

6

Protección de los ecosistemas por el bien de la población y del planeta

Por: PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
Organismos que colaboran:
CEPE (Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas); OMS (Organización Mundial de la Salud); UNCBD (Secretaría del Convenio de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica); UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura); UNDESA (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas); UNU (Universidad de las Naciones Unidas)

Índice

Importancia de los ecosistemas de agua dulce	131
Características de los ecosistemas de agua dulce	131
Usos y beneficios de los ecosistemas de agua dulce	131
Tabla 6.1: Clasificación simplificada de los servicios proporcionados por los ecosistemas de agua	132
Presiones sobre los ecosistemas de agua dulce	132
Tabla 6.2: Presiones sobre los ecosistemas de agua dulce	133
Cuadro 6.1: Desechación de los humedales para controlar la malaria: ¿un conflicto de intereses?	133
Tabla 6.3: Tipos de contaminantes que afectan a los ecosistemas de agua dulce	134
Figura 6.1: Emisiones de contaminantes del agua por sectores	134
Medida de la salud del ecosistema	135
Indicadores de la calidad del agua	135
Figura 6.2: Calidad biológica de los ríos del Reino Unido, 1990-2000	136
Información hidrológica	136
Evaluación biológica	136
Tabla 6.4: Indicadores de calidad para clasificar el estado ecológico de los ríos	137
Cuadro 6.2: Especies no nativas	138
Evaluación de la situación actual de los ecosistemas y tendencias para el futuro	138
Estado de los ecosistemas de agua dulce en el mundo	138
Mapa 6.1: Estado natural relativo del terreno en las principales cuencas fluviales del mundo	139
Cambios en la biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce	141
Tabla 6.6: Especies de aguas interiores amenazadas: selección de especies clasificadas como en peligro crítico por la IUCN en 2000	141
Tabla 6.7: Especies de aguas interiores amenazadas: selección de especies clasificadas como en peligro crítico por la IUCN en 2000	142
Figura 6.3: Proporción de especies de Estados Unidos extinguidas o en peligro de extinción, por grupos taxonómicos	142
Figura 6.4: Índice “Planeta Vivo” 1999: aguas interiores	143
Lagos	143
Figura 6.5: Cambios en el estado de los lagos, 1960-1990	143
Humedales	143
Tabla 6.7: Ejemplos de pérdida de humedales en la Eurasia árida	144
Cuadro 6.3: Protección de los ecosistemas de la cuenca del lago Peipus	145
Ríos	144
Avances en la gestión de los ecosistemas de agua dulce	145
Política, estrategias e instituciones	145
Cooperación internacional	146

Educación medioambiental	146
Emisión de informes	146
Mantenimiento de los caudales.	146
Evaluación del impacto ambiental (EIA)	147
Protección de sitios	147
Cuadro 6.4: El lago Titicaca: un sitio Ramsar transfronterizo de ecosistemas vulnerables y antiguas culturas	147
Cuadro 6.5: Instrumentos internacionales para la protección de los ecosistemas	148
Normas de calidad del agua	148
Protección de los manantiales	149
Planes de protección de especies	149
Economía medioambiental	149
Cuadro 6.6: Cómo tener en cuenta los costes y beneficios ocultos	149
Restauración de sistemas degradados	150
Cuadro 6.7: El “Corredor Verde”: restauración de la llanura aluvial del valle del Danubio	150
Cuadro 6.8: La presa Edwards	150
Resumen de los avances	151
Tabla 6.8: Revisión de los informes nacionales sometidos al Convenio sobre Biodiversidad Biológica (CDB)	151
Conclusiones	152
Panorama de los avances logrados desde Río	153
Referencias	153
Algunos sitios web útiles	155



Si te alimentas del río debes protegerlo, y si bebes del río debes conservarlo.

Proverbio del pueblo Karen

UN MEDIO NATURAL SANO Y NO CONTAMINADO es esencial para el bienestar de las personas y para el desarrollo sostenible. Nuestros ríos y humedales, y las poblaciones de plantas, peces, aves, insectos y organismos silvestres que en ellos viven, son parte integral de nuestras vidas y proporcionan los recursos básicos que nos ayudan a satisfacer multitud de necesidades. Pero, como se muestra en este capítulo, los ecosistemas mundiales de agua dulce soportan una gran presión. Los utilizamos como vertederos de residuos, alteramos su flujo natural construyendo presas, desvíos y canales y los desecamos con fines agrícolas, entre otros usos. ¿Cuál es el grado de deterioro? ¿Es reversible? ¿Cuáles son las tendencias? Este capítulo muestra los muchos esfuerzos locales y nacionales que se están realizando para limpiar y proteger nuestros recursos hídricos, pero el panorama mundial sigue siendo preocupante.



EN TODO EL MUNDO, el uso que hacen del agua las personas está ejerciendo presión sobre el medio ambiente. Muchos ríos, lagos y recursos de agua subterránea se encuentran ya secos o contaminados. El agua potable cada vez es más escasa. Para 2025 se prevé que la extracción de agua aumentará en un 50 por ciento en los países en vías de desarrollo, y en un 18 por ciento en los países desarrollados, a medida que el crecimiento de la población y el desarrollo incrementen la demanda de agua. Los efectos sobre los ecosistemas del mundo pueden empeorar enormemente la situación actual y las evaluaciones en curso sugieren que las actuales prácticas no son las adecuadas para evitarlo.

La Declaración de Dublín, emanada de la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de enero de 1992, destacaba que, para gestionar los recursos hídricos de forma efectiva, era necesaria una solución holística. Éste fue uno de los primeros intentos para articular los objetivos políticos, en el que las necesidades específicas identificadas por el sector del abastecimiento de agua fueron integradas en cuestiones más amplias relativas a la sostenibilidad y a la conservación del medio ambiente. En la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED) celebrada en Río en 1992, los problemas del medio ambiente se trataron de manera destacada y diversos objetivos relacionados específicamente con la biodiversidad y la protección de los ecosistemas fueron incorporados al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB).

Los detalles se describieron en el capítulo 18 de la Agenda 21, que dedica un área de programa a la Protección de los Recursos Hídricos, la Calidad del Agua y los Ecosistemas Acuáticos. El capítulo describe las directrices generales de la gestión holística del agua dulce, con objetivos de apoyo para la protección de la integridad de los ecosistemas, para la salud del medio ambiente, la calidad del agua y la protección de los recursos hídricos, y de protección de la biodiversidad por sí misma. El área de programa sobre el Agua y la Producción Sostenible de Alimentos y el Desarrollo Rural se basa en la sostenibilidad medioambiental como forma de apoyar los medios de subsistencia rurales.

En 1998, el Consejo Mundial del Agua creó una comisión para elaborar una “Visión” del agua en el mundo, al final de una década que ha contemplado el rápido crecimiento de la concienciación sobre la gestión de los recursos de agua dulce como problema medioambiental mundial. La principal contribución relativa a los aspectos medioambientales fue La Visión Mundial del Agua y la Naturaleza (IUCN, 2000), basada en el entendimiento de que la protección de los ecosistemas deber seguir ocupando un papel central en el desarrollo sostenible, porque la seguridad medioambiental, el bienestar social y la seguridad económica están íntimamente relacionados y son fundamentalmente interdependientes. La degradación de cualquiera de ellos empeorará la situación de los tres. Esto exige que se reconozcan dos conceptos básicos:

- los ecosistemas tienen valores intrínsecos y proporcionan bienes y servicios esenciales.
- la sostenibilidad de los recursos hídricos requiere una gestión participativa basada en el ecosistema.

Esta “Visión” está apoyada por los objetivos definidos en el Segundo Foro Mundial del Agua (2000), entre ellos:

- definición de las estrategias nacionales para el desarrollo

sostenible en todos los países para 2005;

- creación de normas nacionales para asegurar la salud de los ecosistemas en todos los países en 2005, y puesta en práctica de programas para mejorar la salud de los ecosistemas de agua dulce en 2015; y

- programas de implementación para proteger los recursos hídricos superficiales y subterráneos en 2003, y lograr la definición de normas en 2010.

Estos objetivos y la nueva ética de la gestión medioambiental, proporcionan un marco para evaluar los avances en la protección de los ecosistemas para conseguir la salud del medio ambiente, la calidad del agua, los recursos naturales y la biodiversidad. Este capítulo ofrece una panorámica de la importancia y de la utilización de los ecosistemas de agua dulce, la naturaleza de las presiones que los amenazan y la forma de medir la calidad de los ecosistemas. Analiza la situación actual de los diversos tipos de ecosistemas y estudia los avances hacia una gestión eficaz.

Importancia de los ecosistemas de agua dulce

El agua ocupa un lugar central en los procesos que se realizan en los ecosistemas de la tierra, haciendo de vínculo entre la atmósfera, la litosfera y la biosfera, al transportar sustancias entre ellas y hacer posible que se lleven a cabo las reacciones químicas. No sólo es esencial para el mantenimiento de los organismos vivos, sino que sus propiedades físicas permiten que el hombre la utilice para generar energía, para el transporte y para la eliminación de residuos, y en muchos procesos industriales. El acceso a una cantidad suficiente de agua de buena calidad es esencial para la salud humana; los ecosistemas productivos de agua dulce son vitales como medio de vida de los pescadores y de otras poblaciones costeras, y los sistemas de agua dulce, si se encuentran en buenas condiciones higiénicas, proporcionan un amplio abanico de servicios a la población en todo el mundo.

Características de los ecosistemas de agua dulce

El término “ecosistema” hace referencia a las poblaciones de plantas, animales y otros organismos y al entorno físico de un lugar dado, estando ligados estos elementos por el flujo de energía y la circulación de materiales desde los que los producen a los que los consumen y los degradan. Dado que el término se refiere principalmente a los procesos sistémicos, más que a un lugar definido, se puede utilizar en distintas escalas espaciales, de forma que nos podemos referir a ecosistemas acuáticos (en contraposición a los terrestres), o a ecosistemas lacustres en general, o referirnos a un lago en particular como “un ecosistema”.

La presencia de agua líquida es una de las características que definen al planeta Tierra, y el agua es virtualmente ubicua en el medio ambiente del planeta. Este capítulo se refiere sólo a los ecosistemas de agua dulce en sentido tradicional, esto es, al agua superficial de los ríos, arroyos, lagos, estanques, marismas y otros humedales, junto con las aguas subterráneas con las que tienen relación y los acuíferos más profundos¹. Estos incluyen sistemas naturales o seminaturales intrínsecamente valiosos, y también un número cada vez mayor de medios acuáticos artificiales o hechos por la mano del hombre. Los ecosistemas artificiales pueden ser de considerable extensión y mantener su propio valor biológico, por ejemplo, los ecosistemas de los arrozales inundados de Asia, o también ser importantes por la función que realizan. En sentido más amplio, no obstante, casi la totalidad del medio natural terrestre puede considerarse como un “ecosistema de agua dulce” porque todas las formas de vida conocidas dependen del agua. Casi todos los paisajes y microhábitats interactúan con el agua durante el ciclo hidrológico y, de hecho, podría decirse que la evaporación que se produce en dicho ciclo constituye, con mucho, el principal “uso” del agua.

Aunque las aguas superficiales pueden incluir poblaciones biológicas de considerable complejidad, con representantes de muy diversos filos o grupos de organismos, las especies de las aguas del suelo comprenden principalmente hongos y otros microorganismos, y los acuíferos profundos son estériles o están habitados por muy pocos tipos de bacterias y arqueobacterias. El agua de las cuevas, sobre todo en las regiones cársticas, suele incluir poca variedad de especies especializadas de invertebrados, peces y anfibios. En niveles taxonómicos superiores, la diversidad mundial en el agua dulce es menor que en la tierra o en el mar (con un solo filo, Gamophyta, totalmente confinado a las aguas dulces). A escala de especie, la diversidad parece ser alta en relación con la extensión del hábitat; por ejemplo, en todo el mundo, el número de especies de peces por unidad de volumen de agua es más de 5.000 veces superior en las aguas dulces que en el mar. Las barreras terrestres o hidrológicas a la dispersión favorecen la endemia en las especies de agua dulce, y muchos peces y otras especies de aguas interiores están confinados en un tipo de sistema acuático dado, como cuencas fluviales, lagos y cuevas o en determinados tramos de los ríos o de las orillas de los lagos.

Para muchos fines, la cuenca hidrográfica, definida como la superficie total de tierra por la que discurre el agua hacia un punto dado, es la unidad principal de gestión. Aunque la referencia deseable es la cuenca, por sí sola no es suficiente para abordar todos los problemas relativos a los ecosistemas de aguas interiores. La cantidad y calidad del agua que llega a la costa afecta a las aguas de los estuarios y a las costeras; las cuencas hidrográficas se pueden interconectar a través de infraestructuras; los acuíferos en los que se almacenan las aguas subterráneas pueden tener poca relación con la topografía de la superficie que determina la geometría de las cuencas fluviales; y los factores económicos y sociales externos a una cuenca hidrográfica en particular pueden influir notablemente.

Usos y beneficios de los ecosistemas de agua dulce

Los seres vivos y los componentes abióticos de un ecosistema (organismos, sedimentos, agua) interactúan de diversas maneras, participando en procesos que pueden ser de naturaleza biológica, física, química o hidrológica (producción orgánica, ciclo de nutrientes, almacenamiento de carbono, retención de agua, mantenimiento del hábitat). Algunos componentes del ecosistema pueden considerarse, en términos económicos, como “bienes”, y los resultados funcionales del ecosistema como “servicios”. Los seres humanos obtienen beneficios directos o indirectos de estos dos aspectos de los ecosistemas y de las propiedades que pueden atribuirse a los ecosistemas, por ejemplo, la “biodiversidad”. Se han propuesto diferentes clasificaciones de estos beneficios como ayuda a la discusión y al análisis; se muestra un ejemplo en la tabla 6.1. Algunos beneficios dependen de la presencia de una especie en particular. Los elementos de la biodiversidad, por tanto, subrayan la mayoría de las funciones y beneficios citados.

1. En la práctica, los términos “ecosistema de agua dulce” y “ecosistema de aguas interiores” (o sus derivados) tienden a ser intercambiables, aunque el último es más general ya que incluye las aguas saladas interiores y los estuarios. Tradicionalmente, el término “humedales” se refiere a zonas encharcadas, como las llanuras aluviales de los ríos, que están cubiertas estacional o permanentemente por aguas relativamente poco profundas. En el sentido amplio del Convenio Ramsar, los humedales son “zonas de marismas, pantanos o turberas, ya sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, con el agua estancada o corriente, dulce, salobre o salada, incluyendo las extensiones de agua de mar cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

Tabla 6.1: Clasificación simplificada de los servicios proporcionados por los ecosistemas de agua

Producción
Agua (potable, de riego)
Alimentos (pescado, arroz)*
Materias primas (cañizo)*
Energía (hidroeléctrica)
Hábitat para las especies
Recursos genéticos*
Regulación
Amortiguación (protección ante las tormentas, control de inundaciones, almacenamiento)*
Ciclo biogeoquímico (producción de oxígeno, almacenamiento de carbono, metano)*
Eliminación de residuos (invertebrados filtradores, microorganismos que viven en los sedimentos)
Clima (local)
Control biológico (control de plagas, polinización)*
Otros
Ocio y turismo*
Usos culturales*
Transporte

* Los servicios del ecosistema incluyen todos los resultados funcionales de los procesos del ecosistema. Todos los marcados con un asterisco dependen de elementos de la biodiversidad, es decir, de la presencia de especies y poblaciones de organismos y de sus atributos ecológicos.

Fuente: Modificado a partir de la IUCN, 2000.

Mantener la totalidad de los posibles bienes y servicios que pueden obtenerse de un ecosistema depende de la presencia continua de componentes clave (por ejemplo, agua, especies de interés pesquero, organismos presentes en los sedimentos, vegetación marginal) y de la continuidad de los procesos del ecosistema (es decir, retención de agua, eliminación de contaminantes). En el caso de los sistemas de agua dulce naturales, los sistemas no modificados con todos sus componentes, procesos y atributos esencialmente intactos en todas las escalas importantes, son generalmente del mayor valor intrínseco y se pueden considerar de una elevada integridad ecológica. En otras palabras, esto se puede considerar como una buena situación de la “salud del ecosistema”. En los sistemas artificiales, sin embargo, la integridad del ecosistema se refleja mejor atendiendo a los fines que deben servir y a la calidad de los bienes o servicios que producen. Aunque los sistemas naturales prístinos puedan ser de valor superior, sobre todo en cuanto a diversidad y de aquí su uso potencial para las futuras generaciones, es importante observar que los sistemas que han sufrido cierto grado de impacto también suelen ser de gran importancia. Los sistemas que han sufrido gran modificación pueden tener su propio valor (por ejemplo, las marismas de pastizales de baja intensidad del sur de Inglaterra). Los sistemas degradados pueden restaurarse cuando se llega a la conclusión de que éste es un objetivo social compartido.

Presiones sobre los ecosistemas de agua dulce

Muchas actividades y transformaciones del agua dulce o del medio terrestre, debidas al hombre, tienen capacidad para alterar, a veces de forma irreversible, la integridad de los ecosistemas de agua dulce. Las actividades y sus posibles impactos sobre la salud del ecosistema se resumen en la tabla 6.2.

Resulta familiar observar que las personas, la biomasa y la tecnología han tenido enormes impactos sobre la biosfera, principalmente a través de la transformación del suelo, el uso destructivo de los recursos y la eliminación de residuos. Como consecuencia de principios ecológicos sencillos, la persistencia de la especie humana continuará ejerciendo tales presiones, dando lugar a los siguientes problemas:

- posible conflicto entre los intereses de los usuarios de las cuencas altas frente a los de las cuencas bajas, a escala local, nacional o internacional;
- necesidad de evaluar y priorizar los usos del agua, en particular los necesarios para el desarrollo humano local (por ejemplo, agua potable, agricultura de regadío, energía hidroeléctrica, pesca), en relación con los que permiten obtener beneficios a mayor escala o sobre periodos de tiempo más largos, por ejemplo, el control de inundaciones, las actividades de ocio, el mantenimiento de la biodiversidad. Un ejemplo interesante es el enfoque histórico de la desecación de humedales para controlar la malaria (véase cuadro 6.1).

El agua es un recurso que no se transforma de manera permanente por el uso, como ocurre con otros recursos naturales (por ejemplo, la madera, la pesca, el caucho). En términos generales, después de su uso permanece esencialmente la misma cantidad que antes; aunque se puede reutilizar, es probable que la calidad disminuya progresivamente, salvo que se someta a tratamiento mediante sistemas biológicos naturales o industriales. Independientemente de la reserva mundial de agua, es frecuente que localmente (o en una cuenca) el agua sea o muy escasa o muy abundante en un momento o en un lugar dado, y los usos del agua pueden dividirse en dos grupos: los consuntivos (por ejemplo, el riego) y los no consuntivos (por ejemplo, la energía hidroeléctrica). Algunos usos del agua, por ejemplo, el riego, la generación de energía o la refrigeración industrial, no requieren agua de gran calidad. Otros, de los que el más importante es el agua potable para uso humano, requieren agua de cierta calidad (en cuanto a solutos, microorganismos, etc.). Los posibles conflictos de intereses surgen cuando se utiliza una reserva de agua determinada para diferentes fines y en diferentes momentos y lugares (véase el capítulo 12 sobre cómo compartir el agua).

Desde el punto de vista de la calidad del agua y de la salud medioambiental humana, el control de la contaminación química y biológica resulta de importancia vital para la protección de los ecosistemas. Muchas actividades humanas, desde el abastecimiento de agua y el saneamiento hasta el transporte, la minería y la industria química, tienen capacidad para contaminar el agua.

Tabla 6.2: Presiones sobre los ecosistemas de agua dulce

Actividad humana	Posible impacto	Funciones en peligro
Crecimiento de la población y del consumo	Aumenta la extracción de agua y la adquisición de tierras de cultivo mediante la desecación de humedales. Aumentan las necesidades de agua para todas las demás actividades con los consiguientes riesgos	Virtualmente, todas las funciones del ecosistema incluyendo el hábitat, la producción y la regulación
Construcción de infraestructuras (presas, diques, malecones, desvíos)	La pérdida de integridad altera la estacionalidad y el caudal de los ríos, la temperatura del agua, el transporte de nutrientes y sedimentos y, por tanto, el rellenado de los deltas, e impide las migraciones de peces	Cantidad y calidad del agua, hábitats, fertilidad de la llanura aluvial, pesca, economías de los deltas
Transformación del suelo	Elimina componentes clave del medio acuático; pérdida de funciones, integridad, hábitats y biodiversidad; alteración del patrón de escorrentía; inhibe la recarga natural; rellena las masas de agua con cieno	Control natural de las inundaciones, hábitats de aves acuáticas y de especies de interés pesquero, ocio, abastecimiento de agua, cantidad y calidad del agua
Sobreexplotación agrícola	Agota los recursos vivos, las funciones del ecosistema y la biodiversidad (descenso del nivel freático, extinción de la pesca)	Producción de alimentos, abastecimiento de agua, calidad del agua, cantidad de agua
Introducción de especies exóticas	La competencia de las especies introducidas altera la producción y el ciclo de los nutrientes y produce pérdida de biodiversidad entre las especies nativas	Producción de alimentos, hábitat salvaje, ocio
Liberación de contaminantes al suelo, al aire o al agua	La contaminación de las masas de agua altera la química y la ecología de los ríos, lagos y humedales. Las emisiones de gases con efecto invernadero producen cambios drásticos en los patrones de escorrentía y precipitaciones	Abastecimiento de agua, hábitat, calidad del agua, producción de alimentos. El cambio climático también puede influir sobre la producción de energía hidroeléctrica, la capacidad de disolución, el transporte y el control de las inundaciones

Muchas otras actividades y transformaciones del agua dulce y del medio terrestre, debidas al hombre también pueden alterar, a veces de forma irreversible, la integridad de los ecosistemas de agua dulce.

Fuente: IUCN, 2000.

Cuadro 6.1: Desecación de los humedales para controlar la malaria: ¿un conflicto de intereses?

Cuando se descubrió en 1898 que el mosquito *Anopheles* transmitía por sí solo el parásito de la malaria (y se descubrieron también por aquel entonces otras enfermedades transmitidas por otros géneros de mosquitos o por vectores) se inició una serie de actividades para el control de enfermedades que se centraban en la “reducción de la fuente”. Eliminando los hábitats acuáticos donde se crían los mosquitos se redujo su densidad de población y se interrumpió la transmisión de la enfermedad. Adelantándose a las posteriores medidas de desarrollo rural integrado, los especialistas en malaria, los ingenieros y los agrónomos colaboraron para reducir la incidencia de la enfermedad y, al mismo tiempo, favorecer el desarrollo agrícola. La desecación de las Marismas Pontinas, cerca de Roma, en los años 1930, sigue siendo el ejemplo más conocido, aunque se queda pequeño si se compara con lo conseguido por los gobiernos coloniales en la India, en la península de Malasia y en Indonesia, por ejemplo. La llegada de los insecticidas residuales puso fin a este sistema. Desde la perspectiva actual, con el elevado valor que se da a los humedales, este método de control de la enfermedad es inconcebible. Pero el conflicto de intereses entre la salud

humana y la integridad del medio ambiente exige una evaluación para cada localización concreta. En primer lugar, la desecación de los humedales no suele ser, en general, la práctica de elección en el África subsahariana, donde persiste la principal incidencia de malaria en el mundo (90 por ciento). La especie vector local es demasiado versátil, en términos ecológicos, y los patrones de transmisión son demasiado intensos como para verse afectados únicamente por la reducción de la densidad de población del mosquito. En otras partes del mundo, hay que evaluar localmente el compromiso entre el impacto sobre el medio ambiente ocasionado por una desecación limitada (u otras intervenciones de tipo hidrológico) y el uso repetido de insecticidas, como medidas principales. Es necesario proteger a las poblaciones que viven en los humedales mediante intervenciones especialmente dirigidas al control de la malaria, tales como la colocación de mallas en las ventanas, puertas y canalones en las casas y el uso intensivo de mosquiteras. Asimismo, en un entorno con un elevado riesgo de malaria, debería facilitarse el acceso a los servicios sanitarios, ya de por sí más difícil en las zonas de humedales, para permitir la detección y tratamiento precoces.

Esta contaminación puede proceder de fuentes puntuales, como las tuberías de descarga, o ser de naturaleza más difusa, como la que procede del uso de la tierra con fines agrícolas. Los contaminantes se pueden clasificar en diferentes grupos (tabla 6.3).

Las fuentes de contaminación más frecuentes son los residuos humanos (con 2 millones de toneladas al día vertidos a los cursos de agua), los residuos industriales y otros productos químicos, incluyendo los plaguicidas y fertilizantes agrícolas. Se ha calculado que los seres humanos utilizan actualmente alrededor del 26 por ciento del total de la evapotranspiración terrestre y un 54 por ciento de las escorrentías accesibles (Postel y otros, 1996). Según algunas estimaciones (Tilman y otros, 2001), el aumento de la demanda agrícola de alimentos por parte de una población mundial más sana y un 50 por ciento superior en número, podría llevar a la conversión de otros mil millones de hectáreas de ecosistemas no modificados para agricultura en el año 2050. Esto conduciría a duplicar con creces la eutrofización, por el nitrógeno y el fósforo, de los ecosistemas terrestres de agua dulce y marinos próximos al litoral, con un aumento comparable en la utilización de plaguicidas. En la figura 6.1 se muestra un ejemplo de la emisión actual y previsible de nitrógeno y contaminantes orgánicos de diferentes procedencias.

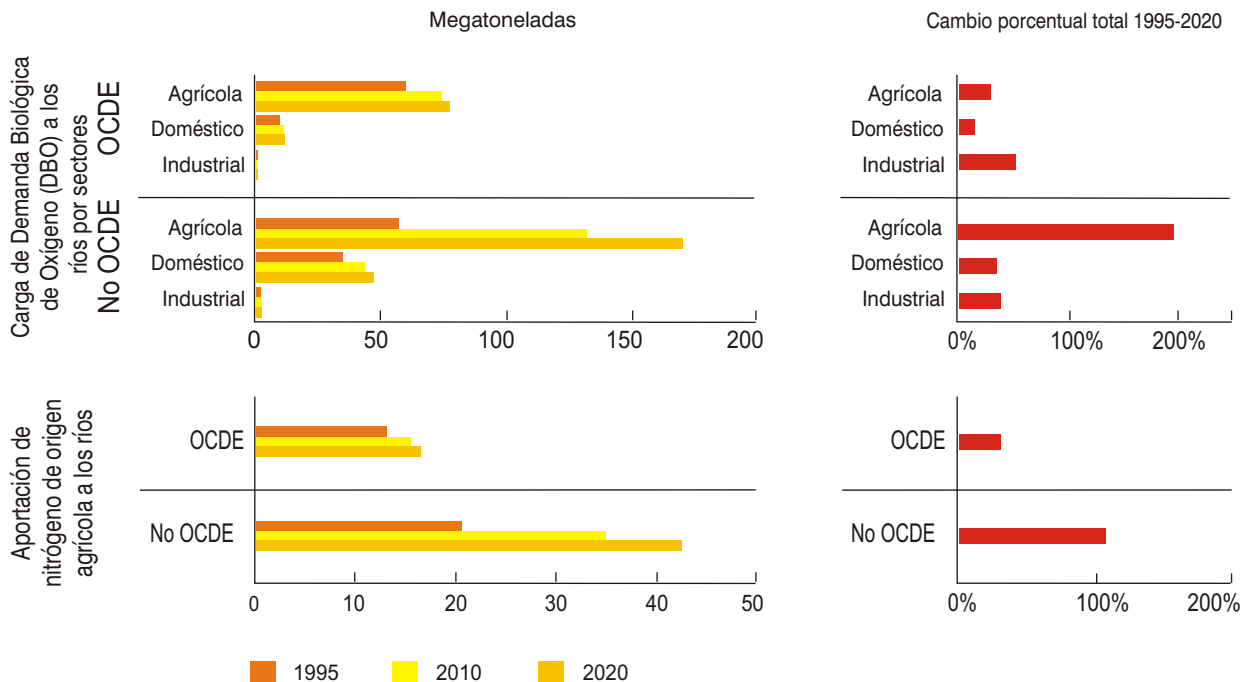
El impacto del uso del agua sobre la calidad difiere entre los diferentes sectores y no es simétrico según los distintos usos. Así, el uso recreativo, por ejemplo, para baño y pesca en el curso alto no tiene impacto en el vertido de aguas residuales río abajo; por

Tabla 6.3: Tipos de contaminantes que afectan a los ecosistemas de agua dulce

Nutrientes como el nitrógeno y el fósforo procedentes de abonos y fertilizantes
Patógenos fecales y otros patógenos procedentes de la ganadería y de residuos humanos
Partículas del suelo procedentes del cultivo, de la erosión, de los bosques, de las zonas urbanas y de zonas en construcción y demolición
Plaguicidas, medicamentos de uso veterinario y biocidas procedentes del uso industrial, urbano y agrícola
Residuos orgánicos (lodos, jugos de ensilaje, excedentes de cultivos, fangos procedentes de aguas residuales y residuos industriales)
Petróleo e hidrocarburos procedentes del uso y mantenimiento de vehículos
Disolventes clorados procedentes de zonas industriales
Metales, como el hierro, contaminantes acidificantes y sustancias químicas procedentes de la deposición atmosférica, minas abandonadas, procesos industriales
Sustancias que alteran el metabolismo endocrino (en especial, los esteroides estrógenos derivados de las píldoras anticonceptivas de uso humano, que originan la feminización de los peces machos)

el contrario, el vertido de aguas residuales en el curso alto sí puede afectar al uso recreativo río abajo. Las condiciones del agua, incluyendo la cantidad de sedimentos y el caudal del río, también pueden verse afectadas por las decisiones sobre el uso

Figura 6.1: Emisiones de contaminantes del agua por sectores



Las cifras ofrecen los porcentajes actuales y previstos por sectores. En 1995, la agricultura fue responsable de una cantidad más o menos equivalente de demanda biológica de oxígeno (DBO) en los países pertenecientes a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y en los no pertenecientes; la situación tiende a invertirse, y es previsible que, para el año 2020, la agricultura en los países no pertenecientes a la OCDE suponga una carga doble de DBO en los cursos de agua, en comparación con los países de la OCDE.

del suelo, aplicadas a las zonas terrestres de la cuenca hidrográfica. Muchos usos de los ecosistemas acuáticos (por ejemplo, la pesca, el ocio, la purificación del agua, el mantenimiento de la biodiversidad, algunas formas de reducción de inundaciones) dependen de ecosistemas que se encuentren en condiciones naturales o próximas a las naturales. Otros usos (por ejemplo, la generación de energía hidroeléctrica, el riego, el transporte) dependen menos de las condiciones del ecosistema, y suelen dar lugar a entornos más tecnificados.

Además de las consideraciones sobre la calidad del agua, la integridad y la salud de los ecosistemas acuáticos dependen del mantenimiento de cantidades suficientes de agua. Cada vez es más evidente que la estacionalidad, por ejemplo el régimen de flujo y las crecidas, es tan importante como las cantidades mínimas absolutas, para la mayor parte de los sistemas naturales. Aunque los sistemas acuáticos naturales son normalmente capaces de soportar la variación estacional o anual en el aporte de agua, y tienen, por tanto, un cierto grado de resistencia frente a las perturbaciones artificiales, las reducciones prolongadas de la cantidad de agua pueden alterar enormemente el equilibrio ecológico y degradar el sistema. Un reto importante en la gestión de los recursos hídricos es, por tanto, identificar las necesidades esenciales del ecosistema para mantener las cantidades de agua suficientes para las necesidades económicas y sociales de los seres humanos, dentro de las restricciones espaciales y temporales que impone la protección del medio ambiente. Este es el primer paso para restaurar la salud de los ecosistemas en tales circunstancias.

Medida de la salud del ecosistema

Las medidas (o indicadores) adecuadas, ya sean directas o indirectas, de la salud de un ecosistema son requisitos previos para la gestión holística del agua. Haciendo hincapié en la política de protección del medio ambiente, los indicadores deben incluir herramientas para evaluar su estado actual y vigilar las tendencias en cuanto a salud pública, calidad del agua, producción de recursos naturales y biodiversidad.

Hasta la fecha, buena parte de la discusión sobre los ecosistemas terrestres se ha centrado en los cambios en la superficie total. En términos generales, la pérdida de hábitat (por ejemplo, la pérdida de humedales por desecación) proporciona un indicador general útil de las tendencias mundiales en cuanto a la situación de los ecosistemas de agua dulce, especialmente en relación con la provisión de recursos naturales. Sin embargo, los ríos son sistemas esencialmente lineales y por tanto, la superficie no es un indicador adecuado. Además, es evidente que se necesitan medidas más sofisticadas de la situación general, que sean capaces de integrar la extensión y la "calidad" de los sistemas de agua dulce para permitir el seguimiento de los cambios a lo largo del tiempo. La "calidad" de un ecosistema, según se ha analizado anteriormente, viene reflejada por el estado general de los procesos del ecosistema junto con el valor relativo de los componentes individuales y/o de la biodiversidad del sistema en su conjunto. Se han desarrollado diversos indicadores y metodologías que, en términos generales, se pueden dividir en indicadores de la calidad del agua (tanto físico-químicos como biológicos), información hidrológica y evaluación biológica, incluyendo medidas de la biodiversidad. Existen otros métodos indirectos que se pueden utilizar en situaciones determinadas, entre los que se encuentran

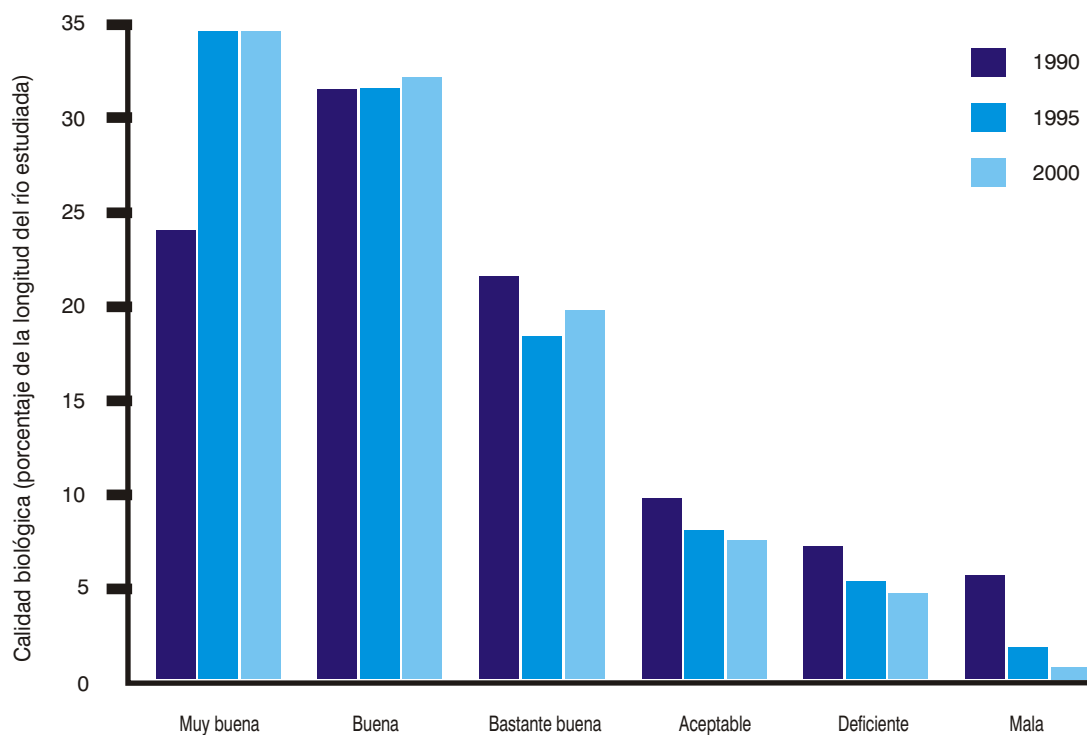
las pruebas obtenidas por observación de cómo cambian los patrones de uso humano de un ecosistema acuático: por ejemplo, la disminución del número de pescadores podría indicar una menor cantidad de peces.

Indicadores de la calidad del agua

Vigilar la calidad físico-química del agua ha sido históricamente un medio clave para evaluar la salud de un ecosistema. Al proporcionar una medida directa de la concentración de sustancias que se sabe o se cree que afectan a los seres humanos u otras especies, la calidad del agua proporciona una relación esencial entre la salud del ecosistema y la salud medioambiental (en su sentido tradicional de salud pública). Las normas para vigilar la calidad del agua han sido eficaces a la hora de comparar muestras de agua para comprobar su conformidad, y para regular la contaminación de fuentes puntuales y no puntuales. Otras variables físico-químicas proporcionan indicadores útiles del riesgo para la salud humana, o de los problemas de calidad del agua que podrían comprometer otros usos o de las necesidades de un componente de un ecosistema en particular. Estos indicadores incluyen la medida de la cantidad de coliformes fecales (como indicador de posibles patógenos procedentes de residuos humanos o animales) y la demanda biológica de oxígeno (DBO), que indica el contenido orgánico y la capacidad de un río para purificar los efluentes industriales o de otro tipo.

Los indicadores biológicos de la calidad del agua han sido adoptados, por ejemplo, por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA), por los organismos correspondientes de Australia y del Reino Unido y por muchos otros organismos nacionales o internacionales similares (véase la figura 6.2 como ejemplo de los indicadores adoptados para los ríos del Reino Unido). Estos indicadores proporcionan una medida complementaria a la calidad química del agua y son útiles para evaluar la contaminación intermitente o el impacto de contaminantes desconocidos. Los procedimientos utilizados para el análisis pueden variar significativamente y existe cada vez más bibliografía técnica sobre la recogida de muestras y otras cuestiones estadísticas (Lillie y otros, 2002; Wright y otros, 2000; Barbour y otros, 1999; TNC, 1999). Los indicadores de la estructura de la población (como el número y tipo de organismos que habitan junto a los sedimentos del fondo), mejor que los indicadores de especies aisladas, pueden dar mayor precisión y menor incertidumbre a la hora de detectar cambios en la calidad del agua, pero también pueden incrementar los recursos necesarios para la recogida y análisis de los datos. De forma similar, los índices compuestos basados en la integración numérica de múltiples indicadores separados de diversos atributos ecológicos aislados pueden, en algunos casos, reforzar la interpretación de los datos y dar lugar a una valoración más precisa de la situación biológica general. En el Reino Unido, el Sistema de Predicción y Clasificación de los Invertebrados de los Ríos (RIVPACS) permite predecir los índices biológicos de los macroinvertebrados bentónicos, basándose en sitios de ríos de características físicas y químicas similares que no hayan sufrido impacto. Se pueden utilizar diferencias significativas entre los valores observados y los previstos para destacar los posibles problemas y las clasificaciones biológicas de los ríos (véase tabla 6.4). En Estados Unidos se utiliza un método similar en diversos programas para una cuenca o para un estado, que aplican, por ejemplo, los protocolos desarrollados por la US EPA (Barbour y otros, 1999).

Figura 6.2: Calidad biológica de los ríos del Reino Unido, 1990-2000



Los indicadores biológicos sobre la calidad del agua que se han aplicado aquí para los ríos del Reino Unido muestran que existe un número mucho mayor de ríos clasificados como “muy buenos”, y un número decreciente de ríos clasificados como “deficientes” o “malos”. Los indicadores, por tanto, muestran la mejoría generalizada en la calidad del agua en el Reino Unido.

Fuente: Adaptado a partir de la Environment Agency, RU, 2002.

Información hidrológica

La información hidrológica también ha sido muy utilizada para determinar la situación de los ecosistemas. Los caudales fluviales, los niveles del agua en los humedales, la extensión de la inundación, la capacidad de almacenamiento de los acuíferos y las velocidades de recarga, el volumen de los lagos y los datos sobre precipitaciones son variables hidrológicas que proporcionan una herramienta útil para conocer las condiciones existentes y los cambios producidos en los ecosistemas de agua dulce. Un problema constante en hidrología, y que supone una limitación por su persistencia, es que las medidas del caudal de un río (u otras variables) contienen la huella del impacto cambiante provocado por el hombre, en series de datos largas. Aunque esto es realmente valioso para detectar el impacto del cambio climático, obstaculiza nuestra capacidad de cuantificar la “situación natural” del ciclo hidrológico. Por tanto, los servicios hidrológicos deben dedicar mucho esfuerzo a “hacer naturales” los datos, ajustando las series de datos sobre el caudal de un río observadas (a lo largo de muchos años), pero “no naturales”, a una base coherente que sea representativa de las condiciones naturales. He aquí un precursor de muchas formas de evaluación del impacto.

En el mundo, existe gran cantidad de información cuantitativa sobre los caudales hidrológicos, gracias a iniciativas tales como el Centro Mundial de Datos sobre Escorrentías (GRDC), y sobre

diversas variables relevantes para la calidad del agua (por ejemplo, el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente/Programa de Calidad del Agua Dulce [GEMS/WATER]). En la mayor parte de las zonas se dispone de datos regionales y nacionales muy detallados, aunque con la limitación de que el objetivo para el que originariamente se estableció la vigilancia raras veces era de carácter ecológico. Las herramientas y los conjuntos de datos hidrológicos para la evaluación de los recursos hídricos se discuten de forma más general en el capítulo 4.

Evaluación biológica

Aunque no es posible obtener una única medida directa de la situación de un ecosistema, y no resulta práctico para la evaluación rutinaria de sus distintos componentes (resistencia, resiliencia), en general se sostiene que las evaluaciones biológicas pueden ser indicativas de la situación de un ecosistema. Dado que los organismos tienen un papel fundamental e integral en los procesos del ecosistema, vigilar los cambios sufridos por ciertos aspectos de la organización de la población es probablemente un medio eficaz, aunque indirecto, de hacer un seguimiento de los cambios causales de un amplio abanico de variables que influyen en la integridad del ecosistema. Al contrario que los indicadores físico-químicos, estos cambios podrán integrarse temporalmente en una escala que depende de la duración de la vida de los organismos

estudiados. Los criterios biológicos se pueden utilizar para establecer el objetivo de calidad biológica que se alcanza al poner en marcha una gestión adecuada de las variables químicas y físicas.

Hay muchos tipos de evaluaciones biológicas destinadas a establecer la base que corresponde a las condiciones naturales o relativamente no modificadas, lo que habitualmente se denomina situación diana (por ejemplo, Brink y otros, 1991). El primer paso suele ser la recogida de datos sobre la presencia de taxones de organismos en diversos puntos de referencia. Esta información se puede utilizar para caracterizar los organismos presentes en masas de agua naturales relativamente no modificadas de cada tipo, principalmente en cuanto al espectro de taxones obtenido en un programa de muestreo (suelen ser familias, a veces otras unidades taxonómicas y a veces con datos adicionales sobre abundancia). Todo esto define la población que se espera esté presente en otros sistemas del mismo tipo de regiones comparables que todavía no han sido estudiadas. Las poblaciones presentes en estos sistemas nuevamente analizados pueden ser distintas de lo esperado, en caso de que el ecosistema haya sufrido cualquier tipo de alteración significativa. Habitualmente ofrecen menos diversidad taxonómica (a menudo con mayor abundancia de las especies que toleran los cambios introducidos o de elementos invasores) y esto proporciona una medida del grado de degradación del sistema. Los ríos del Lowveld del sur de Zimbabue, regulados desde hace tiempo por embalses en su cuenca alta para abastecer a la industria azucarera, han sufrido pérdidas importantes de las especies características de los ríos efímeros o estacionales, y han sido invadidos por especies que favorecen un flujo más constante a lo largo del año.

Un buen ejemplo para ilustrar el método de la línea de base es la Directiva Marco del Agua (WFD) adoptada por la Unión Europea en 2000. El eje central de la WFD exige que los estados miembros desarrollen una gestión integrada de todas las “cuencas fluviales” con el fin de conseguir un estado ecológico “bueno” o “muy bueno” de todas las masas de agua en 2015. El estado ecológico se evalúa mediante una serie de medidas que se pueden tomar en conjunto

Tabla 6.4: Indicadores de calidad para clasificar el estado ecológico de los ríos

Elementos biológicos
composición y abundancia de la flora acuática
composición y abundancia de la fauna invertebrada bentónica
composición, abundancia y edad de la fauna piscícola
Elementos hidromorfológicos
régimen hidrológico
continuidad del río
condiciones morfológicas
Elementos químicos y físico-químicos que soportan los elementos biológicos
temperatura
oxigenación
salinidad
acidificación
cantidad de nutrientes
contaminantes específicos

Fuente: Modificado a partir de la CEE, 2000

como indicadores de una desviación de las condiciones naturales o prístinas de cualquier tipo de masa de agua (tabla 6.4). Los datos se evalúan frente a un conjunto de definiciones normativas de cinco categorías de estado ecológico, desde “muy bueno”, que supone la ausencia de alteración debida al hombre en todas las variables o únicamente alteraciones mínimas, hasta “malo”, que refleja una gran desviación de las condiciones naturales. Se ha demostrado que el problema clave es identificar las condiciones basales de referencia, lo que refleja la virtual ausencia de sitios verdaderamente “prístinos” en el mundo desarrollado.

Un inconveniente de las metodologías de evaluación biológica, especialmente en lo relativo a la evaluación de la calidad del agua, es que aunque se ha visto que funcionan bien a escala de país, se han realizado todavía pocos intentos de integrar las diversas medidas nacionales existentes en un sistema de indicadores de ámbito mundial. Los conjuntos de datos estándar no se prestan fácilmente a la armonización entre países. Podría, no obstante, adoptarse una clasificación normalizada mediante la cual se pudieran interpretar los diferentes conjuntos de datos nacionales y obtener así información eficaz sobre las tendencias a lo largo del tiempo en un continente o incluso en todo el mundo. La WFD es evidentemente un buen paso en esta dirección.

Otro problema que se plantea en muchas evaluaciones biológicas (sobre todo en lo relativo a índices de calidad del agua) es que todavía no está suficientemente claro si pueden aplicarse fácilmente a los grandes y complejos ecosistemas de agua dulce tropicales. En vez de desarrollar un perfil estadísticamente sólido de biodiversidad inalterada, en estos sistemas se ha dado más importancia a la realización rápida de un inventario de la biodiversidad. Un ejemplo típico es AquaRAP, una iniciativa conjunta entre Conservation International y el Field Museum de Chicago, que mide el valor biológico y de conservación de los ecosistemas tropicales de agua dulce.

En todos los sistemas, incluso en los que presentan datos sobre calidad del agua relativamente buenos, sigue siendo necesaria fundamentalmente una mejor información sobre biodiversidad, sobre todo porque ésta subyace en muchos de los servicios proporcionados por los ecosistemas de agua dulce. Los cambios en la biodiversidad pueden producirse como respuesta a un enorme abanico de factores medioambientales, incluyendo la calidad, cantidad y periodicidad del agua, cuyo significado puede no estar claro. Aunque no sustituyen a la información sobre calidad del agua, que es esencial para llegar a los objetivos de gestión sanitaria, las medidas de la biodiversidad sí que pueden proporcionar una medida integrada de la situación general del ecosistema.

Este método puede, por tanto, ser la opción más rentable cuando el objetivo es desarrollar un sistema integrado de gestión del agua con el que conseguir la protección del ecosistema. Los métodos son relativamente fáciles de poner en práctica y se pueden repetir sistemáticamente con el fin de proporcionar un indicador sólido de las tendencias de las comunidades acuáticas a lo largo del tiempo. También se pueden complementar, si es necesario, con otros indicadores más concretos, por ejemplo, el nivel de nitratos, la acidificación, el valor recreativo o la presencia o abundancia de especies introducidas (cuadro 6.2).

Cada vez hay mayor interés en la relación entre la salud del ecosistema y la salud humana. La Universidad de Harvard, en

Cuadro 6.2: Especies no nativas

El “Censo Nacional de Ríos y Masas de Agua” de Japón pretende aportar información relevante sobre el estado de los ecosistemas, atendiendo principalmente a las especies acuáticas (por ejemplo, peces, moluscos, organismos bentónicos, plantas) y a las actividades humanas relacionadas con el agua. Se incluyen también las especies foráneas, como la perca americana (*Micropterus salmoides*) y otros peces norteamericanos. Los datos muestran el número de embalses en los que se han registrado las especies durante dos periodos. Estas pruebas sugieren que la distribución de las especies introducidas es cada vez mayor en el país (otros siete embalses más mostraron especies introducidas durante el segundo periodo de estudio) y que el número de sitios donde se presentan proporciona un indicador útil del estado del ecosistema.

1º periodo de estudio (1991-1995)	encontrado	no encontrado	encontrado	no encontrado
2º periodo de estudio (1996-2000)	encontrado	encontrado	no encontrado	no encontrado
Número de embalses	26	7	0	42

Fuente: Centro Tecnológico Medioambiental sobre Recursos Hídricos (Japón), 2001.

colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), está preparando una publicación sobre el estado actual de los conocimientos sobre biodiversidad y sus implicaciones para la salud humana. Esta relación es extremadamente compleja, con muchos factores que dan lugar a confusión, pero el agua es un factor común en todos. Hasta ahora, es evidente que:

- elevados niveles de biodiversidad implican una gran diversidad de patógenos y vectores, lo que explica en parte la incidencia de enfermedades extremadamente infecciosas en los trópicos;
- cuando la degradación de un ecosistema origina pérdida de biodiversidad, es más que probable que esa simplificación de los hábitats favorezca a las especies que juegan un papel en la transmisión de enfermedades humanas.

En la gestión de los ecosistemas hay que tener en cuenta, tanto la integridad del ecosistema, como los determinantes medioambientales de la salud humana. Las comunidades locales deben participar en esta gestión y su salud (y la de sus hijos) es un fuerte incentivo para que lo hagan. El sistema de Atención Sanitaria Primaria creado por la OMS y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) tras la Conferencia de Alma Ata de 1978 (Declaración de Alma Ata, 1978) y el sistema de Atención Medioambiental Primaria propugnado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) a principios de los años 90, deberían integrarse para servir de base a la acción comunitaria destinada a mejorar la salud humana y la de los ecosistemas.

El lago Malawi (sur de África) es un sistema acuático que originariamente estuvo habitado por gran diversidad de peces y de caracoles de agua dulce. Sin embargo, la pérdida de biodiversidad de peces ha favorecido el desarrollo de ciertas especies de caracoles que juegan un papel en la transmisión de la esquistosomiasis. Los mayores riesgos para la salud han afectado enormemente a la industria turística de Malawi y toda la economía se ha resentido. El proyecto Global Environment

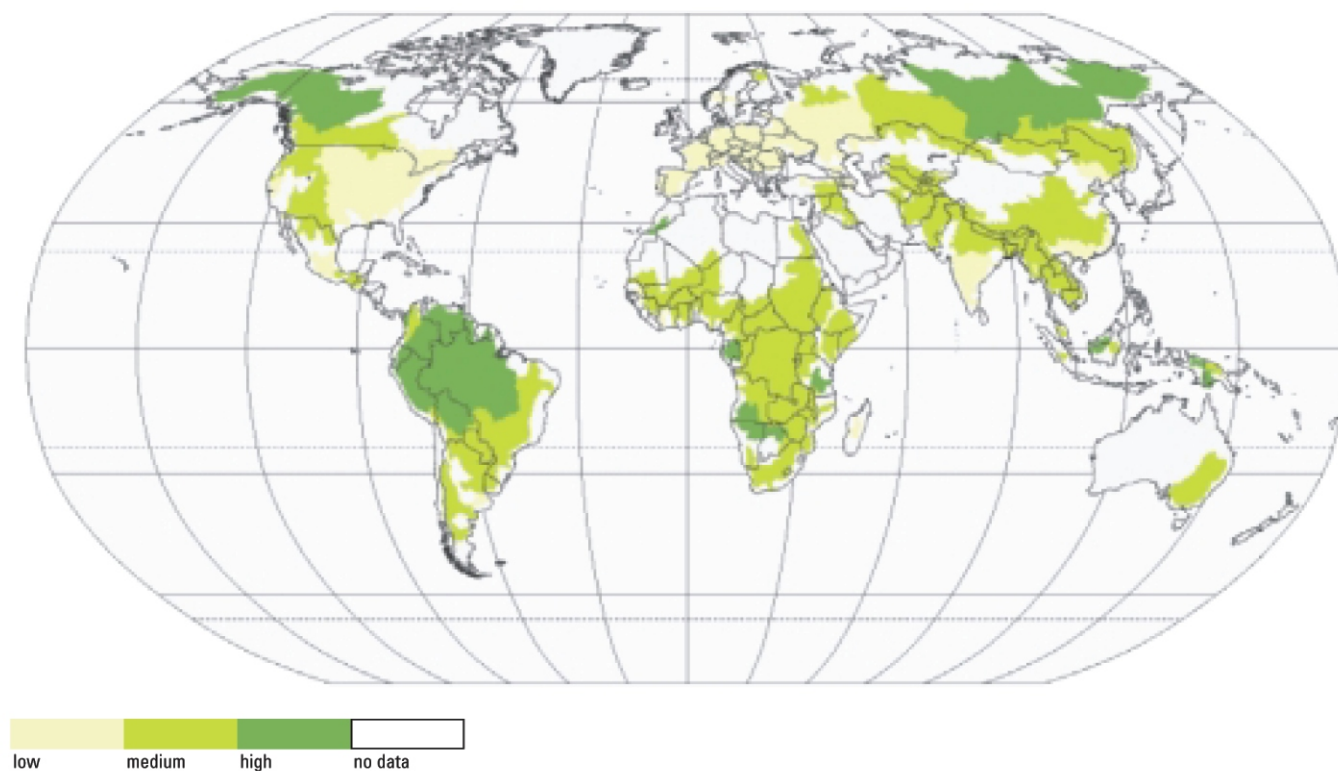
Facility (GEF) para el lago Malawi es el único que combina biodiversidad y salud humana.

Evaluación de la situación actual de los ecosistemas y tendencias para el futuro

Estado de los ecosistemas de agua dulce en el mundo

Hay una enorme cantidad de datos sobre el estado de los ecosistemas de agua dulce en el mundo, desde datos cuantitativos locales o mundiales hasta información cualitativa anecdótica o desorganizada. Un reciente intento de sintetizar la información disponible sobre los ecosistemas de agua dulce en el mundo (Revenga y otros, 2000) revisó datos sobre el grado de alteración humana, cantidad de agua, calidad del agua, pesquerías y biodiversidad (unas veintidós medidas en total), y sugiere que, a escala mundial, la situación no es alentadora. Entre otras conclusiones se citan:

- el 60 por ciento de los 227 mayores ríos del mundo tiene su curso fragmentado, fuerte o moderadamente, por presas, desvíos y canales, y una elevada tasa de construcción de presas en los países en vías de desarrollo amenaza la integridad de los restantes ríos que aún fluyen libremente;
- la calidad del agua parece haber disminuido en casi todas las regiones del mundo que tienen agricultura intensiva y grandes áreas urbanas e industriales;
- los datos históricos sobre pesquerías comerciales bien estudiadas muestran grandes descensos a lo largo del siglo XX, principalmente debido a la degradación de los hábitats, a las especies invasoras y a la sobreexplotación.

Mapa 6.1: Estado natural relativo del terreno en las principales cuencas fluviales del mundo


Este mapa muestra la superficie de los espacios formados por las fuerzas de la naturaleza, y donde la huella del hombre todavía no es significativa. Pueden observarse grandes disparidades regionales y continentales, que se corresponden con las grandes diferencias en la densidad de población.

Fuente: Mapa realizado por el Centro de Investigación Medioambiental de la Universidad de Kassel, Alemania, para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), basado en datos de PNUMA-WCMC de 1998.

Otro estudio destinado a la evaluación mundial (Groombridge y Jenkins, 1998) utilizó el Índice de Desertización (que mide la superficie ocupada por las carreteras, los asentamientos y otras infraestructuras humanas) para estimar el probable grado de alteración debida al hombre de las grandes cuencas fluviales. Dado que la degradación de los sistemas de agua dulce está muy relacionada con los impactos sufridos por el suelo, los resultados (véase mapa 6.1) nos orientan sobre el posible estado de los ecosistemas acuáticos en cada cuenca. Esta medida es indirecta y, por tanto, algo imprecisa porque, por ejemplo, los contaminantes procedentes de una fuente puntual pueden deteriorar significativamente la calidad del agua, aunque la cuenca terrestre permanezca relativamente inalterada (como por ejemplo en ciertas partes de la cuenca de drenaje del Amazonas en Suramérica). De cualquier modo, el impacto del desarrollo económico y social sobre el estado natural del medio ambiente es evidente, y hay que destacar la falta de datos para zonas clave. Un indicador más directo del estado actual se puede obtener a partir de la enorme cantidad de datos disponibles sobre la calidad del agua en el mundo. Una evaluación mundial (PNUMA, 2002), realizada con la participación de expertos regionales y nacionales, destaca, entre otras cosas, la presencia generalizada de agua de mala calidad, el desvío de agua de los sistemas acuáticos naturales y los nuevos problemas sobre la calidad y recarga de las aguas subterráneas.

Las presiones son especialmente graves en los países en vías de desarrollo, donde los dispositivos institucionales y estructurales para el tratamiento de residuos municipales, industriales y agrícolas suelen ser deficientes. Esto se refleja en una mayor contaminación por sustancias orgánicas industriales; sustancias acidificantes procedentes de la minería y de emisiones atmosféricas; metales pesados procedentes de la industria; contaminación por amoníaco, nitratos y fosfatos procedentes de la agricultura; residuos de plaguicidas (también de origen agrícola), sedimentos procedentes de la erosión inducida por el hombre en ríos, lagos y embalses; y salinización.

En los países desarrollados, las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales han reducido los niveles de contaminación bacteriológica, y los problemas importantes relativos a la contaminación del agua son las sustancias persistentes, entre ellas los plaguicidas, los hidrocarburos y las sustancias que producen trastornos endocrinos. Tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo, la pérdida de integridad de los ecosistemas a causa de la mala calidad del agua compromete el uso de los recursos hídricos para abastecimiento de agua potable, producción de alimentos y otros aspectos de la salud humana. Una de las formas más importantes de contaminación de un río son los nutrientes, aunque en los últimos años la introducción de un tratamiento terciario de las aguas residuales ha conseguido mejorar los niveles de fósforo y materia orgánica (pero no los de nitratos) en muchos países desarrollados.



Cambios en la biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce

A principios de los años 1990 surgió una gran preocupación por la biodiversidad de las aguas continentales en todo el mundo (por ejemplo, Moyle y Leidy, 1992), sobre todo en cuanto a la conservación de los peces. La mayoría de las relativamente pocas revisiones que intentaron una perspectiva mundial han aparecido solamente en los últimos seis años (Revenga y otros, 2000; Groombridge y Jenkins, 1998; Revenga y otros, 1998; McAllister y otros, 1997; Abramovitz, 1996). Estas revisiones todavía se basan mucho en la información relativa a los peces, pero analizan muchos otros ejemplos de grupos sobre los que se dispone de información, como los moluscos en las aguas de Estados Unidos, y también tratan con detalle los factores que suponen una amenaza y su procedencia.

La tabla 6.6. muestra los datos referentes a una muestra de los relativamente pocos países en los que la fauna piscícola está razonablemente bien caracterizada y catalogada. Los datos interesantes se refieren al número de especies que han sido evaluadas mediante el sistema de clasificación de la IUCN y conceptuadas como en peligro de extinción, y el porcentaje que representa de la fauna piscícola de agua dulce del país. En una muestra de países geográficamente dispersos, la proporción es de un 20 por ciento o más. En todo el mundo, alrededor del 24 por ciento de los mamíferos y el 12 por ciento de las aves (grupos que se han evaluado exhaustivamente) se encuentran entre los grupos

Tabla 6.6: Número de especies de peces de agua dulce amenazadas en algunos países

	Total de especies	Especies amenazadas	% de especies amenazadas
Estados Unidos	822	120	15
México	384	82	21
Australia	216	27	13
Suráfrica	94	24	26
Croacia	64	22	34
Turquía	174	22	13
Grecia	98	19	19
Madagascar	41	13	32
Canadá	177	12	7
Papúa Nueva Guinea	195	11	6
Rumania	87	11	13
Italia	45	11	24
Bulgaria	72	11	15
Hungría	79	10	13
España	50	10	20
Moldavia	82	9	11
Portugal	28	9	32
Sri Lanka	90	9	10
Eslovaquia	62	9	15
Japón	150	9	6

Los países enumerados aquí tienen el mayor número de especies de peces de agua dulce amenazadas de todo el mundo, y se han ordenado por el número de especies amenazadas. La fauna piscícola de estos veinte países ha sido analizada totalmente, o casi totalmente

Fuente: Groombridge y Jenkins, 2002; las estimaciones del total de especies (todas ellas aproximadas) proceden de la base de datos PNUMA-WCMC; los datos de especies amenazadas se obtuvieron en línea el 4 de marzo de 2002 de Red List, <http://redlist.org>.

amenazados (Hilton-Taylor, 2000). Sólo se ha analizado el 10 por ciento aproximadamente de los peces de todo el mundo, la gran mayoría de aguas interiores, y el 30 por ciento de ellos están amenazados. Más de 150 especies de tortugas de todo el mundo son únicamente de agua dulce, o pueden vivir en ella, y en el año 2000 noventa y nueve se consideraban amenazadas, el equivalente al 60 por ciento de todas las especies de agua dulce. Una importante presión sobre este grupo es la sobreexplotación, más que la degradación del hábitat solamente. La tabla 6.7 ofrece información concisa sobre una pequeña selección de los más de 3.500 vertebrados e invertebrados asociados a los hábitats de agua dulce que se conceptuaron como en peligro crítico (el grupo de población de máximo riesgo de extinción) en 2000.

Algunos de los datos nacionales más completos son los de Estados Unidos, donde la Nature Conservancy and Natural Heritage Network (Red de Conservación de la Naturaleza y del Patrimonio Natural) publicó un análisis del estado de conservación de más de 20.000 especies en 1997. Los cuatro grupos con mayor proporción de especies extinguidas o en peligro de extinción, mejillones de agua dulce, cangrejos de río, anfibios y peces de agua dulce, viven todos ellos, o dependen, de los hábitats de aguas interiores (Master y otros, 1998) (véase figura 6.3). De forma similar, en Australia, cuatro (22 por ciento) de las dieciocho especies de aves acuáticas estudiadas están amenazadas, así como veintisiete (13 por ciento) especies de ranas y veintidós (alrededor del 10 por ciento) especies de peces de agua dulce.

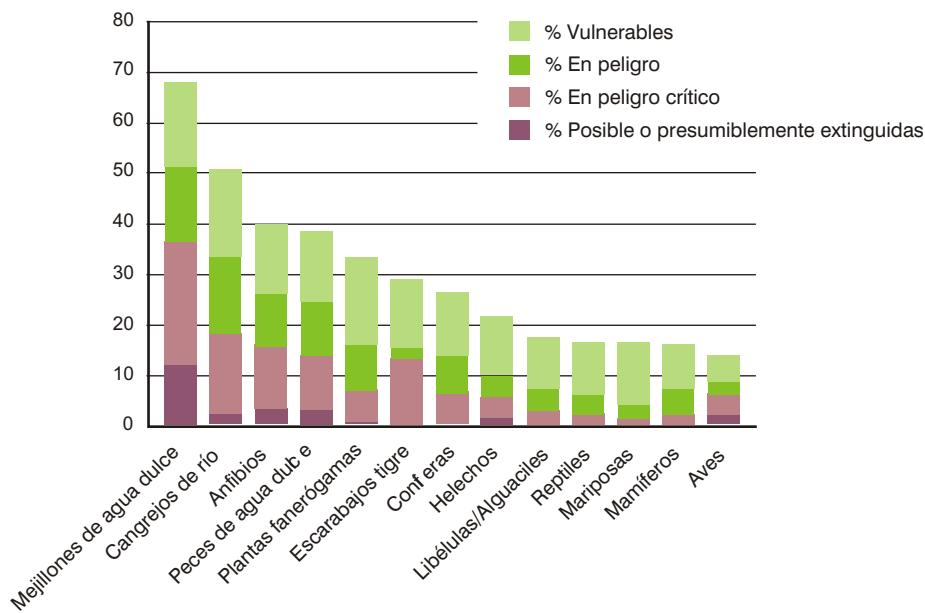
Desde finales del siglo XIX hasta ahora, en las aguas continentales se han producido muchos casos de extinción: al menos treinta y cuatro especies de peces y posiblemente hasta ochenta especies (seis desde 1970), y en el siglo XX los ecosistemas de aguas interiores probablemente han sufrido el mayor número de casos conocidos de extinción de múltiples especies. El lago Victoria, compartido por Kenia, Tanzania y Uganda, era hasta hace poco el hogar de unas 500 especies de peces cíclidos haplocrominos (no todas descritas todavía formalmente) así como de otras especies de peces. Tras la introducción de la perca del Nilo (*Lates niloticus*), y probablemente también como resultado de una pesca intensa, de una mayor sedimentación y del agotamiento del oxígeno a causa de la mayor carga de sustancias orgánicas y de nutrientes, se cree que alrededor de la mitad de las especies nativas está ahora extinguida o a punto de extinguirse, con pocas probabilidades de recuperación. En la cuenca de Mobile Bay, en Estados Unidos, la construcción de presas ha tenido un impacto catastrófico en lo que probablemente era la fauna de caracoles de agua dulce más diversa del mundo (Bogan y otros, 1995). En la cuenca se conocían nueve familias y unas 120 especies. Se cree que al menos treinta y ocho especies han desaparecido entre los años 1930 y 1950, tras la construcción masiva de presas en la cuenca: el sistema ahora tiene treinta y tres grandes presas hidroeléctricas y muchos embalses más pequeños, así como compuertas y estructuras para el control de inundaciones. Es probable que estos ejemplos se hayan repetido, a menor escala, en otras partes del mundo de las que no se tiene tanta información.

Tabla 6.7: Especies de aguas interiores amenazadas: selección de especies clasificadas como en peligro crítico por la IUCN en 2000

Mamíferos		
Baiji o delfín de río	<i>Lipotes vexillifer</i>	Delfín de agua dulce endémico del río Yangtze, China. Los menos de 200 ejemplares que todavía quedan se encuentran amenazados por las artes de pesca, las colisiones con embarcaciones, la contaminación y las centrales hidroeléctricas.
Aves		
Mergo brasileño o pato serrucho	<i>Mergus octoetaceus</i>	Pato poco conocido que vive en ríos poco profundos y rápidos del este de Suramérica. Vive en poblaciones muy dispersas, amenazadas por la deforestación, la construcción de centrales hidroeléctricas y la caza.
Colimbo o zambullidor del lago Junín	<i>Podiceps taczanowskii</i>	Pequeño colimbo que solamente vive en un lago del Perú centrooccidental. Abundante en los años 60 pero reducido a unos 200 ejemplares en los 90. Anida en zonas pantanosas, pero el cambio del nivel de las aguas a causa de la central hidroeléctrica puede perjudicar la cría; también se ve amenazado por los sedimentos mineros y posiblemente por el fenómeno El Niño.
Reptiles		
Caimán chino	<i>Alligator sinensis</i>	En otros tiempos ampliamente distribuido en el Chanjiang inferior (China) pero disminuyendo a un ritmo del 5 por ciento anual, a causa de la pérdida de humedales naturales y de la persecución. Actualmente sólo vive en libertad en una zona muy pequeña de la provincia de Anhui, donde quedan unos 130 ejemplares. En cautividad existen numerosos ejemplares.
Tortuga de caparazón blando de Nutphand o de cabeza estrecha	<i>Chitra chitra</i>	Vive solamente en los ríos Mae Klong y Khwae Noi de Tailandia. Amenazada por la captura como alimento y como mascota doméstica
Anfibios		
Ajolote del lago Lerma	<i>Ambystoma lermaense</i>	Presente en los restos del lago Lerma, México. En peligro a causa de la limitada zona de distribución, en el sistema Lerma-Chapala, afectado por la desecación y el empeoramiento de la calidad del agua.
Rana del Mount Glorious	<i>Taudactylus diurnus</i>	Se sabe que sólo habita en algunos arroyos de la selva tropical del sureste de Queensland, Australia. No hallada en las últimas búsquedas, posiblemente extinguida. Se desconocen las razones de su desaparición.
Peces		
Esturión común	<i>Acipenser sturio</i>	Pez anadromo de gran tamaño, en otros tiempos ampliamente distribuido en los grandes ríos de Europa. Tras la pérdida de hábitat, la contaminación y la sobreexplotación pesquera, actualmente se encuentra solamente en la cuenca de los ríos Gironda-Garona-Dordoña en Francia y en el río Rioni de Georgia.
Pez gato de las cavernas	<i>Clarias cavernicola</i>	Endémico del lago Aigamas Cave, cerca de Otavi, Namibia. La pequeña población de peces gato (menos de 400 ejemplares) se encuentra amenazada por la disminución del nivel del agua como resultado del agotamiento de los acuíferos locales.
Pez humo	<i>Notropis baileyi</i>	Conocido principalmente gracias a una pequeña población de peces en el Citico Greek, un afluente del Pequeño Tennessee. En peligro por su limitada distribución natural. Confinado a hábitats con abundantes rápidos y vulnerable a los cambios del caudal y de la calidad del agua.
Barbo de la frontera	<i>Barbus trevelyani</i>	Confinado a los sistemas del Keiskamma y del Buffalo en las provincias de Ciskei y de El Cabo oriental, en Suráfrica. Vive en zonas encharcadas y en los rápidos de los ríos rocosos de aguas claras. Amenazado por la sedimentación, por las plantas ribereñas invasoras y por los predadores foráneos (principalmente, la trucha).

Fuente: Anterior versión del CBD, 2001; especies de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN en <http://www.redlist.org> (marzo 2002); otra información de varias fuentes.

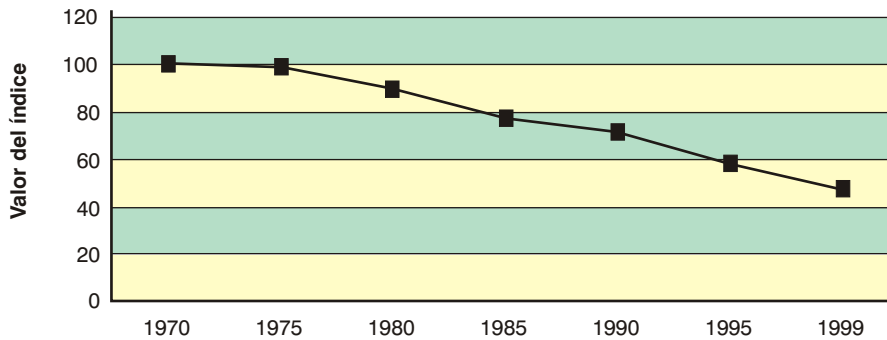
Figura 6.3: Proporción de especies de Estados Unidos extinguidas o en peligro de extinción, por grupos taxonómicos



Hay muchas especies de todos los taxones en peligro. Sin embargo, la cantidad de especies en peligro crítico es alarmante, y algunos taxones ya se clasifican como extinguidos. También hay muchas especies clasificadas como vulnerables. Todas estas especies se ven afectadas por los ecosistemas de agua dulce, tanto por su disponibilidad como por su calidad.

Fuente: Basado en Master y otros, 1998.

Figura 6.4: Índice “Planeta Vivo” 1999: aguas interiores



Esta figura muestra un declive continuado del número de especies de aguas continentales a lo largo de los últimos treinta años. El sistema se basa en estimaciones del tamaño de la población de las especies salvajes que se pueden encontrar en la bibliografía. El índice se calcula como el porcentaje del tamaño de la población estimado en 1970; el valor medio del índice se calcula como media de todas las especies incluidas en la evaluación, en cada intervalo de tiempo. Los vertebrados distintos de los peces (aves acuáticas, tortugas, cocodrilos, anfibios) están representados de forma desproporcionada.

Fuente Loh y otros, 1999.

El informe “Planeta Vivo” (Living Planet Report) del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) (Loh y otros, 2000, 1999, 1998) muestra la tendencia general de una amplia muestra de especies de aguas continentales para las que se dispone de indicadores de cambios en la población. Algunas de las especies representadas se han catalogado como amenazadas en todo el mundo, aunque algunas poblaciones hayan aumentado de hecho durante el periodo, a veces de forma muy acusada (muchas de ellas eran aves acuáticas en régimen de gestión con fines cinegéticos). La muestra incluía un gran número de especies que viven en los humedales o en la orilla del agua, además de formas verdaderamente acuáticas. El método está pensado para representar el cambio medio en el tamaño de las poblaciones muestra, desde un intervalo de cinco años hasta el siguiente, comenzando en 1970. La muestra de 1999 representaba 194 especies de mamíferos, aves, reptiles y peces asociados a las aguas interiores, y el índice sugiere una tendencia descendente a lo largo de las últimas tres décadas del siglo XX (figura 6.4). Estos datos nacionales y mundiales sobre el estado de las especies constituyen un buen indicador de que la biodiversidad de las aguas interiores está en grave declive y, dado que en la mayoría de los casos los principales peligros provienen de los cambios que se producen en el hábitat, más que de la sobreexplotación u otros factores extrínsecos al ecosistema, puede decirse que reflejan la situación de declive del ecosistema.

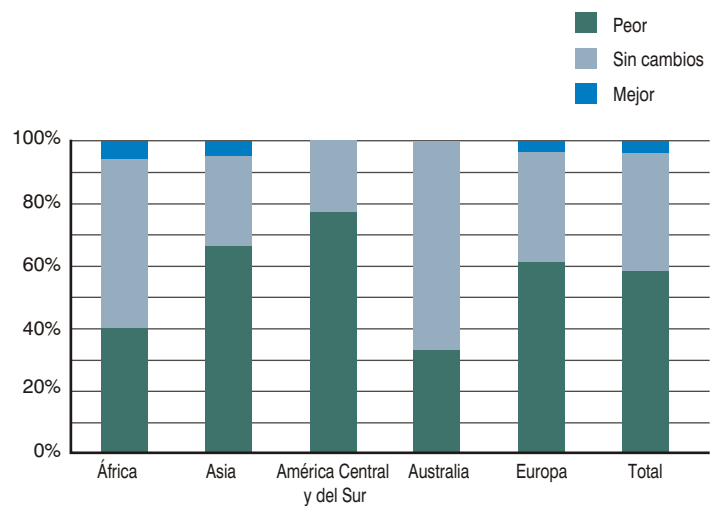
Lagos

La situación cambiante de los lagos de agua dulce desde 1970 ha sido analizada en un estudio semicuantitativo a escala mundial, en el que se utilizaba información publicada (Groombridge y Jenkins, 1998; Loh y otros, 1998). Se partió de una línea basal proporcionada por el proyecto Aqua, iniciado por la Sociedad Internacional de Limnología en 1959, que recogió y publicó información de especialistas locales sobre más de 600 masas de agua (Luther y Rzóska, 1971). Muchos de estos lagos se estudiaron en fuentes de información posteriores relativas a los años 1980 y 1990, y en unos 93 casos fue posible hacer una evaluación que se puede tomar como indicativa de las condiciones cambiantes. A cada lago se le otorgó una puntuación dependiendo de si su estado se había deteriorado (o si habían aumentado los impactos) o si había mejorado o si no había sufrido cambios. En muy pocos casos se observó que el lago había mejorado, y la tendencia generalizada fue de deterioro (véase figura 6.5).

Humedales

El intento más reciente de resumir la información sobre los humedales (Finlayson y Davidson, 1999) concluyó que la información es desigual, poco coherente e inadecuada para ofrecer una imagen precisa del cambio mundial. Sin embargo, se ha descrito que alrededor del 50 por ciento de los humedales de todo el mundo existentes en 1900 se habían perdido a finales de los años 1990, siendo la principal causa la utilización del suelo para uso agrícola. La tabla 6.8 muestra la pérdida en tres regiones de humedales (en el sentido amplio del término) importantes en el mundo. Los humedales del lago Peipus son un ejemplo típico de ecosistema vulnerable sometido a la presión de los vertidos industriales y la contaminación. (véanse el cuadro 6.3 y el capítulo 17).

Figura 6.5: Cambios en el estado de los lagos, 1960-1990



La figura se basa en una muestra de noventa y tres lagos. Aunque se ha producido una mejora en la situación de las aguas de los lagos en algunas zonas en todas las regiones, la tendencia generalizada que se observa es el deterioro de la calidad, más notable en América Central y del Sur, donde cerca del 80 por ciento de los lagos de la muestra habían empeorado durante el periodo estudiado.

Fuente: Datos recogidos por Loh y otros, 1998

Tabla 6.8: Ejemplos de pérdida de humedales en la Eurasia árida

Pregunta	Respuesta	Número de países partes del CDB
¿Ha incluido su país consideraciones sobre la diversidad biológica de las aguas continentales en su trabajo con organismos, instituciones y convenios que afectan a las aguas continentales o trabajan con ellas?	No	4
	Sí	66
¿Ha revisado su país el programa de trabajo especificado en el anexo 1 de la decisión (Decisión IV/4) e identificado las prioridades para las iniciativas nacionales de aplicación del programa?	No	20
	En revisión	29
	Sí	11
¿Participa su país o presta apoyo a alguna iniciativa sobre las cuencas fluviales?	No	35
	Sí	34
¿Recopila su país información sobre la situación de la diversidad biológica de las aguas continentales?	No	9
	En ejecución	56
	Finalizada	5
¿Ha elaborado su país planes nacionales o sectoriales para la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas de aguas continentales?	No	15
	Sí	54

Fuente: Groombridge y Jenkins, 2002.

Ríos

Las revisiones de la información mundial sugieren que los ríos también han sufrido graves deterioros. En conexión con la nueva Directiva Marco de la UE (CEE, 2000), el Programa Europeo sobre Agua Dulce del WWF recogió y analizó datos de cincuenta y cinco ríos (sesenta y nueve tramos fluviales) en dieciséis países (WWF, 2001). Sus conclusiones principales son las siguientes:

- cincuenta de las sesenta y nueve tramos fluviales en Europa se encuentran en un estado ecológico deficiente a causa de los efectos de la canalización, las presas, la contaminación y la alteración del caudal;
- sólo cinco de los cincuenta y cinco ríos se consideran casi prístinos, y solo los cursos altos de los catorce ríos mayores de Europa mantienen un “estado ecológico bueno” como lo define la WFD de la UE.

De manera similar, una reciente revisión (UNESCAP, 2000) del estado del medio ambiente en la región Asia-Pacífico concluyó que:

- el recuento medio de *Escherichia coli* o de coliformes termorresistentes en los ríos de Asia continental es cincuenta veces superior a las directrices de la OMS, y mayor todavía en la subregión del Sureste de Asia;
- alrededor de la mitad de los ríos tienen concentraciones excesivamente elevadas de nutrientes; muchas masas de agua, sobre todo en el Sureste de Asia, contienen metales pesados en cantidades superiores a las permitidas por las normas de calidad del agua de la OMS;
- la sedimentación y el aumento de la salinidad son problemas generalizados

Los niveles de sólidos en suspensión en los ríos de Asia se han multiplicado por cuatro en las últimas tres décadas. Los ríos de Asia también presentan una demanda biológica de oxígeno (DBO)

1,4 veces mayor que la media mundial, y tres veces más bacterias procedentes de residuos humanos. También se incluyen ríos que contienen veinte veces más plomo que las aguas superficiales de los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Un informe sobre el estado de los ríos de la India concluyó que:

Los ríos de la India, sobre todo los más pequeños, se han convertido en corrientes de agua tóxicas. E incluso los grandes, como el Ganges, están lejos de ser limpios. Las agresiones sufridas por los ríos de la India (por el crecimiento de la población, la modernización de la agricultura, la urbanización, la industrialización) son muy graves y crecen día a día.... La mayoría de las ciudades indias obtienen una parte importante del agua potable de los ríos. Toda la vida está amenazada (CSE, 1999, p. 58).

Tal afirmación es igualmente verdadera para muchos otros ríos de Asia y del mundo.

En Estados Unidos, alrededor del 40 por ciento de los ríos, lagos y estuarios que fueron analizados en 1998 (esto es, alrededor del 32 por ciento de las aguas de todo el país) no estaban lo suficientemente limpios como para poder ser utilizados en actividades como la pesca o el baño. Entre los principales contaminantes de las aguas deterioradas se encontraban la sedimentación, las bacterias, los nutrientes y los metales. La escorrentía de los suelos agrícolas y las áreas urbanas es la principal causa de estos contaminantes (US EPA, 1998).

En Nueva Gales del Sur (Australia), los ríos de las cuencas hidrográficas muy urbanizadas y de aquéllas en las que el uso predominante del suelo es el agrícola, mostraron los máximos signos de estrés del ecosistema: más de la mitad de los sitios fueron clasificados como aceptables o buenos, pero casi la mitad lo fueron como deficientes o muy deficientes (Nueva Gales del Sur EPA, 2000).

Cuadro 6.3: Protección de los ecosistemas de la cuenca del lago Peipus

La cuenca del Lago Peipus-Pskov es rica en humedales, que se pueden clasificar como ecosistemas muy vulnerables. Las zonas pantanosas y las marismas ocupan alrededor del 15 por ciento de la cuenca lacustre, y las zonas húmedas en general se extienden en un 35 por ciento del territorio. En la denominada “depresión del lago Peipus” se encuentran dos regiones principales de importancia internacional, que han sido declaradas sitios Rameras: la reserva natural Emajõe Suursoo (Estonia) y la reserva Remdovsky (Rusia). Estos humedales sirven como lugar de descanso a numerosas aves migratorias que vienen desde las zonas de cría de la tundra y la taiga septentrional, a pasar el invierno en Europa occidental. A lo largo de la ribera del lago también se han declarado internacionalmente varias Áreas Importantes para las Aves (IBA). Además, en estos humedales habitan diversas aves y plantas incluidas en las Listas Rojas de Estonia y de Rusia, que

son poco comunes y se encuentran en peligro de extinción en Europa occidental.

Uno de los principales problemas de esta región son las aguas residuales, que afectan a la calidad del agua y, por tanto, amenazan estos sitios Ramsar al deteriorar la calidad del hábitat de las especies en peligro. La necesidad cada vez más evidente de un plan de acción ha causado una preocupación, creciente también en el ámbito internacional. La Agencia Danesa de Protección del Medio Ambiente y la Cooperación Danesa para el Medio Ambiente en Europa Oriental financian actualmente un proyecto destinado al desarrollo y puesta en marcha de un plan de gestión para el sitio Ramsar Lago Peipus en Rusia¹.

Véase el mapa del capítulo 17.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de Estonia y Ministerio de Recursos Naturales de la Federación Rusa, 2002. Preparado para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP)

Avances en la gestión de los ecosistemas de agua dulce

El apartado anterior describe una imagen desoladora del estado actual de los ecosistemas de agua dulce y apunta una tendencia generalizada hacia la degradación en todo el mundo. Idealmente, la protección del medio ambiente debería estar coordinada no sólo con el desarrollo económico y social, sino que también debería ser una herramienta para potenciarlo. La ausencia de una vigilancia internacional de tales acciones limita la amplitud de las conclusiones que se pueden extraer de los avances hacia objetivos clave, o hacia la adopción de medidas prácticas o políticas destinadas a la protección del medio ambiente en todos los países. Sin embargo, tanto a escala nacional, como regional y local, también hay bastantes acciones positivas en marcha para la protección de los ecosistemas.

Este apartado describe algunos ejemplos de herramientas de gestión, que proporcionan pruebas claras de los enormes avances que se están realizando en muchos países del mundo. Aunque estas herramientas no están directamente ligadas a un único objetivo de protección del ecosistema, cada una de ellas contribuye, a través de un enfoque multidimensional, a la protección del medio ambiente y a su contribución al desarrollo. La degradación de los ecosistemas no es una consecuencia inevitable del desarrollo, y las mejoras en la protección de los ecosistemas locales deberían acabar reflejándose en los cambios a escala mundial. Estos ejemplos están tomados principalmente de los cincuenta y nueve informes nacionales sometidos recientemente a la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS). En este momento, la evaluación de los avances en la protección de los ecosistemas depende de las medidas que se tomen en los ejemplos nacionales.

Política, estrategias e instituciones

El principal grupo de medidas de gestión incorpora políticas, legislación y estrategias medioambientales de ámbito nacional como herramientas para la protección del medio ambiente. Se pueden establecer normas y objetivos generales o invertir en instituciones medioambientales con potestad reglamentaria y legislativa. La promoción de la gestión integrada del suelo y el agua se revela como un concepto clave y se ha llevado a cabo a través de la legislación y del uso de planes de acción medioambientales holísticos (para cada distrito, cuenca o país).

En Barbados, la política para la gestión integrada del suelo y el agua está contenida en el proyecto de Gestión Medioambiental y Planificación del Uso del Suelo para el Desarrollo Sostenible, que está actualmente finalizando, y en un borrador de marco político para el Desarrollo y Gestión de los Recursos Hídricos. La Estrategia Nacional de Ghana, incluida en el Plan de Acción Medioambiental adoptado en 1991, tiene como objetivo proteger el agua y el medio ambiente en general. Este plan de acción recibió el respaldo de la Ley de la Agencia de Protección Medioambiental aprobada en 1994, que confería potestad reglamentaria y legislativa a la EPA. En respuesta, la EPA ha proporcionado directrices de desarrollo que afectan al medio ambiente (un marco para la evaluación del impacto ambiental [EIA]). En Hungría se ha creado un marco reglamentario amplio, que incluye la Ley del Agua de 1995, junto con otras disposiciones generales dentro de la Ley de Protección del Medio Ambiente (1995). A finales de 1999, la Asamblea Nacional de Eslovenia adoptó el Plan Nacional de Acción Medioambiental (NEAP), que define los objetivos y las directrices básicas para la protección y el uso del agua como recurso público. El NEAP presta especial atención a los problemas específicos del litoral, las zonas rurales y las regiones cársticas, de acuerdo con los principios de conservación de la biodiversidad. Otro objetivo estratégico

importante identificado en el NEAP de Eslovenia es la construcción de redes de abastecimiento de agua en zonas deficitarias en agua. A un menor nivel de acción, el gobierno de Malawi ha iniciado un Programa de Planes de Acción Medioambiental de distrito, que hace hincapié sobre todo en la planificación y en la acción participativas. En el ámbito local, las Juntas Municipales de Inspección Sanitaria de Islandia realizan medidas in situ del suministro de agua y vigilan el cumplimiento de los reglamentos y normas sanitarios.

Cooperación internacional

La cooperación internacional es un requisito importante para los países que dependen de agua procedente de sistemas compartidos de aguas subterráneas o superficiales. Hay muchos ejemplos de cooperación a este respecto, que se describen con más detalle en el capítulo 12. El ejemplo de Lituania, que se expone aquí, ilustra la complejidad de los acuerdos exigidos por algunos países. Lituania participa en el Convenio de Helsinki de 1974 sobre Protección del Medio Marino de la Zona del Mar Báltico, y en el Convenio de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (CEPE) de 1992 sobre Protección y Uso de los Cursos de Agua Transfronterizos y los Lagos Internacionales. El gobierno lituano ha firmado acuerdos de cooperación bilaterales en materia de protección medioambiental con los gobiernos de Flandes, Letonia, Rusia y Suecia. El Ministerio del Medio Ambiente ha firmado acuerdos bilaterales con los ministerios homólogos y otros organismos de Austria, Bielorrusia, Dinamarca, Eslovaquia, Estados Unidos, Finlandia, los Países Bajos y Polonia. También se ha firmado un acuerdo trilateral entre los gobiernos de Estonia, Letonia y Lituania.

Educación medioambiental

La educación medioambiental es esencial para conseguir objetivos tales como la reducción del consumo de agua, y también para la implementación satisfactoria de medidas participativas de gestión medioambiental. En Arabia Saudita, el Ministerio de Agricultura y Agua ha emprendido un amplio abanico de actividades educativas dirigidas a todos los niveles y sectores de la sociedad. Entre ellas se incluyen:

- publicación y distribución de folletos, boletines y carteles;
- educación de los agricultores sobre los métodos agrícolas óptimos, como el riego por goteo;
- racionalización del consumo de agua mediante programas de radio y televisión;
- contratos con empresas de publicidad para lanzar campañas de concienciación sobre cómo ahorrar agua, mediante anuncios en las principales carreteras; y
- reclutamiento de personal especializado.

El gobierno de Polonia ha lanzado diversas campañas educativas sobre el uso sostenible del agua y sobre cómo reducir al mínimo su derroche, incluyendo la campaña “Ahorre agua” que promociona el consumo racional y económico del agua, el programa “El dedo pulgar amarotado” (un programa de ámbito nacional para cuidar los recursos) y “La hora del Vístula” para la conservación del curso natural del río Vístula.

Emisión de informes

La emisión de informes nacionales sobre la calidad medioambiental y sus cambios es un requisito previo para hacer un seguimiento de las tendencias internacionales. Muchos países cuentan ya con las instituciones y los programas para emitir informes periódicos. En Austria, el Ministerio de Agricultura, Bosques, Medio Ambiente y Gestión del Agua se encarga de redactar informes para el Parlamento, al menos cada tres años, sobre cómo se encuentra la protección del agua en Austria. Suráfrica ha comenzado a publicar informes nacionales periódicos sobre el estado del agua del país. El gobierno de Barbados está ensayando el seguimiento de indicadores del desarrollo sostenible. La gestión y la protección de los recursos acuáticos en Perú es responsabilidad de la Dirección General de Salud Medioambiental (DIGESA), que pertenece al Ministerio de Sanidad. DIGESA mantiene bases de datos y emite informes sobre la calidad del agua en todo el país.

Mantenimiento de los caudales

Entre los mecanismos que se utilizan para mantener la periodicidad y la cantidad de agua necesaria se encuentra la gestión de la extracción de agua, que se basa en el control de la extracción en interés de los usuarios de las cuencas bajas, la disminución de la contaminación, los objetivos ecológicos del caudal del río y los niveles de agua para el transporte por el río, la necesidad de humedales y llanuras aluviales y los valores estéticos. Los flujos de compensación de los embalses son otra medida más mediante la cual se mantiene el caudal río abajo (pero con menores volúmenes) gracias a la descarga deliberada y programada del agua almacenada.

En el Reino Unido se puso en práctica un programa urgente para abordar unos cuarenta casos en los que una extracción excesiva ha dado lugar a caudales inaceptables en los ríos. De acuerdo con la Directiva sobre Hábitats de la Comunidad Europea, todas las autorizaciones para extraer agua se están revisando en función de su impacto sobre los sitios internacionalmente importantes. También se ha llevado a cabo la revisión de los flujos de compensación de los embalses, como forma de ir abandonando las históricas liberaciones constantes de agua, sustituyéndolas por descargas variables que se ajustan mejor a las necesidades ecológicas estacionales. La nueva Ley Nacional del Agua de Suráfrica impone estrictas regulaciones de gestión de las extracciones y exige autorizaciones para poder realizar actividades que consumen agua. Esta ley proporciona los medios adecuados para la coordinación y la toma de decisiones conjuntas entre los departamentos gubernamentales en relación con el uso del agua. El Ministerio del Agua incide sobre todo en un amplio conjunto de actividades que reducen el caudal de agua y ha establecido la obligatoriedad de solicitar permisos de extracción para el consumo de agua en la silvicultura comercial.

Evaluación del impacto ambiental (EIA)

La EIA se ha extendido ampliamente y actualmente existen marcos para los principales desarrollos en la mayoría de los países. Se tiende a la evaluación estratégica del impacto (en el

plano político) y a dar mayor importancia a ciertos aspectos (como la salud) en el marco de la EIA. En Tailandia, todas las grandes presas y embalses deben someterse a estudios de EIA y a procesos de audiencia pública. En Kazajstán existe un procedimiento obligatorio para la EIA.

Protección de sitios

Las medidas que se toman para proteger los sitios suelen incluir la designación de zonas protegidas y la regulación del acceso o el uso para así mantener ciertos elementos del hábitat, con o sin medidas para regular la calidad del agua y las características del caudal. Se han desarrollado diversas herramientas, a escala internacional, para proteger los ecosistemas (véase el cuadro 6.5). El Convenio sobre Humedales de Importancia Internacional de 1971 está dedicado específicamente a las aguas interiores y a los humedales costeros. Más de la mitad de los sitios Ramsar se encuentra en Europa occidental y ocupa alrededor del 20 por ciento de la superficie de todos los sitios Ramsar del mundo. Muchos humedales, con su avifauna, que suele ser abundante y conspicua, han sido declarados zonas protegidas bajo este convenio: se pueden citar como ejemplos notables la Reserva de Moremi Game en el delta del Okavango (Botsuana), la Reserva Nacional de la Camargue (Francia), el Parque Nacional de Keoladeo en Bharatpur

(India), el Parque Nacional de Doñana (España) y el Parque Nacional de los Everglades (Estados Unidos). La eficacia de tales medidas viene determinada en parte por el tipo de masas de agua afectadas. El lago Titicaca (compartido por Perú y Bolivia) es un ejemplo interesante de sitio Ramsar transfronterizo (véanse el cuadro 6.4 y el capítulo 21).

Cuadro 6.4: El Lago Titicaca: un sitio Ramsar transfronterizo de ecosistemas vulnerables y antiguas culturas

El lago navegable de agua dulce a mayor altitud del mundo, 3.810 metros sobre el nivel del mar, hace de frontera entre Perú y Bolivia en la cordillera de los Andes. El sitio incluye un sistema completo de lagos permanentes de agua dulce, lagos salobres, ríos, marismas y turberas. Los lagos adyacentes Poopó y Uru Uru también están declarados como sitios protegidos bajo el Convenio Ramsar. Estos sitios sirven de refugio a muchas especies de fauna y flora endémicas y en peligro de extinción, por ejemplo, aves, la vicuña, el puma, muchos tipos de flamencos raros, los cactus *Opuntia* y *Trichocereus* y la rana más grande del mundo. Abundan las algas y la vegetación flotante y en ella la especie dominante es la “totora”, *Schoenoplectus totora*, que puede alcanzar hasta 7 metros. Cuando la “totora” se separa de la orilla, forma islas donde viven algunos miembros de la comunidad uru local. La región del lago es cuna de dos culturas prehispánicas, los aymará y los uru. La población indígena vive de la pesca y la agricultura de subsistencia, y continúa practicando un estilo de vida fiel a los valores tradicionales y resistente a los cambios. La pobreza es endémica y, como la mayoría de las zonas de humedales, el ecosistema de agua dulce es vulnerable al

incremento de la contaminación procedente de las ciudades cercanas, de los residuos no tratados y de las actividades mineras.

Hay varias iniciativas importantes para salvar este lago único. Perú y Bolivia, a través del “Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca”, están llevando a cabo un “Plan Director Global Binacional” para la conservación, la prevención de inundaciones y la utilización de los recursos. Están ejecutando programas de investigación, gestión medioambiental y vigilancia, de uso público, de educación ambiental y de desarrollo de pesquerías, incluyendo la regulación del uso del agua para la agricultura y el consumo humano. También están realizando esfuerzos para restaurar los suelos y recuperar las técnicas agrícolas tradicionales, de gran valor para la conservación del ecosistema.

Fuente: Preparado por A. Clayson para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), 2002.

Cuadro 6.5: Instrumentos internacionales para la protección de los ecosistemas

Probablemente haya que remontarse a la década de los 60, a los inicios de los movimientos ecologistas, para buscar la noción de esfuerzo internacional coordinado para proteger los ecosistemas del mundo. El programa de la UNESCO sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) en los años 1970, supuso en concreto el comienzo de una Red Mundial de Reservas de la Biosfera cuyo objetivo, basado en la participación de la población, el uso racional de los recursos naturales y la cooperación científica voluntaria, era conservar ejemplos representativos de ecosistemas. Se propuso un patrón de zonificación para acomodar las múltiples funciones de las reservas de la biosfera.

El Convenio sobre Humedales de Importancia Internacional (Convenio Ramsar) se adoptó en 1971 reconociendo que los humedales requieren medidas de protección especiales, dada la multiplicidad y magnitud de las presiones que tienen que soportar para responder a las necesidades de una población mundial cada vez más numerosa; este convenio destaca la idea del “uso inteligente” de los humedales, subrayando una vez más la necesidad de un enfoque equilibrado para la protección de la naturaleza, que combine el desarrollo rural, el mantenimiento de los bienes y servicios de los humedales y también las características socioeconómicas y culturales. Las reservas de la biosfera del programa MAB y los sitios designados bajo el convenio sobre los humedales tienen, por tanto, muchas características en común.

La protección de la biodiversidad en general, de la que forman parte los ecosistemas, fue inicialmente un motivo principal para preparar un Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) a finales de los años 1980. Sin embargo, las negociaciones del convenio ampliaron su ámbito para incluir los objetivos del uso sostenible de los recursos naturales y el modo de compartir de forma justa y equitativa los beneficios

derivados del uso de recursos genéticos. El CBD, suscrito por primera vez en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED) en 1992 es, pues, un convenio marco que no fija obligaciones u objetivos específicos. Para ser efectivo requiere su puesta en práctica en el plano nacional. Por eso, los países firmantes del CBD han adoptado el “concepto de ecosistema” basado en doce principios, que se basan a su vez en la aplicación de metodologías científicas centradas en los niveles de organización biológica y en el reconocimiento de que los seres humanos, con su diversidad cultural, son parte integral de muchos ecosistemas.

En la práctica, esto significa que, de hecho, existe una saludable convergencia de los conceptos que subyacen bajo los esfuerzos internacionales para proteger los ecosistemas, con especial énfasis en los recursos hídricos. Este acuerdo general facilita la contribución de los países a estos esfuerzos.

Hoy, las Reservas de la Biosfera de la UNESCO/MAB sirven como “laboratorios vivos” para ensayar y comprobar el concepto de ecosistema. Este tipo de gestión del suelo y del agua demanda nuevas formas de cooperación institucional y vínculos entre los diferentes niveles de decisiones económicas y políticas. En la actualidad, de las 409 reservas de la biosfera y de los 1.107 sitios Ramsar, cincuenta y nueve sitios de treinta y seis países poseen las dos designaciones internacionales, lo que pone de manifiesto su importancia internacional y les confiere una protección añadida. Un plan de trabajo conjunto entre el Convenio sobre Humedales y el programa MAB de la UNESCO facilita la puesta en común de recursos y la elaboración de informes nacionales. Esta conjunción de esfuerzos internacionales es mutuamente beneficiosa para todas las partes, ya sea a escala internacional, nacional o local.

Fuente: UNESCO/MAB, 2002. Preparado para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP).

Con una concienciación sobre los problemas a los que se enfrentan muchos ecosistemas acuáticos mucho mayor ahora que hace una década, cada vez hay más esfuerzos para definir las prioridades sobre la base de la biodiversidad y otros criterios (por ejemplo, Duker y Borre, 2001; Groombridge y Jenkins, 1998). Por ejemplo, en todo el mundo, el WWF ha seleccionado cincuenta y tres ecorregiones de agua dulce claves, como guía para priorizar la inversión y las acciones sobre conservación (Olson y Dinerstein, 1998). Estas ecorregiones se basan en las cuencas hidrográficas y tienen en cuenta la región biogeográfica, el tipo de masa de agua, la diversidad biológica y la representatividad. Desde que Irán adoptó el Convenio Ramsar en 1995, muchos humedales han sido declarados sitios Ramsar y se llevan a cabo programas para preparar informes nacionales sobre la situación. En Filipinas, el Convenio Ramsar entró en vigor en 1994.

Normas de calidad del agua

El concepto de normas de calidad del agua como herramienta para la protección de los ecosistemas engloba diversos principios diferentes, así como una gran variedad de herramientas operativas. En Estados Unidos, el Plan de Acción para el Agua Limpia (1998) es una iniciativa de colaboración intersectorial para crear un nuevo marco para la protección de las cuencas. Persigue la consecución de un agua más limpia reforzando la protección de la salud pública, dirigiendo los esfuerzos para proteger las cuencas hacia las zonas prioritarias, y proporcionando a los habitantes nuevos recursos para controlar las aguas de escorrentía contaminadas y mejorar la administración de los recursos naturales. También pretende regular la calidad del agua mediante programas federales como

el Sistema Nacional de Eliminación de la Descarga de Contaminantes y el Programa sobre Fuentes no Puntuales. En el Reino Unido, la puesta en práctica y la vigilancia del cumplimiento de las directivas de la Comunidad Europea proporcionan un marco general de normas de calidad del agua. Entre ellas se pueden citar la Directiva sobre Aguas Residuales Urbanas y la Directiva sobre Extracción de Aguas Superficiales. En Siria, la contaminación del agua por vertidos no regulados de origen industrial, agrícola o del alcantarillado público todavía no está totalmente controlada, pero los parámetros básicos de calidad del agua se vigilan continuamente y se ha creado una red informatizada con datos de siete cuencas hidrográficas. El Ministerio de Medio Ambiente de Irán, para mantener los estándares de calidad del agua, tiene valores límite normalizados para todas las sustancias tóxicas y peligrosas presentes en los efluentes procedentes de distintos sectores.

Protección de los manantiales

El programa de los Servicios de Conservación de los Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de Estados Unidos se centra en la protección de las cuencas altas y en mejorar la gestión del agua en las explotaciones agrarias, en las zonas rurales y en las comunidades pequeñas, mediante esfuerzos voluntarios, apoyados en gran parte con incentivos económicos. Para salvaguardar los recursos hídricos en Israel, el Departamento de Servicios Hidrológicos de la Comisión del Agua comprueba permanentemente el estado de los recursos disponibles y emite informes que se tienen en cuenta en la planificación. Se ha elaborado un mapa de conservación de los recursos hídricos que, en las zonas críticas, limita el uso del suelo a actividades que no sean perjudiciales para estos recursos, y también se utiliza con fines urbanísticos.

Planes de protección de especies

Entre las iniciativas relativas a la protección de especies se pueden citar la legislación sobre la persecución y caza de animales o el desarrollo de planes integrados para la recuperación de especies en peligro de extinción. Estas medidas se refieren sobre todo a los vertebrados de mayor tamaño, como las aves de ribera y otros humedales, más que a otros elementos de los ecosistemas de las aguas continentales. El Grupo de Trabajo sobre Humedales de Namibia se creó en 1997 y prioriza los taxones y humedales con fines de investigación, lo que pone de manifiesto la importancia de los humedales del río Okavango. El gobierno de Noruega ha ampliado su Plan de Protección Nacional y ha propuesto un plan de protección de los fiordos y ríos salmoneros más importantes.

Economía medioambiental

Los factores económicos son muy importantes en la toma de decisiones en materia medioambiental. Cuando se adopta un método de análisis coste-beneficio, es importante que se realice también un análisis económico completo, sobre todo para asignar valor a los beneficios medioambientales que podrían no ser evaluados, y para tener en cuenta los costes que, de otro modo, podrían ser externalizados (véase cuadro 6.6). Este método parece ser especialmente importante en el caso de los ecosistemas de agua dulce, porque estos sistemas son valores que soportan una amplia gama de actividades humanas (por ejemplo, Swanson y otros, 1999).

Los ejemplos aquí presentados incluyen el uso de la economía medioambiental en su sentido más amplio, como conjunto de medidas que se utilizan para proteger los ecosistemas con fines específicos. Esto abarca la estructura de las tarifas, los incentivos, las multas, el análisis coste/beneficio y el principio de que quien contamina, paga. La política de precios del agua de Singapur se basa en la recuperación de costes y el apoyo a los objetivos de conservación del agua (véase cuadro 7.1). Las medidas incluyen incentivos fiscales y sanciones económicas para frenar el despilfarro. La estructura de precios del agua comprende dos grupos, el doméstico y el industrial-comercial y se ha establecido un impuesto de conservación del agua (un porcentaje sobre el importe de la factura del agua). La tarifa doméstica es una tarifa plana de hasta 40 m³ mensuales, a partir de la cual el precio es más caro. El agua en la política de Arabia Saudita recibe el tratamiento de bien económico y los precios se han actualizado de forma que el precio unitario aumenta con el consumo. En Tailandia, el sistema de demanda y control, basado en el principio de quien contamina paga, se ha complementado con incentivos económicos, como impuestos y préstamos a bajo interés procedentes de fondos medioambientales. En Bélgica, la Empresa Flamenca del Medio Ambiente (51 por ciento pública, 49 por ciento privada) fue creada para fomentar las inversiones en el sector medioambiental. A través de su filial AQUAFIN se está creando una infraestructura supramunicipal. En 1996, el gobierno de Dinamarca estableció un impuesto sobre las aguas residuales para los vertidos de nitrógeno, fósforo y sustancias orgánicas y ha sido complementado con otras inversiones en plantas de tratamiento.

Cuadro 6.6: Cómo tener en cuenta los costes y beneficios ocultos

Un primer análisis parcial de un humedal tropical (Barbier y otros, 1991) calculó que los beneficios de la agricultura, la industria de la madera como combustible y la industria pesquera que se obtuvieron del humedal en condiciones intactas, fueron de unos 32 \$ por cada 1.000 m³ de agua utilizada, mientras que el valor equivalente de las cosechas de regadío en la región fue de unos 0,15 \$. Análogamente, se hizo un análisis coste/beneficio de las consecuencias económicas de mantener cuatro presas en el Río Snake (noroeste de Estados Unidos) o de suprimirlas y devolver al río y a su población salmonera a su estado natural. Se calculó que la restauración del río ahorraría un mínimo de 86,6 millones de dólares al año, en comparación con los costes de mantener las presas.

Fuente: Consejo de Recursos Naturales de Oregón (ONRC, n.d.)

Restauración de sistemas degradados

El reconocimiento creciente del deterioro de muchos ecosistemas ha dado lugar a un mayor interés por la ciencia y la práctica de la restauración ecológica. El principal objetivo es restablecer las características clave de un ecosistema, como la composición, estructura y funciones existentes antes de la degradación.

Actualmente se han iniciado muchos proyectos de restauración en diferentes partes del mundo y en diferentes tipos de ecosistemas, entre ellos los de agua dulce. Muchos proyectos se están llevando a cabo por organizaciones no gubernamentales (ONG), a menudo como iniciativas comunitarias. Se prevé que la restauración puede convertirse en una actividad central en la gestión medioambiental en el futuro. Estos esfuerzos están respaldados por políticas nacionales e internacionales: por ejemplo, están explícitamente recomendados en el artículo 8f del Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, que establece que las partes deberán “rehabilitar y restaurar los ecosistemas degradados y promover la recuperación de las especies amenazadas, mediante la elaboración y puesta en práctica de planes u otras estrategias de gestión”.

Dependiendo de la naturaleza del deterioro, incluso las aguas que han sufrido grandes impactos pueden, en algunos casos, recuperarse, siempre que se elimine la causa del impacto. Esto se aplica a los sistemas fluviales en particular, debido quizás a su naturaleza dinámica, con una variabilidad hidrológica inherente y la consecuente necesidad de flexibilidad y capacidad de colonización de sus comunidades biológicas (véase cuadro 6.7). El término “restauración” se puede aplicar a una amplia gama de medidas que difieren enormemente en escala espacial y en complejidad. La mayoría de los sistemas, hasta la fecha, han supuesto la mejora de la calidad del agua, a menudo controlando la contaminación de una fuente puntual en los ríos o lagos, o potenciando las condiciones geomórficas o de hábitat a lo largo del río. En principio, podría coordinarse una serie de proyectos a

pequeña escala con el fin de cumplir los objetivos de restauración en una cuenca completa, pero esto requeriría una base científica y una participación más amplias que las conseguidas hasta ahora.

Recientemente se ha suscitado interés por la eliminación física de las presas y otras obras de ingeniería similares. En algunos casos se ha demostrado que, a largo plazo, se produce un mayor beneficio económico si se eliminan las presas y se recuperan los valores de la pesca y el paisaje, que si se mantiene la presa, sobre todo si hay que facilitar un corredor para los peces. No obstante, algunos casos muy conocidos muestran que acordar o poner en práctica un plan de demolición de una presa puede ser algo conflictivo. Recientemente se han demolido, o es probable que se destruyan, un número significativo de presas. Muchas de estas demoliciones se han ejecutado en países desarrollados, principalmente en América del Norte y en Europa (véase cuadro 6.8), y la mayoría de las presas eran pequeños embalses, sin fines hidroeléctricos. Este fenómeno se ha hecho tan importante que las demoliciones reales pueden ir por delante del aumento de la comprensión científica necesaria para gestionar los cambios ecológicos correspondientes.

Hay mucha bibliografía, y cada vez más accesible, sobre la restauración de los ríos (por ejemplo, Nijland y Cals, 2001) y humedales (Interagency Workgroup on Wetland Restoration, n.d.). El formato de presentación de algunos trabajos es de tipo “caja de herramientas”, con el fin de ayudar a las iniciativas locales (Agencia del Medio Ambiente, 2001).

Cuadro 6.7: El “Corredor Verde”: restauración de la llanura aluvial del valle del Danubio

Más del 80 por ciento de los humedales a lo largo del río Danubio se ha destruido desde comienzos del siglo XX. Trabajando con Rumania, Bulgaria, Moldavia y Ucrania, el WWF está desarrollando una serie de proyectos para mantener las áreas de humedales protegidas existentes, crear otras nuevas y reconectar las marismas que quedan con otros humedales. Esta es la iniciativa internacional de restauración y protección de humedales más importante de Europa y pretende restaurar las capacidades naturales del Danubio para reducir la contaminación, retener las inundaciones y conservar la naturaleza en beneficio de la población local y de los ecosistemas del río Danubio y del Mar Negro.

Fuente: WWF en <http://www.panda.org/livingwaters/danube/index.cfm>.

Cuadro 6.8. La presa Edwards

La presa hidroeléctrica Edwards, en el Río Kennebec en Maine (Estados Unidos) fue demolida en 1999 por decisión de la Comisión Federal de Regulación de la Energía, porque los beneficios medioambientales de la demolición superaban a los beneficios económicos derivados del funcionamiento y mantenimiento continuados. Estuvo funcionando durante más de 160 años. Un año después de la demolición, los peces migratorios, entre ellos el salmón del Atlántico *Salmo salar* y el pinchagua *Alosa pseudoharengus* han remontado el río y superado el lugar donde estaba situada la presa. Además, la calidad del agua ha mejorado, y tanto la biodiversidad de los invertebrados acuáticos como el uso recreativo del río han aumentado.

Fuente: Consejo de Recursos Naturales de Maine.

Tabla 6.9: Revisión de los informes nacionales sometidos al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)

Pregunta	Respuesta	Número de países partes del CDB
¿Ha incluido su país consideraciones sobre la diversidad biológica de las aguas continentales en su trabajo con organismos, instituciones y convenios que afectan a las aguas continentales o trabajan con ellas?	No	4
	Sí	66
¿Ha revisado su país el programa de trabajo especificado en el anexo 1 de la decisión (Decisión IV/4) e identificado las prioridades para las iniciativas nacionales de aplicación del programa?	No	20
	En revisión	29
	Sí	11
¿Participa su país o presta apoyo a alguna iniciativa sobre las cuencas fluviales?	No	35
	Sí	34
¿Recopila su país información sobre la situación de la diversidad biológica de las aguas continentales?	No	9
	En ejecución	56
	Finalizada	5
¿Ha elaborado su país planes nacionales o sectoriales para la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas de aguas continentales?	No	15
	Sí	54

Fuente: Setenta y dos segundos informes nacionales presentados; datos recuperados el 24 de junio de 2002 del segundo Analizador de los Informes Nacionales accesible en <http://www.biodiv.org/reports/nf-02.asp> (los valores se han redondeado en dos casos en los que se había asignado un 0,5 cuando un país dio dos respuestas a una misma pregunta).

En Ucrania se han elaborado diversos programas para restaurar y proteger los ecosistemas, entre ellos el Programa Nacional de Mejora Ecológica de la Calidad del Agua Potable (1999), el Programa Nacional de Protección y Reproducción de los Mares de Azov y Negro, y el Programa de Desarrollo de Instalaciones para Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Las iniciativas para la gestión del suelo privado en Estados Unidos han dado lugar a la construcción de unos 1.159.000 Km de franjas protectoras (buffer). También se han destinado 1.000 millones de dólares para que tierras delicadas dejen de utilizarse en la producción agrícola y para estimular el uso de prácticas de conservación. Se han elaborado guías técnicas sobre métodos de restauración, ensayándose en doce cuencas piloto. Con el fondo de una política de “no a la pérdida de humedales”, se ha puesto en práctica una estrategia para conseguir un incremento neto de 100.000 acres de humedales al año para 2005. El gobierno de Pakistán ha seleccionado el lago Rawal como de especial atención, tras identificar prácticas no sostenibles, como la construcción de letrinas y fosas sépticas en asentamientos adyacentes. Se han recomendado tres programas de restauración, incluyendo el desarrollo de un sistema de recogida y reciclado de aguas residuales para reutilizarlas en el riego.

Resumen de los avances

Se ha observado anteriormente que el capítulo 18 de la Agenda 21, que nace en la UNCED de 1992, estableció unos objetivos clave para la protección y la gestión integrada de los recursos de agua dulce. Los avances realizados hacia la consecución de esos objetivos después de cinco años, fueron revisados formalmente por la CDS de las Naciones Unidas (1997). Como se ha explicado, esta revisión proporcionó numerosos ejemplos de éxitos y cambios prometedores en materia de cooperación técnica, planificación participativa y vigilancia de la calidad del agua, pero también se observó, entre otras cosas, la continua preocupación en todo el mundo por el deterioro de la calidad del agua, el conocimiento incompleto de las formas de actuar de los contaminantes y su impacto, la falta de legislación y financiación adecuadas y la urgente necesidad de aplicar remedios.

La obligación de presentar informes, de acuerdo con el CBD de 1992, permite evaluar parcialmente las últimas iniciativas nacionales. Aunque solo una minoría de los países signatarios del CBD (setenta y dos de un total de 183) ha presentado segundos informes nacionales, su revisión sugiere que se han hecho avances significativos en muchos aspectos de la conservación de la biodiversidad y en el uso de las aguas continentales (véase la tabla 6.9).

La mayoría de los setenta y dos países que han presentado informes indica que están recogiendo información sobre la biodiversidad de las aguas interiores; análogamente, la mayoría manifiesta que han creado planes nacionales para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas de aguas continentales, y han implementado medidas relevantes sobre creación de capacidades. Esto sugiere que varios países ya han hecho algunos avances hacia la planificación estratégica y la definición de objetivos, como se acordó en La Haya. Todavía no es posible evaluar hasta qué punto han influido estas medidas sobre la situación de los ecosistemas en estos países.

Además de las medidas generales para la conservación y uso sostenible de géneros, especies y ecosistemas, el CBD ha establecido un programa de trabajo temático sobre la biodiversidad de las aguas continentales y se han dedicado grandes esfuerzos al desarrollo de este trabajo, identificando obstáculos y prioridades y estableciendo una cooperación entre las iniciativas y los organismos relevantes. El programa trabaja en cooperación con el Convenio Ramsar y actualmente incluye una iniciativa sobre cuencas fluviales.

Sin embargo, aunque varios países desarrollados están poniendo en práctica cierto tipo de programas de evaluación y seguimiento y abordando trabajos de rehabilitación, los países menos desarrollados no tienen tanta capacidad para establecer estas actividades entre sus prioridades principales. Por eso es probable que la protección de los ecosistemas de aguas continentales siga siendo problemática en regiones en las que el crecimiento de la población y la probabilidad de expansión agrícola son muy elevados.

En los últimos años, se ha ampliado el punto de vista holístico en la gestión integrada de los recursos hídricos, según el cual los ecosistemas mismos se han convertido en objeto de los esfuerzos de conservación. En lugar de restringir los esfuerzos a especies y sitios acuáticos determinados, la planificación se ha ampliado ahora en su alcance:

- geográficamente, a una escala adecuada al tamaño de la cuenca hidrográfica;
- conceptualmente, con el fin de mantener los procesos y los componentes de los ecosistemas, incluyendo las comunidades humanas (el “concepto de ecosistema”, por ejemplo, Reynolds, 1993).

En la práctica se ha comprobado que reconciliar los intereses afectados muy diversos y coordinar las acciones es muy difícil y es probable que siga siendo así en muchos casos. Mantener la biodiversidad y conservar la pesca en las aguas continentales (aparte de ciertas actividades lucrativas de pesca deportiva), por ejemplo, no son actividades prioritarias entre estos intereses en competencia, y así se ve que es difícil imponer normas en las cuencas o medidas rehabilitadoras en su beneficio.

Aunque es difícil evaluar los resultados de todos estos procesos en cuanto a sus efectos beneficiosos para la situación del ecosistema (y en muchos casos todavía es pronto para esperar resultados), las pruebas anteriormente comentadas demuestran una mejoría en la tendencia de ciertas variables, que ya se observa en algunos países, y la decisión de otros de invertir el declive reciente en la situación. No obstante, esos ejemplos se dan principalmente en los países de la OCDE y otros países desarrollados, y la situación general en el mundo sigue siendo difícil de evaluar.

Conclusiones

La protección de los ecosistemas deber seguir ocupando un papel central en el desarrollo sostenible porque la seguridad medioambiental, el bienestar social y la seguridad económica están íntimamente interrelacionados y son fundamentalmente interdependientes. La degradación de cualquiera de ellos empeora la situación de los tres. Protegemos los ecosistemas y sus seres vivos por sus valores inherentes y por los beneficios que suponen para la eliminación de residuos, la salud medioambiental, la producción de recursos naturales, y también como fuente de agua. Las presiones sobre los ecosistemas se conocen razonablemente bien y existen diversas herramientas prácticas que permiten evaluar y vigilar la situación de los ecosistemas. Estas herramientas muestran claramente que los sistemas de agua dulce han sufrido mucho más que los ecosistemas terrestres o marinos. En efecto, la mayoría de los ríos mayores del mundo se encuentra sustancialmente fragmentada por presas, desvíos y canales, y muchos muestran valores de calidad ecológica muy por debajo de los permitidos por las directrices. Esto es verdad, no sólo en el caso de los ríos, sino también en el de los lagos, cuya situación mundial se va deteriorando continuamente, y en el de los humedales, que con mucha frecuencia se convierten en tierras agrícolas.

En muchos lugares, la calidad del agua se ha deteriorado enormemente, sobre todo en las regiones con agricultura intensiva y grandes zonas urbanas o industriales. La contaminación por bacterias, los residuos humanos, las elevadas concentraciones de nutrientes, la sedimentación y la creciente salinidad son un problema acuciante en todo el mundo. La biodiversidad de las aguas dulces se ha visto gravemente afectada por este deterioro de la calidad del agua, entre otras cosas, y muchas especies se han extinguido.

Aunque hay pruebas de mejoras locales (y en algunos casos nacionales) así como planes de acción que se están poniendo en práctica, todavía no son suficientes para contrarrestar el deterioro de los ecosistemas en el mundo. En el futuro tendrán que irse sumando muchos más logros locales si queremos que tengan efecto y también tendrán que hacer frente al inevitable crecimiento de la población derivado de las mejoras en la sanidad, la alimentación, la energía y la industria. Proteger los ecosistemas implica, pues, reconciliar los muy diferentes intereses del agua, a través de algún tipo de enfoque mundial, como el propugnado por la gestión integrada de los recursos hídricos. Si no lo hacemos, los objetivos de desarrollo económico y social a los que se ha comprometido la comunidad internacional pueden verse amenazados.

Panorama de los avances logrados desde Río

Acción acordada

Progreso desde Río

Gestión del agua dulce de manera holística, basada en las cuencas hidrográficas y equilibrio de las necesidades de la población y el medio ambiente

Adopción de soluciones preventivas para detener la degradación medioambiental

Evaluación de las consecuencias que tienen los diversos usuarios sobre el medio ambiente, apoyo de las medidas de control de las enfermedades relacionadas con el agua y protección de los ecosistemas

Desarrollo de directrices para la protección, conservación y uso racional del agua

Prevención y control efectivos de la contaminación

Establecimiento de programas y criterios internacionales de calidad del agua

Reducción de la prevalencia de las enfermedades relacionadas con el agua

Eradicación de la dracunculiasis (enfermedad del gusano de Guinea) y la oncocercosis en 2000

Adopción de medidas integradas para la gestión ecológicamente sostenible del agua y los ecosistemas

Insatisfactorio

Moderado

Satisfactorio

Referencias

Abramovitz, J.-N. 1996. *Imperiled Waters, Impoverished Future: The Decline of Freshwater Ecosystems*. Washington DC, Worldwatch Paper n° 128.

Anon. 2000. Directiva 2000/60/EC del Parlamento y del Consejo Europeos de 23 octubre 2000, que establece un marco para la acción de la Comunidad en el campo de la política del agua. Diario Oficial de la Comisión Europea L 327/1-72.

Barbier, E.-B.; Adams, W.-M.; Kimmage, E. 1991. *Economic Valuation of Wetland Benefits: The Hadejia-Jama'are Floodplain, Nigeria*. LEEC Discussion Paper, International Institute for Environment and Development.

Barbour, M.-T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.-D.; Stribling, J.-B. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*. Washington DC, Environmental Protection Agency.

Bogan, A.-E.; Pierson, J.-M.; Hartfield, P. 1995. 'Decline in the Freshwater Gastropod Fauna in the Mobile Bay Basin'. En: E.T. LaRoe, G.S. Farris, C.E. Puckett, P.D. Doran and M.J. Mac (eds.), *Our Living Resources: A Report to the Nation on the Distribution, Abundance, and Health of U.S. Plants, Animals, and Ecosystems*. Washington, DC, U.S. Department of the Interior, National Biological Service.

Brink, B.-J.-E.; Hosper, H.; Colijn, F. 1991. 'A Quantitative Method for Description and Assessment of Ecosystems: The AMOEBA-Approach'. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 3, págs. 6570.

CBD (Convenio sobre la Diversidad Biológica). 2001. *Global Biodiversity Outlook*. Montréal.

CDS (Comisión para el Desarrollo Sostenible). 1997. *Overall Progress*

Achieved since the United Nations Conference on Environment and Development. Addendum. *Protection of the Quality and Supply of Freshwater Resources: Application of Integrated Approaches to the Development, Management and Use of Water Resources* (Capítulo 18 de la Agenda 21). UN E/CN.17/1997/2/Add.17.

CEE (Comunidad Económica Europea). 2000. *Directiva Marco en el Campo de la Política del Agua (Marco del Agua)*. Directiva 2000/60/CE del Parlamento y del Consejo Europeos del 23 octubre 2000, que establece un marco para la acción de la Comunidad en el campo de la política del agua. Diario Oficial de la Comisión Europea L 327, 22.12.2001.

Centro de Tecnología Medioambiental de Recursos Hídricos, 2001. *Damu no Kankyo (Dam Environment)*.

Cosgrove, B. y Rijsberman, F.-R. 2000. *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. Londres, Consejo Mundial del Agua, Earthscan Publications Ltd.

CSE (Centro de Ciencia y Medio Ambiente). 1999. *The Citizen's Fifth Report*. Delhi.

Declaración de Alma Ata. 1978. *Conclusiones Oficiales de la Conferencia Internacional de Cuidados Sanitarios Primarios*, 612 septiembre 1978. Alma Ata.

Doyle, M.-W.; Stanley, E.-H.; Luebke, M.-A.; Harbor, J.-M. 2000. *Dam Removal: Physical, Biological, and Societal Considerations*. American Society of Civil Engineers Joint Conference on Water Resources Engineering and Water Resources Planning and Management. Minneapolis.

Duker, L. y Borre, L. 2001. *Biodiversity Conservation of the World's Lakes: A Preliminary Framework for Identifying Priorities*. LakeNet Report Series n° 2. Annapolis, Monitor International.

- Environmental Protection Agency Act. 1994.
- Environment Agency, RU. 2002. River and Estuaries a Decade of Improvements.
- . 2001. 'Manual of Techniques for River Restoration R and D Manual W5A-060/M'. En: A Compilation of Case Studies Undertaken Mainly in the Context of Flood Risk Mitigation.
- Esty, D.-C. y Cornelius, P.-K. (eds.). 2002. Environmental Performance Measurement: Global Report 20012002. Nueva York, Oxford University Press.
- Finlayson, C.-M. y Davidson, N.-C. (eds.). 1999. 'Global Review of Wetland Resources and Priorities for Wetland Inventory: Summary Report'. En: C.-M. Finlayson y A.-G. Spiers (eds.), Global Review of Wetland Resources and Priorities for Wetland Inventory. CD-ROM, Canberra, Australia Supervising Scientist Report 144.
- Groombridge, B. y Jenkins, M.-D. 2002. World Atlas of Biodiversity: Earth's Living Resources in the 21st Century. Preparado en el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente -World Conservation Monitoring Centre, University of California Press.
- Groombridge, B. y Jenkins, M. 1998. Freshwater Biodiversity: A Preliminary Global Assessment. Cambridge, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente -World Conservation Monitoring Centre, World Conservation Press.
- Hilton-Taylor, C. (editor). 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. Gland and Cambridge, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.
- Interagency Workgroup on Wetland Restoration. n.d. An Introduction and User's Guide to Wetland Restoration, Creation, and Enhancement.
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales). 2000. Vision for Water and Nature. A World Strategy for Conservation and Sustainable Management of Water Resources in the 21st Century Compilation of All Project Documents. Cambridge.
- Lillie, R.-A.; Garrison, P.; Dodson, S.-I., Bautz, R.-A.; LaLiberte, G. 2002. Refinement and Expansion of Wetland Biological Indices for Wisconsin. Final Report to the United Nations Environment Protection Agency (US EPA) Region 5. Wisconsin Department of Natural Resources.
- Loh, J.; Randers J.; MacGillivray, A.; Kapos, V.; Jenkins, M.; Groombridge, B.; Cox, N.; Warren, B. (ed.). 2000. Living Planet Report 2000. Gland, Suiza, Fondo Mundial para la Naturaleza.
- . 1999. Living Planet Report 1999. Gland, Suiza, Fondo Mundial para la Naturaleza.
- . 1998. Living Planet Report 1998. Gland, Suiza, Fondo Mundial para la Naturaleza.
- Luther, H. y Rzóska, J. 1971. Project Aqua: A Source Book of Inland Waters Proposed for Conservation. IBP Handbook n° 21. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (IUCN), Ocasional Paper n° 2. Programa Biológico Internacional. Oxford y Edimburgo, Blackwell Scientific Publications.
- Master, L.-L.; Flack, S.-R. y Stein, B.-A. (eds.). 1998. Rivers of Life: Critical Watersheds for Protecting Freshwater Biodiversity. Arlington, The Nature Conservancy.
- McAllister, D.-E.; Hamilton, A.-L.; Harvey, B.-H. 1997. 'Global Freshwater Biodiversity: Striving for the Integrity of Freshwater Ecosystems'. Sea Wind, vol. 11, n° 3. número especial (julioseptiembre 1997).
- Moyle, P.-B. y Leidy, R.-A. 1992. 'Loss of Biodiversity in Aquatic Ecosystems: Evidence from Fish Faunas'. En: P.L. Fielder y otros (eds.), Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation Preservation and Management. Nueva York y Londres, Chapman and Hall.
- New South Wales EPA (Agencia de Protección Ambiental de Nueva Gales del Sur). 2000. State of the Environment 2000. Sidney.
- Nijland, H.-J. y Cals, M.-J.-R. (eds.). 2001. River Restoration in Europe: Practical Approaches. Actas de la Conferencia sobre Restauración de los Ríos, Wageningen, Países Bajos, 2000. Informe n° 2001.023. Lelystad, Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment.
- NU (Naciones Unidas). 2000. Declaración del Milenio de Naciones Unidas. Resolución adoptada por la Asamblea General. A/RES/55/2.
- OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos). 2001. Environmental Outlook.
- Olson, D.-M. y Dinerstein, E. 1998. 'The Global 200: A Representation Approach to Conserving the Earth's Distinctive Ecoregions'. Conservation Biology, vol. 12, págs. 50215.
- ONRC (Consejo de Recursos Naturales de Oregon). n.d. Restoring the Lower Snake River: Saving Snake River Salmon and Saving Money. Portland, Oregon.
- Pirot, J.-Y.; Meynell, P.-J.; Elder, D. 2000. Ecosystem Management: Lessons from Around the World. A Guide for Development and Conservation Practitioners. Gland y Cambridge, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2002. Global Environmental Outlook 3. Londres y Stirling, Earthscan Publications Ltd.
- PNUMA/CDB (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente/ Convenio sobre la Diversidad Biológica). 2000. Progress Report on the Implementation of the Programmes of Work on the Biological Diversity of Inland Water Ecosystems, Marine and Coastal Biological Diversity, and Forest Biological Diversity (Implementation of Decisions iv/4, iv/5, iv/7). Nota del Secretario Ejecutivo. UNEP/CBD/COP/5/10.
- Postel, S.-L.; Daily, G.-C.; Ehrlich, P.-R. 1996. 'Human Appropriation of Renewable Fresh Water'. Science, vol. 271, págs. 7858.
- Revenge, C.; Brunner, J.; Henninger N., Kassem K.; Payne, R. 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems. Washington DC, World Resources Institute.
- Revenge, C.; Murray, S.; Abramovitz, J.; Hammond, A. 1998. Watersheds of the World: Ecological Value and Vulnerability. Washington DC, World Resources Institute and Worldwatch Institute.
- Reynolds, C.-S. 1993. 'The Ecosystems Approach to Water Management: The Main Features of the Ecosystem Concept'. Journal of Aquatic Ecosystem Health, vol. 2, págs. 38.
- Richter, B.-D. y otros, 1997. 'How Much Water Does a River Need?'. Freshwater Biology, vol. 37, págs. 23149.
- RIKZ/RIZA (National Institute for Coastal and Marine Management /Inland Water Management and Waste Water Treatment). 1996. 'Future for Water'. En: Report on the Dutch Aquatic Outlook. La Haya, Ministerio de Transportes y Obras Públicas.
- Shiklomanov, I.-A. (ed.). 1997. Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. Estocolmo, Instituto del Medio Ambiente.
- Soussan, J. y Harrison, R. 2000. Commitments on Water Security in the 21st Century: An Analysis of Pledges and Statements at the Ministerial Conference and World Water Forum, La Haya, Marzo 2000.
- Swanson, T.; Doble, C.; Olsen, N. 1999. Freshwater Ecosystem Management and Economic Security. Documento Marco para el seminario de la IUCN en el Consejo Mundial del Agua, Bangkok.
- Tilman, D.; Fargione, J.; Wolff, B.; D'Antonio, C.; Dobson, A.; Howarth, R.; Schindler, D.; Schlesinger, W.-H.; Simberloff, D.; Swackhamer, D. 2001. 'Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change'. Science, vol. 292, págs. 2814.
- TNC (The Nature Conservancy). 1999. Evaluating Ecological Integrity at Freshwater Sites. Freshwater Initiative Workshop Proceedings.
- UNESCAP (Comisión Económica y Social de Naciones Unidas para Asia y el Pacífico) y BAD (Banco Asiático de Desarrollo). 2000. State of the Environment in Asia and the Pacific 2000. Nueva York, Naciones Unidas.
- US EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). 1998. Water Quality Conditions in the United States: A Profile from the 1998 National Water Quality Inventory Report to Congress. Washington DC.

Wright, J.-F.; Sutcliffe, D.-W.; Furse, M.-T. (eds.). 2000. Assessing the Biological Quality of Freshwaters RIVPACS and Other Techniques. Ambleside, Freshwater Biological Association.
 WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) European Freshwater Programme. 2001. Water and Wetland Index: Assessment of 16 European Countries. Phase I Results. Copenhagen.

Algunos sitios web útiles

Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica

<http://www.biodiv.org/>

Promueve el bienestar humano y el de la naturaleza, con especial interés en la importancia de la diversidad biológica para la salud de las personas y del planeta.

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF): The Living Planet

<http://www.panda.org/livingplanet>

El informe "Planeta vivo" (The Living Planet) es una actualización periódica del estado de los ecosistemas mundiales y de las presiones que el hombre ejerce sobre ellos, a través del consumo de los recursos naturales renovables.

Instituto Mundial de Recursos (WRI): EarthTrends

<http://earthtrends.wri.org/>

Portal de información medioambiental. Entre los temas tratados: ecosistemas costeros y marinos; recursos hídricos y ecosistemas de agua dulce; salud y bienestar humanos; biodiversidad y zonas protegidas.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): Portal del agua dulce

<http://freshwater.unep.net/>

Información sobre cuestiones clave de la situación del agua en el mundo. Una sección dedicada al agua y los ecosistemas.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): Vigilancia del Medio Ambiente en el mundo (GEMS/WATER)

<http://www.cciw.ca/gems/>

Programa científico multifacético sobre el agua, orientado a la comprensión de las cuestiones sobre calidad del agua dulce en todo el mundo.