 2000 se había registrado una tendencia a la baja. En muchas partes de la Europa urbana se registran regularmente niveles atmosféricos de dióxido de nitrógeno por encima de los objetivos marcados. Es normal registrar valores del 15% al 30% superiores a los objetivos, pero en algunas estaciones son más del doble.

El *smog* ozónico en la troposfera tiene efectos ecológicos además de sanitarios. El ozono atmosférico frena el crecimiento de los cultivos y daña el follaje de los árboles. Dado que la exposición prolongada al ozono en los niveles inferiores de la atmósfera causa los mayores

daños a la vida vegetal, Europa ha fijado objetivos específicos de concentraciones medias de ozono. Parte de Europa cumple ya estos límites, pero buena parte de los países de Europa meridional y central, desde España a Polonia, no lo hacen. El año 2003 fue especialmente malo para esta clase de contaminación, y se cree que los elevados niveles de ozono podrían haber sido un factor tan importante como las altas temperaturas y la sequía en el bajo rendimiento de los cultivos de aquel año en el sur de Europa.

#### 4.5 Otros problemas de contaminación atmosférica que afectan a la salud

##### Los agentes carcinógenos

Poco es lo que se conoce de las causas que explican la aparición de muchos tipos de cáncer. Hay factores genéticos, por supuesto, pero, al menos en algunos tipos de cáncer, el medio ambiente puede desempeñar un papel crucial. En general, el riesgo que acarrea los carcinógenos ambientales puede ser mayor para los niños que para los adultos. Desde mediados de los años 80 se ha observado un pequeño pero significativo aumento del cáncer infantil, parte del cual puede atribuirse a las exposiciones ambientales. Varios estudios revelan que existe una clara relación entre la densidad del tráfico local y la leucemia infantil.

##### El dilema del ozono

Aunque los productos químicos que forman el *smog* ozónico se emiten fundamentalmente en las zonas urbanas, las concentraciones más elevadas de ozono en aire suelen registrarse en las zonas rurales. Esto se debe a que el «cóctel» de contaminantes que contiene el *smog* tiene una vida complicada. En las capas inferiores de la atmósfera, bajo la radiación solar, se forma ozono por la reacción fotolítica del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), a su vez producto de la oxidación del óxido nítrico (NO). El óxido nítrico procede de los escapes de los automóviles y otras vías de emisión y se oxida en el aire, formando NO<sub>2</sub>. Las moléculas de NO<sub>2</sub> participan después en reacciones fotoquímicas con compuestos orgánicos volátiles (COV), también procedentes de los escapes de los automóviles, para crear ozono (O<sub>3</sub>).

La forma predominante de oxidación del NO para formar NO<sub>2</sub> es la reacción con el ozono. Esta reacción destruye la molécula de ozono. De ahí que las concentraciones de ozono se reduzcan en presencia de mayores concentraciones de NO, como ocurre en las áreas urbanas.

Las concentraciones reales de ozono en el *smog* pueden variar mucho. Cerca de las fuentes de emisiones de NO —como las zonas de gran densidad de tráfico urbano, grandes autopistas e instalaciones industriales—, los niveles de ozono descienden porque se destruye en grandes cantidades. Por el contrario, lejos de estas zonas, en el extrarradio y en las zonas rurales en torno a las ciudades, el aire contiene abundante NO<sub>2</sub> y compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) que crean ozono, pero poco NO que lo destruya. Es en éstos lugares donde los niveles de ozono suelen ser más elevados.

Estas complejidades pueden tener importantes implicaciones para los esfuerzos destinados a reducir los niveles de ozono. El descenso de las emisiones de los gases precursores reducirá la tasa de formación de ozono, pero también la tasa de destrucción, sobre todo en el centro de las ciudades. En determinadas circunstancias, la reducción de las emisiones podría hacer que los niveles de ozono aumentasen en lugar de disminuir en el centro de las ciudades.

Sin embargo, las pruebas demuestran que casi todos los tipos de cáncer infantil tienen su origen antes del nacimiento, a veces debido a la exposición del feto a agentes carcinógenos. Esta exposición resulta especialmente peligrosa porque las células fetales se dividen a gran velocidad. Por este motivo, la probabilidad de desarrollar mutaciones por la exposición a un agente carcinógeno es mucho mayor.

Algunos carcinógenos conocidos, presentes en el medio ambiente, son los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), un grupo de sustancias químicas creadas por la combustión incompleta de cualquier cosa, desde el carbón hasta la basura. Los HAP forman parte de las emisiones de los automóviles, pero también pueden llegar a la atmósfera desde las incineradoras, los vertederos, algunas fábricas e incluso los restaurantes de comida rápida. Algunos estudios indican que los hombres que trabajan con HAP pueden transmitir un mayor riesgo de cáncer cerebral a sus hijos.

Un factor de cáncer omnipresente en la atmósfera es la radiación ultravioleta (UV) del sol. Este es el principal factor causante de cáncer de piel, responsable del 80% al 90% de todos los casos. Las tasas de cáncer de piel van en aumento en Europa, ya que los europeos toman cada vez más el sol y pasan más vacaciones en lugares más próximos al Ecuador, donde los niveles de radiación UV son más elevados. Sin embargo, el aumento de los niveles de radiación UV provocado por el adelgazamiento de la capa de ozono también puede influir. Muchas cremas solares no ofrecen una protección eficaz contra la radiación UVA, a la cual se presta mayor atención por su posible contribución a uno de los cánceres de piel más letales: el melanoma maligno.

Otra posible amenaza es la constituida por los campos electromagnéticos, como los campos de baja frecuencia de los tendidos eléctricos o los campos de más alta frecuencia de los teléfonos móviles y radiotransmisores. No existen pruebas firmes de que exista un vínculo a los niveles ambientales normales, pero según algunos estudios realizados con financiación pública, los estudios relativos al uso de los teléfonos móviles, por ejemplo, todavía no han tenido tiempo de alcanzar conclusiones firmes sobre efectos a largo plazo. Si se contemplan los últimos estudios de forma conjunta, se observa una correlación entre los campos

electromagnéticos de baja frecuencia y la leucemia infantil, aunque las pruebas no son concluyentes.

Muchos posibles carcinógenos se encuentran en mayores concentraciones en el interior de los edificios. Algunos contaminantes problemáticos de interior se encuentran en el mobiliario y las pinturas, en los productos de limpieza y otros productos químicos, así como en los materiales de construcción y en los subproductos de actividades humanas como cocinar y fumar. Resulta significativo que los niños europeos pasen el 90% de su tiempo en espacios cerrados y no al aire libre.

Las concentraciones de muchos de estos contaminantes han aumentado en muchos hogares, sobre todo en el norte de Europa, debido a la mejora de los aislamientos y otras medidas para no desperdiciar calor. Reducir la ventilación puede elevar la humedad del hogar, que puede estimular el desarrollo de ácaros, mohos y bacterias y a menudo aumentar la liberación de toxinas de los materiales de construcción, como el formaldehído y el benceno.

Otro factor de inquietud es el gas radiactivo natural radón, un producto de la degradación del uranio exudado de algunas rocas y tierras y que puede acumularse en los edificios. Existe una marcada relación entre la exposición doméstica al radón y el desarrollo del cáncer de pulmón. Los últimos cálculos indican que el radón es responsable de hasta 30.000 muertes anuales por cáncer de pulmón en Europa.

Aunque los científicos y los profesionales de la salud conocen este conjunto de problemas, saben mucho menos de los ambientes interiores privados que del ambiente exterior público. Pese a que existen varias directivas europeas que regulan la calidad del aire exterior, todavía no hay ninguna que controle la calidad del aire interior.

### **Las neurotoxinas y los alteradores endocrinos**

Algunas toxinas alteran el desarrollo neurológico de los niños y perjudican su comportamiento, su memoria y su capacidad de aprendizaje. Los síntomas pueden ir desde la dislexia hasta el autismo. La prevalencia del autismo y del trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) parece tender al alza en toda Europa y a los profesionales de la salud les preocupa que puedan entrar en juego los factores ambientales.

Sin embargo, hasta la fecha no ha sido posible determinar sus mecanismos y causas.

El plomo está muy estrechamente relacionado con los daños neurológicos en los niños y se cree que es responsable de la reducción del CI y de los trastornos de conducta y aprendizaje en los niños incluso a bajas dosis. Dado que el plomo se acumula en los huesos, desde donde puede liberarse en etapas posteriores de la vida, también puede constituir un riesgo para los ancianos. La vía de exposición más importante solían ser los tubos de escape de los automóviles, ya que, en su momento, el plomo era un aditivo universal para la gasolina. Europa ha estado a la cabeza de las iniciativas para eliminar el plomo de la gasolina durante los últimos 20 años, de modo que los niveles de plomo en sangre de los niños europeos han bajado de forma radical.

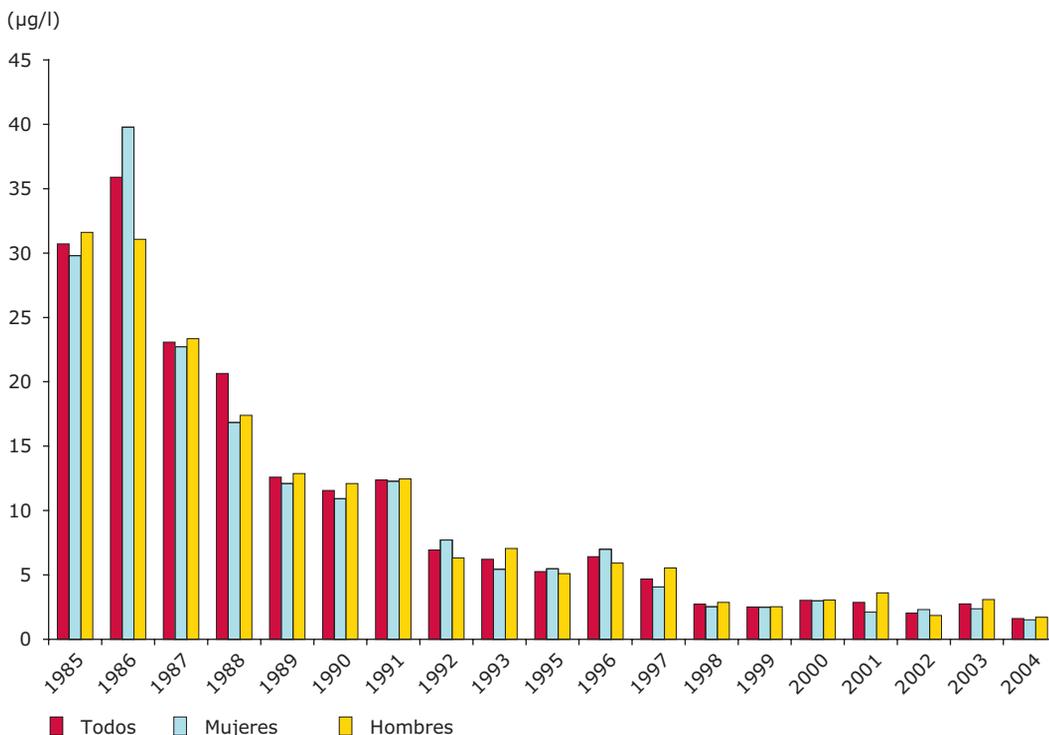
No obstante, costó muchos años pasar de las advertencias sobre los efectos neurológicos del plomo de la gasolina en los niños a las medidas concretas.

Cuando por fin se adoptaron, fue tanto por el hecho de que la gasolina con aditivos de plomo inutilizaba los catalizadores, como por sus efectos para la salud.

El mercurio, liberado en cantidades significativas por las centrales eléctricas alimentadas por carbón, es otro metal pesado que perjudica el neurodesarrollo. En el medio ambiente, el mercurio suele convertirse a una forma orgánica, el metilmercurio, que es tóxico y pasa fácilmente de la sangre al cerebro y, a través de la placenta, al feto. Los seres humanos se exponen al metilmercurio fundamentalmente cuando consumen pescado. A principios de 2005, Europa adoptó una estrategia nueva y más rigurosa para reducir la exposición al mercurio

Otra serie de productos químicos considerados peligrosos son los denominados contaminantes orgánicos persistentes (COP), muchos de los cuales contienen cloro o bromo. Los COP tienden a acumularse tanto en los ecosistemas como en el cuerpo de los animales y de las personas. Se sabe que

**Figura 4.6 El pentaclorofenol (PCP) en el plasma humano de los alemanes**



Fuente: Banco de Especímenes Ambientales de Alemania, 2005.

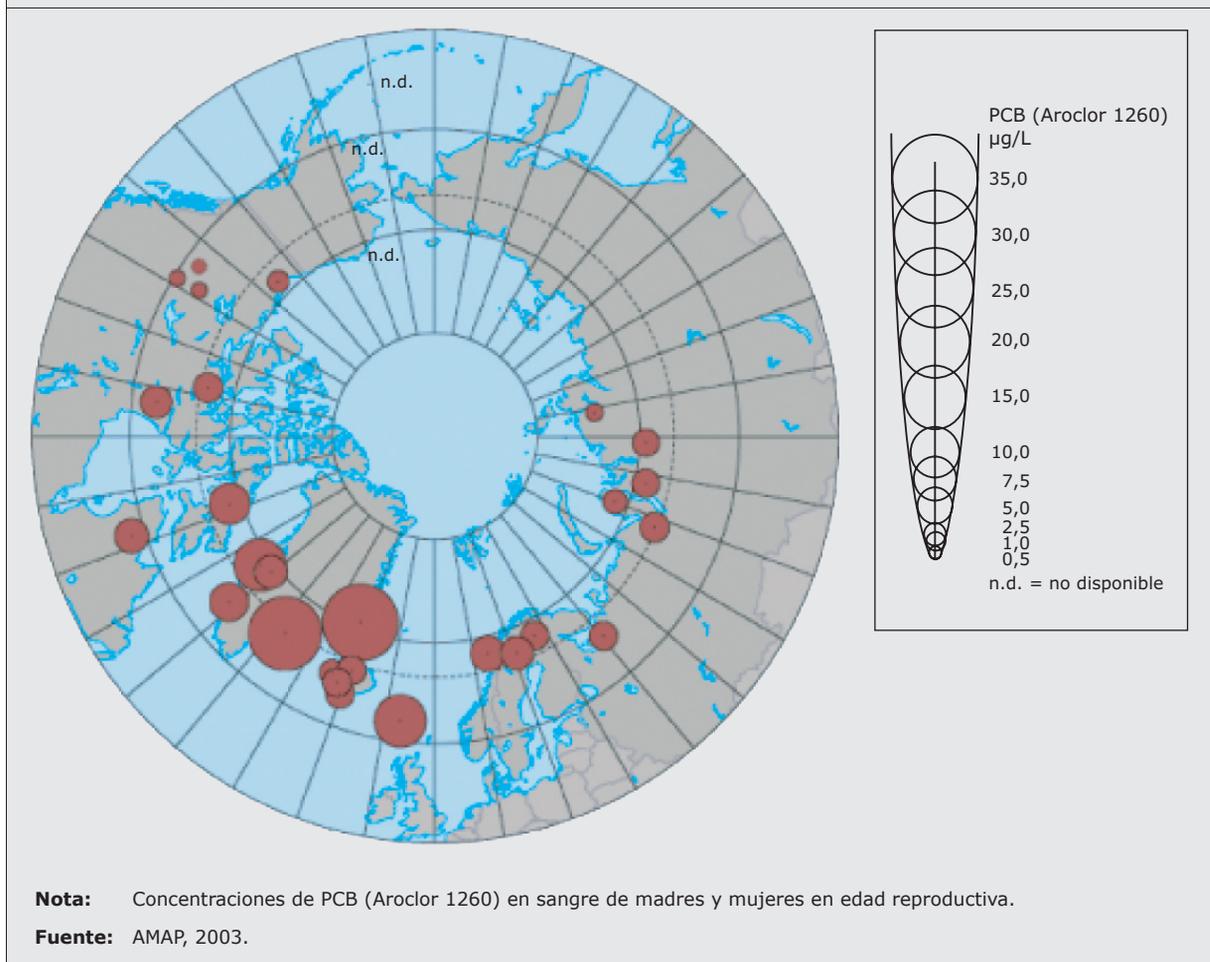
**Los COP en el Ártico**

Algunos contaminantes persistentes en la atmósfera desafían la disgregación y pueden desplazarse a grandes distancias antes de alcanzar finalmente el Ártico. Allí el aire frío ya no puede sostenerlos, de modo que se condensan sobre el hielo o en el océano y entran en la cadena trófica. Muchos se concentran después en las grandes cantidades de grasa corporal que tienen animales como las ballenas, las focas y los osos polares que habitan en las tierras heladas.

Es conocida la acumulación de mercurio en el Ártico europeo, junto con metales como el platino, el paladio y el rodio, que se fabrican para los catalizadores de los automóviles. Se han encontrado osos polares en Noruega con suficientes niveles de COP en su organismo para provocar una marcada feminización.

El pueblo inuit de Groenlandia y Canadá se enfrenta a una elevada exposición a los policlorobifenilos (PCB) y al mercurio por el consumo de carnes de pescado, ballena y foca en su dieta tradicional (mapa 4.3). La ingesta de mercurio y PCB en la dieta es superior a los niveles orientativos y, en algunas comunidades que se atienen a la dieta tradicional, los investigadores han encontrado pruebas de que afectan al neurocomportamiento de los niños. Pese a la aprobación de tratados internacionales que prohíben el uso de los COP, la presencia continuada de estos productos químicos en el medio ambiente mundial hace que sea probable que sigan aumentando sus concentraciones en algunas zonas del Ártico.

**Mapa 4.3 Niveles de PCB detectados en muestras de sangre humana de las poblaciones árticas**



muchos son tóxicos y que interfieren con las funciones básicas del organismo, como el sistema hormonal y el desarrollo neurológico. Por ejemplo, varios parecen afectar a la función de la tiroxina, la hormona que regula varios genes responsables del desarrollo cerebral

Muchos COP llevan años prohibidos en Europa. Esto ha hecho que se registren importantes reducciones de sus concentraciones en el medio ambiente de Europa y en el organismo de los europeos. Por ejemplo, los niveles de pentaclorofenol en sangre de los alemanes han descendido más del 90% desde que este producto químico se prohibió a finales de los años 80 (figura 4.6). Actualmente los COP están dejando de utilizarse en todo el mundo, en aplicación del Convenio de Estocolmo de 2001.

Sin embargo, el problema no ha desaparecido. Los COP pueden tardar decenios en degradarse y viajar a grandes distancias durante ese tiempo. Muchos se evaporan a la atmósfera y viajan con los vientos. Algunos parecen acumularse en el medio ambiente ártico, donde se condensan en el aire frío. De este modo, el extremo norte de Europa podría convertirse en el lugar de reposo final para algunos de ellos.

Algunos COP forman parte de un grupo más amplio de sustancias químicas que se encuentran normalmente en el medio ambiente: los alteradores endocrinos; otras sustancias de este grupo son los ftalatos, que se encuentran en muchos plásticos. Estas sustancias alteran la liberación ordenada de hormonas por el cuerpo: el sistema endocrino que regula casi todas las funciones del organismo, desde la diferenciación sexual previa al nacimiento hasta la digestión y el funcionamiento del corazón. La ciencia mantiene la incertidumbre en este campo, pero los alteradores endocrinos se han relacionado con un descenso mundial del recuento espermático en los últimos 50 años, mientras que los padres expuestos a una serie de contaminantes ambientales a través del aire y por otras vías parecen engendrar menos varones.

Las medidas anticontaminantes adoptadas durante los últimos 50 años han reducido drásticamente la presencia de muchas toxinas conocidas en el medio ambiente, especialmente las emitidas a la atmósfera. Sin embargo, ha aumentado el número de aditivos químicos en los productos de consumo, en los

productos farmacéuticos y en el medio ambiente en general. La exposición a determinadas sustancias químicas puede parecer pequeña, pero el momento de la exposición, junto con la combinación de exposiciones por varias vías —el «efecto cóctel»—, indica que sería útil adoptar más medidas preventivas para tener en cuenta las complejidades e incertidumbres inherentes.

Nadie es inmune. Los resultados de la biovigilancia de las sustancias químicas en nuestro organismo demuestran claramente que ha aumentado la carga de algunas sustancias persistentes y químicas bioacumulables. Cuando el WWF, la organización internacional de conservación del medio ambiente, analizó la sangre de 14 Ministros de Medio Ambiente de la UE, halló que todas las muestras contenían trazas de policlorobifenilos (PCB), residuos de plaguicidas, piroretardantes bromados y ftalatos.

## 4.6 Resumen y conclusiones

La reducción de la lluvia ácida ha sido un éxito importante de la política de colaboración europea en materia de medio ambiente. Si se redujesen las emisiones lo máximo que es técnicamente viable, podría lograrse que la precipitación sobre Europa disminuyese por debajo de las cargas críticas, con lo que se protegerían los bosques y suelos de un mayor deterioro.

La contaminación por partículas sigue teniendo graves repercusiones sobre la salud en Europa, y constituye el contaminante atmosférico más mortífero que existe en Europa hoy en día, responsable de 348.000 muertes prematuras en el año 2000. Las medidas de descontaminación han reducido notablemente las emisiones de partículas desde 1990. Deberán realizarse reducciones adicionales, especialmente con la instalación de filtros en los automóviles de gasóleo. No obstante, es probable que muchas áreas urbanas de la UE25 sigan registrando concentraciones problemáticas de partículas durante varias décadas a consecuencia del transporte por carretera, pero también de otras fuentes como la pequeña combustión.

Se cree que el *smog* ozónico acelera la muerte de 20.000 personas al año en la UE. Las emisiones de

precursores del ozono se han reducido en una tercera parte desde 1990 y casi todos los países estarían en condiciones de cumplir los techos comunitarios de emisión, cuya entrada en vigor está prevista para 2010. Lamentablemente, el complejo entorno químico del *smog* urbano ha hecho que las concentraciones anuales de ozono hayan aumentado ligeramente, pese al descenso de las emisiones de precursores del ozono.

El transporte es la causa principal de los problemas de contaminación atmosférica más difíciles de resolver a los que se enfrenta Europa en la actualidad. Las radicales mejoras obtenidas gracias a tecnologías como los catalizadores de los automóviles, se ven totalmente contrarrestadas por el aumento de la demanda. No obstante, sin estos dispositivos, algunas emisiones alcanzarían niveles 10 veces superiores a los actuales. Aunque el aire que respiramos es más limpio en general, las tendencias no son suficientemente buenas para cumplir los objetivos de calidad del aire marcados para el año 2010. Las innovaciones tecnológicas al final de los procesos no son suficientes. Las actuales tendencias sociales, desde la creciente suburbanización y la menor disponibilidad y mayor coste del transporte público y la creciente demanda de artículos de consumo importados, que aumentan el volumen del transporte marítimo en aguas comunitarias, ponen de relieve la diversidad de medidas que es necesario adoptar, entre ellas los incentivos a la compra de vehículos más limpios, la implantación de peajes, la creación de zonas medioambientales y la modificación de los planes de ordenación territorial para reducir todo lo posible la expansión urbana, y la imposición de gravámenes portuarios que reflejen los costes externos del transporte marítimo.

En el aire existen otros productos químicos carcinógenos, como el benceno y los hidrocarburos aromáticos policíclicos. En general, los niños corren mayor riesgo de exposición a estas sustancias. Según distintos estudios, existe una clara relación entre la densidad del tráfico local y la leucemia infantil. Estos productos químicos también se encuentran en elevadas concentraciones en el interior de los edificios donde los niños europeos pasan el 90% de su tiempo.

El plomo es otro contaminante muy estrechamente relacionado con perjuicios para los niños. Antes,

los escapes de los automóviles eran la mayor vía de exposición al plomo, pero Europa lleva 20 años encabezando la iniciativa para eliminar el plomo de la gasolina. En consecuencia, los niveles de plomo en sangre de la mayoría de los niños europeos han bajado de forma radical.

Los contaminantes orgánicos persistentes (COP), como los policlorobifenilos (PCB), se producen durante la incineración de residuos y su toxicidad es conocida. Muchos COP llevan años prohibidos en Europa. Forman parte de un grupo más amplio de sustancias químicas que se encuentran en el medio ambiente y que se conocen como alteradores endocrinos. Estas sustancias alteran la liberación ordenada de hormonas en el organismo. Los alteradores endocrinos se han vinculado con el 50% de reducción del recuento espermático que se ha registrado en los últimos 60 años.

Resulta imposible calcular el verdadero coste de tan gran variedad de riesgos debidos a la contaminación atmosférica. Una estimación sitúa el coste económico anual de los perjuicios sanitarios causados por la contaminación atmosférica en Europa entre 305.000 y 875.000 millones de euros. Lo que es evidente es que existe un historial incipiente de amenazas para la salud humana y el medio ambiente, que eran bien conocidas, pero que se han pasado por alto en gran medida. El coste de este retraso se ha plasmado tanto en pérdida de vidas como en daños para los ecosistemas que, en última instancia, cuestan más de descontaminar de lo que hubiera costado evitar el problema de entrada. La conclusión es que, aun cuando sigue habiendo incertidumbres científicas y resulta difícil articular los análisis de coste-beneficio de las actuaciones realizadas, a menudo es aconsejable adoptar una postura de precaución.

## Referencias y bibliografía adicional

Indicadores básicos descritos en la Parte B del presente informe que tienen relación con este capítulo: CBI 01, CBI 02, CBI 03, CBI 04, CBI 05 y CBI 06.

### Introducción

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *Air pollution in Europe 1990–2000*. Informe temático N° 4/2003.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Air pollution and climate change policies in Europe: exploring*

*linkages and the added value of an integrated approach.* Informe técnico N° 5/2004.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Señales ambientales 2004.*

Aire Limpio para Europa. CAFE — COM (2001) 245 final (Véase [www.europa.eu.int/comm/environment/air/caf/index.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/air/caf/index.htm) — acceso el 13/10/2005).

Comisión Europea, 2001. Environment 2010. *Our future, Our choice* — Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, 2001. COM(2001)31; OJ L242.

Comisión Europea, 2005. Comunicación de la Comisión al Consejo y el Parlamento Europeos sobre Estrategia Temática en materia de contaminación atmosférica. COM (2005) 446 final.

Instituto Internacional para Análisis de Sistemas Aplicados, 2004. *CAFE Scenario Analysis Report No 1. Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme.* Informe final. (Véase [www.iiasa.ac.at/rains/caf.html](http://www.iiasa.ac.at/rains/caf.html) — acceso el 13/10/2005).

McConnell, R., Berhane, K., Gilliland, F.D., London, S.J., Islam, T., Gauderman, W.J., Avol, E., Margolis H.G. and Peters, J.M., 2002. Asthma in Exercising Children Exposed to Ozone. *The Lancet*, Vol. 359, págs. 386–391.

SCALE Baseline report on Respiratory Health. (Comisión Europea, DG Medio Ambiente, 2004) [www.europa.eu.int/comm/environment/health/finalreports\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/health/finalreports_en.htm) — acceso el 13/10/2005.

### La lluvia ácida y la salud de los ecosistemas

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2001. *Air Emissions — Annual topic update 2000.* Informe temático N° 5/2001.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2001. *The ShAIR scenario.* Informe temático N° 12/2001.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2002. *Air pollution by ozone in Europe: Overview of exceedances of EC ozone threshold values during the summer season April–August 2002.* Informe temático N° 6/2002.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2002. *Emissions of atmospheric pollutants in Europe, 1990–1999.* Informe temático N° 5/2002.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Annual European Community CLRTAP emission inventory 1990–2002.* Informe técnico N° 6/2004.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook — 2004.* Informe técnico N°30.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Exploring the ancillary benefits of the Kyoto Protocol for air pollution in Europe.* Informe técnico N°93.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo.* Informe N° 4/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

### Las partículas y la salud humana

Aire Limpio para Europa de la UE. [www.europa.eu.int/comm/environment/air/caf/index.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/air/caf/index.htm). (Acceso en abril de 2005).

Comisión Europea, 2004. SCALE Baseline report on Respiratory Health. (Véase [www.europa.eu.int/comm/environment/health/finalreports\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/health/finalreports_en.htm) — acceso el 13/10/2005).

Instituto Internacional para Análisis de Sistemas Aplicados, 2004. *CAFE Scenario Analysis Report No 1. Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme.* Informe final. (Véase [www.iiasa.ac.at/rains/caf.html](http://www.iiasa.ac.at/rains/caf.html) — acceso el 13/10/2005).

McConnell, R., Berhane, K., Gilliland, F. D., London, S.J., Islam, T., Gauderman, W. J., Avol, E., Margolis H.G. y Peters, J.M., 2002. Asthma in Exercising Children Exposed to Ozone. *The Lancet*, Vol. 359, 386–391.

### Los efectos del ozono sobre las personas y los ecosistemas

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2001. *Air pollution by ozone in Europe in summer 2001.* Informe temático N° 13/2001.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *Air pollution by ozone in Europe in summer 2003 — Overview of exceedances of EC ozone threshold values during the summer season April–August 2003 and comparisons with previous years.* Informe temático N° 3/2003.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Air pollution by ozone in Europe in summer 2004.* Informe técnico N° 3/2005.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *Medio Ambiente en Europa. Tercera evaluación.* Informe de Evaluación Medioambiental N° 10. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid

EU COM(2004) 416 Final. The European Environment and Health Action Plan 2004–2010.

OCDE Perspectivas medioambientales 2001: *Human Health and Environment.* Publicaciones de la OCDE ISBN 92-64-18615-8-N° 51591, 2001.

Valent, Francesca *et al.*, 2004. Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. *The Lancet*, Vol. 363, Págs. 2032–2039.

Informe de salud de la OMS 2002. *Global estimates of burden of disease caused by the environmental and occupational risks*. (Véase [www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/global/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/global/en/) — acceso el 13/10/2005).

### Otros problemas de contaminación atmosférica que afectan a la salud

AMAP, 2003. *AMAP Assessment 2002: Human health in the Arctic*. Programa de Control y Seguimiento del Ártico (AMAP), Oslo, Noruega. XIV 137 págs.

Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE.UU., 2003. *Americas Children and the Environment — measures of contaminants, body burdens and illnesses*.

Comisión Europea, 2004. *SCALE Baseline report on biomonitoring*. (Véase [www.europa.eu.int/comm/environment/health/finalreports\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/health/finalreports_en.htm) — acceso el 13/10/2005).

Banco de Especímenes Ambientales de Alemania, 2005. (Véase [www.umweltprobenbank.de](http://www.umweltprobenbank.de) — acceso el 13/10/2005).

Meironyté Guvenius D., 2002. *Organohalogen contaminants in humans with emphasis on polybrominated diphenyl ethers*. Akademisk avhandling, Karolinska Institutet.

Norén K. y Meironyté D., 2000. *Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20–30 years*. *Chemosphere*; 40:1111–1123.

Socialstyrelsen, 2005. *Miljö och Hälsorapporten*, Suecia.

Umweltbundesamt, Encuesta medioambiental alemana, 2003. (Véase Aire Limpio para Europa [www.umweltbundesamt.de/survey-e/index.htm](http://www.umweltbundesamt.de/survey-e/index.htm) — acceso el 13/10/2005).



## 5 Las aguas continentales

### 5.1 Introducción

El agua es tanto un recurso vital ecológico y económico como un elemento esencial del paisaje natural. Es también un recurso renovable. El agua extraída de los ríos y de las reservas subterráneas, retorna en gran parte al medio natural, encuentra su camino hacia el mar y allí se evapora, para después volver a caer sobre la tierra en forma de lluvia. La actividad humana es un elemento importante en el ciclo hidrológico. El agua es necesaria, pero se puede causar un gran daño al medio acuático natural si es extraída en una cantidad excesiva o si se contamina. El daño también puede afectar a nuestra capacidad para obtener el máximo beneficio del agua.

La gestión del ciclo hidrológico es un caso de estudio sobre el uso sostenible de un recurso natural esencial. La Directiva Marco del Agua (DMA) es desde el

2000 el principal instrumento legislativo europeo de protección de nuestros recursos hídricos. La DMA ha adoptado el concepto de gestión integrada de los recursos de agua para conseguir el «buen estado» de todas las masas de agua, cuya evaluación se debe realizar considerando las actividades al nivel de cuenca hidrográfica.

### 5.2 Suministro y demanda

El agua dulce que necesitan los países europeos se obtiene de los recursos superficiales, como ríos, lagos y embalses, y de los acuíferos. El porcentaje de cada una de estas fuentes varía según los países y las características regionales. Países como España, Noruega y Reino Unido, por ejemplo, utilizan más aguas superficiales, mientras que Alemania, Austria y Dinamarca utilizan más aguas subterráneas. En el

#### La Directiva Marco del Agua (DMA)

En el año 2000, Europa adoptó la Directiva Marco del Agua (DMA) para aunar e integrar las actividades de gestión de los recursos hídricos.

La base de aplicación de la DMA es la cuenca hidrográfica. La mayor parte del agua que cae sobre la tierra como precipitación permanece en una sola cuenca hidrográfica, fluyendo por gravedad hacia el mar o los acuíferos subterráneos. La gestión humana del ciclo hidrológico casi siempre sigue este modelo. A veces se trasvasa el agua entre cuencas, algo que en el futuro puede ser más necesario en los climas secos. Esta transferencia de masa suele requerir sistemas de bombeo contra la fuerza de la gravedad que son muy caros, demasiado para algunos usos, como el regadío agrícola.

El segundo principio de la Directiva consiste en recuperar todos los ríos, lagos, acuíferos, humedales y demás masas de agua dentro de la Comunidad para alcanzar un «buen estado» en 2015, lo que supone el buen estado ecológico y químico de las aguas superficiales y el buen estado químico y cuantitativo de las aguas subterráneas. Implica gestionar la cuenca hidrográfica para que la calidad y la cantidad de agua no afecten al funcionamiento ecológico de cualquier masa de agua en particular. Por lo tanto, cualquier extracción debe mantener el caudal ecológicamente sostenible de los ríos y preservar las reservas subterráneas. Los vertidos y las actividades en el terreno deben restringirse para que el nivel de contaminación no afecte a la biología que se espera en el agua. En particular, la DMA establece que han de adoptarse nuevas medidas para controlar el sector agrario, tanto en sus fuentes de contaminación difusa como en sus extracciones de agua para el riego.

La DMA deroga varios instrumentos legislativos más antiguos, como la Directiva de aguas superficiales, las Directivas de peces de agua dulce y marisco y la Directiva de aguas subterráneas. En el futuro, los objetivos de estas Directivas se cumplirán de manera más coherente e integrada por medio de la DMA y sus directivas de desarrollo. Sólo cuatro Directivas relacionadas con el agua permanecerán en vigor: la directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas, la Directiva de aguas de baño, la Directiva de nitratos y la Directiva de agua potable. La DMA no comprende medidas y objetivos para luchar contra las inundaciones y las sequías extremas más allá de garantizar una buena cantidad de agua subterránea, pero dichas medidas y objetivos serán objeto de un programa de acción y una directiva actualmente en preparación.

Europa también reconoce que, para cumplir los objetivos de la DMA, «el papel de la ciudadanía y de los grupos de ciudadanos es crucial». La aplicación de la DMA requiere un cuidadoso equilibrio entre los intereses de un amplio espectro de partes interesadas. Cuanto mayor sea la transparencia a la hora de marcar objetivos, imponer medidas y comunicar normativas, mayor cuidado tendrán los Estados miembros en aplicar de buena fe la legislación, y mayor será la fuerza de los ciudadanos para influir en la orientación de la protección ambiental. Cuidar las aguas de Europa requiere una mayor implicación de la ciudadanía, de las partes interesadas y de las organizaciones no gubernamentales, sobre todo en el ámbito local y regional. Por ello, la DMA ha establecido una red para el intercambio de información y experiencia, a fin de evitar que el descuido de su aplicación conduzca a retrasos o incumplimientos.

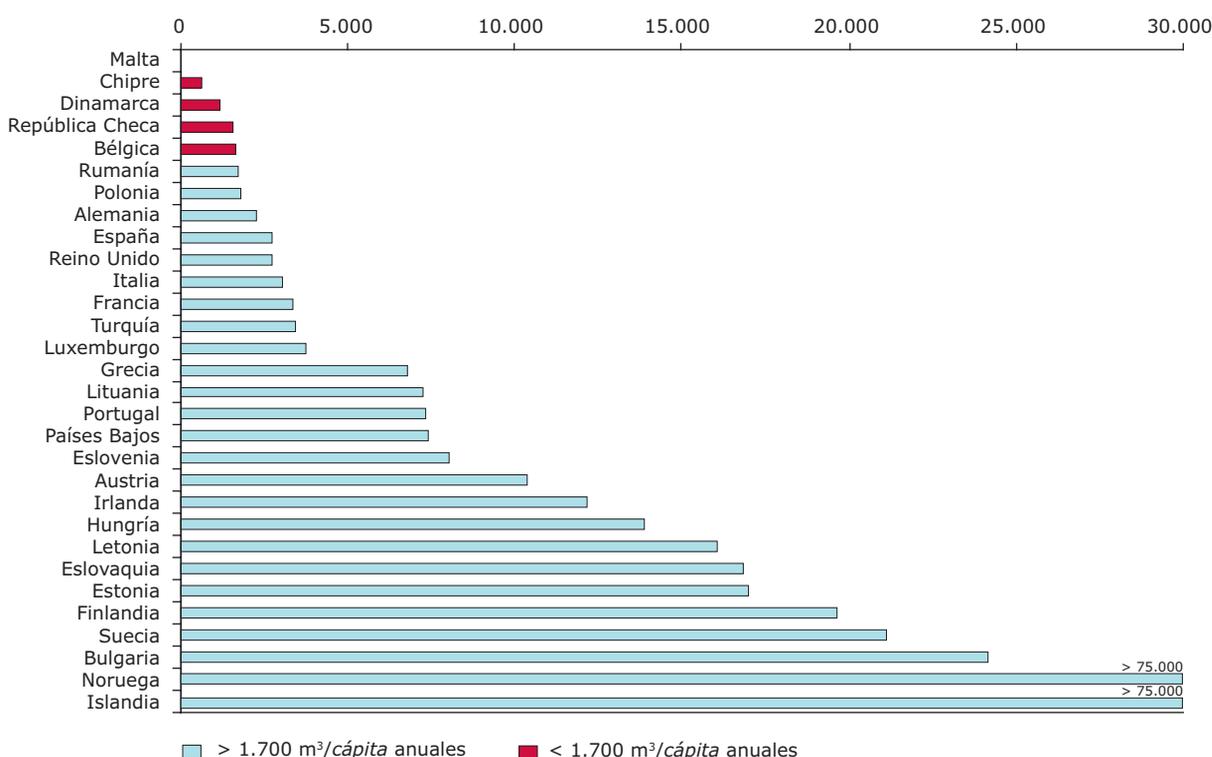
sur de Europa se utiliza cada vez más agua de mar desalada, especialmente en las islas del Mediterráneo donde hay una fuerte demanda estacional de los turistas. Además, varios países, entre ellos España, tienen previsto aumentar en gran medida su capacidad de desalación, como alternativa al trasvase de agua entre cuencas hidrográficas.

La pluviosidad total de Europa es de unos 3.500 kilómetros cúbicos anuales, más de 10 veces mayor que los 300 kilómetros cúbicos de agua que se extraen cada año del medio natural para todas las actividades humanas. Aunque pueda parecer que hay agua suficiente, muchos de los principales centros demográficos se encuentran en las partes más áridas del continente, mientras que el agua se encuentra sobre todo en el norte escasamente poblado. La demanda y la disponibilidad no suelen coincidir a nivel regional.

La precipitación es mayor en el oeste, donde los vientos transportan la humedad del océano Atlántico, y en las montañas, donde el aire ascendente extrae hasta la última gota disponible de esa humedad. En el oeste de Noruega, la pluviosidad es de unos 2.000 milímetros anuales. Siguiendo la dirección del viento, la pluviosidad es mucho menor en el interior y al abrigo de las montañas: unos 500 milímetros anuales en buena parte de Europa oriental y unos 250 milímetros en el sur y en el centro de España.

Gran parte del agua de Europa nunca llega a las masas de agua que pueden destinarse a uso humano, especialmente en las zonas más calurosas. La evaporación potencial anual del Mediterráneo asciende a casi 2.000 milímetros anuales, unas ocho veces mayor que la pluviosidad. En algunas partes de España, sólo una décima parte de la lluvia llega a los ríos. La

**Figura 5.1 Disponibilidad anual de agua per cápita por país, 2001**



Fuente: AEMA, 2003.

evaporación también disminuye de manera significativa el agua almacenada en los embalses de la región.

Por estas razones, la abundancia de agua en el continente es más teórica que real. La cifra de disponibilidad anual de agua dulce *per cápita* es muy variable: desde menos de 1.000 metros cúbicos en Chipre y Malta, hasta más de 10.000 en países montañosos como Austria y Eslovenia, o más de 75.000 en Noruega e Islandia, pasando por unos 3.000 en España, Francia, Italia y Reino Unido (figura 5.1).

Aunque pocos europeos sufren escasez grave de agua, el desequilibrio entre oferta y demanda ha creado ya «puntos de alarma», donde la cantidad extraída supera a la disponible, lo que afecta al funcionamiento de los ecosistemas y su viabilidad a largo plazo. La escasez es más notable en el entorno de algunas ciudades grandes, en islas pequeñas y en algunas zonas turísticas del litoral mediterráneo. En algunos casos, la fluctuación de la aportación mensual o anual puede provocar escasez. Es el caso del sur de Europa, donde la demanda, especialmente de la agricultura, suele aumentar cuando la aportación disminuye.

En general, los países con una captación mayor del 20% del total disponible sufren estrés hídrico. Ya hay cuatro países (Chipre, España, Italia y Malta) en esta situación. Es probable que les sigan otros, ya que el cambio climático puede afectar tanto a la aportación como a la demanda de agua. El índice de explotación del agua (AIE) expresa la relación entre la extracción total de agua y la disponibilidad de recursos hídricos renovables.

### 5.3 Uso del agua

Aproximadamente una tercera parte de las captaciones de agua en Europa se utilizan en el riego de cultivos. Cerca de otro tercio se utiliza en las torres de refrigeración de las centrales eléctricas. Una cuarta parte se destina al uso doméstico, por ejemplo para grifos y sanitarios. El resto, alrededor de un 13%, se utiliza en procesos de fabricación (figura 5.2).

No obstante, este reparto por sectores presenta notables variaciones en el continente. Por ejemplo, más de dos

terceras partes de las captaciones de agua en Alemania y Bélgica se destinan a las torres de refrigeración de las centrales eléctricas. El regadío supone menos del 10% de las captaciones totales de agua en la mayoría de los países templados del norte de Europa, pero en los países del sur, como Chipre, Grecia y Malta y algunas zonas de España, Italia, Portugal y Turquía, el regadío representa más del 60% del agua utilizada. En la UE15, el 85% de las tierras de regadío se encuentran en los países mediterráneos. De los países candidatos, Rumanía y Turquía son los que más porcentaje de tierras de regadío poseen.

Sin embargo, las estadísticas de las captaciones han de tratarse con cautela. A menudo la extracción se considera al mismo tiempo como un indicador de consumo de agua y también como un impacto potencial sobre el medio acuático. Algunas extracciones son de hecho «consuntivas», ya que el agua se incorpora a productos como los cultivos o los productos manufacturados y no retorna a la cuenca hidrográfica, pero otras no. Gran parte del agua que se extrae de los ríos retorna a ellos contaminada o depurada sólo en parte, tras haber sido utilizada en procesos de fabricación, viviendas o en oficinas. Una cantidad considerable retorna rápidamente y sin grandes cambios, por ejemplo el agua utilizada en las torres de refrigeración.

En Europa, el 80% del agua que se utiliza en la agricultura es absorbida por los cultivos o se evapora desde el terreno. Las fábricas y los hogares retornan el 80% al medio acuático local, a veces contaminada y en lugar diferente al de su extracción. Desde el sector de generación de electricidad retorna un 95% del agua extraída, sin apenas cambios salvo un ligero aumento de la temperatura. Este agua más caliente puede registrar un impacto negativo en la estructura de los ecosistemas locales.

Los diferentes destinos del agua extraída deben tenerse en cuenta en el análisis de la tendencia reciente y la proyección futura del uso del agua en Europa. Por ejemplo, las captaciones brutas han venido disminuyendo desde principios de los 90, según una tendencia que se espera que continúe e incluso que tenga una reducción adicional del 11% entre 2000 y 2030, hasta unos 275 kilómetros cúbicos anuales (figura

5.2). Sin embargo, esto no implica que haya más agua en los ríos europeos.

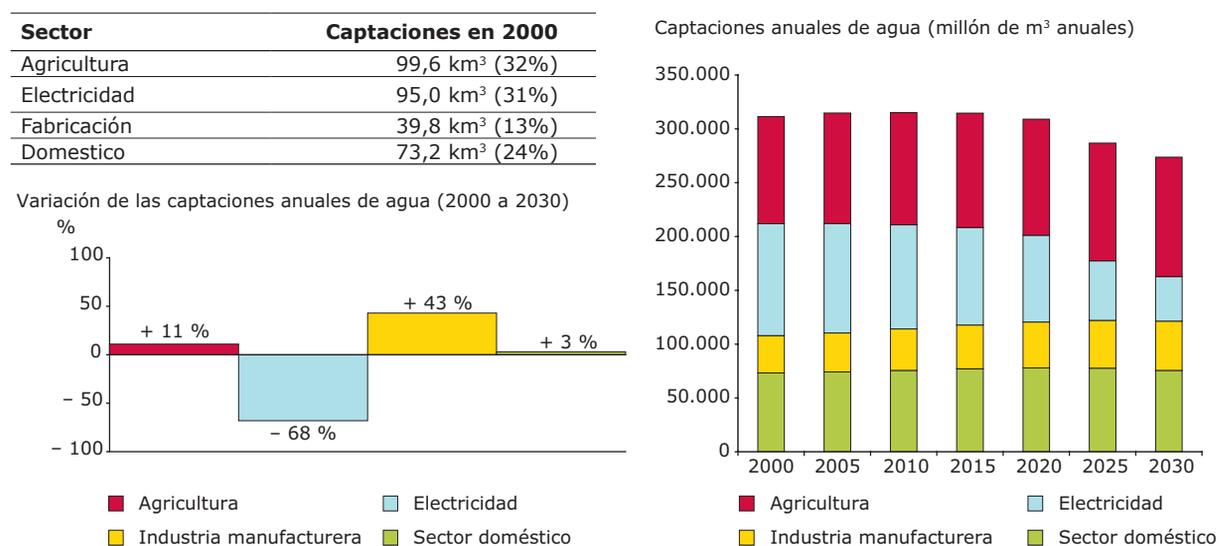
En casi todas partes, esa reducción ha sido y será consecuencia de la sustitución de los sistemas actuales de refrigeración en el sector eléctrico por torres de refrigeración que utilizan menos agua. Se espera reducir en dos terceras partes las captaciones de agua de refrigeración en toda Europa, incluso en el caso de cumplirse la duplicación prevista de la producción termoeléctrica (figura 5.2). Sin embargo, como la mayor parte del agua extraída para refrigeración se devuelve al río — y dado que la pérdida real por evaporación en los nuevos sistemas es mayor que en los convencionales —, es poco probable que la reducción de las captaciones conlleve un aumento proporcional del caudal de los ríos. Por otra parte, es probable que las tendencias demográficas y económicas supongan un aumento del uso de agua en otros sectores. Es previsible que el uso doméstico, actualmente un 25% del total europeo, aumente con la riqueza y con el menor tamaño de los hogares, que es consecuencia, entre otras cosas, del envejecimiento de la población europea. El aumento de las segundas viviendas y el turismo de masas, con actividades de alto consumo

de agua, como el riego de los campos de golf, también incrementa el uso *per cápita*. Sin embargo, es posible que la tendencia al alza del uso doméstico de agua pueda moderarse con medidas de regulación o incentivos económicos que animen a la población a utilizar sanitarios y aparatos domésticos más eficientes.

El futuro consumo del agua en los procesos de fabricación probablemente dependerá de la evolución futura de las industrias pesadas (como las siderúrgicas, químicas, extractivas de metales y minerales, papeleras, alimentarias, ingenierías y textiles), que en la actualidad suponen un 80% del uso del agua en este sector. Se estima que el aumento será mayor en los países candidatos a la UE en proceso de industrialización, pero el consumo puede disminuir en el resto, a medida que vayan desapareciendo las industrias pesadas o se adopten tecnologías industriales que favorezcan un uso más eficiente del agua.

En términos geográficos, la demanda de agua ha mostrado una tendencia diferente en las distintas partes de Europa y es probable que siga así. En Europa septentrional se espera una importante disminución de las captaciones cuando las centrales eléctricas

**Figura 5.2 Captaciones de agua en Europa (AEMA 31, sin datos de Islandia)**



Fuente: AEMA, 2005.

instalen sistemas de refrigeración más modernos. Sin embargo, si el resto de usos se mantiene estable hasta 2030, el uso consuntivo es previsible que varíe poco en términos generales. El consumo podría aumentar si el cambio climático causa un incremento del agua destinada a regadío en la agricultura de esta región. Temperaturas más altas pueden tener un mayor impacto en la demanda de agua en el sur de Europa, donde las necesidades de los regadíos aumentarán sin duda. Se espera que la superficie de Europa meridional destinada a regadío aumente un 20% hasta 2030. En muchos lugares, no habrá agua para satisfacer esta demanda, de modo que habrá una fuerte presión para mejorar significativamente la eficiencia de los sistemas de riego (mapa 5.1).

Aun teniendo en cuenta dichas mejoras, los cálculos actuales apuntan a un aumento del 11% en la demanda de la agricultura. La cuestión sigue siendo si se dispondrá de este agua y qué harán los países para compaginar las necesidades contrapuestas de la agricultura y la protección ecológica de los ecosistemas acuáticos. Ello suscitará nuevas dudas sobre la sostenibilidad de determinados modelos agrarios, sobre todo en el sur de Europa, a la luz de los cambios climáticos previstos en áreas que ya sufren la escasez de agua.

En los nuevos Estados miembros de la UE, el consumo doméstico de agua disminuyó durante los 90. En algunas zonas de Europa central y oriental, el colapso de algunas industrias pesadas redujo el consumo

**Energía hidroeléctrica**

La energía hidroeléctrica representa el 1,5 % del consumo total de energía en Europa. La producción energética de países como Austria, Eslovaquia, Eslovenia, Portugal y Suecia depende en gran medida de la energía hidroeléctrica generada en presas que embalsan las aguas de los ríos. La utilización del agua para generar energía hidroeléctrica no implica una extracción de agua, pero no obstante es vital desde el punto de vista económico y ecológico. Por supuesto que los ecosistemas fluviales dependen del caudal del río, al igual que la pesca fluvial de importancia comercial.

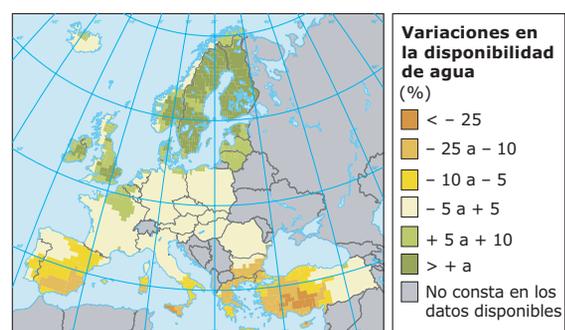
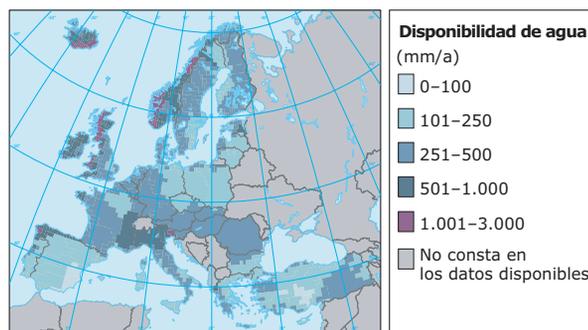
La mayor parte de los lugares adecuados para construir grandes embalses hidroeléctricos están ya ocupados. La preocupación por los efectos ecológicos puede plantear limitaciones para su desarrollo posterior. Estos efectos incluyen desde la alteración del régimen de caudales y temperaturas, que pueden afectar a los lugares de desove de los peces, dificultar su migración, provocar su muerte en las turbinas y secar los humedales, hasta el confinamiento de sedimentos y nutrientes tras las presas, lo que puede reducir la fertilidad aguas abajo y aumentar la erosión de las riberas. Por ejemplo, las presas del Ródano han reducido el transporte de sedimentos al lago de Ginebra alrededor de un 50%.

El cambio climático puede reducir la disponibilidad de muchas centrales hidroeléctricas en el futuro. Aunque algunas centrales del norte de Europa pueden llegar a generar más energía, los estudios apuntan a que el rendimiento de los embalses hidroeléctricos de Bulgaria, España, Portugal, Turquía y Ucrania pueden disminuir entre un 20% y un 50%, debido al descenso de la pluviosidad.

**Mapa 5.1 Disponibilidad actual de agua y variaciones esperadas hasta 2030**

Disponibilidad actual de agua en las cuencas hidrográficas europeas

Variaciones de la disponibilidad media anual de agua conforme al escenario LREM-E hasta 2030



Fuente: AEMA, 2005.

industrial del agua hasta en dos terceras partes a lo largo de la década. La crisis agraria también redujo las captaciones para el riego, ya que muchas tierras se quedaron sin regar. Las captaciones para el suministro público también disminuyeron, normalmente en torno al 30%, debido a alteraciones en el suministro y el efecto causado en el mercado por la introducción de contadores de agua y la aplicación de tasas más realistas.

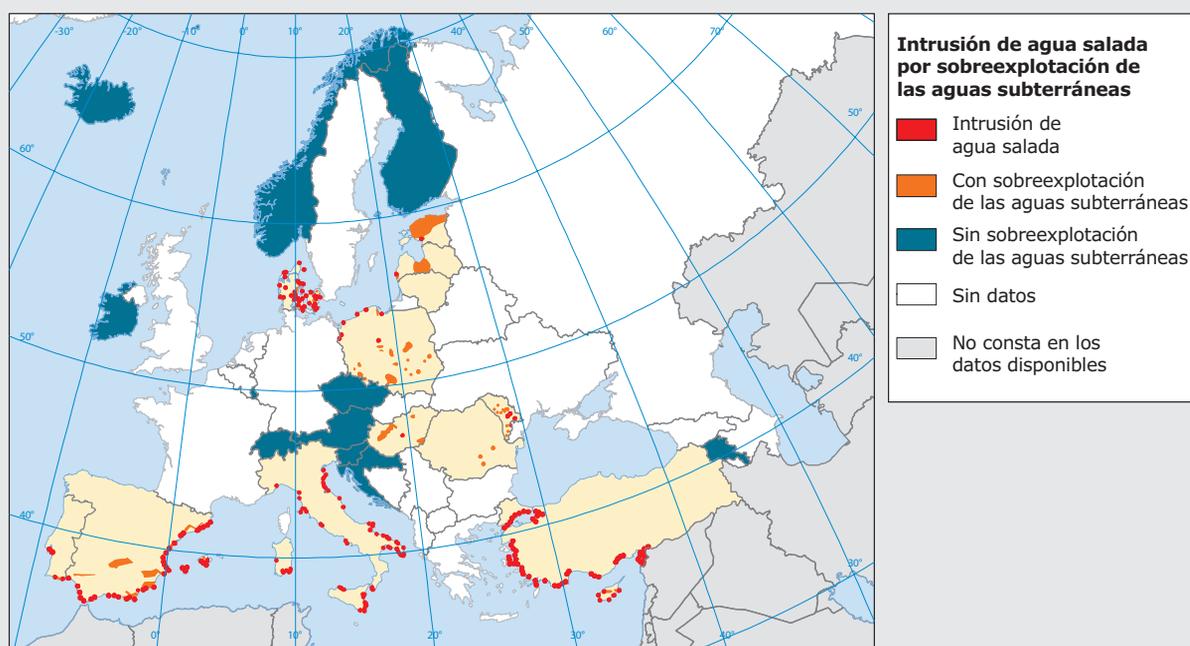
En los nuevos Estados miembros, el consumo doméstico actual se cifra en unos 40 metros cúbicos por persona y año, frente a la media europea de 125 metros cúbicos. Se prevé que el valor se aproxime bastante a la media europea cuando mejore el nivel de vida, aunque no está claro hasta qué punto. En los próximos años, el mayor incremento es probable que se registre en los países candidatos, sobre todo en Turquía, donde la creciente riqueza, la industrialización y la mayor demanda de

### Las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas fluyen a través del subsuelo, entrando y saliendo de depósitos naturales conocidos como acuíferos, normalmente formados por rocas porosas. En muchas zonas de Europa, el manto freático es la principal fuente de agua dulce. En algunos lugares, el agua que se bombea desde el subsuelo excede a la que se repone por la lluvia (mapa 5.2). El resultado es que el nivel freático baja, los pozos se secan, el coste de bombeo sube y, en las zonas costeras, la intrusión del agua salada del mar degrada las aguas subterráneas. La intrusión salina está muy extendida por las costas mediterráneas de España, Italia y Turquía, donde la demanda de los centros turísticos es la principal causa de sobreexplotación. En Malta, la mayor parte de las aguas subterráneas han dejado de ser aptas para el consumo doméstico o para el riego debido a la intrusión salina, por lo que este país ha recurrido a la desalación. La intrusión del agua salada como consecuencia de las excesivas extracciones de agua también constituye un problema en los países septentrionales, por ejemplo en Suecia.

El descenso del nivel freático también puede hacer que los ríos desaparezcan temporalmente, ya que durante la estación seca este descenso hace que se sequen los arroyos que mantienen muchos caudales fluviales. Las aguas subterráneas también contribuyen a mantener los embalses de agua superficial, los lagos y los humedales, que a menudo son ecosistemas muy productivos, además de ser recursos destinados al turismo y el ocio. La existencia de estos ecosistemas acuícolas también está amenazada por la sobreexplotación de las aguas subterráneas.

**Mapa 5.2** Sobreexplotación de las aguas subterráneas



Fuente: AEMA CTE/A, 2005

agua para el riego se unirán al constante aumento demográfico.

Pero no todos estos incrementos han de producirse necesariamente. Es posible que la eficiencia en el consumo de agua mejore mucho más de lo que se prevé en la actualidad. Esta mejora podría acelerarse con una política de tarifas más realista, que haría que la inversión en eficiencia fuera más atractiva, sobre todo en la agricultura. El consumo doméstico podría reducirse adoptando normas de eficiencia más rigurosas para electrodomésticos como lavadoras, lavavajillas y para los sanitarios.

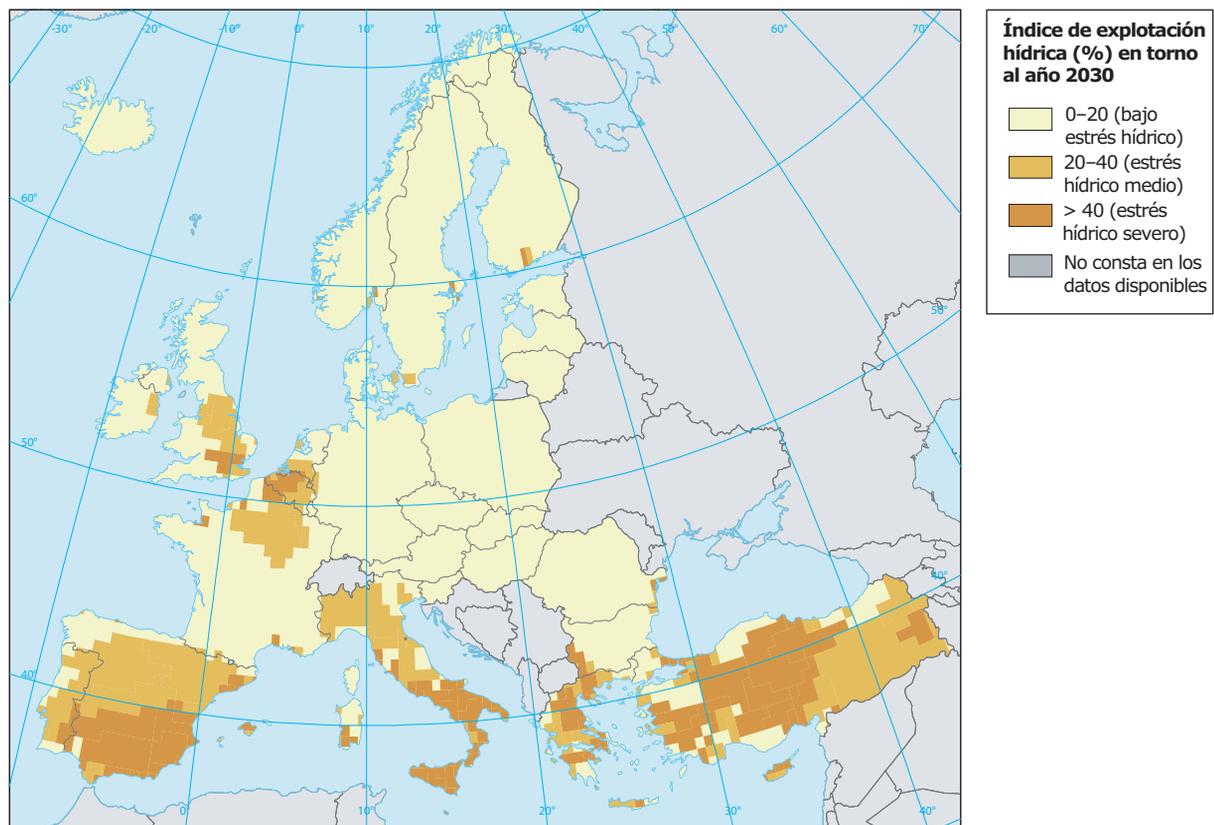
El mayor potencial de ahorro de agua tal vez radique en la reducción de las pérdidas en los sistemas de

distribución, sobre todo para el uso doméstico. En algunas de las ciudades más antiguas de Europa, se pierde más de una tercera parte del agua. Este agua no se «pierde» en términos estrictos, ya que recarga los acuíferos subterráneos, desde donde puede ser bombeada de nuevo hasta la superficie. Sin embargo, en muchos lugares esto es imposible, ya que las aguas subterráneas de las ciudades están demasiado contaminadas para poder ser utilizadas.

### 5.4 Cambio climático y estrés hídrico

En Europa se observan ya cambios significativos en los patrones de precipitación, posiblemente

**Mapa 5.3 Estrés hídrico en 2030**



Fuente: AEMA, 2005.

relacionados con el cambio climático. En algunos países septentrionales se ha registrado un notable aumento de la precipitación en los últimos decenios, sobre todo en invierno, mientras que el descenso de la pluviosidad es una característica reciente de la Europa central y meridional, especialmente en verano. Es previsible que estas tendencias se mantengan y causen estrés hídrico grave, en particular en algunas áreas del sur de Europa (mapa 5.3).

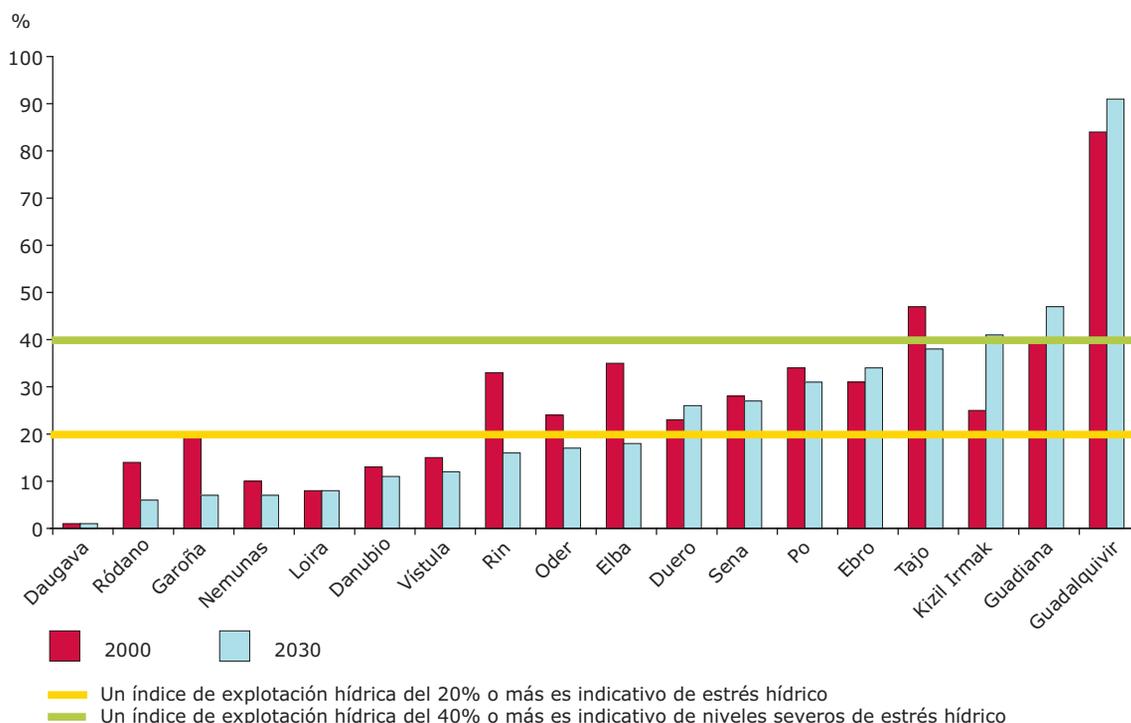
En la zona norte, la lluvia adicional aumentará el caudal de muchos ríos. La disponibilidad de agua puede aumentar un 10% o más en gran parte de Escandinavia y en algunas áreas del Reino Unido hasta 2030. En el sur de Europa, la combinación de menos lluvia y más evaporación reducirán un 10% o más la escorrentía en muchas cuencas hidrográficas de Grecia, el sur de Italia y España, y en partes de Turquía. La mayor parte de este cambio ya se está produciendo a

causa de las emisiones de los gases de efecto invernadero, y es muy probable que las emisiones futuras aceleren estos cambios.

En la Europa meridional, la reducción del suministro se acusará más a causa del aumento brusco de la demanda, sobre todo por los agricultores necesitados de más agua para regar sus cultivos. Es previsible que el estrés hídrico aumente en muchas cuencas hidrográficas del sur de Europa (figura 5.3). Ejemplos destacados incluyen el río Guadalquivir y el Guadiana en España ( éste último también en Portugal) y el Kizil Irmak en Turquía. Se estima que más del 90% del caudal del Guadalquivir será objeto de captaciones en 2030. España ya está respondiendo a las previsiones de escasez, anticipándose a los efectos de la reducción futura de los recursos con un plan de construcción de una gran red de plantas de desalinización distribuidas por todo el país y con el impulso a los sistemas de riego

**Figura 5.3 Estrés hídrico en las cuencas hidrográficas en 2000 y 2030**

Índice de explotación de los recursos del agua (IEA)



Fuente: AEMA, 2005.

más eficientes. Las condiciones de sequía observadas en la Península Ibérica en la primavera/verano de 2005 subrayan la urgencia de estas medidas. Cuando los ríos cruzan las fronteras nacionales, la demanda de una explotación compartida complica más la situación: por ejemplo, el caudal de algunos ríos que entran en Portugal registró una disminución significativa en 2005, afectando a la producción de energía hidroeléctrica y a la disponibilidad de agua para el riego e incluso para el consumo humano.

En general, es probable que Europa septentrional sea más propensa a las inundaciones, mientras que en Europa meridional aumenten las sequías, ya que la

energía adicional que se genera en el sistema climático aumenta la probabilidad de los episodios extremos, no sólo de sequías, sino también de fuertes tormentas e inundaciones, como las registradas en Europa central en los últimos años.

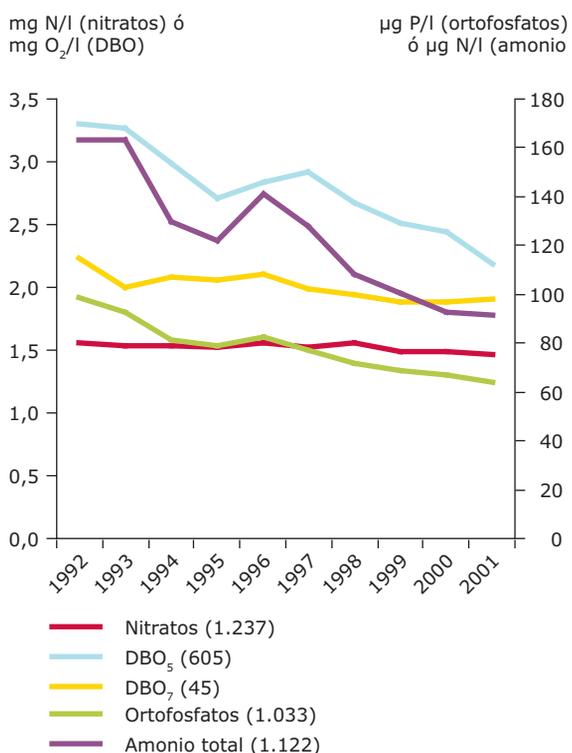
### 5.5 Calidad del agua

La calidad del agua de los ríos de Europa en general está mejorando (figura 5.4). Al igual que el concepto de uso, el de calidad del agua es un concepto complicado, sobre todo porque influyen varias presiones y relaciones de multicausa/multiefecto. Un río de agua natural sin contaminar que fluye por un paisaje inalterado puede ser fácil de reconocer, pero la actividad humana ha alterado y degradado los ríos naturales de muchas formas, por lo que no es sencillo evaluar el alcance de los daños ni el progreso de las medidas de recuperación.

Convencionalmente, la calidad del agua es definida con parámetros biológicos y químicos. Por ejemplo, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un indicador muy utilizado para evaluar el grado de contaminación de un río con sustancias orgánicas que consumen el oxígeno. El valor de la DBO en seis Estados miembros de la UE muestra distribuciones muy diferentes de la calidad del agua en los ríos (figura 5.5). Los parámetros estadísticos sencillos pueden ser engañosos porque las condiciones naturales de partida de los ríos pueden ser muy diferentes. De aquí que se esté trabajando para realizar evaluaciones más completas del estado sanitario biológico y ecológico. La Directiva Marco del Agua tiene por objeto conseguir que todas las masas de agua de Europa alcancen un buen estado químico y ecológico en 2015.

La contaminación puede adoptar muchas formas. La contaminación fecal de las redes de alcantarillado confiere a las aguas un aspecto desagradable y condiciones inseguras para las actividades de ocio como la natación, navegación o pesca. Muchos contaminantes orgánicos, incluyendo las aguas residuales y los residuos de explotaciones agrarias e industrias alimentarias, consumen oxígeno y asfixian a los peces y demás vida acuática. Nutrientes como los nitratos y los fosfatos, procedentes desde los fertilizantes agrícolas hasta los

**Figura 5.4** Concentración media de contaminantes en ríos europeos



**Nota:** Las cifras entre paréntesis se refieren al número de ríos utilizado para calcular la concentración media de cada contaminante.

**Fuente:** AEMA CTE/A, 2004.

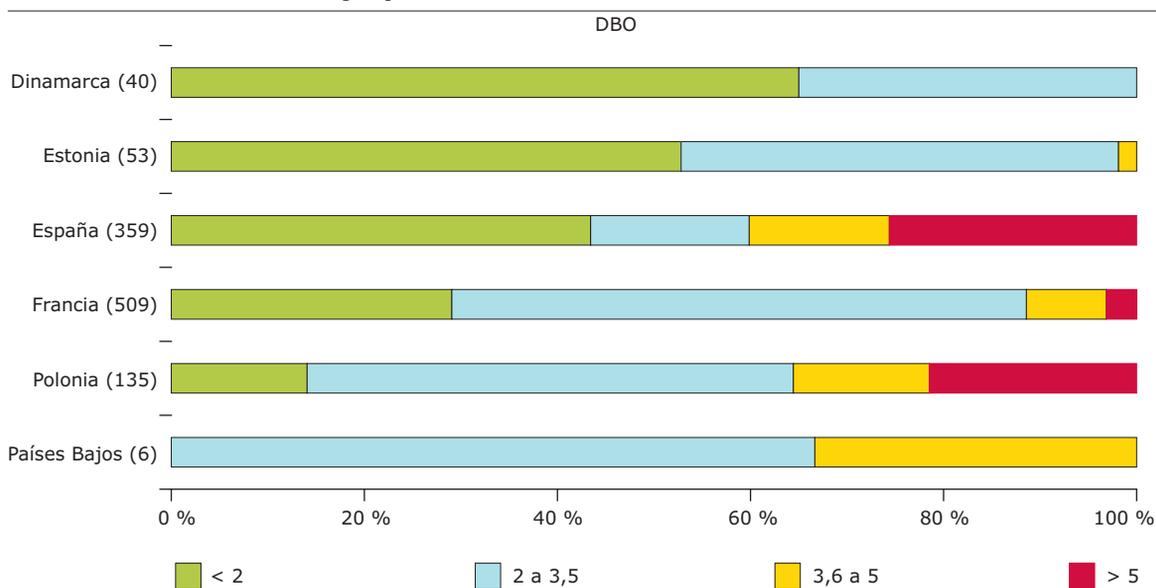
detergentes domésticos, pueden «sobrefertilizar» el agua y causar el crecimiento de grandes marañas de algas, algunas de las cuales son directamente tóxicas. Cuando las algas mueren, se hunden hasta el fondo, donde se descomponen, consumiendo oxígeno y dañando a los ecosistemas.

Los plaguicidas y medicamentos veterinarios de las explotaciones agrarias, y contaminantes químicos, como los metales pesados y algunos productos químicos industriales, pueden poner en peligro la fauna, la flora y la salud humana. Algunas de estas sustancias dañan los sistemas hormonales de los peces, provocando su feminización, incluso en concentraciones muy bajas. La escorrentía con sedimentos de tierra puede enlodar el agua, bloquear la luz solar y, en consecuencia, destruir flora y la fauna. El riego, especialmente cuando se utiliza de forma inadecuada, puede transportar sales, nutrientes y otros contaminantes desde el suelo hacia el agua. Todos estos contaminantes pueden hacer que el agua no sea potable si no se somete a costosos tratamientos.

La calidad del agua también se ve influida por la gestión física de los ríos y la hidrología general de la cuenca. La canalización, la construcción de presas, la gestión de las riberas y los cambios del caudal hidrológico pueden alterar los hábitat naturales de la vegetación ribereña y afectar la oxigenación del agua en los rápidos o rabiones donde desovan los salmones y otros peces. También cambia el régimen estacional de caudales que es vital para muchas especies, así como la conexión entre hábitat, un factor muy importante para el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las diferentes etapas de la vida de los organismos acuáticos. En las aglomeraciones urbanas, las aguas de tormenta que arrastran la suciedad de calles y tejados, pueden contribuir a contaminar el agua si no se recogen en el sistema de alcantarillado y se envían a depuradoras, evitando su descarga directa en las masas de agua.

La mayoría de los ríos europeos han sido modificados. Por ejemplo, alrededor del 90% de los ríos daneses están regulados, canalizados y alcantarillados. En

**Figura 5.5** Porcentaje de ríos de seis países de la UE distribuidos por clases de calidad del agua en relación con la DBO (mg O<sub>2</sub>/l) en 2001 (1997 para los Países Bajos)



**Nota:** Clasificación de ríos basada en la concentración media anual de un subgrupo representativo de estaciones de observación fluvial. Las cifras se refieren al número de estaciones fluviales.

**Fuente:** AEMA CTE/A, 2005.

Alemania, sólo el 10% de los ríos se consideran naturales en su mayor parte, mientras que en Francia, la ingeniería fluvial ha degradado 64 (de un total de 76) humedales de importancia nacional, que cubren más de 11.000 kilómetros cuadrados.

Las aguas subterráneas también sufren las consecuencias de la agricultura intensiva y del uso de fertilizantes nitrogenados y plaguicidas. La contaminación por nitratos está muy extendida por toda Europa, donde la norma europea de potabilidad relativa a los nitratos se sobrepasa en muchas masas de agua subterráneas. Otros causantes de contaminación de los acuíferos por metales pesados, derivados del petróleo e hidrocarburos clorados, son las fuentes puntuales de contaminación, como los vertederos.

En conjunto, la contaminación por nitratos es el problema más frecuente. Especialmente en los suministros rurales, que no están necesariamente bien controlados, ya que a menudo prestan servicio a pequeñas poblaciones sin sujeción a los requisitos de vigilancia de la Directiva de agua potable. Sin embargo, la contaminación por nitratos debería disminuir al aplicarse la Directiva de nitratos (91/676/CEE).

## 5.6 Desarrollo del control de la contaminación de las aguas

En la actualidad, alrededor del 90% de la población del noroeste de Europa está conectada a sistemas de alcantarillado y depuración. Esta cifra oscila entre el 50% y el 80% en los Estados miembros del sur de la UE15, pero en promedio es inferior al 60% en los 10 nuevos Estados miembros. Casi todas las industrias vierten a sistemas de alcantarillado o disponen de sus propias depuradoras. Sin embargo, algunas grandes ciudades, entre ellas Bucarest y Milán, siguen vertiendo sus aguas residuales a los ríos sin recibir apenas tratamiento.

El tratamiento de las aguas residuales urbanas se divide normalmente en tres categorías. El tratamiento primario supone el filtrado y la eliminación física de los detritos; el tratamiento secundario es biológico y elimina o neutraliza la contaminación microbiológica y la materia orgánica consumidora de oxígeno. El tratamiento terciario, implica la utilización de métodos

químicos para extraer los contaminantes más difíciles de eliminar, especialmente los nutrientes. Más del 70% de las aguas residuales de Alemania, Austria, Dinamarca, Finlandia, los Países Bajos y Suecia se someten a tratamiento terciario, mientras que en el sur de Europa la cifra baja hasta el 10%.

De acuerdo con la Directiva de tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), de 1991, las normas de recogida, tratamiento y gestión de las aguas residuales que se apliquen en cada localidad dependerán del tamaño de la aglomeración urbana y de si las aguas receptoras están clasificadas como sensibles o como no sensibles. En cuanto al vertido en las aguas sensibles, la Directiva exige que todas las áreas urbanas con más de 10.000 habitantes dispongan de tratamiento primario, secundario y terciario en 1998, mientras que en caso de vertido en zonas no sensibles, las áreas urbanas con más de 15.000 habitantes deben disponer de tratamiento primario y secundario de sus aguas residuales en el 2000. En ambas categorías, estas normas son de aplicación en todas las áreas urbanas de más de 2.000 habitantes desde finales de 2005. Estos plazos han sido ampliados para los 10 Estados miembros nuevos, por lo general hasta el 2010.

Muchos países de la UE15 continúan sin cumplir plenamente la Directiva. En varios no se controlan los cursos fluviales ni se evalúa su estado ecológico para poder designar las áreas sensibles de manera apropiada. Muchos todavía no han instalado la capacidad de tratamiento de aguas residuales que exigía la Directiva para 1998 y 2000. Otros tratan de obtener prórrogas para cumplir la obligación de ampliar el tratamiento a las áreas urbanas de menor tamaño a partir de 2005.

Alemania, Austria, Dinamarca y los Países Bajos son algunos países que han demostrado que es posible aplicar la Directiva 91/271/CEE y conseguir la mejora significativa de la calidad del agua. Entre los que van detrás se incluye Francia, donde sólo el 40% de los vertidos en áreas sensibles cumplen la norma exigida. En España, gracias a las importantes subvenciones recibidas con cargo a los Fondos de Cohesión de la UE, el 55% de la población está ya conectada a estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) públicas.

Algunos de los nuevos Estados miembros están más avanzados que otros. En Estonia, el 70% de la población cuenta con depuradoras, mientras que en Polonia la cifra es sólo del 55%.

Pese a las deficiencias en su cumplimiento, la Directiva ha logrado una notable disminución de las fuentes puntuales de contaminación de los ríos. Tanto en Dinamarca como en los Países Bajos, los vertidos desde fuentes puntuales a las aguas superficiales han disminuido en un 90%. Estonia también ha conseguido un 90% de reducción de estos vertidos en diez años.

Evaluar los resultados de la inversión en la calidad del agua de los ríos resulta difícil, al no existir una forma sencilla de cuantificación. No hay dos ríos iguales y no hay un único indicador que tenga en cuenta todos los factores. Por otra parte, la calidad del agua de los ríos de algunos países responde a medidas de control de la contaminación adoptadas en el propio país y también en los países que se encuentran «aguas arriba». En algunos lugares, la deposición atmosférica sobre las aguas también puede tener un efecto contaminante.

No obstante, la mayoría de los ríos de Europa ha mejorado, sobre todo en las áreas urbanas e industriales antiguamente más contaminadas, donde predominaban las fuentes puntuales de contaminación y donde se han concentrado las inversiones de descontaminación. Las cosas no han ido tan bien —y en algunos casos han ido claramente a peor— en las zonas rurales que hasta hace poco estaban casi intactas, donde predominan las fuentes difusas de la contaminación agraria, que en su mayor parte caen fuera de los requisitos de la Directiva 91/271/CEE.

En casi todos los casos se trata de ríos pequeños, pero también hay grandes ríos que no han mejorado todos sus parámetros, como el Duero en España, que ha registrado un deterioro de la DBO y el nivel de fosfatos en los últimos 25 años, y el Vístula en Polonia, donde la concentración de amonio aumentó en la década de los 80.

El vertido de elementos trazas, como el cadmio, el mercurio y otros metales pesados, y otras sustancias, como plaguicidas y dioxinas, que resultan tóxicos para el ambiente acuático ha disminuido en los últimos

### Historia del control de la contaminación de las aguas

Después de la revolución industrial, la mayoría de los ríos europeos no fueron tratados como ecosistemas naturales, sino más bien como rutas convenientes para transportar residuos líquidos hasta el mar desde miles de fábricas y redes de alcantarillado. A menudo los vertidos recibían un tratamiento muy escaso o incluso nulo para reducir su toxicidad o su aspecto desagradable. Miles de kilómetros de cursos fluviales se volvieron tóxicos, quedando desprovistos de oxígeno y a menudo totalmente sin vida. Las ciudades les dieron la espalda; algunos fueron cubiertos y se convirtieron en poco más que grandes tubos de alcantarillado.

Durante los últimos decenios, sobre todo tras la adopción de la política ambiental europea en la Cumbre de París de 1972, se han realizado grandes esfuerzos para depurar los vertidos del alcantarillado y los residuos industriales, y convertir los ríos en espacios para el ocio y corredores para la flora y la fauna silvestre. En términos económicos, esta iniciativa se ha convertido en la mayor iniciativa ambiental de Europa.

En un principio, los esfuerzos se concentraron en eliminar los contaminantes más desagradables y los residuos orgánicos consumidores de oxígeno, incluidos en los lodos de alcantarillado, mediante filtrado y tratamiento biológico. Primero se invirtió en los ríos utilizados para obtener agua potable y más tarde se pasó a la protección de los estuarios y las aguas costeras, a fin de cumplir las normas establecidas por la Directiva de aguas de baño.

Actualmente, la contaminación microbiológica y la falta de oxígeno están en gran medida controladas en muchos lugares. Durante los años 90, los niveles de DBO de los ríos mejoraron entre un 20% y un 30%. Después se han realizado mayores esfuerzos por controlar los contaminantes químicos, como los plaguicidas. En este sentido, se han obtenido buenos resultados en la eliminación de esta clase de contaminación de fuentes puntuales, como los vertidos industriales y las aguas residuales de los sistemas de alcantarillado urbano.

Las concentraciones de fosfatos en los ríos europeos se ha reducido en una tercera parte o más, registrándose las mayores reducciones en los países que sufrían más contaminación de fuentes puntuales. En consecuencia, se ha reducido la eutrofización de los lagos y las aguas costeras, pero todavía quedan puntos de alarma. El número de lagos sometidos a observación con concentración de fósforo menor de 25 microgramos por litro ha pasado del 75% al 82% en los últimos 20 años.

Sin embargo, es un hecho cada vez más aceptado que las fuentes puntuales no son ya la principal amenaza contaminante en un número creciente de masas de agua. A medida que se han ido depurando las aguas residuales de alcantarillado, la principal vía de contaminación ha pasado a ser la de las fuentes difusas, que hacen que las sustancias contaminantes se filtren a través del suelo formando numerosos arroyos y arroyuelos desde los drenajes de las tierras.

años gracias a un conjunto de medidas ambientales adoptadas por la UE, algunas relacionadas con el agua y otras de un alcance más general. Por ejemplo, el vertido de muchas sustancias peligrosas en el mar Báltico se ha reducido al menos un 50% desde finales de los 80. Sin embargo, no se controlan todas las sustancias y, en muchos casos su toxicidad no está clara.

## 5.7 Costes y beneficios del control de la contaminación de las aguas

Indudablemente, el control de la contaminación de las aguas ha tenido un elevado coste para muchos países. Varios Estados miembros gastan un 0,8% de su Producto Interior Bruto (PIB) en este concepto, al cual se ha destinado más del 50% de la inversión ambiental de Europa en los últimos decenios. Esto suscita la duda de si el esfuerzo dedicado a esta cuestión no habrá ido en detrimento de actuaciones sobre otros problemas, tal vez de mayor importancia inmediata. No obstante, se pueden sacar conclusiones sobre la forma de hacer el trabajo con la máxima eficacia.

Las dificultades para cumplir los objetivos de la Directiva 91/271/CEE tienen a menudo su origen en problemas de gobierno. En particular, el tratamiento de las aguas residuales suele ser responsabilidad de las autoridades municipales, que carecen de los recursos financieros y las competencias administrativas necesarias para construir costosas depuradoras en un plazo razonable y para el mayor beneficio del sistema hidrográfico. En algunos países, como España y Francia, el solapamiento de las responsabilidades institucionales y las estrecheces financieras parecen ser razones importantes que explican que no se haya aplicado plenamente la Directiva en el plazo previsto.

Las comparaciones también demuestran que suele ser más barato reducir la contaminación en origen, antes de que el agua entre en la red de alcantarillado, que construir nuevas plantas de tratamiento. Por ejemplo, los Países Bajos introdujeron una política realista de tarifas del tratamiento de los vertidos que les permitió cumplir los requisitos de la Directiva con más facilidad (y a menor coste, porque fue el sector industrial quien tomó las medidas de prevención de la contaminación),

que otros países cuyos gobiernos tuvieron que realizar fuertes inversiones en la construcción de depuradoras.

En toda Europa, la acción legislativa directa para reducir determinados contaminantes muy utilizados en artículos de consumo ha demostrado ser muy rentable. El cambio más radical ha sido la reducción en más de un 50% del contenido en fósforo de los detergentes domésticos, lo que se ha realizado en muchos países. La descarga de fósforo por persona han descendido de 1,5 kg por persona y año a menos de 1 kg.

El principal motivo del retraso en la aplicación de la Directiva 91/271/CEE es el coste que conlleva, de modo que merece la pena prestar más atención al enfoque ecoeficiente que reduce la inversión al mínimo. Es probable que la clave para que la Directiva 91/271/CEE se aplique en los Estados miembros dentro de los plazos establecidos, y con una mayor eficacia y economía sea enfatizar en la ecoeficiencia e incentivar la reducción de las aguas residuales en origen.

Gracias a la política de cohesión europea, los países pueden optar a importantes subvenciones que ascienden hasta el 75- 85% de la inversión. Si no hay instrumentos económicos que ofrezcan incentivos a la industria, parece existir un riesgo considerable de que las subvenciones europeas favorezcan una inversión excesiva en depuradoras. Sería conveniente encontrar un equilibrio entre los incentivos a la ecoeficiencia y la prevención de la contaminación en origen, por una parte, y una adecuada capacidad de tratamiento de aguas residuales, por otra, ya que la construcción de instalaciones de tratamiento es una de las medidas ambientales que más capital requieren.

Se confía en que la política de cohesión —a través de los Fondos Estructurales y de Cohesión concebidos para conseguir una mayor integración económica y social promoviendo el crecimiento en las regiones de la UE que más lo necesitan— seguirá financiando la construcción de plantas depuradoras con cargo al presupuesto de 336.000 millones de euros previsto para el período de 2007-2013 en la UE10. Estas ayudas son muy necesarias, ya que, por ejemplo, las inversiones actuales de Estonia y Polonia son de 5-10 euros *per cápita* (sin ajuste a la paridad del poder adquisitivo o

PPA) y tendrán que aumentar hasta los 40-50 euros *per cápita* para cumplir los plazos acordados.

Estos datos indican que la financiación europea en plantas de control de la contaminación —por ejemplo, a través de los Fondos de Cohesión— debe emplearse con cuidado para evitar una dependencia excesiva de los proyectos de gran capital. A veces es más rentable utilizar, junto a las inversiones de capital, otros instrumentos económicos como tasas e impuestos.

## 5.8 Actuación sobre las fuentes difusas de contaminación

Aunque la Directiva 91/271/CEE seguirá tratando de reducir la descarga de nutrientes desde las fuentes puntuales, es probable que el nuevo enfoque europeo para proteger las masas de agua frente a la contaminación sea actuar sobre las fuentes difusas, que constituyen una proporción cada vez mayor de las emisiones a los ríos. Mientras las descargas puntuales tradicionales son canalizadas por grandes tuberías, las descargas difusas proceden de la escorrentía superficial y de miles de drenajes construidos en cientos de kilómetros cuadrados de terreno. Por lo tanto, el control y la regulación de estas descargas constituyen un gran reto tanto en términos técnicos como logísticos.

Directivas recientes, como la Directiva de nitratos y la Directiva Marco del Agua, sientan las bases nacionales para posteriores normativas, marcos institucionales nuevos y sistemas de control adicionales, que son necesarios para actuar sobre la contaminación difusa y gestionar las masas de agua con vistas a mantener sus funciones y preservar los recursos ecológicos.

La principal fuente de contaminación difusa de las aguas es la agricultura, que es el principal uso del suelo en toda Europa. Especialmente preocupante es el aspecto de los nutrientes, sobre todo los nitratos y fosfatos. Los nitratos suponen, por lo general, el problema más grave. Más de la mitad de las descargas de nutrientes en Europa proceden actualmente de fuentes difusas. En particular, la mayor parte de la contaminación por nitratos se debe al uso de estiércol y fertilizantes agrícolas. Los nutrientes contribuyen a la eutrofización de los lagos, las aguas litorales y el medio

ambiente marino, contaminan los ríos y las aguas subterráneas y afectan a la potabilidad del agua.

Durante la segunda mitad del siglo pasado, el creciente uso de fertilizantes minerales inorgánicos y el aumento de la ganadería intensiva, con la consiguiente producción de estiércol, ha dado lugar a un rápido aumento de la cantidad de nutrientes aplicados en los suelos europeos. Durante el último decenio, el consumo de nutrientes en las explotaciones agrarias de la UE15 se ha consolidado en torno a los 70 kg por hectárea y año (balance superficial) y se prevé que permanezca estable durante los próximos decenios.

En la Europa oriental, la actividad del sector agrario se ha reducido de forma notable a consecuencia de los cambios políticos y económicos acaecidos durante los años 90, produciéndose un brusco descenso en el consumo de fertilizantes, que se redujo a la mitad desde los 70 kg por hectárea de principios de los 90, y ha permanecido en valores bajos durante toda la década. A medida que estos países se van incorporando a la UE, el consumo de fertilizantes recupera su tendencia al alza. En la UE10, es probable que el consumo de fosfatos y nitratos aumente entre un 35% y un 50%.

Mientras una gran parte de los nutrientes que contienen los fertilizantes son absorbidos por los cultivos —que es el motivo utilizando su aplicación—, otra parte no es absorbida. Los nitratos no absorbidos procedentes de los fertilizantes o el estiércol emigran a través del suelo. En su mayor parte, los suelos europeos contienen un exceso de nitrógeno a causa de las constantes aplicaciones, unos 50 - 100 kg por hectárea de tierras agrícolas. La mayor parte del exceso termina por encontrar su camino hasta llegar a las aguas.

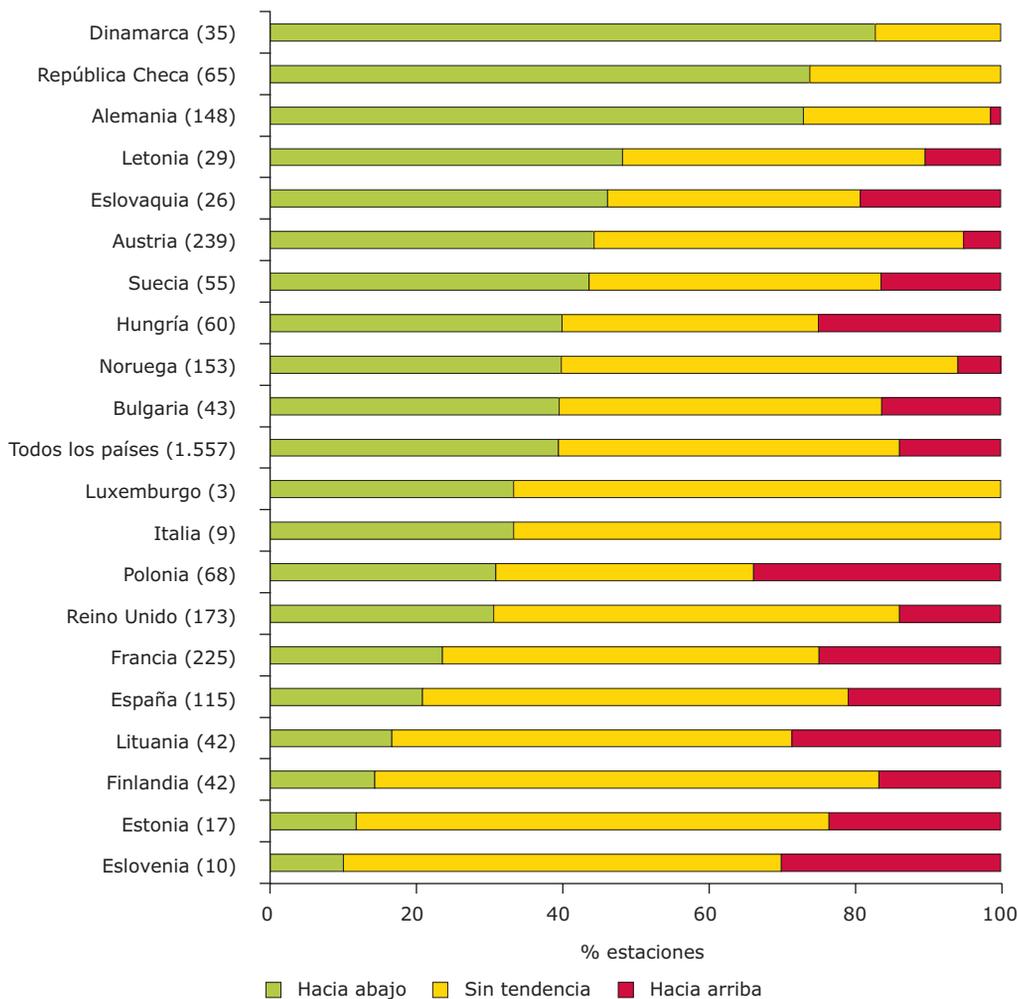
Estas pautas de fertilización, junto al control de las fuentes puntuales, hace que la emisión agrícola sea actualmente la fuente principal de contaminación en muchas cuencas hidrográficas. En las cuencas que desembocan en el mar del Norte, la descarga total de nitrógeno asciende a una media de 14 kg por hectárea y año; el 65% tiene su origen en fuentes difusas relacionadas con actividades humanas, principalmente la agricultura. Las cifras respectivas al fósforo son de 0,9 kg y un 45%.

Al margen del mar del Norte, en casi todas las demás cuencas, salvo en la del Po en el norte de Italia, se registra un menor nivel absoluto de carga de nitrato, aunque la proporción de origen sigue siendo alta, por encima del 60% en todos los casos. La situación es algo más diversa en el caso del fósforo, debido a la importancia que tienen las fuentes puntuales de este nutriente, cuya reducción pasa fundamentalmente por la aplicación de la Directiva 91/271/CEE.

### 5.9 Nitratos

La principal fuente de emisión de nitratos es la aplicación de fertilizantes en los cultivos agrícolas. En los ríos donde las tierras de labor ocupan más de la mitad de la superficie de la cuenca aguas arriba, el nivel de nitrato es tres veces más alto que en otros donde ocupan menos del 10%. Dentro del conjunto de la UE, la contaminación de los ríos por nitrato es generalmente menor en los países del norte y centro de Europa, donde la intensidad de la agricultura es menor (figura 5.6).

**Figura 5.6 Tendencia de la concentración de nitrato en los ríos europeos**



Fuente: AEMA, 2005.

En 2000, había 14 países europeos con ríos cuyas aguas superaban el valor de nitratos establecido en la Directiva europea del agua potable, que tiene por objeto garantizar la seguridad del suministro público para el consumo humano. Cinco países superaban la concentración máxima admisible según la Directiva.

La situación es todavía peor en los acuíferos. En muchas masas de agua subterránea de Europa con datos analizados, se ha registrado una concentración de nitratos por encima del valor especificado en la Directiva de agua potable.

En algunas partes de Europa, cabe esperar que estos problemas empeoren antes de mejorar, sobre todo en los acuíferos subterráneos. Los nitratos pueden tardar años o incluso décadas en llegar a zonas de las que se extrae el agua potable. Como la edad media de las aguas subterráneas utilizadas para el suministro de la población es de unos 40 años, buena parte del exceso de nitrógeno que se ha aplicado en las explotaciones agrícolas en los últimos decenios todavía no ha alcanzado el agua que finalmente será contaminada. Por eso, puede quedar una herencia de nitratos bajo muchos campos de Europa, cuya recuperación habrán de pagar las generaciones futuras.

Eliminar los nitratos del agua para que sea potable es caro. A fin de que sea apta para el suministro público, el agua contaminada con nitratos a menudo se diluye con agua limpia de otros ríos o fuentes subterráneas. La desnitrificación del agua potable del Reino Unido cuesta ya unos 30 millones de euros al año, y la inversión de capital que se necesita en los próximos veinte años para cumplir la normativa europea puede costar al país unas 10 veces más.

En general, es mucho más barato evitar que los nitratos lleguen al agua. Un estudio de los posibles costes para los agricultores realiza una estimación inicial de 50 a 150 euros por hectárea y año para modificar los métodos de explotación a fin de cumplir las normas de gestión de nutrientes conforme a la Directiva europea de nitratos. Esto es mucho más barato que eliminar los nitratos del agua contaminada. Además, la modificación de las prácticas agrarias es una responsabilidad de los agricultores causantes de la contaminación, más que del consumidor del agua.

En 1991, la UE adoptó la Directiva de nitratos, dirigida a frenar el flujo de nitratos en el ambiente natural y el agua potable. Los Estados miembros están obligados a designar las zonas vulnerables a los nitratos, donde los riesgos son mayores y a imponer controles rigurosos sobre el uso de nitratos en dichas zonas.

En general, la aplicación de la Directiva de nitratos ha sido deficiente en Europa. Sin embargo, la síntesis de los informes de los Estados miembros correspondientes al año 2000 concluye que «en los últimos 2 años los Estados miembros han mostrado una voluntad real de mejorar su aplicación, al percatarse de que continuarán aumentando los costes de tratamiento de las aguas potables para eliminar el exceso de nitratos, o que los daños de la eutrofización en embalses y aguas costeras, y que las inversiones en tratamiento de aguas residuales urbanas serán ineficaces en lo que se refiere a los nutrientes si, al mismo tiempo, no se hace un esfuerzo para lograr una disminución efectiva de las pérdidas de nutrientes agrícolas».

La contaminación por nitratos puede frenarse. Dinamarca, por ejemplo, puso en marcha un Plan nacional de gestión de los nitratos en la década de los 80, antes de que la Directiva entrase en vigor. Este plan ofrecía asesoramiento a los agricultores para hacer un uso eficiente de los fertilizantes e imponía el «balance» anual de nitrógeno a las explotaciones. La medida ha conseguido frenar en buena medida la filtración de nitratos provenientes de las explotaciones agrícolas danesas.

La aplicación desigual de la Directiva de nitratos se ha reflejado en la tendencia desigual que presenta la contaminación por nitratos en Europa. La concentración media de nitratos en los ríos europeos tiende a disminuir. Sin embargo, mientras un 25% de las estaciones de observación han registrado un descenso desde 1992, un 15% ha registrado un aumento. Las reducciones más notables se han observado en Alemania, Dinamarca y Letonia, registrándose buenos resultados adicionales en regiones como el Algarve y el este de Francia, donde el intenso control de los campos, incluyendo los análisis de suelos, ha acompañado a la difusión de la información sobre las buenas prácticas agrícolas.

El caso de las aguas costeras es más complejo, a menudo debido a las complicadas interacciones que se dan entre el medio ambiente ribereño y el marino. En las aguas litorales holandesas se ha registrado un descenso de la concentración de nitrógeno y fósforo desde 1991, en consonancia con la reducción de sus cargas en el Rin. En Dinamarca, el país donde comenzó la disminución de las descargas, la carga marina de nitrógeno ha disminuido un 40% en la costa desde 1989.

## 5.10 Resumen y conclusiones

La calidad del agua de los ríos de Europa ha mejorado gracias a una serie de directivas ambientales que la UE ha venido adoptando desde los años 70. Las captaciones de agua también han disminuido. Sin embargo, las presiones de la agricultura, la urbanización, el turismo y el cambio climático indican que garantizar la calidad del agua continuará siendo costoso.

Es probable que las futuras tendencias demográficas y económicas aumenten el consumo de agua para usos domésticos y turísticos. El norte de Europa podría registrar reducciones importantes de las captaciones cuando las centrales eléctricas modernicen su tecnología. Sin embargo, el consumo total podría aumentar si el cambio climático genera una mayor demanda de agua para el riego.

En el sur de Europa, es probable que las altas temperaturas aumenten las necesidades de los regadíos, por lo que hay una imperiosa necesidad de mejorar la eficiencia del agua en los sistemas de riego. Es previsible que la mejora del nivel de vida aumente el consumo de agua en los nuevos Estados miembros y en los países candidatos, especialmente en los hogares, lo que sugiere la aplicación de medidas tecnológicas e instrumentos de mercado para gestionar la demanda.

Lo que más perjudica la calidad del agua es la contaminación procedente de los hogares, la industria y la agricultura. Durante los 15 últimos años, se ha actuado fundamentalmente sobre las fuentes puntuales de contaminación de las aguas, como los hogares y las fábricas, con buenos resultados. En la actualidad, aproximadamente el 90% de la población del noroeste

de Europa está conectado a sistemas de alcantarillado y depuradoras. No obstante, muchos países de la UE15 todavía no cumplen plenamente la Directiva 91/271/CEE y los nuevos países de la UE todavía tienen muchos años de esfuerzo por delante.

El tratamiento de las aguas residuales es caro: la UE15 ha gastado en ello en torno al 0,8% de su PIB. Los planteamientos que combinan la prevención de la contaminación en origen — mediante la aplicación de tasas — y la construcción de depuradoras, ofrecen una solución eficaz. De acuerdo con la política de cohesión europea, los nuevos Estados miembros pueden obtener importantes subvenciones durante la próxima década como ayuda para financiar el tratamiento de las aguas residuales. Unas directrices serían útiles para orientar a los nuevos Estados miembros hacia una política de gravámenes a pagar por los responsables de la contaminación con vinculación a la financiación europea de las depuradoras.

Dado que las fuentes puntuales de contaminación ya presentan una notable mejoría en cuanto a su impacto sobre la calidad del agua, la futura política del agua debería concentrarse en las fuentes difusas de contaminación, especialmente de la agricultura. Estas fuentes difusas de contaminación son, por su propia naturaleza, menos evidentes y más difíciles de regular que las fuentes puntuales, y ello deberá influir en el éxito de la legislación necesaria.

La aplicación de fertilizantes en los terrenos de labor es la principal fuente de contaminación difusa de las aguas, siendo los nitratos el problema mayor. La contaminación por nitratos es mayor en la UE15 que en los nuevos Estados miembros. En algunas partes de Europa, es previsible que este problema empeore antes de mejorar, especialmente en los acuíferos subterráneos, donde los nitratos pueden tardar décadas en llegar a las áreas de agua potable. Se calcula que eliminar la contaminación por nitratos es 10 veces más caro que evitarla mediante cambios en las prácticas agrarias.

La gestión sostenible seguirá siendo el tema predominante en lo que respecta a los recursos hídricos continentales. En Europa, los ríos han sido objeto de canalización, alcantarillado o regulación de caudal.

Muchos humedales de importancia nacional han sido alterados por la ingeniería hidrológica. En otras palabras, gran parte de los cursos fluviales europeos han sido «gestionados» de manera perjudicial para el estado del ambiente a largo plazo.

La Directiva Marco sobre el Agua, aprobada en octubre de 2000, tiene por objeto conseguir que todas las masas de agua alcancen en Europa un buen estado ecológico en 2015, de acuerdo con los principios ecológicos generales. Existe un potencial de mejora de la eficiencia en el uso del agua mediante la introducción de instrumentos de mercado (como tasas sobre el agua e impuestos sobre su contaminación) y nuevas tecnologías, además de poder reducir las pérdidas en los sistemas de distribución utilizando una normativa más rigurosa.

## Referencias y otras lecturas

Conjunto de indicadores básicos descritos en la Parte B del presente informe que tienen relación con este capítulo: CBI 18, CBI 19, CBI 20, CBI 24 y CBI 25.

### Introducción

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2000. *Sustainable use of Europe's water? State, prospects and issues*, Informe de evaluación medioambiental N° 7, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Señales ambientales 2004*, AEMA, Copenhague.

Consejo y Parlamento Europeos, 2000. Directiva Marco del Agua 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

### Suministro y demanda

Agencia Europea del Medio Ambiente (1999). *Sustainable water use in Europe — Part 1: Sectoral use of water*, Informe de evaluación medioambiental N° 1, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2000. *Groundwater quality and quantity in Europe*, Informe de evaluación medioambiental N° 3, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2001. *Uso sostenible del agua en Europa. Gestión de la demanda*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2002 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *Medio Ambiente en Europa. Tercera evaluación. Capítulo 8: agua*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *Status of Europe's water*, Resumen N° 1/2003, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Señales ambientales 2004*, AEMA, Copenhague.

### Usos del agua

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *El agua en Europa: una evaluación basada en indicadores*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

### Cambio climático y estrés hídrico

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2001. *Uso sostenible del agua en Europa. Fenómenos hidrológicos extremos: inundaciones y sequías*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *El agua en Europa: una evaluación basada en indicadores*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Climate change and river flooding in Europe*, Resumen 1/2005, AEMA, Copenhague.

### Calidad del agua

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2000. *Sustainable use of Europe's water? State, prospects and issues*, Informe de evaluación medioambiental N° 7 AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *El agua en Europa: una evaluación basada en indicadores*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid.

### Control de la contaminación de las aguas

Comisión Europea, 2004. *A new partnership for cohesion: convergence, competitiveness, cooperation*, Tercer informe sobre cohesión económica y social. (Véase [www.europa.eu.int/comm/regional\\_policy/sources/docoffic/official/reports/pdf/cohesion3/cohesion3\\_cover\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/regional_policy/sources/docoffic/official/reports/pdf/cohesion3/cohesion3_cover_en.pdf) — acceso el 22/10/2005).

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. *El agua en Europa: una evaluación basada en indicadores*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Effectiveness of urban wastewater treatment policies in selected countries: An EEA pilot study*, AEMA 2/2005, Copenhague.

### **Costes y beneficios del control de la contaminación de las aguas**

Comisión Europea, 2004. *A new partnership for cohesion: Convergence, competitiveness, cooperation*, Tercer informe sobre cohesión económica y social.

Consejo Europeo, 1976. Directiva 76/160/CEE relativa a la calidad de las aguas de baño.

Consejo Europeo, 1991. Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

### **Actuación sobre fuentes difusas de contaminación**

Comisión Europea, 1991. Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2000. *Nutrients in European ecosystems*, Informe de evaluación ambiental No 4, AEMA, Copenhague.

### **Nitratos**

Consejo Europeo, 1976. Directiva 76/160/CEE relativa a la calidad de las aguas de baño.

Consejo Europeo, 1991. Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura Directiva sobre nitratos de la UE.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2000. *Groundwater quality and quantity in Europe*, Informe de evaluación ambiental N° 3, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2001. *Lecciones tardías de alertas tempranas: el principio de precaución 1896–2000*, Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2003 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Agriculture and the environment in the EU accession countries*, AEMA, Informe de evaluación ambiental N° 37, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Señales ambientales 2004*, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Source apportionment of nitrogen and phosphorus inputs to the aquatic environment*, borrador del informe, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Uso sostenible y gestión de los recursos*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Consejo y Parlamento Europeos, 2000. Directiva Marco del Agua 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.



## 6 El medio ambiente marino y litoral

### 6.1 Introducción

Los mares de Europa son un recurso vital desde hace milenios. Ofrecen un amplio abanico de usos y servicios ambientales, incluyendo pesca, transporte marítimo, actividad portuaria, turismo, depuración de aguas residuales, producción de petróleo y gas, extracción de áridos, producción de energía de las mareas, las olas y eólica, y un largo etcétera. En muchas regiones litorales, los peces y los mamíferos marinos han sido la principal fuente de alimento y su captura la principal actividad laboral. La gestión equilibrada de los recursos marinos y litorales puede contribuir a los objetivos de la Agenda de Lisboa y a las aspiraciones de la Estrategia europea de desarrollo sostenible a largo plazo.

Los resultados recientes obtenidos por programas científicos europeos como ELOISE y la AEMA, han identificado las principales presiones, fuerzas motrices e impactos que afectan al medio marino de Europa (tabla 6.1) y que se derivan de diversas actividades terrestres y marinas y dos procesos globales fundamentales: el cambio climático y la dinámica oceánica.

Algunas presiones generadas por estos procesos globales incluyen el aumento de la temperatura en

la atmósfera y en las aguas marinas de superficie, la elevación del nivel del mar y el cambio de las condiciones meteorológicas. Su escala es paneuropea, aunque con diferentes resultados regionales.

Las presiones generadas por las actividades socioeconómicas en tierra son de naturaleza más regional y local. Algunas causas de estas presiones incluyen los cambios de prácticas agrarias y forestales que alteran la composición de las aguas de escorrentía que van a parar a los estuarios y el litoral. La urbanización y la construcción de infraestructuras cambian la dinámica natural de los ecosistemas costeros y aumentan su contaminación a causa de las aguas residuales y las tormentas. Otros factores son los vertidos industriales, el turismo de masas y el comercio marítimo. La extracción de grandes volúmenes de áridos también tiene un efecto significativo sobre los sistemas costeros.

Las presiones generadas por las plataformas marinas y otras actividades litorales son igualmente evidentes. La sobrepesca, la acuicultura y la creciente demanda de energía son las más pertinentes, con prácticas y técnicas relativamente nuevas, lo que supone una amenaza sin precedentes para la flora y la fauna marina.

**Tabla 6.1 Principales impactos graves relacionados con las principales fuerzas motrices y las presiones sobre el medio litoral y marino y litoral**

Presiones/Fuerzas motrices	Impactos
Cambio climático	Erosión, pérdida de biodiversidad, aumento o variación del riesgo de inundaciones, alteración de la composición de las especies
Cambios de la agricultura y la silvicultura	Eutrofización, contaminación, pérdida de biodiversidad y hábitat, subsidencia, salinización, alteración del aporte de sedimentos y agua
Cambios en la urbanización y las infraestructuras	Restricciones costeras, eutrofización, contaminación, pérdida / fragmentación / alteración humana de los hábitat, subsidencia, alteración de la sedimentación, aumento del riesgo de inundaciones, salinización, alteración de la hidrología
Desarrollo turístico	Impactos estacionales y locales, «ordenación» de las playas, alteración de los hábitat, pérdida de especies, aumento de la demanda de agua, alteración del transporte de sedimentos costeros, pérdida de valores culturales locales
Expansión de la industria y el comercio	Contaminación, invasión de especies exóticas, dragado, aporte de sedimentos y erosión
Expansión de la pesca y la acuicultura	Pérdida de especies y sobreexplotación de reservas pesqueras, impacto sobre las especies migratorias, pérdida de hábitat, introducción de especies y polución genética, contaminación, eutrofización
Explotación y distribución de energía	Alteración de hábitat, alteración de la temperatura del agua, cambios en el paisaje: espacios recreativos, subsidencia, contaminación, riesgo de accidentes, ruido e iluminación

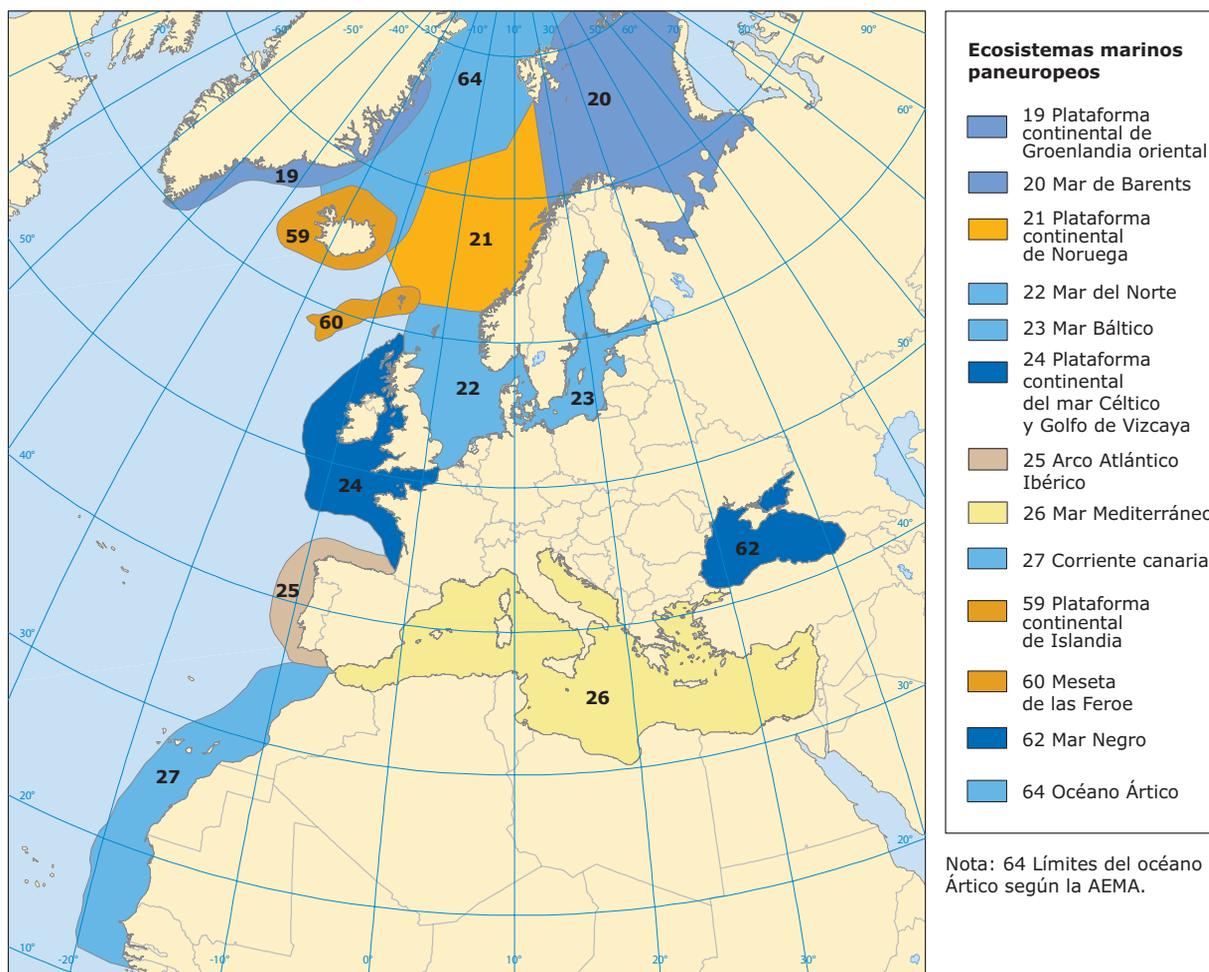
Fuente: ELOISE, 2004.

Una de las principales razones de la acumulación de presiones sobre el medio ambiente marino y litoral radica en el enfoque fragmentado de la gestión y el desarrollo. Sin duda, la salud futura del medio marino y sus recursos vivos depende de que Europa adopte un enfoque integrado y basado en los ecosistemas para la conservación, gestión y ordenación territorial (mapa 6.1).

## 6.2 Perspectivas regionales sobre el estado del medio ambiente marino

La intensidad relativa de las fuerzas motrices, las presiones y los impactos varía regionalmente. Lo que se debe en parte a la hidrografía del paisaje en el entorno

**Mapa 6.1 Ecosistemas marinos paneuropeos**



**Nota:** El proyecto de grandes ecosistemas marinos (GEM) fue creado en apoyo de los objetivos globales del capítulo 17 de la Agenda 21, como complemento a tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) de 1992. De los 64 GEM definidos en todo el mundo, 13 son pertinentes para el medio ambiente europeo. La numeración utilizada en el mapa se corresponde con la del proyecto GEM.

**Fuente:** ONU (Véase [www.oceansatlas.org](http://www.oceansatlas.org) — último acceso 12/10/2005).

de los ecosistemas marinos de Europa y en parte a las características socioeconómicas de los Estados costeros asociados a ellos.

Desde una perspectiva biofísica y política, el hecho de que los ecosistemas de Europa sean tan diferentes implica la obligación de hacer esfuerzos adicionales para evaluar de manera comparativa la tendencia de las condiciones ambientales y la eficacia de las políticas. En particular, los datos existentes y los sistemas de observación deben ser analizados de manera coherente para detectar los cambios de tendencia en las diversas series cronológicas de larga duración disponibles. En este sentido, es vital el enfoque basado en los ecosistemas, según lo propuesto en la estrategia marina de la UE.

Los resultados disponibles sobre las condiciones ambientales analizadas han sido publicados por la AEMA y por organizaciones intergubernamentales europeas, regionales y científicas. En resumen se presentan aquí las correspondientes a las regiones marinas siguientes: mar Báltico, mar de Barents, mar Negro, mar Céltico y Golfo de Vizcaya, Arco Atlántico Ibérico, mar Mediterráneo y mar del Norte. A lo largo del capítulo se incluyen recuadros con información de cada región.

Durante el último decenio, varias regiones han sufrido una alteración significativa de su morfología litoral, aumento de las inundaciones litorales, pérdida del manto de hielo, pérdida de calidad del agua y disminución de la biodiversidad, los recursos vivos y los paisajes culturales, a causa del cambio climático y las características socioeconómicas de las áreas litorales. Hay indicios de cambios estructurales en los ecosistemas marinos y litorales de Europa, que se atribuyen en gran parte a la actividad humanas y que afectan a la cadena trófica: pérdida de especies fundamentales, aparición de grandes concentraciones de especies planctónicas en sustitución de otras y propagación de especies invasoras. En el **mar Báltico** hay constantes problemas de eutrofización, anoxia, proliferación de algas tóxicas, sobreexplotación pesquera en las aguas dulces y marinas e introducción accidental de especies alóctonas. Hacia el norte, en el **mar de Barents**, se han registrado alteraciones de los ecosistemas: con disminución del capelín debido a la sobrepesca, aumento periódico del arenque y aumento de la contaminación a causa del transporte marítimo,

las actividades militares y la extracción de petróleo. De cara al futuro, se plantean retos relacionados con el desmantelamiento de los submarinos nucleares y la alteración de los ecosistemas bajo la influencia de la reducción del manto de hielo y la fusión del “permafrost” (suelos congelados) a causa del calentamiento global.

En el **mar del Norte**, lo que preocupa son los daños en la cadena trófica, que amenazan a poblaciones de aves marinas de importancia mundial y a algunas especies de peces de importancia comercial, y también la emisión al aire o el agua de muchos contaminantes, como el nitrógeno, procedentes de las áreas litorales sobrepobladas y los grandes ríos. En el **mar Céltico** y el **Golfo de Vizcaya** hay un importante sector pesquero, que utiliza redes de arrastre, agalleras y palangres, e instalaciones petrolíferas que en conjunto han dañado los ricos arrecifes de coral de aguas frías. La agitación del mar contribuye al impacto de hidrocarburos vertidos y otras descargas que afectan a los ecosistemas litorales además de aumentar la probabilidad de los naufragios. Las condiciones oceánicas afectan en gran medida al **litoral atlántico ibérico**. En consecuencia, el calentamiento global y la alteración de la circulación oceánica a causa del cambio climático afectarán en el futuro a la estructura de los ecosistemas.

Los retos en el **Mediterráneo** están asociados a la erosión costera, los lugares de alta eutrofización y proliferación de algas tóxicas, el bajo nivel nutritivo que disminuye la productividad en el sureste, la pesca de especies autóctonas y la invasión de especies alóctonas. En el este, la estructura del ecosistema del **mar Negro** ha sido alterada: por la sobrepesca, con aumento de la vulnerabilidad a la invasión de especies alóctonas, el aumento del aporte de nutrientes y contaminantes con daño en los humedales costeros y la ampliación de la zona anóxica.

### 6.3 Estado de las áreas litorales e intermareales

Aunque de tamaño geográfico relativamente pequeño, Europa tiene muchos kilómetros de costa, lo que siempre ha resultado atractivo para los asentamientos. A lo largo de los siglos se han construido puertos

**Mar Báltico**

El Báltico es básicamente un gigantesco fiordo salobre de 1.500 kilómetros de longitud, en cuya superficie se acumulan el agua dulce y los contaminantes de los ríos, de modo que sus aguas se vuelven cada vez más anóxicas, aunque en periodos de pocos años son desplazadas por el agua oxigenada del mar del Norte.

El mar Báltico está bordeado por Alemania, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Letonia, Lituania, Polonia, Rusia y Suecia. Algunas ciudades que se asientan en sus costas son Gdansk, Helsinki, San Petersburgo y Estocolmo. Los principales impactos humanos sobre este mar son: la sobrepesca; la contaminación que viene desde la tierra, incluyendo metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes y, en particular, nutrientes procedentes de la agricultura, la silvicultura, las urbanizaciones y las industrias; los cambios estéticos del paisaje terrestre y marino causados por el desarrollo industrial y la construcción de instalaciones de producción de energía, como los aerogeneradores; el estrechamiento costero; y la erosión del litoral.

El Báltico es especialmente vulnerable a la eutrofización, en parte debido a que es un mar semicerrado y en parte porque en él desagua una extensión de tierra cuatro veces mayor que la del propio mar. La eutrofización ha causado la sustitución a gran escala de las plantas marinas litorales que son importantes para la cría de peces, con grandes lechos de algas, especialmente a lo largo de las costas densamente pobladas del Báltico meridional. La proliferación de algas tóxicas ha causado grandes pérdidas de peces y ha afectado a las actividades de ocio.

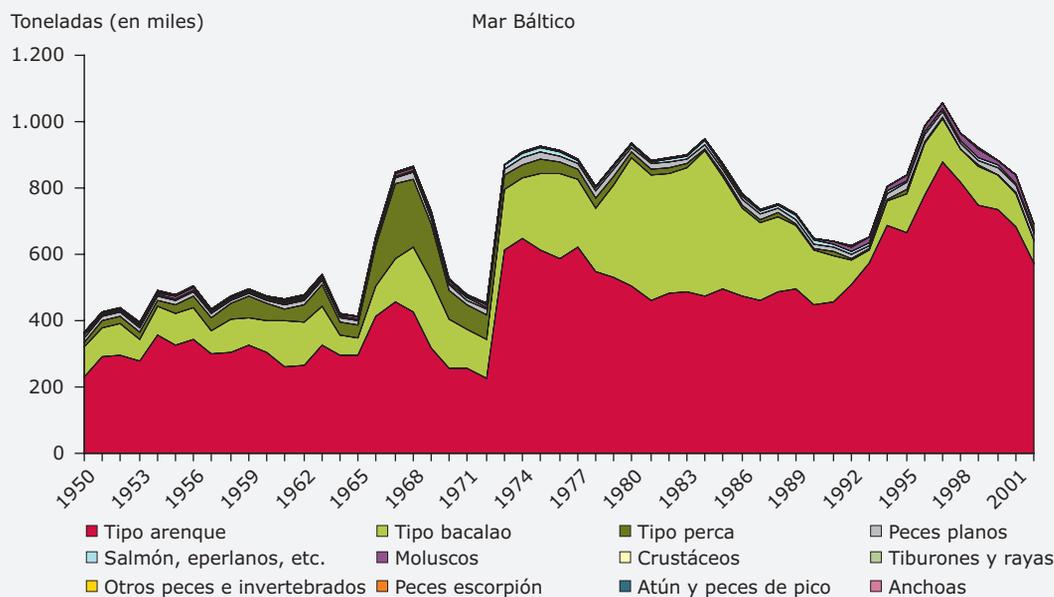
Las condiciones anóxicas del fondo del mar parecen estar empeorando. Esto se debe en parte a la eutrofización y en parte a la variabilidad natural de las condiciones meteorológicas.

Debido a las variaciones de salinidad, el Báltico acoge poblaciones de peces tanto de agua dulce como de agua salada. Las capturas aumentaron a lo largo de los años 90, por lo que las poblaciones actuales están generalmente sobreexplotadas. La mayor parte de las capturas son de arenques pequeños, aunque existen también poblaciones significativas de bacalao y otras especies marinas cerca de la salida al mar del Norte, y peces de agua dulce como el salmón en las regiones del Golfo de Botnia en el norte (figura 6.1).

El ecosistema ha sido alterado por la caza de mamíferos marinos y la contaminación, que han reducido las poblaciones de focas hasta niveles muy bajos, de modo que el bacalao ha quedado como principal depredador en este mar. El bacalao está a su vez amenazado por la sobrepesca y algunos eventos periódicos. Con la progresiva desaparición de los predadores, otras especies de peces como el espadín han crecido en importancia.

Otro problema del Báltico es la invasión de especies alóctonas, agravado por introducciones accidentales, lo que afecta directamente a la supervivencia de especies nativas que son exclusivas del Báltico.

**Figura 6.1 Desembarques de las principales especies comerciales en el mar Báltico**



**Fuente de los datos:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): [www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org) — último acceso 12/10/2005.

**Mar de Barents**

El mar de Barents es una plataforma continental de poca profundidad situada entre la costa septentrional de Rusia, el borde meridional del Océano Ártico y la punta septentrional del Océano Atlántico. Incluye Svalbard en el extremo septentrional del Atlántico y Novaya Zemlya al norte de los Urales. El mar recibe agua del Pechora y otros ríos rusos y está muy influenciado por las grandes corrientes que intercambian agua entre los dos océanos. Según la estación, el hielo cubre entre una y dos terceras partes del mar.

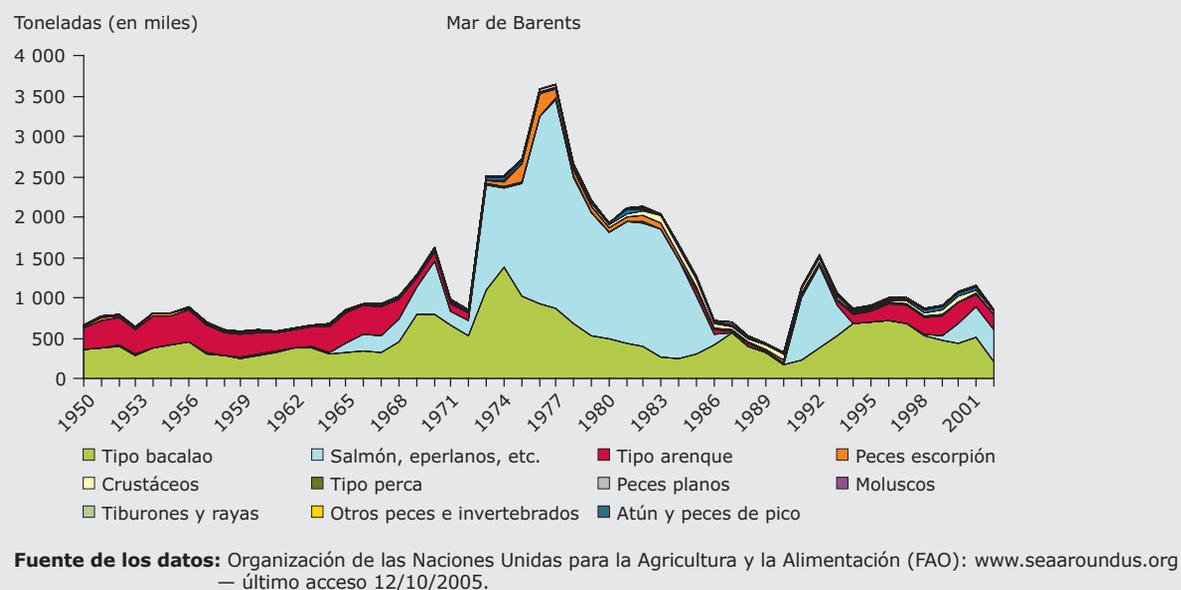
El mar de Barents es un área muy productiva, donde muchas especies de importancia comercial encuentran alimento fácil. La cadena trófica está dominada por unas pocas especies: diatomeas, krill, capelín, arenque y bacalao. La relación entre estas especies es muy dinámica. La población de capelín, que se alimenta del abundante plancton marino, es potencialmente la mayor del mundo con unos 8 millones de toneladas, aunque ha soportado una gran intensidad pesquera. El capelín ha sufrido un serio descenso, en parte por la sobrepesca y en parte por el auge periódico de la población de arenques jóvenes, los cuales se alimentan de las larvas del capelín. El aumento y la disminución de las poblaciones de capelín y arenque siguen curvas en dientes de sierra. La población de capelín se disparó tras un descenso de la población de arenque a finales de los años 60, pero después disminuyó al recuperarse el arenque.

El desplome periódico de la población de capelín provoca la escasez de alimento para otras especies de peces como el bacalao, mamíferos como la foca arpa y aves como el arao común. La última vez que el capelín desapareció, el bacalao pasó a alimentarse de krill y otras especies. Las focas salieron del hielo e invadieron la costa noruega en busca de alimento. Las aves murieron en su mayor parte.

Estos cambios en vaivén constituyen un fenómeno natural, probablemente ocasionado en parte por las variaciones en el aporte de agua de los océanos cercanos. También influye la pesca, sobre todo la de las flotas noruega y rusa. Por ejemplo, la pesca causó el desplome de la población de arenque en la década de los 70 y el descenso del desembarque en torno a un 95% entre finales de los 70 y mediados los 80. Desde entonces, las capturas se han recuperado en parte (figura 6.2).

En este ecosistema marino y en las aguas más profundas de Groenlandia, Islandia, Islas Feroes, Noruega y Svalbard, existen grandes campos de esponja de mar con una rica fauna asociada. Hasta la fecha, no se ha determinado con detalle el impacto de la pesca sobre la comunidad bentónica en estas áreas, pero es muy probable que, debido a su lento crecimiento, tarde muchos años en recuperarse después de sufrir daños, aunque estos sean parciales. En el mar de Barents, los niveles de contaminación no son altos, aunque algunas fuentes significativas están presentes, como las instalaciones terrestres de extracción de petróleo, el transporte marítimo y la lluvia radiactiva provocada por ensayos nucleares y el accidente de Chernobyl. También hay mucha actividad militar, como se puso de relieve tras la pérdida del submarino nuclear Kursk en la parte oriental del mar de Barents en el año 2000. Es previsible que la producción de petróleo y gas en la región experimente un importante aumento, lo que contribuirá a agravar el riesgo de contaminación.

**Figura 6.2 Desembarques de las principales especies comerciales en el mar de Barents**



**Mar del Norte**

El mar del Norte ocupa unos 750.000 kilómetros cuadrados y se considera poco profundo, ya que su profundidad media es de unos 90 metros. De acuerdo con el programa europeo de investigación EuroSION, se calcula que unos 17 millones de personas de nueve países viven en el área costera sometida a erosión. El litoral es uno de los más diversos del mundo, con elevados fiordos, anchos estuarios y deltas, marismas y lodazales intermareales, acantilados rocosos y bancos de arena.

El mar es intensamente explotado por los países europeos para obtener una gran variedad de recursos, incluyendo pesca, extracción de arena y grava e hidrocarburos que yacen bajo el lecho marino y que satisfacen la mitad de las necesidades de energía de la UE. También es una importante vía de transporte marítimo, con puertos internacionales como Hamburgo y Rotterdam, y en él se encuentran refinerías de petróleo y gas conectados a las plataformas petrolíferas por oleoductos. Es el acceso al mar Báltico y su angosta salida meridional a través del Estrecho de Dover es una de las vías marítimas con mayor tráfico del mundo.

La ecología del mar del Norte ha quedado notablemente alterada por la pesca intensa. El desembarque se cifra actualmente en unos 2,3 millones de toneladas anuales de arenque, sardina, anchoa, bacalao, caballa y merluza para consumo humano, junto con crustáceos, mariscos y anguilas, que se utilizan en acuicultura y como alimento para animales de granja (figura 6.3).

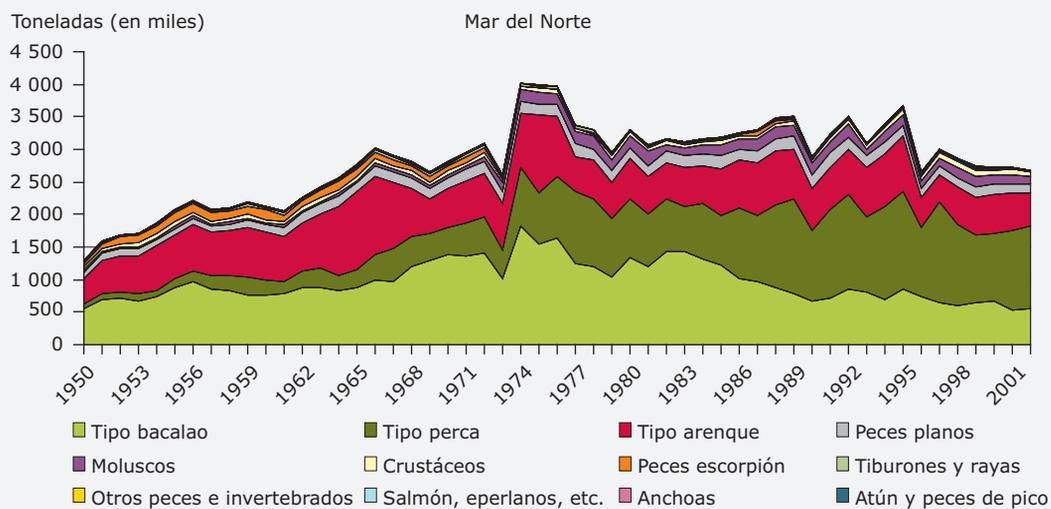
La mayoría de las especies anteriores están sobreexplotadas y algunas en peligro de colapso. Debido al bajo nivel de biomasa reproductora del bacalao del mar del Norte, su reposición ha bajado desde 390 millones de peces al año en los años 60 y 70 a menos 250 millones en los 90. Al disminuir la población, se capturan peces más jóvenes y pequeños, lo que es perjudicial tanto desde el punto de vista ecológico como económico. Si se dejase que las poblaciones se recuperasen, los beneficios obtenidos serían mayores.

La sobreexplotación ha aparecido a pesar de la imposición progresiva de restricciones cada vez más duras para las capturas y las tecnologías pesqueras a través de la política pesquera común. La sobrepesca también perjudica la cadena trófica marina, reduciendo su flexibilidad, lo cual tiene consecuencias a veces impredecibles para otras especies.

Algunas poblaciones amenazadas por el daño causado a la cadena trófica son de aves marinas de importancia mundial. El reciente desplome de las poblaciones de anguilas en las Islas Shetland y en otras partes, causado principalmente por la sobrepesca, ha privado a las poblaciones reproductoras de frailecillos y otras especies de una importante fuente de alimento. Una consecuencia inesperada de las recientes restricciones en la pesca ha sido la disminución de aves marinas oportunistas, como algunas colonias de gaviotas y salteadores, que se aprovechan de los descartes y residuos de transformación de los barcos pesqueros. Por ejemplo, la población de salteadores del mar del Norte se ha multiplicado por 200 durante el siglo pasado.

El mar es un importante sumidero de una gran variedad de emisiones al agua y al aire de los países circundantes. La contaminación del mar proviene del vertido directo desde comunidades litorales y ríos, drenajes agrícolas y, en una proporción significativa, también de los contaminantes arrastrados por la precipitación atmosférica. Un problema grave es la eutrofización causada por el nitrógeno presente en el agua y en el aire. La fauna y la flora sufren este tipo de contaminación, además de la causada por los residuos de petróleo y los vertidos industriales.

**Figura 6.3 Desembarques de las principales especies comerciales del mar del Norte**



**Fuente de los datos:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): [www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org) — último acceso 12/10/2005.

**Plataforma continental del mar Céltico y Golfo de Vizcaya**

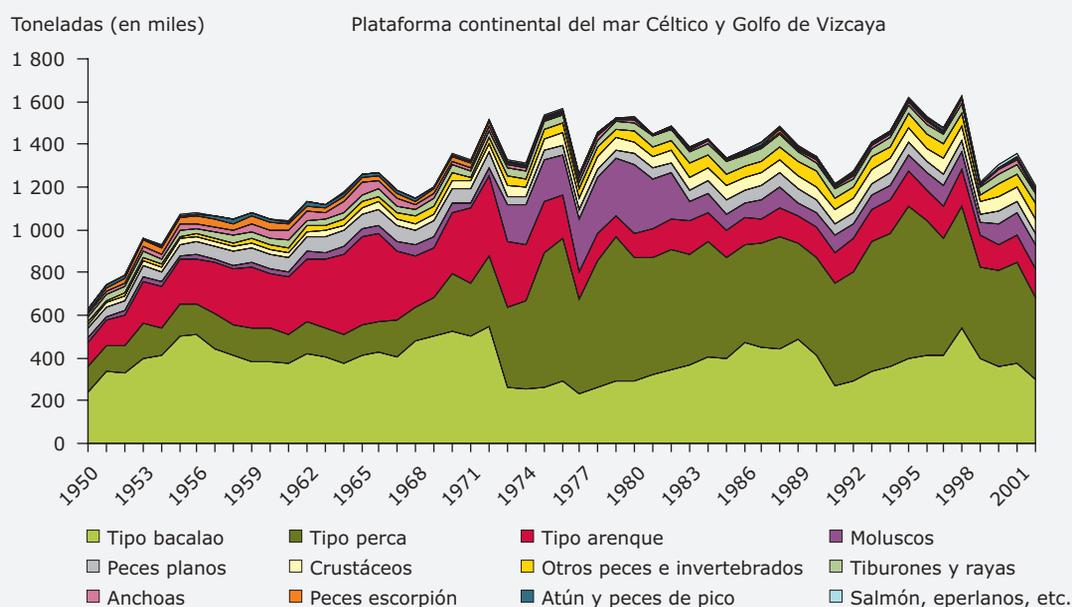
La plataforma del mar Céltico y Golfo de Vizcaya ocupa el nordeste atlántico al oeste de Escocia, Irlanda, Inglaterra y Francia. Incluye el mar de Irlanda, el Canal de la Mancha y los brazos interiores menos profundos del Golfo de Vizcaya en Francia. Está muy influenciado por las corrientes del propio Atlántico, incluyendo la Deriva Atlántica al norte y la Corriente de las Azores al sur.

Sus condiciones son muy estacionales y responden claramente a un conjunto de variaciones periódicas del sistema climático natural, que se conoce como Oscilación del Atlántico Norte. La Oscilación del Atlántico Norte afecta a la temperatura del mar, a las corrientes marinas y al número y la distribución de muchas especies de peces, incluyendo el atún rojo y el atún blanco. Todo ello hace que la plataforma continental del mar Céltico y Golfo de Vizcaya presente una alta y dinámica biodiversidad, que en gran parte está sometida a intensa explotación en la actualidad o lo ha estado en el pasado. Las principales capturas incluyen algas marinas, moluscos, arenques, anguilas, caballa y ballenas. Los desembarques de las principales especies comerciales han permanecido casi constantes durante los últimos decenios (figura 6.4).

La plataforma incluye grandes montes marinos con ricos arrecifes de coral frío, como el *Lophelia pertusa*. Los corales fríos son de importancia mundial y tienen larga vida y crecimiento lento, sirviendo de hábitat para otras especies marinas, incluyendo algunos peces de gran valor comercial. El arrecife forma una cadena a lo largo del borde de la plataforma continental, desde el oeste de Francia, pasando por el oeste de Irlanda con grandes concentraciones, hasta Escocia, donde está más disperso. Las aguas próximas a los arrecifes contienen una concentración inusualmente alta de peces planos, que son blanco de los barcos de pesca, a menudo con un resultado perjudicial y contraproducente. Algunos arrecifes han resultado gravemente dañados por la pesca de arrastre, así como por las redes agalleras y los palangres de fondo. Los arrecifes también están amenazados por las exploraciones petrolíferas.

La contaminación no supone un grave riesgo en la plataforma, ya que las olas y la fuerte marea eliminan los vertidos accidentales de los barcos. No obstante, los ecosistemas costeros locales, como estuarios, albuferas y playas arenosas, pueden resultar dañados y las aguas turbulentas favorecen los naufragios. En la plataforma continental se han producido graves accidentes de petroleros, como el Torrey Canyon, que encalló en Cornualles (Reino Unido) en 1967; el Amoco Cádiz, que naufragó en Bretaña (Francia) en 1978, el Sea Empress en Gales en 1992; y el Erika, también en Bretaña, en 1999. En cada caso, los vientos y las olas llevaron el petróleo a la costa y todavía pueden verse algunos restos de estos desastres ecológicos.

**Figura 6.4 Desembarques de las principales especies comerciales en la plataforma continental del mar Céltico y Golfo de Vizcaya**



**Fuente de los datos:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): [www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org) — último acceso 12/10/2005.

**Arco Atlántico Ibérico**

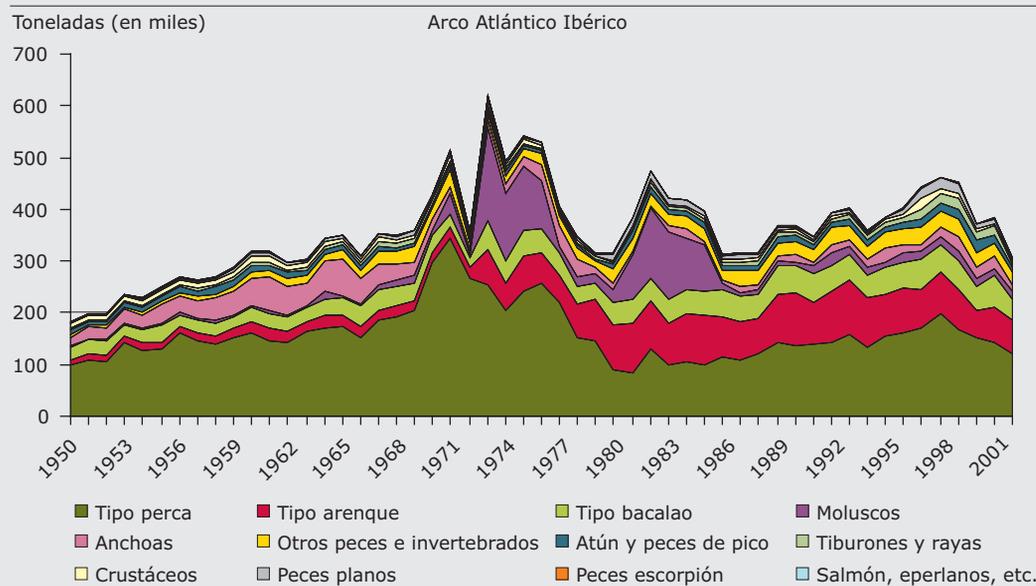
La plataforma ibérica forma parte del litoral atlántico oriental de Europa occidental, justo al sur de la plataforma del mar Céltico y Golfo de Vizcaya. Rodea toda la Península Ibérica desde las proximidades de la frontera con Francia hasta Gibraltar. Buena parte del litoral está profundamente marcado por rías. La plataforma continental, que aquí varía de 15 a 400 kilómetros de ancho, experimenta un intenso afloramiento de nutrientes desde las profundidades oceánicas en verano, lo que conlleva una elevada actividad biológica, con ricas pesquerías y abundantes mamíferos marinos. Fue en este litoral donde se inició la industria ballenera europea en la Edad Media.

Al igual que la plataforma continental del mar Céltico y Golfo de Vizcaya, las violentas mareas y tormentas constituyen un riesgo para el transporte marítimo. Fue en esta zona donde se produjo el desastre del petrolero Prestige en 2002, que provocó una extensa contaminación por hidrocarburos en las costas gallegas del noroeste de España.

Las principales poblaciones de peces comerciales son pequeñas especies pelágicas como el arenque, la anchoa y la sardina. Los desembarques se han mantenido casi constantes desde 1980 (figura 6.5). La anchoa es una importante captura en los antiguos puertos balleneros del País Vasco. La abundancia de sardina y otras especies varía muchísimo en función de las condiciones oceánicas y depende básicamente de cómo afecta el océano a la disponibilidad de diatomeas. De este modo, la pesca de la sardina pasa por períodos naturales de auge y declive.

En el pasado, también la proliferación de algas dinoflageladas se ha debido aparentemente a las condiciones naturales oceánicas. Hay algunos indicios de que la reciente proliferación de algas tóxicas podría ser consecuencia de la eutrofización y la introducción de especies alóctonas del vertido de las aguas de lastre.

**Figura 6.5 Desembarques de las principales especies comerciales en el Arco Atlántico Ibérico**



**Fuente de los datos:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): [www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org) — último acceso 12/10/2005.

**Mar Mediterráneo**

El Mediterráneo ha sido el corazón del transporte y la cesta de pescado de numerosas civilizaciones; desde la época de la antigua Grecia hasta la moderna economía basada en el turismo, pasando por el auge de Venecia como el gran puerto del comercio con Asia. De España a Grecia y de Marruecos a Turquía, el Mediterráneo está bordeado por 20 naciones. Más de 130 millones de personas viven de forma permanente por todo su litoral, una cifra que se duplica durante la temporada turística estival. Este mar y sus costas son el mayor destino turístico de la Tierra.

Pese a extenderse más de 2,5 millones de kilómetros cuadrados y bañar las costas de Europa, Asia y África, es un mar fundamentalmente cerrado. Tiene una angosta conexión aguas arriba con el mar Negro a través del Bósforo y una salida casi igual de angosta al Océano Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar. El agua oxigenada del Atlántico entra a nivel de superficie y sale en profundidad.

Aunque en algunos aspectos es como un lago enorme, sin apenas variación mareal, el Mediterráneo no deja de ser un mar dinámico, con corrientes impulsadas por los vientos, con gran fluctuación estacional de las temperaturas marinas y con áreas locales de importantes surgencias que transportan nutrientes a la superficie, sobre todo en el mar Adriático.

También cuenta con grandes fuentes antropogénicas de nutrientes y otros contaminantes que transportan ríos como el Ródano, el Po, el Ebro y el Nilo, o que son vertidos directamente desde numerosos grandes asentamientos, además del arrastre de contaminantes atmosféricos en las aguas de precipitación. Algunos veranos, los nutrientes y contaminantes del Po y la surgencia local provocan graves problemas de eutrofización en el norte del Adriático.

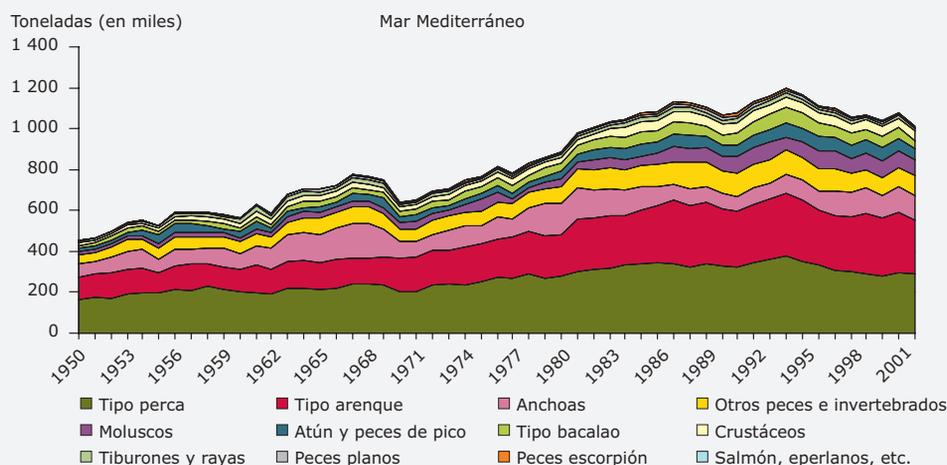
Hay otros puntos de alarma donde los nutrientes se acumulan y causan eutrofización, sobre todo en estuarios y cerca de los centros costeros de población. Durante los prolongados períodos de calma estival, cuando el mar se estratifica y la temperatura del agua de superficie se dispara, también pueden proliferar algas tóxicas en estas áreas. En el Adriático en particular, la contaminación ha causado daños a las pesquerías. La proliferación de algas tóxicas y la anoxia causan ocasionalmente la muerte de peces y de vez en cuando se cierran playas en las costas italianas del Adriático a causa del brote de enfermedades entre los bañistas tras la aparición de algas tóxicas como la *Ostreopsis ovata*.

En otros lugares se registran niveles bajos de nutrientes y, en consecuencia, de la productividad biológica. Así ocurre en especial en el sureste del Mediterráneo, donde el represamiento del río Nilo hace 40 años bloqueó el acceso a los nutrientes naturales incorporados en los limos traídos del África Oriental por el río. Desde entonces, las pesquerías de esta parte del mar se han arruinado.

Durante un decenio o más, las capturas de pescado en el Mediterráneo han permanecido relativamente estables, en torno al millón de toneladas, aunque las capturas por barco han descendido de manera notable, lo que demuestra que las poblaciones están sometidas a estrés. Los intentos de mantener las capturas con aparejos de gran intensidad pesquera, como las redes de deriva y los palangres, han causado graves problemas causados por las capturas accesorias de animales marinos como los delfines y algunas especies de tortugas en peligro de extinción. Otra amenaza grave para las tortugas y demás vida marina es el turismo y la urbanización de las playas de cría.

La actividad humana y la invasión de especies alóctonas también han sido perjudiciales para los ecosistemas costeros de los que dependen las pesquerías. Una forma de alga nativa del mar Rojo, la *Caulerpa taxifolia*, se ha extendido por el Mediterráneo desde la Riviera francesa, donde apareció por primera vez en la década de los 80, arrasando las plantas marinas y reemplazándolas por lechos de algas en gran medida estériles.

**Figura 6.6 Desembarques de las principales especies comerciales en el mar Mediterráneo**



**Fuente de los datos:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): [www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org) — último acceso 12/10/2005.

**Mar Negro**

El mar Negro es un mar casi cerrado. Recibe dos tercios de sus aguas del río Danubio y el resto de otros ríos importantes como el Dniéper, el Dniéster y el Don. Todos estos ríos en conjunto desaguan una superficie de Europa central y oriental 20 veces mayor que el tamaño del propio mar. Seis países (Bulgaria, Georgia, Rumanía, Rusia, Turquía y Ucrania) tienen costas en el mar Negro y, con otros 16, integran la superficie que desagua al mar. Los ríos llevan gran cantidad de contaminantes a este mar de poca renovación. Transportan nutrientes, agua de alcantarillado sin depurar, y aceites y metales pesados de la industria. Las playas suelen estar cerradas por la falta de seguridad para el baño, ya que en las aguas litorales aparecen mareas rojas y acumulación de patógenos de aguas residuales. Los humedales costeros que solían filtrar la contaminación, como el delta del Danubio, han quedado deteriorados por la agricultura intensiva y la construcción de canales de navegación.

Este mar tiene baja salinidad, ya que el aporte es de agua dulce y el intercambio de agua con el Mediterráneo a través del Bósforo es muy lento. En algunos lugares, tiene más de dos kilómetros de profundidad, pero el oxígeno prácticamente desaparece a los 250 metros. Por debajo de este nivel, que comprende el 90% del agua del mar, se encuentra el mayor volumen conocido de agua anóxica y sin vida de todo el planeta. Este fenómeno es esencialmente natural.

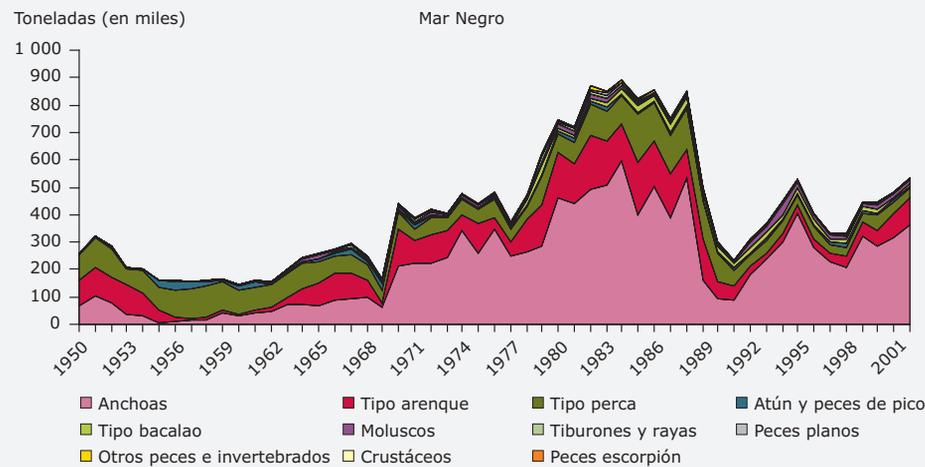
La eutrofización es un problema grave desde la década de los 70. Los fosfatos y los nitratos aportados desde la gran cuenca del Danubio consiguen duplicar aquí los niveles de eutrofización del mar Báltico. La eutrofización ha extendido la zona anóxica hasta alcanzar en la actualidad la parte noroeste de este mar con aguas poco profundas. A su vez, el volumen cada vez mayor de agua anóxica reduce la capacidad del mar para autodepurarse. No obstante la causa de estos niveles de nutrientes es posible que no sea tan sencilla. Las pruebas de un registro sedimentario de 6.000 años demuestran que el volumen actual no ha variado desde entonces, antes de la influencia humana.

La eutrofización junto con la sobrepesca han alterado gravemente el ecosistema. La cantidad de plancton presente en el mar ha aumentado, lo que favorece el desarrollo de los peces consumidores de plancton, al tiempo que se reducen las poblaciones de especies situadas en niveles más altos de la cadena trófica.

Estos cambios han hecho que los ecosistemas se hayan vuelto vulnerables a la invasión de especies alóctonas. En particular, la medusa Mnemiopsis experimentó un crecimiento brusco tras su llegada en las aguas de lastre de los barcos a finales de los años 80, alcanzando un 90% de toda la biomasa del mar y provocando el colapso en las poblaciones de anchoa y estornino, las pesquerías de ostras locales e incluso las medusas autóctonas. Su propagación ha sido frenada por la introducción artificial de una medusa competidora; durante los cinco últimos años, se ha producido una moderada recuperación de la población de anchoa, pero no tanto de la de estornino (figura 6.7).

La zona más productiva de este mar es actualmente el mar de Azov, cuyas aguas son poco profundas. Sin embargo, también este mar ha sufrido una disminución del aporte de agua dulce, debido a las captaciones para el regadío que se han llevado a cabo en el Dniéper. La crisis de la pesca en este mar ha acarreado importantes consecuencias socioeconómicas, minando muchas economías litorales. El pescado también se ha encarecido, con implicaciones para la nutrición en áreas ya empobrecidas tras el colapso del sistema soviético. Además, la contaminación extensiva de las playas está perjudicando la expansión del turismo.

**Figura 6.7 Desembarques de las principales especies comerciales en el mar Negro**



**Fuente de los datos:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): [www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org) — último acceso 12/10/2005.

y centros comerciales e industriales, y las fértiles llanuras costeras han sido utilizadas para la agricultura y la construcción de edificios e infraestructuras de transporte.

Muchas capitales europeas están en la costa o en sus proximidades, incluyendo Amsterdam, Atenas, Copenhague, Dublín, Estocolmo, Helsinki, Lisboa, Londres, Oslo, Riga, Roma, Tallin y La Valeta. En total, hay 280 ciudades costeras con más de 50.000 habitantes. En Bélgica, España y Portugal, la densidad de población en una franja costera de 10 kilómetros supera en más del 50% la de tierra adentro. En la actualidad, unos 70 millones de ciudadanos de los 455 millones de la Unión Europea ampliada, es decir, un 16% de la población, vive en municipios costeros, aunque la franja costera litoral representa sólo un 11% de la superficie total de la UE.

En los últimos decenios, las costas se han convertido en un imán atrayente de industrias turísticas y segundas residencias alrededor de centros turísticos costeros de rápido crecimiento en la Riviera francesa e italiana, Grecia, el sur de España y otros lugares. Los océanos, las playas, los bellos paisajes litorales y el aire puro del

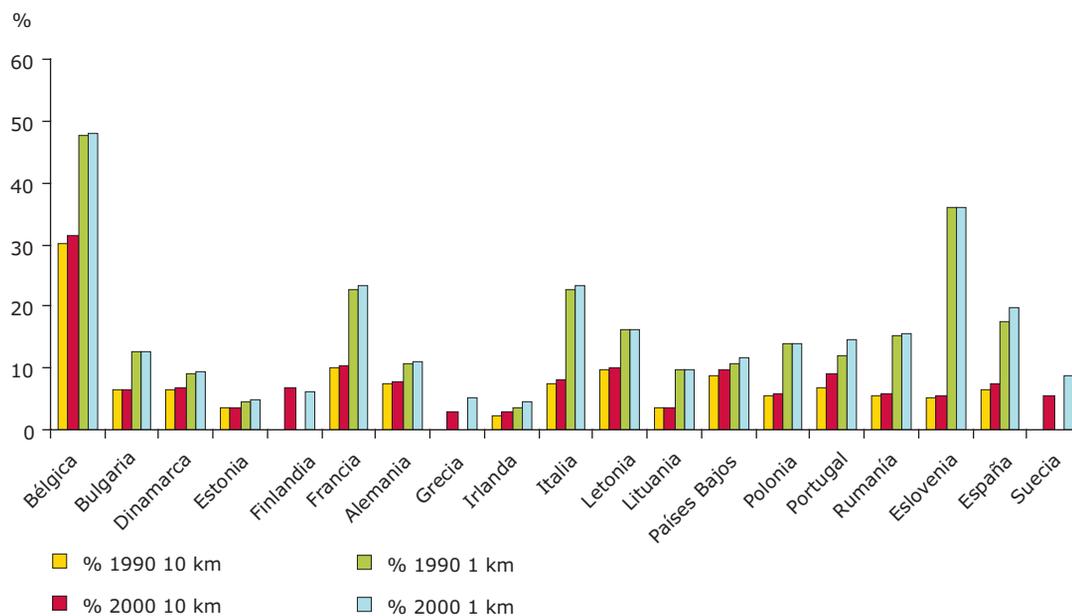
mar se han convertido en activos ambientales de primer orden. En consecuencia, más del 90% de la población vive en la costa de regiones como la Bretaña francesa.

En la actualidad, la franja costera de muchos países europeos es el área con mayor crecimiento, en términos de desarrollo social y económico. La costa mediterránea de España, junto con Irlanda, registra el mayor crecimiento demográfico de Europa, con incrementos de hasta un 50% durante el último decenio. En España hay 1,7 millones de viviendas —la mayor parte situadas a lo largo de la franja costera— que sirven de segunda residencia a los habitantes de las ciudades españolas o que son utilizadas por ciudadanos extranjeros para sus vacaciones. Otros países de población más estática registran migraciones considerables a lo largo de las áreas costeras menos pobladas, como en el sur de Inglaterra, la costa atlántica de Francia y el litoral de Dinamarca, Suecia y Noruega.

Estos movimientos de población van acompañados por el desarrollo de las infraestructuras en una franja costera de 10 kilómetros en el litoral de Europa (figura 6.8). El litoral mediterráneo, en particular, es actualmente una de las regiones más pobladas de la

**Figura 6.8** Porcentaje de litoral artificial en longitud, según NUTS3

Porcentaje construido en 10 km y 1 km en el área de amortiguación litoral, según NUTS3 (CLC90 y CLC2000)



Fuente: Corine Land Cover 1990 y 2000; AEMA, 2005.

Tierra, con más de 13 millones de habitantes de la UE residentes cerca de la costa. La población permanente supera las 1.000 personas por kilómetro cuadrado en la Riviera francesa e italiana.

Las estimaciones cifran en 22.000 kilómetros cuadrados la superficie costera cubierta de hormigón o de asfalto, lo que supone el aumento de un 10% desde 1990, causando la fragmentación de los hábitat y agravando el riesgo de inundación debido al sellado o impermeabilización del suelo.

No obstante, la evolución es muy irregular. Los estudios sobre usos del suelo demuestran que la mayor concentración de superficies artificiales en la franja costera está dentro del primer 1 kilómetro. En algunos lugares de Francia, Italia y España, como Andalucía, más de la mitad de esta franja costera inmediata está construida. Dos tercios del reciente incremento de esta superficie artificial en el litoral se ha registrado en tan sólo cuatro países: España, Francia, Italia y Portugal; y la mayor parte el resto en otros dos: Grecia e Irlanda.

En consecuencia, los matorrales y herbazales naturales de España, Grecia y Portugal tienden a desaparecer, y los bosques costeros mediterráneos están bajo riesgo creciente de incendio de origen en los suelos urbanos adyacentes. Muchos humedales, incluyendo marismas, albuferas y estuarios, han sido sometidos a drenaje artificial para ser desecados y generar suelo apto para el desarrollo.

Tradicionalmente muchas áreas litorales e intermareales se han considerado como residuales y de poco valor. Su contribución ambiental como criadero de peces, crustáceos y aves, salinas, territorio de caza, filtro de contaminación, amortiguador de la erosión costera, el oleaje de los vendavales y la intrusión marina de agua salada, absorbente de nutrientes y contaminantes originados en tierra y otros muchos, ha sido ignorada en la planificación y la regulación normativa. Recuperar estas funciones naturales supone una carga imposible de soportar por las futuras generaciones de ciudadanos europeos.

Se estima que dos terceras partes de los humedales costeros de Europa han desaparecido en el último siglo, y las pérdidas continúan. Durante los años 90 las pérdidas netas de humedales costeros en Europa

han sido de unos 390 kilómetros cuadrados. Algunos ejemplos son las turberas de Irlanda y parte de los 200 kilómetros de lagunas y marismas del litoral del Languedoc-Rosellón, en el sur de Francia.

Otra presión crítica que genera la acumulación de actividades socioeconómicas en las zonas litorales es la proliferación de frentes de construcción, el uso intensivo de las playas naturales para el ocio y el turismo y la extracción cerca de la costa de arena y grava destinadas a la construcción, lo que a su vez acelera la erosión del litoral europeo, que es una consecuencia visible del agotamiento inexorable y silencioso del medio ambiente costero.

Todos los Estados costeros de Europa están afectados en alguna medida por la erosión del litoral (mapa 6.2, Tabla 6.2). En 2004, unos 20.000 kilómetros de costa, que representan el 20% del total, sufrieron serios impactos. La mayor parte de las zonas afectadas, aproximadamente 15.100 kilómetros, están en retroceso activo, aunque existen obras de protección del litoral en unos 2.900 kilómetros, además de otros 4.700 kilómetros estabilizados de manera artificial. La superficie que se pierde o se ve afectada gravemente por la erosión se cifra en unos 15 kilómetros cuadrados al año. Entre 1999 y 2002, unas 250 a 300 viviendas tuvieron que ser abandonadas en Europa a causa del riesgo inminente de erosión costera, y otras 3.000 casas vieron reducido su valor de mercado al menos en un 10%. No obstante, estas pérdidas son insignificantes en comparación con el riesgo de inundación costera debido a la pérdida de áreas intermareales y el socavamiento de dunas litorales y defensas marinas. Este problema puede afectar a varios miles de kilómetros cuadrados y a millones de personas.

Más allá de la línea de mareas, la flora marina de Europa ha sido afectada por la destrucción física y la contaminación. Las praderas marinas son criaderos vitales para el pescado y el marisco, y desempeñan además otras funciones ecológicas importantes, como la regulación de la calidad del agua y la protección del litoral frente a la erosión. La contaminación comprende un efecto químico de eutrofización y un efecto físico de disminución de la penetración de la luz en las aguas de superficie. Además, las especies alóctonas también pueden causar problemas en estos hábitat: un ejemplo

es la llegada al Mediterráneo del alga *Caulerpa taxifolia*, que se ha propagado por todo el litoral, afectando a la flora de los lechos marinos desde su descubrimiento en Mónaco en la década de los 80.

a su inmensa capacidad térmica, los océanos actúan de hecho como un «termostato» para el planeta, transmitiendo calor entre el ecuador y los polos; más del 80% del calor que llega del sol a la superficie de la Tierra acaba en los océanos.

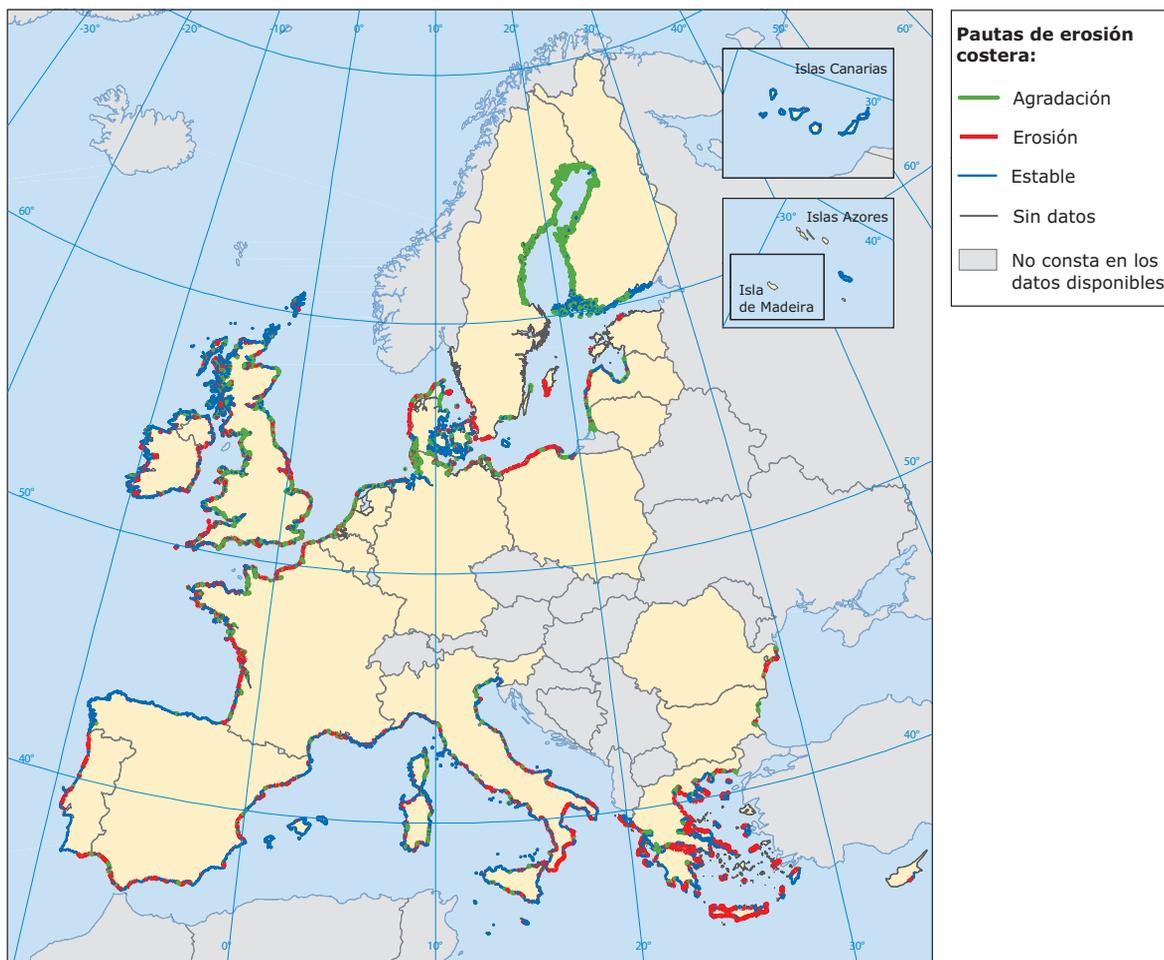
### 6.4 Fuerzas motrices y presiones que afectan a las áreas marinas y litorales

#### Fuerzas motrices y presiones globales

Los océanos que rodean Europa desempeñan un papel fundamental en el control de su clima. Gracias

La actividad química y biológica en las aguas de superficie de los océanos desempeña un papel importante en el control de la composición a largo plazo de la atmósfera terrestre, y ayuda a determinar la respuesta de la Tierra al aumento del nivel de los gases de efecto invernadero al actuar como el mayor sumidero a largo plazo de dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>).

**Mapa 6.2 Pautas de erosión costera en Europa**



Fuente: EuroSION, 2004.

Se calcula que el intercambio gaseoso en la superficie del mar, junto con la actividad biológica en las aguas poco profundas, es responsable de un 85% de la absorción de carbono atmosférico, mientras el resto corresponde a las plantas terrestres y el suelo. En última instancia, este CO<sub>2</sub> atmosférico es capturado por los sedimentos del océano profundo, aunque este proceso es lento. Deberán transcurrir más de 1.000 años para que los sedimentos de los lechos marinos absorban el CO<sub>2</sub> del nivel excesivo actualmente presente en la atmósfera.

Los océanos son indicadores del cambio climático y los cambios provocados por el hombre en la composición de la atmósfera. Los efectos del cambio climático en el ecosistema marino de Europa son ya evidentes: modificaciones en la distribución geográfica de las especies, extinción de especies a nivel local y mundial, alteración de procesos globales críticos y degradación de importantes flujos de bienes y servicios generados por los ecosistemas más vulnerables.

Las aguas superficiales de los océanos son hoy un 30% más ácidas que antes de comenzar el consumo de combustibles fósiles con aumento de CO<sub>2</sub>, a causa del calentamiento de las aguas litorales, la mayor cantidad de agua dulce que reciben procedente de la fusión de glaciares y las placas de hielo y el aumento de la precipitación registrada en las latitudes altas. El aumento de la temperatura del aire en las latitudes altas está reduciendo de forma significativa la cubierta de hielo en el mar de Barents y en el océano Ártico.

El aumento de la acidez de las aguas marinas altera progresivamente el equilibrio químico de los océanos y puede llegar a eliminar algunas formas de vida marina. Los organismos más perjudicados son los provistos de concha dura y esqueleto, como moluscos, corales y cocolitos planctónicos. Incluso en los escenarios futuros de menor emisión de carbono, el coral de agua fría de Europa podría desaparecer en el año 2050.

**Tabla 6.2 Alcance de la erosión costera por países**

	Longitud total del litoral (en km)	Litoral sometido a erosión en 2001 (en km)	Litoral protegido artificialmente en 2001 (en km)	Litoral erosionado pese a la protección en 2001 (en km)	Longitud total de litoral afectada por la erosión costera (en km)
Alemania	3.524	452	772	147	1.077
Bélgica	98	25	46	18	53
Chipre	66	25	0	0	25
Dinamarca	4.605	607	201	92	716
Eslovenia	46	14	38	14	38
España	6.584	757	214	147	824
Estonia	2.548	51	9	0	60
Finlandia	14.018	5	7	0	12
Francia	8.245	2.055	1.360	612	2.803
Grecia	13.780	3.945	579	156	4.368
Irlanda	4.578	912	349	273	988
Italia	7.468	1.704	1.083	438	2.349
Letonia	534	175	30	4	201
Lituania	263	64	0	0	64
Malta	173	7	0	0	7
Países Bajos	1.276	134	146	50	230
Polonia	634	349	138	134	353
Portugal	1.187	338	72	61	349
Reino Unido	17.381	3.009	2.373	677	4.705
Suecia	13.567	327	85	80	332
Otros (Bulgaria, Rumanía)	350	156	44	22	178

**Fuente:** Eurosion, 2004 (véase [www.eurosion.org](http://www.eurosion.org) — último acceso 17/10/2005).

En las aguas europeas hay pruebas claras del aumento sistemático de la temperatura de la superficie marina, junto a fluctuaciones periódicas relacionadas con los principales ciclos climáticos naturales, por ejemplo la oscilación del Atlántico Norte. El aumento neto de temperatura en las aguas marinas de superficie disminuye la capacidad del océano para disolver el CO<sub>2</sub> y actuar como sumidero de su exceso en la atmósfera.

El calor conlleva la expansión que, unida al aporte de agua dulce proveniente de la fusión de los glaciares y los mantos de hielo, hace que el nivel del mar ascienda en las costas europeas, aumentando la incidencia de las inundaciones en algunas de las grandes capitales y centros culturales. Durante los últimos 100 años, el nivel del mar ha aumentado unos 0,8 milímetros anuales en los estrechos occidentales de la Bretaña francesa y en Cornualles en el Reino Unido y 3 milímetros en la costa atlántica de Noruega. Este amplio rango de valores se debe sencillamente a diferencias causadas por las masas de tierra.

El aumento de la temperatura oceánica afecta también a la composición, distribución y abundancia de la vida marina, especialmente en mares cerrados y poco profundos como el mar del Norte. Los estudios de control continuo de plancton de la Fundación Sir Alistair Hardy demuestran que las comunidades de fitoplancton, los organismos más capacitados para absorber CO<sub>2</sub> y nutrientes de las aguas marinas, cambian de lugar en respuesta a la variación térmica. Los cambios observados son mayores en áreas cerradas como el mar del Norte, donde las especies meridionales, incluidos los peces subtropicales, se han desplazado en los últimos decenios unos 1.000 kilómetros hacia el norte. Especies de zooplancton de aguas cálidas como el *Calanus helgolandicus* duplican en abundancia a especies de aguas frías como el *Calanus finmarchicus*. Se cree que el calentamiento también inhibe la recuperación de especies afectadas por la sobrepesca como el bacalao atlántico. También existen muchas evidencias del aumento de la incidencia de una concentración extrema de determinadas especies de fitoplancton — al margen de la habitual proliferación de algas — en las aguas litorales europeas. Estos episodios extremos, que pueden contaminar las reservas de alimento, han sido observados en regiones donde anteriormente eran desconocidos, como el mar de Barents.

Se espera que el océano Ártico y sus regiones circundantes sean las que más se calienten como consecuencia del incremento en la atmósfera de los gases de efecto invernadero, con un previsión de aumento en más del doble de la media de aumento global. La extensión de hielo marino en el Ártico se reduce cada década a razón de un 3% en el hielo plurianual y un 8% en el anual, por lo que el Ártico podría quedarse sin hielo en verano hacia finales de este siglo.

Los efectos de la disminución de la cubierta helada del Ártico sobre los ecosistemas marinos europeos son muchos y ya se pueden observar: los principales incluyen la alteración de la circulación termohalina en el Ártico y el Atlántico, el aumento de la temperatura del agua y la dispersión de luz solar que afectan a la productividad primaria y las reservas pesqueras potenciales, sobre todo en áreas como la del mar de Barents, la reducción del hábitat de muchas especies que dependen del hielo, como el oso polar, las focas y algunas aves marinas, y el efecto sobre la distribución de las especies marinas intermareales a lo largo del litoral circumpolar.

### **Pesca y acuicultura**

Los datos de la Comisión Europea demuestran que la UE es la tercera potencia pesquera mundial y el primer mercado de productos elaborados del sector pesquero y acuícola. En 2003, la producción pesquera de la UE25 fue de 5,9 millones de toneladas de peso vivo, lo que representa una décima parte de las capturas mundiales, y la de la acuicultura de 1,4 millones de toneladas. En 2004, el tamaño de la flota europea era de unos 100.000 pesqueros, con un tonelaje bruto de 1,8 millones.

Europa, mediante su Política Pesquera Común, ha tratado de recuperar algunas poblaciones de peces, en particular el bacalao, reduciendo el número total de barcos. Sin embargo, el alto nivel de empleo en la pesca — el total en sólo cinco naciones europeas, España, Francia, Grecia, Italia y Portugal, supone unas 190.000 unidades equivalentes de jornada completa — hace que a menudo surjan conflictos entre la necesidad de preservar la forma de vida de las comunidades pesqueras y las recomendaciones de los organismos científicos asesores.

Los sucesivos esfuerzos para controlar las flotas han tenido un éxito limitado en la reducción de las capturas de bacalao y otras especies amenazadas, así como las de especies accesorias. En 2003, el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM) detectó un 61% de poblaciones de peces demersales de Europa fuera de los límites biológicos de seguridad, junto a un 22% de especies pelágicas, un 31% de especies bentónicas y un 41% de las especies industriales. La situación actual no ha cambiado mucho, porque, aunque hay menos barcos, muchos de ellos son más potentes y sus prácticas pesqueras son más eficientes.

Desde hace muchos años, se tiene la idea de que la pesca proporciona menos renta que otros sectores y profesiones. Entre las razones se incluye la localización geográfica periférica de muchas empresas pesqueras y la fluctuación del tamaño de los desembarques. Sin embargo, la pesca bien gestionada resulta rentable, incluso en el caso de derechos de propiedad definidos en términos de cuota de captura de una especie (por ejemplo, las cuotas individuales transferibles en Islandia y los Países Bajos) o en caso de asignación de áreas de acceso limitado.

No todas las empresas pesqueras son igualmente eficientes, aunque los pequeños beneficios de los empleos alternativos existentes en muchas áreas pesqueras, y las escasas inversiones que generalmente reciben las economías periféricas, justifican la existencia de muchas empresas pesqueras marginales o no rentables, que no existirían si la situación fuera distinta.

El hecho de que el valor de toda la cadena de producción —desde la pesca y la acuicultura hasta el mercado, pasando por la transformación— se cifre en el 0,28% del Producto Interior Bruto de la UE y que la de aportación al Producto Interior Bruto de los Estados miembros sea sin duda menos del 1%, no refleja su importante papel como sector de empleo en zonas donde existen pocas alternativas. El número de pescadores ha venido disminuyendo en los últimos años, habiéndose perdido en el sector pesquero unos 66.000 puestos de trabajo, lo que supone una reducción del 22%. También se ha perdido el 14% del empleo en el sector de transformación. En algunas áreas, estas tendencias amenazan la supervivencia de pequeñas poblaciones litorales sin alternativas convenientes de empleo.

El desarrollo de la acuicultura en poblaciones litorales aisladas ha tenido un efecto positivo en el empleo. En la costa oeste de Escocia, por ejemplo, la acuicultura constituye una importante fuente de empleo para una población local con muy escasas alternativas. La investigación Access de la UE ha revelado que la principal razón por la que se empieza a trabajar en las piscifactorías es la falta de empleos alternativos en las áreas locales: casi un 60% de los piscicultores apuntan la falta de otras oportunidades laborales. Esta razón es también la causa de permanencia de los trabajadores en el sector de la acuicultura, pese a que los sueldos son relativamente bajos.

El desembarque de pescado y marisco capturado en aguas europeas ha disminuido debido a la sobrepesca de muchas especies y a la imposición de controles rigurosos en las áreas sobreexplotadas, especialmente en las áreas pesqueras del mar del Norte y el Atlántico, donde las poblaciones de bacalao, pescadilla y merluza están en peligro. La presión sobre las especies comerciales o las especies con stock objeto de control varía de manera considerable según las regiones, en gran medida porque el régimen de capturas es diferente en cada país. En Dinamarca, por ejemplo, una parte importante del desembarque es de especies «industriales» como la anguila y otras especies para fabricación de aceite y harina de pescado; en España, el desembarque se destina principalmente al consumo humano, incluyendo el pescado de gran valor destinado a los restaurantes.

La reformulación de la política pesquera común y la creación de una Agencia Europea de Control de la Pesca tienen por objeto recuperar las poblaciones de peces marinos mediante mejores controles, mayores exigencias de cumplimiento, la gestión local y las medidas voluntarias de conservación.

Entretanto, el desequilibrio entre la demanda nacional más la exterior y la oferta nacional se corrige sobre todo con las importaciones. El perfeccionamiento de la tecnología de almacenamiento y transporte a baja temperatura ha creado nuevos mercados internacionales y ha aumentado el comercio de productos de la pesca, con varios niveles de valor añadido. Estos procesos también tienden a reducir la fluctuación de los precios causados por los cambios de la oferta nacional.

Los principales importadores según el valor son: Noruega, con el 21% del total de la UE15, Dinamarca 16%, España 10% y los Países Bajos y el Reino Unido con un 8% cada uno. Las cifras se expresan en valor y no en cantidad, porque el grado de transformación varía mucho desde que el pescado se desembarca hasta que del producto final es vendido por los minoristas. Los principales exportadores según el valor son: España con el 16%, Francia 14%, Italia 12%, Reino Unido 10% y Dinamarca 8%.

Por supuesto que una de las principales fuerzas motrices de la pesca es el consumo humano. La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que el consumo de pescado en Europa es en la actualidad un 15% mayor que a mediados de los años 60. El consumo *per cápita* de la UE15 ha permanecido constante en unos 23,7 kg anuales, aunque existen grandes diferencias de consumo *per cápita* de un país a otro, lo que es reflejo de la demanda y las diversas tradiciones culinarias en Europa. En total, el consumo se corresponde estrechamente con el tamaño de la población, aunque hay anomalías. En Turquía, el segundo país más poblado, el consumo per cápita fue sólo de 8 kg en 2000, mientras que en Islandia fue de 90 kg y en Portugal de 60 kg.

Los cambios de actitud y preferencia de los consumidores han influido sobremanera en la demanda de pescado. El pescado se considera un producto «sano», que se ha beneficiado de la tendencia a reducir el consumo de carne para llevar un estilo de vida saludable. Además de la calidad y el precio, los consumidores se preocupan cada vez más por la manera de producir los alimentos. Por ejemplo, el pescado de piscifactoría suscita las mismas inquietudes respecto al nivel de antibióticos en los productos y el bienestar animal que cualquier sistema de ganadería intensiva. El impacto ambiental de la piscicultura intensiva también puede provocar una respuesta negativa del consumidor cuando se utilizan aditivos químicos para controlar el crecimiento y las enfermedades.

La demanda creciente de pescado para el consumo en Europa conlleva el aumento constante de las importaciones, que han aumentado desde 6,8 millones de toneladas en 1990 hasta 9,4 millones en 2003.

Sin embargo, las capturas mundiales de pescado han venido disminuyendo desde hace varios años: la reducción de las poblaciones ha sido contrarrestada por el aumento de las inversiones en el sector. A largo plazo se desvanece la perspectiva de compensar la pérdida de poblaciones europeas con poblaciones procedentes de otros mares.

Si las poblaciones europeas de peces marinos disminuyen, la demanda adicional de pescado deberá atenderse con acuicultura marina. Actualmente en el Atlántico y en el Báltico se cultiva salmón, en España rodaballo, en el Mediterráneo lubina y dorada y en el mar Negro y el Caspio esturión. La acuicultura produce unas 8 toneladas anuales de pescado por cada kilómetro de costa en los países de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC). Noruega es el mayor productor, con grandes instalaciones marinas, la mayoría para producir salmón atlántico.

Aunque la acuicultura puede reducir la presión sobre poblaciones de peces naturales de alto valor, también puede aumentarla sobre especies como el capelín y la anguila que sirven para fabricar harina de pescado para alimentar peces de alto valor cultivados en jaulas. La acuicultura marina es una significativa fuente de nutrientes en las aguas costeras —además de desinfectantes como la formalina, antiincrustantes a base de cobre y fármacos contra las plagas de insectos marinos—, por lo que ha de ser cuidadosamente gestionada. El nitrógeno en los vertidos se cifra en unos 40 kilogramos por tonelada de pescado producida. Los ejemplares que se escapan también pueden suponer una amenaza para las poblaciones naturales de peces.

### Turismo

En los últimos años, la mayor fuerza motriz de desarrollo en las áreas costeras europeas ha sido el turismo. Europa es el destino vacacional más importante del mundo, con un 60% de turistas internacionales y el sector continúa creciendo a razón de un 3,8% anual. La mayor actividad se registra en el litoral Mediterráneo, donde Francia, España e Italia reciben 75, 59 y 40 millones de visitantes al año, respectivamente. Estas cifras suponen un incremento entre el 40% y el 60% desde 1990. Francia y España son los dos principales destinos turísticos del mundo.

Tras la saturación de los grandes centros turísticos del Mediterráneo occidental, está aumentando la popularidad de las áreas orientales, incluyendo las islas de Grecia, Chipre y Malta. Esta última recibe más de un millón de turistas al año, el triple de su población permanente.

El turismo es el principal sector de la economía de muchas áreas litorales, donde la construcción de hoteles, apartamentos y otras infraestructuras turísticas es la forma de desarrollo dominante. En las regiones litorales de Francia, el turismo aporta un 43% del empleo y genera más ingresos que la pesca o el transporte marítimo. Este predominio del turismo se refleja en los cambios estacionales de densidad demográfica, con la llegada de turistas y trabajadores del sector cada verano. En las costas mediterráneas de Francia y España, el pico de población alcanza unos 2.300 habitantes por kilómetro cuadrado, más del doble de la población de invierno. Se espera que la población máxima llegue a aumentar un 40% en los próximos 20 años.

La expansión del turismo se extiende más allá del Mediterráneo, por la costa atlántica de Francia y Portugal, la costa meridional del Báltico y algunas áreas litorales del mar Negro. Otras áreas costeras, como las situadas a ambos lados del Canal de la Mancha, siguen siendo populares como destino turístico y sede de conferencias. Se espera que el turismo continúe creciendo, aunque se podría frenar por el aumento de temperatura, las sequías, los incendios y el deseo de los turistas de encontrar lugares menos concurridos y urbanizados.

El turismo supone ya un importante impacto ambiental en muchas áreas litorales. Además de la ocupación de terreno, su demanda de recursos y la necesidad de vertederos de residuos ejercen su presión sobre los recursos hídricos, los hábitat naturales y los sistemas litorales de humedales y dunas. La demanda de agua se duplica durante la temporada turística en Malta, y se multiplica por siete en la isla griega de Patmos. Muchas áreas, incluyendo los centros turísticos de España y Malta, se están quedando sin agua y han optado por invertir en la desalación de agua de mar.

Pese a todo, el turismo puede tener a veces una influencia positiva. Los turistas exigen un nivel estético más alto, lo que obliga a limpiar las playas, proteger la

belleza del paisaje y recuperar el entorno de las áreas urbanas. Además aportan el dinero necesario para invertir en medidas de recuperación ambiental.

### Conservación de la naturaleza

La conservación de la naturaleza es un elemento importante del medio ambiente marino y litoral. A través de la Red europea Natura 2000 se ha realizado una importante labor de protección del hábitat de la flora y la fauna litoral (figura 6.9) y existe un gran debate sobre la eficacia de las reservas marinas como instrumento de ayuda para la recuperación de las pesquerías sobreexplotadas.

Algunos países tienen mucha más superficie designada como espacio de la Red Natura 2000 en las áreas litorales que en el interior, como Polonia, con cuatro veces más, y Alemania, Lituania, Países Bajos, Bélgica, Francia e Irlanda, todos ellos con más del doble. Los hábitat protegidos incluyen lagunas y deltas, bancos de arena y dunas, lodazales intermareales, estuarios, arrecifes, praderas de plantas marinas e islotes, así como pastizales y bosques litorales. Entre los países con menos superficie protegida en el litoral que en el interior se incluyen España, Grecia e Italia.

El proyecto europeo Biomare, que documenta alrededor de Europa los espacios marinos adecuados para la vigilancia y observación a largo plazo, el ecoturismo y la conservación de la naturaleza, ofrece protección a algunas de las áreas más vírgenes de Europa.

### Industria, energía y transporte

Muchas industrias se localizan en la costa, cerca de las instalaciones portuarias, con acceso a vías de transporte para el suministro de materias primas, el transporte marítimo de productos y a veces conectadas con grandes áreas terrestres. Actualmente, casi un quinto de las instalaciones industriales de Europa se encuentra en la franja costera, con un tercio del total agrupado en torno al mar del Norte en Alemania, Dinamarca, Países Bajos y Reino Unido. Estos complejos industriales con frecuencia son construidos en lodazales «ganados» a los estuarios, destruyendo ecosistemas valiosos para las aves y otras especies intermareales.

Las áreas litorales también atraen industrias relacionadas directamente con las actividades marinas,

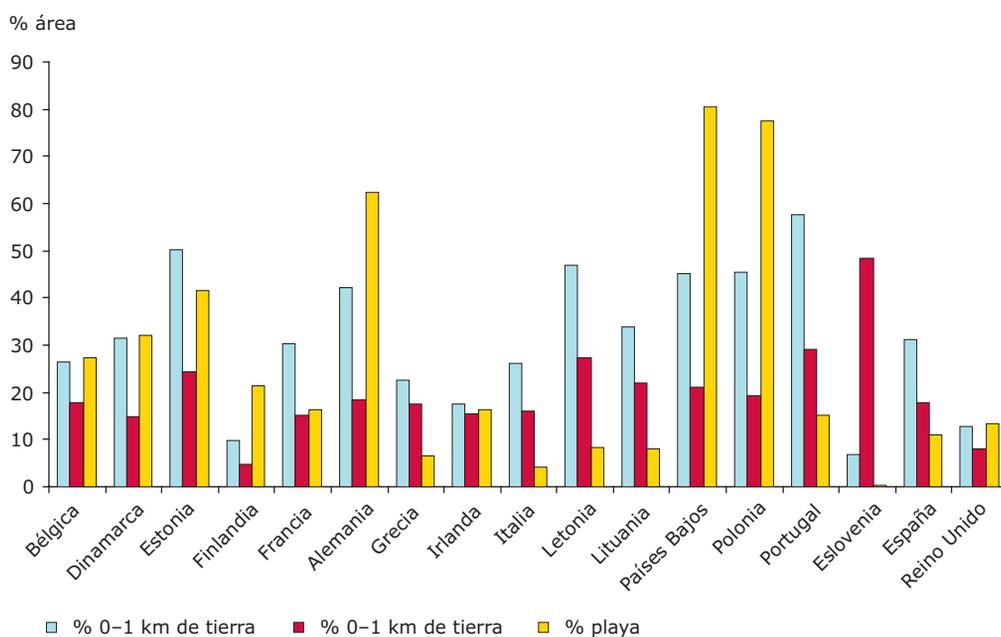
como el dragado de arena y grava, el tendido de cables y la exploración y construcción de plataformas marítimas. Las instalaciones de producción de energía también se concentran en la franja costera, incluyendo refinerías, plantas y oleoductos conectados con instalaciones petrolíferas en el mar del Norte, en el Adriático y otras aguas; grandes instalaciones de combustibles fósiles y centrales nucleares alimentadas de combustible transportado por buques y oleoductos y que aprovechan el agua del mar para su refrigeración; y centrales litorales de producción energética a partir de las olas y el viento.

El conflicto entre el impacto visual de las instalaciones y la demanda de un medio ambiente costero saludable y con alto nivel estético está aumentando. Un buen ejemplo es la demanda de áreas situadas mar adentro para producir energía eólica, sobre todo en el noroeste de Europa, donde los aerogeneradores se benefician de la escasa profundidad del mar.

Aunque el transporte marítimo no suele tenerse en cuenta en las estadísticas nacionales, y en los últimos tiempos ha quedado eclipsado por el crecimiento del transporte aéreo internacional, durante los años 90 el volumen de mercancías transportadas por mar entre destinos europeos aumentó en un tercio, hasta alcanzar 1.270.000 millones de kilómetros-tonelada, una cifra similar a la del transporte por carretera. Los puertos receptores con mayor tráfico se encuentran en Italia, Países Bajos y Reino Unido. El transporte de viajeros también ha aumentado en muchos itinerarios. Actualmente causan preocupación los transbordadores de alta velocidad, diseñados para competir con otras formas de transporte, sobre todo en el mar del Norte. La Agencia Europea de Seguridad Marítima, de reciente creación, tiene como misión resolver este tipo de cuestiones.

Pese al aumento del transporte marítimo de hidrocarburos, la contaminación provocada por los vertidos accidentales a escala mundial se ha

**Figura 6.9** Porcentaje de superficie costera ocupada por áreas designadas en la Red Natura 2000



**Nota:** Se refiere al área de una zona 10 km de parte terrestre y marina, respectivamente.

**Fuente:** AEMA, 2005.

reducido en un 60% desde la década de los 70. La Organización Marítima Internacional (OMI) cifra los vertidos accidentales de hidrocarburos en 7 toneladas de media en todo el mundo, en comparación con las 24,1 toneladas de los años 1970-1979, las 8,8 de 1980-1989 y las 7,3 de 1990-1999. No obstante, todavía se registran en aguas europeas algunos accidentes de buques petroleros que pueden calificarse de graves (es decir, con vertido superior a las 20.000 toneladas). En 2000 hubo un vertido de 250 toneladas en Alemania, y en 2001 tres vertidos con un total de 2.628 toneladas, incluyendo uno de 2.400 toneladas (en Dinamarca).

Aunque la agricultura ejerce una presión significativa sobre la franja costera, este sector es también el que más ha sufrido a causa de la urbanización del litoral y la expansión del turismo. Recientes estudios realizados por la AEMA demuestran que durante los años 90 se perdieron unos 2.000 kilómetros cuadrados de suelo de alto valor agrícola en el litoral europeo. Este proceso ha sido más acentuado en Bélgica, Irlanda, Italia, Países Bajos y Portugal. Las mayores pérdidas han afectado a los pastos, sobre todo en Irlanda y Portugal. No obstante, la agricultura sigue siendo una importante usuaria de recursos naturales (a veces limitados) y fuente de contaminación de muchas áreas litorales. Por ejemplo, el principal consumidor de agua en el litoral mediterráneo, donde este recurso es escaso, es el regadío, una de las razones por las que España tiene el mayor consumo de agua *per cápita* de Europa.

## 6.5 Tendencias en la salud de los ecosistemas

Uno de los problemas principales para avanzar en la gestión y el desarrollo sostenible de los ecosistemas marinos y litorales es que los indicadores, objetivos y evaluaciones de la salud de los ecosistemas marinos son actualmente muy limitados. Así lo ha reconocido el grupo de trabajo de vigilancia y evaluación de los mares europeos (European marine monitoring and assessment, EMMA), creado en el marco de la Estrategia marina de la Comisión Europea. Este grupo de trabajo ha señalado que varios problemas requieren la adopción urgente de un enfoque paneuropeo y de una serie de indicadores básicos y evaluaciones,

teniendo en cuenta la escala de las políticas afectadas (por ejemplo, la Política Pesquera Común y la Directiva Marco del Agua) y el carácter regional y transfronterizo de los problemas planteados (por ejemplo, especies invasoras y contaminantes peligrosos). Estos problemas incluyen: la eutrofización, las sustancias peligrosas y los contaminantes orgánicos persistentes, los problemas generados por el transporte marítimo y los vertidos de hidrocarburos, la sobreexplotación de las pesquerías, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los hábitat, la aparición de especies invasoras, la amenaza del cambio climático y la extensión del desarrollo extensivo en las áreas costeras y litorales.

Incluso sin contar con una serie de indicadores básicos armonizados, sigue siendo posible la detección de los primeros indicios de las tendencias que, por su propia naturaleza, apuntan a posibles cambios en el medio marino que no deben ser ignorados.

### Calidad del agua

Los esfuerzos de Europa por limpiar sus aguas superficiales generalmente han tenido un efecto beneficioso en las aguas litorales. De acuerdo con la Directiva de aguas residuales urbanas, los programas de recuperación de los ríos se han utilizado también para frenar los vertidos en los estuarios. Estos programas junto con los controles previstos por la Directiva de aguas de baño y otros instrumentos legales para proteger las áreas marisqueras, han reducido hasta una décima parte o menos la emisión de patógenos, materia orgánica, nitrógeno y fósforo en las aguas litorales. Las normas obligatorias de la Directiva de aguas de baño se cumplen casi todos los años en más del 95% y los valores orientativos más rigurosos se cumplen satisfactoriamente en más de un 85% (figura 6.10).

La calidad del agua de baño es un ejemplo paradigmático de cómo la normativa ambiental, combinada con una vigilancia eficaz e información pública, ha tenido un efecto beneficioso sobre las economías. El incumplimiento de la Directiva está demostrado que influye en la decisión de los turistas a la hora de elegir destino, mientras que las nominaciones de Bandera Azul han tenido claros beneficios.

Los esfuerzos concertados que se han llevado a cabo desde los años 80 también han reducido los vertidos

de los buques petroleros, refinerías y plataformas marítimas. Durante los años 90, los vertidos de las refinerías europeas descendieron un 70%. No obstante, siguen produciéndose accidentes. El hundimiento del petrolero Prestige al noroeste de España fue un importante desastre de contaminación que afectará a los ecosistemas costeros durante años. Además, hay indicios de que se siguen produciendo numerosos vertidos ilegales de hidrocarburos desde los barcos que navegan por el mar Negro y el Mediterráneo, con el consiguiente perjuicio para las aguas litorales y las playas.

En general, donde más ha mejorado la calidad de las aguas litorales ha sido en el noroeste de Europa y donde menos en el Mediterráneo, en cuyas aguas cálidas los patógenos y los hidrocarburos son destruidos de forma natural y más rápidamente, siendo el riesgo de eutrofización menor que en otras áreas de Europa gravemente afectadas.

El enriquecimiento en nutrientes es un problema de contaminación muy extendido en las aguas litorales, sobre todo en las bahías cerradas y los estuarios. La contaminación por nitrógeno es predominante y tiene varias causas: el agua de escorrentía con fertilizantes de las tierras agrarias, la emisión desde las piscifactorías litorales, la precipitación de contaminantes atmosféricos y el vertido de aguas residuales. La eutrofización provoca alteraciones en las poblaciones marinas,

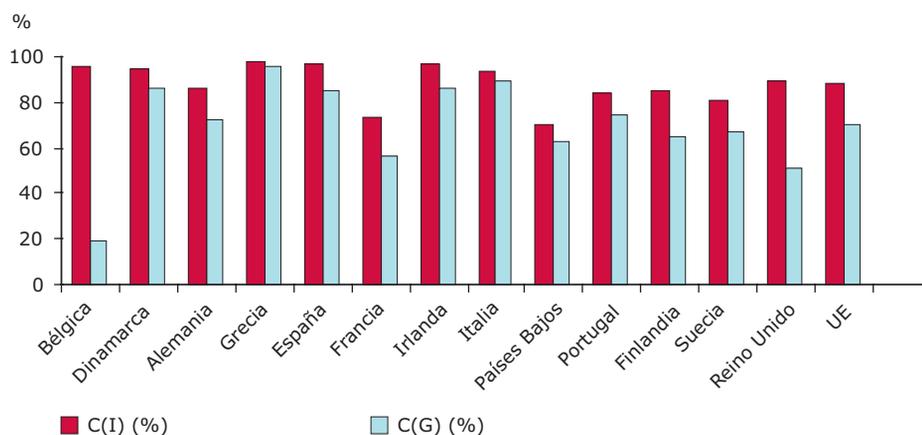
con proliferación de algas verdes y azul-verdes que desplazan a las diatomeas. Una contaminación intensa puede dar lugar a la creación de «áreas muertas», donde las bacterias consumen todo el oxígeno al procesar las ingentes cantidades de algas muertas. Las áreas muertas suelen ser estacionales, pero pueden tener graves efectos sobre las poblaciones de peces.

En el Mediterráneo existen puntos de alarma de eutrofización desde hace tiempo, por ejemplo en el área de Venecia, el mar Adriático y el Golfo de León. Hay otros en el mar Báltico, el mar Negro, el mar de Belt, el Kattegat, los fiordos noruegos y el mar de Wadden en el mar del Norte.

En un contexto más general, la eutrofización de las aguas litorales también reduce la transparencia del agua y provoca una disminución o alteración de la vida en los lechos marinos. Por ello desaparecieron los lechos de algas rojas de amplias áreas del mar Negro y los lechos de plantas marinas del Báltico. La eutrofización puede alterar el equilibrio de las especies, favoreciendo el marisco que prefiere sedimentos ricos en materia orgánica. Los mejillones y las ostras que se alimentan filtrando el agua, ganan terreno a las esponjas y el coral rojo, que prefieren aguas más claras.

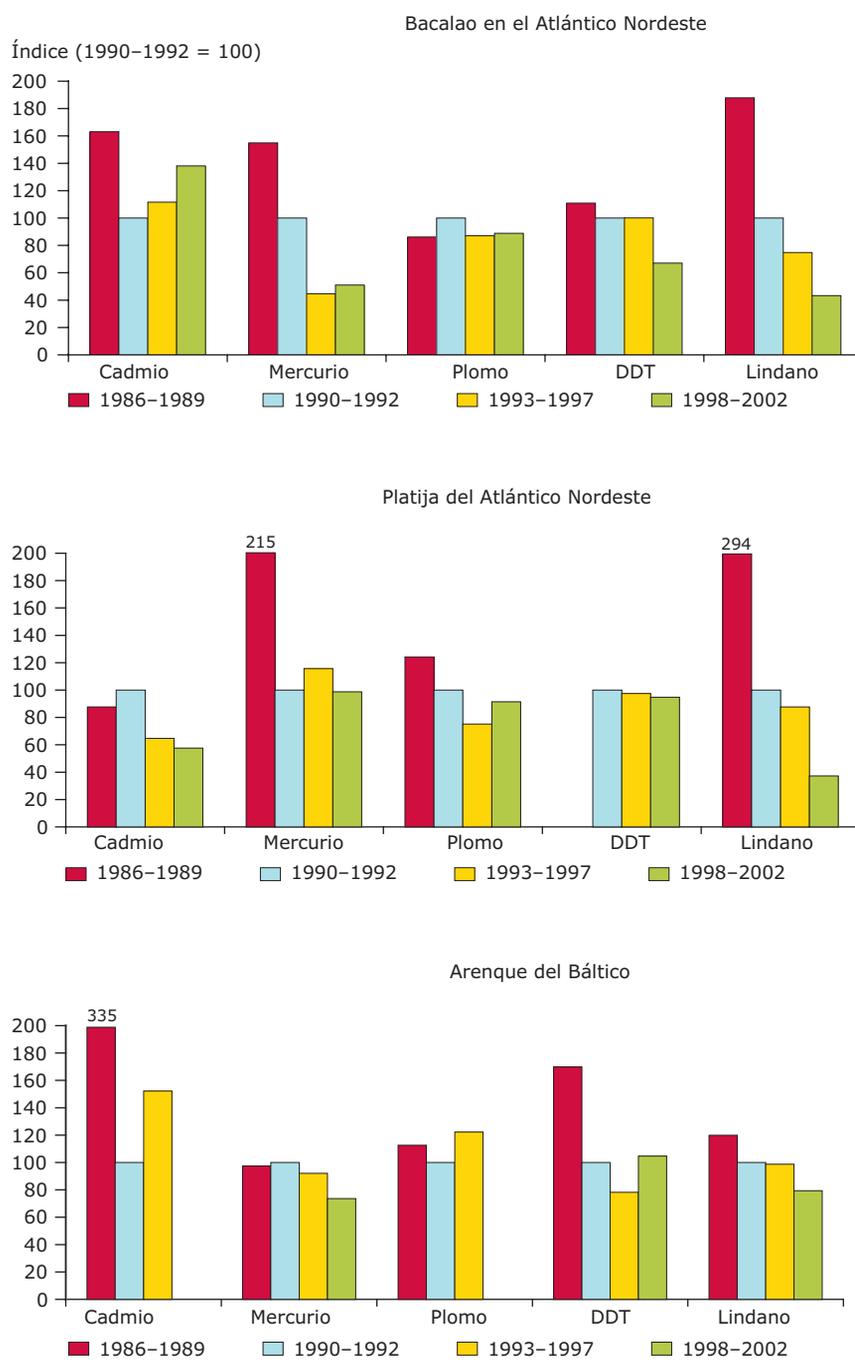
En la mayoría de los casos, los problemas parecen depender de la aplicación de fertilizantes en las tierras.

**Figura 6.10** Porcentaje de puntos de muestreo de las aguas de baño que cumplen con los valores orientativos (C(G)) o con los valores obligatorios (C(I)), 2003



Fuente: Comisión Europea: Base de datos de calidad de las aguas de baño, 2005.

**Figura 6.11 Concentración de sustancias peligrosas en los peces del Atlántico del Nordeste y del Báltico**



Fuente: AEMA, 2003.

Por ello, la disminución del consumo de fertilizantes durante la crisis económica de los años 90, redujo la eutrofización del mar Negro. También se registraron reducciones en el mar Báltico y el mar del Norte, tras ser limitado el vertido directo en el Rin.

El aumento de la contaminación por nutrientes en el Mediterráneo parece ser causa del deterioro de los lechos de plantas marinas que tapizaban el mar, al igual que en el Báltico. Esta pérdida es peor en torno a las áreas urbanas, como Alicante, Marsella y Venecia, que vierten al mar aguas residuales ricas en nutrientes. Muchas especies de peces que utilizan las plantas marinas para la cría también se están reduciendo en número. Esta alteración ecológica ha favorecido la propagación de una hierba exótica agresiva, la *Caulerpa taxifolia*, al parecer tras haber escapado desde los acuarios de Mónaco.

### Contaminación industrial

El transporte marino afecta directamente al medio marino a través de los vertidos ilegales de hidrocarburos y otros residuos; la introducción de especies alóctonas transportadas de una zona marina a otra en las aguas de lastre y en el casco de las embarcaciones; los accidentes que causan el vertido de hidrocarburos y productos químicos peligrosos; los efectos de las pinturas antiadherentes en el medio ambiente; y la alteración de los sedimentos en aguas litorales o poco profundas.

La Organización Marítima Internacional se encarga de estudiar los problemas ambientales relacionados con el transporte marítimo a nivel mundial y diversos convenios marinos se encargan de hacerlo a nivel regional. En el Báltico hay un programa que tiene por objeto reducir al mínimo los efectos ambientales del transporte marítimo y cada año se elaboran mapas con los lugares donde se producen vertidos accidentales de hidrocarburos detectados por vigilancia aérea. En el Ártico se va a realizar una evaluación exhaustiva del transporte marítimo tras la inquietud suscitada por la apertura del mar de Barents. Las cuestiones relativas a la introducción de especies alóctonas vía transporte marítimo también son objeto de análisis anual.

La precipitación atmosférica y el agua de escorrentía introducen metales pesados, plaguicidas e hidrocarburos

en el medio ambiente marino, los cuales se acumulan en el agua del mar y en el cuerpo de los animales marinos, especialmente en el de los situados en la parte superior de la cadena trófica, incluyendo grandes peces, mamíferos marinos y algunas especies de aves. Normalmente, estas sustancias no matan, pero tienen cierto efecto sobre la fertilidad, el crecimiento y la salud. Mares cerrados como el Báltico y el mar Negro son los que más sufren, porque la contaminación no se desplaza fácilmente hacia el océano abierto. Los últimos estudios realizados por la AEMA y el Consejo del Ártico demuestran que el problema se está extendiendo a toda la cadena trófica del Ártico, afectando a las poblaciones animales y finalmente a las humanas.

En la mayoría de los casos, la concentración de estos contaminantes en el tejido de los peces capturados en Europa ha disminuido en los últimos 15 años. El bacalao y la platija del nordeste del Atlántico, por ejemplo, tienen la mitad de mercurio, la cuarta parte de lindano y algo menos cadmio que a finales de los años 80 (figura 6.11). Sin embargo, no es tan clara la tendencia relativa al plomo, el insecticida DDT (diclorodifeniltricloroetano) y los PCB (policlorobifenilos). Algunos contaminantes orgánicos persistentes, aunque prohibidos a menudo en Europa, se siguen utilizando ampliamente en el resto del mundo, llegando a acumularse en los organismos del Ártico como consecuencia del proceso de destilación global. La Comisión de Helsinki (Helcom) ha informado de que la elevada concentración de contaminantes tipo dioxinas en los tejidos de los peces bálticos, ha dado lugar a la restricción de su ingesta.

### Balance de sedimentos marinos

Las superficies terrestres artificiales que proliferan a lo largo de las costas europeas suelen extender la infraestructuras de rompeolas, puertos y otras construcciones a lo largo de la línea de costa. En la actualidad un 10% del litoral de Europa es ya artificial; en Bélgica, los Países Bajos y Eslovenia, esta cifra supera el 50%. Estas estructuras suelen ser necesarias para evitar las inundaciones durante las tormentas y frenar la erosión local. Sin embargo, esta forma de frenar la erosión altera el balance de sedimentos en aguas costeras, que quedan a expensas de los de otras playas y bancos de arena. La prevención de daños en un lugar puede aumentar el daño en otro.

Otras causas de pérdida de sedimentos en las aguas litorales incluyen la construcción de presas aguas arriba, que atrapan sedimentos además de agua, la canalización de ríos, que reduce la erosión de las riberas, y el dragado de arena y grava mar adentro. Por ejemplo, el delta del Ebro, situado en la costa mediterránea de España, está en retroceso porque las presas construidas aguas arriba evitan los aportes de sedimentos que puedan equilibrar las pérdidas por erosión costera.

En conjunto, estas alteraciones del balance de sedimentos han causado una pérdida anual de unos 100 millones de toneladas de material en los sistemas costeros europeos. Lo que, unido a la elevación del nivel del mar, ha dado lugar a que una quinta parte del litoral europeo sufra una erosión significativa, con un promedio de retroceso costero entre 0,5 y 15 metros anuales.

Cualquier elevación adicional del nivel del mar aumentará drásticamente en el futuro el riesgo de pérdida de tierras costeras. La única solución para proteger el litoral consiste en restaurar los ecosistemas naturales. Los modernos métodos de ingeniería costera «blanda» tratan de hacerlo a base de reforzar las áreas de amortiguación natural frente a las mareas, por ejemplo dunas de arena y marismas, y mantener el balance de sedimentos protegiendo fuentes claves relacionadas con la dinámica costera natural, por ejemplo la erosión de acantilados. En algunas áreas del este de Inglaterra la ingeniería de costa deliberadamente sacrifica tierra para obtener un retroceso «controlado» del litoral.

### **Pesca**

La sobrepesca en aguas europeas y en alta mar es un problema de difícil solución. Algunas poblaciones se han recuperado gracias a su alta tasa reproductiva y la reducción de la presión pesquera. El caso más notable es el del arenque en Islandia, Noruega y en general en el mar del Norte. Otras especies tienen menos probabilidad de ser recuperadas. Los tiburones y las rayas son especialmente vulnerables porque su reproducción es lenta. Es improbable que se pueda revertir rápidamente el brusco descenso que han sufrido recientemente en el Atlántico del Nordeste y en el Mediterráneo. Además de ser peces de importancia comercial, estas especies también sufren capturas accidentales, sobre todo en redes de deriva y palangres.

Las capturas accesorias y los desembarques no consignados o incorrectamente registrados constituyen un problema grave que puede distorsionar la tendencia de la pesca. En muchas pesquerías, entre el 20% y el 60% (en algunas incluso el 80% o el 90%) de las capturas son de ejemplares pequeños o de especies no deseadas y sin valor comercial. La tasa media de descarte en el Mar del Norte es de un 22% de los desembarques. Algunas de las tasas de descarte más elevadas corresponden a crustáceos y ciertas gambas. En aguas portuguesas existe un problema con el descarte del «*verdinho*» —la bacaladilla— que en Portugal no tiene valor comercial, pero sí lo tiene en los puertos de España.

### **Estructura del ecosistema marino**

La pesca raramente causa la extinción de las especies, pero fácilmente puede eliminarlas como elementos significativos del ecosistema marino, a veces con implicación en la estructura del ecosistema. Por ejemplo, en los dos últimos decenios, el número de especies capturadas regularmente en redes en el mar Negro ha caído desde 27 a 6.

Los grandes peces que se sitúan en lo alto de la cadena trófica marina suelen ser los más valorados por los consumidores y los primeros en desaparecer. Por este motivo, en el mar Negro las especies superpredadoras más grandes, como el pez espada, el atún y la caballa desaparecieron en primer lugar. En el Atlántico Norte, la biomasa de estos superpredadores se ha reducido a la tercera parte en 50 años.

Cuando desaparecen los grandes peces de la parte alta de la cadena trófica, su lugar en el ecosistema lo ocupan especies más pequeñas que antes eran su alimento, como la anchoa en el mar del Norte y el espadín en el Báltico. Éstas se convierten a su vez en el siguiente objetivo de la pesca, produciéndose lo que se conoce como «pesca bajando por la cadena trófica». Un aspecto de este proceso es que una proporción creciente del pescado capturado se alimenta de plancton en vez de de peces, una tendencia observada ya en el Atlántico, el Mediterráneo y el mar Negro.

El lugar de un pez en la cadena trófica es determinado por su «nivel trófico», asignándose el número más alto a la especie situada en lo alto de la cadena. Los

estudios revelan un descenso constante del nivel trófico medio de los peces desembarcados en aguas europeas (figura 6.12).

Cuando la pesca se desplaza hacia especies del segundo nivel, pueden aparecer otras especies depredadoras, como la medusa. Estos cambios producen efectos en cadena y pueden desestabilizar sistemas marinos completos. A veces, la pesca y otros daños ambientales crean un «espacio» ecológico para nuevas especies invasoras. La llegada de la medusa *Mnemiopsis* al mar Negro es uno de estos casos.

Otros efectos en cadena observados por los científicos en los últimos años incluyen el impacto de la presión pesquera sobre la anguila en el nordeste del Atlántico. La anguila se destina principalmente a un uso industrial. Su desaparición privó a aves marinas, como el frailecillo, de su principal alimento, lo que provoca el declive de

sus poblaciones. En el Ártico, las poblaciones de capelín disminuyeron tras la recuperación del arenque, que se alimenta de sus larvas. La pérdida del capelín condujo a la escasez de alimento para varias especies de ballenas dentadas y aves como el arao común, causando una disminución de un 50% de sus ejemplares.

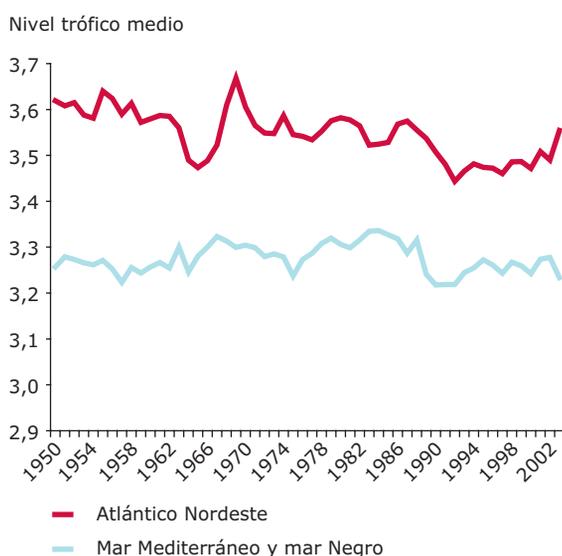
Las capturas accesorias en las pesquerías también constituyen una amenaza importante para la supervivencia de algunas especies al margen de los peces, como las tortugas y la foca monje mediterránea, que habitan las costas europeas y están en peligro de extinción. Quedan menos de 500 focas monje en el Mediterráneo y la pesca con aparejos estáticos y las redes abandonadas ponen en grave peligro su supervivencia. También en el Mediterráneo, más de 50.000 tortugas — entre ellas la tortuga boba, la tortuga verde y la tortuga laúd — quedan atrapadas en redes y palangres cada año, registrándose tasas de mortalidad de hasta un 50% en algunas áreas. El palangre es también una causa importante de muerte de las aves marinas del Mediterráneo, que quedan enganchadas cuando tratan de comerse el cebo de los cientos de líneas que arrastran los buques factoría. La lista de aves afectadas incluye varias especies en peligro de extinción.

También queda atrapada una gran cantidad de pequeños mamíferos marinos, como delfines y marsopas. Entre un 20% y un 50% de los cetáceos embarrancados en las costas de Inglaterra y Gales habían sufrido heridas como consecuencia de la pesca. La FAO señala que la pérdida podría ser todavía mayor en el Mediterráneo, donde la prohibición de la Unión Europea sobre redes de deriva es eludida por los pescadores utilizando aparejos parecidos, como las redes agalleras flotantes.

Las capturas accesorias de delfines en el Mediterráneo occidental superan en la actualidad los 3.000 ejemplares anuales, pero resulta difícil determinar el verdadero alcance de estas capturas y su importancia ecológica debido a la ausencia de información. Lo mismo cabe decir de la llamada «pesca fantasma», que es la mortalidad de peces a causa de aparejos de pesca abandonados.

A medida que las capturas disminuyen en la plataforma continental de Europa, los arrastreros se dirigen hacia aguas profundas del Atlántico y el Mediterráneo occidental. En estas zonas, los problemas de

**Figura 6.12** Descenso del nivel trófico medio de en los desembarques de pescado



**Nota:** El descenso de los niveles tróficos medios acorta la cadena trófica, alimentaria, dejando a los ecosistemas con menos capacidad para hacer frente a los cambios naturales y a los provocados por el ser humano. La sostenibilidad de las pesquerías a largo plazo está, a su vez, directamente relacionada con la forma de vida y el bienestar de los seres humanos.

**Fuente:** Adaptado de Pauly *et al.*, 1998 y actualizado con Fishbase.

sostenibilidad de las especies pueden ser todavía más graves. Los peces de alta mar suelen vivir en ecosistemas frágiles, donde se reproducen y crecen lentamente. Por lo tanto, la recuperación de poblaciones agotadas tarda mucho tiempo, frecuentemente decenios.

Otro problema claramente infravalorado es el de la pesca accidental de aves marinas que se zambullen en el agua en busca de alimento y quedan atrapadas y se ahogan en las redes fijas instaladas en el mar Báltico, en aguas de 25 a 30 metros de profundidad. Helcom considera que esta pérdida de aves marinas es grave y la cifra en varias decenas de miles de ejemplares.

### Biodiversidad y hábitat

El porcentaje de superficie protegida por diferentes medidas de conservación en los espacios marinos, varía notablemente dentro de los ecosistemas marinos de Europa. Los valores más bajos se sitúan en el mar Céltico, el Golfo de Vizcaya y el Mediterráneo y los más altos en el Báltico y el Ártico.

Para determinar lo que esto significa respecto al progreso de Europa en el cumplimiento de su objetivo para el 2010 de frenar la pérdida de biodiversidad, se ha calculado un indicador de conjunto para las tendencias de las poblaciones de especies marinas en un estudio realizado para la AEMA aplicando el mismo criterio que el Índice Planeta Vivo (IPV) del WWF. Este indicador integra tendencias de diferentes grupos de especies y puede totalizarse por hábitat, países y grandes ecosistemas marinos. El análisis usa más de 480 tendencias históricas de poblaciones de peces, mamíferos marinos y reptiles con un total de 112 especies. Los resultados demuestran que, en general, mientras las poblaciones de peces han disminuido, las de aves han mejorado.

La tecnología pesquera puede reducir la biodiversidad no sólo por la alteración de la dinámica trófica, sino también por el daño causado en los hábitat. Un caso grave es causado por la pesca de arrastre en los corales de aguas frías del Atlántico del nordeste y el Ártico. Los corales de aguas frías viven en montículos marinos, a veces a más de 1.000 metros de profundidad. Los mayores arrecifes, como los de las áreas de Rockall Trough, Darwin Mounds y Porcupine Seabight, pueden extenderse por más de 100 kilómetros cuadrados. Estos corales se han visto amenazados desde mediados de los años 80 por

el desplazamiento de las flotas de arrastre hacia aguas más profundas, en el borde de la plataforma continental, donde a menudo capturan poblaciones de peces no controladas, como el reloj anaranjado, el escolano azul y el granadero. Algunos estudios recientes han detectado grandes daños en los corales de aguas frías de Irlanda, Noruega y Escocia. El arrastre mata los pólipos coralinos y rompe la estructura vital de los arrecifes, que se consideran importantes hábitat y viveros de peces.

El gobierno de Noruega fue el primero en proteger los montículos marinos con coral frío, y la UE adoptó su propio régimen de protección para espacios claves en 2003, y una normativa del Consejo en 2004 que protege los arrecifes de coral de alta mar frente a los efectos del arrastre en el área de Escocia. Los Darwin Mounds se convertirán en una zona especial de conservación de acuerdo con la Directiva de hábitat.

## 6.6 Perspectivas futuras

La intensa presión sobre los ecosistemas y hábitat costeros se enfrenta a fuertes respuestas normativas de control de la contaminación, pero la acción es mucho menor en otros aspectos, como el de frenar el desarrollo inadecuado del litoral. Varios estudios demuestran que las deficiencias administrativas suelen estar ligadas a la vulnerabilidad de los ecosistemas y la incapacidad para su control y regulación. La única solución radica en una buena administración y en la armonización e integración de las políticas. Sin ello y sin una organización institucional clara y con objetivos de gestión coherentes, el futuro de los recursos marinos y costeros de Europa es muy dudoso.

A nivel nacional se van adoptando medidas concretas. Por ejemplo, tras reconocer que el desarrollo costero ha reducido el acceso de los ciudadanos al litoral, el gobierno de España anunció a mediados de 2005 un plan para recomprar los edificios que bloquean el acceso a la línea de costa. Sin embargo, las actuaciones nacionales no son suficientes para hacer frente a las potentes fuerzas motrices y las presiones paneuropeas que afectan a los mares y el litoral de Europa.

Una de las principales dificultades para avanzar en la gestión de los ecosistemas marinos y litorales ha sido

la falta generalizada de una planificación estratégica coherente de ámbito paneuropeo y de objetivos políticos, al margen de los existentes en el sector pesquero, para conservar o recuperar el buen estado de los ecosistemas marinos europeos.

El fuerte impacto de las actividades terrestres sobre los mares y las costas y el gran número de instituciones y organizaciones que estudian únicamente aspectos específicos del sistema marino también explican la inexistencia de acuerdo sobre un conjunto de indicadores básicos de uso en la evaluación integrada y general del estado del medio marino europeo.

No obstante, las principales organizaciones e instituciones están ya de acuerdo en la necesidad de un enfoque basado en los ecosistemas para salvaguardar y garantizar la futura sostenibilidad de los medios marinos y litorales de Europa, lo que viene en defensa de una propuesta de estrategia marina europea, apoyada en la actividad del grupo de trabajo de vigilancia y evaluación del ambiente marino europeo (EMMA, European marine monitoring and assessment).

Las fronteras de los ecosistemas, los indicadores y los objetivos para el futuro se definen con arreglo a una serie de criterios, incluyendo el estado de los recursos biológicos, la oceanografía, la integridad de las cuencas adyacentes y los modelos de uso del suelo, la demografía costera, los bienes y servicios, la administración y fronteras políticas, los esquemas de vigilancia y la coherencia con las normas internacionales.

Si se aprueba, la estrategia marina será útil en Europa para preparar una respuesta integrada a las principales fuerzas motrices y las presiones — incluyendo el desarrollo costero, la pesca, la industria, el transporte marítimo y la extracción de áridos, petróleo y gas— que actúan a nivel regional y mundial, y que sin duda son de naturaleza transfronteriza. También será la base natural de la política marítima, que actualmente está siendo preparada por la Comisión Europea. Por tanto, ¿qué problemas deben ser resueltos? La mayor parte de los ecosistemas marinos de Europa son compartidos por más de un Estado. Por consiguiente, es esencial que existan fuertes vínculos y buenas prácticas de gobierno entre Estados e instituciones de carácter formal o informal y que se realicen o influyan en la gestión, control y regulación del medio marino.

En el siglo pasado se crearon muchas instituciones diferentes, que han realizado evaluaciones sectoriales y observaciones para la protección del medio marino y el análisis científico de los distintos recursos marinos. En muchos casos, estas organizaciones han utilizado diferentes clasificaciones territoriales o han desarrollado las suyas propias para recopilar datos y realizar las evaluaciones. Exclusivamente en los mares europeos, estas clasificaciones incluyen zonas económicas exclusivas (ZEE) de los territorios nacionales, áreas pesqueras y regiones ecológicas que son utilizadas por organismos regionales de pesca, como el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM), la Comisión pesquera del Atlántico Nordeste (CPANE) y la Organización para la Conservación del Salmón del Atlántico Norte (OCSAN), los 13 programas de los mares regionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y los grandes ecosistemas marinos del Fondo Mundial para el Medio Ambiente, las áreas cubiertas por la Comisión de Helsinki (Helcom) y por la Convención de Oslo y París (OSPAR), que comprenden otras actividades marinas como el transporte marítimo, la extracción de petróleo, gas y áridos y la contaminación marina.

También se han empleado diferentes modelos de evaluación, desde modelos con máxima producción sostenible y biomasa reproductora en las pesquerías hasta enfoques basados en indicadores y riesgos para la evaluación sectorial y ambiental.

En el ámbito jurídico, el principal tratado que rige la gestión de los recursos marinos en Europa es la Convención de las Naciones Unidas sobre Derechos del Mar (CNUDM), que incorpora la jurisdicción de los Estados costeros en sus ZEE y contempla la gestión general de los ecosistemas en el artículo 92 a través de una obligación general de proteger y preservar el medio marino contra la contaminación de todo tipo de fuentes. La CNUDM también establece la obligación de los Estados interesados de cooperar en la gestión y conservación de los recursos de alta mar.

Tan importante como los instrumentos legalmente vinculantes son el Convenio Marco de Cambio Climático de Naciones Unidas, el Convenio de Diversidad Biológica y el Convenio de Humedales de Importancia Internacional (Ramsar).

Los programas de mares regionales del PNUMA también tienen importancia para Europa, porque la mayoría tiene un marco jurídico para la cooperación que incluye convenios y protocolos adecuados. Por ejemplo, el programa de Mares Regionales del Mediterráneo adoptó un protocolo del Convenio de Barcelona sobre espacios protegidos. Otras disposiciones regionales de la misma naturaleza incluyen las Comisiones OSPAR y Helcom para el Nordeste Atlántico y el Báltico, respectivamente.

El Acuerdo de 1995 de Naciones Unidas sobre conservación y ordenación de poblaciones de peces transzonales y poblaciones de peces altamente migratorios insta expresamente a los Estados a adoptar medidas para las especies pertenecientes al mismo ecosistema o las asociadas con poblaciones objetivo. El Código de Conducta de la FAO sobre Pesca Responsable insta a los Estados a utilizar tecnologías y métodos adecuados para mantener la biodiversidad y conservar la estructura de los ecosistemas, las poblaciones y la calidad de la pesca.

Por encima de ellas hay un amplio rango de organizaciones ministeriales, sectoriales y no gubernamentales, que producen y cotejan la información sobre el medio marino. Algunos ejemplos incluyen la Conferencia Ministerial del mar del Norte, la Fundación Europea de las Ciencias, la Iniciativa Europea Conjunta de Exploraciones Oceánicas, el Programa de Vigilancia y Evaluación del Ártico y la Asociación de Operadores Marítimos del Reino Unido. Muchos de estos organismos realizan también evaluaciones periódicas de determinados aspectos del medio marino.

Los informes de todos estos organismos dejan claro que los ecosistemas marinos de Europa se enfrentan a presiones crecientes de una enorme variedad de actividades terrestres y marinas. Pero a pesar de que en la esfera internacional existen muchas estrategias, recomendaciones, acuerdos vinculantes y orientaciones globales y regionales, están muy poco articulados en el ámbito europeo. En Europa hay varias políticas que afectan al medio ambiente marino, como la política pesquera común, la política de transporte marítimo, la política de productos químicos, la política agrícola común, la política atmosférica y la política hidrológica, pero hasta la fecha ninguna ha sido diseñada con el fin específico de proteger el medio marino. No existe una legislación armonizada sobre protección del medio marino en

los Estados miembros. Falta información, porque los programas de vigilancia y evaluación no están integrados ni son completos, y el vínculo entre las necesidades de investigación y las prioridades siguen siendo débil.

Para que el medio marino y litoral de Europa siga suministrando un beneficio económico real a sus poblaciones, se mantenga saludable y proporcione alimento, recursos y soporte cultural a largo plazo, se necesita un enfoque integrado de la conservación y la ordenación, por ejemplo el de las estrategias marinas y marítimas - un enfoque que reconozca las diferencias y vulnerabilidades regionales, pero que aplique principios comunes y medidas del progreso.

## 6.7 Resumen y conclusiones

Los mares y costas de Europa son un recurso vital del que dependen muchos millones de personas, tanto económica como culturalmente. También prestan una gran variedad de servicios ecológicos que son esenciales para la salud del medio ambiente europeo. Durante las cuatro últimas décadas se ha registrado un importante incremento de las presiones locales y regionales ejercidas sobre el medio marino y litoral por los asentamientos urbanos, el turismo y el desarrollo industrial, con lo que se han minado muchas mejoras previamente conseguidas con medidas de protección y recuperación del medio ambiente.

Existen indicios de cambio estructural en la cadena trófica de los ecosistemas marinos y litorales de Europa, como pérdida de especies clave, aparición de grandes concentraciones de especies planctónicas fundamentales en lugar de otras, y propagación de especies invasoras. Estos cambios son atribuidos al cambio climático y la actividad humana.

Algunos mares se enfrentan a retos comunes e individuales interconectados, lo que resalta el valor de las soluciones integradas. En el **mar Báltico** no cesan los problemas de eutrofización, sobreexplotación de pesquerías e invasión de especies. En el **mar de Barents**, los ecosistemas han sufrido grandes alteraciones a causa de la sobrepesca, la contaminación generada por el transporte marítimo, la actividad militar y la extracción de petróleo. En el **mar del Norte**, los daños causados en

los ecosistemas por diversos vertidos contaminantes amenazan a importantes poblaciones de aves marinas y algunas especies de peces. En el **mar Céltico** y el **Golfo de Vizcaya**, la sobrepesca y la exploración petrolífera han causado daños en los ricos arrecifes de coral de aguas frías. En el **Arco Atlántico Ibérico**, la alteración de la circulación oceánica causada por el cambio climático se espera que afecte a la futura estructura de los ecosistemas. Los retos del **mar Mediterráneo** incluyen la erosión costera, la eutrofización, la captura de especies accesorias y la invasión de especies. Hacia el este, la estructura del ecosistema del **mar Negro** ha sido alterada por la sobrepesca y los daños causados en los humedales costeros.

A lo largo del litoral europeo se sitúan muchas capitales y puertos de importancia internacional. El litoral es también un gran polo de atracción para el turismo. Esto ha hecho que la franja costera sea el área de mayor crecimiento económico y social. El lado negativo es que algunas praderas intermareales de hierbas marinas y muchos humedales, bosques y matorrales costeros han desaparecido a causa del desarrollo urbano y la construcción intensiva de la zona intermareal.

Un aspecto positivo ha sido que el alto nivel de cumplimiento de la Directiva de aguas residuales urbanas y el aumento del control acorde con la Directiva de aguas de baño ha causado la disminución de los vertidos en estuarios y áreas litorales, incluyendo las áreas vitales para el marisco. No obstante, siguen existiendo puntos negros de eutrofización y áreas muertas. El aumento de la contaminación por nutrientes en algunas áreas ha provocado un deterioro importante de hábitat fundamentales, como los lechos de plantas marinas.

De cara al futuro, es evidente que los efectos del calentamiento global y el cambio climático se extenderán, y serán agravados por el desarrollo costero y la construcción en las áreas intermareales. Las pesquerías europeas seguirán teniendo problemas de balance entre la capacidad pesquera y los recursos disponibles, dado el limitado éxito de las reformas de la Política Pesquera Común, incluyendo la reducción del tamaño de la flota, la modernización de los barcos y el despliegue de pesqueros en otras áreas. Por otra parte, la acuicultura tiene efectos positivos sobre la renta,

además de ayudar a la permanencia de la población en las áreas rurales litorales. El desequilibrio entre la demanda de pescado para el consumo y la capacidad de Europa para satisfacerla continuará aumentando y la «huella pesquera» de todo el mundo aumentará a medida que la demanda sea atendida con pescado importado desde fuera de la región.

El mayor aumento de la presión de sobre las áreas litorales e intermareales proviene del desarrollo industrial, el turismo y la urbanización costera. En los próximos decenios, es previsible que se lleven a cabo muchos proyectos industriales intensivos, con el consiguiente desarrollo de la actividad portuaria y el sector energético. Al mismo tiempo, las costas de España, Francia e Italia reciben unos 200 millones de visitantes anuales, y cabe prever que el número de turistas aumente. El turismo tiene un importante efecto sobre el desarrollo del área intermareal, el modelo de drenaje y el movimiento de los sedimentos, por lo que hay que prestar una atención especial a muchos lugares de conservación que deben ser protegidos.

La belleza estética del mar y sus costas es importante para el turismo, por lo que la expansión de la industria a lo largo de la franja costera y en las áreas marinas suele ser causa de numerosos conflictos entre los usuarios. En muchos casos, la necesidad de una planificación coherente es considerada esencial para el futuro desarrollo del medio marino y litoral.

En Europa, hay varias políticas que afectan al medio ambiente marino, pero ninguna ha sido formulada específicamente para proteger la salud de sus ecosistemas. No existe una legislación de protección del medio marino para el conjunto de los Estados miembros. Hay carencia de información, porque los programas de vigilancia y evaluación no están integrados ni son completos y los vínculos entre necesidades y prioridades de investigación siguen siendo débiles. La Estrategia marina de la UE ha adoptado un enfoque basado en los ecosistemas para la gestión y el desarrollo sostenible, lo que permitirá la evaluación de problemas relacionados con la eutrofización, las sustancias peligrosas, los contaminantes orgánicos persistentes, los vertidos del transporte marítimo, los efectos de la pesca, la pérdida de biodiversidad e integridad de los hábitat y el impacto del cambio climático.

Para que el medio marino y litoral de Europa siga dando beneficios económicos reales a sus poblaciones, se mantenga saludable y proporcione alimentos, recursos y soporte cultural a largo plazo, es fundamental adoptar ya un enfoque paneuropeo de la conservación y la ordenación: un enfoque que reconozca las diferencias y vulnerabilidades regionales, pero que aplique principios comunes e indicadores del avance en el cumplimiento de la Agenda de Lisboa y otros objetivos políticos.

## Referencias básicas y complementarias

Indicadores básicos descritos en la Parte B del presente informe que tienen relación con este capítulo: CBI 21, CBI 22, CBI 23, CBI 32, CBI 33 y CBI 34.

### Introducción

Agencia Europea del Medioambiente, 2003. El medio ambiente en Europa. La tercera evaluación. Informe de evaluación ambiental N° 10. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2004 Madrid

Estudios europeos de interacción tierra-océano (ELOISE), 2004. (Véase [www.nilu.no/projects/eloise/](http://www.nilu.no/projects/eloise/) — acceso el 12/10/2005).

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis, Island Press, Washington, DC, 137 págs.

Sea-Search, 2004. The gateway to oceanographic and marine data and information in Europe. (Véase [www.sea-search.net/data-access/welcome.html](http://www.sea-search.net/data-access/welcome.html) — acceso el 12/10/2005).

Sherman, K. y Hoagland, P., 2005. Driving forces affecting resource sustainability in large marine ecosystems, ICES CM 2005/M:07.

### Perspectivas regionales sobre el estado del medio ambiente marino

Agencia Europea del Medioambiente, 2002. Europe's biodiversity — biogeographical regions and seas around Europe, informe en la web (Véase [http://reports.eea.eu.int/report\\_2002\\_0524\\_154909/en](http://reports.eea.eu.int/report_2002_0524_154909/en) — acceso el 12/10/2005).

Agencia Europea del Medioambiente, 2005. Priority issues in the Mediterranean environment, Informe de la AEMA N° 5/2005.

Badalamenti, F., et al., 2000. 'Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas', *Environmental Conservation* 27 (2), págs. 110–125.

Comisión del mar Negro, 2002. State of the environment of the Black Sea: Pressures and trends, 1996–2000, Commission for the Protection of the Black Sea against Pollution, Estambul, 65 págs. (Véase [www.blacksea-commission.org/Downloads/SOE\\_English.pdf](http://www.blacksea-commission.org/Downloads/SOE_English.pdf) — acceso el 12/10/2005).

Censo de Vida Marina. (Véase [www.coml.org](http://www.coml.org) — acceso el 12/10/2005).

Leppäkoski, E., Gollasch, S. y Olenin, S. (eds), 2002. Aquatic invasive species of Europe — distribution, impacts and management, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, Londres.

Meinesz, A. (traducido por D. Simberloff), 1999. Killer algae: The true tale of a biological invasion, University of Chicago Press, Chicago, 376 págs.

Sherman, K. y Hempel, G. (eds) 2002. Large marine ecosystems of the North Atlantic, Elsevier, Amsterdam.

Wulff, F.V., Rahm, L.A. y Larsson, P., 2001. A systems analysis of the Baltic Sea, Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg.

Zaitsev, Yu. P., 1993. 'Impacts of eutrophication on the Black Sea fauna', In: Fisheries and environmental studies in the Black Sea system, GFCM Studies and Reviews 64, págs. 63–85.

### Estado de las áreas litorales e intermareales

Agencia Europea del Medioambiente, 2005. The state of the environment in Europe's coastal areas (título provisional), Informe de evaluación en preparación.

Benoit G. y Comeau A. (eds), 2005. Sustainable future for the Mediterranean: The blue plan's environment and development outlook (en imprenta).

Borum, J., Duarte, C., Krause-Jensen, D. y Greve, T. (eds), 2004. European seagrasses: An introduction to monitoring and management, *Monitoring and Managing European Seagrasses* (proyecto de la UE), 88 págs.

Comisión Europea, 2004. Living with the coastal erosion in Europe — Sediment and space for sustainability, Oficina de publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 40 págs.

CCI, 2005. Indicators on marine environment and coastal pressures: Wetland loss ME-8. (Véase [http://esl.jrc.it/envind/meth\\_sht/ms\\_we042.htm](http://esl.jrc.it/envind/meth_sht/ms_we042.htm) — acceso el 12/10/2005).

DATAR, 2004. Construire ensemble un développement équilibré du littoral, La Documentation Française, París, ISBN 2-11-005716-5, 156 págs.

### **Fuerzas motrices y presiones que afectan a las zonas marinas y litorales**

Acuicultura y sostenibilidad económica y social (Aqcess), 2000. Quinto Proyecto Marco de la UE Contrato N° Q5RS-2000-31151. (Véase [www.abdn.ac.uk/aqcess/](http://www.abdn.ac.uk/aqcess/) — acceso el 12/10/2005).

Biomare, 2003. Implementation and networking of large scale, long term marine biodiversity research in Europe, Contrato de la UE EVR1-CT2000-20002, NIOO-CEME, Yerseke, Países Bajos, Indicadores de biodiversidad marina europea ISBN 90-74638-14-7 y Sitios de biodiversidad marina ISBN 90-74638-15-5.

Bodungen, B. von y Turner, R.K. (eds), 2001. Science and integrated coastal zone management, Dahlem Conference 86, Dahlem University Press.

Butler, J.R.A., 2002. 'Wild salmonids and sea louse infestations on the west coast of Scotland: Sources of infection and implications for the management of marine salmon farms', *Pest Management Science* 58, págs. 595-608.

Comisión Europea, 2000. Regional socio-economic studies on employment and the level of dependence on fishing, Lot. No 23, Estudio de coordinación y consolidación, Documento estratégico del subsector de la pesca, 53 págs.

Comisión Europea, 2002. A strategy for the sustainable development of European aquaculture, Comunicación de la Comisión al Consejo y el Parlamento Europeos, Bruselas, 19.9.2002, 24 págs., COM 2002/511 final.

Comisión Europea, 2002. Comunicación de la Comisión al Consejo y el Parlamento Europeos sobre un plan de acción comunitario para reducir los descartes en la pesca, Bruselas, 26.11.2002, 21 págs., COM(2002)656 final.

Comisión Europea, 2002. Reglamento del Consejo N° 2371 del 20 de diciembre de 2002 sobre la conservación y la explotación sostenible de recursos pesqueros bajo la Política Pesquera Común, Boletín Oficial L358, 31/12/2002, págs. 0059-0080.

Comisión Europea, 2002. Financial instrument for fisheries guidance — Instructions for use, ISBN 92-894-1647-5, 47 págs. (Véase [www.europa.eu.int/comm/fisheries/doc\\_et\\_publ/liste\\_publi/facts/ifop\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/fisheries/doc_et_publ/liste_publi/facts/ifop_en.pdf) — acceso el 12/10/2005).

Davies, I.M., 2000. Waste production by farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Scotland, CIEM CM 2000/0.01.

Delgado, O., Ruiz, J., Perez, M. et al., 1999. 'Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: Seagrass decline after organic loading cessation', *Oceanologica Acta* 22 (1), págs. 109-117.

DG Pesca y Asuntos Marinos, 2001. European distant water fishing fleet: Some principles and some data. (Véase [www.europa.eu.int/comm/fisheries/doc\\_et\\_publ/liste\\_publi/facts/peche\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/fisheries/doc_et_publ/liste_publi/facts/peche_en.pdf) — acceso el 12/10/2005).

DG Pesca y Asuntos Marinos, 2003. Reforming the common fisheries policy. 17 enero 2003. (Véase [www.europa.eu.int/comm/fisheries/reform/index\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/fisheries/reform/index_en.htm) — acceso el 12/10/2005).

DG Pesca y Asuntos Marinos, 2004. Fact sheets on the common fisheries policy (Sección 5.1 sobre política estructural y Sección 5.4 sobre acuicultura), en el sitio web de la UE: (Véase [www.europa.eu.int/comm/fisheries/doc\\_et\\_publ/factsheets/facts\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/fisheries/doc_et_publ/factsheets/facts_en.htm) — acceso el 12/10/2005).

- Edwards, M., Licandro, P., John, A.W.G. y Johns, D.G., 2005. Ecological status report: Results from the CPR survey 2003/2004, Informe técnico SAHFOS N<sup>o</sup> 2 1-6, ISSN 1744-075.
- Ellett, D.J., 1993. The north-east Atlantic: a fan-assisted storage heater? *Weather* 48:118-125.
- Eurostat, 2005. (Véase <http://epp.eurostat.cec.eu> — acceso el 12/10/2005).
- Evaluación del impacto climático en el Ártico (ACIA), 2004. Impacts of a warming Arctic, Informe de evaluación del impacto climático en el Ártico, Cambridge University Press, Reino Unido, 140 págs. (Véase [www.amap.no](http://www.amap.no) — acceso el 12/10/2005).
- Fundación Sir Alister Hardy de Oceanografía. [www.sahfos.org](http://www.sahfos.org).
- Garibaldi, L. y Limongelli, L., 2003. Trends in oceanic captures and clustering of large marine ecosystems, *FAO Fish. Tech. Pap.* 435, ISBN 92-5-104893-2, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 71 págs.
- Grupo intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC), 2001. The third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Estados Unidos.
- Jurado-Molina, J. y Livingston, P., 2002. 'Climate-forcing effects on trophically linked groundfish populations: implications for fisheries management', *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 59: 1941-1951.
- Kaiser, M.J. y de Groot, S.J. (eds), 2000. The effects of fishing on non-target species and habitats: Biological, conservation and socio-economic issues, Blackwell Science, Oxford, Reino Unido.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E. et al., 2000. 'Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas', *ICES Journal of Marine Sciences* 57, págs. 1462-1471.
- Klyashtorin, L.B., 2001. Climate change and long-term fluctuations of commercial catches, Documento técnico de la FAO 410, 86 págs.
- Konsulova, T.Y., Todorova, V. y Consulov, A., 2001. 'Investigations on the effect of ecological method for protection against illegal bottom trawling in the Black Sea. Preliminary results', *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.* 36, p. 287.
- Hansen, B., Østerhus, S., Quadfasel, D. y Turrell, W.R., 2004. Already the day after tomorrow? *Science* 305, págs. 953-954.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1950-. *Fishstat Plus, Total production 1950-2001*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2002. The state of world fisheries and aquaculture, *SOFIA 2002*, ISBN 92-5-104842-8. Departamento de pesca de FAO, 150 págs.
- OSPAR, 2001. Discharges, waste handling and air emissions from offshore oil and gas installations, in 2000 and 2001, ISBN 1 904426 20 4. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).
- OSPAR, 2002. Annual report on discharges, waste handling and air emissions from offshore oil and gas installations in 2002, ISBN 1 904426 47 6. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).
- OSPAR, 2003. Integrated report on the eutrophication status of the OSPAR Maritime Area based upon the first application of the comprehensive procedure, ISBN 1 904426 25 5. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).
- OSPAR, 2003. Liquid discharges from nuclear installations in 2003, ISBN 1 904426 62 X. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).
- OSPAR, 2003. Report on discharges, spills and emissions from offshore oil and gas installations in 2003, ISBN 1 904426 60 3. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).

OSPAR, 2004 Environmental impact of oil and gas activities other than pollution, ISBN 1 904426 44 1. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).

OSPAR, 2005. Inventory of oil and gas offshore installations in the OSPAR Maritime Area, ISBN 1 904426 66 2. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).

Política de transporte marítimo de la UE. (Véase [www.europa.eu.int/comm/transport/maritime/index\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/transport/maritime/index_en.htm) — acceso el 12/10/2005).

Política pesquera de la UE. (Véase [www.europa.eu.int/comm/fisheries/reform/conservation\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/fisheries/reform/conservation_en.htm) — acceso el 12/10/2005).

Registro de Pesquerías de la Comunidad Europea, 2003. Encuesta de censo de flotas pesqueras 2003.

Royal Society, 2005 Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. Documento político 12/05, ISBN 0 85403 6172. (Véase [www.royalsoc.ac.uk](http://www.royalsoc.ac.uk) — acceso el 12/10/2005).

Seibel, B.A. y Fabry, V.J., 2003. 'Marine biotic response to elevated carbon dioxide,' *Advances in Applied Biodiversity Science* 4, págs. 59–67.

Shirayama, Y., Kurihara, H., Thornton, H. et al., 2004. 'Impacts on ocean life in a high CO<sub>2</sub> world', *Simposium SCOR-UNESCO 'The ocean in a high-CO<sub>2</sub> world'*, SCOR-UNESCO París.

Theodossiou, I. y Dickey, H., 2003. Socioanalysis report, Analysis of the labour market conditions in the Aqcess study areas where fisheries and aquaculture co-exist. Informe final para la UE, DG XIV, Contrato Q5RS-2000-31151.

### **Tendencias de la salud de los ecosistemas**

Agencia Europea del Medioambiente, 2004. Arctic environment: European perspectives. Informe de evaluación ambiental N° 38, AEMA, Copenhague.

Blaber, S.J.M., Cyrus, D.P., Albaret, J.-J. et al., 2000. 'Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems', *ICES Journal of Marine Science* 57:590–602.

Bertrand, J.A., Gil de Sola, L., Papaconstantinou, C. et al., 2002. 'The general specifications of the Medits surveys'. En: Abello, P., Bertrand, J., Gil de Sola, L. et al. (eds) *Mediterranean marine demersal resources: The MEDITS international trawl survey (1994–1999)*, Sc. Mar. 66, págs. 9–17.

Caddy, J.F., 2000. 'Marine catchment basin effects versus impacts of fisheries on semi-enclosed seas', *ICES Journal of Marine Science* 57, págs. 628–640.

Caddy, J.F. y Garibaldi, L., 2000. 'Apparent changes in the trophic composition of the world marine harvests: The perspectives from the FAO capture database', *Ocean and Coastal Management* 43 (8–9), págs. 615–655.

Caminas, J.A. y Valeiras, J., 2001. 'Marine turtles, mammals, and sea birds captured incidentally by the Spanish surface longline fisheries in the Mediterranean Sea', *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, 36, p. 248.

CIEM, 2001. Informe del Grupo de Trabajo sobre los Hábitats y la Dinámica de las Poblaciones de Mamíferos Marinos, CIEM CM 2011 / ACE:01, CIEM, Dinamarca.

CIEM, 2003 Environmental status of the European seas, quality status, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad, 75 págs.

CIEM/ACME, 2004. Informe del Comité Asesor del CIEM en Medio Ambientes Marinos. CIEM. (Véase [www.ices.dk/committe/acme/2004/ACME04.pdf](http://www.ices.dk/committe/acme/2004/ACME04.pdf) — acceso el 12/10/2005).

CIEM/WGAGFM, 2003. Informe del Grupo de Trabajo sobre la Aplicación de la Genética en Pesca y Maricultura (Véase [www.ices.dk/reports/MCC/2003/WGAGFM03.pdf](http://www.ices.dk/reports/MCC/2003/WGAGFM03.pdf) — acceso el 12/10/2005).

CIEM/WGEIM, 2003. Informe del Grupo de Trabajo sobre las Interacciones Ambientales de la Maricultura CIEM. (Véase [www.ices.dk/reports/MCC/2003/WGEIM03.pdf](http://www.ices.dk/reports/MCC/2003/WGEIM03.pdf) acceso el 12/10/2005).

CIEM informes de los grupos de trabajo. (Véase [www.ices.dk/iceswork/workinggroups.asp](http://www.ices.dk/iceswork/workinggroups.asp) acceso el 12/10/2005).

- Daskalov, G.M., 2002. 'Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea', *Marine Ecology Progress Series* 225, págs. 53–63.
- De Leiva Moreno, J.I., Agostini, V.N., Caddy, J.F. y Carocci, F., 2000. 'Is the pelagic-demersal ratio from fishery landings a useful proxy for nutrient availability?' A preliminary data exploration for the semi-enclosed seas around Europe, *ICES Journal of Marine Science* 57, págs. 1090–1102.
- Di Natale, A., 1995. 'Driftnet impact on protected species: Observers data from the Italian fleet and proposal for a model to assess the number of cetaceans in the by-catch', *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers* 44, págs. 255–263.
- Dolmer, P., Kristensen, P.S. y Hoffmann, E., 1999. 'Dredging of blue mussels (*Mytilus edulis* L) in a Danish sound: Stock sizes and fishery-effects on mussel population dynamics', *Fish Research* 40: 73–80.
- Dosdat, A., 2001. Environmental impact of aquaculture in the Mediterranean: Nutritional and feeding aspects, Prefacio del seminario de la Red CIHEAM sobre Tecnología de Acuicultura en el Mediterráneo, Zaragoza, 17–21 enero 2000, *Cahiers Options Mediterreannes* 55, págs. 23–36.
- Fiorentini, L., Caddy, J.F. y De Leiva, J.I., 1997. Long and short term trends of Mediterranean fishery resources, *GFCM Studies & Reviews* 69, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 72 págs.
- Fishbase. (Véase [www.fishbase.org/](http://www.fishbase.org/) — acceso el 12/10/2005).
- Gerosa, G. y Casale, P., 1999. Interaction of marine turtles with fisheries in the Mediterranean, Plan de Acción para el Mediterráneo-Actividad Regional del PNUMA del Centro para Áreas Especialmente Protegidas.
- GFCM, 2002. Consejo General de Pesca del Mediterráneo, Informe de la 27ª sesión, Roma, 19–22 noviembre 2002, Informe N° 27, FAO, Roma. 36 págs.
- GFCM/SAC, 2002. Consejo General de Pesca del Mediterráneo, Informe de la 5ª sesión del Comité Asesor Científico, FAO Pesca. Rep. 684, 100 págs.
- GFCM/SCSA, 2002. Consejo General de Pesca del Mediterráneo/Reunión del subcomité. Informe de la cuarta evaluación de población, Barcelona, España, 6–9 mayo, 2002.
- Gill, A.B. 2005. 'Offshore renewable energy: Ecological implications of generating electricity in the coastal zone', *Journal of Applied Ecology* 42:605–615.
- Helcom Environmental focal point information 2004 Dioxins in the Baltic Sea, Comisión de protección del medio ambiente marino báltico de la Comisión de Helsinki, 20 págs. [www.helcom.fi](http://www.helcom.fi).
- Jennings, S. y Kaiser, M.J., 1998. 'The effects of fishing on marine ecosystems', *Advances in Marine Biology* Vol. 34, págs. 201–350.
- Jennings, S., Greenstreet, S.P.R. y Reynolds, J. D., 1999. 'Structural change in an exploited fish community: A consequence of differential fishing effects on species with contrasting life histories', *Journal of Animal Ecology* 68, págs. 617–627.
- Jennings, S., Kaiser, M.J. y Reynolds, J.D., 2001. *Marine fisheries ecology*. Blackwell Scientific Ltd, Oxford, 417 págs.
- Koslow, J.A., Boehlert, G.W., Gordon, J.D.M. et al., 2000. 'Continental slope and deep-sea fisheries: Implications for a fragile ecosystem', *ICES Journal of Marine Science* 57, págs. 548–557.
- Laist, D.W., 1996. 'Marine debris entanglement and ghost fishing: A cryptic and significant type of bycatch?' En: Sinclair, M. y Valdimarsson, G. (eds). *Proceedings of the solving bycatch workshop: Considerations for today and tomorrow*, 25–27 September 1995, Seattle WA. Informe N° 96-03, Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks AK, págs. 33–39.
- Large marine ecosystems of the world, 2003. (Véase [www.edc.uri.edu/lme/default.htm](http://www.edc.uri.edu/lme/default.htm) — acceso el 12/10/2005).

- McGlade, J.M. y Metuzals, K.I., 2000. 'Options for the reduction of by-catches of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the North Sea', In Kaiser, M.J. y de Groot, S.J. (eds) *The effects of trawling on non-target species and habitats: Biological, conservation and socio-economic issues*, Blackwell Science, Oxford, 399 págs.
- Mee, L.D., 1992. *The Black Sea in crisis: A need for concerted international action*, *Ambi* 21(4), págs. 278–286.
- OCDE, 2001. *Environmental outlook to 2020*, OCDE.
- Organización Marítima Internacional, 2005. (Véase [www.imo.org](http://www.imo.org) — acceso el 12/10/2005).
- OSPAR/QSR, 2000. *Quality status report 2000 for the north-east Atlantic*, Comisión Oskar para la protección del medio ambiente marino en el noroeste del Atlántico. (Véase [www.ospar.org](http://www.ospar.org) — acceso el 12/10/2005).
- Pauly, D., Christensen, V., y Walters, C., 2000. 'Ecopath, ecosim, and ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries', *ICES Journal of Marine Science* 57, págs. 697–706.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J. et al., 1998. 'Fishing down marine food webs', *Science* 279, págs. 860–863.
- Pearson, T.H. y Rosenberg, R., 1978. 'Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment', *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16, págs. 229–311.
- Pitta, P., Karakassis, I., Tsapakis, M. y Zivanovic, S., 1999. 'Natural vs. mariculture induced variability in nutrients and plankton in the Eastern Mediterranean', *Hydrobiologia* 391, págs. 181–194.
- Prodanov, K., Mikhailov, K., Daskalov, G. et al., 1997. *Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation*, *FAO Fish. Cir.* 909, 225 págs.
- RAC/SPA, 2003. 'Effects of fishing practices on the Mediterranean Sea: Impact on marine sensitive habitats and species, technical solution and recommendations', En Tudella S. y Sacchi, J. (eds.) *Regional activity centre for specially protected areas*, 155 págs.
- Shiganova, T.A. y Bulgakova, Y.V., 2000. 'Effects of gelatinous plankton on Black Sea and Sea of Azov fish and their food resources', *ICES Journal of Marine Science* 57, págs. 641–648.
- Tasker, M.L., Camphuysen, C.J., Cooper, J. et al., 2000. 'The impacts of fishing on marine birds', *ICES Journal of Marine Science* 57, págs. 531–547.
- Van Dalfsen, J.A., Essink, K., Madsen, H.T. et al., 2000. *Differential response of macrozoobenthos to marine sand extraction in the North Sea and western Mediterranean*, *ICES Journal of Marine Science* 57, págs. 1439–1455.
- Vinther, M., y Larsen, F., 2002. 'Updated estimates of harbour porpoise by-catch in the Danish bottomset gillnet fishery', Documento presentado al Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional, Shimonoseki, May 2002, SC/54/SM31, 10 págs.
- Watling, L. y Norse, E.A., 1998. 'Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison to forest clearcutting', *Conservation Biology* 12(6), p. 1180.

### Perspectivas futuras

Comisión Europea, 2002. *Comunicación de la Comisión sobre la reforma de la Política Pesquera Común*, 32 págs.

Comisión Europea, 2004. *European code of sustainable and responsible fisheries practices*, Oficina de publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 15 págs.

Comisión Europea, Unidad Marítima. (Véase [www.europa.eu.int/comm/fisheries/maritime/](http://www.europa.eu.int/comm/fisheries/maritime/) — acceso el 12/10/2005).

Convenio de Barcelona. (Véase [www.unepmap.org/](http://www.unepmap.org/) — acceso el 12/10/2005).

Froese, R., 2004. 'Keep it simple: three indicators to deal with overfishing', *Fish and Fisheries* 5: 86–91.

- Gislason, H., Sinclair, M., Sainsbury, K. y O'Boyle, R., 2000. 'Symposium overview: Incorporating ecosystem objectives within fisheries management', *ICES Journal of Marine Science* 57 (3) págs. 468–475.
- Grieve, C., 2001. Reviewing the common fisheries policy: EU fisheries management for the 21st century, Instituto para una política europea de medioambiente (IEEP), Londres, ISBN 1 873906 41 2, 42 págs.
- Helcom. (Véase [www.helcom.fi](http://www.helcom.fi) — acceso el 12/10/2005).
- McManus, E., 2005. Biodiversity trends and threats in Europe: The marine component, Informe del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales, Reino Unido.
- OSPAR. (Véase [www.ospar.org/eng/html/welcome.html](http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html) — acceso el 12/10/2005).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2001. Ecosystem-based management of fisheries: Opportunities and challenges for coordination between marine Regional Fishery Bodies and Regional Seas Conventions, Informes y estudios de los mares regionales del PNUMA N° 175, ISBN 92-807-2105-4, 52 págs.
- Pickering, H. (ed.), 2003. The value of exclusion zones as a fisheries management tool: A strategic evaluation and the development of an analytical framework for Europe, Informe del CEMARE, University of Portsmouth, Reino Unido.
- Sainsbury, K. y Sumaila, U.R., 2003. 'Incorporating ecosystem objectives into management of sustainable marine fisheries, including "Best Practice" reference points and use of marine protected areas', págs 343–362. In: Sinclair, M. y Valdimarsson, G. (eds) *Responsible fisheries in the marine ecosystem*, FAO y CABI Publishing.
- Sherman, K., y Duda, A.M., 1999. 'An ecosystem approach to global assessment and management of coastal waters', *Marine Ecology Progress Series* 190, págs. 271–287.
- Tasker, M.L., Camphuysen, C.J., Cooper, J. et al., 2000. 'The impacts of fishing on marine birds', *CIEM Journal Marine Science* 57, págs. 531–547.

## 7 El suelo

### 7.1 Introducción

El suelo es tan esencial para la sociedad humana como el aire y el agua. Es la base de la producción del 90% de nuestro alimento, de la fibra y de los piensos para el ganado. Absorbe y filtra la lluvia que se acumula en las formaciones geológicas de las que depende el suministro de agua de millones de personas. Además, un suelo bien gestionado puede absorber una parte importante del dióxido de carbono liberado a la atmósfera por la actividad humana, con lo que se contribuye a moderar el cambio climático. Sin embargo, un estudio reciente apunta que el ascenso de las temperaturas hace que el suelo libere dióxido de carbono en mayor cantidad de lo que se creía, con lo que se neutralizan las reducciones logradas en las emisiones de otras fuentes.

El suelo —y los servicios ambientales que presta— está en peligro en muchas zonas del continente. La actividad humana está provocando niveles de erosión insostenibles, a menudo agravados por la contaminación química y la degradación biológica. Además, el hormigón y el asfalto utilizados en el desarrollo de las áreas urbanas y en la construcción de infraestructuras están sellando suelos agrarios de buena calidad: de hecho, en algunas regiones, como el litoral mediterráneo, el sellado del suelo puede afectar a grandes áreas de la superficie terrestre total.

Desde la deposición ácida hasta la agricultura, desde las filtraciones de los vertederos hasta la minería, desde la construcción de autopistas hasta la inundación de embalses y desde los regadíos hasta el sobrepastoreo, las amenazas que sufre el suelo son numerosas. Su propia capacidad de recuperación en ocasiones da lugar a que no percibamos los daños hasta que ya están muy avanzados. Las implicaciones para la habitabilidad del continente son muy profundas, ya que, si bien la contaminación atmosférica o hídrica puede dispersarse en cuestión de días, la contaminación y erosión del suelo pueden tardar siglos en corregirse.

Europa ya tiene estrategias para gestionar la calidad del aire y del agua. Sumándose al reconocimiento general de que la degradación del suelo también constituye un problema grave y muy extendido, la Comisión

Europea, dentro de su Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (6PAMA), inició en 2002 el proceso para elaborar una estrategia temática para la protección del suelo. La Estrategia temática del suelo (ETS) señala ocho amenazas: la contaminación, la erosión, la pérdida de materia orgánica, la compactación, la salinización, los corrimientos de tierras, el sellado y la pérdida de biodiversidad del suelo. Las tres primeras se consideran prioritarias. Se crearon cinco grupos de trabajo técnicos, con muy diversas competencias, para examinar los problemas relacionados con la erosión, la materia orgánica, la contaminación, el seguimiento, la investigación y el sellado, así como otras cuestiones transversales.

Subsidiariedad y flexibilidad son palabras clave para la nueva Directiva del suelo, que con toda probabilidad incluirá principios y definiciones comunes. Se proponen diferentes «unidades de trabajo» (o niveles de agregación) para diferentes amenazas. En relación con otras amenazas de carácter más local, como la erosión, la pérdida de materia orgánica, la compactación o los corrimientos de tierras, es probable que la política comunitaria se oriente a las llamadas «áreas de riesgo», que serán identificadas por los Estados miembros de la UE en virtud de criterios comunes. En lo que respecta al sellado y a la contaminación, es probable que la unidad de trabajo se defina a escala nacional y regional. Esto se debe a la necesidad de una mayor subsidiariedad para hacer frente a estas amenazas, dadas sus fuertes vinculaciones con las políticas nacionales y regionales.

La labor de los grupos de trabajo técnicos ha puesto de relieve la escasez de información disponible sobre el alcance y la distribución geográfica de los problemas que afectan al suelo, que se complica por la heterogeneidad intrínseca de los suelos. En este capítulo se refleja esa realidad. Cada vez se entiende mejor el valor que tiene el suelo como sostén de muchas funciones ecológicas de relevancia para la economía y, por lo tanto, para la competitividad de Europa, frente a amenazas como el cambio climático y los episodios meteorológicos extremos. A su vez, esto recalca lo importante que es avanzar todo lo posible en la investigación, el seguimiento y análisis del suelo, a fin de contar con bases más sólidas para la acción política.

## 7.2 La erosión

La erosión de la capa superior del suelo es uno de los problemas más extendidos por todo el continente, pero es muy escasa la información cuantitativa que se dispone a escala europea de las tasas reales y la extensión de la erosión del suelo.

La principal causa de erosión del suelo en Europa es el agua. Es consecuencia del efecto físico que producen las gotas de lluvia al caer sobre las superficies expuestas, junto con la capacidad de la posterior escorrentía para disolver nutrientes y arrastrar partículas de suelo. En las zonas más secas, el viento fuerte puede ser un problema grave al generar tormentas de polvo, sobre todo en los suelos más finos.

De acuerdo con un reciente estudio denominado PESERA, que forma parte del Quinto Programa Marco de Investigación de la Comisión Europea, se cree que hasta una cuarta parte de la superficie terrestre de Europa sufre algún tipo de riesgo de erosión, observándose los mayores problemas en torno al mar Mediterráneo y al mar Negro, en la Península Balcánica y en Islandia, que registra una de las mayores tasas de erosión de Europa. Además, el mismo estudio calcula que otras 10 millones de hectáreas de suelo europeo están sometidas a un riesgo de erosión alto o muy alto, y 27 millones de hectáreas más a un riesgo moderado. Algunos de los países con mayor superficie en situación de riesgo son Grecia, Hungría, Italia, Moldavia y Portugal. Los resultados del estudio PESERA deben tomarse con cierta cautela. El riesgo de erosión está sobrestimado en algunos países (como Dinamarca) y subestimado en otros (como España), debido a la falta de datos o de algoritmos de modelización. No obstante, los resultados son útiles como punto de partida, y existe la posibilidad de desarrollar más la metodología para obtener resultados de mejor calidad en próximos años.

Por supuesto, la erosión es un fenómeno natural. De hecho, es una parte fundamental del funcionamiento de la biosfera. Los sedimentos y nutrientes separados del suelo por el viento y la lluvia sustentan la vida en ríos y océanos y desempeñan un papel esencial en el ciclo natural del carbono. No obstante, esas pérdidas de suelo se contrarrestan en el medio natural por la formación de suelo nuevo, a medida que las rocas del

subsuelo son desgastadas por la actividad meteorológica y transformadas por las aguas subterráneas y por la acción de los microbios del suelo. Los factores naturales que determinan el potencial de erosión del suelo son el clima, la topografía, la vegetación y las características del propio suelo, como su peso y su fragmentabilidad.

El reto que se nos presenta hoy en día es que la actividad humana ha aumentado bruscamente la tasa de pérdida de suelo. Las causas principales de esta escalada son las talas de bosques y zonas de vegetación natural de alta densidad y la agricultura insostenible, como agricultura intensiva y el sobrepastoreo, actividades que dejan el suelo expuesto a los elementos.

La erosión plantea serias dudas sobre la sostenibilidad de determinadas prácticas agrarias. Dado que la erosión elimina materia orgánica del suelo, reduciendo la fertilidad y la productividad, los agricultores tienden a aplicar más fertilizantes artificiales para mantener la producción. Sin embargo, la erosión es un proceso que se retroalimenta, ya que los suelos degradados se vuelven más vulnerables a una erosión adicional.

Los suelos erosionados son menos eficaces para filtrar la contaminación y absorber el agua que va a reponer las reservas hídricas subterráneas. La erosión también reduce la capacidad del suelo para absorber y acumular carbono atmosférico. En términos generales, la pérdida de suelo a lo largo de los siglos ha reducido la retención de carbono en unos 100.000 millones de toneladas, lo cual equivale a unos 15 años de las emisiones actuales generadas por el uso de combustibles fósiles.

En muchas zonas de Europa donde se ha cultivado el suelo durante largos períodos, el contenido de carbono orgánico es actualmente bajo o muy bajo. Incluso una pequeña variación del contenido de carbono orgánico puede reducir rápidamente la calidad de la estructura y biodiversidad del suelo. El problema es más grave en el sur de Europa, donde más de 100 millones de hectáreas tienen un contenido de carbono orgánico inferior al 1%. En toda Europa, hay casi 230 millones de hectáreas definidas por su bajo o muy bajo nivel de carbono orgánico en la capa superior del suelo.

La erosión del suelo en una zona también tiene efectos en otras zonas. Aunque históricamente las deposiciones de

material erosionado del suelo han contribuido de forma considerable a la fertilidad de las llanuras aluviales, si no se realizan costosas obras de dragado pueden cegarse ríos y lagos, con lo que se provocan inundaciones y daños a la biodiversidad. Cuando los embalses acumulan limos, pierden capacidad de almacenamiento de agua y potencial de producción hidroeléctrica. La presencia de suelo erosionado en suspensión en los sistemas fluviales también puede afectar de forma significativa a la flora y la fauna acuáticas, con graves implicaciones para poblaciones de peces valiosos. La erosión también puede socavar las infraestructuras creadas por el hombre, como carreteras y puentes.

En el aspecto químico, la erosión del suelo conlleva el arrastre de nutrientes que provocan la eutrofización de ríos y lagos. Dado que el tratamiento de las aguas residuales ha mejorado en toda Europa, se han reducido las emisiones de nutrientes por esa vía y ha aumentado la aportación de las escorrentías y de la erosión del suelo a la eutrofización. Esto es evidente, por ejemplo, en dos lagos británicos —Lough Neagh y Lough Erne—, donde las concentraciones de fósforo han aumentado pese a la reducción de las cargas transportadas por las aguas residuales. Estas elevadas concentraciones se han debido a la progresiva acumulación de un excedente de fósforo y la constante aplicación de este elemento (a través de

estiércol y fertilizantes) en los suelos de las cuencas aguas arriba.

La erosión suele considerarse un proceso limitado en gran medida a las tierras secas del sur de Europa, donde puede ser causa de «desertificación», junto con otros factores como el clima, el uso insostenible del agua y la falta de vegetación. Evidentemente, el problema es grave en esa zona. Los períodos prolongados de sequía dejan el suelo a merced de la erosión. Las sequías suelen ser interrumpidas por intensas tormentas, que pueden arrastrar gran cantidad de material del suelo. Se sabe que algunas tormentas han llegado a retirar hasta 100 toneladas de tierra de una hectárea y es muy frecuente que se retiren de 20 a 40 toneladas.

De acuerdo con el sistema de información sobre la desertificación en el Mediterráneo (DISMED), Europa no presenta una elevada sensibilidad a la desertificación en comparación con sus países vecinos. Sin embargo, en las zonas del Mediterráneo septentrional de las que se tienen datos cuantitativos, un tercio del territorio, unos 37 millones de hectáreas, presenta actualmente una sensibilidad moderada o baja (mapa 7.1). La superficie afectada supera los 70 millones de hectáreas si se suman las zonas de muy baja sensibilidad. Las zonas más afectadas son el sur de Portugal, el sur de España, Sicilia y algunas partes

**Mapa 7.1 Sensibilidad a la desertificación en el Mediterráneo septentrional**



**Fuente:** Proyecto DISMED (sistema de información sobre desertificación para el Mediterráneo) y AEMA, 2005.

de Grecia, mientras que las zonas de sensibilidad moderada o baja oscilan entre el 65% y el 85% o más de la región en cuestión.

Además, una de las consecuencias que suele acarrear el rápido ritmo de desarrollo que se da actualmente en Europa meridional es que se construye sobre pendientes empinadas, que son las más vulnerables a la erosión cuando se elimina la vegetación. Por ejemplo, un efecto concreto ha sido el rápido aumento de los casos de corrimiento de tierras en Italia a lo largo de los últimos 20 años.

La erosión del suelo no se limita en modo alguno a la parte sur del continente. En el norte de Europa hay grandes áreas de suelo ligero, fácilmente erosionable, como en la zona de loess septentrional, que se extiende desde el norte de Francia hasta Alemania y el sur de Polonia y partes del Reino Unido. Los efectos más evidentes se dan fuera de estas zonas, debido a la eutrofización y al cegamiento de los cursos fluviales.

Se cree que la erosión aumentará en todo el continente, en parte debido al cambio climático, que intensificará tanto las sequías como las tormentas. Es previsible que el riesgo de erosión por el agua aumente a consecuencia del cambio climático, hasta llegar al 80% de la superficie agraria de Europa en 2050, registrándose mayor deterioro en aquellos lugares que ya sufren graves problemas de este tipo

Todo esto acarrea graves consecuencias económicas, tanto en las propias zonas afectadas por la erosión como fuera de ellas. Los impactos internos tienen que ver básicamente con la pérdida de renta agraria neta a largo plazo y con el coste de la restauración de los daños causados a la estructura edafológica y la recuperación de materia orgánica. Algunos de los costes externos son la limpieza de carreteras y el dragado de sedimentos erosionados de los embalses utilizados para el suministro de agua y la producción de electricidad. Otros costes podrían ser la corrección de los efectos ocasionados por la eutrofización en el medio acuático y la mejora de la calidad del agua afectada por los sedimentos erosionados.

La Comisión Europea prepara actualmente un estudio cuantitativo de los impactos económicos de la

degradación del suelo. Ya se ha intentado realizar algunos cálculos que son indicativos de la magnitud que alcanza el problema en todo el continente. Sin embargo, dichos cálculos no incluyen los costes que no están relacionados con los usos actuales del suelo ni los que pueden derivarse de la erosión, pero no pueden expresarse en términos económicos, como la pérdida de biodiversidad o el deterioro de la salud de los ecosistemas.

Una de estas estimaciones indica que las pérdidas económicas anuales de las zonas agrarias son del orden de los 53 euros por hectárea, mientras que el coste de los efectos externos sobre las infraestructuras adyacentes, como la destrucción de carreteras y la colmatación de los embalses, podría alcanzar los 32 euros por hectárea. También existen datos de pérdidas económicas ocasionadas por la erosión del suelo en algunos países y regiones. En Armenia, por ejemplo, los costes de los daños causados por la erosión del suelo durante los últimos 20 años ascienden al 7,5% del producto interior bruto agrario.

Algunos estudios más antiguos y limitados calculan que los fertilizantes necesarios para compensar la pérdida de nutrientes provocada por el viento erosivo de una tormenta pueden costar hasta 300 euros por hectárea y cifran en 9 millones de euros el coste anual de los daños a corto plazo causados por la erosión eólica en los Países Bajos. Existen otras informaciones sobre pérdidas económicas acarreadas por impactos externos: por ejemplo, en 1991 se estimó que el coste externo de la erosión edafológica provocada por el agua en Baviera (Alemania) podía ascender a 15 millones de euros anuales.

### 7.3 La contaminación

La contaminación del suelo está muy extendida por toda Europa. Se trata de contaminación localizada, como la que producen las instalaciones industriales, y también «difusa», como la precipitación atmosférica de lluvia ácida, la lixiviación de productos químicos agrarios e incluso la erosión del suelo, la cual, como ya se ha dicho, puede liberar nutrientes.

#### Las fuentes localizadas

Según los cálculos más recientes, en Europa podría haber más de dos millones de puntos contaminados

por fuentes localizadas, de los que 100.000 necesitarían medidas de recuperación. Se cree que estos espacios se concentran sobre todo en los antiguos centros industriales del noroeste de Europa, desde el sur del Reino Unido hasta la región del Rin-Ruhr en Alemania, pasando por el noreste de Francia, Bélgica y los Países Bajos. Otros lugares donde hay importantes puntos negros son el valle del Po en torno a Milán, en Italia y el antiguo centro de la industria pesada de Europa oriental conocido como el «triángulo negro», que incluye la República Checa, Eslovaquia, Alemania Oriental y determinadas zonas de Polonia.

Algunos de los principales contaminantes son metales pesados, que tienen su origen en fuentes puntuales de fábricas, vertidos de aceites minerales e hidrocarburos clorados y en los estériles de las industrias de extracción y tratamiento de minerales. Un problema frecuente son las fugas de cianuro de los procesos

de refinado de metales, al igual que los cócteles químicos que quedan tras las antiguas instalaciones de producción de gas.

Los depósitos de las gasolineras constituyen una de las más numerosas y omnipresentes causas de contaminación del suelo. También son muy frecuentes las fugas de los vertederos. Durante los últimos 30 años, se ha acumulado una enorme variedad de productos químicos peligrosos en los vertederos sin que se tomen las precauciones adecuadas para evitar que estos productos pasen al suelo, a las aguas subterráneas y a las aguas de superficie.

Las aguas de lavado de las minas pueden contaminar grandes superficies si no se controlan debidamente. Algunos ejemplos recientes son el desastre de las minas de Aznalcóllar (España) en 1998, que afectó al suelo y al río hasta 60 kilómetros aguas abajo, y el vertido accidental

**Tabla 7.1 Medidas de recuperación para el suelo contaminado en algunos países europeos**

País	Año	Objetivo político o técnico
Austria	2030-2040	Debe resolverse una parte esencial del problema de espacios contaminados.
Bélgica (Flandes)	2006	Recuperación de la contaminación histórica más urgente. La contaminación nueva debe repararse inmediatamente.
	2021	Recuperación de la contaminación histórica urgente.
	2036	Recuperación de otras contaminaciones históricas que acarrearán riesgos.
Bulgaria	2003-2009	Plan de aplicación de la Directiva 1999/31/CE sobre el vertido de residuos.
República Checa	2010	Eliminar la mayor parte de los antiguos daños ecológicos.
Francia	2005	Crear un sistema informático sobre el suelo contaminado (BASIAS) para realizar un análisis exhaustivo de los espacios donde puede haber contaminación del suelo.
Hungría	2050	Gestión de todos los espacios. La Decisión nº 2205/1996 (VIII.24) del Gobierno adoptó el Programa Nacional de Recuperación Ambiental (OKKP).
Lituania	2009	Debe pararse el vertido de residuos en instalaciones que no cumplan requisitos especiales. Todos los vertederos de residuos que no cumplan requisitos especiales deberán cerrarse conforme a la normativa aprobada.
Malta	2004	Cierre de los vertederos de Maghtab e il-Qortin.
Países Bajos	2030	Todos los espacios contaminados históricos deben ser investigados y mantenidos bajo control y recuperados cuando sea necesario.
Noruega	2005	Deben resolverse los problemas ambientales de los espacios con suelos contaminados que requieren investigación y recuperación. En los espacios que requieran investigación adicional, deberá aclararse el estado ambiental.
Suecia	2020	Objetivo de calidad ambiental: un medio ambiente no tóxico.
Suiza	2025	La herencia «sucia» del pasado debe corregirse de manera sostenible en una generación.
Reino Unido (Inglaterra y Gales)	2007	A nivel político, la Agencia de Medio Ambiente pretende realizar importantes actividades de recuperación o investigación en 80 espacios especiales recogidos en la Parte IIA «Régimen» (Ley de Protección del Medio Ambiente de 1990).

Fuente: AEMA, flujos de datos prioritarios de Eionet, 2003.

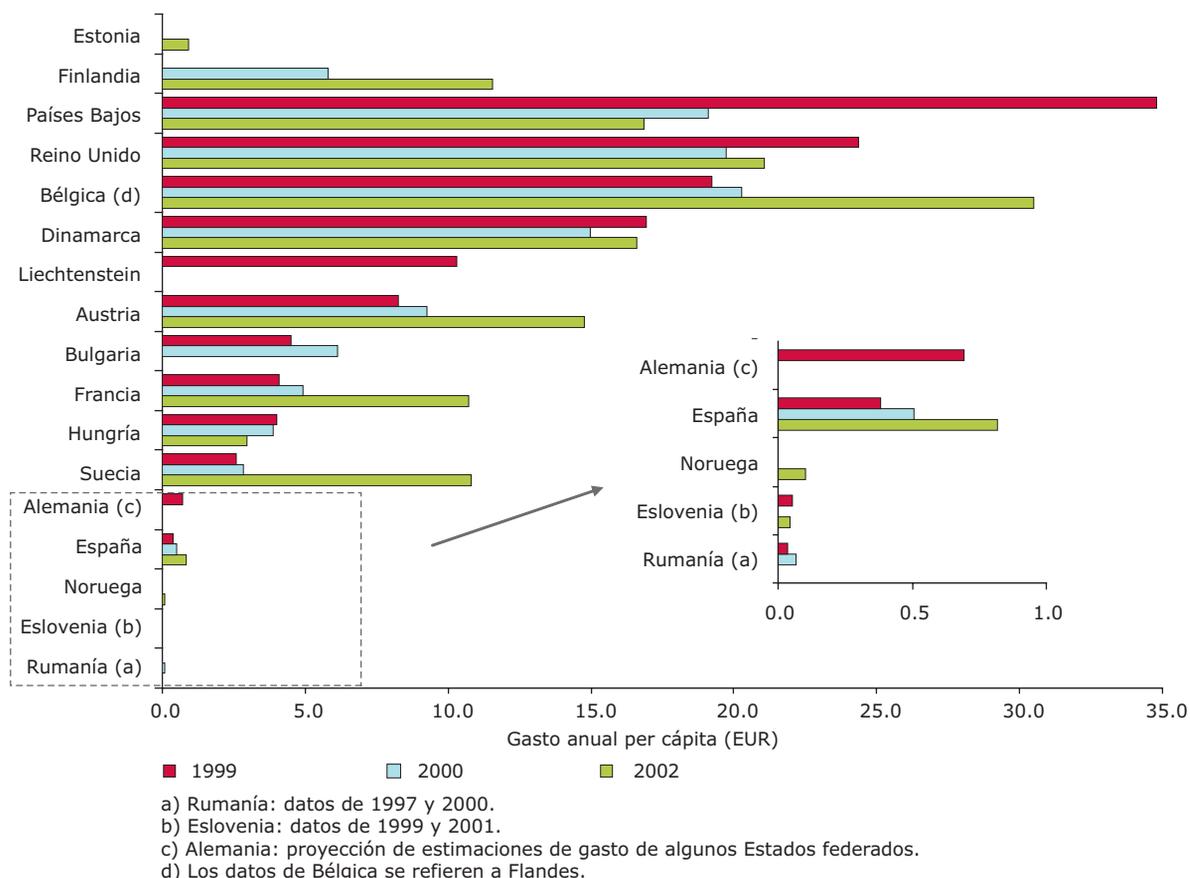
de cianuro de una planta de tratamiento de estériles de la mina de oro de Baia Mare (Rumanía), en el año 2000.

Cuando se abandonan antiguos terrenos industriales, suelen quedar problemas ocultos. El subsuelo de los antiguos almacenes de transporte y vías ferroviarias secundarias a veces contiene diversos contaminantes que pueden ser difíciles de detectar. Las instalaciones militares también suelen manejar muchos materiales peligrosos, incluso radiactivos, sin registros públicos. Es probable que los peores problemas relacionados con instalaciones militares se encuentren en Europa central y oriental. En Estonia, casi el 2% de la superficie terrestre está ocupada por instalaciones militares abandonadas que pertenecieron a las fuerzas de la antigua Unión Soviética.

En los Balcanes, el suelo ha quedado contaminado recientemente por la guerra, incluido el bombardeo de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) durante el conflicto de Kosovo de 1999, que dejó tras de sí uranio empobrecido y liberó productos químicos tóxicos (como mercurio y dioxinas) de las fábricas bombardeadas. Sin embargo, a menudo resulta difícil distinguir entre la contaminación provocada por los bombardeos y la contaminación anterior al conflicto. Para empeorar las cosas, hay grandes zonas, principalmente agrarias, que no podrán utilizarse hasta que finalice el proceso de limpieza de minas.

Algunas evaluaciones nacionales revelan que las principales fuentes de contaminación localizada del suelo son los vertederos municipales, las plantas industriales

**Figura 7.1 Gasto anual de recuperación de espacios contaminados por país**



Fuente: AEMA, 2005.

y las pérdidas por manipulación en las instalaciones industriales y centros de distribución antiguos y actuales. Con frecuencia, el alcance de la contaminación sólo resulta evidente cuando se modifican los planes de ordenación para recuperar estos antiguos espacios.

La reciente legislación comunitaria, basada en la aplicación de medidas preventivas, debería evitar nuevas contaminaciones. La gestión de los residuos está sujeta a un control más riguroso, los accidentes y las pérdidas por manipulación deberían reducirse en gran medida y, en caso de error, los registros de información y la cadena de responsabilidad pública serán mucho más claros.

No obstante, existe un inmenso legado histórico de contaminación, que puede prolongar su alcance con el tiempo, ya que los caudales de agua pueden propagar la contaminación tanto en sentido horizontal, al traspasar los límites de los espacios contaminados, como en vertical, al filtrarse a las aguas subterráneas. Parte de estos contaminantes son permanentes, mientras otros — como algunos contaminantes orgánicos y residuos radiactivos— se degradan con el paso del tiempo.

Las actividades de recuperación siguen siendo desiguales y todavía han de formularse objetivos europeos, aunque la mayoría de los países de Europa han tomado medidas nacionales para corregir los problemas (tabla 7.1). Algunos han adoptado una disposición decidida a actuar, elaborando mapas de antiguas instalaciones industriales y vertederos e invirtiendo grandes cantidades de dinero en la descontaminación de suelos o en la contención de fugas, a menudo en el marco de políticas que favorecen la reurbanización de antiguos terrenos industriales frente a la utilización de terrenos agrarios. El gasto nacional anual en medidas de recuperación también varía, desde tan sólo 2 euros hasta 35 euros *per cápita* (figura 7.1).

Casi todos los países disponen ya de instrumentos legislativos que aplican el principio de que «quien contamina, paga» para limpiar la contaminación. Sin embargo, en muchos casos los responsables de la contaminación han desaparecido hace ya mucho tiempo, de modo que, en la práctica, buena parte de los costes de recuperación se sufragan con dinero público, alrededor de un 25% del total. Aun así, el gasto en medidas de recuperación es relativamente pequeño (un

8%) en comparación con los costes totales estimados. Las nuevas técnicas de recuperación ambiental, como la «biorrecuperación» —en la cual se utilizan microorganismos para biodegradar compuestos orgánicos o plantas hiperacumuladoras para reducir la cantidad de metales pesados que contiene el suelo—, ofrecen perspectivas de reducción de costes. No obstante, se cree que la aplicabilidad de estas técnicas será limitada, por lo que el legado de los espacios contaminados seguirá siendo muy importante durante muchos años.

### Las fuentes difusas

La contaminación difusa del suelo, aunque probablemente no esté tan extendida como la localizada, presenta un problema todavía mayor en relación con la responsabilidad y la limpieza ambiental. No obstante, hay pocas zonas con gran densidad de población que no tengan sus puntos críticos por contaminación. En Lituania, un país de 6,5 millones de hectáreas de superficie, casi la mitad del suelo está contaminado por metales pesados.

### La acidificación

La forma más extendida de contaminación difusa en Europa tiene su origen en la deposición ácida, sobre todo en el centro y norte de Europa (véase el capítulo 4). Algunos suelos pueden neutralizar la acidez, pero no así otros muchos, sobre todo los suelos de menor espesor y mayor acidez natural del norte de Europa. La lluvia ácida lixivia ingredientes vitales del suelo, como el calcio y el magnesio, y puede liberar metales tóxicos como el aluminio, que pueden acumularse en otras partes hasta alcanzar niveles tóxicos.

En general, la deposición ácida se ha reducido en los últimos años más de un 50% en toda Europa. Aunque las emisiones de azufre pueden haberse reducido mucho, las de nitrógeno siguen siendo elevadas, de modo que no sólo aumentan la acidificación en algunos lugares, sino que agravan el daño ecológico causado por la «sobrefertilización» del suelo, que a menudo provoca la eutrofización de los cursos fluviales. La erosión del suelo y la escorrentía de fertilizantes suelen intensificar este efecto.

Las cargas críticas de acidificación y eutrofización se superan en todos los países del Benelux, la República Checa, Alemania, Hungría, Polonia y Eslovaquia, así

como en el norte de Francia, el sur de Escandinavia y determinadas zonas del Reino Unido. A menudo, la rehabilitación de los suelos acidificados es casi imposible. La aplicación de cal reduce la acidez, pero los daños geoquímicos generales persistirán. La recuperación natural puede tardar cientos o incluso miles de años. De ahí que la reducción de la deposición ácida sólo tenga efectos limitados en las zonas que ya están muy afectadas.

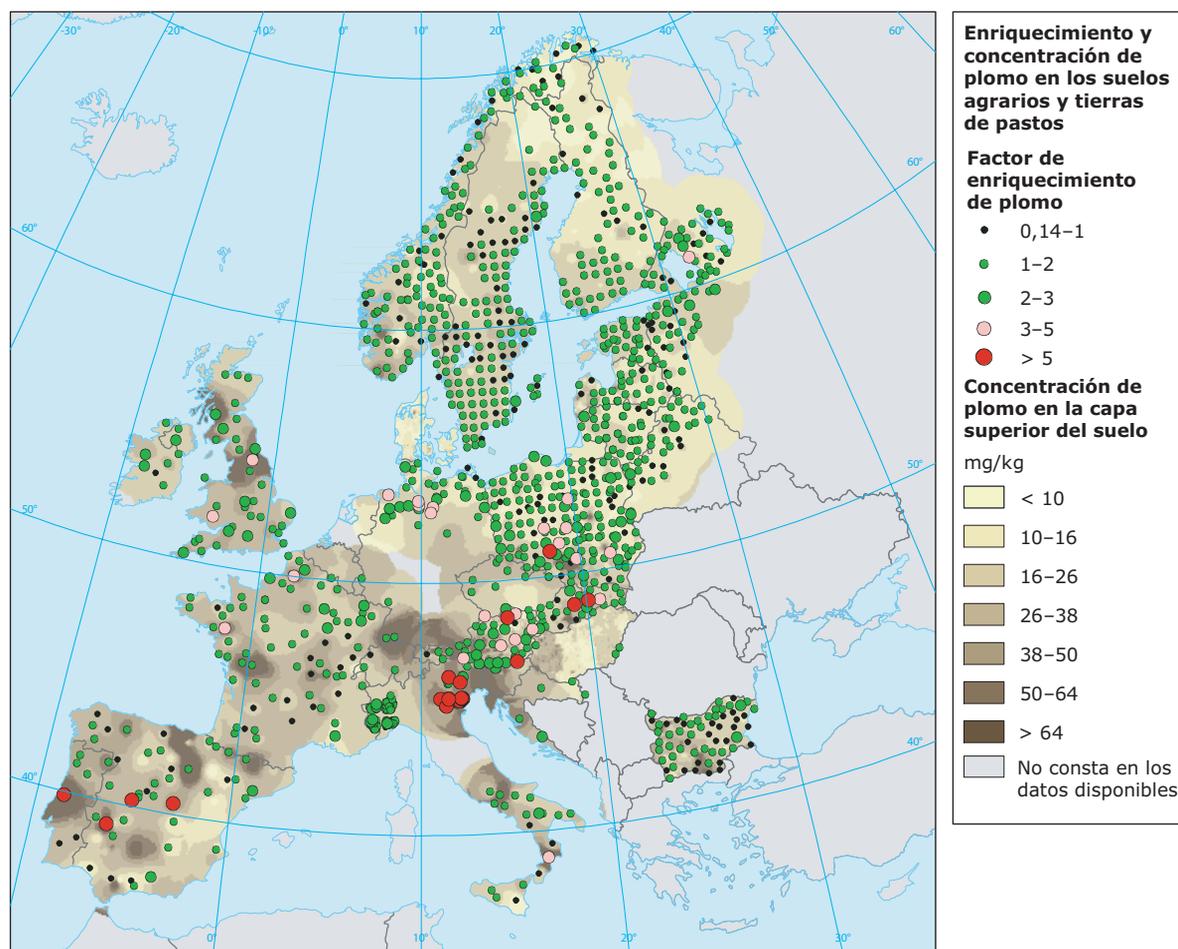
### La agricultura

En algunas partes de Europa — como Bélgica, Dinamarca, los Países Bajos y el norte de Francia—,

la contaminación por el rociado aéreo de productos químicos agrarios como los plaguicidas también constituye un problema, especialmente si se filtran por el suelo hasta las aguas subterráneas.

Un estudio realizado para la Comisión Europea que forma parte del proceso de formulación de una estrategia temática sobre la utilización sostenible de plaguicidas señala que la situación jurídica actual de los tratamientos aéreos en Europa es muy heterogénea: desde la prohibición total (Eslovenia y Estonia) o con excepciones (Italia), hasta las restricciones comparativamente suaves (España) o la ausencia de

**Mapa 7.2 Contaminación del suelo por metales pesados**



**Nota:** Sólo se indican puntos de valor de enriquecimiento seleccionados aleatoriamente para Austria, Bulgaria y Eslovaquia.

**Fuente:** Estudio del suelo del Báltico (Baltic Soil Survey, BSS), Programa de Mapas Geoquímicos Básicos Foregs y Eionet, 2003.

regulación (Malta). Este estudio propone requisitos mínimos rigurosos para la aplicación de determinados plaguicidas a fin de limitar los problemas de deriva, que pueden afectar a la salud de los operarios y de los transeúntes, y reducir la contaminación de las aguas, sin que se prevean impactos socioeconómicos significativos.

Esta medida —junto con otras como la inspección obligatoria de los equipos de rociado, las técnicas de control integrado de plagas y la creación de zonas sin plaguicidas (o con niveles reducidos) en lugares como los espacios de la Red Natura 2000— podría lograr una reducción de hasta el 16% del consumo de plaguicidas a medio y largo plazo, con la consiguiente reducción de los riesgos de impacto sobre el medio ambiente y la salud humana. También es previsible que los agricultores se beneficien económicamente de estas medidas, ya que el ahorro en el consumo de plaguicidas compensaría de sobra los costes adicionales ocasionados por el mantenimiento de los equipos rociadores.

Los metales pesados de las plantas industriales se aplican a veces al suelo a través de los lodos generados por las depuradoras que tratan las aguas residuales de las fábricas. Los nutrientes que contienen estos lodos pueden mejorar la fertilidad del suelo a corto plazo cuando hay escasez de nutrientes, pero los metales pesados pueden acumularse, y llegan a reducir la fertilidad a largo plazo (mapa 7.2). En general, los efectos concretos dependerán del contenido de metales pesados que tengan los lodos. Este contenido está limitado por la Directiva europea sobre los lodos de depuradora, que prohíbe el uso de lodos de depuradora sin tratar en suelo agrario. Esta Directiva también limita las tasas y duración de la aplicación de lodos tratados en las zonas de cultivo de frutas y hortalizas y de pasto para los animales.

Actualmente, menos del 5% de la superficie agraria de la UE se trata con lodos de depuradora y la mayor parte de estos contienen cantidades muy pequeñas de metales pesados. Sin embargo, los requisitos que establecen instrumentos legislativos europeos como la Directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas y la Directiva de vertederos, que limitan otras opciones de eliminación de los lodos de depuradora, podrían dar lugar a que aumentase su aplicación en el suelo.

Actualmente, el contenido de metales pesados de los lodos de depuradora tiende a ser mayor en el sur de Europa.

### Otras amenazas

En algunas zonas de los Balcanes ha aparecido una nueva forma de contaminación del suelo en los últimos años: las minas antipersona. Hay un estudio que calcula que la cuarta parte de las tierras cultivadas de Bosnia están minadas desde el reciente conflicto bélico. Entre tanto, las centrales nucleares, las instalaciones de investigación y las fábricas de armas han contaminado algunos suelos europeos con radionucleidos.

La mayoría de los casos son muy localizados y consecuencia de vertidos. La excepción principal es la precipitación atmosférica provocada por el desastre de Chernobil en 1986, que hizo que la lluvia transportara grandes cantidades de isótopos radiactivos sobre algunas zonas de Bielorrusia y Ucrania. Por este motivo, existe una zona de exclusión de 30 kilómetros de radio alrededor del lugar del accidente donde los seres humanos no pueden vivir debido a la grave contaminación del suelo y de los ecosistemas. Tendrán que transcurrir muchos años hasta que pueda volver la población.

La lluvia radiactiva también cayó en cantidades menores sobre Polonia, el nordeste de Escandinavia y el Reino Unido, donde todavía se realizan inspecciones previas a la venta del ganado criado en algunas zonas—20 años más tarde y a más de 2.000 kilómetros del lugar del accidente— para comprobar si los animales han absorbido radiación con la ingesta de pastos germinados en suelos todavía contaminados.

## 7.4 El sellado

Cuando el suelo se sella, se compacta y queda privado de aire y agua, por lo que cesa casi toda actividad biológica. No existen cifras precisas, pero hasta una quinta parte del suelo de la UE15 está ocupado por viviendas, industrias e infraestructuras. En la región alemana del Ruhr, esta proporción sube al 80%. A menudo, los suelos sellados son los mejores del continente: la mayor parte de los centros de población y de las infraestructuras de Europa se han construido en valles fértiles y en torno a los estuarios, ocupando

los suelos más productivos para la agricultura o la vegetación natural. Pero el sellado del suelo por las infraestructuras y por el desarrollo urbano aumenta a mayor ritmo que la población, fundamentalmente a costa de las tierras de labor y de los cultivos permanentes, lo que constituye una clara indicación de un desarrollo insostenible.

Entre 1990 y 2000, alrededor de 50.000 hectáreas anuales se destinaban a servicios de vivienda y ocio. En total, esta cifra representa la mitad del suelo sellado en toda Europa. La tasa de ocupación del suelo para usos residenciales oscila entre más del 70% de Irlanda y Luxemburgo hasta el 16% de Grecia y el 22% de Polonia, donde el desarrollo urbano viene impulsado principalmente por la expansión de las actividades económicas.

El sellado del suelo aumenta la escorrentía al eliminar el filtrado de las aguas de lluvia al nivel freático, contribuyendo así al reconocido problema que supone el mayor riesgo de escorrentías de tormenta e inundaciones, inclusive las riadas de lodos y los

corrimientos de tierras. También reduce las tasas de recarga de los acuíferos subterráneos. Además, al reducir el período de tiempo que permanece la humedad en superficie antes de pasar a los desagües, el sellado del suelo también puede reducir la evaporación, lo cual influye sobre el clima local.

Algunos países han intentado limitar la tasa de sellado del suelo mediante políticas para reurbanizar espacios abandonados, como viejas fábricas. No obstante, esto puede aumentar los problemas localizados en zonas urbanas, ya que las nuevas actuaciones de urbanización pueden dar lugar a que la superficie de suelo sellado sea mayor que las instalaciones y tierras abandonadas a las que sustituyen.

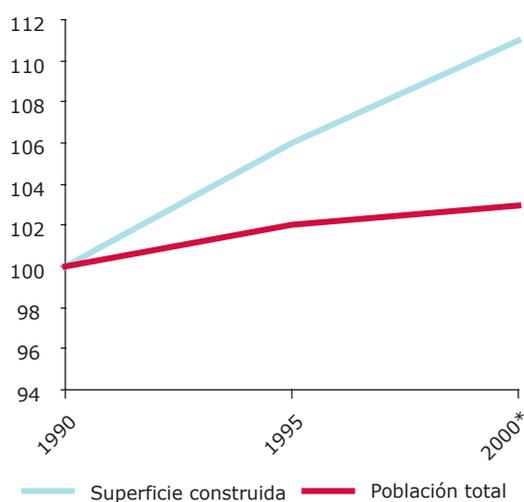
A pesar de estas iniciativas, el sellado del suelo continúa. Normalmente, esto es debido a los cambios de estilo de vida de la población, como la suburbanización y el desarrollo de la actividad turística, más que al crecimiento demográfico. Entre 1990 y 2000, la superficie construida de Europa aumentó un 12%, mientras que la población sólo aumentó un 2% (figura 7.2). Aunque no todos los suelos urbanos están sellados, parece probable que haya más suelo sellado por cada habitante europeo que en ningún otro momento de la historia. Ahondando en este tema, observamos que la mayor parte de este suelo consumido que tiene como resultado el sellado del suelo se debe a la vivienda y el ocio, junto con las redes de transporte.

En Alemania, por ejemplo, cada día alrededor de 100 hectáreas se convierten en viviendas e infraestructuras. Las viviendas representan el 80% de esta cifra, y las carreteras y otras infraestructuras de transporte casi todo el resto. Aunque parte del suelo continúa abierto —campos convertidos en jardines suburbanos o márgenes de carreteras—, la mitad queda sellada de forma permanente. El gobierno alemán, consciente de esta pérdida, se ha marcado el objetivo de reducir a 30 hectáreas diarias el suelo perdido en favor de viviendas e infraestructuras antes de 2020.

En los últimos tiempos, las tasas de urbanización han sido mayores en los países del litoral mediterráneo, como Francia, Italia, España y las islas, y la costa francesa del Atlántico. A menudo esto está relacionado con la expansión del turismo. También cabe prever

**Figura 7.2** Suelo construido y tendencias demográficas

Superficie construida y población  
Índice (1990 = 100)



\* Datos del año 2000 o del último año disponible

Fuente: AEMA, 2004.

que las tasas de urbanización futura sean elevadas en Finlandia, Irlanda y Portugal.

La urbanización y las infraestructuras de transporte no son las únicas causas de sellado del suelo. También están los embalses, que inundan tierras, e incluso la agricultura mecanizada, que puede compactar tanto la superficie del suelo que la vuelve impermeable, sellando por completo lo que queda debajo.

Un reciente estudio eslovaco destaca la compactación como la causa más extendida de degradación física del suelo en Europa central y oriental, con más de 60 millones de hectáreas afectadas. Más frecuente en áreas donde se utiliza maquinaria pesada en la agricultura y la silvicultura, la compactación reduce la porosidad y la permeabilidad del suelo, aumenta su dureza y destruye en parte su estructura. La superficie afectada por la compactación no deja de crecer a medida que aumenta la carga de rodadura de los vehículos utilizados en la agricultura.

## 7.5 La salinización

La salinización del suelo es otro problema frecuente de contaminación difusa. Está causada por la acumulación de sales en la superficie del suelo o a poca profundidad y puede hacer que el suelo quede totalmente improductivo.

La evaporación de aguas salinas subterráneas, la propia extracción de aguas subterráneas y las actividades industriales también pueden influir, pero la salinización es casi siempre consecuencia de malas prácticas de riego. Las deficiencias de drenaje y la evaporación concentran las sales en las tierras de regadío: incluso el agua de riego de mejor calidad contiene algunas sales disueltas y puede dejar tras de sí toneladas de sal por hectárea y año. Además, el riego puede elevar las aguas subterráneas hasta a un metro de la superficie y traer más sales disueltas del acuífero, del subsuelo y las raíces. A menos que las sales sean arrastradas por debajo del nivel de las raíces, la salinidad del suelo limita el crecimiento y finalmente mata todo salvo las plantas más resistentes. La salinización tiene un gran impacto sobre varias propiedades físico-químicas del suelo y, por encima de determinados umbrales, su recuperación

es muy costosa, si no imposible. En casos extremos, la salinización se convierte en una perversa forma de desertificación provocada por la aplicación de agua.

No es fácil calcular el alcance y la gravedad de la salinización debido a la naturaleza progresiva del proceso y a que resulta difícil detectarlo en sus primeras fases. Sin embargo, la salinización podría afectar hasta a 16 millones de hectáreas, o lo que es lo mismo, a un 25% de los cultivos de regadío del Mediterráneo.

## 7.6 Resumen y conclusiones

El suelo de Europa presenta una variedad única en su género, pues encontramos más de 300 tipos importantes de suelo a lo largo del continente. El suelo perdido puede llegar a reemplazarse gracias al desgaste natural de las rocas como consecuencia de los procesos meteorológicos, que en zonas con grandes aportes de lluvia y materia orgánica pueden tardar no más de 50 años en producir una capa de suelo nuevo de varios centímetros, mientras que en zonas de montaña, como los Alpes, pueden necesitar miles de años. Por lo tanto, con arreglo a los períodos de tiempo del interés ambiental normal, el suelo es un recurso no renovable.

Muchos factores amenazan el suelo, como la erosión, la impermeabilización, la contaminación y la salinización. Hasta ahora ha sido difícil hacer frente a estos factores, y se prevé que sigan siendo un problema en vista de la evolución futura de Europa en el terreno de la urbanización, la agricultura intensiva, la industrialización y la desindustrialización.

Los países han ido adoptando cada vez mayor número de medidas, sobre todo con respecto al problema de los espacios contaminados. Sin embargo, muchos de los factores que amenazan al suelo están interrelacionados por las principales actividades socioeconómicas (por ejemplo, la erosión, la compactación, la contaminación difusa y la salinización son consecuencia de la agricultura) y, por consiguiente, la adopción de medidas más integradas y coordinadas tendría muchos efectos positivos y rentables.

No existen estimaciones generales de los costes ocasionados por la erosión, la contaminación y el sellado

del suelo en Europa. Una estimación cifra las pérdidas anuales causadas a los agricultores por la erosión en 53 euros por hectárea y por sus impactos externos, como los daños a las infraestructuras y el cegamiento de embalses, en otros 32 euros por hectárea. Esto indica que el coste para Europa (sin incluir la parte europea de Rusia) sería de unos 15.000 millones de euros anuales.

Estos cálculos no son poca cosa. Además, los servicios ecológicos que presta el suelo están amenazados por el cambio climático —desertificación, acontecimientos meteorológicos extremos—, de modo que cabe esperar que los costes aumenten en el futuro. Esto podría afectar a su vez a la seguridad del suministro de alimentos, tal como se ha reconocido a través del sistema europeo de vigilancia mundial del medio ambiente y la seguridad creado por la Comisión Europea y los Estados miembros en 2003.

¿Qué se hace al respecto? Serán de utilidad las Directivas relativas a los nitratos, a los lodos de depuradora y algunas más, al igual que las últimas reformas de la Política Agraria Común que eliminan las subvenciones a la producción y las aplican a otros servicios, como la protección de la biodiversidad y del suelo. Además, cabe esperar que la Estrategia temática para la protección del suelo y la Directiva Marco sobre el suelo faciliten la coordinación y aplicación de las distintas políticas relacionadas con el suelo.

Muchos datos sobre el suelo han sido recopilados ya por la gran variedad de organizaciones que apoyan a los numerosos y diferentes «usuarios» del suelo. No obstante, quedan importantes lagunas de información y el acceso a los datos es difícil: pocos sirven directamente a las políticas de regulación y la mayoría se refieren a pequeñas áreas geográficas.

Se está trabajando para subsanar estas lagunas y producir mejor información que sirva de base para articular políticas, por ejemplo con la creación del Centro de datos europeo, dirigido por el Centro Común de Investigación (JRC, Joint Research Centre) en colaboración con la AEMA y sus socios de Eionet y con el apoyo de otras áreas de la Comisión Europea. Reconocer la importancia de contar con un marco coherente para el seguimiento y la evaluación de los suelos europeos y racionalizar las actividades existentes

son pasos importantes para el éxito de la estrategia temática y la Directiva marco.

### Referencias básicas y complementarias

Indicadores básicos descritos en la Parte B del presente informe que tienen relación con este capítulo: CBI 14, CBI 15, CBI 25 y CBI 26.

### Introducción

Agencia Europea del Medio Ambiente, 1999. El medio ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI. Informe de evaluación medioambiental N° 2. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2001 Madrid.

AEMA-PNUMA, 2000. Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe. A challenge for the 21st century. Serie sobre problemas medioambientales N° 6, AEMA/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Luxemburgo.

Bellamy, P.H. et al., 2005. Nature, Volumen 437, págs. 245–248.

Comisión Europea, 2001. El Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, COM(2001) 31 final, 2001/0029 (COD), Bruselas.

Comisión Europea, 2002. Towards a strategy for soil protection, COM(2002) 179 final. (Véase [www.europa.eu.int/comm/environment/soil/index.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/soil/index.htm) — acceso el 14/10/2005).

Comisión Europea, 2004. Final reports of the thematic working groups. (Véase <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/soil/library> — acceso el 14/10/2005).

### La erosión

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2000. Informe final sobre la Tarea 6 del Anexo Técnico para la subvención de 1999 para el Centro Temático Europeo sobre el Suelo (documento de trabajo preparado por BGR), AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2002. Assessment and reporting on soil erosion, Informe general y del taller, Informe técnico N° 94, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. Medio ambiente en Europa. Tercera evaluación, Informe de evaluación medioambiental N° 10, Versión española Ministerio de Medio Ambiente; 2005 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. El agua en Europa: una evaluación basada en indicadores, Informe

tematico N° 1/2003, Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2005 Madrid.

Comisión Europea, 2002. Soil erosion risk in Europe, Centro Común de Investigación de la Comisión Europea Bruselas.

Doleschel, P. y Heissenhuber, A., 1991. Externe Kosten der Bodenerosion. Landw. Jahrbuch 68 Jahrg. — H 2/91.

García-Torres, L. et al., 2001. 'Agricultura de conservación en Europa : Estado actual y perspectivas. En: Conservation agriculture, a worldwide challenge, Congreso Mundial de Agricultura de Conservación , Madrid, 1-5 octubre 2001, ECAF, FAO, Córdoba, España.

Gross, J., 2002. 'Wind erosion in Europe: Where and when?' In Warren, A. (ed.) Wind erosion on agricultural land in Europe, EUR 20370 EN, 13-28, Oficina de publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas,, Luxemburgo.

Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático , 2001. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability, Resumen para responsables políticos , Informe del grupo de trabajo II del IPCC.

Neemann, W., Schäfer, W. y Kuntze, H., 1991. 'Bodenverluste durch winderosion in Norddeutschland — erste quantifizierungen' (Pérdida de suelo por erosión eólica en el norte de Alemania — primeras cuantificaciones), Z.f. Kulturtechnik und Landentwicklung 32, págs. 180-190.

Oldeman, L.R. et al., 1991. GLASOD world map of the status of human-induced soil degradation, ISRIC, Wageningen y PNUMA, Nairobi.

Van Lynden, G.W.J., 2000. Soil degradation in central and eastern Europe: The assessment of the status of human-induced degradation, Informe de la FAO 2000/05, FAO e ISRIC.

Zdruli, P., Jones, R. y Montanarella, L., 2000. Organic matter in the soils of southern Europe, Informe de expertos preparado para Dirección General del Medio Ambiente DG ENV/E3 Bruselas, mentioned in AEMA-PNUMA, Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, Oficina Europea del Suelo.

### La contaminación

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. Medio ambiente en Europa. Tercera evaluación, Informe de evaluación medioambiental N° 10, Versión española Ministerio de Medio Ambiente; 2005 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. N° 14 Conjunto básico de indicadores de la AEMA. Guía.

Informe técnico 1/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Comisión Europea, 2004. Final reports of the thematic working groups. (Véase <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/soil/library> — acceso el 14/10/2005).

Comisión Europea, 2004. Assessing economic impacts of the specific measures to be part of the Thematic Strategy on the Sustainable Use of Pesticides. Resumen ejecutivo del informe final.

Sol, V.M. et al., 1999. Toxic waste storage sites in EU countries, A preliminary risk inventory R-99/04, WWF, Institute for Environmental Studies of the Vrije University, Amsterdam.

Van Lynden, G.W.J., 2000. Soil degradation in central and eastern Europe: The assessment of the status of human-induced degradation, Informe de la FAO 2000/05, FAO e ISRIC.

### El sellado

AEMA-PNUMA, 2000. Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe. A challenge for the 21st century, Serie sobre problemas medioambientales N° 6, AEMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Luxemburgo.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. Señales 2004, AEMA, Copenhagen.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. N° 14 Conjunto básico de indicadores de la AEMA. Guía. Informe técnico 1/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. Uso y gestión sostenible de los recursos naturales. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

### La salinización

AEMA-PNUMA, 2000. Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe. A challenge for the 21st century, Serie sobre problemas medioambientales N° 6, AEMA, PNUMA, Luxemburgo.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2003. Medio ambiente en Europa. Tercera evaluación, Informe de evaluación medioambiental N° 10, Versión española Ministerio de Medio Ambiente; 2005 Madrid.

FAO, 2000. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. (Véase <http://fao.org/ag/AGL/agll/spush> — acceso el 14/10/2005).



## 8 Biodiversidad

### 8.1 La biodiversidad de Europa: antecedentes

El concepto de «diversidad biológica» se ha definido en el Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica como la variedad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos también, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte. La diversidad comprende la variabilidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (artículo 2 del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, 1992).

Los países de la Unión Europea albergan una gran variedad de biocenosis (la base de los servicios de base biológica de los ecosistemas) que acogen alrededor de 1.000 especies de animales vertebrados, 10.000 especies vegetales y quizá 100.000 invertebrados diferentes, sin incluir las especies marinas. Se trata de niveles significativos de diversidad de especies y aun así, en comparación con muchas otras partes del mundo, son cifras relativamente pequeñas.

Básicamente, esto viene a reflejar la historia geológica de Europa. A lo largo de los 2 últimos millones de años, en varias ocasiones se han extendido grandes mantos de hielo sobre Europa central y septentrional, afectando tierra y vegetación y saneando el suelo. En cada ocasión la vida ha tenido que empezar de nuevo, recuperando el ambiente y colonizándolo desde las zonas más templadas al sur. La última de estas glaciaciones finalizó hace tan sólo 10.000 años.

Aunque las glaciaciones despojaron a Europa de muchas de sus especies, el continente ha desarrollado diversos ecosistemas. Desde el Círculo Ártico hasta el Mediterráneo y desde el Cáucaso hasta las Islas Canarias, se pueden encontrar permafrost y desiertos, bosques secos y montañas alpinas, lagunas semitropicales y fiordos árticos, estepas y turberas. Esta variedad es en sí misma un importante recurso que amortigua los cambios climáticos, las perturbaciones geológicas y las alteraciones humanas de los paisajes.

Existe una importante variedad de hábitat naturales en Europa. Algunos contienen especies endémicas, es decir, no presentes en ninguna otra parte de la Tierra.

Algunas regiones montañosas del sur de Europa, así como las islas de la región biogeográfica macaronésica (Azores, Madeira y Canarias), son especialmente ricas en plantas endémicas. Por ejemplo, en los bosques naturales de coníferas de las cordilleras Bética y Penibética del sur de España hay más de 3.000 especies vegetales: uno de los tesoros más ricos de Europa. En algunas partes de estas montañas, el 80% de las plantas son exclusivas de la zona. En las montañas de Gúdar y Javalambre, cerca de Valencia puede encontrarse una riqueza similar.

Otros puntos de gran biodiversidad, con más de 1.000 especies vegetales, muchas de ellas endémicas, son los Pirineos y los Alpes. En Europa, el hábitat que acoge mayor número de especies animales y vegetales es la cuenca del Mediterráneo, uno de los 34 puntos de alarma de biodiversidad establecidos por Conservation International. De especial riqueza son las montañas de los Balcanes y del sur de Grecia, así como unas 5.000 islas mediterráneas. Entre estas últimas se encuentran la isla griega de Creta y Chipre, cuyas montañas Troodos son el hábitat de 62 especies vegetales únicas. A menor escala, Europa ha fijado un gran número de zonas de especial importancia para determinados grupos de especies, como aves, mariposas y plantas.

Casi toda la superficie terrestre de Europa se ha utilizado durante siglos para la producción de alimento y madera o como espacio para vivir. Actualmente, menos de una quinta parte puede considerarse no sujeta a gestión directa. Esta parte se encuentra en gran medida sometida a presión.

Los cambios del suelo más relevantes para los hábitat de todo el continente durante los años 90 fueron el aumento de los hábitat artificiales (5%) y de las aguas continentales de superficie (alrededor de un 2,5%), debido a la construcción de presas. Se registraron pérdidas de brezal, monte bajo y tundra (un 2%) y de ciénagas, turberas altas y bajas (que disminuyeron un 3,5%). Muchos de estos humedales han perdido terreno ante el avance de la urbanización costera, de los embalses de montaña y de las obras de ingeniería fluvial. En algunos casos, estos cambios han provocado cambios radicales en el carácter del paisaje y en la riqueza de la biodiversidad.

## 8.2 Cambios en los espacios naturales: la agricultura intensiva y la expansión urbana

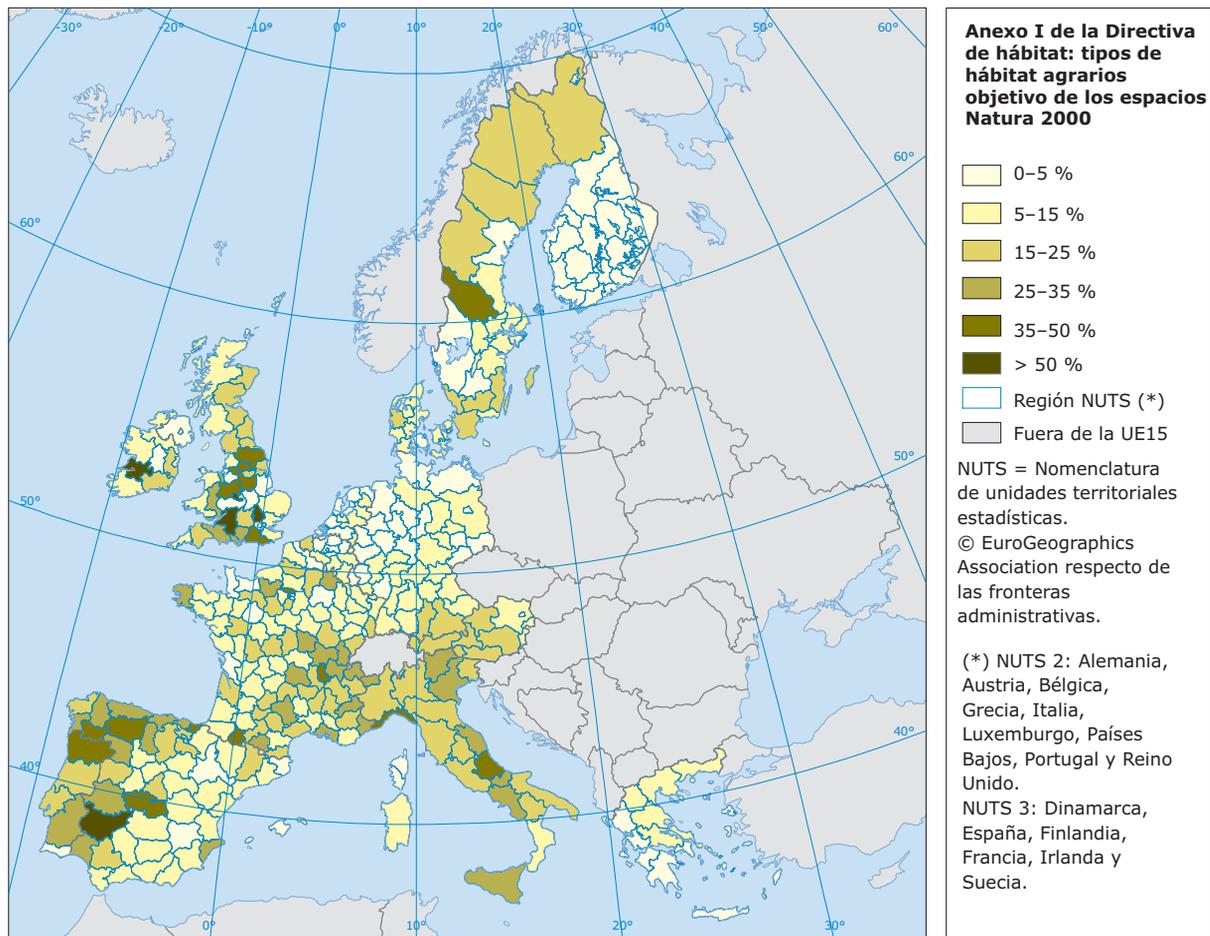
Europa es única a escala mundial porque la diversidad de sus especies depende en gran medida de paisajes creados por intervención humana. Más que en cualquier otro continente, la biodiversidad de Europa ha sido moldeada por la agricultura desde la última glaciación. Es llamativo que haya pocos espacios auténticamente naturales, incluso entre los que alcanzan mayor valor de conservación, y en estos espacios es esencial que se mantengan los métodos

tradicionales de gestión del suelo para la supervivencia de las especies.

Europa presenta algunos de los paisajes agrarios más antiguos y perdurables del mundo, desde los bosques y olivares meridionales hasta las tierras de pastos con renos de Escandinavia. Los espacios definidos por los ecólogos como hábitat «seminaturales» de tierras agrícolas, bosques y pastizales acogen muchas de las especies más valiosas de Europa.

Los espacios seminaturales más extensos se encuentran en Europa oriental y meridional. Entre ellos hay pastizales abiertos, estepas, «dehesas» –pastizales con robles y

**Mapa 8.1** Porcentaje de tipos de hábitat agrarios objetivo (en función de sus prácticas agrarias extensivas) de los espacios de la Red Natura 2000



Fuente: AEMA, 2004.

algunos otros árboles dispersos, típicos de algunas zonas de España y Portugal («montados»)– y pastos de montaña. Muchos están amenazados y han sido protegidos. En este sentido, fue fundamental la creación de la Red Natura 2000 de espacios protegidos, conforme a las Directivas europeas de Aves y de Hábitats. Esta red está diseñada para garantizar la conservación a largo plazo de las especies y de los hábitat más típicos y amenazados, abarca ya casi el 18% de la UE15 y está en proceso de ampliación a los nuevos Estados miembros. Según los últimos cálculos, el 17% de los espacios consignados en las listas adoptadas son paisajes «agroecológicos», que dependen, para sobrevivir, de la continuidad de las prácticas agrarias existentes, generalmente extensivas (mapa 8.1).

La estructura y funciones de los espacios naturales europeos también están amenazados en muchos lugares por diversos tipos de desarrollo. La urbanización de Europa y la intensificación de su agricultura, así como la gestión forestal del último medio siglo, han provocado profundos cambios en los paisajes agroecológicos tradicionales y en las especies que los habitan. Algunas amenazas emergentes son la extensión de las redes de transporte y de las infraestructuras turísticas, el propio abandono de la agricultura y el cambio climático.

La urbanización sigue siendo una importante amenaza para los hábitat de toda Europa. La expansión suburbana, las autopistas, las extracciones mineras y las industrias invaden zonas que anteriormente eran rurales. Durante los años 90 se cubrieron de hormigón y asfalto unas 800.000 hectáreas de suelo europeo, una superficie que triplica el tamaño de Luxemburgo y que supone un aumento del 5% en la superficie construida.

Una característica de esta tendencia es que la clara línea divisoria tradicional entre las zonas urbanas y rurales se va difuminando progresivamente. Las zonas urbanas tienden a perder densidad de población, ya que la gente prefiere vivir en zonas semirurales y suburbanas: una aspiración más fácil de cumplir cuando las familias cuentan con uno, dos o incluso más coches particulares. La extensión de las infraestructuras de transporte, además de ocupar suelo directamente, también ha fragmentando los espacios naturales y seminaturales que atraviesan, alterando las vías biológicas de migración y extendiendo la contaminación atmosférica y acústica.

Las zonas suburbanas en expansión disponen además de parques, jardines y campos de golf siempre verdes. Igualmente, en muchas áreas rurales la agricultura deja de ser la actividad económica principal con la llegada de los alojamientos turísticos, establecimientos hoteleros, establecimientos hípicas, jardinería comercial, parques temáticos y otras actividades ávidas de suelo. Muchas casas de campesinos son ocupadas por habitantes de las ciudades como segundas residencias. También hay diferencias notables en las explotaciones agrícolas, donde grandes extensiones de terreno aparecen cubiertas de vidrio y plástico.

Las zonas costeras están sujetas a un desarrollo particularmente intenso, en parte a consecuencia del turismo de masas. Esas zonas y las islas del Mediterráneo, donde existe una gran diversidad de especies, están sometidas a una presión especial. La expansión urbana crece en todos los países, pero más todavía en el Benelux, en el norte de Italia, en buena parte de Alemania, Portugal e Irlanda y en torno a ciudades como París o Madrid. En algunos casos, este proceso ha sido estimulado por las políticas europeas de desarrollo regional.

Es probable que este proceso continúe a medida que aumenta la prosperidad. Los países europeos más prósperos tienen mayor superficie construida por habitante. Los cambios demográficos y sociales hacen que disminuya el número de miembros que integran una familia media. Si no cambian las políticas de desarrollo, es previsible que los nuevos Estados miembros —donde la expansión suburbana es generalmente menor— experimenten un crecimiento similar, con la consiguiente ocupación de grandes espacios naturales y agroecológicos.

Por otra parte, está prevista una expansión importante de la red de carreteras, sobre todo en los nuevos Estados miembros, que supondrá la construcción de más de 12.000 kilómetros adicionales en el próximo decenio.

En algunos países europeos donde la intensificación agraria es más acentuada, los ecologistas otorgan creciente importancia a la conservación de la flora y la fauna en las áreas urbanas. Incluso algunos mamíferos, como los zorros, invaden las áreas urbanas para aprovechar el abundante alimento disponible —en gran

parte basura de los humanos. Las ciudades, sobre todo las que tienen antiguas áreas industriales, suelen ofrecer una gran variedad de hábitat singulares para la fauna y la flora —algunos contaminados y otros simplemente abandonados—, donde se congregan especies inusuales de plantas e insectos. Muchas zonas industriales abandonadas contienen más especies que las explotaciones agrícolas intensivas de los campos cercanos.

Evidentemente, los requisitos de conservación cambian y el mantenimiento de la biodiversidad de Europa dependerá de las medidas que se adopten en muy diversos ámbitos de regulación, desde la agricultura y la silvicultura hasta el uso del suelo y el transporte, pasando por el desarrollo regional, el turismo y la energía.

La formulación de políticas para garantizar la preservación de ecosistemas y hábitat de Europa requiere enfoques diferentes que en otras partes del mundo donde la naturaleza se muestra más virgen. En Europa, los métodos clásicos de conservación, como la creación de parques nacionales, sólo protegen una pequeña parte de la biodiversidad del continente. Por tanto, para proteger especies, hábitat y ecosistemas de Europa es necesario un apoyo más amplio para los sistemas sociales y económicos que los han desarrollado y los sostienen.

### 8.3 Principales ecosistemas de Europa

Esta sección trata de los principales ecosistemas terrestres y acuáticos continentales; los marinos son objeto del capítulo 6. Los paisajes se analizan en profundidad en el capítulo 2.

Los paisajes europeos pueden definirse en función de las especies y de los tipos de hábitat que contienen. Su riqueza es esencial al considerar los servicios que prestan y pueden prestar los ecosistemas en el futuro, sobre todo en relación con las posibles adaptaciones al cambio climático. Mantener la variedad inherente a los paisajes ateniéndose a su 'salud' y conectividad ya no es exclusivamente una cuestión de conservación de la naturaleza, sino un reto fundamental para la sociedad. En Europa existen muchos paisajes diferentes, pero en

su mayoría están sometidos a presión y sufren rápidos cambios que son motivo de preocupación.

#### Las tierras agrarias

La agricultura, incluyéndose aquí cultivos herbáceos y pastizales permanentes, es uno de los principales usos del suelo en Europa, con una ocupación de más del 45% (180 millones de hectáreas) de la superficie terrestre de la UE25. Se calcula que el 50% de las especies de Europa dependen de hábitat agrarios. En consecuencia, algunos de los más importantes problemas actuales de la conservación se refieren a la sustitución de las prácticas agrarias tradicionales por otras modernas en hábitat tales como praderas, pastizales calcáreos y silíceos, turberas, diferentes tipos de landas y tierras de labranza.

Las presiones más importantes que afectan actualmente a la biodiversidad de ambientes agrícolas son la pérdida y fragmentación de hábitat seminaturales, la introducción de especies invasoras, los efectos directos de los tratamientos mecánicos, plaguicidas y fertilizantes, consumo de agua para riego y pérdida de variedades de plantas cultivadas y razas de ganado.

Hoy hay dos tendencias básicas que provocan la pérdida y fragmentación de hábitat seminaturales en espacios agrarios de Europa. Una es la intensificación de la agricultura. Otra es el abandono rural. Esto último ocurre cuando la intensificación no es posible o no es económicamente viable, y cuando los agricultores y sus familias abandonan la actividad agraria. Ambos cambios suelen provocar una pérdida de biodiversidad.

La intensificación y mecanización de la agricultura son una amenaza evidente que produce numerosos cambios físicos, químicos y biológicos en el paisaje. Se abandonan las terrazas de piedra y tierra en las laderas de los montes; los setos se degradan; los pequeños campos irregulares con variados cultivos se convierten en grandes monocultivos; pastos, estanques y otras zonas húmedas se desecan; los ríos se canalizan y desaparecen numerosos riachuelos; el ganado se cría en establos mientras sus pastos se dedican a cultivo de forraje; desaparecen las rotaciones de cultivos; los pastos se convierten en tierras de labranza; las zonas arboladas de las granjas, incluidos los árboles cortados a matarrasa y trasnochados, se dedican a la agricultura.

Paralelamente, el consumo intensivo de fertilizantes, plaguicidas y agua y el empleo de moderna maquinaria pesada cambian los paisajes reduciendo su diversidad y a veces incluso envenenando las comunidades biológicas. Los plaguicidas reducen la abundancia de muchos insectos e invertebrados y pueden producir intoxicaciones en aves y mamíferos que se alimentan de ellos. Los fertilizantes a base de nitratos afectan en gran medida los ecosistemas edáficos y acuáticos. Un ejemplo se encuentra en el proyecto experimental Biodepth, que abarca diversos pastizales de toda Europa y demuestra que la productividad del cultivo, expresada en producción de heno, disminuye con la reducción de la fitodiversidad.

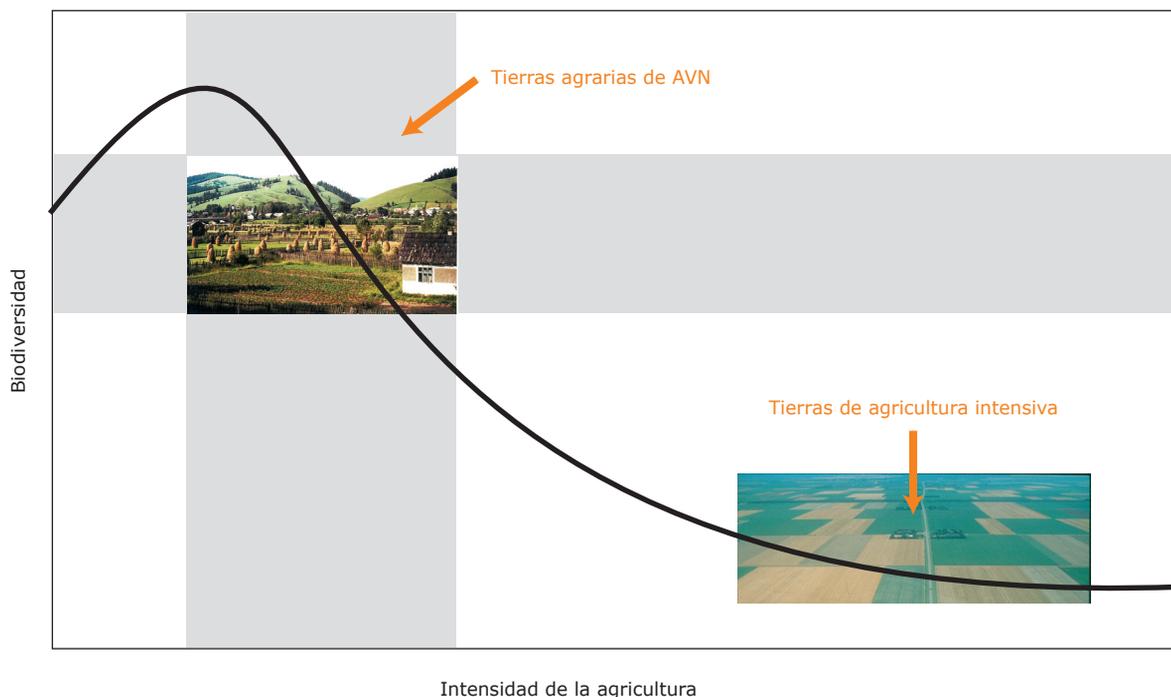
Sin embargo, todavía quedan zonas en Europa donde las limitaciones edafológicas y climáticas han impedido intensificar las prácticas agrícolas como se ha hecho en esas otras partes. Estas áreas no sólo contienen en general un mosaico singular de hábitat naturales y seminaturales, sino que además las tierras de cultivo

son más variadas y están sujetas diversos grados en su intensidad de explotación.

Aunque esta clase de tierras agrarias de alto valor natural (AVN) están asociadas a los sistemas tradicionales de cultivo del sur de Europa, la mayoría de las que quedan actualmente están asociadas en gran medida a los sistemas seminaturales de pasto de montañas y otras zonas remotas de ésta y otras partes de Europa. Estas áreas acogen hábitat con biodiversidad relativamente elevada (figura 8.1). Entre el 15% y el 25% de los espacios naturales europeos pueden clasificarse como tierras agrarias de AVN.

Dado que los hábitat naturales intactos que quedan ocupan una superficie relativamente pequeña, los llamados «hábitat agrícolas seminaturales» y, en particular, los pastizales seminaturales han adquirido importancia relevante en la biodiversidad de Europa. En función del contexto biogeográfico o de la situación local,

**Figura 8.1 Tendencias de las poblaciones de aves ligadas a hábitat agrarios en algunos países de la UE entre 1980 y 2003 (basadas en 24 especies ornitológicas características).**



**Fuente:** AEMA, 2005 (basado en datos de BirdLife International)

estos hábitat suelen tener mayor biodiversidad que las zonas intactas, como ocurre, por ejemplo, con las plantas vasculares de los pastizales seminaturales de Suecia.

A menudo, el cese de la actividad agraria no es mucho mejor para la biodiversidad que la intensificación. Los agricultores abandonan las tierras por la mala calidad del suelo, porque están demasiado alejadas de los mercados o de la mano de obra, o simplemente porque tienen más de las que necesitan. Las regiones montañosas han resultado especialmente perjudicadas por estos abandonos. Los sistemas tradicionales de pastoreo trashumante prácticamente han desaparecido en muchas zonas. Las áreas mediterráneas sujetas a los riesgos de sequía e incendio forestal también son objeto de abandono a gran escala, como algunas zonas de Europa central y oriental, donde la agricultura ha dejado de ser viable por circunstancias económicas. Alrededor del 30% de las tierras agrarias de Estonia están actualmente fuera de producción.

En algunos lugares toman el relevo otras actividades económicas. Por ejemplo, los pastores alpinos y sus rebaños dejan paso a esquiadores y senderistas. Los centros turísticos se adueñan de la costa y de las islas del Mediterráneo. A menudo, no obstante, simplemente se abandonan las tierras.

A primera vista, el abandono de tierras en favor de la naturaleza parece positivo para la biodiversidad. Pero en la práctica, esto no suele ser así, o es un arma de doble filo. En Letonia, donde se abandonaron las grandes explotaciones de cultivo de cereales y siembra de pastizales en la década de los 90, la población de

especies de aves como la cigüeña blanca y la codorniz aumentó en las tierras abandonadas, pero las plantas de pastizal, como la genciana o el diente de león, que dependen del pastoreo, han ido en descenso.

El abandono suele dejar tras de sí un ecosistema simplificado y transitorio, poblado por especies invasoras y oportunistas de rápido crecimiento. Esto es consecuencia del abandono de una gestión del suelo que había venido fomentando, a veces secularmente, la biodiversidad. Estas prácticas incluyen la siega de praderas y el pastoreo en pastizales calcáreos, así como el mantenimiento de componentes tales como muros, setos o estanques.

El abandono, pues, reduce generalmente el variado mosaico de hábitat agrarios extensivos. Muchas especies vegetales y animales desaparecen. En Estonia por ejemplo, se están perdiendo las tierras agrarias de mayor valor biológico. Han sido abandonados más del 50% de los pastizales permanentes que contienen abundantes especies vegetales y que necesitan de la siega o del pastoreo para sobrevivir.

La intensificación y el abandono pueden tener lugar en la misma región. Donde predomina el abandono, el resultado puede ser un ciclo de despoblación y nuevos abandonos de tierras cuando la gente joven se marcha en busca de trabajo. Esta situación es especialmente preocupante en Europa central y oriental, donde los cambios económicos de los últimos 15 años han empobrecido ya las zonas rurales y donde la privatización de las granjas colectivas ha reducido las oportunidades laborales.

### Biodiversidad y biotecnología

Los avances tecnológicos presentan oportunidades y retos para las políticas de biodiversidad y las opciones de alcanzar los objetivos marcados para 2010. Las nuevas técnicas biotecnológicas pueden mejorar la calidad de los alimentos y ofrecer beneficios ecológicos mediante mejoras agronómicas de los cultivos basados en prácticas agrarias más sostenibles, tanto en el mundo desarrollado como en desarrollo.

Sin embargo, el desarrollo de la biotecnología y, en particular, de los organismos modificados genéticamente (OMG), ha suscitado dudas sobre las repercusiones que pueden tener para la salud humana y el medio ambiente, incluida la biodiversidad. La Comunidad Europea es parte firmante del Protocolo de Cartagena sobre bioseguridad, que tiene la finalidad de proteger la biodiversidad frente a los riesgos potenciales que presentan los organismos vivos modificados por medio de la biotecnología moderna.

La UE ha venido legislando sobre los OMG desde la década de los 90 y sus procedimientos de aprobación son los más exigentes del mundo. Sólo pueden comercializarse en la Unión Europea los OMG que han sido evaluados de forma positiva a través de rigurosos procedimientos de autorización. La Directiva 2001/18/CE regula la liberación experimental de OMG en el medio ambiente, por ejemplo en relación con pruebas de campo, y el cultivo, importación y transformación de OMG en productos industriales.

En los próximos años, es probable que el problema se agrave todavía más en los nuevos Estados de la UE, que actualmente registran el mayor porcentaje de tierras destinadas a la agricultura extensiva. En el futuro, la reestructuración económica podría incrementar el atractivo de las áreas urbanas como centro de regeneración económica. Es probable que se intensifiquen las presiones económicas a las que está sometido el sector agrario, que se traducen en mayor intensificación o abandono de tierras.

La revisión intermedia de la Política Agraria Común en 2003 situó los problemas ambientales en el centro del debate. En consecuencia, los agricultores reciben desde 2005 una paga única por explotación en función de su nivel histórico de ayudas, siempre que se comprometan a cumplir una serie de directivas europeas (entre ellas la de Aves y la de Hábitats) y a mantener sus tierras en buen estado productivo y ambiental.

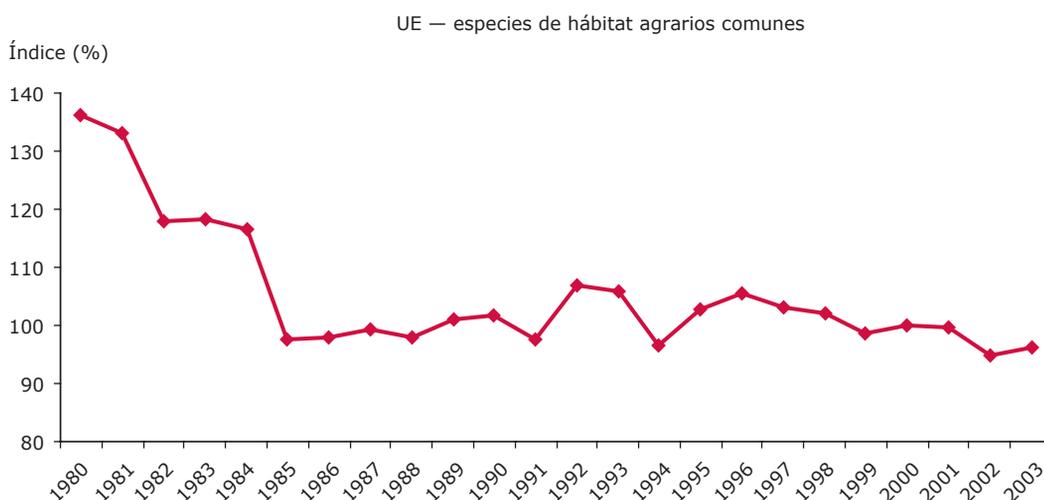
Aunque pueden financiarse muy diversas medidas bajo el epígrafe de ‘desarrollo rural’, está previsto que esta modificación de la política agraria ofrezca fondos que animen a más agricultores a sumarse a los programas agroambientales, de modo que contribuyan a reforzar la conservación de tierras agrarias de alto valor ecológico. Sin embargo, ello dependerá en gran

medida del presupuesto total de que se disponga para desarrollo rural y de la manera en que los Estados miembros apliquen los instrumentos agroambientales y de otro tipo con arreglo a la PAC.

La diversidad biológica es fundamental para la agricultura y para la producción de alimentos. Una larga lista de animales y plantas domesticados contribuyen al valor de la biodiversidad agraria. Aun así, el suministro de alimento animal para la población se basa en tan sólo 14 especies de mamíferos y aves. Sólo cuatro especies —trigo, maíz, arroz y patata— proporcionan a los europeos la mitad de la energía de origen vegetal. Si la producción de alimentos se concentra en este limitado número de especies, puede ocurrir que otras especies, variedades y razas menos comerciales se extingan junto con sus peculiares características.

La creciente intensificación agraria ha afectado a una gran diversidad de especies que dependen de los hábitat existentes en el mundo agrícola y que han quedado así en peligro de extinción. Por ejemplo, más de 400 especies de plantas vasculares de Alemania han sufrido un declive debido a la pérdida o fragmentación de sus hábitat como consecuencia de la intensificación agraria, mientras que en el Reino Unido se ha registrado en los últimos decenios un mayor descenso de la fitodiversidad

**Figura 8.2 Tendencias de las poblaciones de aves ligadas a hábitat agrarios en algunos países de la UE entre 1980 y 2003 (basadas en 24 especies ornitológicas características).**



Fuente: AEMA, 2005 (basado en datos de BirdLife International)

en los hábitat agrícolas que en cualquier otro hábitat. Los invertebrados de las tierras agrarias también han sufrido, reduciéndose sus poblaciones y la variedad total de insectos como polillas, mariposas, avispas parasitoides y áfidos entre otros.

Las variaciones demográficas de determinadas especies de aves de ambientes agrarios han sido especialmente bien documentadas (figura 8.2). Por ejemplo, se ha observado un descenso generalizado de las poblaciones de alcaudón dorsirrojo (*Lanius collurio*) en toda Europa. Se cree que la aplicación de fertilizantes nitrogenados inorgánicos y el uso de insecticidas han reducido la abundancia de alimento para esta especie.

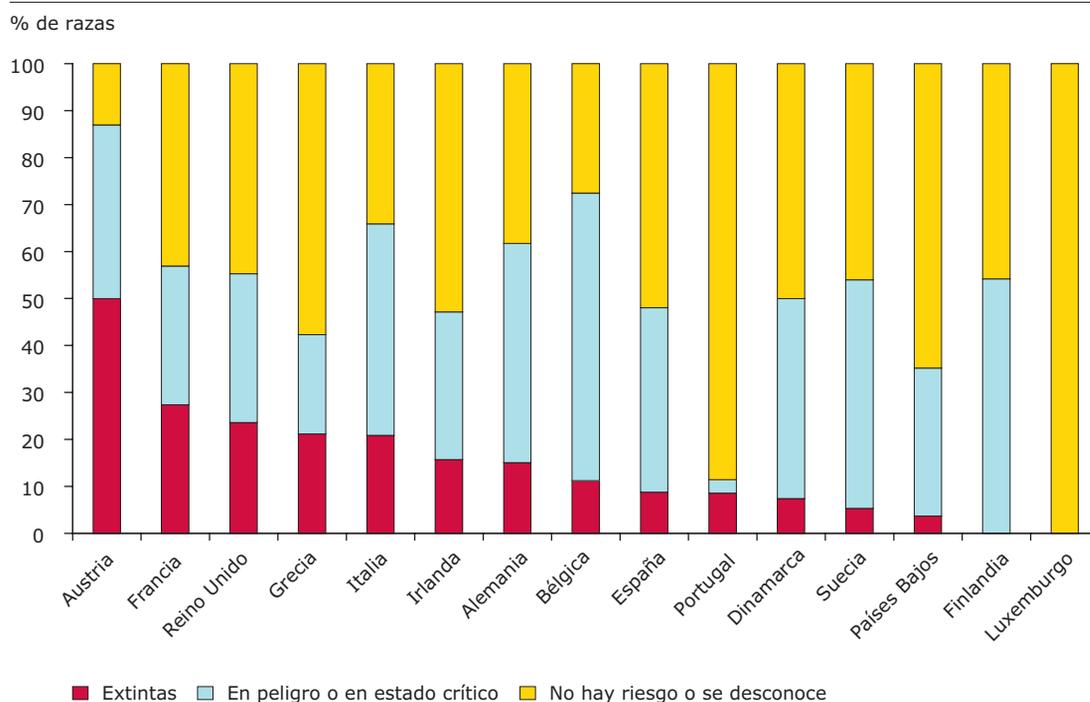
La mariposa doncella de ondas rojas (*Euphydryas aurinia*) está en declive en casi todos los países europeos. Se cree que los principales reductos de esta especie están en el Reino Unido e Irlanda, pero incluso allí se ha registrado un descenso importante durante los últimos 150 años. Los principales factores que

contribuyen a este descenso son las mejoras agrarias de los pastizales pantanosos y calcáreos, la forestación y los cambios en las prácticas de pastoreo.

Europa acoge una gran proporción de la diversidad mundial de animales de cría, con más de 2.500 razas registradas en la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Muchas de las razas europeas están en peligro, debido a la forma en que es percibida su rentabilidad económica. En casi todos los países de la UE15, alrededor del 50% de las razas de ganado se consideran extintas, en peligro de extinción o en estado crítico (figura 8.3).

Los sistemas de pastoreo de alto valor natural (AVN) de Europa dependen de razas de ganado antiguas y resistentes adaptadas al ambiente y a prácticas tales como la trashumancia. Por ejemplo, la vaca Avileña-Negra de España central puede recorrer de 20 a 40 kilómetros diarios de camino a sus pastos de montaña estivales. Las razas modernas —que pueden producir

**Figura 8.3** Distribución del estado de riesgo de extinción de las principales razas nacionales de ganado (vacuno, porcino, ovino, caprino y avícola) en la UE15



**Fuente:** AEMA, 2005. Preparado por IRENA a partir de los datos del Sistema de Información de la Diversidad de los Animales Domésticos (DAD-IS) de la FAO.

mucha leche y carne — necesitan grandes cantidades de hierba y piensos suplementarios y no pueden hacer frente a las mismas circunstancias. Por ello, en muchas regiones este cambio de razas ha llevado al abandono de pastos situados en zonas distantes y a la pérdida de biodiversidad ligada al pastoreo.

### Los bosques

Pese a la elevada densidad demográfica de Europa, aproximadamente el 30% de la superficie terrestre del continente permanece cubierta de bosques, que sigue siendo un tipo de ecosistema clave para la biodiversidad. La mayor parte de estos bosques son seminaturales. Durante el siglo XX, la preocupación por el suministro sostenible de madera y pasta maderera impulsó a casi todos los gobiernos a aprobar leyes para mejorar la función productiva de los bosques.

Los cálculos actuales indican que se ha producido un pequeño aumento de la extensión total de los bosques europeos, a razón de un 0,5% anual, sobre todo en zonas agrarias abandonadas, por repoblación espontánea y plantación deliberada a partes iguales (esto último a menudo con financiación de la Unión Europea). La forestación ha sido mayor en Irlanda, Islandia y los países mediterráneos, en particular España, Francia, Portugal, Turquía, Grecia e Italia.

La mayor parte de los bosques europeos son económicamente productivos en alguna medida y alrededor del 25% de la superficie forestal es objeto de una protección más o menos extensiva. Estos bosques ocupan

unos 37 millones de hectáreas y han sido declarados espacios de protección de la biodiversidad, el suelo o el suministro de agua. En la Red Natura 2000, casi la mitad de los espacios protegidos son actualmente bosques.

El grueso de los bosques «naturales» supervivientes de Europa, no alterados sensiblemente por la mano del hombre, se concentran en un número limitado de regiones boreales. También pueden encontrarse vestigios dispersos de bosques «intactos» en las montañas de los Balcanes, los Alpes y los Cárpatos. Los bosques naturales a menudo contienen una notable riqueza de especies de árboles, habitualmente acompañadas por gran variedad de especies no arbóreas. Todos los bosques, incluso las plantaciones monocultivo, tienden a ser considerados como depósitos de la biodiversidad propia de los ambientes forestales.

La composición en especies arbóreas es un factor clave para evaluar la biodiversidad en los bosques. Lamentablemente no es posible presentar datos precisos a escala europea sobre la composición general de especies arbóreas en los principales bosques europeos. Los datos nacionales facilitados sobre plantas vasculares relacionadas con los bosques, incluidos los árboles, dan una idea de la situación en la que se encuentran las especies amenazadas en los países europeos (mapa 8.2).

Contrariamente a lo que ocurre en buena parte del resto del mundo, la silvicultura europea actual extrae madera

#### Problemas de gestión de la agricultura y la biodiversidad

Los principales instrumentos que regulan la protección de espacios a escala comunitaria son las Directivas de Aves y de Hábitats (79/409/CEE, 92/43/CEE). El anexo I de la Directiva de Hábitats enumera 198 tipos de hábitat naturales y seminaturales que deben mantenerse en un estado de conservación favorable. De ellos, 65 han mostrado estar amenazados por la intensificación agraria, mientras 26 hábitat de pastoreo y 6 hábitat de pastizales de siega están amenazados por el abandono del pastoreo. La Red Natura 2000 se está formando con zonas especiales de protección (ZEP) y lugares de interés comunitario propuestos (LICp) que salvaguardarán estos hábitat. Pese a la importancia que revisten las tierras agrarias de toda Europa para mantener la biodiversidad, representan únicamente el 35% de la superficie total consignada como LICp en la UE15. Sólo España, Grecia y Portugal tienen mayor proporción de esta clase de hábitat en los LICp que han consignado.

La actual reforma de la política agraria común representa un cambio radical del sistema de ayudas a la agricultura de la UE, ya que el pago de las ayudas se desvincula de la producción. En gran medida se desconocen los efectos que esto pueda tener sobre las prácticas agrarias y los modelos de uso del suelo. Tampoco están claros los efectos que pueda tener sobre la biodiversidad de las tierras agrarias.

En principio, el mayor empleo de programas agroambientales para el desarrollo rural parece positivo. Sin embargo, las reformas realizadas hasta la fecha no han hecho gran cosa para resolver la cuestión de si los propios programas han sido eficaces para alcanzar sus objetivos de proteger los elementos biológicos que habían evolucionado como componentes funcionales integrales de los sistemas agrarios.

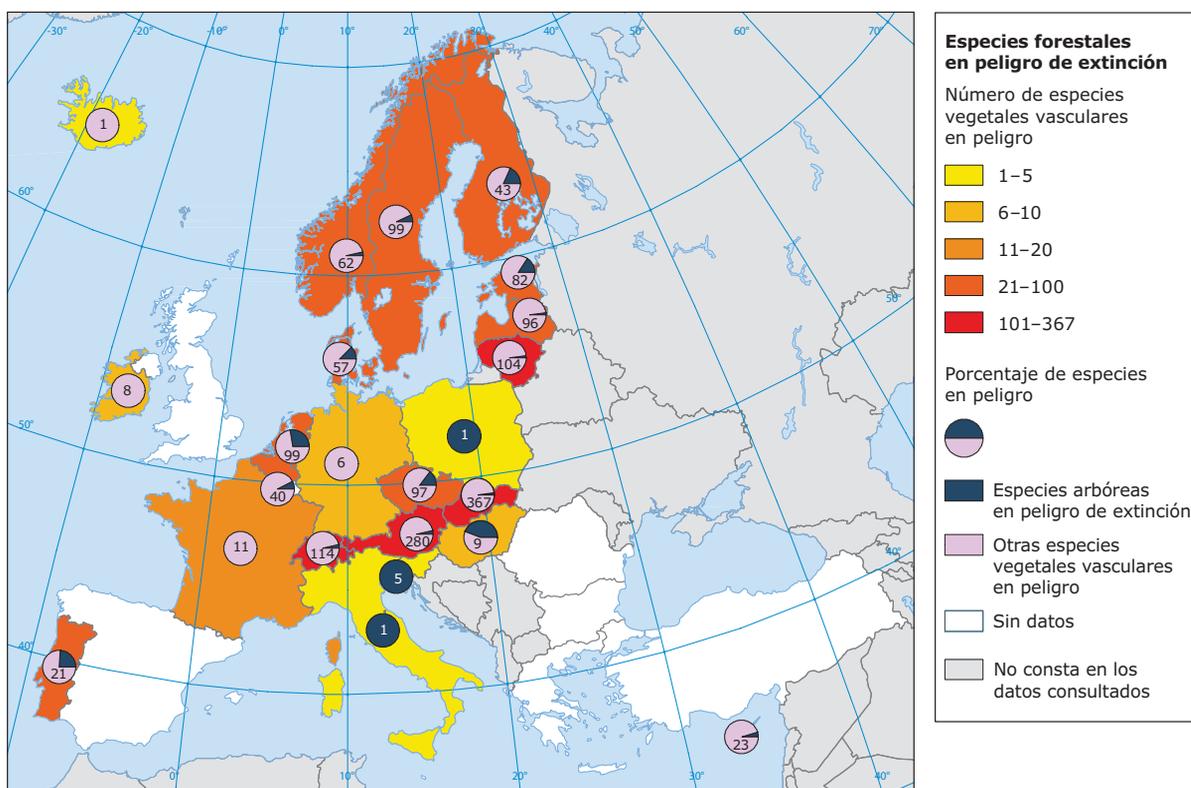
a un ritmo inferior o igual al de repoblación. En lo que respecta al conjunto de los países miembros de la AEMA, la tasa media de tala se cifra en dos terceras partes de la tasa de repoblación. La forestación puede producirse por medios naturales (por semillas de los árboles remanentes o vecinos) o mediante plantación. La regeneración natural conserva la diversidad genética y, si el rodal original es adecuado, puede mantener la composición natural de la comunidad biológica. Sin embargo, en la práctica suele preferirse la plantación porque crea rodales homogéneos y puede adaptarse a las necesidades de gestión, a menudo con material genético «mejorado».

En otros aspectos, la práctica silvícola europea avanza por caminos que pueden considerarse positivos para la biodiversidad. Por ejemplo, con tasas de tala menores que las de repoblación, los bosques europeos de todo tipo van envejeciendo. Los árboles más grandes y viejos

son normalmente de mayor interés para mantener especies epifitas, como los musgos, y pueden ofrecer oquedades y ramas muertas que son importantes hábitat para ciertas plantas, hongos, animales e insectos. Las prácticas silvícolas que se dan actualmente en muchos países europeos tratan de mantener madera muerta en los bosques.

Los incendios forestales, sobre todo en la región mediterránea, son una amenaza para el potencial productivo de bosques y tierras circundantes. También constituyen un factor natural de la mayor parte de los bosques y una parte vital de su dinámica, por ejemplo, facilitando la creación de claros y hábitat nuevos. Por ello, desde la perspectiva de la biodiversidad, la supresión de los incendios puede poner en peligro a especies que dependen de hábitat creados por el propio fuego, sobre todo en los bosques boreales. Más aún,

**Mapa 8.2** Número de especies vegetales vasculares en peligro de extinción y porcentaje de especies arbóreas y otras especies vasculares en peligro en los bosques



Fuente: CEPE/FAO, 2000 y actualizaciones.

con la supresión de los incendios se corre el riesgo de aumentar el volumen de madera en pie, lista para arder más tarde, «cebando» así el bosque para deflagraciones futuras de mayores dimensiones.

Por otra parte, un número elevado de incendios no son naturales, sino provocados por el hombre y causan graves pérdidas económicas, sociales y ecológicas. La gestión de los incendios forestales requiere por ello un enfoque integrado, que tenga en cuenta las características de los ecosistemas y que se base en estrategias de supresión de incendios a largo plazo en lugar de meros programas de prevención puntual en el tiempo.

### Los ecosistemas de agua dulce

Pocos de los grandes sistemas de agua dulce de Europa están próximos a lo que podría considerarse su estado ecológico natural. Muchos han perdido numerosas especies debido a la contaminación y alteración de caudales y regímenes naturales de inundación. No obstante, la calidad del agua de muchos ríos y lagos ha experimentado una notable mejora en los últimos años y ha vuelto a ser adecuada para el regreso de algunas especies perdidas.

Esta buena perspectiva se debe en parte a las medidas de descontaminación explicadas en el capítulo 5. También es consecuencia de la adopción de mejores prácticas de gestión, como la construcción de estanques y, en su medida, la creación de escalas para peces mediante presas y esclusas. Aun así, queda mucho por hacer para recuperar la calidad del agua de los hábitat fluviales y de las comunidades biológicas en muchas

zonas. Además, están apareciendo nuevas amenazas. El cambio climático va a alterar las características de temperatura, cantidad y caudal del agua, mientras que la invasión de especies alóctonas podría representar un peligro para la biodiversidad de las aguas continentales.

Europa cuenta con unos 1,2 millones de kilómetros de ríos. La mayor parte de ellos son pequeños, si se comparan con otros ríos del planeta. Tan sólo 70 ríos europeos tienen una cuenca hidrográfica de más de 10.000 kilómetros cuadrados. A lo largo de estos ríos hay unos 600.000 lagos de más de 0,01 kilómetros cuadrados, casi todos en Finlandia y Suecia. Como ocurre con los ríos, hay muchos más lagos pequeños que grandes. El tamaño importa: los pequeños ríos y lagos son ricos en biodiversidad pero a menudo extremadamente sensibles a presiones antropogénicas, como la actividad agraria.

La Directiva Marco del Agua es actualmente el principal instrumento legislativo de la UE para la protección del medio acuático en Europa. Comprende todas las masas de agua de superficie y subterráneas. Uno de sus principales objetivos es lograr que las aguas se encuentren en buen estado químico y biológico en 2015. La única excepción serán las masas de agua que los Gobiernos declaren como «muy modificadas» y donde razones socioeconómicas de peso impidan aplicar las mejoras necesarias. La Directiva Marco es directamente relevante para la gestión de los espacios de la Red Natura 2000 y para la conservación de hábitat y especies ligados directamente al agua.

#### Regulación del Danubio, el mayor río de Europa

Desde el siglo XIX han venido produciéndose importantes modificaciones del caudal del Danubio, a medida que los asentamientos ribereños trataban de controlar las inundaciones y mejorar la navegación. Esto ha implicado la construcción de diques a lo largo del río que han reducido la inundación de las llanuras aluviales. Por ejemplo, en Hungría, la superficie de llanura aluvial del Danubio medio que se inunda estacionalmente se ha reducido un 93% (de 22.000 a 1.800 kilómetros cuadrados).

Otros cambios han acortado la longitud del río, lo que ha acelerado el paso de los picos de las inundaciones. En consecuencia, los caudales se han vuelto más extremos, con mayores inundaciones y peores sequías fluviales. El enderezamiento y dragado del lecho del río también ha aumentado la erosión de los canales, de modo que los lechos se han vuelto más profundos, los niveles de agua han bajado y se ha roto el contacto del río con sus remansos. Esto a su vez ha provocado el descenso del nivel freático en los acuíferos de alrededor y una extensa colmatación de las masas de agua supervivientes en la llanura aluvial.

La inundación anual de las llanuras aluviales del Danubio ha sido históricamente un episodio crucial para mantener la reproducción y la productividad de las poblaciones de peces, especialmente en los tramos medios. Los diques construidos a lo largo del río Tisza, uno de los mayores afluentes del Danubio medio, han causado una enorme pérdida de territorios de freza para los peces y una reducción del 99% de las capturas pesqueras.

La mayoría de los ríos europeos han sido objeto de importantes represamientos para obtener energía hidroeléctrica, de canalizaciones para facilitar el transporte y de cambios para destinar tierras a la agricultura. Estas modificaciones han causado grandes pérdidas de hábitat acuáticos y de biodiversidad, y han supuesto la pérdida de miles de pequeños lagos, estanques y corrientes de agua debido a los drenajes. Hoy quedan muy pocas aguas sin regular.

Actualmente hay mayor sensibilización sobre la importancia de los ríos y humedales desde el punto de vista de la conservación y de su papel en la protección de las tierras secas contra las inundaciones. En los sistemas agrarios tradicionales, las riberas de ríos y lagos solían ser objeto de pastoreo o de siega, pero se permitía que se inundasen. Estas zonas eran hábitat valiosos para muchas especies raras. Recrear y restaurar estos hábitat es uno de los mayores retos que se plantean al adoptar medidas de conservación de la naturaleza, tanto en la actualidad como de cara al futuro.

La nutria común (*Lutra lutra*) se encuentra en ríos, lagos, marjales, y aguas costeras europeas. Esta especie estuvo en tiempos muy extendida, pero su población en aguas continentales, en particular, se redujo de forma radical durante el siglo pasado en países como Francia. Si bien la nutria está recuperándose en Irlanda (mapa 8.3), la destrucción de su hábitat, la contaminación de los cursos fluviales y la caza con trampas son factores que han contribuido a su declive. Actualmente se observan

signos de recuperación en países como Dinamarca y Reino Unido, aunque, su población sigue siendo escasa o inexistente en muchos otros países, como Francia.

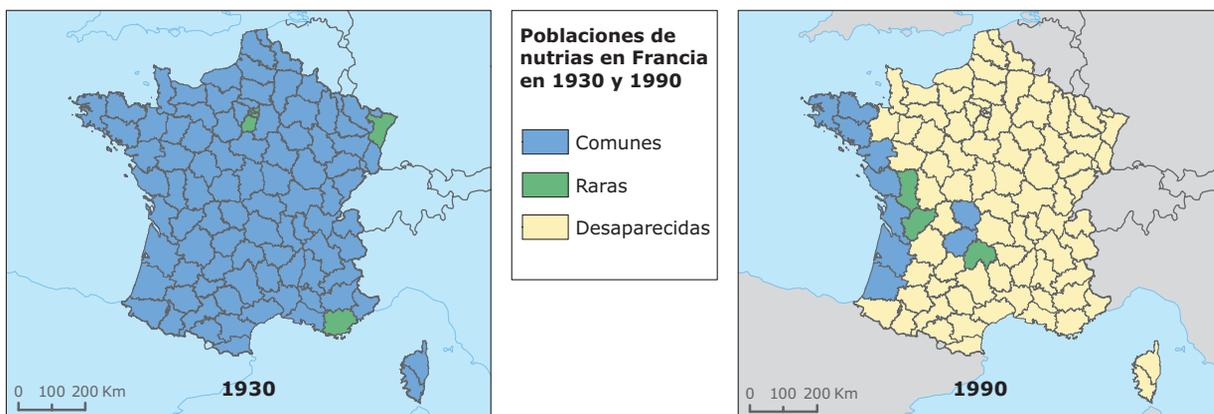
El salmón (*Salmo salar*) es comúnmente considerado como un indicador de la salud de los ríos. Antiguamente extendido por toda la Europa central y septentrional, el salmón necesita agua de buena calidad y riberas y otros elementos naturales que faciliten reproducción y mantenimiento de sus poblaciones. Además, este pez debe poder desplazarse desde el mar hasta los territorios de freza aguas arriba de los ríos. Desde los años 70, se ha registrado un declive generalizado del salmón europeo. Otros peces, como las anguilas y los esturiones, han sufrido reducciones similares en muchos ríos europeos debido a la construcción de presas y otras modificaciones fluviales y a la contaminación.

Muchos países europeos han visto también reducidas las poblaciones de una gran variedad de especies de plantas de agua dulce, animales e invertebrados tales como efemerópteros, odonatos, plecópteros y tricópteros, de modo que sobreviven las especies generalistas más resistentes y algunas nuevas invasoras, mientras las especies locales especialistas desaparecen.

### Los humedales

Los ecosistemas acuáticos continentales son más que ríos y lagos. Entre los medios acuáticos más productivos desde el punto de vista biológico están los humedales, como lagunas, estuarios, formaciones ribereñas,

**Mapa 8.3 Poblaciones de nutrias en Francia en 1930 y 1990**



Fuente: [www.cigogne-loutre.com/html/dispaloutre.html](http://www.cigogne-loutre.com/html/dispaloutre.html) — último acceso 13/10/2005.

praderas húmedas de pastoreo, bosques ribereños y estanques agrarios. Son de tamaño variable y a menudo algunos de ellos raramente atraen la atención por estar inundados sólo de forma estacional o puede que nunca («criptohumedales»), pero todos ellos son vitales para ciertos componentes de la biodiversidad.

Modificaciones hechas en ríos, desarrollo de la agricultura intensiva, crecimiento urbano, cambios en drenajes y escorrentías agrarios y en extracciones de agua han provocado una reducción masiva de estos ecosistemas. Por ejemplo, en el norte y oeste de Europa, el 60% de los humedales desaparecieron en el siglo XX y ese declive continúa. Los países de la AEMA han registrado una pérdida de grandes humedales del 3,5% desde 1993 –aunque esta estimación aumentaría hasta el 10% si se incluyeran los cambios observados en los pequeños humedales. Los usos tradicionales de estos sitios están abandonándose en toda Europa.

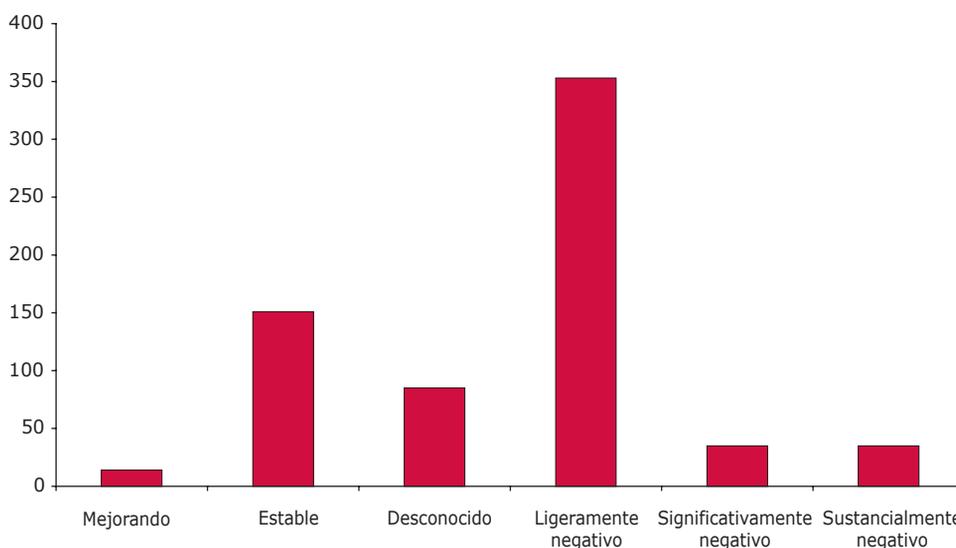
El declive continuado de los humedales ha ocurrido al mismo tiempo que ha crecido la preocupación por proteger los que quedan y se han realizado importantes

esfuerzos para gestionar su conservación. Todos los países de la AEMA han suscrito el Convenio de Ramsar sobre Humedales y han protegido alrededor del 19% de su superficie total de humedales, aunque de acuerdo con los informes nacionales, se ha producido un cambio negativo general en el estado ecológico de los espacios Ramsar (figura 8.4).

En los Estados miembros de la UE, los humedales importantes reciben una fuerte protección a través de las Directivas de Aves y Hábitats. Otro elemento positivo es la reforma de la política agraria, que ahora se marca el objetivo de evitar efectos adversos para los humedales. También existe una mayor sensibilización de la opinión pública y de las poblaciones locales respecto a éstos, y desde el punto de vista de la cultura y las tradiciones locales. Las actividades ecoturísticas en los humedales adquieren creciente importancia.

Según un informe independiente realizado por el Banco Mundial junto con el WWF, la declaración de espacios protegidos Ramsar es un factor de gran importancia para la conservación. El informe señala que, aunque

**Figura 8.4 Estado del cambio ecológico de los espacios Ramsar en los países miembros de la AEMA según los informes nacionales presentados al Convenio de Ramsar**



**Nota:** Los países no disponen de un indicador objetivo para notificar los cambios observados en la superficie efectiva de humedal o en su estado ecológico. Los datos en los que se basa esta cifra son inciertos; por ejemplo, Nivet y Frazier (2002, 2004) han llegado a la conclusión de que sólo 16 países disponen de información adecuada de inventarios de humedales nacionales.

**Fuente:** Base de datos de espacios Ramsar, 2004

la conservación ha tenido bastante éxito en las zonas Ramsar de Europa en general entre 1993-1995 y 1999, Europa oriental ha registrado un ligero retroceso.

Las perspectivas parecen ser bastante buenas para los humedales de importancia internacional, como los incluidos en la Red Natura 2000, los que han recibido la declaración de protección Ramsar y los que encierran un buen potencial para el ecoturismo, al menos a medio plazo, contribuyendo así al cumplimiento del objetivo de frenar la pérdida de biodiversidad en Europa hasta 2010. No obstante, tales perspectivas no parecen tan buenas para la mayoría de los humedales que no gozan de protección o reconocimiento.

### Las áreas de montaña

Los ambientes montañosos de Europa se encuentran entre las áreas naturales más valiosas del continente, con abundante biodiversidad, pero también entre las más vulnerables. Las montañas europeas acogen a muchas especies endémicas, debido a su aislamiento y especiales condiciones climatológicas. Así, unas 2.500 de las 11.500 especies de plantas vasculares europeas se encuentran por encima del límite de la vegetación arbórea.

Aunque parezcan estables, las regiones montañosas están sufriendo cambios sin precedentes. Los proyectos de infraestructuras y la actividad industrial de gran escala, como la construcción de presas para la producción de energía hidroeléctrica, las extracciones mineras y el desarrollo de infraestructuras de transporte, invaden las montañas, a menudo con consecuencias drásticas para la naturaleza y para la biodiversidad. Muchas áreas de montaña de Europa son además importantes áreas turísticas, lo que aumenta la presión, sobre todo por parte de las estaciones de esquí. Entre tanto, el abandono de la agricultura y el pastoreo influyen en la vegetación de montaña y su diversidad.

Ante la creciente presión, se han adoptado algunas medidas que han tenido éxito para favorecer la biodiversidad en las montañas de Europa. Se ha extendido la protección de las zonas de montaña bajo la Red Natura 2000. Otros programas y directivas de la Unión Europea reconocen que las zonas de montaña requieren especial atención, por ejemplo la Política Agraria Común, el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, la Directiva sobre Zonas Menos Favorecidas y la Directiva Marco del Agua.

Las poblaciones de varios grandes herbívoros han aumentado en los Alpes en los últimos años, en parte a consecuencia de la acción humana directa, como en el caso de las reintroducciones. El rebeco meridional (*Rupicapra pyrenaica*) casi se extingue debido a la intensiva caza legal y furtiva. En los últimos 40 años, la regulación de esta actividad ha hecho aumentar la población desde unos pocos miles a unos 50.000 ejemplares en los Pirineos, la Cordillera Cantábrica y los Apeninos.

Otros grandes mamíferos tienen problemas o están en retroceso. El glotón (*Gulo gulo*) es el único gran depredador mamífero de Europa cuyo hábitat natural se limita a las montañas, donde se alimenta de renos semidomesticados. Tras largo tiempo de caza y persecución, las poblaciones de glotón se han reducido, de manera que en el norte de Europa habitan actualmente menos de 1.000 ejemplares en total. Ahora la población parece haberse estabilizado.

El oso pardo (*Ursus arctos*), antiguamente extendido por toda Europa, en la actualidad está confinado en gran medida en las montañas y se encuentra entre los grandes mamíferos menos comunes de Europa. Como el lobo, raramente goza del aprecio de la población local, porque causa temor y ataca a los animales de granja. Las poblaciones europeas occidentales de los Pirineos, la Cordillera Cantábrica, los Alpes Tarentinos y los Apeninos están muy reducidas y fragmentadas. No obstante, el oso sigue viviendo en Finlandia y Suecia (unos 2.000 ejemplares), en los Cárpatos de Rumanía y Eslovaquia y en las cadenas montañosas de la Península Balcánica, donde todavía puede encontrarse en buen número.

Las poblaciones de bucardo (*Capra pyrenaica pyrenaica*) han ido disminuyendo a lo largo de los siglos a consecuencia de la caza. La pequeña población residual de España tuvo que hacer frente recientemente a nuevas amenazas creadas por la destrucción de su hábitat, alteraciones causadas por la intervención humana, caza furtiva y por su propia vacilante diversidad genética. Todos estos factores provocaron un fuerte descenso del número de ejemplares, hasta que finalmente llegó la extinción cuando el último bucardo murió aplastado por un árbol en el año 2000.

## 8.4 Especies alóctonas invasoras

Las especies alóctonas invasoras son especies introducidas en hábitat que no son los suyos naturales, donde tienen capacidad de competir con ventaja con las especies autóctonas (nativas). Están muy extendidas por el mundo y se encuentran en todo tipo de ecosistemas: plantas, insectos y otros animales son algunos de los tipos más frecuentes en el medio ambiente terrestre. Algunos investigadores consideran que, como amenaza para la biodiversidad, estas especies ocupan el segundo lugar después de la destrucción de los hábitat. Es previsible que las invasiones aumenten a causa de la creciente globalización del comercio, turismo y viajes de negocios.

Las especies alóctonas también pueden amenazar el bienestar económico y social humano. Las malas hierbas reducen las cosechas, aumentan los costes de control y reducen el suministro de agua, degradando así los ecosistemas de agua dulce. Las plagas invasoras destruyen muchas plantas y aumentan los costes de control; y los insectos invasores peligrosos continúan matando o incapacitando a millones de personas todos los años.

Los costes económicos de las especies invasoras están rodeados de considerables incertidumbres, pero las estimaciones de impacto de determinadas especies sobre distintos sectores son indicativas de la magnitud del problema. Por ejemplo, el comercio internacional de aves, del que la UE es un agente importante, expone a las poblaciones humanas a enfermedades infecciosas como la gripe aviar asiática. Los recientes brotes de gripe aviar en Bélgica y los Países Bajos han acarreado la muerte de 30 millones de aves y han costado cientos de millones de euros al sector industrial y a los contribuyentes.

La mayoría de las especies no autóctonas presentes en aguas continentales han sido introducidas de forma accidental, para la industria acuícola o para la pesca deportiva. Se desconoce el impacto ecológico que muchas de estas especies pueden tener. Sin embargo, los efectos de algunas de ellas son ya conocidos y, desgraciadamente, adversos.

A pesar de que se han realizado estudios durante décadas, el conocimiento de las dimensiones ecológica

y humana de las especies invasoras sigue siendo incompleto. Sólo se han descrito científicamente un 20% de las especies del mundo, por lo que no puede predecirse qué especies pueden ser invasoras ni cuáles pueden ser sus impactos económicos y sociales y a veces es difícil la objetividad. Todo esto aconseja adoptar criterios de precaución para frenar las invasiones favorecidas por la creciente globalización de los mercados.

## 8.5 Cambio climático y biodiversidad

Siguen existiendo grandes incertidumbres sobre la capacidad de los ecosistemas para «resistir», adaptarse o incluso, a veces, «beneficiarse» del cambio climático. No obstante, hay serias probabilidades de que el cambio climático se convierta en la principal fuerza motriz de los cambios que afecten a la biodiversidad del continente, superando a la destrucción de los hábitat, a la contaminación y a la sobreexplotación, ya sea, desde una perspectiva humana, para bien o para mal.

El cambio climático afectará a la vida en Europa en casi todos sus aspectos. Se alterarán las épocas de crecimiento y floración y también las temporadas de migración y sus destinos. Las especies que no puedan trasladarse decaerán o se extinguirán; otras aprovecharán el espacio climático que se abra. Las plagas cambiarán sus ámbitos de influencia. El dióxido de carbono de la atmósfera fertilizará algunas plantas, mientras la sequía debilitará otras.

A menudo, los ecosistemas no están moldeados tanto por las condiciones medias como por las grandes perturbaciones naturales, como los incendios, las inundaciones, los fuertes vientos y las sequías. Los climatólogos indican que la probabilidad e intensidad de tales episodios extremos pueden cambiar sensiblemente.

La única cosa cierta es que el cambio climático ejercerá presión sobre muchas especies y ecosistemas. Por tanto, es fundamental proteger lo posible el paisaje natural para aumentar las opciones de que la transición a las nuevas circunstancias climáticas no sea traumática. A medida que se desplacen las zonas climáticas, las especies tendrán

que trasladarse. Para algunas, esto puede ser muy fácil, y no así para otras. Las especies necesitan su hábitat para vivir y si éste en su conjunto no puede trasladarse, los emigrantes pueden quedarse sin sitio.

Algunas regiones de Europa son más vulnerables que otras al cambio climático. En el Ártico, las altas temperaturas ya han condicionado la composición de las comunidades vegetales en los lagos y pueden abrirse nuevos nichos a medida que se descongele el permafrost y se retiren los glaciares. Algunas plantas endémicas del Ártico se perderán y cuando cambien las condiciones de los hielos marinos, se generarán riesgos para los mamíferos marinos, como los osos polares, que necesitan estos hielos para cazar en las heladas aguas del Ártico.

Las especies de montaña son capaces de hacer frente bastante bien a circunstancias extremas y a un calentamiento moderado. La emigración montaña arriba para seguir a las zonas climáticas desplazadas no requiere recorrer distancias tan largas como en zonas más llanas. Por otra parte, muchas plantas de montaña ocupan pequeños nichos donde se dan condiciones climáticas muy localizadas; si estas condiciones cambian, no habrá ningún lugar adecuado para que se desarrollen.

El caso más extremo se dará en las proximidades de las cumbres. A medida que las zonas térmicas vayan subiendo montaña arriba, es posible que las especies que toleran el frío, tras retroceder hasta altitudes todavía mayores, se queden sin un lugar donde ir. Tanto plantas como animales podrían quedarse desamparados. Plantas de diferentes tamaños, árboles inclusive, ascenderán desde las zonas más bajas de las laderas, creando un bloqueo botánico para las sensibles especies endémicas especializadas. Así, en torno a las cumbres alpinas podrían proliferar muchas nuevas especies, pero también habría una desaparición significativa de las endémicas locales.

Se estima que si la temperatura sube 1 °C en los Alpes se perdería el 40% de las plantas endémicas locales, mientras que una subida de 5 °C ocasionaría la pérdida del 97%. Otro estudio indica que la pérdida sería del 90% con una subida de 3 °C, lo que viene a confirmar esta tendencia. Una especie vegetal de montaña en situación de riesgo puede ser, por ejemplo, el helecho de montaña (*Cystopteris montana*).

Las zonas costeras sufrirán cambios complejos, ya que se prevé que subirá el nivel del mar y sus aguas invadirán espacios continentales, las tormentas ganarán

#### Previsiones de impacto del cambio climático sobre la flora europea

Tras los primeros estudios EUROMOVE, un estudio realizado en el proyecto ATEAM (Advanced Terrestrial Ecosystem Analysis and Modelling) de los cambios previstos en la distribución de 1.350 especies vegetales europeas a finales del siglo XXI en siete escenarios de cambio climático diferentes llegó a las siguientes conclusiones:

- Incluso en el escenario menos grave (2,7 °C de calentamiento medio en Europa), los riesgos para la biodiversidad resultan ser considerables.
- Más de la mitad de las especies analizadas podrían considerarse vulnerables o amenazadas en 2080.
- Cabe prever que la respuesta al cambio climático sea diferente según las regiones: máxima vulnerabilidad en las zonas de montaña (pérdida del 60% de las especies, inclusive muchas especies endémicas) y mínima en el sur del Mediterráneo y en la región de Panonia.
- Se cree que la región boreal perderá pocas especies, aunque ganará muchas otras como consecuencia de la inmigración.
- Los cambios más importantes, con pérdidas y grandes rotaciones de especies, se darán en la zona de transición entre las regiones mediterránea y eurosiberiana.

Los resultados de este estudio no pueden considerarse predicciones exactas, dadas las incertidumbres que encierran los escenarios de cambio climático, la baja resolución espacial del análisis y las incertidumbres propias de las técnicas de modelización utilizadas. En particular, la escala relativamente grande del estudio puede ocultar posibles refugios para las especies y una heterogeneidad ambiental que puede aumentar la supervivencia de las especies, sobre todo en las zonas de montaña, donde podría haberse sobreestimado el riesgo de extinciones. Por otro lado, los efectos de los cambios de uso del suelo, que no se han tenido en consideración, podrían aumentar la vulnerabilidad de estos refugios a los incendios u otras perturbaciones, lo que, junto con la falta de flujo de propágulos, podría comprometer la supervivencia de las poblaciones restantes.

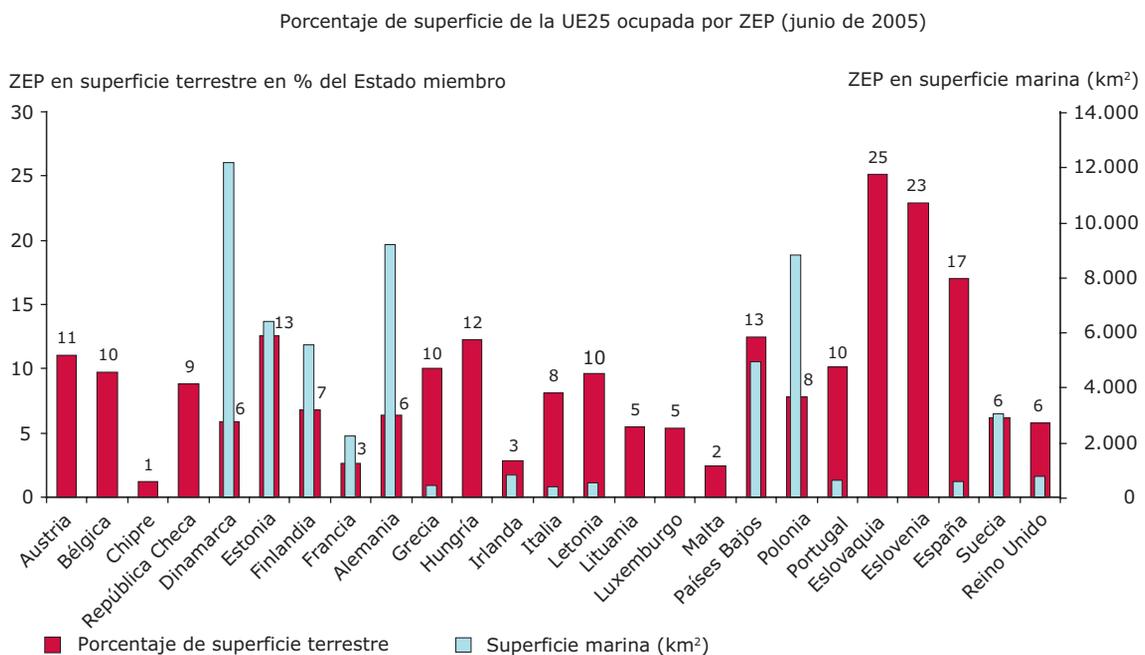
intensidad, la calidad del agua cambiará con las altas temperaturas y los caudales de sedimentos y agua dulce transportados por los ríos sufrirán variaciones. Los humedales, ya gravemente amenazados por el desarrollo, sufrirán daños adicionales a consecuencia del cambio climático.

Algunos humedales costeros del Atlántico pueden hacer frente a las inundaciones marinas porque están adaptados a un amplio rango mareal y han desarrollado elementos protectores, como bancos de arena. Sin embargo, tanto el Mediterráneo como el Báltico son mares que prácticamente carecen de mareas y no están preparados para hacer frente a esas inundaciones. Varias predicciones sitúan la pérdida probable de hábitat de humedal litoral en más de un 50% en estos dos mares, si las temperaturas suben del orden de 2 a 3 °C. Se cree que varios grandes deltas fluviales del Mediterráneo, como los del Ebro o del Po y las albuferas, se encuentran en especial situación de riesgo.

También es previsible que la región mediterránea en su conjunto, propensa a sufrir cambios en su litoral, se enfrente a más sequías e incendios, a una mayor degradación del suelo a consecuencia de la desertización y a una propagación de la salinidad en las nuevas zonas de regadío, así como a pérdidas de humedales.

Varios estudios han llegado a la conclusión de que el Mediterráneo puede ser la región europea que más afectada se vea por el cambio climático. Gran parte de la biodiversidad de esta región está ya próxima a su límite climático y resulta especialmente vulnerable a unas sequías que, de acuerdo con los modelos climáticos, serán cada vez más frecuentes. Pequeños cambios de temperatura y pluviosidad podrían tener graves consecuencias para algunas de las especies de árboles más típicas del paisaje mediterráneo. En la práctica, el aumento del riesgo de incendios será una amenaza muy grave –el fuego es ya un factor determinante para la supervivencia de varias especies

**Figura 8.5 Zonas especiales de protección (ZEP) creadas conforme a la Directiva europea de aves (UE25)**



**Nota:** Aunque no se ha acordado ningún porcentaje de la superficie terrestre o marina que cada Estado miembro tendría obligación de declarar como ZEP, es evidente que algunos países han de conservar zonas más extensas si se quiere materializar la red prevista.

**Fuente:** AEMA, 2005.

de árboles y arbustos de la región que cada año afecta a una superficie del tamaño de Córcega.

## 8.6 Principales respuestas políticas sobre la biodiversidad

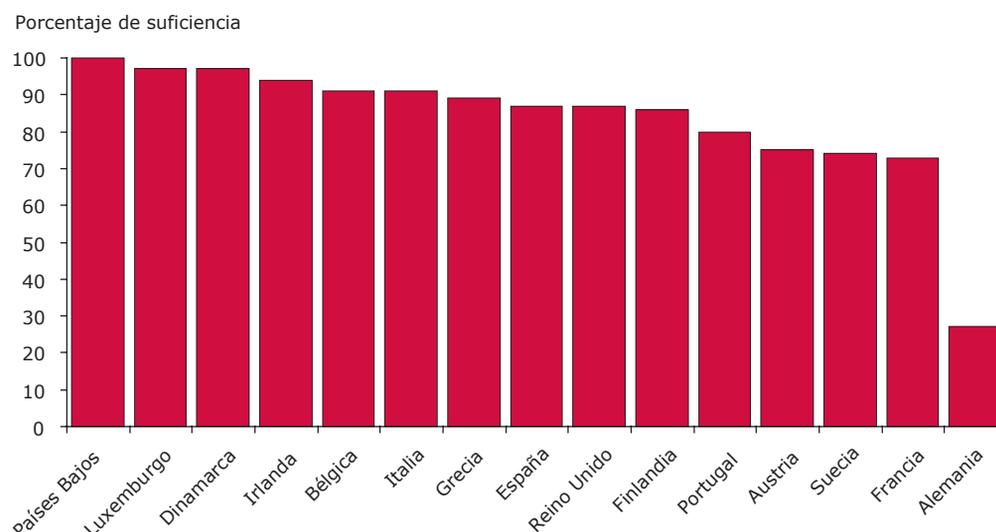
Hace tiempo que los países europeos han adoptado compromisos para proteger su naturaleza mediante la suscripción de convenios internacionales, como el Convenio de Ramsar sobre la conservación de humedales de importancia internacional (1971); la Convención de Helsinki sobre el mar Báltico (1974); el Convenio de Barcelona sobre el Mediterráneo (1976); el Convenio de Bonn sobre las especies migratorias (1979); el Convenio de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa (1979); y el Convenio para la protección de los Alpes (1991). La UE ha ido desarrollando también su propia estrategia para proteger sus principales hábitat para la vida silvestre y el paisaje.

La UE comenzó a actuar a través de programas de espacios protegidos conforme a la Directiva de Aves

(1979) y la Directiva de Hábitat (1992). En 1998, la Comunidad adoptó una Estrategia en materia de biodiversidad, que se formuló de conformidad con el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB), firmado en la Cumbre de la Tierra en 1992. En virtud de esta estrategia, en 2001 se adoptaron una serie de planes de acción para la biodiversidad relativos a los recursos naturales, la agricultura, la pesca y la cooperación y desarrollo económico. Además, los compromisos adquiridos en virtud del CDB se han trasladado al Sexto Programa de Acción de la UE en materia de Medio Ambiente y sus Estrategias temáticas relativas, que se ocupan de cuestiones como el medio marino, la protección del suelo, la contaminación atmosférica, el uso sostenible de plaguicidas y el medio urbano, aspectos estos que hacen referencia a problemas de biodiversidad.

La base de la Estrategia europea en materia de biodiversidad es la creación de una red ecológica coherente de espacios protegidos, Natura 2000, integrada por zonas especiales de protección (ZEP) para conservar 194 especies y subespecies ornitológicas,

**Figura 8.6** Directiva europea de Hábitat: suficiencia de las propuestas de espacios protegidos por los Estados miembros (UE15, septiembre 2004)



**Nota:** Tal como se refleja en el indicador de «suficiencia», algunos países necesitan reforzar su aportación a la Red Natura 2000 conforme a la Directiva de Hábitat. Las barras indican en qué grado de suficiencia han propuesto los Estados miembros espacios para proteger los hábitat y especies mencionados en los anexos I y II de la Directiva de Hábitat (situación en septiembre de 2004). No se tienen en cuenta las especies ni los hábitat marinos.

**Fuente:** Base de datos Natura 2000.

así como aves migratorias, y zonas especiales de conservación (ZEC) para conservar 273 tipos de hábitat, 200 especies animales y 724 especies vegetales de acuerdo con la Directiva de Hábitat.

En febrero de 2005 ya se habían clasificado 4.169 ZEP en toda la UE, con una extensión de casi 382.000 kilómetros cuadrados, de los que 325.000 son terrestres (aproximadamente el 8% de la superficie terrestre de la Comunidad) y 56.000 son marinos (figura 8.5).

La creación de una lista de lugares de interés comunitario (LIC) —como preludeo de la selección de zonas especiales de conservación— no ha sido tan rápida como se creyó inicialmente. No obstante, se han propuesto 19.516 LIC en toda la UE25, que ocupan casi 523.000 kilómetros cuadrados. Esto supone casi el 14% de su superficie terrestre, así como 65.000 kilómetros cuadrados de espacios marinos. Esos lugares abarcan cuatro de las seis regiones biogeográficas señaladas por la Directiva de Hábitat: alpina, atlántica, continental y macaronésica. La suficiencia de las propuestas de espacios protegidos realizadas por los Estados miembros de la UE15 conforme a la Directiva europea de Hábitat es bastante elevada, con la excepción de Alemania (figura 8.6).

Los Estados miembros disponen de seis años tras la aprobación de las listas de LIC para adoptar las medidas necesarias para proteger y gestionar los espacios protegidos, y con ello declararlos como zonas especiales de conservación.

La Red Natura 2000 debe ser ecológicamente coherente tanto en cada uno de los Estados miembros como entre ellos y los países vecinos, a fin de ofrecer a especies y hábitat las mejores opciones posibles de supervivencia ante el cambio climático.

La Directiva de Hábitat también reconoce la necesidad de abordar la conservación de las especies y los hábitat dentro y más allá de los espacios declarados como protegidos, y de integrar los planes de gestión en los paisajes terrestres y marinos generales, como forma de contribuir a la aplicación práctica del «enfoque sobre los ecosistemas» promovido por el CDB.

La creación de la Red Natura 2000 sigue adelante. Casi el 18% de la superficie terrestre de la UE está protegida

y una parte significativa se suma de forma neta a la superficie total de espacios protegidos a nivel nacional en Europa. Dado el gran número de ZEP y LIC que se solapan, la superficie total protegida es menor que la suma de ZEP y LIC.

### **Algunas conclusiones de la revisión de la política europea de biodiversidad de 2003-2004**

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo (Sudáfrica) en 2002, los países participantes acordaron reducir de forma significativa la tasa de pérdida de biodiversidad en la UE para 2010. La UE ya había ido más allá, al comprometerse a detener esta pérdida en 2010. Para planificar el cumplimiento de estos ambiciosos objetivos, la UE comenzó una revisión de su estrategia en materia de biodiversidad en 2003. A continuación se presentan algunas de sus conclusiones.

Muchas especies siguen amenazadas en Europa: el 43% de la avifauna europea se encuentra en un estado de conservación desfavorable; el 12% de las 576 especies de mariposas son muy raras o sufren un grave declive en el continente; hasta 600 especies vegetales europeas se consideran extintas en su medio natural o extremadamente raras; el 45% de los reptiles y el 52% de los peces de agua dulce están amenazados. Algunas especies, como el lince ibérico, el zarapito fino y la foca monje mediterránea están al borde de la extinción en su medio natural. Incluso especies antiguamente comunes, como la alondra común, han registrado un descenso radical de sus poblaciones en los últimos años.

Estas tendencias no resultan sorprendentes, dada la baja tasa general de aplicación de la estrategia y de los planes de acción en los Estados miembros y la magnitud de la pérdida de hábitat naturales fuera de los espacios protegidos. Sin embargo, la propia estrategia subrayaba que gran parte de la fauna y flora de Europa se encuentra fuera de los espacios protegidos. Por consiguiente, hace falta un mayor esfuerzo de protección de los paisajes, sobre todo de los sistemas agrarios extensivos tradicionales, que son adecuados para la vida silvestre.

Más recientemente, en respuesta al desarrollo del Plan Estratégico del CDB, los países de la UE respaldaron el «Mensaje de Malahide» en 2004. Este mensaje incluye

18 objetivos concretos sobre la forma de trabajar para alcanzar el objetivo europeo de detener la pérdida de biodiversidad en 2010.

Por su parte, la fuerza del mercado anima a los agricultores a producir más cultivos biológicos. Aunque la producción biológica no tiene por qué reducir la intensidad agrícola necesariamente, sí conlleva menos insumos y la ausencia de plaguicidas y fertilizantes artificiales. Recurrir al empleo de estiércol y a la rotación de los cultivos para mantener la fertilidad del suelo y combatir plagas y enfermedades, reduce el riesgo de eutrofización de las aguas continentales y, al eliminar las toxinas directas, generalmente fomenta un aumento de la vida silvestre. En 2003, la agricultura biológica representaba el 4% de la superficie agraria total de la UE15, el doble que tan sólo cinco años antes. En los diez nuevos Estados miembros, donde la demanda y la ayuda estatal a la agricultura biológica son menores, la proporción sigue siendo inferior al 1%.

Además de la agricultura biológica, los sistemas de certificación —a menudo también animados por el mercado— contribuyen a fomentar la producción de calidad y a sensibilizar a la población sobre los problemas de la biodiversidad. Dos normas europeas, relacionadas con el origen y la elaboración de productos agrarios y alimentarios, han influido en esta tendencia.

No obstante, se reconoce que hacen falta esfuerzos adicionales, especialmente para conservar los espacios agrarios de AVN y mejorar el valor de biodiversidad de los terrenos objeto de explotación agrícola intensiva.

La Estrategia forestal de la UE, adoptada en 1998, considera que la biodiversidad es un elemento de la gestión forestal sostenible. Casi todos los países europeos han realizado importantes esfuerzos para reducir los riesgos que amenazan a las zonas forestales protegidas y para aumentar la diversidad biológica forestal en tales zonas mediante prácticas de gestión ambientalmente más sostenibles y próximas a lo natural. Esto incluye la creciente reintroducción, durante los 10 últimos años, de especies arbóreas autóctonas en zonas forestales cuya diversidad había resultado afectada por las plantaciones monoespecíficas de especies exóticas.

Se espera que la puesta en marcha de iniciativas de certificación como la promovida por el Forest Stewardship Council, que define y fomenta regímenes forestales sostenibles, tenga efectos positivos. Lo mismo cabe decir de la demanda de madera y productos madereros obtenidos mediante producción sostenible, que surge entre los consumidores y se materializa a través de grupos de compradores dentro del sector minorista, si bien no está directamente orientada a preservar la biodiversidad.

Sin embargo, todavía es necesario adoptar medidas para atenuar las amenazas que se ciernen sobre los ecosistemas forestales debido a la contaminación a larga distancia y a las especies alóctonas invasoras, a fin de garantizar la supervivencia a largo plazo de las especies en peligro de extinción y establecer un sistema ecológico de lucha contra incendios. Además, hay que analizar cómo puede verse afectada la biodiversidad por la gestión forestal orientada a la retención de carbono.

Hay una serie de cuestiones generales que requieren mayor consideración para orientar futuras actuaciones:

- los daños de largo alcance causados a la biodiversidad por problemas de contaminación transfronteriza como la lluvia ácida y el cambio climático;
- la incapacidad para cambiar la percepción común de que la conservación y el desarrollo económico son incompatibles;
- el continuo abandono de los métodos tradicionales de agricultura extensiva, que respetan la vida silvestre; y
- las diferencias entre la teoría y la práctica de la gestión forestal y pesquera en Europa.

Los objetivos generales, establecidos a escala comunitaria, de proteger la naturaleza y gestionar los recursos naturales conforme a los principios de sostenibilidad, podrían verse favorecidos por una aproximación a las prácticas locales. En parte, de este modo podrían presentarse oportunidades para mejorar la coherencia de la gobernanza entre distintos niveles de administración en los distintos países y en el ámbito de la UE.

La aplicación de políticas, estrategias y directivas ha sido relativamente lenta, con el proceso de la Red Natura 2000 en marcha desde hace ya 15 años. Siguen existiendo subvenciones que animan a los propietarios de tierras a debilitar el patrimonio ecológico y las funciones que cumple, aunque las recientes reformas de la Política Agraria Común señalan el camino a seguir. No obstante, los sectores que más impactos causan en la biodiversidad todavía no han internalizado plenamente los costes externos que causan en ésta.

La revisión de la política de biodiversidad de la UE culminó con la conferencia sobre «Biodiversidad y Unión Europea», celebrada bajo la Presidencia Irlandesa en Malahide, en mayo de 2004. El «Mensaje de Malahide» logró un amplio acuerdo sobre prioridades para el cumplimiento de los objetivos de 2010. Este Mensaje contiene 18 objetivos generales, con una serie de objetivos específicos para cada uno. La Comisión trabaja actualmente en una nueva Comunicación sobre biodiversidad que reflejará su respuesta a Malahide. Es previsible que esta Comunicación incluya un programa de medidas prioritarias para la UE hasta 2010.

## 8.7 Situación global: la biodiversidad como soporte de la sociedad

Los ecosistemas «saludables» prestan un gran número de servicios, a menudo sin coste alguno (figura 8.7). Algunos son claramente reconocibles por su valor económico. Los ecosistemas proporcionan productos silvestres, como madera, fruta, frutos secos y hierbas medicinales. En paisajes sometidos a un nivel de gestión importante, el suelo y las poblaciones microbianas que contiene mantienen un sistema de sustento vital para los cultivos herbáceos, los animales de pasto y los bosques gestionados proporcionan a la sociedad moderna la mayor parte de su alimento, fibra y madera.

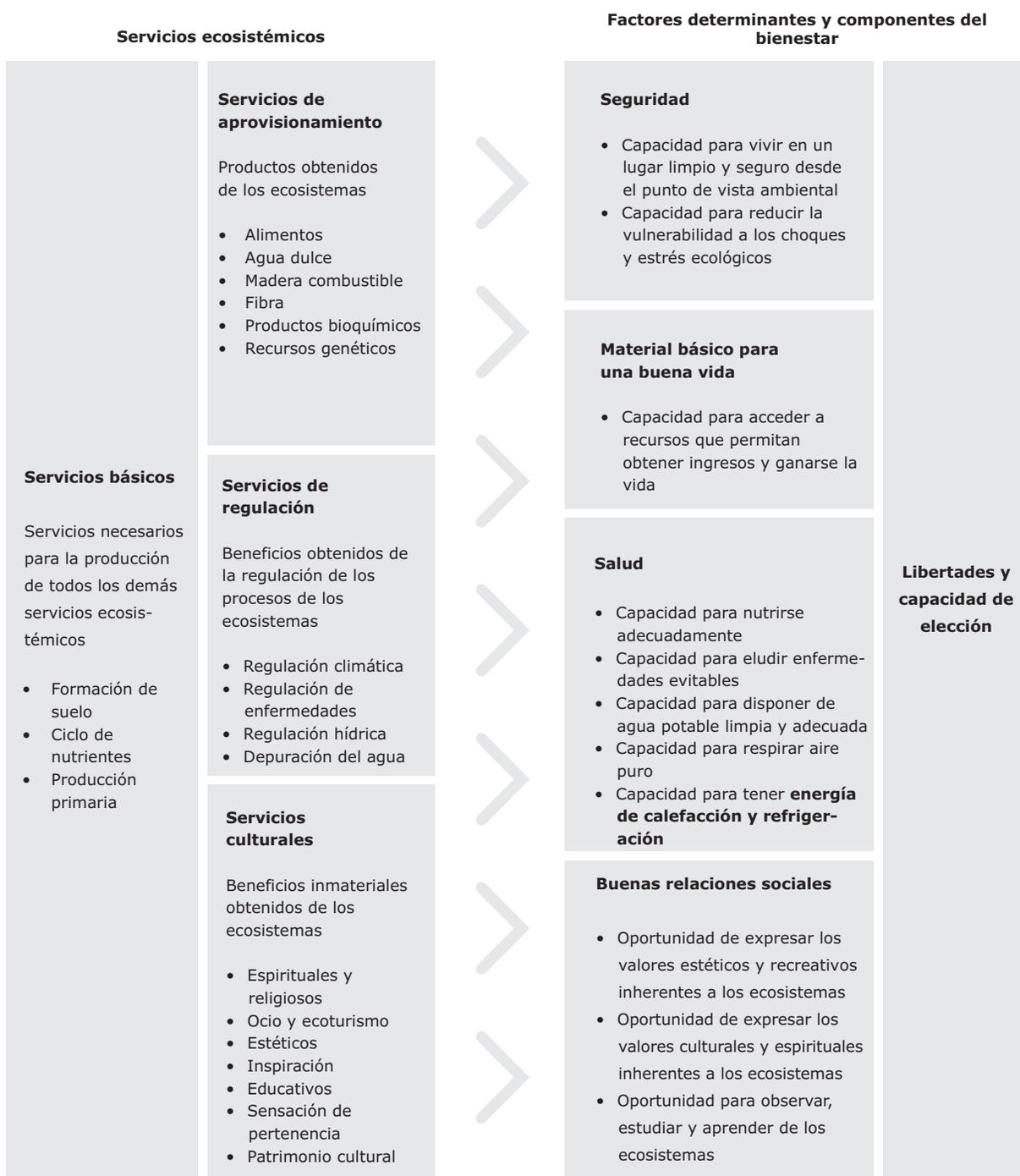
Otros servicios ecológicos de la biodiversidad son más indirectos y a menudo no tan claramente reconocidos. La vegetación natural mantiene insectos que polinizan los cultivos y controlan las plagas. El suelo y la vegetación almacenan y filtran el agua, que riega los cultivos, repone las reservas hídricas subterráneas

y ofrece protección contra las inundaciones. La evapotranspiración de vegetación y suelo contribuye a generar lluvia y enfría la tierra, los intercambios gaseosos entre atmósfera y vegetación mantienen la química atmosférica. Entre los servicios prestados está la moderación del cambio climático mediante la retención del dióxido de carbono que, de otro modo, permanecería en la atmósfera. Los ecosistemas también actúan como sumideros de productos residuales, absorbiéndolos y oxidándolos. También son la base de los paisajes apreciados por el turismo y por todos, por su valor cultural y psicológico.

La naturaleza proporciona recursos genéticos directos. Una cuarta parte de las medicinas modernas, que en su mayor parte son sintéticas, tienen su origen en remedios vegetales tradicionales. Las empresas farmacéuticas se encuentran entre los «bioexploradores» corporativos más asiduos de las selvas tropicales y otros lugares donde buscan los principios activos desarrollados por la naturaleza, a menudo ya descubiertos y utilizados por las comunidades locales. Cada bosque que se pierde es un riesgo para estas empresas. En 1987, se descubrió una sustancia química crucial para la lucha contra el VIH en hojas y ramas del árbol *Calophyllum langierum*. Lamentablemente, cuando los científicos volvieron para obtener más material, resultó que el árbol original había desaparecido y no ha podido encontrarse más. Desde entonces se ha descubierto un gen parecido en un árbol relacionado, aunque no tan activo como el del original. Por otro lado, la variedad genética presente en los precursores silvestres de los principales cultivos alimentarios sigue siendo un valioso recurso para el cultivo de plantas, para el control de plagas y para aumentar los rendimientos. La mayor parte de estos servicios son sencillamente imposibles de reproducir por el hombre. Por tanto, el bienestar futuro depende de que se mantengan los servicios ecológicos del planeta y en ello juega un buen papel la protección de su biodiversidad.

Los sistemas biológicos y ecológicos están en constante estado de cambio, de modo que la conservación no ha de orientarse a mantener todos los hábitat intactos ni a proteger cada una de las especies en peligro de extinción. Las especies se extinguen sin cesar: quizá una al año por cada millón. Sin embargo, la conservación funciona óptimamente cuando trata de preservar los

**Figura 8.7 Servicios ecosistémicos y sus vínculos con el bienestar humano**



Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005.

sistemas básicos para el soporte de la vida, de los cuales dependemos.

Lo que resulta preocupante en la situación actual es la escala de los cambios desencadenados por la actividad humana, hasta el punto de que agotan los ecosistemas y sus servicios. Está por ver si es posible utilizar instrumentos de mercado para proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que se basan en ella. Quizá los instrumentos jurídicos hayan de seguir siendo, como hasta el momento, el principal método de protección. Lo que es probable es que sean necesarios muchos instrumentos nuevos de toda índole para llevar a cabo la ingente tarea de mantener los ecosistemas y su biodiversidad.

La tasa actual de extinción de las especies se estima en mil veces mayor que la natural. Entre el 10% y el 30% de las especies de mamíferos y aves se encuentran actualmente en peligro de extinción y el alcance geográfico de la transformación humana del paisaje del planeta no tiene precedentes. Un estudio realizado por la Wilderness Conservation Society define un área de la superficie terrestre de la Tierra como directamente influida por el ser humano si:

- la densidad demográfica humana es superior a 1 persona por kilómetro cuadrado;
- hay una carretera o río importante en un radio de 15 kilómetros;
- la tierra se destina a usos agrícolas o se encuentra a dos kilómetros de un asentamiento humano o vía férrea; y
- produce luz eléctrica suficiente para que resulte visible por la noche desde un satélite.

De acuerdo con estos criterios, el 83% de la superficie terrestre de la Tierra está sometida a la influencia del ser humano. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM) intentó determinar en qué medida la humanidad ha degradado los ecosistemas naturales y el precio que está pagando por ello. Se observó que se han destinado más tierras a usos agrícolas en los últimos 50 años que en los siglos XVIII y XIX juntos. Más de la mitad de los fertilizantes nitrogenados sintéticos que se han utilizado en el planeta se han aplicado desde 1985.

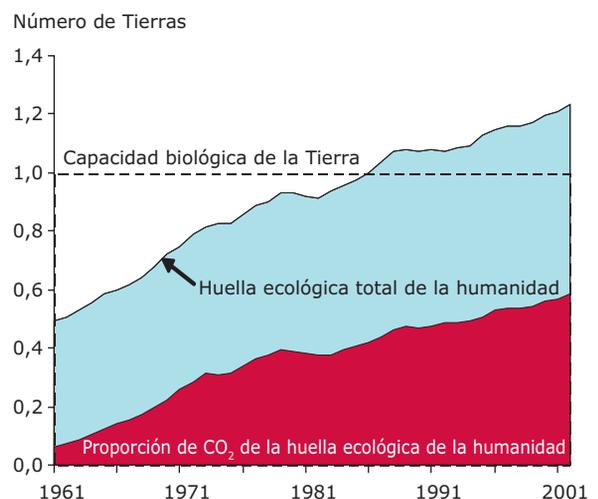
En total, la EM concluyó que el 60% de los servicios ecosistémicos que sustentan la vida en la Tierra —los

servicios que depuran y regulan el agua, generan la pesca, regulan la calidad del aire, el clima y las plagas— están degradándose o utilizándose de forma insostenible. Dado que la mayor parte del daño se ha causado en los últimos 50 años, podría ser demasiado pronto para saber con seguridad qué impactos puede tener el abuso humano a largo plazo.

No está claro en absoluto que los sistemas naturales puedan hacer frente a todo esto sin que se produzca un colapso general de esos servicios ecológicos. Muchos de los sistemas y de sus servicios se encuentran en clara decadencia, incluidas las pesquerías oceánicas y el suministro de agua dulce, la regulación de la calidad del aire, el propio clima, la protección contra la erosión del suelo y la producción de madera. Entre tanto, la pérdida de determinados ecosistemas, como ocurre con la deforestación, causa epidemias de enfermedades tales como la malaria —que estuvo a punto de desaparecer hace 35 años pero que actualmente mata a tres millones de personas al año, la mayoría niños. Este tipo de pérdidas también puede estar relacionado con la propagación desde el mundo natural a los seres humanos de virus como el Ébola y el VIH.

Los daños sufridos por los ecosistemas aumentan la vulnerabilidad del ser humano a toda una serie de catástrofes naturales. Las tormentas, los tsunamis y

**Figura 8.8 Superación de la carga ecológica 1961-2002**



Fuente: Global Footprint Network, 2004.

las mareas altas destruyen mucho más efectivamente comunidades costeras porque los manglares y los arrecifes de coral han sido destruidos. Las inundaciones sumergen poblaciones del interior porque la deforestación ha desestabilizado el suelo y reducido su capacidad para absorber las fuertes lluvias. En otros lugares, la pérdida de bosques permite que los incendios se propaguen por el territorio.

La influencia humana no significa necesariamente degradación. El ser humano puede prosperar en un territorio a la vez que mantener su biodiversidad, pues la naturaleza puede soportar un cierto grado de presión humana. Lo demuestran los paisajes agroecológicos que conviven con el ser humano, incluso en la densamente poblada Europa.

Resulta evidente, no obstante, que el mundo está demasiado poblado para que la humanidad pueda volver a una relación con la naturaleza del tipo de la que estuvo basada en la economía de la caza y la recolección o incluso en la economía agraria tradicional. Sin embargo, el hecho de haber desarrollado tecnologías para que grandes masas de población vivan con un alto nivel de vida no implica que puedan desperdiciarse los recursos naturales de los que depende la riqueza y la salud humanas. Es necesario

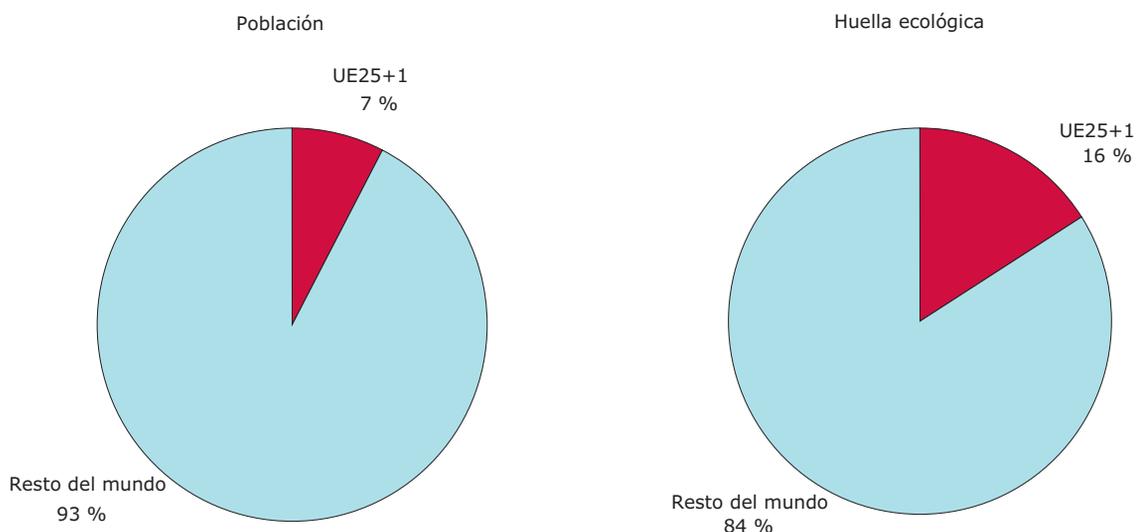
conservar y cuidar los ecosistemas del planeta para garantizar la propia supervivencia humana.

## 8.8 Seguimiento de la huella ecológica de Europa

El impacto de Europa sobre la biodiversidad se extiende más allá de sus propias costas. Los habitantes de Europa utilizan materiales de todo el planeta para alimentarse, vestirse, alojarse y transportarse. Y los residuos se extienden por todo el mundo, transportados por vientos y corrientes oceánicas. El elevado consumo y producción de residuos *per cápita* de Europa hace que su impacto sobre los ecosistemas se note mucho más allá de sus propias fronteras.

Un intento de reflejar este impacto es la «huella ecológica»: un indicador que valora en qué medida el ser humano utiliza la capacidad ecológica de la Tierra para producir el alimento y la fibra que necesita, acoger sus residuos, crear espacio para ciudades e infraestructuras y obtener otros servicios ecológicos, como la retención del dióxido de carbono que contienen las emisiones contaminantes. Este concepto ha sido difundido por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y por la Global Footprint Network, entre otras instituciones.

**Figura 8.9 UE25 y Suiza: huella frente a población**



**Fuente:** Global Footprint Network, 2004.

Según este indicador, la huella planetaria de la humanidad fue 2,5 veces mayor en 2002 que en 1961 y actualmente está sobreexplotando los recursos del planeta en un 20% (figura 8.8).

La huella ecológica se mide normalmente en hectáreas de tierra y en utilización productiva de los océanos para obtener los bienes y servicios ecológicos de los ciudadanos de un país. Esta cifra se compara con la superficie efectiva disponible: la biocapacidad del planeta. De acuerdo con estos cálculos, la biocapacidad disponible del planeta es de entre 1,5 y 2 hectáreas por persona, aunque menos de la mitad del mundo lleva este nivel de vida. Los habitantes de Norteamérica necesitan alrededor de 9 hectáreas para mantener su estilo de vida, los de Europa occidental 5 hectáreas, los de Europa central y oriental 3,5 hectáreas y los de Latinoamérica 3 hectáreas. La parte de la huella mundial que corresponde a la UE es más del doble de su porcentaje de la población mundial (figura 8.9).

Esta clase de cálculos resultan inevitablemente brutales y no exentos de polémica. No obstante, pueden servir de advertencia sobre la manera en que las sociedades humanas gestionan y comparten los recursos mundiales y los servicios ecológicos de los que dependen.

Algunos países, por tener bajas densidades demográficas, pueden afirmar razonablemente que, si bien consumen una cuota de los recursos planetarios mayor de lo que les corresponde, también aportan más. Pero no es el caso de Europa. Este continente está contrayendo una gran deuda ecológica con el resto del

mundo. La diferencia entre su huella y su biocapacidad productiva interior es enorme y no deja de aumentar.

En 1961, la huella planetaria de la UE25 era de 3 hectáreas por persona, prácticamente igual a la biocapacidad del continente. En 2001, esta huella había superado más de dos veces su biocapacidad interior. Efectivamente, hacen falta dos continentes del tamaño y fecundidad de la moderna Europa para que este continente pueda mantener el estilo de vida al que se ha acostumbrado.

Europa lo consigue utilizando su riqueza para importar la biocapacidad de terceros. De hecho, Europa exporta muchos de sus problemas ambientales, comprando productos que se crean mediante el agotamiento del capital natural de otro lugar, incluidos los países pobres y en desarrollo.

### La huella de Europa en el planeta

¿Cuánto ha crecido la huella ecológica de Europa y cuál es su impacto sobre el resto del planeta? La demanda de pescado de Europa es un caso claro. El pescado es la última fuente de proteína animal silvestre de que dispone Europa en su territorio y en sus alrededores. Su demanda aumenta, mientras que la mayoría de las pesquerías europeas están seriamente sobreexplotadas. Pese al crecimiento de la producción de pescado a través de la acuicultura, Europa ha recurrido cada vez más a la pesca en aguas extranjeras para mantener el suministro. En 1990, la UE15 importó 6,8 millones de toneladas de productos de la pesca; en 2003, esa cifra había aumentado casi un 40%, hasta 9,4 millones de toneladas.

#### Análisis de la huella de Europa

La lista de los 20 países del mundo con mayor huella ecológica *per cápita* está encabezada por los Emiratos Árabes Unidos, EE.UU, Kuwait y Australia. Pero los países europeos ocupan posiciones destacadas. Según WWF, los países europeos que tienen mayor huella ecológica son Suecia y Finlandia, cada uno con unas 7 hectáreas por persona. Se sitúan en quinta y sexta posición. En general, los países europeos ocupan más de la mitad de las 20 primeras posiciones.

La huella de Europa en otros países se debe en parte a sus importaciones de una serie de cultivos, como café, té, plátanos y otras frutas, aceite de soja y de palma, madera y pescado. Sin embargo, las emisiones de dióxido de carbono generadas por el uso de combustibles fósiles son, por sí solas, responsables de la mitad de la huella total de Europa.

Algunos países han comenzado a desacoplar el crecimiento económico de su huella ecológica. Uno de ellos es Alemania, que no ha aumentado su huella desde 1980, aunque sigue siendo más del doble de la biocapacidad del país. Esto se ha conseguido en gran medida reduciendo el consumo de carbón y las emisiones responsables de lluvia ácida y dióxido de carbono. La huella de Polonia se redujo de forma radical tras la caída de la antigua Unión Soviética y no ha crecido con la recuperación de su economía, probablemente gracias al cierre de muchas industrias pesadas. Por el contrario, la huella ecológica de Francia y Grecia no ha dejado de crecer.

La flota europea faena en aguas territoriales de 26 países extranjeros con los que la UE ha negociado acuerdos pesqueros. La mitad de estos países están en África. Aunque los acuerdos son abiertos y legales y contienen cláusulas sobre explotación sostenible, se critica que, sobre todo en África, algunas flotas europeas agotan las poblaciones de peces y privan a los pescadores locales de sus capturas tradicionales.

Europa también importa gran cantidad de langostinos. La mayor parte de los que son objeto de comercio internacional son productos de la acuicultura, por lo que apenas se producen pérdidas directas de las poblaciones silvestres. Sin embargo, los productores de este marisco, especialmente en Asia, crean sus piscifactorías talando manglares costeros. El aumento de la producción acuícola de langostinos en los últimos veinte años ha sido una importante causa de la destrucción de una cuarta parte de los manglares supervivientes de todo el mundo.

Los manglares son uno de los ecosistemas selváticos tropicales con mayor biodiversidad. También prestan otros servicios ecológicos. El tsunami que azotó Asia en 2004 demostró la importancia de éstos frente a las tormentas y las ondas mareales. Las zonas de la India y sus países vecinos que habían talado sus manglares para dejar espacio a estas piscifactorías resultaron generalmente más afectadas por el tsunami que aquellas que los conservaban, porque éstos actuaron como amortiguador, paliando la letal ola marina.

La madera es otro recurso natural crítico que se importa en Europa en grandes cantidades, a menudo desde países pobres en desarrollo donde la sostenibilidad del sector ha sido ampliamente cuestionada.

Aunque los países europeos producen suficiente madera bruta para satisfacer gran parte de sus necesidades de madera elaborada, papel y cartón, buena parte del resto proviene de países tropicales donde la tala ilegal es con frecuencia desmesurada. Los ecologistas advierten de los efectos ecológicos y sociales de la deforestación. La mitad de las importaciones de contrachapado de Bélgica proceden de los trópicos, junto con el 30% de las importaciones francesas de troncos, el 50% de las importaciones portuguesas de madera aserrada y el 30% de las importaciones británicas de chapa.

Los recursos forestales son cruciales para la mayoría de los países en desarrollo, tanto para la economía nacional como para el estilo de vida de subsistencia de los propios habitantes de los bosques. El Banco Mundial calcula que más de mil millones de los habitantes más pobres del mundo dependen de alguna manera de los recursos forestales para subsistir. Gestionados y explotados de forma sostenible, los bosques deben beneficiar a las poblaciones que viven de ellos.

El volumen de madera bruta importada por la UE es, no obstante, menor que en otros continentes. Europa es responsable del 4% del comercio mundial de madera, pero la actividad se concentra en determinadas zonas. Las empresas europeas dominan el negocio maderero de los países de África central, por ejemplo, acaparando el 64% de las exportaciones de madera de la región. La madera constituye una quinta parte de la balanza comercial de la UE con África central. Dentro de la UE, Francia es el mayor importador, seguido de España, Italia y Portugal.

A menudo es difícil determinar si la madera importada es de origen legal o ilegal, especialmente cuando las cadenas de suministro son complejas y los productos importados han sido transformados en el camino. En Asia hay claros indicios de que en países como Camboya, Indonesia y Myanmar (Birmania) se obtienen grandes volúmenes de madera de forma ilegal, parte de los cuales llegan sin duda a Europa.

El Banco Mundial calcula que aproximadamente la mitad de la industria de tala de madera de Indonesia puede ser ilegal. Esto significa que las industrias madereras talan árboles que pertenecen a terceros —muchas veces a los habitantes nativos de las selvas— o que los costes ecológicos o sociales ocasionados son inaceptables para el Gobierno. Entre las especies animales amenazadas por esta destrucción se encuentran los últimos orangutanes de Borneo y Sumatra. Aparte de la destrucción del medio ambiente y de la pérdida del sustento de los habitantes de los bosques, el Banco Mundial calcula que el comercio ilegal supone una pérdida de ingresos para el Gobierno de ese país superior a 500 millones de euros anuales.

Europa es además una gran importadora de productos oleaginosos vegetales, especialmente aceite y harina de soja y aceite de palma que se producen en los trópicos,

en tierras forestales taladas para este fin. Los productos de soja vienen sobre todo de Sudamérica y el aceite de palma del Sureste Asiático.

La UE es el segundo importador mundial de productos de soja y, tras intensificar los esfuerzos para eliminar la proteína animal de los piensos animales, se ha convertido en el mayor importador mundial de harina de soja.

El país que más productos de soja exporta a Europa es Brasil: en 2004, Europa fue el destino de casi la mitad de los 19 millones de toneladas de productos de soja exportados por Brasil. Esto tiene un importante coste ecológico. La soja probablemente sea el mayor factor de destrucción de los hábitat naturales de este país. Los espacios que ocupan las plantaciones de soja se ganan a las selvas tropicales y también a la sabana seca, el cerrado, localizado principalmente en la región del Mato Grosso. Esta zona recibe una protección mucho menor que las selvas tropicales, pero acoge más de 4.000 especies vegetales endémicas, así como animales en peligro de extinción como el armadillo gigante y el oso hormiguero gigante. A la vista del éxito de Brasil con sus ventas a Europa, Argentina y Paraguay han elaborado ambiciosos planes para ampliar la producción de soja en sus propios bosques del Chaco y del Atlántico.

El aceite de palma exportado del sureste Asiático hacia Europa se utiliza en la elaboración de un gran número de productos alimentarios, desde la margarina y los aceites de cocina hasta productos de panadería, pastelería, helados y pasta alimenticia. La UE es uno de los mayores importadores del mundo, con el 17% del comercio mundial. Los dos mayores productores son Malasia e Indonesia, que suman el 85% de la producción mundial. El aumento de la producción, en gran parte para atender la creciente demanda europea, es una importante fuerza motriz de las talas forestales en ambos países, además de agravar los conflictos sociales por la propiedad de los recursos forestales.

La huella ecológica planetaria de Europa también se extiende al agua. Aunque Europa no importa agua directamente, sí importa grandes volúmenes de «agua virtual», es decir, agua empleada fuera del continente en cultivos cuyos productos consume Europa. Estos productos pueden haberse obtenido utilizando la escasa

disponibilidad hídrica para riego en esas zonas. Tres productos —trigo, arroz y soja— representan casi dos terceras partes del comercio mundial de agua virtual.

Los volúmenes de agua que esto implica son enormes. Se necesitan de 2.000 a 5.000 litros de agua para cultivar 1 kilo de arroz y 7.500 litros para cultivar los 250 gramos de algodón necesarios para fabricar una sola camiseta. Cada vez es mayor el número de países que sufren de estrés hídrico y, a medida que aumenta el coste del suministro de agua para riego, se intensifica el debate sobre la sostenibilidad del comercio de agua virtual.

Los países europeos están entre los mayores importadores mundiales de agua virtual, cifrándose las importaciones anuales en unos 400.000 millones de metros cúbicos. Algunas importaciones habituales de agua virtual son los tomates y naranjas de Israel, el algodón de Egipto y Australia y el arroz del Sureste Asiático. Los Países Bajos por sí solos importan unos 150.000 millones de metros cúbicos de agua virtual. Alemania, Italia y España también entran en la lista de los diez mayores importadores mundiales, con más de 60.000 millones de metros cúbicos cada uno.

La UE también deja una importante huella en el comercio de animales vivos. Por ejemplo, la UE importa el 92% de las aves silvestres objeto de comercio internacional. Los principales importadores son Italia, los Países Bajos y España. Muchas de estas aves figuran como especies en peligro de extinción en el Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). Según un estudio realizado por organizaciones no gubernamentales, en los últimos cuatro años la UE ha importado tres millones de aves consignadas en el CITES. Esta actividad comercial podría haber sido la vía de entrada de la gripe aviar asiática en Europa en 2003.

## 8.9 El valor económico de la biodiversidad

La humanidad vive en un mundo donde el valor suele medirse en términos económicos. El problema de la protección de la biodiversidad radica en que, por mucho que se aprecie su valor o se comprenda su importancia para mantener los servicios ecológicos,

es difícil ponerle precio. A menudo, las empresas no pagan el coste del daño que causan a los ecosistemas. Tampoco suele haber beneficios o incentivos para quienes se toman la molestia de conservar estos «activos». El sistema económico mundial todavía ha de encontrar una forma satisfactoria de incluir en los cálculos estas pérdidas de capital natural del que, en última instancia, depende el mismo sistema.

Una nueva generación de economistas trata de poner un precio a la biodiversidad y de evaluar los beneficios de los servicios que prestan los ecosistemas. Creen que el proceso de evaluación ayudará a los responsables políticos a apreciar el valor de los «activos de la naturaleza». Esto permitirá a la sociedad, por un lado, valorar mejor quién gana y quién pierde cuando se talan los bosques naturales, se secan los humedales o se destruyen los arrecifes de coral y, por otro, estudiar estrategias económicas alternativas que permitan obtener mejores rendimientos gracias a la protección de los servicios ecosistémicos. En última instancia, estos nuevos economistas confían en que el valor de los servicios ecosistémicos pueda incorporarse de forma rutinaria a los mecanismos de mercado predominantes.

La biodiversidad puede parecer un concepto bastante abstracto para muchos. Por lo tanto, ¿qué es lo que intentan valorar los economistas en concreto?

Al respecto se han establecido cuatro categorías:

- Valores de uso directo. Incluyen artículos y materias que obtienen las sociedades humanas, como madera, alimento y medicinas vegetales, junto con elementos de la naturaleza que utilizan sin consumirlos, como los paisajes.
- Valores indirectos. Son los servicios ecológicos que presta la naturaleza. Por ejemplo, los humedales depuran el agua; los bosques mantienen la fauna y la flora y retienen y almacenan carbono, moderando así el cambio climático; los manglares protegen las costas frente a tormentas y tsunamis.
- Valores opcionales. Son valores directos e indirectos que no se utilizan ahora, pero que pueden utilizarse en el futuro. De este modo, podría valer la pena proteger los manglares porque

en el futuro constituirán una barrera contra la elevación del nivel del mar. Un bosque podría conservarse porque un día podría proporcionar la solución para curar una enfermedad.

- Valores existenciales. Son en gran medida valores culturales o espirituales. Los europeos pueden percibir valor de una selva tropical aunque nunca esperen utilizarla o visitarla u obtener servicio alguno de ella. Simplemente satisface saber que está ahí.

Los dos primeros de estos valores pueden cuantificarse, al menos en teoría. Los recursos utilizados directamente tienen un valor económico en el mercado. Por ejemplo, puede valorarse una producción que se perdería si se talase una selva tropical. También pueden medirse los valores indirectos, cuantificando el coste de sustitución de un servicio ecológico, ya sea la depuración del agua, el enfriamiento del aire o la prevención de inundaciones.

Los valores opcionales y existenciales pueden no ser menos importantes para la sociedad, pero son más difíciles de cuantificar. En un proceso convencional, los economistas «descontarían» el valor futuro, otorgando escaso crédito al valor opcional, pero ¿es eso aceptable cuando, a través de Naciones Unidas, los gobiernos han acordado que deben mantenerse los ecosistemas del planeta en buen estado para que sean utilizados por las futuras generaciones?

El problema es que el valor económico de una selva tropical puede determinarse más fácilmente mediante la explotación de elementos de valor directo, sin tener apenas en cuenta los elementos de valor indirecto o los valores opcionales o existenciales, por ejemplo talando bosques para obtener madera. Sin embargo, si se incluyeran estos otros valores, sería más económico explotar el bosque de manera que pudiera regenerarse y mantener su valor para otros usos. De igual forma, probablemente sería mejor proteger los arrecifes de coral contra la pesca destructiva y los manglares contra la transformación en piscifactorías de langostinos.

Esta es la teoría; la práctica es más difícil. En general, el propietario de la tierra sólo puede obtener el valor directo del recurso. El valor indirecto tiene muchos

otros beneficiarios que jurídicamente no tienen la propiedad ni control alguno sobre el recurso. Los gobiernos pueden tener que intervenir, ya sea para establecer instrumentos económicos que permitan al propietario beneficiarse del valor indirecto del recurso o para promulgar leyes en nombre del interés general y evitar la pérdida de esos valores indirectos.

Queda por determinar cómo pueden utilizarse los instrumentos de mercado para proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos relacionados con ella. Quizá los instrumentos jurídicos hayan de seguir siendo, como hasta ahora, el principal método de protección. Es probable que sean necesarios muchos instrumentos nuevos de toda índole para llevar a cabo la ingente tarea de mantener los ecosistemas y su biodiversidad.

## 8.10 Resumen y conclusiones

Europa alberga unas 1.000 especies de animales –sin contabilizar unas 100.000 de invertebrados y 10.000 de plantas. La biodiversidad y la variedad de ecosistemas de Europa es esencial al considerar los servicios que prestan los ecosistemas en la actualidad y que pueden prestar en el futuro, sobre todo en relación con las posibles adaptaciones al cambio climático. Mantener la variedad de los ecosistemas en términos de abundancia, salud y conectividad no es exclusivamente una cuestión de conservación de la naturaleza, sino un reto fundamental para la sociedad humana. En toda Europa, la mayoría de los grandes tipos de ecosistemas presentan señales preocupantes de que están produciéndose cambios serios y rápidamente.

La mayor parte de la superficie terrestre de Europa está en uso productivo: menos de una quinta parte puede considerarse improductiva y la mayor parte son tierras anteriormente productivas que han sido abandonadas, quizá temporalmente. Las mayores pérdidas de hábitat y ecosistemas para la biodiversidad en todo el continente durante la década de los 90 se produjeron en brezales, matorrales y tundras, así como en humedales. Muchos de estos últimos han perdido terreno por el avance de la urbanización costera, embalses de montaña y obras de ingeniería fluvial. De forma similar, a pesar de que la superficie arbolada de Europa es mayor que la que había en el pasado reciente, muchos

bosques son explotados con mayor intensidad que antes. Estas pérdidas repercuten en algunas especies.

Aunque casi el 18% de la superficie terrestre de la Comunidad goza de protección como parte de la Estrategia europea para conservar sus principales hábitat silvestres, muchas especies siguen amenazadas, entre ellas un 42% de los mamíferos nativos, un 15% de las aves, un 45% de las mariposas, un 30% de los anfibios, un 45% de los reptiles y un 52% de los peces de agua dulce.

Las elevadas tasas de consumo y producción de residuos de Europa afectan a la biodiversidad mucho más allá de sus propias fronteras y costas. Los habitantes europeos utilizan materiales de todo el planeta para alimentarse, vestirse, alojarse y transportarse. Sus residuos también se extienden por todo el mundo, transportados por vientos y corrientes oceánicas. En 1961, la huella planetaria de la UE25 era de tres hectáreas por persona, prácticamente igual a la biocapacidad del continente, pero en 2001, había duplicado con creces esta biocapacidad.

Aunque siguen existiendo grandes incertidumbres sobre la capacidad de los ecosistemas para resistir, adaptarse o incluso beneficiarse del cambio climático, éste afectará a casi todos los aspectos de la vida en Europa. Se alterarán las épocas de crecimiento y floración y también las temporadas de migración y sus destinos. Las especies que no puedan trasladarse decaerán o se extinguirán; otras aprovecharán el espacio climático que se abra. Las plagas cambiarán sus ámbitos de influencia. El dióxido de carbono de la atmósfera fertilizará algunas plantas, mientras las sequías y las inundaciones debilitarán otras.

La Unión Europea y sus Estados miembros se han fijado el ambicioso objetivo de detener la pérdida de biodiversidad en 2010, dada la gravedad de la amenaza que supone para los recursos ecológicos del planeta y para el bienestar humano. Aunque lentamente, los avances se suceden en varios frentes y se realiza una labor de sensibilización de las partes interesadas. Ello a pesar de la complejidad que rodea a la biodiversidad y el limitado conocimiento de las interrelaciones existentes entre genes, especies, hábitat, ecosistemas, biomas (zonas bioclimáticas) y paisajes.

La conservación no trata únicamente de preservar hábitat singulares y especies amenazadas; trata de preservar los sistemas básicos que sustentan la vida en la Tierra. Queda por ver si será posible utilizar los instrumentos de mercado para proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos o si los instrumentos jurídicos seguirán siendo el principal método de protección, como hasta ahora. Resulta evidente que será necesario realizar un esfuerzo mucho mayor para aplicar con la máxima eficacia los instrumentos reguladores ya disponibles en favor de la biodiversidad, y es probable que se necesiten otros nuevos de diversa índole si se quiere llevar a cabo la inmensa tarea que supone mantener los ecosistemas y la biodiversidad de los que depende el bienestar humano.

## Referencias y bibliografía adicional

Indicadores básicos descritos en la Parte B del presente informe que tienen relación con este capítulo: CBI 07, CBI 08, CBI 09, CBI 14, CBI 26 y CBI 34.

### La biodiversidad de Europa: antecedentes

Blondel, J., 2005. 'La biodiversité sur la flèche du temps', Presentación realizada en la primera conferencia internacional 'Biodiversity, science and governance' celebrada en París entre el 24 y el 28 de enero de 2005. (Véase [www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris/](http://www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris/). — acceso el 13/10/2005).

Mittermeier, R. et al., 2005. Hot spots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions, Conservation International, Washington.

Museo Americano de Historia Natural, 2005. The current mass extinction. (Véase [www.well.com/user/davidu/extinction.html](http://www.well.com/user/davidu/extinction.html) — acceso el 13/10/2005).

Thomas, J.A., Telfer, M.G., Roy, D.B. et al., 2004. 'Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis', *Science* 303, págs. 1879–1881.

### Cambios en los espacios naturales: la agricultura intensiva y la expansión urbana

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2002. Towards an Urban Atlas: assessment of spatial data on 25

European cities and urban areas, Informe temático de la AEMA nº 30, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. High nature value farmland-characteristics, trends and policy challenges, Informe AEMA 1/2004, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005, Base de datos CLC (Véase <http://dataservice.eea.eu.int/dataservice> — acceso el 13/10/2005).

EuroGeoSurveys, 2004, European Landscapes for Living (Véase: [www.gsi.ie](http://www.gsi.ie) — acceso el 13/10/2005).

### Principales ecosistemas de Europa

Agencia Europea del Medio Ambiente, 1998. Medio ambiente en Europa: segunda evaluación, Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2001 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 1999. Medio ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI, Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2001 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. Agriculture and the environment in the EU accession countries — Implications of applying the EU common agricultural policy, Informe de temas ambientales Nº 37, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. High nature value farmland: Characteristics, trends and policy challenges, Informe AEMA nº1/2004, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. Impactos del cambio climático en Europa. Una evaluación basada en indicadores, Versión española, Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. IRENA indicator fact sheet, IRENA 15: Intensification/ extensification (Véase [http://themes.eea.eu.int/IMS\\_IRENA/Topics/IRENA/indicators/IRENA15%2C2004/index.html](http://themes.eea.eu.int/IMS_IRENA/Topics/IRENA/indicators/IRENA15%2C2004/index.html) — acceso el 13/10/2005).

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. The state of biological diversity in the European Union, Informe preparado por la Agencia Europea del Medio Ambiente para la Conferencia para partes interesadas: 'Biodiversity and the EU – Sustaining life, sustaining livelihoods', celebrada entre el 25 y el 27 de mayo de 2004 en Malahide, Irlanda.

Andrés, C. y Ojeda, F., 2002. 'Effects of afforestation with pines on woody plant diversity of Mediterranean heathlands in southern Spain', *Biodiversity and Conservation*, Vol. 11, No 9, Septiembre de 2002, págs. 1511–1520, Springer Science+Business Media B.V., anteriormente Kluwer Academic Publishers B.V.

Birdlife, 2004. Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status, *Birds Conservation Series N° 12*, Birdlife International. (Véase [www.birdlife.org/action/science/indicators/pdfs/2005\\_pecbm\\_indicator\\_update.pdf](http://www.birdlife.org/action/science/indicators/pdfs/2005_pecbm_indicator_update.pdf) — acceso el 13/10/2005).

Bradshaw, R. y Emanuelsson, U., 2004. 'History of Europe's biodiversity', Nota de información como complemento del informe 'Halting biodiversity loss', AEMA, Copenhague (inédito).

Bruszik, A. y Moen, J., 2004. 'Mountain biodiversity', Nota de base como complemento de un informe sobre "Detener la pérdida de biodiversidad", AEMA, Copenhague (inédito).

Centro Temático Europeo sobre Protección de la Naturaleza y la Biodiversidad (CTE/PNB), 2002. Identification of introduced freshwater fish established in Europe and assessment of their geographical origin, current distribution, motivation for their introduction and type of impacts produced.

CEPE/FAO, 2000. Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (TBFA 2000), Main report, Contribución de la CEPE/FAO a la Evaluación Global de Recursos Silvícolas 2000, Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra.

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas 2003. The condition of forests in Europe, Informe ejecutivo 2003, Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), CEPE, Hamburg.

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, 2004. The condition of forests in Europe, Informe ejecutivo 2004, Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH). CEPE, Hamburgo.

Conferencia Ministerial para la Protección de los Bosques en Europa, 2003. Programa de trabajo de MCPFE, Seguimiento paneuropeo de la Cuarta Conferencia Ministerial 'The protection of forests in Europe' 28–30 abril 2003, Viena, Austria, adoptado en la Reunión de expertos del MCPFE 16–17 octubre 2003, Viena, Austria.

Consejo de Europa, 2001. European rural heritage. Naturopa, N° 95, Estrasburgo.

Consejo de Europa, 2002. Heritage and sustainable development. Naturopa, N° 97, Estrasburgo.

Delanoe, O., de Montmollin, B. y Olivier L. (eds), 1996. Conservation of Mediterranean island plants: Strategy for action, 106 págs., UICN Publications, Cambridge, Reino Unido y Covelo CA, EE.UU..

Diaci, J. (ed.), 1999. Virgin forests and forest reserves in central and eastern European countries, Prólogo a informes de los ponentes invitados presentado en la reunión del Grupo de Trabajo y Comité gestor de COST E4 en Ljubljana, Eslovenia 25–28 abril 1998, Universidad de Ljubljana. 171 págs. (incluye informes por países de Bosnia y Herzegovina, Croacia, República Checa, Polonia, Rumania, Eslovenia y Suiza ).

Diaci, J. y Frank, G., 2001. 'Urwälder in den Alpen: Schützen und Beobachten, Lernen und Nachahmen', In: Internationale Alpenschutzkommission (ed.), *Alpenreport*, Vol. 2, Verlag Paul Haupt, Stuttgart, págs. 253–256.

Dufresne, M. et al., en imprenta. Vieux arbres et bois mort: des composantes essentielles de la biodiversité forestière, Prólogo al taller sobre 'Gestion forestière et biodiversité' held in Gembloux (BE) del 23 de marzo de 2005, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, Plateforme biodiversité.

Edwards, M. et al., 2003. Ficha técnica sobre fitoplancton enviada a CTE/Aire y Cambio Climático, AEMA, Copenhague.

- European Bird Census Council, Royal Society for the Protection of Birds, BirdLife y estadísticas Países Bajos, 2005. A biodiversity indicator for Europe: Wild bird indicator update 2005.
- Eurostat, 2005. Estadísticas de pesca (1990–2003). (Véase [http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-DW-04-001/EN/KS-DW-04-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_OFFPUB/KS-DW-04-001/EN/KS-DW-04-001-EN.PDF) — acceso el 13/10/2005).
- Hallanaro, E.-L. y Pylvänäinen, M., 2002. Nature in northern Europe — Biodiversity in a changing environment, Nord 2001:13, Consejo de Ministros Nórdicos, Copenhague.
- Hoogeveen, Y.R., Petersen, J.E., Gabrielsen, P., 2001, Agriculture and biodiversity in Europe. Informe de base para la Conferencia europea de alto nivel sobre agricultura y biodiversidad, 5–7 junio, París. STRA-CO/AGRI (2001) 17. Consejo de Europa/PNUMA
- IUFRO, INRA, 2005. Prólogo a la Conferencia 'Biodiversity and conservation biology in plantation forests', celebrada en Burdeos, Francia (en imprenta).
- Lazdinis, M. et al., 2005. 'Afforestation planning and biodiversity conservation: Predicting effects on habitat functionality in Lithuania', Journal of Environmental Planning and Management, Volumen 48, Número 3/ Mayo 2005, págs. 331–348, Routledge, parte del Grupo Taylor & Francis .
- Loreau, M., 2000. 'Loss of biodiversity decreases biomass production in European grasslands', GCTE News, 15, 3–4.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2000. World watch list for domestic animal diversity (3ª edición), FAO, Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001. Global forest resources assessment 2000 — Main report, FAO Forestry Paper N° 140, FAO, Roma. (Véase [www.fao.org/forestry/site/fra2000report/en](http://www.fao.org/forestry/site/fra2000report/en) — acceso el 13/10/2005).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005. The state of the world's forests 2005.
- Nivet, C. y Frazier, S., 2002. A review of European wetland inventory information, Wetlands International.
- Nixon, S., Tren, Z., Marcuello, C. et al., 2003. Informe temático 1/2003, AEMA, Copenhague.
- RIVM, 2004. Environmental data compendium. (Véase [www.rivm.nl/milieuennatuurcompendium/en/index.html](http://www.rivm.nl/milieuennatuurcompendium/en/index.html) — acceso el 13/10/2005).
- Van Swaay, C.A.M., 2004. Analysis of trends in European butterflies, Informe VS2004.041, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Van Swaay, C.A.M y Warren, M.S., 1999. Red Data Book of European butterflies (Rhopalocera), Nature and Environment, N° 99, Publicaciones del Consejo de Europa.
- Especies alóctonas invasoras**
- Nixon S., Kristensen P., Fribourg-Blanc, B. et al., 2004. Pressures on freshwater biodiversity, Nota de base complementaria al informe 'Halting biodiversity loss', AEMA, Copenhague (inédito).
- Zenetos, A., Todorova, V. and Alexandrov B., 2002. Marine biodiversity changes in the Mediterranean and Black Sea regions, Informe para la Agencia Europea del Medio Ambiente. (Véase [www.iasonnet.gr/abstracts/zenetos.html](http://www.iasonnet.gr/abstracts/zenetos.html) — acceso el 13/10/2005).
- Cambio climático y biodiversidad**
- Grabherr, G., 2003. 'Overview: Alpine vegetation dynamics and climate change — a synthesis of long term studies and observations', In: Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C. y Thompson, D.B.A. (eds), Alpine biodiversity in Europe, Ecological Studies 167, págs. 399–409.
- Lehner, B., Henrichs, T., Döll, P. y Alcamo, J., 2001. EuroWasser: Modelbased assessment of European water resources and hydrology in the face of global change, Kassel World Water Series N° 5, Centre for Environmental Systems Research, University of Kassel.
- Theurillat, J.P. y Guisan, A., 2001. Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review. Climatic Change 50, págs. 77–109.

Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E. et al., 2004. Extinction risk from climate change, *Nature* 427, págs. 145–148.

Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M.B. et al., 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 7 junio 2005, Vol. 102, Nº 23, págs. 8245–8250.

### Principales respuestas reguladoras de la biodiversidad

Bennett, H., 2005. Cross-compliance in the CAP: Conclusions of a Pan-European project 2002–2005, IEEP, Londres.

Buord, S., Lesouef, J.-Y. y Richard, D., in print. 'Consolidating knowledge on plant species in need of urgent attention at European level', En: *Proceedings of the 4th Planta Europa Conference held in Valencia, Spain 17–20 septiembre 2004*.

Centro Temático Europeo sobre la Diversidad Biológica (CTE/DB), 2005. Base de datos EUNIS de especies. (Véase <http://eunis.eea.eu.int/> — acceso el 13/10/2005).

Comisión Europea, 2001. *Environment 2010: Our future, our choice* — Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, 2001, COM(2001)31; OJ L242.

Comisión Europea, 2005. *Comunicación de la Comisión al Consejo y el Parlamento Europeos — Informe sobre la implementación de la Estrategia de bosques de la UE*, COM(2005) 84 final. (Véase [www.europa.eu.int/comm/agriculture/publi/reports/forestry/com84\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/agriculture/publi/reports/forestry/com84_en.pdf) — acceso el 13/10/2005).

Davis, S., Heywood, V.H. y Hamilton, A.C. (eds), 1994–1997. *Centres of plant diversity* (tres volúmenes), World Wide Fund for Nature and International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza.

De Heer, M., Kapos, V., Ten Brink, B.J.E., 2005. *Biodiversity trends in Europe: Development and testing of a species trend indicator for evaluating progress towards the 2010 target*, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* (en imprenta).

Plataforma Europea para la Estrategia de Investigación de la Biodiversidad, 1999–2005. (Véase [www.epbrs.org/epbrs\\_library.html](http://www.epbrs.org/epbrs_library.html) — acceso el 13/10/2005).

UICN, 2004. *Resoluciones del Tercer Congreso Mundial de Conservación*. (Véase [www.iucn.org/congress/members/submitted\\_motions.htm](http://www.iucn.org/congress/members/submitted_motions.htm) — acceso el 3/2005).

UICN, 2004. *The 2004 IUCN Red List of threatened species*. (Véase [www.redlist.org](http://www.redlist.org) — acceso el 13/10/2005).

Situación global: la biodiversidad como soporte de la sociedad

Banco Mundial, 2004. *Sustaining forests — a development strategy*. (Véase <http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/ardext.nsf/14ByDocName/ForestsStrategyandOperationalPolicyForestsStrategy> — acceso el 13/10/2005).

Brashares, J., Arcese, P., Sam, M. et al., 2004. 'Bushmeat hunting, wildlife declines, and fish supply in West Africa', *Science* 306, pág. 1180.

CEPE/FAO, 2000. *Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (TBFRA 2000), Main report, Contribución de la CEPE/FAO a la Evaluación Global de Recursos Silvícolas 2000*, Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra.

Chivian, E. (ed.), 2002. *Biodiversity: Its importance to human health, Interim Executive Summary*, Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School. (Véase [www.med.harvard.edu/chge/Biodiversity.screen.pdf](http://www.med.harvard.edu/chge/Biodiversity.screen.pdf) — acceso el 13/10/2005).

ONU/Banco Mundial, 2005. *Evaluación de Ecosistemas del Milenio*.

Organización Mundial de la Salud, 2003. *Fact Sheet Nº 134: Traditional medicine*. (Véase [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs134/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs134/en/) — acceso el 13/10/2005).

Pisupati, B. y Warner, E., 2003. *Biodiversity and the Millennium Development Goals*, UICN, Regional Biodiversity Programme Asia, Sri Lanka.

- Reid, W. et al., 2005. Informe de síntesis de la Evaluación del Ecosistemas del Milenio, borrador final previo a la publicación aprobado por MA Board el 23 de marzo de 2005.
- Starke, L. (ed.), 2004. The state of the world 2004, Special focus: The consumer society, Worldwatch Institute. (Véase [www.worldwatch.org](http://www.worldwatch.org) — acceso el 13/10/2005).
- Ten Brink, P., Monkhouse, C. y Richartz, S., 2002. Promoting the socio-economic benefits of Natura 2000, Informe de base para la conferencia europea 'Promoting the socio-economic benefits of Natura 2000', Bruselas 28–29 noviembre 2002, IEEP. (Véase [www.ieep.org.uk](http://www.ieep.org.uk) — acceso el 13/10/2005).
- Tilman, D., 2005. 'Biodiversity and ecosystem services: Does biodiversity loss matter?' Presentación realizada en la primera conferencia internacional 'Biodiversity, science and governance', celebrada en París entre el 24 y el 28 de enero de 2005. (Véase [www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris/](http://www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris/) — acceso el 13/10/2005).
- WWF India, 2004. Tsunami's aftermath: On Asia's coasts, progress destroys natural defences. (Véase <http://wwfindia.org/tsunami1.php> — acceso el 13/10/2005).
- Seguimiento de la huella ecológica de Europa**
- Brown, J. and Ahmed, 2004. Sustainable EU fisheries — facing the environmental challenges, Consumption and trade of fish. IEEP, Londres.
- FAO, 2005. The state of world fisheries and aquaculture, FAO, Roma.
- Halwell, B., 2002. Home grown: The case for local food in a global market, Worldwatch Paper 163.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2004. Virtual water trade — A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. IEEP, Londres.
- IIED, 2002. Drawers of water II. (Véase [www.iied.org/sarl/dow/pdf/uganda.pdf](http://www.iied.org/sarl/dow/pdf/uganda.pdf) — acceso el 13/10/2005).
- ITTO, 2003. Annual review and assessment of the world timber situation 2003, International Tropical Timber Organization.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J. et al., 1998. Fishing down marine food webs, *Science* 279, págs. 860–863.
- Picard, O. et al., 2001. Evaluation of the Community aid scheme for forestry measures in agriculture of Regulation No 2080/92, Final Report, Institut pour le Développement Forestier, Auzeville, Francia.
- PNUMA/Grid Arendal, 2004. Poverty-biodiversity mapping applications, Documento de discusión preparado para el congreso mundial del UICN, noviembre 2004. (Véase [www.poverty-map.net/publications/doc/iucn\\_2004/stunting.cfm](http://www.poverty-map.net/publications/doc/iucn_2004/stunting.cfm) — acceso el 13/10/2005).
- USDA, 2005. Brazil oilseeds and products soybean update 2005, Informe GAIN nº BR5604. (Véase [www.fas.usda.gov/gainfiles/200502/146118775.pdf](http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200502/146118775.pdf) — acceso el 13/10/2005).
- USDA, 2005. Oilseeds: World markets and trade. (Véase [www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2005/05-03/toc.htm](http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2005/05-03/toc.htm) — acceso el 13/10/2005).
- WWF, 2004. Living planet report 2004. (Véase [www.panda.org/downloads/general/lpr2004.pdf](http://www.panda.org/downloads/general/lpr2004.pdf) — acceso el 13/10/2005).
- El valor económico de la biodiversidad**
- Banco Mundial, UICN and The Nature Conservancy, 2004. How much is an ecosystem worth? Assessing the economic value of conservation, International Bank for Reconstruction and Development/Banco Mundial, Washington.
- Parlamento Escocés, 2002. SPICe Briefing: Rural tourism, 21 agosto 2002. (Véase [www.scottish.parliament.uk/whats\\_happening/research/pdf\\_res\\_brief/sb02-92.pdf](http://www.scottish.parliament.uk/whats_happening/research/pdf_res_brief/sb02-92.pdf) — acceso el 13/10/2005).
- Seafood choices alliance. (Véase [www.seafoodchoices.org/](http://www.seafoodchoices.org/) — acceso el 13/10/2005).

# 9 El medio ambiente y los sectores económicos

## 9.1 Introducción

La economía depende del medio ambiente. El medio natural presta servicios ecológicos de gran valor, como los bosques que moderan el cambio climático, los humedales que absorben las inundaciones y los suelos que depuran el agua y amortiguan la contaminación. También es fuente de materiales, agua, medicinas y energía, además de sumidero para nuestros residuos y contaminación, donde los materiales tóxicos se reciclan en formas benignas y a veces útiles. Por último, ofrece espacio para la construcción de viviendas y la realización de actividades de ocio, así como para otras especies. La prosperidad económica es imprescindible para llevar a cabo una gestión ambiental eficaz, sobre todo en el mundo desarrollado.

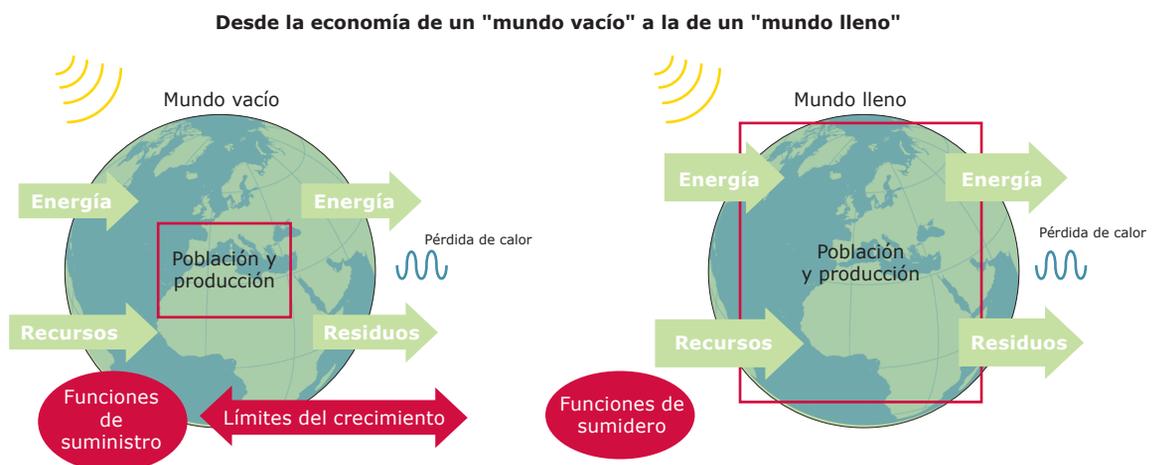
El proceso por el que se determina el valor real que tienen los servicios ecológicos —un valor que refleje su auténtico lugar en la economía moderna— sigue en fase embrionaria. Quizá sea ésta una de las razones por las cuales seguimos erosionando los recursos naturales del planeta a un ritmo mayor de lo que puede ser viable. Tal como declaró el Consejo Mundial de Empresas para el Desarrollo Sostenible en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: «Los negocios no pueden funcionar si los ecosistemas y los servicios que éstos nos

brindan —como agua, biodiversidad, fibra, alimentos y clima— son degradados o no están en equilibrio».

La economía mundial tardó toda la historia de la humanidad hasta 1900 en alcanzar un Producto Interior Bruto (PIB) de 1,7 billones de euros (2 billones de dólares estadounidenses) a los precios de 1990. Cincuenta años más tarde, esta cifra había alcanzado los 4,1 billones de euros (5 billones de dólares estadounidenses) y en 2001 los 31 billones de euros (37 billones de dólares estadounidenses), más de siete veces la cifra de 1950. La rapidez y magnitud de este desarrollo económico es lo que amenaza la integridad de los servicios ecológicos que sustentan la actividad económica. Es ya un hecho generalmente aceptado que existen límites físicos al crecimiento económico basado en la explotación de los recursos (figura 9.1).

Las tasas actuales de crecimiento económico y demográfico hacen más difícil que nunca la adaptación de los ecosistemas y sus servicios. Junto con la rápida intensificación de los hábitos de consumo personal, los cambios demográficos y la transformación económica, el creciente aprovechamiento económico de los recursos medioambientales deja relativamente poco tiempo para la adaptación ecológica. Resulta preocupante que los análisis de las tendencias actuales indiquen que la

**Figura 9.1 El crecimiento económico mundial de 1900 a 2001 y su relación con el uso de los servicios medioambientales**



1990: 2 billones de dólares de EEUU por 1,7 billones de euros      2001: 37 billones de dólares EEUU por 31 billones de euros

Fuente: AEMA, sobre datos de la OCDE.

intensidad de explotación de los servicios ecológicos va a aumentar en el futuro.

## 9.2 La transformación del medio ambiente en Europa

La situación general del estado del medio ambiente europeo sigue siendo compleja. Por el lado positivo, se han registrado reducciones importantes de las emisiones de sustancias que dañan la capa de ozono, reducciones de las emisiones que provocan acidificación y contaminación atmosférica y reducciones de la contaminación de fuentes puntuales, que han mejorado la calidad del agua. La protección de la biodiversidad, a través de la declaración de hábitat protegidos, también ha dado lugar a algunas mejoras en el mantenimiento de la productividad de los ecosistemas y el disfrute de los espacios naturales. En general, estos avances se han logrado principalmente con la aplicación de medidas «tradicionales», como la regulación de productos y procesos productivos y la protección de espacios naturales importantes. Estos campos de regulación están amparados por una legislación europea consolidada y, en muchos casos, también se enmarcan directa o indirectamente en el ámbito de distintos convenios internacionales.

Otras presiones ambientales, como la producción de residuos y gases de efecto invernadero, han registrado tendencias al alza, en consonancia con la evolución socioeconómica general. Se cree que los objetivos de reducción a corto plazo de las emisiones de gases de efecto invernadero se cumplirán entre 2008 y 2012, siempre que se apliquen todas las políticas y medidas previstas. Como parte del esfuerzo para cumplir su objetivo, la UE instauró en 2005 un sistema de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero. Su finalidad es fomentar la innovación y dar un valor de mercado a las reducciones de las emisiones. Por el contrario, no se cree posible que se cumplan los objetivos de reducción de emisiones a largo plazo, destinados a prevenir un peligroso cambio climático, si no se introducen cambios importantes en la parrilla de fuentes de energía. Muchos países reconocen ya la necesidad de tomar medidas en relación con los impactos que pueden producirse en el futuro a largo plazo y trabajan en estrategias de adaptación.

El cambio climático ya se puede observar. El ascenso de las temperaturas en toda Europa, la variación de las precipitaciones en diferentes regiones, la fusión de los glaciares y de los mantos de hielo, la mayor frecuencia de los episodios meteorológicos extremos, la elevación del nivel del mar y el aumento de la presión sobre los ecosistemas terrestres y marinos son algunos de los efectos más evidentes sobre el medio ambiente.

La UE ha realizado avances importantes para reducir los impactos ambientales de la gestión de los residuos, y seguirá por ese camino cuando entre en vigor la legislación recientemente adoptada sobre vertidos e incineración. No obstante, el volumen de la mayoría de los flujos de residuos continúa aumentando al mismo ritmo que el crecimiento del PIB: si se mantienen las tendencias actuales, es previsible que en 2020 produzcamos casi el doble de residuos que en el momento actual.

Al mismo tiempo, la calidad del aire en las zonas urbanas sigue siendo perjudicial para la salud de las personas, mientras que en las zonas rurales afecta negativamente a los ecosistemas. Se cree que las políticas y medidas ahora vigentes reducirán notablemente los impactos sobre las áreas rurales, pero es previsible que estos sigan siendo importantes en las áreas con gran densidad de población hasta el año 2020.

Todavía queda mucho por hacer en relación con las emisiones de fuentes puntuales al agua, sobre todo en la UE10, mientras que se ha avanzado relativamente poco en la reducción de los nitratos en las aguas de toda la UE25. La aplicación de la Directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas debería reducir las emisiones de fuentes puntuales en la UE10, pero se cree que los vertidos de nutrientes de las poblaciones rurales y de la agricultura seguirán siendo un problema grave de contaminación hídrica durante los próximos decenios. Las perspectivas de futuro indican que la eutrofización de las aguas marinas y continentales de Europa seguirá planteando problemas.

La pérdida de biodiversidad no cesa, especialmente en las tierras de uso agrario. Es previsible que algunos países experimenten pérdidas y ganancias de especies vegetales a consecuencia del cambio climático. El suelo es un recurso que continúa bajo presión, especialmente

**Tabla 9.1 El Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (6PAMA): ¿vamos por el camino adecuado?**

<b>Actuación sobre el cambio climático</b>		
<b>Objetivo</b>	<b>Perspectiva</b>	<b>Región</b>
Compromiso del Protocolo de Kioto de reducción del 8% de las emisiones de GEI en el conjunto de la UE entre 2008 y 2012 en comparación con los niveles de 1990 (art. 5.1).	-> Sólo con las políticas y medidas existentes (a mediados de 2004), se prevé una reducción de las emisiones inferior al 3% en la UE	UE25
	-> Sin embargo, teniendo en cuenta las últimas tendencias de regulación y todas las políticas y medidas y proyectos con terceros países previstos hasta la fecha, la UE15 puede llegar a cumplir su objetivo	UE15
Objetivo a largo plazo de 2°C de subida máxima de la temperatura mundial con respecto a los niveles preindustriales (art. 2)	-> La temperatura planetaria subirá más de 3°C hasta 2100	UE25
	-> Posibilidad de cumplir el objetivo con fuertes reducciones a largo plazo de las emisiones de GEI comunitarias y mundiales	UE25
Uso de energías renovables [...] cumpliendo el objetivo indicativo del 12% del consumo total de energía en 2010 (Art. 5.2 (ii (c)))	-> Se cree que las energías renovables serán el 7,5% del consumo total de energía en 2010	UE25
Doblar la cuota total de cogeneración de calor y electricidad hasta el 18% de la producción eléctrica bruta total (Art. 5.2 (ii (d)))	-> Se cree que la cogeneración de calor y electricidad será el 16% de la producción eléctrica bruta total en 2030	UE25
Promover el desarrollo y consumo de combustibles alternativos en el sector del transporte (Art. 5.2 (iii (f)))	-> Se cree que los biocarburantes alcanzarán el 1%, 2% y el 4,5% de la demanda de energía final del transporte en 2005, 2010 y 2030	UE25
Desacoplamiento entre el crecimiento económico y la demanda de transporte (Art. 5.2 (iii (h)))	-> Se espera un desacoplamiento relativo respecto del PIB durante los próximos 30 años en la demanda de transporte de viajeros y mercancías	UE25
<b>Actuación sobre la naturaleza y la biodiversidad</b>		
<b>Objetivo</b>	<b>Perspectiva</b>	<b>Región</b>
Freno a la pérdida de biodiversidad con el fin de alcanzar este objetivo en 2010 (Art. 6.1)	-> Se esperan pérdidas de especies vegetales a consecuencia del cambio climático en algunos países europeos	UE25
Protección y adecuada recuperación de la naturaleza y la biodiversidad frente a la contaminación perjudicial (Art. 6.1)	-> Con las políticas y medidas existentes, se esperan reducciones significativas de la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud y los ecosistemas hasta 2030	UE25
Fomentar una agricultura más responsable con el medio ambiente, como la agricultura extensiva, integrada y biológica (Art. 6.2 (f))	-> Se espera una expansión moderada de las buenas prácticas agrarias	UE25

<b>Actuación sobre el medio ambiente y la salud y calidad de vida</b>		
<b>Objetivo</b>	<b>Perspectiva</b>	<b>Región</b>
Garantizar que las tasas de extracción de los recursos hídricos sean sostenibles a largo plazo (Art. 7.1)	-> Se espera que las extracciones totales de agua disminuyan hasta 2030, pero puede seguir habiendo estrés hídrico en el sur de Europa	UE25
Alcanzar niveles de calidad de aire que no generen impactos negativos importantes y riesgos para la salud humana y el medio ambiente (Art. 7.1)	-> Con las políticas y medidas existentes, se esperan reducciones significativas de todas las emisiones de contaminantes atmosféricos generadas en tierra (salvo el amoníaco) hasta 2030	UE25
	-> Se espera que el conjunto de la UE cumpla los objetivos de la Directiva 2001/81/CE de techos nacionales de emisión para 2010	UE25
	-> Se espera que los impactos sobre la salud humana y los ecosistemas disminuyan notablemente, aunque persistirán grandes diferencias en Europa	UE25
Uso sostenible y alta calidad del agua: garantizar un alto nivel de protección de las aguas superficiales y subterráneas prevenir la contaminación (Art. 7.2 (e))	-> Se espera que la Directiva de tratamiento de las aguas residuales urbanas reduzca de forma significativa los vertidos totales de nutrientes	UE25
	-> Se espera una moderada reducción de los excedentes de nutrientes agrícolas para 2020	UE15
	-> Se cree que las presiones aumentarán de forma significativa en los 10 nuevos Estados miembros, debido al consumo de fertilizantes minerales	Nuevos 10 EM
<b>Actuación sobre el uso sostenible y la gestión de los recursos naturales y los residuos</b>		
<b>Objetivo</b>	<b>Perspectiva</b>	<b>Región</b>
Objetivo indicativo de obtener el 22% de la producción de electricidad a partir de fuentes renovables para 2010 (Art. 8.1)	-> Se cree que en 2010 se producirá el 15% de la electricidad a partir de fuentes renovables	UE25
Reducción total significativa de los volúmenes de residuos generados (Art. 8.1)	-> La producción de residuos continúa creciendo en toda Europa. En los nuevos 10 EM se espera un desacoplamiento relativo del crecimiento del PIB (pero no en la UE15)	UE25
Objetivos de aprovechamiento eficiente y menor consumo de los recursos (Art. 8.2 (i (c)))	-> Se espera que la productividad de los recursos en los nuevos 10 EM siga siendo 4 veces menor que en la UE15	UE25

por el sellado y la contaminación que sufre en las áreas urbanas y sus alrededores. Se cree que los casos de superación de las cargas críticas del suelo debido a los depósitos de nitrógeno se reducirán en la mayor parte de Europa en los próximos decenios.

Aunque las medidas anticontaminantes adoptadas durante el último medio siglo han reducido drásticamente la presencia de muchas toxinas conocidas, ha aumentado el número de sustancias tóxicas en los productos de consumo, en los productos farmacéuticos y en el medio ambiente en general. Determinadas sustancias químicas, como los alteradores endocrinos,

pueden ser perjudiciales para la salud y la reproducción del ser humano, mientras crece la inquietud de los científicos por los efectos que pueda tener el cóctel de productos químicos a los que todos nos vemos expuestos cada día.

Muchas de las existencias de peces comerciales de Europa están sobreexplotadas y algunas en peligro de colapso. En consecuencia, crece la proporción de pescado destinado a consumo europeo que se captura fuera de aguas europeas, ya sea por buques europeos con licencia o por buques bajo distintos pabellones. La huella ecológica de Europa en las pesquerías del mundo tiene

una dimensión insostenible y, al margen de cuestiones de equidad que cabría plantear, es parte de la amenaza a la supervivencia del propio recurso.

Se ha observado una pérdida de salud de los bosques de Europa, imputable en distintos momentos a la contaminación atmosférica y a la sequía, considerándose actualmente que una cuarta parte de los árboles del continente están dañados. Estos daños tienen implicaciones especialmente graves para los bosques antiguos que quedan en Europa, donde la biodiversidad alcanza su máximo nivel.

Como se indica en el capítulo 1, el Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente de la Unión Europea constituye el principal marco de actuación hasta 2012. Este programa señala los problemas ambientales más importantes en los que se integran varios objetivos relevantes para estas prioridades y los sectores económicos de mayor impacto. Las perspectivas para el futuro indican que con la plena aplicación de las políticas ambientales vigentes se conseguirán mejoras significativas en los próximos años en varios campos, y la UE podrá cumplir sus objetivos en varios ámbitos. No obstante, se cree que estos avances se limitarán al cumplimiento de los objetivos relativos a los gases de efecto invernadero, las energías renovables y el transporte (tabla 9.1).

Por consiguiente, será necesario adoptar nuevas medidas, más integradas, que reflejen la estrecha relación entre los problemas ambientales y la evolución socioeconómica, en el tiempo y en el espacio. Europa se enfrenta a una serie de problemas de origen básicamente difuso que requieren la adopción de medidas en varios sectores, como la agricultura, el transporte, la fabricación o la producción de energía, así como medidas referentes a factores sociales como la urbanización, el consumo personal y la producción de residuos.

Una mirada a los últimos acontecimientos y perspectivas de cuatro de los sectores más importantes —el transporte, la agricultura, la energía y el sector doméstico— y sus efectos para el medio ambiente nos puede ayudar a hacernos cierta idea de por dónde deberían ir las medidas integradas mencionadas. Hay un quinto sector, la industria, que tiene importantes impactos ambientales e influye directamente en las

tendencias que se dan en los otros cuatro: por ejemplo, las industrias del metal y de los materiales en el sector del transporte, la industria química en el sector agrícola, la industria minera en el sector energético y las industrias de la construcción en el sector doméstico. Este sector, especialmente en lo que respecta a los procesos de fabricación, se analiza con más detalle en la sección sobre ecoinnovación del capítulo siguiente.

### 9.3 Tendencias en cuatro sectores socioeconómicos

#### Transporte

Disponer de un sistema de transporte eficiente y flexible es esencial para nuestra economía y calidad de vida. El actual sistema europeo presenta importantes y crecientes amenazas para el medio ambiente, para la salud humana y para la economía, ya que, entre otras cosas, aumenta la congestión del tráfico. El transporte de viajeros y mercancías por carretera, por aire y por mar crece al mismo o mayor ritmo que la economía en general, lo que implica que la ecoeficiencia del transporte en la economía de la UE y el desacoplamiento del crecimiento del volumen de viajeros o de toneladas transportadas y el crecimiento del PIB no están mejorando. Las tendencias hasta 2020 indican que este desacoplamiento seguirá siendo por lo general un reto difícil (figura 9.2).

Los volúmenes transportados en la UE25 han aumentado constantemente durante el último decenio: alrededor del 30% para el transporte de mercancías y casi el 20% en el caso del transporte de viajeros. Este crecimiento está estrechamente relacionado con la construcción de infraestructuras que, a su vez, contribuye a la contaminación atmosférica, al sellado del suelo y a la fragmentación de los hábitat en muchas partes de Europa, además de exponer a una parte importante de la población a niveles elevados de ruido. El transporte de mercancías ha aumentado a consecuencia de los cambios en las estrategias de contratación y distribución de las empresas (subcontratación, entregas justo a tiempo, etc.) y del desarrollo del mercado interior, a medida que las empresas han ido explotando las ventajas de competitividad de diferentes regiones europeas.

Entre las causas del crecimiento del transporte de viajeros está el aumento del número de familias y del

número de automóviles por familia, así como el aumento de la duración media de los viajes. Esta última tendencia está influenciada por factores tales como la expansión urbana, junto con la localización de servicios como colegios, tiendas y centros médicos; la disponibilidad y los precios del transporte público; y los cambios en el estilo de vida favorecidos por la obtención de dos rentas por familia y una mayor variedad de actividades de ocio.

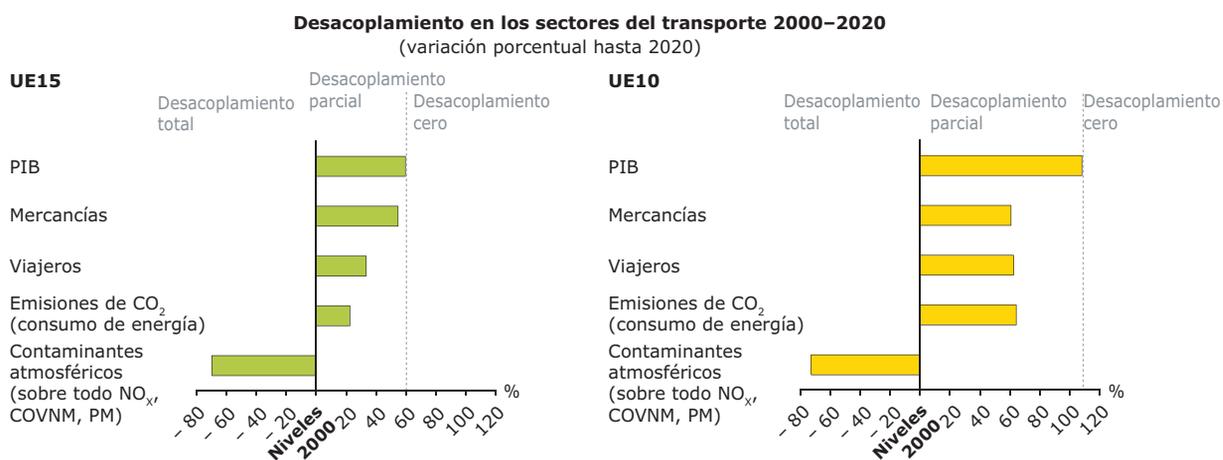
No sorprende que el transporte sea el consumidor de energía de mayor crecimiento, actualmente el 31% del consumo de energía final de Europa. Las emisiones de gases de efecto invernadero también crecen con rapidez —más del 20% entre 1990 y 2003— y se cree que en 2030 serán un 50% más que en 1990. El transporte aéreo —el medio de más rápido crecimiento— y el transporte marítimo representan una proporción cada vez mayor de estas emisiones, además de permanecer fuera de la cobertura de políticas ambientales como el Protocolo de Kioto y la tributación fiscal de los combustibles. En el transporte por carretera, los crecientes volúmenes de tráfico y el aumento del parque de automóviles de mayor tamaño, peso y potencia, que realizan desplazamientos cada vez más largos, han compensado de sobra las mejoras de eficiencia energética conseguidas gracias al compromiso voluntario adquirido por la industria de reducir la media de emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por los automóviles nuevos a 140 g/km en 2008/2009.

El rápido aumento de la demanda de transporte de viajeros y mercancías que se ha pronosticado para los próximos 30 años, junto con los problemas que conlleva la sustitución del petróleo como combustible básico del sector, indica que el transporte será uno de los sectores donde será más difícil reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Incluso el alza de los precios de los combustibles, posiblemente a través de medidas tales como la introducción de permisos de carbono, no parece probable que modifique la situación, a menos que se desarrollen políticas adecuadas para el uso de nuevos combustibles junto con esta clase de medidas.

Los avances tecnológicos, incluidos los catalizadores y otras medidas técnicas para reducir la contaminación de los automóviles, han conseguido notables reducciones de otros contaminantes, como los precursores del ozono y las sustancias acidificantes. Las emisiones de estos contaminantes regulados se redujeron en un tercio entre 1990 y 2002 en todos los países de la AEMA, siendo previsible que se produzcan nuevas mejoras cuando entren en vigor límites más exigentes y se renueve el parque de automóviles.

Los avances tecnológicos en el sector del automóvil van de la mano con la mayor exigencia de las normas de calidad de los combustibles. En la UE25 se ha prohibido el plomo y se han adoptado nuevas normas que fijan

**Figura 9.2 El transporte: perspectivas de desacoplamiento hasta 2020, principales recursos y presiones ambientales**



Fuente: AEMA, 2005.

el contenido de azufre en 50 partes por millón (ppm) en 2005, y en 10 ppm en 2009. Sin embargo, existen cada vez más evidencias de que los ciclos de pruebas normalizados que se aplican en la homologación de automóviles no representan necesariamente las condiciones de conducción del «mundo real». Otro motivo de inquietud radica en la reprogramación de los sistemas electrónicos de los automóviles diésel para lograr mayor potencia a costa de la eficiencia de consumo y de la reducción de emisiones.

Se pueden promover mejoras técnicas en los automóviles y los combustibles por medio de incentivos económicos como la fiscalidad ligada a las emisiones de CO<sub>2</sub>, las políticas de peaje o la zonificación ambiental. También podría estudiarse la introducción de límites obligatorios a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Existe además la necesidad de sensibilizar a la opinión pública sobre lo mucho que influyen en las emisiones de CO<sub>2</sub> parámetros como el tamaño, el peso y la potencia de motor, así como los equipamientos consumidores de energía como el aire acondicionado.

Las políticas de control de emisiones han de complementarse con otras medidas encaminadas a controlar los volúmenes de transporte por carretera. Para que el crecimiento previsto en el transporte por carretera no menoscabe los logros alcanzados y esperados, hay que hacer hincapié en la conducta del usuario. Algunas opciones son adoptar medidas de ordenación territorial para reducir las distancias hasta los servicios fundamentales y entre ellos, y mejorar el acceso a un transporte público de mayor calidad. Debido a la lentitud de los cambios que se producen en el parque de viviendas e infraestructuras y al hecho de que las decisiones raramente se basan en lo que es mejor para el medio ambiente, es inevitable que esta clase de medidas tarden cierto tiempo en surtir efecto. Sin embargo, la inversión en el transporte público y los mecanismos de fijación de precios también refuerzan la tendencia a mejorar la racionalidad ambiental del transporte y los incentivos para aumentar los factores de carga.

De este modo, una política que promueva un transporte por carretera sostenible, que garantice la integración social y el desarrollo económico con un elevado nivel de calidad y seguridad ambiental, ha de combinar varios enfoques, instrumentos y estrategias diferentes con miras a:

- mejorar la eficiencia reduciendo el número y la distancia de los trayectos;
- sustituir los modos de transporte por otros menos agresivos con el medio ambiente;
- aprovechar mejor la capacidad de los vehículos y las infraestructuras existentes; y
- mejorar las prestaciones ambientales de los automóviles.

Algunos instrumentos, como los cánones a los usuarios de las carreteras o los impuestos que gravan los combustibles, pueden ser de utilidad para varias o todas las estrategias al mismo tiempo, mientras que otros — como establecer normas de emisión para los automóviles o la prestación de servicios de transporte público— afectan básicamente a uno o dos enfoques.

No se han logrado reducciones importantes de las emisiones de contaminantes atmosféricos del transporte aéreo y del marítimo, que no están sujetos a las normas internacionales, ni del transporte ferroviario y fluvial. En el caso del transporte aéreo y marítimo, han aumentado de forma significativa debido al aumento de los volúmenes transportados, además de a la falta de normas exigentes y obligatorias. Se cree que las emisiones de dióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno generadas por las actividades marítimas superarán a las emisiones terrestres en los próximos 20 ó 30 años.

### El sector agrario

A lo largo de los siglos, en toda Europa han evolucionado modelos agrarios altamente desarrollados y sus funciones para alimentar a la población y mantener los paisajes rurales. La actividad agrícola actual genera importantes impactos ambientales, como emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos que contribuyen al cambio climático y a la acidificación; contaminación hídrica por nitratos, fósforo, plaguicidas y patógenos; degradación de los hábitat y pérdida de especies; y la sobreexplotación de los recursos hídricos para regadío. De cara al año 2020, se cree que la UE15 logrará un desacoplamiento parcial entre el consumo de agua y el consumo de fertilizantes minerales, así como un desacoplamiento total entre los excedentes de nutrientes y las emisiones de gases de efecto invernadero. También se prevé un desacoplamiento parcial o total del consumo de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE10,

pero puede que no se produzca ningún desacoplamiento en la evolución del consumo de fertilizantes minerales y de los excedentes de nutrientes.

El campo puede presumir de una gran variedad de hábitat y especies que dependen en gran medida de que continúen los usos agrarios (extensivos). Sin embargo, la despoblación alcanza a muchas áreas rurales, afectando profundamente al campo y al medio ambiente. El bajo nivel de renta y su variabilidad, las duras condiciones laborales y la falta de servicios sociales y actividades de ocio que se dan en muchas zonas convierten a la agricultura tradicional en una opción menos atractiva para la gente joven que vive en una Europa predominantemente urbana: la proporción de personas mayores es ya muy elevada entre los agricultores europeos. La despoblación es un fenómeno que se da en toda Europa, desde las granjas de los Alpes o las pequeñas granjas tradicionales de Polonia hasta Portugal. Esta tendencia es especialmente preocupante en Europa central y oriental, donde los recientes cambios políticos y económicos durante la década de los 90 afectaron negativamente a las condiciones en las que se desarrolla la agricultura. En consecuencia, se espera que se seguirán produciendo abandonos de tierras.

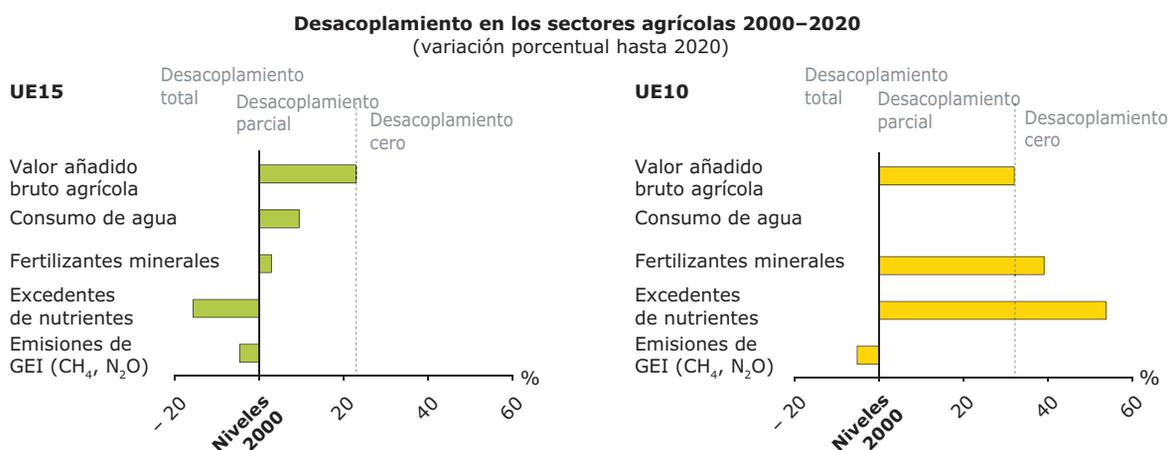
El porcentaje de la superficie terrestre nacional total dedicada a la agricultura oscila entre el 30% y el 60% en

los nuevos Estados miembros. Aquí muchos agricultores particulares, con limitada formación agraria formal, utilizan maquinaria y naves relativamente obsoletas. La reestructuración económica y la falta de capital provocaron una repentina caída de las inversiones agrícolas en los años 90. En consecuencia, se redujeron los insumos de plaguicidas y fertilizantes, con la consiguiente reducción de la contaminación y, en la mayoría de los países de la UE10, el abandono de sistemas de pastizales ricos en biodiversidad.

La menor inversión en medidas correctoras de la erosión y en instalaciones de almacenamiento de estiércol puede conllevar riesgos ambientales importantes si, tal como se cree, la agricultura de estos países se intensifica en el futuro. De hecho, se cree que el consumo de fertilizantes en los nuevos Estados miembros aumentará hasta un 50% de aquí al 2020, mientras que el consumo de fertilizantes permanecerá estable en la UE15. El mayor empleo de insumos será un factor clave que explicará el aumento previsto de los rendimientos y de la producción agraria en la UE10, y conlleva riesgos de contaminación ambiental que requieren una cuidadosa gestión.

Durante muchos decenios, en respuesta al incremento de la demanda generada por la mejora del nivel de vida, el crecimiento demográfico y la urbanización, ha tenido lugar una racionalización e industrialización

**Figura 9.3 La agricultura: perspectivas de desacoplamiento hasta 2020, principales recursos y presiones ambientales**



Fuente: AEMA, 2005.

de la producción agraria a gran escala. Una de las consecuencias, entre otras muchas, ha sido la conversión de pastos y pastizales seminaturales en tierras dedicadas a la agricultura intensiva, con la consiguiente destrucción de hábitat tales como setos y estanques, donde han prosperado especies muy diversas durante al menos 250 años. También se han convertido a la agricultura tierras marginales en algunas zonas de España y Portugal, y, en menor medida, en el suroeste de Francia. En algunas regiones montañosas del sur de Europa y algunos de los nuevos Estados miembros se han producido abandonos de la actividad agraria.

La intensificación agraria ha provocado una rápida pérdida de vegetación seminatural, como los setos y los bordes de los campos. Las especies de fauna y flora silvestres dependen para sobrevivir de los hábitat y de los corredores que los unen: por ejemplo, alrededor de dos terceras partes de las especies actualmente en peligro de extinción dependen de hábitat agrarios. Éstos se han fragmentado cada vez más, agravando las dificultades para mantener poblaciones viables de especies. En consecuencia, se ha perdido biodiversidad en las tierras agrícolas a lo largo de los últimos decenios. Las especies de campo que suscitan especial inquietud de conservación se encuentran por toda Europa, pero muchas de ellas están relacionadas con tierras agrarias de alto valor natural (AVN), sobre todo en el sur de Europa.

El hecho de que la identidad regional de los paisajes europeos —testimonio del patrimonio natural y cultural del continente— está en peligro ha situado la conservación de la biodiversidad en las tierras agrícolas en un lugar preferente de la agenda política. De los esfuerzos de conservación que se han realizado a escala europea, los más importantes han sido la adopción de las Directivas de aves y hábitat y el Plan de Acción para la Biodiversidad en la agricultura. En el Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, la UE se ha comprometido a frenar la pérdida de biodiversidad hasta 2010.

La conservación de las tierras agrícolas de AVN es esencial para alcanzar este objetivo. De acuerdo con la Política Agraria Común (PAC), se utilizan programas agroambientales como instrumento para compensar a los agricultores por la adopción de medidas ambientales específicas en favor de las zonas de AVN. Sin embargo, la tasa de adopción varía mucho: es especialmente

baja en los países del sur de Europa, como España y Portugal, donde el porcentaje de tierras agrícolas de AVN es relativamente alto. De este modo, el reto de los programas agroambientales radica en actuar sobre las zonas que más pueden beneficiarse de la conservación.

Los nitratos de la agricultura siguen perjudicando el medio ambiente, contribuyendo a la eutrofización de las aguas costeras y marinas y a la contaminación del agua potable, sobre todo allí donde se ha contaminado el nivel freático. La cosa se complica con el importante desfase temporal que puede darse desde que se realizan los cambios en las prácticas agrarias hasta éstos que se reflejan en la calidad de las aguas subterráneas. La duración de este desfase, que puede medirse en decenios, varía según el tipo de suelo y las condiciones hidrogeológicas específicas de las masas de agua subterráneas y del sustrato superior.

En general, sale mucho más barato evitar que los nitratos lleguen al agua. Un estudio de los posibles costes para los agricultores llega a una estimación inicial de 50 a 150 euros por hectárea y año para modificar los métodos de explotación a fin de cumplir las normas establecidas por la Directiva europea de nitratos. Esto es mucho más barato que eliminar los nitratos del agua contaminada. Más aún, cambiar las prácticas agrarias sitúa la responsabilidad en los agricultores causantes de la contaminación, en lugar de en el consumidor.

El excedente de nitrógeno (N) en el campo de la UE15 bajó de 65 a 55 kg de N/ha entre 1990 y 2000. En algunos puntos de alarma de Europa, se registran excedentes de hasta 200 kg/ha. Estos excedentes son el factor fundamental que explica que los niveles de nitratos sigan siendo elevados en los ríos europeos. De cara al futuro, la buena noticia es que se cree que estos excedentes se desvincularán por completo del crecimiento de la producción agraria en la UE15 y en parte en la UE10. No obstante, las previsiones indican que seguirán aumentando en términos absolutos.

Los actuales niveles de nitratos en las aguas de superficie y en las aguas subterráneas son menores en la UE10 que en la UE15. Sin embargo, si la agricultura se intensifica en la UE10, tal como cabe prever, será esencial aplicar debidamente la Directiva europea de nitratos —sustentada en las normas de condicionalidad de la

PAC, que vinculan la financiación a medidas legislativas y de otro tipo— para evitar que se generen problemas de contaminación extensos, costosos y duraderos en los próximos años.

Los regadíos son el principal destino de las extracciones de agua en el sur de Europa y seguirán siéndolo en el futuro. Los avances tecnológicos han supuesto algunas mejoras de eficiencia —y hay margen para que estas nuevas tecnologías se adopten a un nivel mucho mayor—, pero han sido compensadas de sobra por el aumento de la superficie de regadío. Los veranos más calurosos y secos que se han pronosticado como consecuencia del futuro cambio climático aumentarán todavía más las presiones sobre el uso del agua durante los próximos 20 ó 30 años. En el norte de Europa, las captaciones para regadíos son relativamente pequeñas y podrían reducirse más aún en el futuro gracias a las mejoras tecnológicas y al previsible aumento de la humedad. En la UE10, así como en el sur de Europa, es probable que el ahorro que se consiga en el futuro con la instalación de sistemas de riego más eficientes quede anulado cuando sea necesario regar más a consecuencia del cambio climático previsto.

Las condiciones climáticas variables tendrán, con toda probabilidad, diversos impactos favorables y desfavorables sobre la agricultura. Por ejemplo, la temporada anual de crecimiento de las plantas, incluidos los cultivos agrícolas, aumentó, en término medio, en 10 días entre 1962 y 1995 y se prevé que esta tendencia continúe. En la mayor parte de Europa, sobre todo en Europa central y septentrional, la agricultura también podría beneficiarse de un ascenso limitado de las temperaturas. Pero si bien la superficie cultivada de Europa puede extenderse hacia el norte, es posible que, en algunas zonas del sur de Europa, la productividad agraria se vea amenazada por la escasez de agua. Y un aumento de la frecuencia de los episodios meteorológicos extremos, especialmente olas de calor, podría llevar consigo un mayor número de malas cosechas. La capacidad de adaptación de la agricultura será un factor clave de la respuesta al cambio climático previsto en Europa.

### El sector energético

Los servicios energéticos nos proporcionan confort y movilidad y son la base de nuestra competitividad y seguridad económicas. Pese a la reducción de algunas

emisiones atmosféricas, el sector energético (que incluye la producción de electricidad y calor, las refinerías, etc.) es uno de los principales causantes de problemas ambientales como el cambio climático, la contaminación atmosférica y el estrés hídrico. En particular, continúa siendo la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero (alrededor de un tercio de las emisiones totales) y de sustancias acidificantes como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno (alrededor del 30% de las emisiones totales). Por lo tanto, las tendencias futuras dependerán en gran medida de lo que se avance para desacoplar las presiones ambientales de la producción y el consumo.

Se cree que el consumo energético seguirá aumentando a lo largo de los próximos decenios, desacoplándose en parte del PIB, y consolidando anteriores reducciones de intensidad energética (figura 9.4). Al mismo tiempo, no es previsible que se cumplan los objetivos políticos de incremento de las energías renovables en la UE25 si no se adoptan políticas y medidas adicionales. En consecuencia, se cree que el sector energético contribuirá a que aumenten los gases de efecto invernadero y el cambio climático en los próximos decenios; aunque también se prevé que sigan reduciéndose las emisiones de sustancias acidificantes.

Las medidas adoptadas en el pasado para reducir las emisiones atmosféricas generadas por las centrales eléctricas han dado muy buenos resultados. En la UE15, entre 1990 y 2002, las emisiones de dióxido de azufre y óxido de nitrógeno generadas por las instalaciones públicas de producción de electricidad y calor disminuyeron un 64% y un 37% respectivamente, pese a que la producción propiamente dicha aumentó un 28%. Este éxito se ha logrado gracias a una normativa rigurosa que establece límites de emisión claros en función de las medidas tecnológicas disponibles para el control de la contaminación.

La introducción de sistemas de desulfuración de los gases de combustión y el empleo de carbón y petróleo bajos en azufre explican dos terceras partes de las reducciones de dióxido de azufre; otro factor importante ha sido la sustitución del carbón y el petróleo por combustibles más bajos en azufre, como el gas natural, a raíz de la liberalización de los mercados de la energía y, en menor medida, de las mejoras de eficiencia del

proceso de transformación. No obstante, algunos de estos avances producen beneficios puntuales no recurrentes y no servirán para aumentar el grado de desacoplamiento de las presiones ambientales respecto de la producción y el consumo.

El desarrollo del sector eléctrico a lo largo de la década de los 90 demuestra que es posible introducir nuevas tecnologías. La electricidad generada a partir del gas se duplicó en la UE15 y en los nuevos Estados miembros entre 1995 y 2002, ya que la competencia favoreció el empleo del gas debido a la elevada eficiencia y los bajos costes de inversión que conllevan algunas tecnologías basadas en este combustible, en especial las turbinas de gas en ciclo combinado (TGCC).

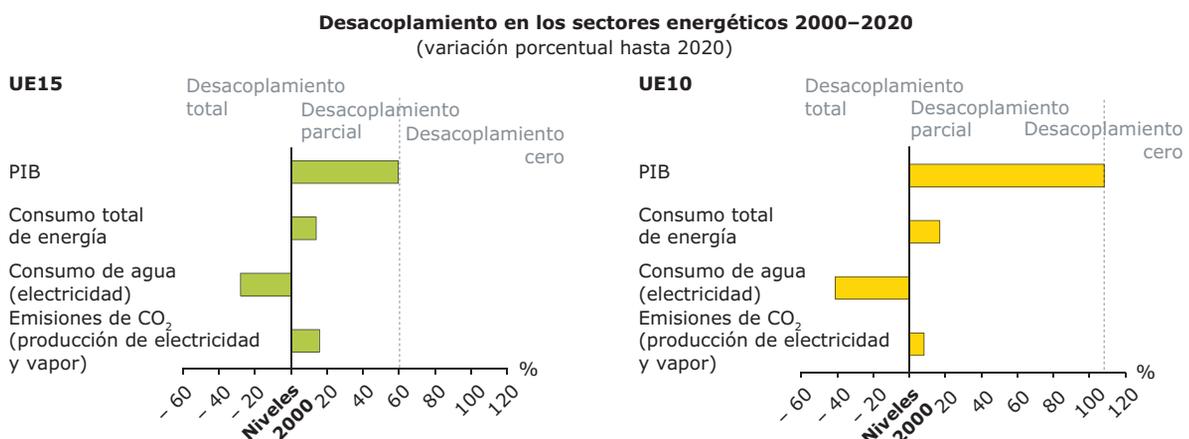
En general, la intensidad de emisión de CO<sub>2</sub> del sector de producción de electricidad bajó una cuarta parte entre 1990 y 2002 en la UE25, pero el incremento de la demanda hizo que las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por este sector descendieran poco, alrededor del 5%. Todavía no existen tecnologías de control de las emisiones de CO<sub>2</sub> que se apliquen al final de los procesos. Esto podría cambiar en el futuro, con la adopción de sistemas de retención y almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Esta tecnología, que separa el CO<sub>2</sub> de los gases de combustión o de los gases de proceso antes de quemarlos, puede reducir notablemente las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el uso de combustibles fósiles. Sin embargo, el proceso es caro y requiere una importante cantidad adicional de energía; todavía no se

conoce bien su potencial de almacenamiento seguro a largo plazo, ni siquiera su viabilidad.

Como aún no existen sistemas comerciales de retención y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, reducir esta clase de emisiones implica reducir el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas). Dado que la mayoría de la electricidad —y más de tres cuartas partes del consumo energético total— se genera a partir de combustibles fósiles, esto obliga a realizar profundos cambios en la producción de electricidad. Existen tecnologías para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector eléctrico, como aumentar el empleo de combustibles no fósiles, las energías renovables y la nuclear, mejorar la eficiencia del proceso de conversión o utilizar menos combustibles fósiles de gran intensidad de emisión de carbono, como el gas natural. El recurso a las centrales eléctricas de cogeneración, que no sólo producen electricidad, sino que además aprovechan el calor que de otro modo se perdería, también pueden contribuir a lograr importantes reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Muchas de estas medidas obligan a invertir en nuevas plantas e infraestructuras, frente a la aplicación de tecnologías de reducción en las plantas ya existentes. Las centrales de cogeneración necesitan una infraestructura de distribución de calor al usuario final, mientras que algunas tecnologías renovables —como la energía eólica— han de resolver el problema de las fluctuaciones de producción de electricidad. No obstante, las

**Figura 9.4 La energía: perspectivas de desacoplamiento hasta 2020, principales recursos y presiones ambientales**



Fuente: AEMA, 2005.

dificultades para realizar estos cambios estructurales se deben principalmente a barreras socioeconómicas, no a la falta de soluciones técnicas. Si se marcan objetivos a largo plazo y se establecen incentivos adecuados, estos cambios podrán llevarse a cabo como parte de la constante renovación del sistema europeo de producción de electricidad.

La importancia de lograr una mayor penetración de nuevas tecnologías y combustibles de menor intensidad de emisión de carbono en el sector eléctrico puede demostrarse con los resultados de los escenarios que se han desarrollado para la AEMA. Si no se adoptasen políticas y medidas adicionales que frenen el cambio climático esperado, la cuota del carbón en el sector eléctrico se reduciría a corto plazo, pero aumentaría a partir de 2015, antes de volver a su nivel actual en 2030. Aunque se produzca una mayor penetración de las tecnologías a gas a corto plazo, es previsible que su tasa de crecimiento se ralentice como consecuencia del alza de los precios de importación del gas natural y las dudas sobre la seguridad del suministro. La cuota de electricidad producida con tecnologías como las fuentes de energía renovables y las centrales de cogeneración aumentaría tan sólo algunos puntos porcentuales hasta 2030. De este modo, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la producción de electricidad y vapor se situarían en un 15% por encima de los niveles de 1990 en 2030.

Los escenarios también destacan el importante potencial de reducción de las emisiones que encierran tecnologías sin producción de carbono que ya existen, pero que todavía han de movilizarse plenamente. Los escenarios indican que la mera introducción de un precio del carbono no bastaría para que las energías renovables alcanzasen cuotas importantes, sino que debería ir complementada con políticas y medidas específicas, como las ayudas directas al mantenimiento de los precios, subvenciones y préstamos o mecanismos de mercado: por ejemplo, los concursos de licitación de proyectos de producción de electricidad a partir de fuentes renovables, el comercio de «certificados verdes» o los pagos voluntarios de primas por la electricidad renovable por parte de los consumidores.

Se cree que en las próximas décadas se producirán importantes reducciones de las extracciones de agua para la producción de electricidad, a medida que las nuevas

centrales eléctricas equipadas con torres de refrigeración sustituyan a las antiguas y sus sistemas sin recirculación (figura 9.4). Los sistemas de torres de refrigeración, por lo general necesitan una cantidad de agua veinte veces menor para refrigeración que los antiguos sistemas. Estas reducciones son posibles de conseguir pese a que se prevé que la producción de electricidad de Europa prácticamente se duplicará hasta 2030.

El futuro de la energía nuclear sigue sin estar claro en la Comunidad, aparte de los casos de Finlandia y Francia. Hay quien cree que, cuando las actuales centrales nucleares lleguen al final de su vida útil, también llegará la decadencia de esta forma de generación de electricidad. Otros creen que la energía nuclear debe seguir siendo una opción importante para paliar los efectos del cambio climático y evitar una posible escasez en el futuro y fuertes subidas de precios. Es probable que este debate permanezca abierto.

### **El sector doméstico y la demografía**

Dos fuerzas motrices importantes de cambio de las presiones ambientales en Europa son la demografía y un estilo de vida cada vez más acomodado. Las presiones ambientales del consumo personal son en general menores que las originadas por la producción que promueven, pero es previsible que crezcan a un ritmo notablemente mayor que el PIB total y en consonancia con el aumento de la construcción de viviendas, la actividad de transporte y el turismo, tal como ha ocurrido ya en el pasado reciente.

La población europea por el momento está estabilizada. Durante los próximos 30 años, se cree que la población total de la UE25 se mantendrá en torno a los 455 millones de habitantes. Las previsiones actuales apuntan a que la UE10 perderá un 7% de habitantes hasta 2030, sobre todo en las zonas rurales. Además, es probable que la Europa de 2030 tenga una proporción bastante más elevada de personas mayores, en consonancia con las tendencias que se observan en todo el mundo desarrollado.

Suponiendo que se mantengan las actuales pautas de vida laboral y jubilación, algo que no cabe dar por seguro, este envejecimiento implica que la parte de la población europea que tiene actividad económica se reducirá notablemente, de modo que será importante que todas las personas en activo generen más riqueza. Dejando al

margen cuestiones de política de inmigración que no entran en el ámbito de este informe, esto requiere una reflexión innovadora sobre la estructura de los impuestos y los beneficios, inclusive la posibilidad de trasladar parte de la carga fiscal que soportan los rendimientos del trabajo a la explotación de los recursos y la contaminación.

El envejecimiento de Europa también puede acarrear cambios en las pautas de consumo. Si aumenta el número de personas mayores, se gastará una parte mayor de la renta nacional en salud. También cabe pensar que, a medida que aumente el número de personas mayores que no puedan o no quieran conducir, también aumentará la demanda de transporte público. Además, hay quien cree que, a medida que aumente el número de personas mayores que disfruten de una salud razonablemente buena y una renta relativamente elevada, también lo hará la demanda de alojamientos para uso turístico y segundas viviendas. Sin embargo, con la excepción de la creciente demanda de servicios sanitarios, estas cuestiones están todavía por explorar.

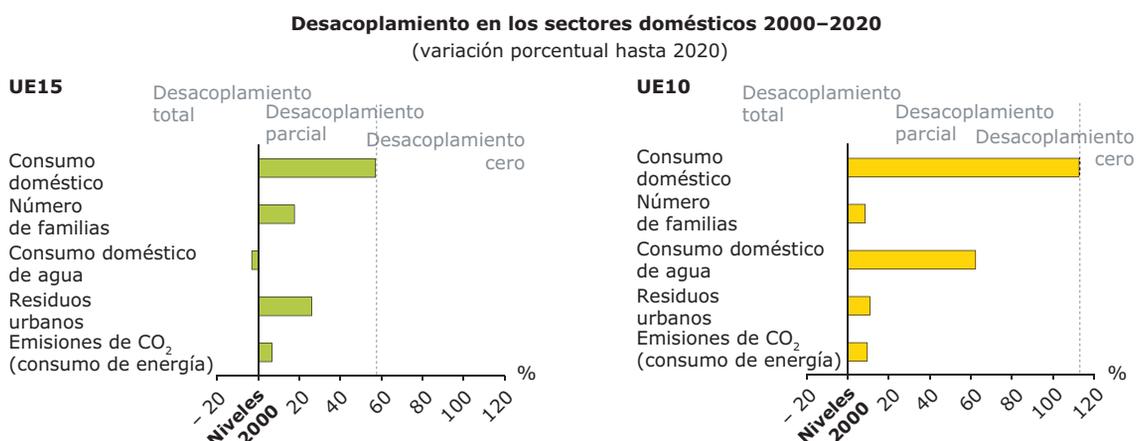
En Europa también se observa una reducción del número de personas que integran la familia media, nuevamente en consonancia con buena parte del mundo desarrollado. Este parámetro, que en 1990 era superior a 3 y actualmente es de 2,75, se situará en torno a 2,4 en 2030. Por diversos motivos, empezando por el aumento de la riqueza personal y siguiendo por

el envejecimiento de la población, las elevadas tasas de divorcio y el creciente número de personas adultas que deciden vivir solas o no casarse, se cree que el número de familias de Europa aumentará alrededor de un 20%. En general, un número de familias mayor implica incrementos netos de la demanda de energía y agua y mayor producción de residuos.

Actualmente se compran más bienes de consumo, como ordenadores, aparatos estereofónicos, teléfonos móviles, electrodomésticos y sistemas de aire acondicionado. Aunque a veces los aparatos nuevos reducen el consumo, no siempre es así. Por ejemplo, muchos aparatos electrónicos se mantienen en modo de espera cuando no se utilizan, de modo que consumen mucha más electricidad que sus predecesores. El reciente Libro Verde sobre la eficiencia energética señala que, de acuerdo con los estudios disponibles, se podría ahorrar hasta un 20% de energía de manera eficaz y económica hasta 2020. Es probable que mejorar la eficiencia de la demanda dependa más de la sensibilización de los consumidores finales y de los incentivos para cambiar conductas, así como de una reglamentación que fomente normas técnicas más exigentes.

En la UE25, se cree que las extracciones de agua para consumo doméstico aumentarán a menor ritmo que el crecimiento del gasto doméstico previsto hasta 2020 (figura 9.5). Esta tendencia se explica por las medidas

**Figura 9.5 El sector doméstico: perspectivas de desacoplamiento hasta 2020, principales recursos y presiones ambientales**



Fuente: AEMA, 2005.

aplicables a la demanda, como una mayor eficiencia de los hogares y de los aparatos así como a la aplicación de impuestos y tasas. No obstante, se cree que las extracciones de agua para uso doméstico aumentarán notablemente en la UE10 cuando estos países se aproximen a los niveles medios de consumo de la UE15 en los próximos decenios.

En la década de los 90, la UE se marcó el objetivo de reducir el flujo de residuos urbanos a menos de 300 kg por persona y año hasta el año 2000. Lamentablemente, este objetivo no se ha conseguido y la producción de residuos no deja de aumentar. Los vertederos siguen siendo la vía de gestión más normal, pero la aplicación de la Directiva europea que los regula está frenando el empleo de este método para los residuos urbanos biodegradables. Esta Directiva tiene por objeto reducir la producción de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico — todos ellos gases de efecto invernadero controlados por el Protocolo de Kioto— y aumentar la presión sobre los fabricantes, los minoristas y las autoridades locales para hallar nuevas maneras de reducir el flujo de residuos: por ejemplo, utilizando residuos biodegradables para todos los tipos de producción de energía.

La experiencia acumulada con los residuos de envases y embalajes muestra en qué medida Europa ha abordado el problema, y el camino que todavía queda por recorrer. Los consumidores y la industria parecen estar de acuerdo en reciclar los envases y embalajes usados, pero son muy reacios a adoptar medidas para evitar que se generen estos residuos. Casi todas las políticas sobre residuos de envases y embalajes hablan de reciclado y recuperación, más que de reducción.

En la mayor parte de los países de la UE, la producción de estos residuos sigue aumentando al mismo ritmo que el PIB. Las tasas absolutas oscilan entre los 217 kg por persona y año de Irlanda y los 87 kg de Finlandia, pero la tendencia sigue al alza en todas partes. Los analistas creen que la producción de residuos de papel y cartón crecerá en la UE15 más del 60% entre 2000 y 2020, más o menos lo mismo que el PIB: el sueño de la oficina sin papel gracias a las nuevas tecnologías de la información se ha demostrado falso.

Por el contrario, la mayoría de países han superado ampliamente sus objetivos de reciclado de residuos de

envases y embalajes. Aunque el objetivo comunitario era reciclar el 25% en 2001, la tasa total de reciclado de envases y embalajes en la UE15 supera ya el 50%. Esto refleja lo relativamente fácil que es adoptar soluciones «al final del proceso», en lugar de realizar cambios estructurales que reduzcan los flujos de materiales o de energía. También viene a demostrar la máxima de gestión de que lo que se mide, se hace. En este caso, los objetivos concretos son la recuperación y el reciclado, mientras que el auténtico reto — reducir la producción de residuos— sigue siendo algo casi utópico.

De cara al futuro, se cree que los volúmenes de residuos urbanos se desacoplarán en parte del crecimiento del PIB hasta 2020 y que donde más se avanzará será en la UE10, ya que la recuperación económica permitiría adoptar tecnologías mejores y más modernas (figura 9.5).

La mayor parte de los europeos viven en áreas urbanas, que generalmente disponen de acceso a sistemas de alcantarillado. En el norte de Europa, la mayoría de las viviendas están conectadas a las instalaciones más eficientes de tratamiento para eliminar los contaminantes de las aguas residuales, mientras que en los países de Europa occidental es sólo la mitad. En los países de Europa meridional y en la UE10, tan sólo el 50% ó 60% de la población dispone de algún tipo de depuradora de aguas residuales. Todavía queda un importante margen para que se generalice el uso de instalaciones de tratamiento terciario en muchas partes de Europa. También es posible combinar las inversiones en las plantas de tratamiento con la imposición de gravámenes para reducir la contaminación en origen y, por lo tanto, los costes de tratamiento; ya que actualmente los países destinan sus inversiones principalmente a las plantas de tratamiento.

Al mismo tiempo, el aumento de la riqueza permite a muchos europeos invertir sus ahorros en segundas viviendas. Con ello suelen aumentar las presiones del desarrollo en zonas ecológicamente vulnerables, ya sujetas a las presiones del turismo, como es el caso de las zonas litorales del Mediterráneo. La llegada de propietarios de segundas viviendas provenientes del norte de Europa, entre ellos un importante número de jubilados, es ya el principal factor que impulsa la construcción en algunas zonas de España. Sin embargo, esta clase de inversores pueden ayudar a la economía rural, sobre todo en zonas

más remotas, marginales o de montaña. También pueden favorecer la continuidad de los ecosistemas agrarios de baja intensidad como actividad a tiempo parcial.

Los desplazamientos en vehículos particulares han aumentado más de un 3% anual durante los tres últimos decenios. En 2001, el europeo medio recorrió 14.000 kilómetros en todo tipo de medios de transporte. Si se mantienen las tendencias actuales, se calcula que cada uno de nosotros recorrerá 7.000 kilómetros más en 2030. Este hecho ejerce presión sobre el suelo e inevitablemente tiene efectos perjudiciales para la calidad del aire en las ciudades. Durante los años 90, aunque la red de autopistas de Europa creció en un 25%, el aumento del tráfico rodado hizo que las nuevas carreteras se llenasen tan deprisa como se iban construyendo. Este «tráfico generado» suele ocupar del 50% al 90% de la capacidad disponible de carreteras en cosa de un año. Esto se debe, en parte, a la propia decisión del consumidor, pero los estudios actuales indican que la construcción de centros comerciales en el extrarradio y la distribución de los centros médicos y docentes también pueden desempeñar un papel importante.

Se cree que la proporción de la distancia total recorrida que corresponde al transporte aéreo se duplicará hasta superar el 10% en 2030. Los recientes cambios del mercado, como los vuelos baratos y las reservas por Internet, han aumentado el atractivo de los viajes en avión por Europa, frente al automóvil o al tren. Este considerable crecimiento del transporte aéreo está impulsado por el aumento de la demanda de los europeos y de los viajeros foráneos que vienen a Europa. El sector de viajes y turismo es una importante fuerza económica, que genera el 11% del PIB del continente y representa el 12% de su empleo, un gran consumidor de bienes, de agua y de suelo y un notable productor de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero.

La creciente demanda europea de vivienda, alimento, bienes de consumo, transporte, turismo y gestión de residuos ejerce presiones sobre la calidad del suelo, del agua y del aire, además de provocar la pérdida y fragmentación de sus hábitat silvestres. En los próximos años, se cree que estas presiones serán especialmente fuertes a lo largo del litoral mediterráneo y atlántico del sur de Europa, y que podrían afectar en gran medida a la Europa rural, a medida que aumente el número de

personas que salgan de su entorno urbano al campo para mejorar su calidad de vida y relajarse.

## 9.4 Resumen y conclusiones

El régimen normativo que se ha instaurado en Europa durante los últimos 30 años ha logrado éxitos muy importantes. Ha sentado las bases para el desarrollo de tecnologías que han disociado algunas presiones ambientales del crecimiento económico, especialmente las que tienen su origen en fuentes puntuales. No obstante, es un hecho generalmente aceptado que la normativa ambiental de este tipo tiene sus límites. En las actividades sectoriales responsables de muchos de los problemas ambientales actuales intervienen multitud de factores que a menudo requieren cambios de conducta y, por lo tanto, no pueden resolverse únicamente con normas de comando y control. La combinación de normas, cambios tecnológicos, medidas financieras, instrumentos económicos, acuerdos voluntarios e información es mucho más eficaz. Cada problema y sector diferente tiene una combinación adecuada diferente.

En el sector del transporte, la regulación y los acuerdos voluntarios han favorecido la innovación en el sector del automóvil y los instrumentos económicos, especialmente impuestos y tasas, han contribuido a hacer visibles los costes ocultos de la contaminación y a cambiar la conducta del consumidor en cierta medida.

En el sector energético, la regulación también ha favorecido la innovación. En el ámbito de las renovables, las políticas recientemente adoptadas han sentado las bases para que aumente el capital de riesgo destinado a financiar la creación de nuevas empresas. En lo que respecta a los instrumentos económicos y medidas financieras, se han utilizado sobre todo las subvenciones a los combustibles fósiles. Más recientemente, se han establecido permisos negociables para fomentar la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos de manera eficaz en relación con los costes.

El sector agrario se ha visto moldeado por las medidas financieras adoptadas en virtud de la PAC. En los últimos años, se han realizado reformas importantes que han sustituido las subvenciones a la producción, muy perjudiciales desde el punto de vista ecológico, por

incentivos que protegen el medio ambiente y promueven el crecimiento económico y la cohesión social. Las medidas de condicionalidad que vinculan los pagos de la PAC a las actuaciones por los agricultores para reducir los nitratos, son un ejemplo innovador de acciones integradas que podrían generalizarse, como el empleo de Fondos de Cohesión y destinar la recaudación de ciertas tasas a la construcción de depuradoras y a la reducción de la contaminación en origen. En lo que respecta a la innovación, se ha otorgado más importancia a la producción que a los objetivos de ecoeficiencia, por lo que aún queda mucho por hacer, por ejemplo, para aumentar la aplicación de tecnologías de riego más eficientes.

El sector doméstico es diferente: no es tan homogéneo como el resto de sectores ni se apoya en objetivos y medidas de regulación bien definidos. Cambiar la conducta de la población es difícil y a menudo problemático desde el punto de vista político. En algunos países se utilizan mucho los instrumentos económicos, sobre todo impuestos y tasas, para internalizar los costes de servicios ambientales como el suministro de agua, el tratamiento de las aguas residuales y la recogida de residuos. Queda muchísimo por hacer para aumentar la aplicación de las tecnologías ecoeficientes que ya existen, pero los incentivos financieros y las actividades de sensibilización están relativamente ausentes.

Dado que algunos de los principales problemas ambientales están interrelacionados y que son muchas las actividades sectoriales que contribuyen a un mismo problema, con la aplicación de enfoques integrados se podrían lograr beneficios muy superiores a los que se obtienen con los enfoques unilaterales. Algunos ejemplos son la reducción de las emisiones de dióxido de azufre para hacer frente a la acidificación, que al mismo tiempo conllevan beneficios secundarios relacionados con el cambio climático; la sustitución de las subvenciones a la agricultura, al transporte y a la energía que contribuyen a la degradación del medio ambiente, por incentivos que modifiquen las conductas; y las inversiones en nuevas tecnologías que reducen las presiones ambientales difusas, como la retención de hidrógeno y carbono, y que al mismo tiempo crean empleo y contribuyen a mejorar la competitividad general de Europa. En el capítulo final se evalúan tres enfoques interrelacionados que podrían sentar las bases para avanzar en materia de integración en el futuro.

## Referencias y bibliografía adicional

Todos los indicadores básicos descritos en la Parte B del presente informe tienen relación con este capítulo. Los principales son: CBI 11, CBI 14, CBI 16, CBI 17, CBI 18, CBI 20, CBI 24, CBI 27, CBI 28, CBI 29, CBI 30, CBI 31, CBI 32, CBI 35 y CBI 36.

### Introducción

Agencia Europea del Medio Ambiente, 1999. *El medio ambiente en Europa en el umbral del siglo XXI*, Informe de Evaluación Ambiental N° 2. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2001 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*. Informe N° 4/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio 2005. *Ecosystems and human well-being. Opportunities and challenges for business and industry*.

Maddison, A., 2004. *The world economy: historical statistics*, OCDE, París.

### La transformación del medio ambiente en Europa

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*. Informe N° 4/2005. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Environment and health*. Copenhague (en imprenta).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005. *State of the world's fisheries 2004*, FAO, Roma.

### Tendencias en cuatro sectores socioeconómicos

Comisión Europea, 2001. *El Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente*, COM(2001) 31 final, 2001/0029 (COD).

Comisión Europea, 2004. EU common agricultural policy explained. [www.europa.eu.int/comm/agriculture/publi/capexplained/cap\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/agriculture/publi/capexplained/cap_en.pdf).

Consejo Europeo, 1999. Directiva 1999/31/CE del 26 de abril de 1999 sobre el vertido de residuos, Boletín oficial L182, 16/07/1999.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2002. *Corine land cover update 2000: Technical guidelines*, Informe Técnico N° 89, AEMA, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Señales ambientales 2004*, Copenhague.

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004. *Ten key transport and environment issues for policy-makers*, Informe N° 3/2004, Copenhague.

## 10 Mirando al futuro

### 10.1 Introducción

Europa se enfrenta en las próximas décadas a varios retos relacionados. Entre ellos están la mayor competencia mundial por recursos naturales y mercados; la presión en la cohesión social y territorial que genera el envejecimiento de la población y el menor tamaño de las familias; además de problemas ambientales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la explotación del suelo y de los recursos hídricos, la sobrepesca y los impactos sobre los ecosistemas marinos, la pérdida de suelo, la contaminación atmosférica y los efectos sobre la salud derivados de la vida cotidiana y del uso y producción generalizados de sustancias químicas.

Europa está bien situada para hacer frente a estos retos. Cuenta con algunas de las empresas más competitivas del mundo, una de las mejores calidades de vida, una larga historia de innovación industrial e institucional y una gran variedad de pueblos y culturas para estimular actividades económicas y sociales muy diversas. También dispone de un medio ambiente de gran riqueza y diversidad que, cuidado debidamente, puede proporcionar una buena calidad de vida en un contexto con cambios que se suceden con rapidez. Los retos que afronta Europa y sus capacidades para manejarlos están relacionados mediante redes ecológicas, económicas y sociales. De manera similar, es necesario interrelacionar medidas efectivas con respuestas más coherentes e integradas.

La integración de las políticas ambientales en las actividades económicas es una de las respuestas más importantes. Se necesitan medidas ambientales para alcanzar elevados estándares ambientales y que al mismo tiempo favorezcan, o que no dificulten, la innovación, la integración social y la reforma de los mercados y la gobernanza. Los recientes debates sobre política ambiental han demostrado que, a menos que estas políticas contribuyan a mejorar estos problemas generales, pueden verse fácilmente relegadas al papel de artículos «de lujo», más apropiados para tiempos mejores.

Hay tres enfoques principales relacionados entre sí que podrían ayudar a Europa a seguir avanzando en la economía y el medio ambiente. Primero, una integración más clara y coherente de las políticas ambientales, que asegure que los problemas

ambientales se encuentren debidamente reflejados en todos los procesos de formulación de políticas. Esto es especialmente necesario en los sectores económicos que más contribuyen a crear dichos problemas: el transporte, la agricultura y la energía. Segundo, la internalización de los costes ecológicos que conlleva el consumo de energía y recursos en unos precios de mercado más realistas, a través de impuestos y tasas ambientales, permisos negociables y reformas fiscales y de las subvenciones. Y en tercer lugar, un aprovechamiento más eficiente de los recursos renovables y no renovables, a través de medidas que estimulen la ecoinnovación.

### 10.2 Integración

#### Integración institucional y financiera

El artículo 6 del Tratado de la Unión Europea establece que *«las exigencias de la protección del medio ambiente deberán integrarse en la definición y en la realización de las políticas y acciones de la Comunidad (...) en particular con objeto de fomentar un desarrollo sostenible»*.

Son necesarios dos tipos de integración institucional: el nivel horizontal, que establece vínculos entre ministerios de un mismo gobierno y entre comisiones parlamentarias, en el ámbito nacional y comunitario; y la integración vertical entre gobiernos nacionales, regionales y locales.

La integración de la política ambiental es uno de los rasgos característicos del Tratado CE, del Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, del proceso de integración de Cardiff y de la Estrategia europea de desarrollo sostenible. Indirectamente, está respaldado por el Libro Blanco sobre la gobernanza europea. En principio, los objetivos ambientales también están integrados en el proceso de Lisboa, una estrategia a 10 años vista para convertir a la Unión Europea en la economía más dinámica y competitiva del mundo.

Una característica común a todas estas iniciativas es el papel de los gobiernos para establecer objetivos, marcos de regulación, incentivos y flujos de información, además de fomentar actividades más responsables con el medio ambiente por parte de empresas, inversores, consumidores y ciudadanía.

El avance en materia de integración sectorial durante los últimos cinco años ha sido lento, debido en parte a la falta de una integración institucional adecuada. Sin embargo, un examen más profundo revela signos positivos de cambio. El proceso de Cardiff, iniciado en 1998 para fomentar la integración sectorial en el ámbito de la UE, ha favorecido el derribo gradual de algunas barreras administrativas entre los departamentos sectoriales y el de medio ambiente; la creación de unidades ambientales en las Direcciones Generales sectoriales de la Comisión; y la reorientación de determinados departamentos para tratar cuestiones más integradas, como el desarrollo rural.

Las estrategias temáticas ambientales formuladas en el marco del 6PAMA promueven nuevas intervenciones interdepartamentales y con todas las partes interesadas. Una forma de obtener resultados adicionales sería aumentar el apoyo institucional a la integración de la política ambiental, en recursos humanos y financieros.

Entretanto, se ha producido una revolución silenciosa en la gestión estratégica y en la coordinación de las actividades de la Comisión y del Consejo. La decisión de la UE de optar por la planificación anual y plurianual podría favorecer la puesta en práctica de la integración ambiental. Lo mismo cabe decir de los ciclos de planificación presupuestaria y de las auditorías, que podrían promover la integración ambiental.

El Parlamento Europeo ha aprovechado sus competencias presupuestarias para avanzar en la integración del medio ambiente en otras áreas de regulación, como los Fondos Estructurales y los de Cohesión. Otra forma de impulsar esta ecologización del presupuesto comunitario serían los informes periódicos y exhaustivos sobre el impacto ambiental de los programas de gasto de la UE y sobre los avances en materia de integración de la política ambiental.

También aparecen nuevas formas de gobernanza, como el «método abierto de coordinación» (MAC), que trata de mejorar las relaciones entre países y partes interesadas en los procesos de regulación. En los nuevos Estados miembros de la UE, los Ministerios de medio ambiente han aprovechado la alta prioridad que otorga la UE a la protección del medio ambiente para

adquirir mayor relevancia en el gobierno. En algunos de los antiguos Estados miembros, el traslado de las responsabilidades ecológicas a otros ministerios ha aumentado las oportunidades de mejorar la integración de políticas.

Los Gobiernos nacionales han dado pasos muy importantes en el desarrollo y aceptación de compromisos políticos de alto nivel a favor de la integración de la política ambiental y del desarrollo sostenible. La mayoría de los 25 Estados miembros (UE25) han formulado Estrategias nacionales de desarrollo sostenible. No obstante, apenas hay indicios de que estas estrategias estén llevándose a la práctica y todavía queda mucho por hacer para favorecer el aprendizaje mutuo entre países.

Desde principios de los años 90, muchos países han creado comisiones de trabajo sobre integración ambiental. Un ejemplo es el Comité de Secretarios de Estado de Alemania para el Desarrollo Sostenible. Otros países, como Austria y Bélgica, han creado comisiones interministeriales para el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el desarrollo sostenible. Son ya numerosos los países con consejos de asesoramiento en materia de medio ambiente o desarrollo sostenible, que en países como Finlandia, Letonia y Lituania desempeñan además funciones de coordinación interministerial.

Pocos países han aprovechado la oportunidad de relacionar sus actividades habituales de planificación estratégica, gestión presupuestaria y auditoría con el cumplimiento de los principales compromisos adquiridos en materia de medio ambiente o desarrollo sostenible, aunque van apareciendo algunos ejemplos útiles en los Países Bajos, Reino Unido y Suecia. Pocos países tienen específicamente asignadas las competencias en materia de integración de la política ambiental en sus departamentos clave, aunque algunos han creado unidades ambientales en determinados ministerios sectoriales.

En los nuevos Estados miembros, la transposición y aplicación de la legislación europea mejora la calidad del medio ambiente y reduce la contaminación transfronteriza. Existe la oportunidad de reorganizar las estructuras de gobernanza en muchos países para integrar

las decisiones de regulación (por ejemplo, conforme a la Directiva de IPPC) y reforzar la cooperación en redes internacionales (por ejemplo, IMPEL).

Sin embargo, la prioridad que se otorga al desarrollo económico ha puesto en peligro la aplicación de las medidas necesarias para proteger el medio ambiente. Por lo tanto, es preciso velar por que existan recursos financieros suficientes para aplicar la legislación europea. También es una oportunidad única de desacoplar las presiones ambientales de las económicas, sobre todo en la energía, el transporte y la industria. Así se podrían orientar mejor los fondos de la UE a soluciones locales y más sostenibles. También podría aprovecharse la gran experiencia de los nuevos Estados miembros en materia de ordenación territorial para reforzar iniciativas de planificación transfronteriza y cooperativa, por ejemplo, en relación con nuevas carreteras, con capacidad para producir mejores resultados en materia de medio ambiente

La importancia de la integración vertical se aprecia en los estudios de la AEMA sobre la eficacia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas y de los sistemas de gestión de los residuos de envases y embalajes en determinados países de la UE. Esta gestión es compleja, ya que afecta a la industria, a los minoristas, a los consumidores y a los gobiernos locales y nacionales. Los acuerdos institucionales, los incentivos y la gobernanza adquieren el mismo grado de importancia que la propia política. Los acuerdos institucionales preexistentes pueden facilitar o dificultar su aplicación efectiva.

En lo que respecta a las aguas residuales urbanas, en Dinamarca y los Países Bajos ha sido importante establecer líneas claras de responsabilidad y financiación para conseguir un cumplimiento total o casi total de la correspondiente Directiva europea. Por el contrario, en Francia y en España el solapamiento de competencias entre autoridades de ámbito nacional, regional y local, sumado a la necesidad de realizar importantes inversiones y las dificultades de su financiación, parecen haber complicado mucho su cumplimiento.

La tendencia a la responsabilidad social corporativa está aumentando la presión sobre el comportamiento ambiental de las empresas, sobre todo cuando puede

evaluarse mediante indicadores, como la iniciativa de información global (Global Reporting Initiative). A nivel sectorial, las iniciativas corporativas de las industrias químicas, alimentarias, pesqueras y forestales promueven una actividad más responsable con el medio ambiente, como en los programas de certificación que fomentan una elección informada por parte del consumidor.

Los inversores estudian con interés creciente el comportamiento ambiental de sus fondos y de las empresas que los integran. Iniciativas como el sistema de fondos verdes de inversión en los Países Bajos, que incluye incentivos fiscales para las inversiones ambientales y una asociación con el sector financiero, demuestran el potencial que encierran esta clase de instrumentos de mercado para orientar los flujos de capital hacia actividades más sostenibles y, al hacerlo, ayudar a promover la internalización a largo plazo de los costes ambientales en el precio de los bienes y servicios.

### **Evaluación del progreso**

Partiendo de trabajos anteriores elaborados por la OCDE, entre otros, y como reflejo de las prácticas nacionales y europeas aquí resumidas, la AEMA ha elaborado un posible marco de evaluación de los avances en materia de integración de la política ambiental (figura 10.1).

Este marco se basa en las siguientes seis áreas principales: compromiso político; visión y liderazgo; cultura y prácticas administrativas; evaluaciones e información para el proceso decisorio; instrumentos de regulación, cómo los instrumentos de mercado que promueven la internalización de los costes; control de avances en el cumplimiento de los objetivos; y ecoeficiencia. La evaluación de los avances realizados en estos seis ámbitos se apoya en una lista de control de criterios aplicables.

Este marco sirve a dos fines: ayudar a entender cómo se puede promover la integración; y establecer un marco único para evaluar los avances realizados en materia de integración de la política ambiental de manera coherente y en sectores económicos muy diferentes. También puede utilizarse en todos los niveles de gobernanza, desde las instituciones europeas hasta los gobiernos nacionales, regionales y locales, e incluso en grandes empresas.

### 10.3 Internalización mediante instrumentos de mercado

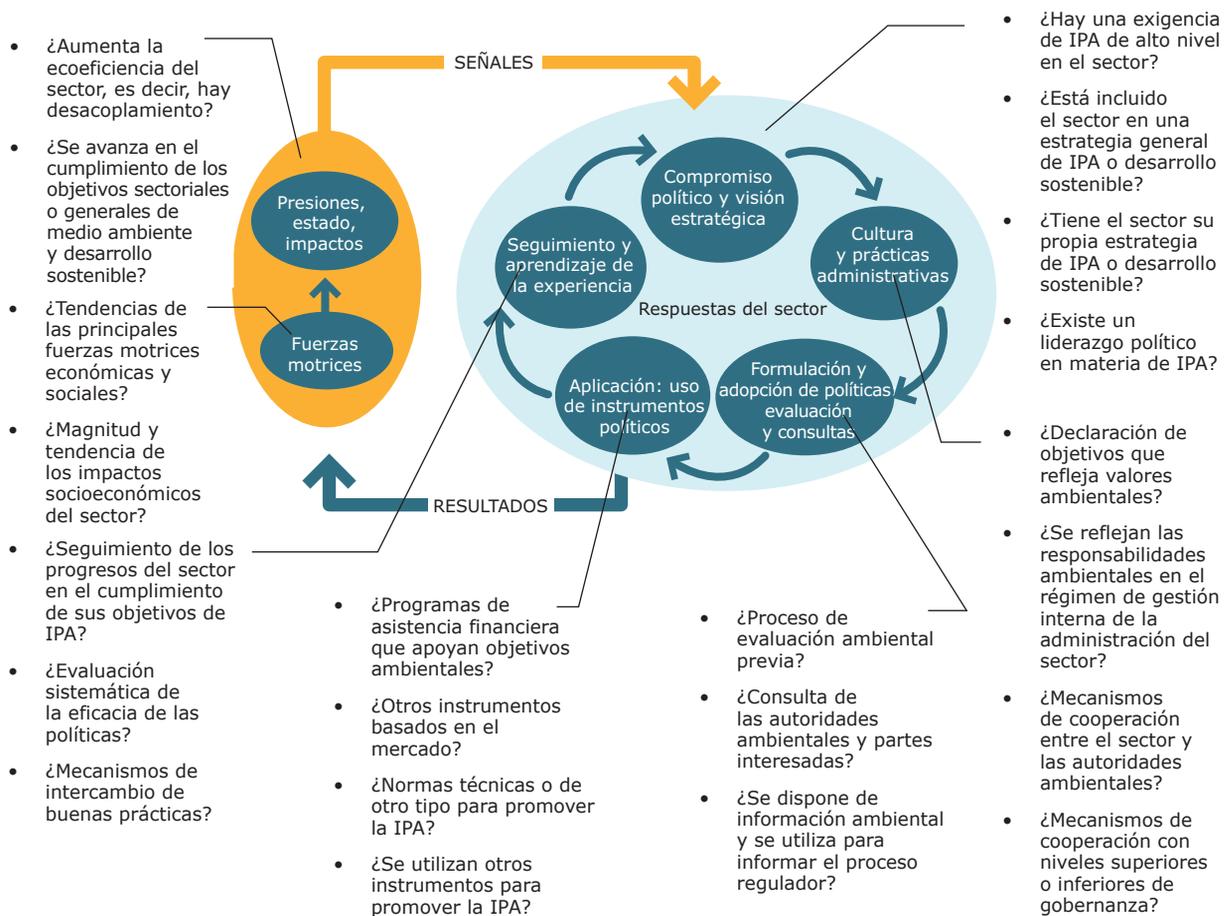
#### Finalidad y progreso

Los instrumentos de mercado pueden ayudar a que se cumplan los objetivos de política económica y ambiental de forma simultánea y eficaz, teniendo en cuenta los costes ocultos que la producción y el consumo tienen para la salud y el medio ambiente.

Hoy, los precios de los bienes y servicios no reflejan debidamente los costes ambientales que generan su prestación, uso y eliminación: las «externalidades ambientales». Es una necesidad cada vez mayor que los precios reflejen mejor los costes de reposición, recuperación y reparación de los recursos ambientales.

Por ejemplo, los precios del carbón, del petróleo y del gas natural no incorporan todos los costes que conlleva su uso en términos de cambio climático y otras formas de degradación del medio ambiente; el precio de una mesa de madera no refleja el coste total de la biodiversidad que se ha perdido en los bosques de donde procede la madera, ni el mayor riesgo de inundación que afecta a las tierras que quedan desprotegidas después de las talas; la factura del agua no siempre incorpora el coste del agotamiento y contaminación de los acuíferos; el precio de los alimentos que se venden en los supermercados no incluye todos los impactos ambientales ocasionados por los sistemas agrarios utilizados para su producción, como tampoco los efectos para la salud y el ruido y los humos de los camiones que los transportan hasta las tiendas.

**Figura 10.1 Marco de trabajo para evaluar la integración ambiental en las políticas sectoriales**



**Figura 10.2 Formulación de las bases impositivas ambientales en la UE15, Islandia y Noruega desde 1996**

	Austria	Bélgica	Dinamarca	Finlandia	Francia	Alemania	Grecia	Islandia	Irlanda	Italia	Luxemburgo	Países Bajos	Noruega	Portugal	España	Suecia	Reino Unido	
<b>Aire/energía</b>																		
CO <sub>2</sub> *			■	■		■			■	■		■	■				■	■
SO <sub>2</sub>			■		■					■			■					
NO <sub>x</sub>					■					■							■	
Combustibles	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S en los combustibles		■	■	■		■						■	■				■	■
<b>Transporte</b>																		
Venta y uso de automóviles	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dif/ Impuesto de circulación anual			■			■							■					■
<b>Agua</b>																		
Aguas residuales	■	■	■	■	■	■			■	■		■	■		■	■	■	■
<b>Residuos</b>																		
Residuos generados	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
Residuos peligrosos			■	■		■		■										
<b>Ruido</b>																		
Ruido de aviones						■				■		■	■					
<b>Productos</b>																		
Neumáticos	■		■	■								■						
Recipientes de bebidas		■	■	■									■				■	
Envases	■		■		■					■			■					
Bolsas			■					■	■	■								
Pesticidas		■	■										■				■	
CFC	■		■															
Pilas y baterías	■	■	■					■		■							■	
Bombillas			■															
PVC/eftalatos			■															
Aceite lubricante				■						■			■		■			
Fertilizantes			■									■					■	
Papel y cartón			■		■			■										
Disolventes			■										■					
<b>Recursos</b>																		
Materias primas		■	■								■						■	■

■ En 1996 ■ Introducido después de 1996 ■ Introducido después de 2000

Fuente: AEMA, 2005.

Los instrumentos de la política ambiental pueden ayudar a internalizar los costes ambientales favoreciendo que las empresas y los consumidores paguen por la contaminación que generan mediante el cumplimiento de las normas ambientales. Sin embargo, una vez alcanzados los objetivos ambientales establecidos, a menudo no existen otros incentivos para continuar avanzando.

Los instrumentos de mercado utilizan por su parte una asignación más realista de precios de bienes y servicios para proporcionar incentivos continuos a los productores y consumidores europeos para reducir los impuestos con la producción y utilización de innovaciones más ecoeficientes. Además, estos instrumentos ofrecen mayor flexibilidad a las empresas con diferentes tecnologías y estructuras de costes para mejorar el medio ambiente. Sin

**Figura 10.3 Panorámica de las bases impositivas ambientales en la UE10 y otros países, 2004**

	Chipre	República Checa	Estonia	Hungría	Letonia	Lituania	Malta	Polonia	Eslovenia	Eslovaquia	Bulgaria	Croacia	Rumanía	Turquía
<b>Aire/energía</b>														
CO <sub>2</sub> *														
SO <sub>2</sub>														
NO <sub>x</sub>														
Otros contaminantes atmosféricos														
Combustibles														
S en los combustibles														
<b>Transporte</b>														
Ventas de automóviles														
Impuesto anual de circulación														
<b>Agua</b>														
Aguas residuales														
Residuos														
Impuestos sobre los residuos														
<b>Ruido</b>														
Ruido de aviones														
<b>Productos</b>														
Neumáticos														
Recipientes de bebidas														
Envases														
Bolsas														
Pesticidas														
CFC														
Pilas y baterías														
Bombillas														
PVC/eftalatos														
Aceite lubricante														
Fertilizantes														
Papel y cartón														
Disolventes														
<b>Recursos</b>														
Materias primas														

Fuente: AEMA, 2005.

embargo, los efectos netos de estos instrumentos no son tan predecibles como la regulación directa, y puede ser necesario combinar los instrumentos de regulación en pro de la eficacia y la equidad ambiental.

Hay varios tipos de instrumentos de mercado: impuestos y tasas que gravan productos y procesos perjudiciales para el medio ambiente; sistemas de depósito con reintegro cuando se devuelve el producto o el envase para reciclar; y permisos negociables para contaminar o para realizar otras actividades, como la pesca, que es necesario limitar. Los permisos se utilizan cada vez más porque combinan flexibilidad de reacción y una certidumbre razonable de que se cumplirán los objetivos.

Algunas normas comunitarias recientes incluyen disposiciones específicas que permiten a los gobiernos utilizar estos instrumentos para alcanzar sus objetivos, como la Directiva Marco sobre el agua y la Directiva de residuos de envases y embalajes. El sistema comunitario de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero, instaurado en 2005, tiene por objeto ayudar a la UE a cumplir su compromiso común de cumplir los objetivos del Protocolo de Kioto y es el primer gran instrumento de mercado que se aplica en el ámbito de la Unión.

Los instrumentos de mercado que utilizan los Estados miembros suelen ser impuestos y tasas medioambientales: p. ej., a modo de diferencial sobre la carga fiscal que soportan los combustibles para fomentar el consumo de determinados tipos, como el gasóleo bajo en azufre o la gasolina sin plomo, o combustibles alternativos como el etanol. Los instrumentos de mercado también se utilizan mucho en los nuevos Estados miembros, sobre todo para moderar la contaminación atmosférica. Varios países europeos aplican impuestos sobre las materias primas no renovables, como la arena, la grava y la piedra caliza, o sobre productos como las bolsas de plástico. Muchos tienen por objeto fomentar el reciclado de materiales.

En la UE15, la aparición de los impuestos ambientales entre 1996 y 2004 demuestra que se ha avanzado en la aplicación de instrumentos fiscales en muy diversos ámbitos (figura 10.2). Resulta interesante observar que los nuevos Estados miembros de la UE10 han realizado progresos importantes en la introducción de impuestos ambientales en poco tiempo, en particular en lo que

respecta a los contaminantes atmosféricos, a los productos y a las materias primas (figura 10.3).

### La eficacia de los instrumentos de mercado

Los hechos muestran que los instrumentos de mercado funcionan mejor si están bien diseñados para su aplicación a largo plazo y si forman parte de un conjunto más amplio de instrumentos, si se informa con claridad a la opinión pública sobre las razones de su existencia y el destino que se dará a la recaudación, y si los niveles de «precio» establecidos reflejan un incentivo a los productores y consumidores para que cambien de conducta y un análisis realista de los asequibles que resultan.

Europa lleva mucho tiempo gravando los combustibles de automoción. Los impuestos, con la excepción del IVA, constituyen más de la mitad del precio de venta al público de la gasolina en casi todos los países de la UE15. En parte gracias a estos impuestos, el parque de automóviles europeo consume combustible de modo mucho más eficiente que el de Estados Unidos y genera muchas menos emisiones de dióxido de carbono por kilómetro. En la UE, un turismo nuevo consume una media de 6 ó 7 litros por cada 100 kilómetros, frente a los 10 u 11 l/100 km que consume en Estados Unidos.

Varios países han introducido impuestos que gravan el CO<sub>2</sub> como medio para alcanzar objetivos de la política sobre el cambio climático. En Dinamarca, la industria redujo un 25% su intensidad de emisión de CO<sub>2</sub> en el periodo de 1993 a 2000; el análisis demuestra que al menos 10 puntos se deben al impuesto sobre el CO<sub>2</sub>. Esto se debió a dos factores: el cambio de combustibles y las mejoras de eficiencia energética, cada uno de ellos responsable de la mitad de la reducción.

En Europa se han introducido otros sistemas de pago por circulación para el tráfico. Los automóviles con motores tradicionales han de pagar una tasa de congestión para circular por el centro de Londres. Es una tarifa plana que permite desplazarse por la ciudad durante el día y que ha reducido el tráfico un 15%, agiliza su flujo y genera ingresos para mejorar el sistema de transporte público de la ciudad. Suiza dispone de un sistema de peaje por kilómetro para vehículos pesados desde 2001, que se rige por las normas ambientales. Austria y Alemania han introducido tasas similares por el uso de las infraestructuras, pero no internalizan los costes ecológicos.

Es probable que el peaje por kilómetro comience a utilizarse más en estos momentos en los que existen eficientes sistemas informáticos y vía satélite para el control y el cobro. La congestión del tráfico, cada vez más perjudicial para la economía, es una de las principales fuerzas motrices, pero el medio ambiente también saldrá beneficiado. Estos sistemas, según sus defensores, serán transparentes, equitativos, económicamente eficientes y ambientalmente eficaces. En otros campos se desarrollan conceptos similares. En muchos países europeos se van sustituyendo los sistemas convencionales de tarificación fija del suministro de agua, o los que se basan en el valor de la propiedad, por los contadores de agua. Está demostrado que los contadores reducen el consumo de agua, normalmente en torno a un 10%.

Un buen ejemplo de combinación pragmática de los instrumentos de mercado con otras medidas es el sector del agua. Por lo general no ha sido posible aplicar los precios verdaderos de mercado para el agua allí donde podrían haber sido más efectivos, como en los regadíos agrícolas. Por ejemplo, durante la sequía que afectó en el verano de 2005 al sur de Europa, donde el regadío es, en general, el mayor usuario de agua, su consumo se controló principalmente por medio de prohibiciones, en lugar de tasas. Se consideró que cobrar más por un producto o servicio que anteriormente era «gratuito» o barato era una medida demasiado impopular para ser viable. Sin embargo, las tasas realistas sobre aguas residuales en los Países Bajos, que tenían por objeto animar a las empresas a reducir su contaminación hídrica, han resultado una medida más eficaz para cumplir la Directiva 91/271/CE que la construcción de depuradoras desarrollada en otros países.

Algunos instrumentos de mercado generan ingresos. La recaudación de los impuestos ambientales suele pasar a engrosar las arcas públicas y puede utilizarse para compensar otros impuestos o para ayudar a financiar programas gubernamentales y otras actuaciones beneficiosas para el medio ambiente. La recaudación de las tasas ambientales suele destinarse a financiar servicios colectivos de los que se benefician quienes pagan las tasas. Los sistemas de comercio de emisiones generan ingresos si se subastan los créditos, aunque la opción preferida en la práctica es distribuirlos sin coste. Por último, la reforma de las subvenciones perjudiciales puede ahorrar dinero a los presupuestos públicos o proporcionar ingresos para

financiar incentivos que puedan apoyar las tecnologías más respetuosas con el medio ambiente, como la agricultura biológica o las energías renovables.

Las subvenciones europeas y nacionales a la agricultura, la pesca, el transporte y la producción de energía no son eficaces para armonizar las necesidades económicas con la protección del medio ambiente a largo plazo. Las subvenciones locales también pueden favorecer opciones ambientalmente menos favorables. Por ejemplo, cuando ciudades alemanas como Bremen, Dresde y Stuttgart investigaron la cuantía de las subvenciones relacionadas con el uso gratuito de sus infraestructuras por los automóviles, descubrieron que ascendía a 128 euros por ciudadano, una cifra muy superior a las subvenciones municipales destinadas al transporte público, más sostenible desde el punto de vista ambiental.

Las anomalías del sistema impositivo pueden agravar los daños ambientales. Por ejemplo, los combustibles de los transportes aéreos y marítimos están exentos de las elevadas tasas que constituyen la mayor parte del coste de los combustibles utilizados en Europa para el transporte por carretera y, en algunos casos, por ferrocarril. Esta subvención internacional ha contribuido, entre otras cosas, a estimular el auge del transporte aéreo. Si se gravasen todos los combustibles con impuestos, su impacto ambiental sería más transparente y, con el tiempo, menor.

En algunos países, la recaudación de los impuestos ambientales se destina a reducir otros impuestos, principalmente los que gravan los rendimientos del trabajo. El programa de Suecia para el período 2001-2010 reemplazará 3.300 millones de euros de los impuestos sobre las rentas del trabajo por impuestos ambientales. Esta reforma está orientada a trasladar la carga fiscal de los impuestos negativos para el bienestar, como los que gravan los rendimientos del trabajo, el capital y el consumo, a los positivos para el bienestar, que incorporan las externalidades ambientales.

En la UE15, ha aumentado la recaudación de los impuestos que gravan la energía, casi el 80% de los ingresos obtenidos por todos los impuestos ambientales, mientras que ha bajado el tipo impositivo efectivo medio sobre las rentas del trabajo (medido por el tipo impositivo implícito, que es igual a las contribuciones a la seguridad social de los empresarios y de los asalariados, más

otros impuestos personales no salariales sobre sueldos y salarios, dividido por las rentas del trabajo antes de impuestos), lo que indica que una pequeña parte de la carga fiscal ha pasado del trabajo a la energía. Más aún, la eficiencia energética total de la UE ha mejorado, al tiempo que ha aumentado la carga fiscal de la energía.

### **Equidad, competitividad e innovación**

No obstante, la carga fiscal de la energía se distribuye de forma irregular entre los grupos de destinatarios y la mayor parte la soportan los consumidores. Por ejemplo, en los países nórdicos, las familias consumen un 20% de la energía, pero pagan el 60% de los impuestos energéticos. La mayor contribución, con mucho, proviene de los impuestos que gravan los combustibles de automoción (gasolina y gasóleo). Los materiales combustibles como el carbón y los hidrocarburos pesados y ligeros, que se utilizan normalmente en los procesos de fabricación, soportan una carga impositiva mucho menor.

Este cambio potencial en el sistema tributario no sería muy significativo a corto plazo, con tal de que los impuestos que gravan la energía —que tienden a afectar al consumidor más que otros— no se incrementaran de manera significativa. Algunas opciones más equitativas son los impuestos sobre el transporte, que representan poco más del 1% de la recaudación tributaria total, y los impuestos sobre la contaminación atmosférica y los recursos, que son tan sólo el 0,2% de la carga fiscal total en la UE15. Sin embargo, al considerar estas opciones hay que recordar que los instrumentos recaudadores basados en el mercado son fundamentalmente una herramienta de política ambiental, y existen otras herramientas para aplicar las políticas del mercado laboral.

Algunos impuestos ambientales pueden crear desigualdades sociales, ya que los más desfavorecidos de la sociedad gastan una mayor proporción de sus ingresos en necesidades básicas: alimentos, agua y energía. Dinamarca, el país europeo que cuenta con mayor variedad de impuestos ambientales y que gracias a ellos aumenta un 10% los ingresos del Estado, ha descubierto que los impuestos que gravan la energía, y especialmente la electricidad, inciden con mayor dureza en los pobres, aunque menos que los impuestos que gravan el alcohol y el tabaco y el IVA. Por otra parte, los impuestos sobre el transporte son relativamente benévolos para los pobres y los que

gravan la contaminación son neutros en cuanto a su impacto distributivo.

La última forma de incentivo basado en el mercado, y la más innovadora, es el «permiso de contaminación» negociable, destinado a limitar el consumo de recursos y las emisiones. El sistema europeo de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero asigna permisos a las grandes empresas de algunos sectores para emitir estos gases. Limitando la asignación de permisos a una cantidad de emisiones inferior a la prevista, se crea un mercado de permisos. Las empresas sin suficientes permisos para cubrir las emisiones que generan, pueden optar por reducir sus emisiones o bien, si les resulta más barato, comprar permisos a quienes tienen de más, quizá porque han invertido en tecnologías limpias. Este sistema otorga a los Estados miembros cierta opción de subastar permisos, pero actualmente apenas se recurre a ella.

La asignación inicial de permisos para el período 2005-2007, referidos únicamente al dióxido de carbono, se considera un ensayo general para los cinco próximos años, momento en el que Europa deberá cumplir los objetivos de emisiones legalmente vinculantes que establece el Protocolo de Kioto. La introducción del sistema fue relativamente sencilla, al contrario que los intentos de instaurar un impuesto europeo sobre la energía y el dióxido de carbono, que se abandonaron tras la oposición recibida desde diversos ámbitos.

No existe evidencia alguna de que los instrumentos de mercado perjudiquen la competitividad de la economía o de sectores concretos. Esto se debe al diseño de estos instrumentos, a las posibilidades de exención, que evitan la repercusión de costes inaceptables y a las medidas de compensación para quienes se ven afectados por la recaudación para el reciclado. Estos instrumentos pueden mantener o mejorar la competitividad promoviendo respuestas innovadoras, eficaces y económicas a las demandas ambientales.

De lo que sí hay pruebas es de que se carece del capital de riesgo necesario para que los avances tecnológicos relacionados con innovaciones ambientales penetren en el mercado. Se considera que la tecnología ambiental entraña más riesgos y tiene un menor nicho de mercado que la biotecnología, los programas informáticos y las telecomunicaciones. Por lo tanto, puede que sean

necesarios incentivos para el diseño y comercialización de tecnologías innovadoras y más ecoeficientes.

La mayor parte de las barreras que dificultan la aplicación de los instrumentos de mercado pueden superarse por varias vías: eliminando de forma progresiva los subsidios y las normativas que perjudican el medio ambiente; dedicando el dinero ahorrado para incentivos a la ecoinnovación; diseñando mejores instrumentos y medidas para corregir las desigualdades; realizando una aplicación progresiva para crear confianza en estas medidas con el tiempo; e integrando los instrumentos de mercado relativos a la política ambiental en los que se refieren a la política económica y social, de modo que los ingresos obtenidos puedan destinarse a apoyar las reformas fiscales generales.

## 10.4 Productividad de los recursos y ecoinnovación

### Los diferentes recursos requieren diferentes enfoques

Alrededor del 75% al 90% de los recursos que se utilizan en la actualidad son de carácter no renovable, al menos en la escala de tiempo relevante para los seres humanos y muchos ecosistemas. Esto contrasta con el 50% que se utilizaba a principios del siglo pasado. Mejorar el equilibrio general entre el consumo de las existencias de recursos no renovables y los flujos de renovables —principalmente de base biológica y reciclados— es esencial para mantener los servicios ecológicos y puede suponer un importante incentivo para la ecoinnovación.

Hay varias razones para dedicar esfuerzos a mejorar la productividad de los recursos no renovables durante los próximos decenios. Las principales son la variabilidad de las presiones ambientales; la creciente disparidad del consumo mundial de recursos no renovables; la subida de los precios y la competencia por las materias primas; el aumento de los riesgos para la seguridad internacional; y la necesidad de impulsar la competitividad de la UE.

Un ejemplo de mejor equilibrio hacia los recursos renovables es el uso creciente de la biomasa para producir electricidad, calor y combustibles para el transporte. Con ello pueden obtenerse beneficios ambientales y una fuente alternativa de ingresos para los habitantes

de las áreas rurales. Sin embargo, la producción de biomasa podría crear presiones adicionales sobre la biodiversidad, el suelo y los recursos hídricos, además de ocupar suelo que podría destinarse a la producción de alimentos u otros bienes. Por lo tanto, es necesario desarrollar cultivos bioenergéticos que puedan reducir la erosión y compactación del suelo, minimizar los aportes de nutrientes a las aguas subterráneas y superficiales y utilizar menos plaguicidas y menos agua.

Para transformar después estos cultivos en biocarburantes para el transporte, habrán de utilizarse nuevas tecnologías de transformación, como la tecnología de biomasa a líquido. El uso creciente de biomasa y otras energías renovables también puede contribuir a reducir la dependencia que tiene Europa de las importaciones de energía, que por lo demás está previsto que aumente, pasando del 50% en 2005 al 70% en 2030.

Mejorar la productividad de los recursos renovables y no renovables puede ayudar a consolidar las sinergias entre la protección del medio ambiente y el crecimiento. La iniciativa «*Clean, clever and competitive*» (Limpio, inteligente y competitivo), adoptada por el gobierno holandés en 2004, sirvió para mostrar a las empresas europeas numerosas formas de conseguir incrementos significativos de la productividad de los recursos, reduciendo al mismo tiempo las presiones ambientales. Otros estudios realizados en muchos Estados miembros y en el ámbito de la UE han demostrado que es posible obtener importantes beneficios económicos y ecológicos a nivel sectorial, empresarial y familiar reduciendo el consumo de recursos.

No obstante, una excesiva concentración de esfuerzos en la reducción del consumo total de recursos, puede desviar la atención sobre ciertos flujos de materiales perjudiciales, que deben abordarse de manera particular. Por ejemplo, la extracción de algunos metales o la manipulación de sustancias peligrosas requieren una atención específica en su reglamentación, a pesar de que la estimación y reglamentación de los impactos ambientales para una misma sustancia en las diferentes fases de su ciclo de vida resulte extraordinariamente compleja. Profundizar en el estudio del ciclo de vida de estos pequeños volúmenes de recursos generadores de importantes impactos ambientales, nos ayudaría a conocer mejor cómo se pueden paliar dichos impactos a través de la innovación.

### **Aumentar la productividad de los recursos no renovables: una situación compleja**

Las tendencias del consumo de recursos no renovables en todo el mundo indican que las economías emergentes no pueden seguir el modelo económico europeo actual, ya que el consumo mundial se multiplicaría entre dos y cinco veces. Informes como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio indican que esto sería sencillamente insostenible, debido a la limitada capacidad ecológica de la tierra.

De hecho, Europa y otras zonas del mundo desarrollado necesitan, entre otras cosas, reducir su consumo total de recursos aumentando la productividad, si quiere mejorar su capacidad de adaptación a los cambios futuros.

En la UE25, la intensidad del consumo de materiales —consumo de materias primas por unidad de PIB— es de 1 kg/euro, algo menos que en EE UU, pero el doble que en Japón. La situación es parecida en la productividad de la energía, donde las diferencias de eficiencia que presenta la economía japonesa son todavía más pronunciadas, lo que indica que se puede aprender de la experiencia de este país en particular y de otros en general.

Durante los últimos decenios, Europa se ha centrado más en la productividad laboral que en la productividad de los materiales y de la energía. Por ejemplo, entre 1960 y 2002, la productividad laboral creció un 270% en Europa, frente al 100% de los materiales y tan sólo el 20% en la energía. Estas tendencias son consecuencia de un cambio de orientación hacia la producción automatizada (que consume más energía y neutraliza las ganancias de productividad) y a los cambios estructurales de la economía. Una internalización temprana y plena de los costes ambientales habría contribuido a un mayor desarrollo de la productividad de energía y de recursos.

En la estructura de los costes de fabricación en Alemania —y probablemente en todas las grandes economías de la UE—, los costes de los materiales y de la energía representan más del doble de los costes laborales. En este sentido, podría entenderse que la economía europea se basa en un excesivo consumo de recursos naturales y un bajo consumo de mano de obra. La corrección de este desequilibrio también podría reducir la degradación del medio ambiente del planeta, además de contribuir a la competitividad y el empleo en Europa a largo plazo.

Durante el último decenio, Europa ha logrado un descoplamiento relativo del consumo de materiales y energía respecto del PIB, pero el consumo absoluto de recursos sigue estable. La intensidad de consumo de materiales presenta grandes diferencias entre los países de la UE —en parte según el tipo, escala y modernización de las industrias predominantes—, desde 11,1 kg/euros del PIB en Estonia hasta 0,7 kg/euros en Francia. No obstante, la productividad media de los recursos y de la energía en Europa occidental es, por término medio, cuatro veces superior a la de los Estados miembros de Europa central y oriental. Esto indica que existen grandes oportunidades de alcanzar un mayor equilibrio entre los quince antiguos Estados miembros (UE15) y los diez nuevos (UE10) en materia de productividad de los recursos, mediante la transferencia de tecnologías y otras medidas.

Las perspectivas hasta 2020 indican un desacoplamiento parcial del consumo de agua, de los flujos de materiales y de los residuos respecto del crecimiento económico en el sector industrial (figura 10.4). Para lograr este desacoplamiento será necesario continuar con los cambios estructurales de la economía europea, orientados a incrementar el sector servicios y reducir las industrias más consumidoras de recursos. A pesar de estos cambios estructurales, Europa seguirá exportando sus presiones ambientales trasladando la producción de los bienes que consumimos a los países en desarrollo.

Estos países también se verán perjudicados por emitir más gases de efecto invernadero, generados por el transporte de mercancías de vuelta a Europa para nuestro consumo. Por este motivo, los países en desarrollo tendrán más difícil cumplir sus objetivos de reducción de emisiones, mientras Europa podrá cumplir algunos de sus objetivos sin tener que alterar de modo significativo sus pautas actuales de consumo y producción.

La evolución de la industria manufacturera europea demuestra su potencial de reducción del consumo de energía, al tiempo que aumenta el rendimiento económico. Entre 1990 y 2002, el consumo de energía final del sector descendió casi un 8%, mientras su valor añadido aumentó un 17%. Las previsiones indican que la intensidad energética industrial podría reducirse notablemente en el escenario base, y en un escenario de moderación climática. En estas condiciones, la energía

necesaria para producir una unidad de valor añadido económico en 2030 sería casi la mitad que en 1990.

El descenso de la intensidad energética puede explicarse en parte por cambios estructurales de la economía. Pero también es consecuencia de las mejoras de eficiencia energética, influenciadas por la innovación tecnológica. De cara al futuro, un reciente Libro Verde de la Comisión describe cómo la adopción de medidas de eficiencia energética podría reducir el consumo de energía de la UE25 en más de un 20% hasta 2020, con un ahorro de 60.000 millones de euros y un millón de nuevos puestos de trabajo, directos o indirectos. Esto se traduciría en un ahorro de entre 200 y 1.000 euros por ciudadano y año.

Parte de este ahorro se lograría aplicando plenamente la Directiva europea relativa a la eficiencia energética de los edificios (2002/91/CE). Si las disposiciones de certificación de la Directiva se mejorasen y se extendiesen a la renovación de edificios antiguos, este ahorro casi podría duplicarse y se crearían unos 250.000 empleos cualificados. A su vez, esto podría estimular la innovación en el desarrollo de nuevos productos y materiales obtenidos mediante procesos de fabricación sostenibles.

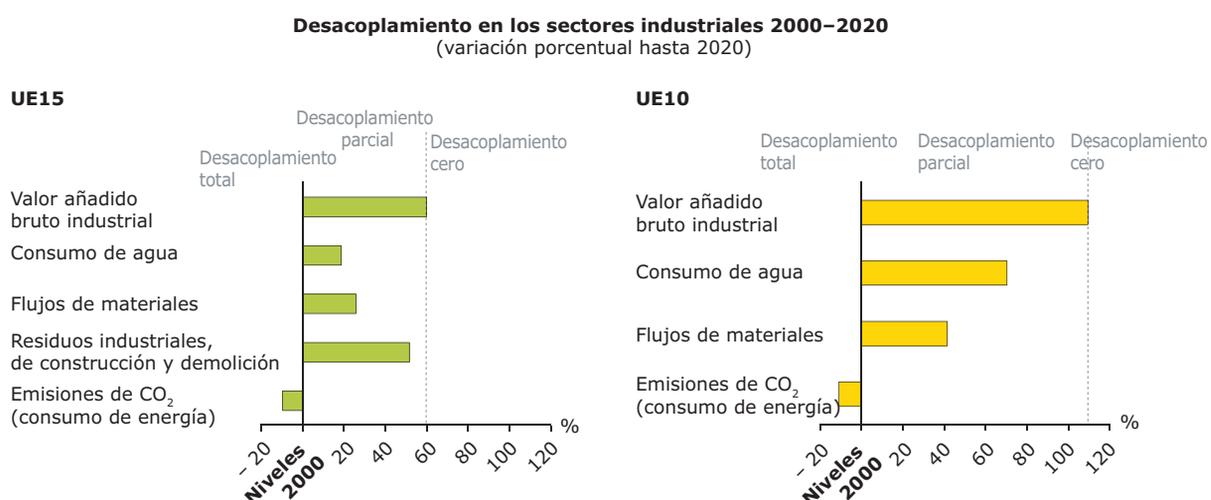
Algunos estudios recientes indican además que las políticas de eficiencia energética han acelerado las mejoras

en esta materia, ya que fomentan el desarrollo de nuevas tecnologías más eficientes. Por ejemplo, los frigoríficos han mejorado notablemente tras la introducción de los sellos y normas de eficiencia energética. Además, los países que adoptan normas de regulación exigentes introducen nuevas tecnologías en los mercados mundiales más rápidamente que sus competidores.

Los datos no son tan sólidos en lo que respecta a las mejoras de eficiencia de los materiales, debido a la relativa falta de interés en la productividad de los recursos frente a la productividad laboral y energética. Sin embargo, un reciente estudio alemán demuestra que es posible ahorrar entre 5.000 y 10.000 millones de euros en los costes de los insumos en las pequeñas y medianas empresas en sólo cuatro sectores: metalurgia, construcción, electricidad y productos químicos y sintéticos.

Un estudio británico revela también que reduciendo la producción de residuos se han recortado los costes anuales de explotación de los procesos de fabricación del orden de 3.000 a 5.000 millones de euros. Otros estudios indican que el proceso de reducción de los costes de materiales y energía también permite otras mejoras de ecoeficiencia, a menudo de gran magnitud, con toda una serie de beneficios colaterales imprevistos que raramente se reflejan en los cálculos iniciales de reducción de costes.

**Figura 10.4 La industria: perspectivas de desacoplamiento hasta 2020, principales recursos y presiones ambientales**



En general, la falta de conocimiento de los costes reales de la obtención y utilización de materiales y energía y de la gestión de sus residuos y emisiones es un obstáculo importante para la aplicación general de muchas ecoinnovaciones. El consumo de energía y materiales acarrea costes internos para las empresas y costes externos para las sociedades, que generalmente no consideran los responsables de adoptar decisiones. P. ej., en el ámbito de la empresa, lo que se entiende como ahorro en la reducción de residuos suele deberse a la reducción de los costes de gestión de dichos residuos. Sin embargo, el ahorro total incluye la reducción de los costes de compra y transformación que se consigue evitando el manejo de materiales «innecesarios», que puede ser más del doble de los costes de gestión de residuos.

**Crear las condiciones para futuras ecoinnovaciones**

La UE puede avanzar hacia un desarrollo económico más equilibrado que se sustente en la ecoinnovación y en el reconocimiento de que la economía depende del medio ambiente. En la relanzada Agenda de Lisboa, se reconoce plenamente lo mucho que puede aportar la ecoinnovación al crecimiento económico y al empleo. Las ecoindustrias de la UE, que emplean a más de dos millones de personas y crecen en torno al 5% anual, representan ya una tercera parte del mercado mundial. Las exportaciones crecieron un 8% en 2004, generando un excedente comercial para la UE de unos 600 millones de euros.

Igual de importante para la ecoinnovación es el fomento de una cultura favorable a la investigación y el desarrollo. El número de solicitudes de patente que se presentan en la Unión Europea es proporcionalmente menor cada año. En 2002, el gasto en investigación y desarrollo de la UE25, expresado en porcentaje del PIB (1,93%), quedó por detrás de Japón (3,12%) y Estados Unidos (2,76%). Dentro de la UE25, el gasto de la UE15 en investigación y desarrollo supera al de la UE10 (figura 10.5).

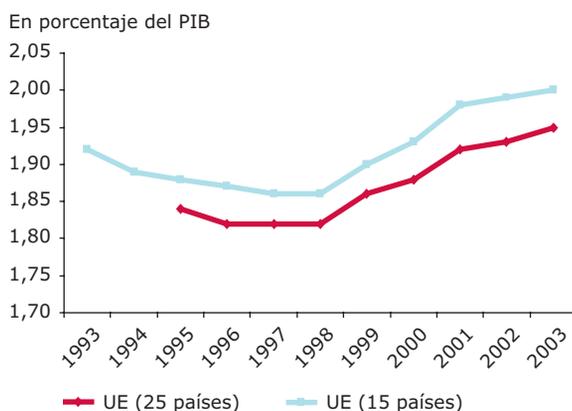
La importancia estratégica de la inversión en investigación y desarrollo en el marco de la Agenda de Lisboa y de la Estrategia de desarrollo sostenible se reconoció en el Consejo Europeo de Barcelona de 2002, donde se acordó que el gasto total de la UE en este concepto debería aumentar de forma gradual, hasta el 3% del PIB en 2010.

Al mismo tiempo, la Comisión ha propuesto elaborar un Plan de acción para superar los obstáculos al desarrollo, adopción y utilización de tecnologías ecológicas, y el Parlamento ha aceptado esta propuesta. El resultado ha sido el plan de acción de la UE para las tecnologías ambientales (ETAP), que también sirve como marco de actuación para los Estados miembros. El nuevo Programa Marco de investigación de la UE (7 PM) para el período 2007-2013 incluye unos 2.500 millones de euros para el medio ambiente, lo que supone un incremento de casi el 60% con respecto al 6 PM. Además, la Comisión Europea ha propuesto un Programa Marco de competitividad e innovación para el período 2007-2013 de 4.200 millones de euros, 500 millones de los cuales se destinarán a financiar iniciativas de ecoinnovación.

También pueden obtenerse beneficios destinando el dinero ahorrado con las mejoras de productividad de los recursos a a invertir en innovación. Un estudio alemán, partiendo de un modelo de estimación de los efectos de la desmaterialización sobre el crecimiento económico y los presupuestos del Estado, ha llegado a la conclusión de que si se reinvirtiese el dinero ahorrado en materiales y energía en estrategias de investigación y desarrollo e ingeniería, se obtendría un crecimiento del 2,3% del PIB, se crearían 750.000 empleos adicionales y se reduciría el gasto público en bienestar social.

Las autoridades públicas también pueden fomentar políticas de contratación más ecoeficientes. La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada

**Figura 10.5 Gasto del sector público y privado en investigación y desarrollo en la UE25**



Fuente: Eurostat, 2005.

en Johannesburgo en 2002 instaba a las «*autoridades competentes de todos los niveles a (...) promover políticas de contratación pública que propicien la creación y difusión de bienes y servicios que no causen daño al medio ambiente*».

Las autoridades públicas de la UE destinan alrededor de 2 billones de euros a contratar bienes, obras y servicios cada año, que ofrecen importantes oportunidades para fomentar un mercado grande y estable para las ecoinnovaciones. Por ejemplo, las administraciones públicas podrían contribuir al cumplimiento del 18% de los compromisos adquiridos por Europa en virtud del Protocolo de Kioto mediante el empleo de energías renovables. Un estudio realizado en la UE en 2003 revela que casi una quinta parte de las autoridades públicas afirman haber adoptado políticas de contratación ecológicas en uno o varios ámbitos, ya sea con la compra de productos agrícolas biológicos para sus comedores o utilizando madera con certificado ecológico en sus obras de construcción. Muchas afirman que harían más en este sentido si recibiesen mejor asesoramiento sobre las prácticas recomendadas.

Muchas autoridades municipales han adoptado políticas de renovación de sus parques automovilísticos, con vehículos que consumen combustibles bajos en emisiones, y de reducción de sus propias emisiones de gases de efecto invernadero, invirtiendo en la producción de energías renovables o centrales eléctricas de cogeneración para los edificios de su localidad, incluidas las viviendas de su propiedad. Algunas se han incorporado a redes de municipios de ámbito mundial, como el ICLEI (Consejo Internacional para las Iniciativas Medioambientales Locales), constituidas al amparo del artículo 28 del Programa 21 acordado en la Cumbre de la Tierra de 1992 en Río de Janeiro. Las ciudades europeas también se han unido a centenares de municipios de otros países para celebrar el Día Mundial del Medio Ambiente de 2005 en la ciudad estadounidense de San Francisco, donde se firmaron los «acuerdos ambientales urbanos» relativos a la energía, a la producción de residuos, al ordenamiento urbano y otras cuestiones.

Las campañas de información y sensibilización para sectores concretos pueden corregir la falta de información sobre los costes reales de los residuos y de la contaminación y sobre la forma de reducirlos en origen. P. ej., las industrias químicas europeas dedicadas a la

producción y consumo de fertilizantes y plaguicidas, trabajan con los agricultores para que sus productos se utilicen de modo más ecoeficiente. Desarrollan también innovaciones como las plantas biodepuradoras, que pueden sustituir a los tanques sépticos, y el empleo de células vivas obtenidas a partir de mohos, levaduras y bacterias, que pueden utilizarse como «fábricas de células» para producir enzimas para la industria, además de para fabricar antibióticos, vitaminas, vacunas y proteínas para uso médico. En este sentido, han recibido a veces el estímulo de la presión normativa y fiscal sobre el uso excesivo de sus productos, así como incentivos para desarrollar sustancias químicas menos perjudiciales para el medio ambiente.

Las etiquetas ecológicas y otras iniciativas destinadas al consumidor son parte de las políticas orientadas a informar a la opinión pública. Las etiquetas relacionadas con la eficiencia energética han sido especialmente útiles. Los usuarios suelen comprar productos de línea blanca con un consumo eficiente de agua y energía, ya que perciben que ello beneficia tanto a su bolsillo como al medio ambiente. Iniciativas como los consejos de administración marina y forestal, que orientan a los consumidores a los productos sostenibles, también son de utilidad en este sentido.

Las políticas destinadas a aumentar la ecoinnovación también podrían regular los factores financieros, institucionales y de comportamiento que favorecen las pautas actuales de consumo y producción. Los estudios de innovación demuestran que es necesario un marco de política estable, guiado por objetivos generales a largo plazo y estimulado por normativas flexibles que asuman realidades económicas interrelacionadas, para asimilar la dinámica de muchos agentes y partes interesadas. El sistema de transición holandés constituye un ejemplo.

Avanzar por el camino de la ecoinnovación será un proceso complejo. Sin embargo, podría facilitarse con una mayor colaboración de la opinión pública para determinar los riesgos aceptables de la innovación en comparación con el peligro que entraña dejarse llevar por la inercia ante el cambio climático y otras amenazas ambientales. El Eurobarómetro confirma que los ciudadanos están preocupados por el medio ambiente y que comprenden que su protección es a menudo un incentivo para la innovación, y no un obstáculo para el rendimiento

económico. Esto favorece una innovación mayor y más transparente, así como la creación de más y mejores puestos de trabajo para un futuro sostenible.

## 10.5 Resumen y conclusiones

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio de las Naciones Unidas define el medio natural en términos de los servicios, recursos, sumideros y espacios. Existe una corriente de opinión de creciente influencia, expresada por líderes empresariales, científicos y creadores de opinión, que defiende que la preocupación por el medio ambiente y el crecimiento económico distan mucho de ser excluyentes, sino que están estrechamente relacionados. Sin embargo, todavía no se entiende bien el auténtico valor económico que tiene el mundo natural ni lo mucho que dependemos de él para nuestra prosperidad, ya que las conexiones son relativamente invisibles.

Las políticas ambientales han servido bien a la sociedad europea, a su economía y a su medio ambiente durante los últimos 30 años. Es mucho lo que se ha hecho en Europa en estos últimos decenios para mejorar la calidad del aire que respiramos y del agua que bebemos, así como para eliminar muchos de los residuos que generamos. Hasta el momento, estas políticas han ido dirigidas principalmente a frenar el deterioro ambiental causado por las fuentes puntuales de contaminación, fácilmente apreciables. Para ello, Europa ha promovido avances tecnológicos y estudios especializados que gozan de reconocimiento internacional en relación con varias ecotecnologías y con la política medioambiental.

Los retos que plantea el medio ambiente en la actualidad son más complejos y difusos y menos evidentes que en el pasado, y los análisis científicos, cada vez más sólidos, demuestran que el deterioro ecológico no cesa. Nuestras pautas de consumo provocan un rápido incremento de la explotación de recursos naturales en Europa y en todo el mundo. En consecuencia, nuestra salud continúa deteriorándose, persiste la contaminación de nuestras aguas, seguimos perdiendo biodiversidad y nuestras emisiones de gases de efecto invernadero no disminuyen lo suficiente como para evitar el cambio climático.

Nuestros análisis de todas estas cuestiones apuntan a que ahora tenemos que actuar sobre las fuentes difusas

de contaminación, ya se trate de los automóviles que usamos o de la respuesta de los agricultores a la creciente demanda de alimentos baratos y abundantes. Actuar sobre estas fuentes difusas implica adoptar medidas integradas en varios sectores económicos (la agricultura, el transporte, las industrias manufactureras o la producción de energía) e intervenciones que afecten a factores como el tamaño de las familias, la urbanización, el consumo personal o la producción de residuos.

Hay tres enfoques interrelacionados que podrían facilitar el logro de los beneficios posibles para Europa si aborda estas realidades recientes o emergentes: una integración más clara y coherente de la política ambiental, especialmente a través de reformas institucionales y financieras; la internalización de los costes reales que ocasiona la explotación del mundo natural, lo que contribuirá a un aprovechamiento más eficiente de los recursos naturales, la energía y los materiales; y un aprovechamiento más eficiente de los recursos a través de medidas que fomenten la ecoinnovación.

En ocasiones se establecen equilibrios entre las prioridades económicas y las ecológicas, pero pueden ser exagerados. Muchos costes son a corto plazo (de dos a cinco años) y pueden eliminarse mejorando la eficiencia gracias a la innovación. Los ciudadanos y las empresas de la UE reconocen que una normativa ambiental bien diseñada puede fomentar la innovación, sobre todo cuando se introduce de forma gradual y predecible. Las políticas más recientes e integradas, —especialmente el empleo de instrumentos de mercado complementados con normas y campañas informativas—, son más eficaces y rentables y pueden fomentar la innovación mejor que la mayoría de las políticas adoptadas en los años 70 y 80.

Europa ofrece grandes oportunidades de explotar las últimas tecnologías en el ámbito de la energía, el transporte y los materiales, que pueden contribuir a las mejoras de ecoeficiencia necesarias para que no se sobrepasen los umbrales ecológicos y ofrecer a las economías emergentes el espacio ecológico que necesitan para crecer. Sin embargo, todavía hay importantes obstáculos que impiden aprovechar estas oportunidades, sobre todo las subvenciones ambientalmente perjudiciales y la ausencia de incentivos financieros a la ecoinnovación.

La reforma fiscal ecológica, junto al cambio a los incentivos ecológicos, puede ayudar a proteger el medio ambiente, impulsar la innovación y el empleo y resolver los problemas generados por el envejecimiento de la población. Esta clase de reformas podrían incluir una sustitución gradual, en los próximos 20 ó 30 años, de la carga fiscal sobre la renta (en peligro debido al descenso de la población activa) y el capital (que a menudo frena la inversión y la innovación) por impuestos sobre el consumo, la contaminación y la explotación ineficaz de la energía y de los materiales (con los que se obtendrán mayores recaudaciones por el envejecimiento de la población y del consumo a lo largo de la vida).

Se puede tardar de 5 a 20 años en poner en práctica medidas eficaces de regulación, mientras los efectos nocivos y el tiempo necesario para revertirlos pueden durar hasta 100 años o más. Han de tomarse medidas ahora para evitar más adelante las costosas consecuencias de la inacción. Hay ejemplos que demuestran que no hacer nada puede ser muy costoso a largo plazo, como se ve en los casos del amianto, la lluvia ácida, el agujero de ozono, los policlorobifenilos (PCB) o la reducción de las reservas pesqueras. Por el contrario, cuando se han tomado medidas, todas las evidencias indican que se suelen sobrestimar los costes y subestimar los beneficios.

La UE ya ha actuado para mejorar la coherencia y la integración de las consideraciones ambientales y económicas. Por ejemplo, las estrategias temáticas ambientales en el marco del 6PAMA promueven nuevas intervenciones interdepartamentales y con todas las partes interesadas. Entretanto, se ha producido una revolución silenciosa en la gestión estratégica y coordinación de las actividades de la Comisión y del Consejo. La decisión de la UE de optar por la planificación anual y plurianual podría favorecer la puesta en práctica de la integración ambiental. Además, los Estados miembros toman sus propias medidas a título individual para favorecer esta integración e internalización.

Los conceptos de reforma institucional y financiera son, de por sí, fuerzas motrices importantes de la innovación. Puede ser duro aplicar algunas de estas reformas, como las que afectan a subvenciones posiblemente obsoletas y perjudiciales para el medio ambiente. No obstante, existen casos probados y estudios que indican que una buena atención y gestión del medio ambiente crea

oportunidades económicas y empleo, lo que viene a confirmar que Europa, siendo inteligente y limpia, puede ser también competitiva, ya que las innovaciones ecoeficientes contribuyen a la consecución de los objetivos generales, económicos y sociales de la Agenda de Lisboa.

La presente evaluación del estado del medio ambiente europeo demuestra que los retos actuales y futuros a los que se enfrenta nuestro medio ambiente y los servicios que presta están estrechamente relacionados entre sí y a largo plazo. La mejor forma de hacerles frente es utilizar políticas igualmente interrelacionadas. Estas soluciones suelen requerir cambios en el comportamiento de los agentes económicos y sociales, que los gobiernos han de promover y facilitar. Los avances normalmente serán graduales, a lo largo de varios decenios. Este plazo de tiempo puede dar un margen para el aprendizaje de políticas y para conseguir el apoyo generalizado de los agentes económicos y de los ciudadanos.

Los sondeos del Eurobarómetro demuestran que la ciudadanía comprende la importancia del medio ambiente para el futuro bienestar de Europa y que está dispuesta a actuar, pero sólo si también se hace desde otras instancias. Esto nos da la oportunidad de explicar a la opinión pública cómo podemos hacer frente conjuntamente a los retos que nos presenta el medio ambiente a largo plazo. Su apoyo es esencial para el éxito de las políticas más integradas e innovadoras. Es necesario actuar ya. Los costes sanitarios, sociales y económicos de no hacer nada pueden ser enormes, como sabemos por experiencia. Y Europa está en condiciones de señalar el camino con la creación de una sociedad europea más inteligente, más limpia, más competitiva y más segura.

## Referencias y bibliografía adicional

### Introducción

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

Naciones Unidas/Banco Mundial, 2005. *Evaluación de los ecosistemas del milenio*.

VROM, 2004. *Clean, clever and competitive*. Documento de conocimientos para el Consejo ambiental informal holandés.

### Integración

AEMA, 2005. *Integración de la política ambiental en Europa. Cultura y prácticas administrativas*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid

AEMA, 2005. *Integración de la política ambiental en Europa. Situación actual y marco de evaluación*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

Fondos Verdes. (Véase [www.sustainablebusiness.com](http://www.sustainablebusiness.com) — acceso el 24/10/2005).

### Internalización mediante instrumentos de mercado

AEMA, 2004. *Impactos del cambio climático en Europa*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006.

AEMA, 2004. *Ten key transport and environment issues for policy-makers, TERM 2004 — Indicators tracking transport and environment integration in the EU*, Copenhagen.

AEMA, 2004. *Agriculture and the environment in the EU accession countries — Implications of applying the EU common agricultural policy*. Informe N° 37, Copenhagen.

AEMA, 2005. *Perspectivas del medio ambiente europeo*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid. AEMA, 2005.

*Instrumentos básicos de mercado en Europa*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente (en imprenta).

AEMA, 2005. *Climate change and a European low-carbon energy system*. Informe N°1/2005, Copenhagen.

AEMA, 2005. *Effectiveness of packaging waste management systems in selected countries: an EEA pilot study*. Informe N° 3/2005, Copenhagen.

AEMA, 2005. *Effectiveness of urban wastewater treatment policies in selected countries: an EEA pilot study*. Informe N° 2/2005, Copenhagen.

AEMA, 2005. *Integración de la política ambiental en Europa. Situación actual y marco de evaluación*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

AEMA, 2005. *Household consumption and the environment*. Copenhagen (en imprenta).

Comisión Europea, 1998. *Hacia la sostenibilidad— Quinto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente (1992–2000)*. Decisión 2179/98. 10.10.1998 OJ L275/1.

PNUMA, 2004. *Human Development Report 2004 — Indicator 12 Technology: Diffusion and creation*. [http://hdr.undp.org/statistics/data/pdf/hdr04\\_table\\_12.pdf](http://hdr.undp.org/statistics/data/pdf/hdr04_table_12.pdf).

### Productividad de los recursos y ecoinnovación

AEMA, 2005. *Integración de la política ambiental en Europa. Cultura y prácticas administrativas*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2007 Madrid.

AEMA, 2005. *Integración de la política ambiental en Europa. Situación actual y marco de evaluación*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente, 2006 Madrid.

AEMA, 2005. *Uso y gestión sostenible de los recursos naturales*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente (en impresión).

AEMA, 2005. *Resumen: How much biomass can Europe use without harming the environment?* Serie de resúmenes de la AEMA, Copenhagen.

Agencia Internacional de la Energía, 2004. *Oil crises and climate challenges: 30 years of energy use in IEA countries*.

Agencia Internacional de la Energía, 2005. *The experience with energy efficiency policies and programmes in IEA countries, Learning from the critics*, Documento de Información de la AIE.

Arthur D. Little, FHI ISI, Wuppertal Institute, 2005. *Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen, Abschlussbericht für das BMWA*.

- Cambridge Econometrics and AEA Technology, 2003. *The benefits of greener business — the cost of unproductive use of resources*. Inédito. Informe enviado a la AEMA.
- Comisión Europea, 2001. *A sustainable Europe for a better world: A European Union strategy for sustainable development* (Propuesta de la comisión al Consejo Europeo de Gotenburgo), COM(2001)264 final.
- Comisión Europea, 2002. *Towards a European strategy for the security of energy supply*, Libro verde COM (2002)769 final.
- Comisión Europea 2005. *Doing more with less*, Libro verde sobre eficiencia energética.
- Comisión Europea 2005. *Integrated guidelines for growth and jobs (2005–2008)*, Comunicación del Presidente, de acuerdo con el Vicepresidente Verheugen y los Comisarios Almunia y Spindla, COM(2005)141 final, 2005/0057 (CNS).
- Consejo Europeo, 1991. Directiva 91/271/CEE sobre aguas residuales urbanas.
- Comisión Europea, 2001. *European governance — a White Paper* COM(2001) 428 final 25.07.2001.
- Enerdata, ISI-FhG, ADEME, 2001. *Energy efficiency in the European Union 1990–2000*, Proyecto SAVE-ODYSSEE sobre indicadores de eficiencia energética.
- Fischer, H. et al., 2004. Wachstums-und Beschäftigungsimpulse rentabler Materialeinsparungen. En: Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv. 84. Jahrgang, Heft 4.
- Joest, F., 2001. 'An evolutionary perspective on structural change and the role of technology', En Binder, M., Jaenicke, M., Petschow, U. Green industrial restructuring: International case studies and theoretical interpretations, Springer.
- Lapillonne, B. y Eichhammer, W., 2004. *Energy efficiency trends in industry in the EU-15*, Evaluación basada en los indicadores Odyssee.
- Naciones Unidas, 1992. *Agenda 21 — Informe de la Cumbre de la Tierra de Río, Nueva York*.
- Naciones Unidas, 2002. *Informe de la Cumbre mundial de desarrollo sostenible, en Johannesburgo, Nueva York*. [www.johannesburgsummit.org/](http://www.johannesburgsummit.org/).
- Plan de Acción de la UE para las tecnologías ambientales, 2005. *Conclusions of the ETAP working conference 'Financial instruments for sustainable innovations'*, 21–22 octubre 2004, Amsterdam.
- Parlamento y Comisión Europeos, 1994. Directiva 94/62/CE del 20 de diciembre de 1994 relativa a los envases y residuos de envases.
- Parlamento y Comisión Europeos, 2002. Directiva 2002/91/CE del 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Parlamento y Comisión Europeos, 2000. Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas también conocida como la Directiva Marco del agua (WFD).
- Van der Voet, et al., 2004. *Policy Review on Decoupling: Development of indicators to assess decoupling of economic development and environmental pressure in the EU-25 and AC-3 countries*. CML informe 166, Leiden: Instituto de Ciencias Ambientales (CML), Universidad de Leiden — Departamento de Ecología Industrial.
- VROM, 2004. *Clean, clever and competitive*, Documento de conocimientos para el consejo ambiental informal holandés.

### Resumen y conclusiones

AEMA, 2001. *Lecciones tardías de alertas tempranas 1896–2000*. Versión española Ministerio de Medio Ambiente 2002.

Comisión Europea, 2005. *Comunicación de la Comisión al Consejo y el Parlamento Europeos sobre la Estrategia temática para la contaminación atmosférica*. COM (2005) 446 final.

Consejo de Administración Forestal. (Véase [www.fscus.org/](http://www.fscus.org/) — acceso 19/10/2005).

Consejo de Administración Marina. (Véase [www.msc.org/](http://www.msc.org/) — acceso 19/10/2005).