

Conservando los ecosistemas de agua dulce

*Sandra Postel**

El ciclo hidrológico —la circulación del agua entre el mar, la atmósfera y la tierra, impulsada por la energía del sol— es un recurso insustituible que la actividad humana está perturbando de forma peligrosa. Una proporción mínima del agua de la Tierra —menos de la centésima parte del 1%— es agua dulce que se renueva con el ciclo hidrológico, aunque los océanos, los glaciares, los lagos y los acuíferos profundos almacenan grandes cantidades de agua. Este inestimable aporte de precipitaciones —unos 11.000 kilómetros cúbicos anuales— es el que mantiene la mayor parte de la vida terrestre.¹

Como cualquier otro recurso valioso, el ciclo del agua proporciona a la sociedad un flujo constante de beneficios. La interacción equilibrada de ríos, lagos y otros ecosistemas de agua dulce con bosques, praderas y otros ecosistemas suministra bienes y servicios de gran importancia para la humanidad (véase el cuadro 3-1). Sin embargo, la naturaleza y el valor de estos servicios pueden permanecer infravalorados hasta que hayan desaparecido.

La globalización y unas tecnologías sofisticadas nos inducen hoy a pensar que nuestro mundo es inmune a posibles daños derivados del

* Sandra Postel es directora del Proyecto sobre Política Mundial de Aguas (Global Water Policy Project) en Amherst, Massachussets. Una versión más larga de este capítulo ha sido publicada como Worldwatch Paper 170, *Liquid Assets: The Critical Need to Safeguard Freshwater Ecosystems* (Documento Worldwatch 170, *Recursos líquidos: la necesidad crucial de conservar los ecosistemas de agua dulce*).

Cuadro 3-1. Servicios de mantenimiento de la vida proporcionados por los ríos, los humedales, las llanuras de inundación y otros ecosistemas de agua dulce

- Abastecimiento de agua para el riego, la industria y las ciudades y hogares.
- Pesca y aves acuáticas, marisco y otras fuentes de alimento para las personas y para la vida salvaje.
- Purificación de las aguas y filtrado de contaminantes.
- Prevención de inundaciones.
- Alivio de sequías.
- Recarga de acuíferos.
- Almacenamiento de agua.
- Refugio y hábitat de cría para la vida salvaje.
- Mantenimiento de la fertilidad de los suelos.
- Aportación de nutrientes a los deltas y estuarios.
- Aportación de agua dulce para el equilibrio salino de los estuarios.
- Valores estéticos, culturales y espirituales.
- Espacios de ocio y recreo.
- Conservación de la biodiversidad, que mantiene la capacidad de transformación de los ecosistemas y es imprescindible para dejar abiertas opciones de futuro.

deterioro de los sistemas naturales. Pero es imposible sustraerse a la dependencia humana del ciclo del agua. Más del 99% del abastecimiento mundial de agua para regadíos y para usos industriales y domésticos procede directamente de los ríos, de los lagos y de los acuíferos subterráneos. Los humedales y las llanuras de inundación de los ríos protegen a la gente de las crecidas y son el hábitat de reproducción de muchos peces, recargan los acuíferos, renuevan la fertilidad de los suelos y purifican el agua de contaminantes. Por ejemplo, en la cuenca del río Mekong, en el sudeste asiático, la pesca proporciona alimento y un modo de vida a más de cincuenta millones de personas, y el 90% de los peces se reproducen en los campos y bosques de la vega inundable del río. Unos ríos en buen estado son también fundamentales para la vida en los lagos, estuarios y en muchos ecosistemas marinos costeros. Sus aguas suministran nutrientes y mantienen un equilibrio de salinidad crucial para muchas pesquerías, comenzando por las cerca de cien especies comerciales del Mar Amarillo en China y terminando por los preciados cangrejos azules y las ostras de la Bahía de Apalachicola, en Florida.²

Los científicos se esfuerzan en determinar con mayor precisión cómo prestan estos servicios las plantas, los animales y el medio en el que viven. A su vez, los economistas intentan asignar un valor monetario a estas funciones, de manera que los responsables de las decisiones puedan mejorar su toma en consideración. Pero la degradación de estos ecosistemas continúa mientras tanto a un ritmo acelerado, a medida que el crecimiento de la población y de la economía imponen nuevas demandas sobre el territorio y las aguas.

Satisfacer las necesidades actuales de agua requiere nuevos enfoques. Afortunadamente, algunas ciudades, aldeas y regiones agrícolas con visión de futuro están demostrando en todo el mundo que, en vez de destruirlos, es posible aprovechar los mecanismos de los propios ecosistemas para proporcionar agua potable y seguridad alimentaria y para controlar las crecidas —a menudo a un coste muy inferior que las alternativas tecnológicas convencionales.

Evaluando los daños

Sin ingeniería hidráulica —embalses que almacenan agua, canales que la conducen de un lugar a otro, bombas que la extraen de las profundidades del subsuelo y diques que evitan la inundación de valiosas propiedades— es difícil imaginar la existencia de la actual población mundial de 6.400 millones de personas y una producción económica anual de 55 billones de dólares. Las centrales hidroeléctricas producen en la actualidad el 19% de la electricidad del mundo. Las presas, embalses, canales y los millones de pozos existentes casi han permitido triplicar el consumo de agua desde 1950, abasteciendo a ciudades, industrias y explotaciones agrícolas en crecimiento. El 18% de las tierras de cultivo en regadío producen actualmente alrededor del 40% de los alimentos del mundo. Entre 1961 y 2001, a medida que el *paquete* de la Revolución Verde —semillas de alto rendimiento, abonos químicos y agua— se extendía a nuevas regiones, ingenieros y agricultores duplicaron la superficie regable. La excavación y canalización de los ríos para su navegación ha permitido el transporte de cosechas y de otras mercancías desde el interior continental a los puertos, ampliando el comercio y la prosperidad.³

El precio de estos beneficios, sin embargo, ha sido muy alto. El impacto de las actividades humanas en los ecosistemas de agua dulce ha alcanzado dimensiones globales, perturbando toda una serie de funciones ecológicas valiosas (véase la tabla 3-1). La sobreexplotación y el

Tabla 3-1. Impactos de la actividad humana en los ecosistemas de agua dulce y en los servicios que proporcionan

Actividad humana	Impactos
<p>Transformación y degradación</p> <p>Más del 50% de las tierras de la tercera parte de las 106 principales cuencas fluviales del mundo han sido transformadas para usos agrarios, industriales o urbanos. 13 de las cuencas europeas han perdido al menos el 90% de su cubierta vegetal original. Se calcula que entre 25 y el 50% de los humedales del mundo han sido desecados para cultivos o para otros usos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Altera la distribución de las precipitaciones entre escorrentía superficial, recarga de acuíferos y evapotranspiración. • Afecta a la cantidad, a la calidad y a la distribución a lo largo del año de los caudales hídricos. • Provoca la sedimentación de los embalses. • Provoca una degradación de los hábitats y pérdida de especies.
<p>Construcción de presas</p> <p>Los ingenieros han construido en los ríos durante el último medio siglo más de 45.000 grandes presas. Comparadas con las 5.000 existentes en 1950, supone un ritmo medio de construcción de dos grandes presas al día. Más de la mitad de los grandes sistemas fluviales del mundo (179 de 292) y más de las tres cuartas partes de los grandes sistemas fluviales de Estados Unidos, Canadá, Europa y la antigua Unión Soviética han sido alterados por presas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmenta los ríos y altera el régimen natural de caudales a lo largo del año. Las presas y embalses interceptan actualmente alrededor del 35% de los caudales que fluyen hacia el mar, comparado con el 5% en 1950. Pueden llegar a retener el 15% de la escorrentía mundial. • Modifican la temperatura del agua y el transporte de nutrientes y de sedimentos. En los embalses han quedado retenidos más de 100.000 millones de toneladas de sedimentos que deberían haber sido depositados en las regiones costeras. • Provocan la degradación de hábitats y la pérdida de especies y son una barrera que impide la migración de los peces.
<p>Construcción de diques y canales</p> <p>Los ingenieros han canalizado ríos y construido diques en miles de kilómetros de cauces fluviales en todo el mundo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconectan los ríos de su llanura de inundación, reduciendo el hábitat de peces y demás organismos acuáticos y reduciendo la recarga de los acuíferos subterráneos. • Incentivan los asentamientos humanos en las vegas inundables, incrementando el riesgo de avenidas catastróficas.

Tabla 3-1. (continuación)

Actividad humana	Impactos
<p>Trasvases a gran escala El caudal de los ríos ha sido desviado para suministrar agua a zonas urbanas y regiones agrícolas. Gran número de ríos, —incluyendo el Colorado, el Indo, el Nilo y el Amarillo— bajan secos o apenas vierten agua al mar durante gran parte del año.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuyen los caudales hasta niveles perjudiciales. • Provocan la degradación de los ecosistemas fluviales, la pérdida de especies y daños a las pesquerías. • Reducen la calidad del agua. • Degradan los ecosistemas costeros y los lagos donde desembocan los ríos.
<p>Extracción de aguas subterráneas Las ciudades, la agricultura y otras actividades han sobreexplotado las aguas subterráneas en zonas agrícolas claves de Asia, Norte de África, Oriente Medio y Estados Unidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca el descenso del nivel de la capa freática. • Puede reducir o secar los manantiales y el flujo de base de los ríos. • Puede agotar los acuíferos subterráneos.
<p>Contaminación incontrolada de las tierras, el aire y las aguas: Durante las últimas décadas ha aumentado la contaminación por fertilizantes y pesticidas, por vertidos de productos químicos de síntesis y metales pesados procedentes de la industria y por las emisiones de compuestos de las centrales eléctricas que dan lugar a la formación de ácidos. El volumen de fertilizantes nitrogenados en la agricultura se ha multiplicado por 8 desde 1960.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye la calidad y salubridad del agua potable. • Provoca la destrucción de hábitats y pérdida de especies. • Origina problemas de eutrofización y el aumento de «zonas muertas» por falta de oxígeno. • Altera la cantidad de compuestos químicos presente en los ríos y lagos, destruyendo hábitats, dañando a los peces y demás vida salvaje e incrementando los riesgos para la salud humana.

Tabla 3-1. (continuación)

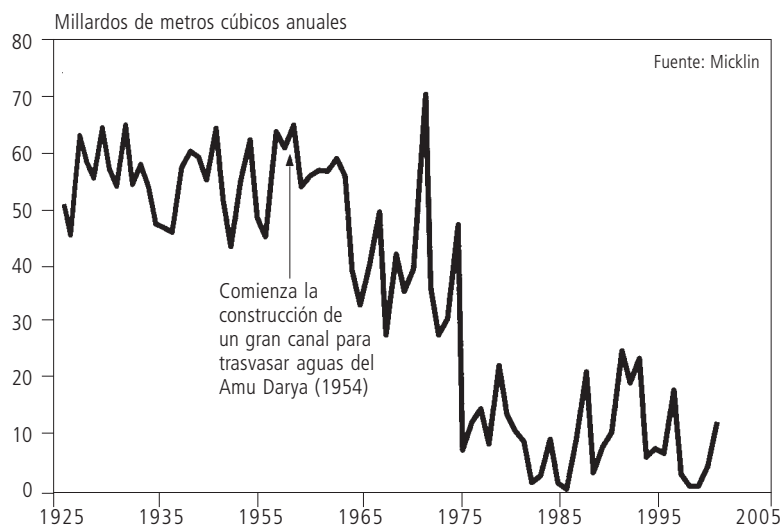
Actividad humana	Impactos
<p>Emisiones de contaminantes atmosféricos que alteran el clima</p> <p>La utilización de combustibles fósiles liberó más de 7.000 millones de carbono en 2004, unas tres veces el volumen liberado en 1960. La concentración media de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado un 35% sobre los niveles de la época preindustrial. Desde 1990 se han registrado los 10 años más calientes desde 1880.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alterará el ciclo hidrológico global, provocando cambios en las precipitaciones y la escorrentía que va a parar a los ríos. • Fundirá los glaciares y hará que disminuya el manto de nieve, reduciendo el suministro de agua disponible. • Alterará el hábitat de peces y demás vida salvaje. • Es probable que aumente el número y la intensidad de inundaciones y sequías.
<p>Introducción de especies exóticas</p> <p>La dispersión de especies foráneas que pueden colonizar los ecosistemas y alterar su dinámica ha aumentado rápidamente debido al incremento del movimiento de personas y de mercancías por todo el mundo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Afecta a las cadenas alimentarias, a los ciclos de nutrientes y a la calidad del agua. • Contribuye a la pérdida de especies. Al menos el 20% de las 10.000 especies de peces de agua dulce de todo el mundo han desaparecido o están amenazadas de extinción. • Puede ocasionar la pérdida de valores comerciales y recreativos.
<p>Crecimiento del consumo y de la población</p> <p>La población del mundo se ha multiplicado por más de dos desde 1950, alcanzando casi los 6.400 millones en 2004. Durante este período el consumo mundial de agua se ha triplicado y el consumo de carbón, de petróleo y de gas natural se ha multiplicado casi por cinco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agrava los riesgos prácticamente para todas las funciones beneficiosas de los ecosistemas debido a las nuevas presas y trasvases, a los cambios en el uso del suelo, al aumento de la contaminación de las aguas y del aire y al incremento del potencial de provocar cambio climático.

Fuente: Ver nota nº 4 al final.

deterioro de estos ecosistemas se manifiesta de muchas maneras: extinción de especies, disminución drástica de las poblaciones de peces, descenso del nivel freático, alteración del caudal de los ríos, reducción de la superficie de los lagos, regresión de los humedales, deterioro de la calidad de las aguas y «zonas muertas» debido a la contaminación. Prácticamente todos estos indicadores están empeorando, afectando en su conjunto a extensas regiones del planeta.⁴

En muchos ríos principales el gran número de presas y de captaciones hace que sus aguas no lleguen ya al mar durante gran parte del año. Hasta 1960, el Amu Darya y el Syr Darya vertían una media de 55.000 millones de metros cúbicos de agua dulce al mar de Aral, volumen suficiente para compensar las pérdidas por evaporación de este mar interior. Pero los grandes trasvases de agua de estos ríos para regar nuevos cultivos de algodón han hecho que el caudal que ahora desemboca en el Aral sea apenas una décima parte de la media histórica, provocando una disminución constante de su superficie (véase el gráfico 3-1). En 2005, los ingenieros han comenzado la construcción de un dique que atravesará el mar, separando las aguas del norte de las del sur, más extensas, en un intento de capturar suficiente caudal del Syr Darya para evitar la desaparición del Pequeño Aral.⁵

Gráfico 3-1. Caudal de los ríos que vierten al mar de Aral, 1926-2003



En muchos países en desarrollo, millones de pobres dependen muy directamente de las llanuras de inundación, de las pesquerías de los deltas y de otras riquezas naturales asociadas a unos ríos en buen estado. Proyectos que destruyan estos recursos proporcionados por los ecosistemas pueden agravar los problemas de salud y de subsistencia de mucha gente, cuya economía actualmente les permite sobrevivir. En Pakistán, por ejemplo, el volumen de agua que llega al delta del Indo ha disminuido un 90% en los últimos sesenta años. Las sequías recientes han agudizado el déficit hídrico, privando de agua dulce al delta y a la población. El escaso caudal vertido al mar de Arabia no puede contener ya la intrusión de las aguas marinas, que han inundado unas 486.000 hectáreas de tierras cultivables en el delta.⁶

La falta de caudal de los ríos está afectando también a los manglares costeros del delta del Indo, que prosperan en la franja donde el agua dulce se mezcla con las aguas del mar. La superficie de los manglares ha disminuido en la actualidad más de un 40%, de 344.000 hectáreas a unas 200.000. Los manglares constituyen un hábitat vital para la reproducción de peces y de langostinos, que representan unos ingresos próximos a los 20 millones de dólares para la población costera, actuando asimismo como barrera protectora frente a temporales y tormentas. Pero algunas de las especies más apreciadas del delta han desaparecido prácticamente, y las perspectivas de una forma de sustentable se desvanecen cada vez más. Cientos de familias han emigrado ya de la región del delta.⁷

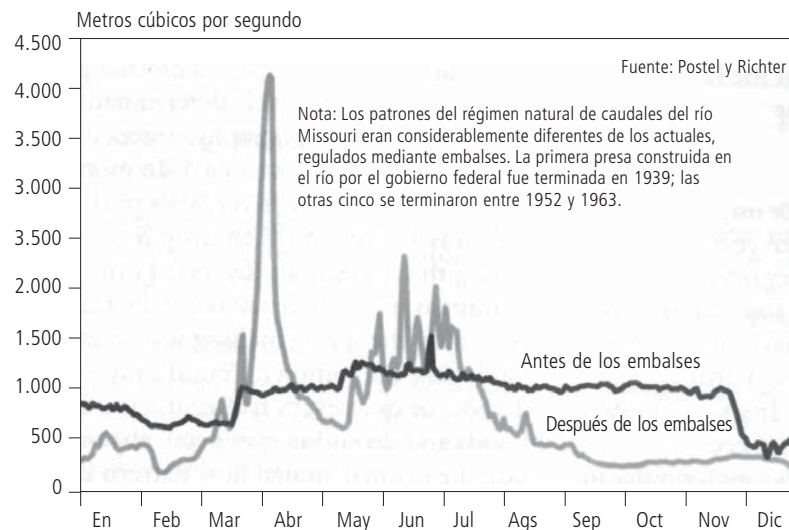
La historia se repite con pequeñas variaciones en muchas otras cuencas fluviales del mundo entero. Los proyectos de presas y de trasvases previstos en China, en la India, en Turquía, en Brasil y en otras regiones —en algún caso la mayor obra humana realizada hasta la fecha— prácticamente garantizan toda una serie de nuevos desastres ambientales. En muchos de estos ríos, la pérdida de pesquerías, de biodiversidad y de otros valores ecológicos excederá con mucho las destrucciones provocadas en el pasado.

Los científicos han determinado en los últimos años que alterar la corriente de un río puede ser tan perjudicial ecológicamente como reducir su caudal. Los ríos tienen un régimen característico, que varía a lo largo del año en función del clima, la geología, la topografía, la vegetación y otras características de la cuenca. Por ejemplo, en climas monzónicos el caudal es máximo en la época de lluvias, disminuyendo a niveles mínimos durante la estación seca. El caudal de los ríos alimentados principalmente por el manto de nieve de las montañas será máximo durante el deshielo primaveral, reduciéndose a mínimos du-

rante el verano. Periódicamente —cada década o cada medio siglo—, pueden producirse inundaciones o sequías extremas que no se ajustan al patrón normal de variación del río, pero que forman parte sin embargo de su régimen natural de caudales y son fundamentales para su buen estado ecológico.⁸

Las presas construidas para interceptar, almacenar y liberar la corriente fluvial cuando mejor conviene a la actividad humana han alterado profundamente el ritmo natural de estas oscilaciones. Los ingenieros suministran agua a las centrales hidroeléctricas cuando aumentan las necesidades energéticas de una ciudad, a los canales de regadío cuando los agricultores demandan agua para riego y a los canales fluviales cuando se requiere transportar mercancías de un puerto a otro. En la actualidad, las variaciones de caudal del Missouri, el río más largo de Estados Unidos, no se parecen ni remotamente a las que tenía antes de ser embalsado y canalizado (véase el gráfico 3-2). Desaparecieron las grandes inundaciones provocadas por el desnieve a principios de la primavera, las inundaciones menores de finales de la primavera y el estiaje del verano, sacrificados con el objetivo de mantener un caudal suficiente para la navegación de grandes barcazas.⁹

Gráfico 3-2. Caudal del río Missouri antes y después de la construcción de embalses de regulación



Estos cambios han alterado el hábitat al que se habían adaptado multitud de formas de vida en el Missouri. Los peces y otros seres vivos ya no pueden llegar a las llanuras de inundación del río. Las barras de arena y aguas someras que eran un hábitat crucial para los peces, las aves y la vegetación ribereña han desaparecido. No se producen ya las variaciones de caudal que constituían una señal crucial en el ciclo vital de algunas especies —la señal para desovar, por ejemplo. Como consecuencia, numerosas especies del ecosistema del Missouri se encuentran actualmente amenazadas. Un total de 16 especies de peces, 14 aves, 7 plantas, 6 insectos, 4 reptiles, 3 mamíferos y 2 tipos de mejillones han sido incluidas en las listas de especies en peligro, amenazadas o escasas por la administración federal y estatal.¹⁰

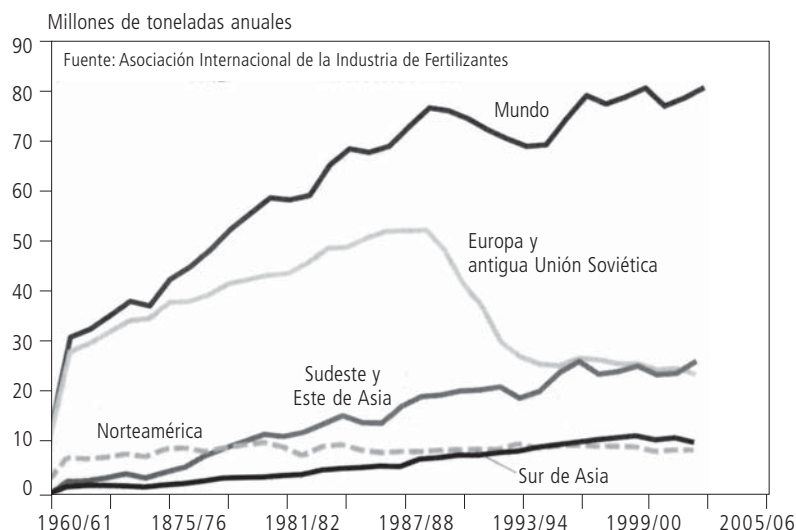
Las repercusiones de la actividad humana en el ciclo del agua son evidentes no sólo en los ríos, los lagos y las aguas subterráneas, sino también en las zonas costeras. Los ríos alimentan las aguas costeras, transportando nutrientes de toda la cuenca hasta el mar, contribuyendo a mantener así unas pesquerías muy productivas en bahías y estuarios. Recientemente, sin embargo, muchos ríos han empezado a verter un exceso de nutrientes —nitrógeno y fósforo principalmente— a estas zonas costeras. El origen de esta abundancia de nutrientes varía, pero entre sus principales fuentes figuran las aguas residuales de zonas urbanas muy pobladas, los fertilizantes procedentes de la agricultura intensiva, los residuos de explotaciones ganaderas industriales y los contaminantes vertidos a la atmósfera por la industria y los automóviles y que se depositan posteriormente. Más de la mitad de las bahías y de los estuarios de Estados Unidos están actualmente degradados por un exceso de nutrientes.¹¹

Esta elevada concentración de nutrientes puede favorecer un aumento de las algas, un proceso denominado eutrofización que a su vez priva de oxígeno al agua, al descomponer las bacterias el exceso de materia orgánica. Este estado de hipoxia (déficit de oxígeno) provoca las llamadas «aguas muertas», cuyo número se eleva actualmente a 146 en todo el mundo. Existen enormes zonas afectadas, de más de 20.000 kilómetros cuadrados, en el golfo de México, en el mar Oriental de China y en el Báltico.¹²

Si no se toman serias medidas para controlar el vertido de nutrientes a las aguas costeras, es inevitable que incremente el número y la extensión de las aguas muertas. Pero el consumo de fertilizantes nitrogenados en el mundo se ha multiplicado por 8 desde 1960 y sigue en aumento (véase el gráfico 3-3).¹³

Por si esta letanía de impactos humanos sobre los ecosistemas acuáticos no fuera suficiente, hay que tener en cuenta los posibles efectos

Gráfico 3-3. Consumo de fertilizantes nitrogenados, regiones seleccionadas y mundo, 1960-2003



del cambio climático. Los científicos advierten que los cambios de clima provocados por la acumulación en la atmósfera de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero alterarán profundamente el ciclo hidrológico. Aunque es posible que en algunas zonas el caudal de los ríos aumente, se prevé su descenso en muchas regiones que ya se enfrentan actualmente a problemas de escasez de agua, incluyendo el Mediterráneo, Asia central, Arabia, el sudoeste de Norteamérica, el sur de África y parte de Australia.¹⁴

El cambio climático también alterará una función de la naturaleza vital para cientos de grandes ciudades del planeta y para millones de hectáreas de regadío: el almacenamiento de agua. Los glaciares y los neveros de las montañas son enormes reservas naturales que alimentan muchos de los grandes ríos del mundo, incluyendo los que nacen en los Alpes, los Andes, las Cascadas, el Himalaya, las Montañas Rocosas y Sierra Nevada. En muchas regiones montañosas los glaciares están retrocediendo muy rápidamente. La aceleración del deshielo producirá un aumento de los caudales hídricos durante cierto tiempo —con el consiguiente alivio temporal de necesidades locales. Pero si los glaciares desaparecen, también desaparecerá su aportación a estos caudales. «Es-

tamos utilizando unas reservas que se están reduciendo. Tendríamos que preguntarnos qué ocurrirá dentro de cincuenta años. Y cincuenta años, ya se sabe, es mañana», resumía Robert Gallaire, hidrólogo francés que estudia los glaciares de Bolivia.

Cuencas en buen estado para disponer de agua potable segura

El 70% del abastecimiento de agua potable de la capital de Colombia, Bogotá, con una población de unos 7 millones de personas, procede del Páramo, un humedal único situado a gran altitud. La vegetación del Páramo es como una esponja que absorbe las precipitaciones y el desnieve, liberando agua limpia durante todo el año a un ritmo bastante regular de 28 metros cúbicos por segundo. La función natural de filtrado del humedal mantiene la turbidez (un indicador de si el agua está turbia) y los contaminantes en niveles bajos. La necesidad de equipamiento de almacenamiento es mínima, dada la fiabilidad del caudal, y al ser el agua tan limpia tampoco hacen falta costosos tratamientos. El agua suministrada desde el Páramo a las instalaciones de abastecimiento sólo requiere normalmente algo de cloro para desinfección.¹⁶

Esta cuenca vital está situada en el Parque Nacional de Chingaza, y la empresa pública de suministro de Bogotá, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), invierte considerables esfuerzos en su protección. En toda la cordillera andina colombiana, la superficie del Páramo está disminuyendo rápidamente debido al crecimiento de la población y de la agricultura, amenazando el suministro y la pureza del agua.

A pesar del rápido aumento de población y de la agitación social en la capital de Colombia, entre 1993 y 2001 la EAAB consiguió reducir un 75% el número de hogares que carecían de suministro de agua potable segura y a la mitad el número de viviendas sin saneamiento, alcanzando en ocho años los objetivos internacionales de abastecimiento de agua y de saneamiento. Hoy el 95% de los hogares de Bogotá tienen agua potable y el 87% cuentan con servicios de alcantarillado. Más impresionante aún, mediante un programa de conservación de agua la EAAB ha logrado reducir de manera espectacular el volumen utilizado en los hogares, retrasando veinte años la necesidad de nuevas instalaciones de abastecimiento de agua. Aunque los graves problemas de Bogotá sigan constituyendo todo un reto, la ciudad está logrando un abastecimiento de agua seguro, sobre las firmes bases de protección de la cuenca, acceso equitativo y utilización eficiente —un trío ideal que

ofrece esperanzas de satisfacción de las necesidades humanas de agua potable segura y asequible, protegiendo al mismo tiempo los ecosistemas de agua dulce.¹⁷

Al igual que Bogotá, una serie de ciudades y de gobiernos están demostrando en todo el mundo los beneficios de una realidad que habitualmente se subestima: las cuencas hídricas en buen estado son fábricas de agua de la naturaleza y compensa protegerlas. Los bosques y los humedales pueden producir agua de calidad en abundancia y a un coste inferior que las instalaciones convencionales de tratamiento, proporcionando al mismo tiempo muchos otros beneficios valiosos, desde espacios de ocio y recreo hasta conservación de la biodiversidad y protección del clima.

Varias ciudades importantes de Estados Unidos han evitado la construcción de plantas de tratamiento muy caras invirtiendo en la protección de sus cuencas para mantener la pureza del suministro de agua para consumo humano. La Ley de Agua Potable Segura de Estados Unidos obliga a construir instalaciones para filtrar el agua en las ciudades cuyo suministro dependa de ríos, lagos u otras aguas superficiales, de no ser que demuestren que están protegiendo sus cuencas para cumplir con las normas federales de calidad del agua. Boston, la ciudad de Nueva York, Seattle y otras ciudades han optado por la protección de sus cuencas y están ahorrando a sus habitantes cientos de millones de dólares en inversiones en infraestructuras (véase la tabla 3-2).¹⁸

El reconocimiento de los múltiples beneficios que proporcionan las cuencas hídricas supone un aliciente para aumentar las inversiones en su protección. Existe una considerable coincidencia, por ejemplo, entre los territorios protegidos por su biodiversidad y sus valores naturales (como los parques nacionales y las reservas naturales) y aquellos que suministran agua potable a las ciudades. La república de Honduras protegió el espacio de La Tigra con el rango de Parque Nacional en parte porque su bosque nuboso contribuía a generar un 40% del abastecimiento de agua a la capital con un coste del 5% menor que la mejor alternativa propuesta. Un estudio del Banco Mundial y de la Alianza para la Conservación y el Uso Sostenible de los Bosques del WWF, publicado en 2003, revelaba que una parte importante del suministro de agua de 33 de las 105 ciudades más pobladas de África, de Norteamérica y Sudamérica, de Asia y de Europa proviene de espacios protegidos legalmente.¹⁹

Sin embargo, muchas de las tierras protegidas oficialmente pueden seguir siendo utilizadas por sus habitantes para el cultivo, el pastoreo, la recogida de leña y otras actividades que pueden poner en peligro la

Tabla 3-2. Selección de ciudades de EE UU que han evitado la construcción de plantas de filtrado mediante programas de protección de cuencas

Área metropolitana	Población	Costes ahorrados mediante la protección de cuencas
Ciudad de Nueva York	9 millones	Los 1.500 millones de dólares invertidos en la protección de cuencas a lo largo de 10 años evitarán un desembolso de 6.000 millones de dólares y un gasto anual de 300 millones de dólares en costes de funcionamiento.
Boston, Massachusetts	2,3 millones	Ahorro de 180 millones de dólares (brutos) en gastos.
Seattle, Washington	1,3 millones	Ahorro de 150-200 millones de dólares (brutos) en gastos.
Portland, Oregón	825.000	920.000 dólares de inversión anual en la protección de cuencas están evitando un desembolso de capital de 200 millones de dólares.
Portland, Maine	160.000	Los 729.000 dólares anuales invertidos en la protección de cuencas han evitado un desembolso de 25 millones de dólares y 725.000 dólares en gastos de funcionamiento.
Syracusa, Nueva York	150.000	El plan de protección de cuencas de 10 millones de dólares supone un ahorro de 64-76 millones de dólares en desembolsos de capital.
Auburn, Maine	23.000	La inversión de 570.000 dólares en la compra de terrenos de la cuenca hídrica está evitando un desembolso de 30 millones de dólares y un coste anual de 750.000 dólares en gastos de funcionamiento.

Fuente: Ver nota nº 18 al final.

capacidad del territorio para proporcionar agua de calidad. En estos casos, la colaboración entre quienes utilizan la cuenca alta y quienes se benefician de sus aguas puede asegurar un grado de protección necesario, contribuyendo al mismo tiempo a mantener la forma de subsistencia de los habitantes de la cuenca. En Quito, Ecuador, se ha establecido, por ejemplo, un fondo de compensación de cuenca para sufragar las mejoras en el uso del territorio de dos reservas ecológicas que suministran el 80% del agua potable a la ciudad. El fondo se financia con los pagos de quienes se benefician de disponer de un suministro asegura-

do de agua limpia —incluyendo una agencia municipal de abastecimiento de aguas, una central hidroeléctrica y una fábrica de cerveza privada— y mediante donaciones de grupos extranjeros. La agencia municipal de aguas de Quito colabora con la Nature Conservancy, una de las organizaciones que respalda el fondo, para identificar en la cuenca proyectos con alto valor para la conservación de la biodiversidad y del suministro de agua.²⁰

Sudáfrica lleva una década intentando invertir los impactos negativos provocados por la expansión de eucaliptos, pinos, acacia negra y otras especies foráneas, grandes consumidoras de agua, sobre la biodiversidad y los recursos hídricos de las cuencas del *fynbos*, monte bajo autóctono del Cabo Occidental. Las cuencas del *fynbos* forman parte del reino florístico del Cabo, uno de los seis reinos vegetales del mundo, y albergan la mayor diversidad de plantas endémicas del planeta. La vegetación arbustiva del *fynbos* está adaptada a la sequía y prospera con una cantidad relativamente pequeña de agua. La invasión de especies exóticas *sedientas* ha supuesto un acusado aumento de transpiración en las cuencas, secando los cursos locales de agua. Las especies invasoras foráneas no sólo amenazaban la asombrosa diversidad de plantas de la región, sino que han puesto en peligro los ecosistemas de agua dulce y la sostenibilidad del abastecimiento de agua.

Para comprender mejor estos impactos, algunos investigadores de Sudáfrica han evaluado la capacidad de captación y de suministro de agua de las cuencas en las que se conserva el *fynbos* en buen estado, comparándola con las zonas invadidas por especies arbóreas exóticas. Sus estudios han revelado que la recuperación de la vegetación originaria de las cuencas, eliminando las especies invasoras, incrementaría los recursos hídricos aproximadamente en un 30%. Estimaron además que el coste del agua en una cuenca restaurada era un 14% inferior al de un volumen similar de suministro en una cuenca degradada —un argumento económico de peso a favor de la eliminación de las plantaciones exóticas.²¹

El gobierno sudafricano puso en marcha en 1995 un programa novedoso denominado «Trabajando por el Agua» con este objetivo. El programa ha formado y proporcionado empleo a más de 20.000 personas, eliminando la vegetación exótica de más de un millón de hectáreas de la campiña sudafricana. Además de restituir a sus cauces el agua y de incrementar el suministro disponible, está creando empleo en los sectores más pobres de la sociedad, conservando las especies vegetales y contribuyendo a mantener una industria turística y de flores que depende en gran medida de la diversidad única de esta región. La vegeta-

ción invasora continúa, sin embargo, extendiéndose a un ritmo que supera el de los trabajos de eliminación, poniendo en evidencia a pesar de los logros la importancia de prevenir la implantación de especies invasoras agresivas.²²

Satisfacer las necesidades de agua, conservando al mismo tiempo las cuencas y los muchos beneficios que éstas proporcionan, requiere también mayores esfuerzos para conservar los suministros urbanos y utilizarlos de manera más eficiente. Las ciudades de todo el mundo pierden habitualmente entre el 20 y el 50% del abastecimiento de agua debido a fugas en las redes de distribución y otros factores. Reduciendo las pérdidas y fomentando la conservación, las ciudades podrían aumentar el volumen de agua de ríos y lagos, construir menos presas y de menor tamaño, restringir el bombeo de aguas subterráneas y reducir la cantidad de energía y de productos químicos necesaria para el tratamiento y la distribución del suministro. Sin embargo, las ciudades suelen adoptar medidas de conservación únicamente en caso de sequía, en lugar de considerar estos beneficios como un elemento fundamental de la planificación hidrológica.²³

El área metropolitana de Boston, en Massachussets, es una de las escasas y admirables excepciones a esta regla. A mediados de los años ochenta, al superar la demanda la capacidad de suministro seguro del sistema de abastecimiento, las autoridades empezaron a estudiar un proyecto de trasvase del río Connecticut. Pero respondiendo a las protestas ciudadanas por los impactos ambientales del proyecto, la administración puso en marcha en 1987 un ambicioso programa de conservación, que incluía la detección y reparación de fugas en las tuberías del sistema de abastecimiento, la instalación de cañerías más eficientes en 370.000 viviendas, auditorías industriales, mejoras en los contadores y un programa de educación ciudadana. El resultado fue un descenso del consumo de agua del 31% sobre el pico de demanda de finales de los ochenta, alcanzando el consumo en 2004 su cota más baja de los últimos cincuenta años (véase el gráfico 3-4). El éxito de este programa ha supuesto el aplazamiento indefinido del proyecto de trasvase del río, ahorrando a los clientes de la Agencia de Recursos Hídricos de Massachussets más de 500 millones de dólares sólo en desembolsos de capital.²⁴

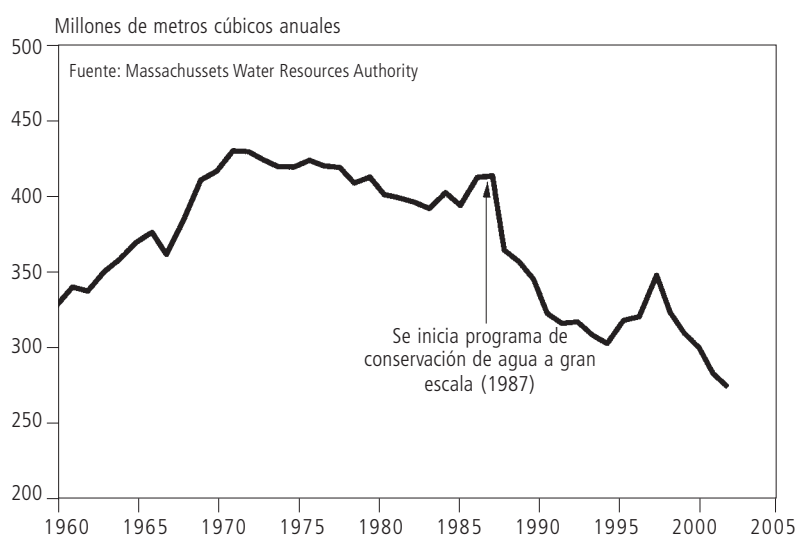
Estos ejemplos demuestran que el reto de suministrar agua de beber salubre y asequible puede ir acompañado de una mayor protección de las funciones de los ecosistemas. Conseguirlo cobra una especial importancia en los países en desarrollo, que se enfrentan al doble desafío de reducir la pobreza rural y de satisfacer las necesidades de agua

de unas ciudades e industrias en expansión, a menudo en condiciones de estrés hídrico extremo.

El Banco Mundial podría contribuir a estos objetivos incorporando a los proyectos de abastecimiento urbano requisitos de conservación y de gestión de las cuencas hídricas, así como estableciendo compensaciones para la conservación de las cuencas y de sus funciones en muchos de sus proyectos de desarrollo rural. Una revisión interna de los proyectos financiados por este Banco entre 1990-2000 reveló, por ejemplo, que un 90% de los 42 proyectos evaluados se centraban en la mejora de la producción agrícola y del rendimiento de cultivos, olvidando los beneficios derivados de la mejora de los usos del territorio y del estado de conservación de las cuencas. Una ampliación de este enfoque supondría también una mayor disponibilidad de fondos para proyectos de conservación de las cuencas hídricas. Las actuales subvenciones a proyectos agrícolas a corto plazo podrían transformarse en pagos compensatorios a los agricultores a plazo más largo, aportados por quienes se benefician del valioso servicio de protección de la calidad de las aguas en las cuencas bajas.²⁵

Dado que el mercado no valora la mayoría de los servicios proporcionados por los ecosistemas, los gobiernos y las instituciones públicas

Gráfico 3-4. Consumo de agua en el área metropolitana de Boston, 1960-2004



tienen un importante papel que desempeñar, otorgándoles valor y beneficiándose de ellos. Las ciudades que han logrado proteger con éxito la función depuradora de las aguas desempeñada por las cuencas, evitando con ello costosos tratamientos, están ahorrando millones de dólares a sus habitantes. Los gobiernos deberían propiciar un aumento de estos beneficios mediante normativas que obliguen a los proveedores de agua, tanto públicos como privados, a aplicar programas eficaces de protección de cuencas —incluyendo medidas de protección que impidan la roturación de tierras de importancia para la cuenca y el desarrollo en zonas vitales para la recarga de acuíferos, así como la obligación de reflejar en los precios del agua el coste de la protección de cuencas.

Ni las cuencas en buen estado ni las plantas de tratamiento más modernas pueden eliminar del agua todas las sustancias potencialmente peligrosas, razón de más para evitar su vertido. Muchos productos químicos utilizados en artículos de uso cotidiano —incluyendo protectores solares, plásticos y cosméticos— así como medicamentos y los pesticidas empleados en jardinería, terminan en el agua de suministro. Los innumerables indicios del efecto nocivo de la exposición a los pesticidas y a otros productos químicos de síntesis sobre la salud de las personas y la vida silvestre, divulgados ampliamente en 1962 por Rachel Carson en *Primavera silenciosa*, y nuevamente en 1996 en el revelador libro *Nuestro futuro robado*, han hecho saltar las alarmas pero no han detenido la inundación de productos químicos vertidos en el medio. En todo el mundo se comercializan 100.000 productos químicos de síntesis y todos los años salen al mercado otros 1.000, la mayoría sin que se hayan sometido a pruebas adecuadas ni se hayan estudiado sus secuelas tóxicas y cancerígenas, ni sus efectos como disruptores hormonales y en la reproducción de las personas y de la vida silvestre.²⁶

Seguridad alimentaria y conservación de ecosistemas

Satisfacer la demanda de alimento de una población humana en crecimiento, conservando al mismo tiempo los ecosistemas terrestres y los de agua dulce, supone enormes retos. En la actualidad, hasta un 10% de la producción global de alimentos depende de la sobreexplotación de las aguas subterráneas. En la India, donde se han secado millones de pozos, esta cifra se aproxima al 25%. Estos déficit hídricos son una burbuja en la economía alimentaria que no puede menos que estallar, y obligan a preguntarse de dónde vendrá el suministro adicional de agua necesario para la producción futura de alimentos. Para alimentar a los

1.700 millones de habitantes adicionales que está previsto se añadan a la población mundial para 2030, manteniendo el consumo medio de agua de la dieta actual (el agua de lluvia y de riego consumida para producir la dieta media) se necesitarían 2.040 kilómetros cúbicos de agua anuales —el equivalente al caudal anual de 24 ríos como el Nilo.²⁷

Cualquier esperanza de satisfacer las necesidades futuras de alimentos sin ocasionar graves daños a los ecosistemas de agua dulce pasa por duplicar aproximadamente la productividad del agua en la agricultura, es decir, obtener el doble de alimentos por cada litro de agua extraído o tomado de los ecosistemas naturales para la producción de cultivos. Existen tres campos de actuación en los cuales las posibilidades de conseguir este incremento son más prometedoras. El primero es mejorar la eficiencia del almacenamiento, el suministro y la aplicación del agua de riego. El segundo es incrementar las cosechas de los actuales cultivos de secano. Y el tercero es reducir el consumo de carne que forma parte de nuestra dieta.²⁸

Durante los últimos 5.000 años, el riego ha sido una piedra angular de la seguridad alimentaria, y continúa siéndolo en la actualidad. Sin embargo, la agricultura representa la parte más importante del volumen de agua extraído de los ríos y acuíferos —cerca del 70% a nivel mundial y hasta un 90% en muchos países en desarrollo—, generando una intensa competencia por el agua entre regadíos, ciudades en expansión y ecosistemas exhaustos.²⁹

Afortunadamente, existe un gran potencial de mejora de la eficiencia de los regadíos. Cerca de la mitad del agua retenida por las presas y almacenada en los embalses, conducida por canales y acequias y empleada en los campos nunca es aprovechada por los cultivos. Parte se pierde por evaporación (por ejemplo, el 12% de las aguas del Nilo se evaporan en el embalse de Assuan, en Egipto), parte se infiltra en canales y acequias, recargando los acuíferos subterráneos, y parte se pierde por escorrentía en los campos y va a parar a un cauce próximo, pudiendo ser aprovechada por otro agricultor aguas abajo. Pero independientemente del curso seguido por el agua, estas pérdidas suponen nuevas y mayores presas y captaciones, y más problemas de salinización de tierras, de contaminación de ríos y de las aguas subterráneas por productos químicos agrícolas y mayores daños en general a los ecosistemas acuáticos.³⁰

Para utilizar el agua de riego de forma más eficaz existe todo un abanico de opciones, como revestir los canales de suministro, programar los riegos para adecuarlos a las necesidades hídricas del cultivo, aplicar el riego de forma localizada, más directamente en la zona

radicular del cultivo, y recuperar y reutilizar el agua de escorrentía de los campos. El riego por goteo y otros métodos de microrriego, por ejemplo, proporcionan la cantidad precisa de agua directamente a las raíces de las plantas, pudiendo reducir así el volumen de agua de riego entre un 30 y un 70% con un aumento del rendimiento del cultivo de entre el 20 y 90% —lo que supone doblar o triplicar la productividad del agua en comparación con métodos convencionales. El microrriego se utiliza en unos 3,2 millones de hectáreas en todo el mundo, una superficie ligeramente superior al 1% de los regadíos. La reciente aparición de sistemas baratos de goteo pensados para campesinos pobres promete no sólo incrementar los rendimientos en zonas con escasez de agua, sino también sacar de la pobreza a muchas familias rurales sin recursos (véase el cuadro 3-2).³¹

Conciliar la producción de alimentos con la protección de los ecosistemas de agua dulce requiere dedicar especial atención al arroz, alimento básico de casi la mitad de la humanidad. Más del 90% del arroz del mundo se produce en Asia, donde muchos de los ríos y de los acuíferos ya están sobreexplotados. En un cultivo típico de arroz las plantas crecen en parcelas encharcadas, cubiertas por una lámina de agua de unos 5-10 centímetros, lo que requiere gran cantidad de agua.

Numerosos estudios han demostrado, sin embargo, que el encharcamiento de los campos durante toda la temporada de cultivo no es fundamental para obtener rendimientos elevados. Se puede aplicar una lámina de agua más somera o incluso espaciar los riegos, dejando secar los campos a intervalos, reduciendo así las necesidades de agua entre un 10 y un 70%, dependiendo de las condiciones locales. Investigadores de la Universidad de Cornell y la Asociación Tefy Saina están desarrollando un Sistema de Intensificación del Cultivo de Arroz (SRI, del inglés System of Rice Intensification), que incrementa la productividad del arroz en regadío mediante mejoras del manejo de las plantas, de los suelos, del agua y de los nutrientes. Con el SRI se han conseguido ahorros de agua del 50% e incrementos de rendimiento entre el 50 y el 100%. En algunas zonas de Madagascar, con algunos de los suelos más pobres del mundo, este sistema ha multiplicado por cuatro los rendimientos de arroz, de una media de dos a ocho toneladas por hectárea, ahorrando simultáneamente agua.³²

El segundo elemento del reto para alcanzar la seguridad alimentaria —elevar la productividad del agua en los cultivos de secano— es crucial para aliviar la pobreza y el hambre que mina la salud y la vitalidad de 852 millones de personas y que mata a más de cinco millones de niños todos los años. Muchas de las personas hambrientas viven en pe-

Cuadro 3-2. La India y el riego por goteo de bajo coste

La revolución Verde, que llevó fertilizantes, riego y semillas de alto rendimiento a millones de campesinos del mundo en desarrollo, ayudó a que la India se convirtiese en un país autosuficiente en términos de producción de alimentos, pero no consiguió garantizar la seguridad alimentaria de todos sus habitantes: unos 221 millones de hindúes —uno de cada cinco— aún padecen desnutrición. No tienen recursos para producir los alimentos que necesitan, ni suficientes ingresos para comprarlos.

Los sistemas de riego por goteo sencillos y poco costosos pueden ayudar a muchos campesinos hindúes a salir del círculo vicioso de la pobreza. El agua es traída por gravedad mediante mangueras baratas desde un depósito o un cauce cercano hasta huertos de verduras o pequeñas parcelas con otros cultivos valiosos, cuya venta puede reportar a las familias cuantiosos beneficios incluso en el primer año de riego. Este tipo de sistema ha sido desarrollado e introducido en la India por International Development Enterprises (IDE), con sede en Colorado, y está teniendo gran aceptación entre los campesinos en estados con escasez hídrica como Gujarat y Majarashtra. En 2004 los campesinos hindúes compraron equipamiento de riego por goteo suficiente para la puesta en regadío de 8.000 hectáreas, según Paul Polak, presidente de IDE. Se prevé que dentro de diez años se regarán en la India mediante riego por goteo de bajo coste varios millones de hectáreas, una superficie mayor al total mundial de tierras que actualmente tienen riego por goteo de todo tipo.

Fuente: véase nota nº 31 al final.

queñas explotaciones en el África subsahariana y en el sudeste asiático. La falta de lluvias regulares y de agua de riego es para estas gentes una grave limitación para la obtención de cosechas.³³

La solución más adecuada para mejorar la productividad del agua dependerá de las condiciones locales de suelo, clima, cultura y otros factores, de manera que las comunidades agrícolas requerirán con frecuencia información y asistencia técnica para adaptar las medidas a su situación. Las medidas pueden incluir la siembra temprana, la combinación de cultivos para conseguir mayor cobertura vegetal, la selección de variedades con un sistema radicular profundo, labores de labranza para favorecer la infiltración de agua de lluvia, la protección de los campos con acolchado para retener la humedad y el control de malas hierbas —todas estas medidas pueden mejorar la cosecha obtenida por cada gota de lluvia. Las comunidades agrícolas pueden además *capturar* parte del agua de lluvia que se perdería por escorrentía, almacenándola para

regar los campos en períodos secos. Estas técnicas de «recolección de agua» no sólo aumentan la producción sino que pueden evitar la pérdida de cosechas. La posibilidad de que una sequía arruine sus cosechas impide a los campesinos pobres invertir en variedades mejores, en fertilizantes y otros insumos que mejoran la producción, obligados a no correr riesgos por la necesidad.³⁴

La recolección del agua es una práctica muy antigua que puede adoptar muy diversas formas, pero consiste fundamentalmente en canalizar el agua de lluvia hacia charcas, a acuíferos poco profundos o a otros lugares de almacenamiento para utilizarla posteriormente para el riego. En Burkina Faso, un país pobre del Sahel africano, un trabajo de investigación ha comprobado que la combinación de riegos suplementarios y de una juiciosa aplicación de fertilizantes puede llegar casi a triplicar casi la producción de sorgo —de 0,5 a 1,4 toneladas por hectárea— y más que duplicar la productividad del agua. En estudios similares realizados en Kenia, en un medio con suelos y clima un poco mejores, se comprobó un incremento medio del rendimiento de maíz del 70% —de 1,3 a 2,2 toneladas por hectárea—, aumentando un 43% la productividad del agua. En combinación con métodos baratos de riego por goteo o con otras técnicas de riego que economizan agua, se puede aumentar todavía más la productividad hídrica.³⁵

En muchos lugares del mundo en desarrollo el uso sostenible de los humedales puede mejorar la seguridad alimentaria proporcionando cosechas «en época de hambre». Cuando las precipitaciones son insuficientes, los agricultores aprovechan la humedad almacenada en los suelos de los humedales para cultivar alimentos de secano. Los beneficios de utilizar de forma sostenible humedales intactos pueden superar en algunos casos los proporcionados por proyectos convencionales de embalses y de regadío que, una vez construidos, destruyen frecuentemente estos valiosos ecosistemas.³⁶

Los ingresos y la alimentación de gran parte de la población rural en el nordeste de Nigeria, por ejemplo, dependen de la amplia llanura de inundación situada en la confluencia de los ríos Hadejia y Jama. Utilizan esta zona para el pastoreo, cultivos, recogida de leñas y pesca. Esta vega inundable recarga también los acuíferos regionales, una fuente vital de agua en tiempos de sequía, y es un hábitat fundamental para las aves migratorias.

Para calibrar el impacto de un proyecto de embalse para crear regadíos frente a los beneficios proporcionados por la llanura de inundación, los investigadores Edward Barbier y Julian Thompson calcularon los rendimientos económicos del aprovechamiento directo de la zona

—concretamente para usos agrícolas, recogida de leñas y pesca—, comparándolos con los del proyecto de regadíos. Comprobaron que el valor de los beneficios económicos netos proporcionados actualmente por el aprovechamiento en estado natural de esta vega inundable superaba más de sesenta veces (a treinta y a cincuenta años) el de los previstos en el proyecto de regadío. Determinaron asimismo que el valor económico del agua considerando los aprovechamientos tradicionales de la vega ascendía a 9.600-14.500 dólares por metro cúbico, mientras que sólo alcanzaba los 26-40 dólares por metro cúbico en el proyecto de regadío. La disparidad entre ambas alternativas hubiera sido mayor todavía si Barbier y Thompson hubiesen podido calcular el valor del hábitat natural, la recarga de acuíferos y otros beneficios ecológicos que proporciona la llanura de inundación intacta.³⁷

Por último, nuestros hábitos de alimentación cumplen un papel importante en la tarea de duplicar la productividad del agua. El valor nutritivo de los alimentos —incluyendo energía, proteínas, vitaminas y hierro— y el volumen de agua utilizado en su producción varía enormemente de un producto a otro. Por ejemplo, suministrar 10 gramos de proteínas de vacuno puede requerir un volumen de agua cinco veces mayor que la misma cantidad de proteínas de arroz, y aproximadamente veinte veces mayor si de lo que se trata es de aportar 500 calorías comiendo carne de vacuno en lugar de arroz. Estas disparidades brindan la posibilidad de modificar la dieta para satisfacer la necesidad de alimentos de manera más sostenible. Mientras cerca de 1.000 millones de personas desnutridas necesitan consumir más alimentos para poder llevar una vida más sana y productiva, en el extremo opuesto hay quien puede mejorar su salud y la del planeta cambiando sus hábitos alimentarios, consumiendo menos productos animales cuya producción requiere grandes cantidades de agua.³⁸

Conservando la capacidad de adaptación de los ecosistemas para reducir riesgos

Cuando el huracán Katrina azotó en agosto de 2005 la costa del golfo de México de Estados Unidos, en la zona faltaba una de las importantes funciones que proporcionan los ecosistemas: la disipación de temporales por los humedales costeros y por las barreras de islas. Desde 1930 se han perdido sólo en Louisiana 492.000 hectáreas de humedales costeros, una pieza clave en la infraestructura protectora de la naturaleza que hubiera ayudado a amortiguar los daños del temporal. Algu-

nas marismas han sido desecadas y rellenadas para desarrollo urbanístico, mientras que otras zonas han desaparecido a causa de las obras de ingeniería aguas arriba, que han detenido y desviado el aporte de cienos del río Mississippi, provocando la erosión progresiva del delta por falta de sedimentos.³⁹

Katrina se suma a la serie de sucesos meteorológicos recientes que ponen en evidencia cómo la destrucción de los ecosistemas naturales puede aumentar la gravedad de las catástrofes. En las tormentas tropicales de mayo y de septiembre 2004, cerca de 5.000 haitianos perdieron la vida y decenas de miles su hogar. Aunque se habló de una catástrofe natural, la gravedad de la tragedia fue mucho mayor debido a una actividad netamente humana: la tala de bosques en las zonas altas de Haití. La población pobre, en la miseria y sin alternativas, ha cortado la mayor parte de los árboles para leña y carbón. Como consecuencia, ha perdido la valiosa función que prestaban las cuencas mediante el control de la escorrentía que provoca avenidas y la prevención de enormes deslizamientos de tierra y barro. El impacto de las tormentas que devastaron Haití fue en efecto mucho menor en el vecino Puerto Rico, donde las cuencas de las zonas altas están cubiertas en su mayor parte por frondosos bosques.⁴⁰

Pocos meses más tarde, el 26 de diciembre de 2004, el tsunami que devastó las costas asiáticas cobrándose unas 273.000 vidas nos recordó la importancia de otro valioso servicio proporcionado por los ecosistemas —la protección contra olas y tormentas que proporcionan los manglares y los arrecifes de coral. La maraña de raíces y la densa vegetación de los manglares actúa como amortiguador que absorbe la energía de las olas y de las tormentas. Extensas zonas de estas barreras protectoras, incluyendo la mitad de los manglares costeros de Tailandia, han sido taladas para la construcción de hoteles, el cultivo de camarones y otras iniciativas comerciales.⁴¹

La pérdida de vidas y de propiedades provocada por los desastres naturales ha ido en aumento durante las dos últimas décadas, según datos recopilados por Munich Re, una de las mayores compañías de seguros. Los daños económicos ocasionados por las catástrofes naturales durante los últimos diez años ascienden a 566.800 millones de dólares, superando la suma de las pérdidas totales entre 1950 y 1989. El número de «grandes» catástrofes naturales sufridas durante los años noventa ha sido más de cuatro veces superior a las ocurridas durante los cincuenta.⁴²

Resulta cada vez más difícil distinguir entre una catástrofe natural y las provocadas por el hombre. Tormentas, inundaciones, terremotos y maremotos son acontecimientos naturales, pero en la actualidad la ac-

tividad humana influye decisivamente en sus desastrosas consecuencias. Por propia elección o por necesidad, hoy vive más gente en zonas costeras, en llanuras de inundación o en laderas frágiles de montaña —es decir, en zonas propensas a sufrir mayores daños. Por otra parte, la tala de bosques, el relleno de humedales, la alteración de cauces fluviales por obras de ingeniería y la destrucción de manglares han debilitado la capacidad amortiguadora que proporcionan unos ecosistemas en buen estado. La consecuencia es que cuando un desastre natural azota una región, los riesgos de pérdidas catastróficas son mayores.

Los riesgos para las vidas humanas y para las propiedades de esta combinación de circunstancias que propician el desastre hacen que aumente la importancia de conservar la infraestructura de la naturaleza que está intacta todavía, y de restaurarla donde sea posible. Indonesia está estudiando recuperar sus bosques de manglar, mientras que El Salvador, Guatemala y Venezuela han iniciado programas de protección de las cuencas hídricas a raíz de los devastadores daños producidos por las tormentas a finales de los noventa.⁴³

Durante las dos últimas décadas las grandes inundaciones han provocado también graves daños —y cierto replanteamiento del control de avenidas— en China, Europa y Estados Unidos (véase el cuadro 3-3). Presas, diques y canalizaciones en estas regiones han desconectado muchos ríos de sus llanuras de inundación, sustituyendo por obras de ingeniería las protecciones naturales contra las crecidas. El paso siguiente a la construcción de este tipo de infraestructuras suele ser la desecación de humedales y la ocupación de las llanuras de inundación por viviendas y explotaciones agrícolas, creando las condiciones ideales para graves desastres. Estas protecciones artificiales pueden ser insuficientes en períodos de lluvias torrenciales, provocando el desbordamiento de unos ríos impetuosos que intentan recuperar sus llanuras de inundación. Entre 1998 y 2002 los países europeos sufrieron 100 inundaciones de importancia —algunas, como en el caso del Danubio y del Elba, de extrema gravedad—, con un balance de 700 muertos, medio millón de personas desplazadas y pérdidas económicas calculadas en un total de 25.000 millones de euros.⁴⁴

En el curso del Danubio, cuya cuenca comprende 14 países y unos 80 millones de habitantes, se están llevando a cabo trabajos de restauración de las llanuras de inundación y de las marismas del delta desecadas. Los gobiernos de Bulgaria, Rumanía, Moldavia y Ucrania se han comprometido a crear una red de ecosistemas de llanura de inundación de al menos 600.000 hectáreas en la cuenca baja del Prut y del Danubio así como en su delta. Se calcula que la inversión de 275 mi-

Cuadro 3-3. Invertir en capital natural en la cuenca del Yangtze en China

China está trabajando en la recuperación de la capacidad natural de control de avenidas en la cuenca del río Yangtze, pese a seguir adelante con la presa de las Tres Gargantas, que supondrá una gravísima destrucción de sistemas sociales y ecológicos. En 1998, los habitantes de la cuenca del Yangtze sufrieron una de las inundaciones más catastróficas de la historia moderna de China: más de 15 millones de personas perdieron su vivienda y se calcula que el total de las pérdidas económicas directas ascendió a más de 26.000 millones de dólares. Aunque se considera que las causas directas del desastre fueron las lluvias torrenciales y el deshielo, los científicos señalaron también el papel de la deforestación, que había eliminado un 85% de la cubierta forestal original de la cuenca.

Esta grave inundación no sólo puso en evidencia la insuficiente protección proporcionada por los diques y otras obras de ingeniería. Hizo también que las autoridades chinas comprendiesen que el importante papel del bosque como regulador de los flujos hídricos hace que el valor de los árboles pueda ser mayor si están en pie que talados para madera. Prohibieron la tala de árboles y aceleraron su repoblación, con la esperanza de recuperar parte de la capacidad natural de control de avenidas de la cuenca.

Las investigaciones llevadas a cabo por Zhongwei Guo y sus colegas de la Academia de Ciencias China, demuestran asimismo que los ecosistemas forestales del Condado de Xingshan, en la provincia de Hubei, situada en la cuenca alta del Yangtze, contribuyen a aumentar la producción de la central hidroeléctrica de Gezhouba aguas abajo. El bosque regula los flujos hídricos a lo largo del año —aumentando la corriente del río durante la estación seca y reduciéndola en la época de lluvias—, haciendo que el caudal disponible para generación de energía sea mayor. Los investigadores calculan una producción energética adicional de 40 millones de kilovatios/hora anuales para la central de Gezhouba gracias a este *servicio* proporcionado por el ecosistema, e indican que la central hidroeléctrica de las Tres Gargantas se beneficiará igualmente si existe una buena cobertura forestal aguas arriba.

Fuente: véase nota nº 44 al final.

llones prevista sólo en Rumanía para la restauración de humedales podría recuperarse en seis años, gracias a los recursos y servicios proporcionados por un delta revitalizado. En Estados Unidos se ha estimado que la restauración de 5,3 millones de hectáreas de humedales en la cuenca alta del río Misisipi, con un coste aproximado de 2.000 a 3.000 millones de dólares, hubiera mitigado la crecida de la Gran Inundación de 1993, reduciendo considerablemente los daños, valorados en 16.000-19.000 millones de dólares.⁴⁵

Los proyectos llevados a cabo por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de EE UU, el mayor constructor de presas y diques para control de avenidas, han demostrado también que los humedales y las llanuras de inundación pueden cumplir esta misión a un coste menor que las obras de ingeniería, proporcionando numerosos beneficios adicionales. Por ejemplo, este cuerpo compró hace varias décadas 3.440 hectáreas de marisma en la llanura de inundación del curso alto del río Charles, en el este de Massachussets. Había calculado que esta superficie adicional de humedal permitiría a la vega inundable almacenar 62 millones de metros cúbicos de agua —un volumen equivalente aproximadamente a la capacidad de almacenamiento del proyecto de una presa. La compra de los derechos de explotación del humedal ascendió a 10 millones de dólares, exactamente la décima parte de los 100 millones de dólares de coste previstos en el proyecto de la presa y los diques.⁴⁶

Por las mismas razones que la gente asegura su vivienda y su vida —para evitar pérdidas catastróficas— la sociedad ha de asegurarse contra los desastres, invirtiendo en la protección de cuencas, de las llanuras de inundación y de los humedales. La robustez y la capacidad de adaptación de los mecanismos de mitigación de desastres de la naturaleza cobrarán más importancia aun teniendo en cuenta el cambio climático y sus efectos previsibles sobre el ciclo hidrológico, a medida que aumente la frecuencia y la intensidad de las tormentas tropicales, de las inundaciones de finales del invierno y de las sequías.

Desarrollando una política de aguas para el siglo XXI

En muy pocos ámbitos existe un desfase tan enorme entre las políticas y la realidad como en los temas del agua. Los síntomas de la escasez de agua y de la alteración de los ecosistemas son evidentes y están cada vez más difundidos, pero las políticas siguen fomentando prácticas ineficientes, improductivas y ecológicamente dañinas. Las grandes subvenciones para el agua de riego incentivan el derroche en lugar de la eficacia. La extracción incontrolada de aguas subterráneas provoca el progresivo descenso de la capa freática y el agotamiento de los acuíferos. Las grandes presas y los trasvases interrumpen la corriente de los ríos, provocando nuevas destrucciones de humedales y daños a los ecosistemas, así como perjuicios a la población que vive aguas abajo, sin que los beneficios prometidos se materialicen. Parece casi como si el objetivo de la política de aguas fuera liquidar las existencias hídricas de la Tierra, como haría un comercio por cierre de negocio.

Esta realidad acentúa la necesidad de una profunda revisión de las políticas de aguas y de un nuevo marco para la toma de decisiones. Dado que todas las actuaciones que alteran los ecosistemas entrañan una pérdida de bienes y de servicios —calidad del agua, pesquerías, control de avenidas, diversidad de especies— es fundamental adoptar un enfoque que valore las funciones de los sistemas naturales para poder tomar decisiones informadas que tengan en cuenta las consecuencias negativas.

Este cambio debe estar presidido por una reafirmación de la confianza en la defensa de los bienes públicos —el convencimiento de que a los gobiernos se les ha encomendado la tutela de unos derechos y titularidades y que están obligados a velar por su protección en beneficio de todos. Ante el proceso acelerado de privatización y globalización, es preciso que los gobiernos establezcan con mayor firmeza que sus derechos sobre el agua tienen prioridad sobre los de las empresas comerciales. Estos derechos proporcionan beneficios a la sociedad que los mercados convencionales no valoran y que por tanto nunca protegerán. Los gobiernos que venden estos derechos al mejor postor traicionan la confianza pública.

Sudáfrica está ejerciendo el liderazgo al aplicar esta filosofía de confianza pública a las políticas y prácticas sobre gestión del agua. La Ley Nacional de Aguas de 1998, fundamentada sólidamente en la doctrina de la confianza pública, establece una Reserva de Aguas compuesta de dos partes. La primera es una asignación inalienable de agua potable para hacer frente a las necesidades básicas, para beber, para cocinar y para la higiene de toda la población sudafricana. Cuando cambió el gobierno en 1994, unos 14 millones de sudafricanos pobres carecían de agua para estas necesidades básicas. La segunda parte de la Reserva es una asignación de agua para mantener las funciones de los ecosistemas, asegurando así los valiosos servicios que prestan a la población. La Ley afirma que: «se reservará agua en la cantidad, calidad y disponibilidad que requiera el mantenimiento de las funciones ecológicas de las que dependen los seres humanos, de forma que la utilización individual o conjunta del agua no comprometa la sostenibilidad a largo plazo de los ecosistemas acuáticos y de otros ecosistemas asociados a ellos». El volumen de agua asignado a esta doble reserva tiene prioridad sobre otros usos autorizados, como el regadío, y este suministro es el único que está garantizado como un derecho.⁴⁷

Siguiendo el ejemplo de Sudáfrica, una serie de conferencias y de comisiones nacionales e internacionales, así como de directivas y leyes, han reclamado la adopción de enfoques similares. En una importante iniciativa, los delegados de los 118 países representados en la Confe-

rencia Internacional sobre Agua Dulce, celebrada en Bonn en diciembre 2001, incluyeron en sus recomendaciones a la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible del año siguiente que «el valor de los ecosistemas debería ser reconocido en la asignación de aguas y en la gestión de cuencas fluviales» y que «las asignaciones deberían asegurar como mínimo un caudal suficiente para mantener la integridad de los ecosistemas bañados por el río». La Evaluación de Ecosistemas del Milenio, auspiciada por las Naciones Unidas y llevada a cabo por unos 1.360 científicos en cuatro años de trabajo culminado en 2005, establece también como prioridad la determinación de las necesidades hídricas de los ecosistemas. Se trata en ambos casos de claros llamamientos a los gobiernos de todo el mundo para que revisen su política de aguas de manera que se asegure la conservación de los ecosistemas de agua dulce.⁴⁸

Entre las principales prioridades de los gobiernos debería figurar la adopción de limitaciones o techos en el nivel aceptable de daños que la actividad humana puede ocasionar en las cuencas, los sistemas fluviales y las aguas subterráneas (véase el cuadro 3-4). Por ejemplo, en el caso de cursos de agua muy regulados por medio de embalses, esto implicaría establecer un calendario de vertidos que simule el régimen de caudales natural del río, sin renunciar a la utilización de las aguas para actividades económicas. En ríos sometidos a una explotación excesiva, significaría limitar las extracciones y devolver al río parte de sus aguas. Estas limitaciones no son medidas antidesarrollo sino pro *desarrollo sostenible*. Si están basadas en conocimientos científicos rigurosos, contribuirán a garantizar el mantenimiento de funciones vitales del ecosistema en un marco de crecimiento económico. Liberan asimismo el potencial asociado a la conservación, a la eficiencia y a los mercados para aumentar la productividad del agua.

Se puede establecer límites al uso del agua mediante muy diversos mecanismos con nombres distintos, pero la mayoría de las veces este tipo de medidas son la pieza fundamental que falta en la gestión del agua (véase la tabla 3-3). En Australia, por ejemplo, para detener el grave deterioro del sistema fluvial se ha puesto un techo a los caudales extraídos de la cuenca del río Murray-Darling, la mayor del país y la más importante en términos económicos. Limitadas las extracciones, las nuevas demandas de agua de la cuenca (que comprende zonas de cuatro estados y la totalidad del territorio de la capital) han de ser atendidas principalmente mediante medidas de conservación, mejoras de eficiencia y comercio de caudales. Dado que la práctica totalidad de los caudales vendidos se destina a usos de más valor, el comercio de agua

Cuadro 3-4. Doce prioridades para la actualización de las políticas de aguas

- Conseguir que la protección de cuencas forme parte integral del abastecimiento de aguas y del desarrollo rural.
- Llevar a cabo un inventario del estado en que se encuentran los ecosistemas de agua dulce y establecer unos objetivos ecológicos.
- Establecer límites máximos de transformación de los ríos, de extracción de aguas subterráneas, de vertidos de nutrientes y de degradación de las cuencas para asegurar la conservación de las funciones de los ecosistemas.
- Requerir a las autoridades responsables del agua una gestión de las presas que asegure unos caudales que se asemejen al régimen natural del río.
- Fomentar un comercio de agua y una remuneración por los servicios proporcionados por los ecosistemas que contribuya a conseguir objetivos ecológicos equitativa y eficientemente.
- Reducir las subvenciones a los regadíos y establecer un sistema de precios del agua escalonados para estimular su conservación y su eficiencia.
- Establecer estándares municipales, industriales, agrícolas y paisajísticos para lograr la conservación y la eficiencia en el consumo de agua.
- Aumentar la inversión en tecnologías y métodos de riego asequibles que ayuden a los campesinos pobres a mejorar la productividad del agua y de sus tierras.
- Ampliar la formación y el asesoramiento científico destinado a mejorar las producciones en secano en las regiones pobres.
- Incrementar la toma de datos y la vigilancia de caudales y del estado de las cuencas hídricas.
- Educar a los ciudadanos sobre las opciones personales que pueden contribuir a rebajar la demanda de agua dulce sustraída a los ecosistemas naturales, reduciendo su consumo desde la alimentación hasta el paisajismo.
- Asegurar que la toma de decisiones es representativa y transparente y que sus responsables rinden cuentas al público e incentivan la participación ciudadana en la administración del agua.

Tabla 3-3. Selección de ejemplos de límites impuestos a la alteración de ecosistemas de agua dulce

Ecosistema/Región	Tipo de límite
Cuenca del río Murray-Darling, Australia	En 1997 una comisión de cuenca de varios estados estableció un techo máximo de captación de agua para atajar la degradación del sistema fluvial.
Grandes Lagos, Estados Unidos y Canadá	En 2001 un anejo a la Carta de los Grandes Lagos requería evitar cualquier actuación que supusiera una degradación neta de los ecosistemas de agua dulce; se está discutiendo el reglamento de aplicación.
Aguas europeas, Unión Europea	La Directiva Marco de Aguas de 2000 establece criterios para la clasificación ecológica de las masas de agua; obliga a los países miembros a mantener su buen estado y a mejorar el de las masas superficiales degradadas hasta alcanzar la categoría de «bueno».
Río Ipswich, Massachusetts, Estados Unidos	Las autoridades del Estado han fijado restricciones a la captación de agua de los centros urbanos autorizados a utilizar el río; cuando el caudal desciende hasta un determinado nivel las comunidades están obligadas a aplicar medidas de conservación.
Río Amarillo, China	La comisión hidrológica está obligada a reducir los trasvases de agua cuando el caudal desciende a 50 metros cúbicos por segundo, para evitar la desecación del río.
Acuífero Edwards, Tejas, Estados Unidos	La legislación del Estado ha impuesto un techo al bombeo de agua del acuífero para mantener el caudal de los manantiales superficiales vitales para especies amenazadas.
Estuario de Pamlico, Carolina del Norte, Estados Unidos	Las autoridades del Estado han fijado objetivos de descarga de fósforo y de nitrógeno al estuario y permiten el comercio de cupos de nutrientes para alcanzar dichos objetivos de forma eficaz.

Fuente: véase nota nº 49 al final.

está haciendo prosperar la economía monetaria de la cuenca. Un estudio prevé efectivamente que las limitaciones adoptadas y las reformas en políticas de aguas supondrán que la economía de la cuenca se duplique durante los próximos veinticinco años.⁴⁹

Existe, sin embargo, un problema importante: los límites establecidos para la cuenca Murray-Darling se basaron en extracciones que ya habían provocado un grave deterioro del estado del río. Como consecuencia, esta medida puede que evite una degradación mayor, pero no es lo suficientemente ambiciosa como para asegurar la recuperación del río. Recientemente, la iniciativa Murray Vivo ha conseguido rebajar el techo, un importante esfuerzo por devolver más caudal al río.⁵⁰

Es necesario asimismo imponer límites a la extracción de aguas subterráneas para frenar el agotamiento de los acuíferos. En Tejas se ha promulgado una legislación restrictiva al bombeo del Acuífero Edwards, en respuesta a un pleito interpuesto por el Sierra Club y otras organizaciones amparándose en la Ley Federal de Especies en Peligro. El gran volumen de agua extraída del acuífero a principios de los noventa había reducido considerablemente el caudal de los manantiales de San Marcos y Comal Springs, que albergan siete especies en peligro, entre las que cabe citar la salamandra ciega de Tejas (*Typhlomolga rathbuni*) y el dardo de manantial (*Etheostoma fonticola*). La adopción de esta limitación supone un importante paso, rompiendo la larga tradición normativa de Tejas que establecía «derechos de captación» —denominados en ocasiones «la ley de la bomba más potente»— permitiendo prácticamente al propietario de un terreno extraer todo el volumen de aguas subterráneas que desee, siempre y cuando la destine a usos beneficiosos. Esta normativa anticuada regula todavía la utilización en Tejas de gran parte de las aguas subterráneas.⁵¹

Una política de precios eficaz constituye una herramienta infrautilizada para promover un uso más eficiente del agua en la agricultura, la industria y los hogares. Muchas empresas de abastecimiento y autoridades responsables en temas de riego aplican para el agua una tarifa plana, y en algunos casos incluso rebajan el precio cuanto más consume el cliente. La tarifa por módulos, que se incrementa de forma escalonada a medida que aumenta el consumo, puede en cambio incentivar el ahorro. El proveedor puede fijar un precio muy bajo (incluso cero) para un primer módulo de consumo considerado «de primera necesidad», asegurando así que los hogares pobres dispongan del agua suficiente para cubrir sus necesidades básicas. La tarifa más alta abonada por usuarios derrochadores puede contribuir a subvencionar estos suministros básicos, incorporando un elemento de equidad en el diseño

de los precios. Sin embargo, este tipo de tarifa que fomenta el ahorro está infrautilizada tanto en los países ricos como en los pobres a pesar de su sensatez. Un estudio de 300 ciudades de la India en 2002, por ejemplo, revelaba que sólo un 13% disponía de tarifas escalonadas.⁵²

Fundamentales asimismo son las mejoras en monitoreo y en vigilancia de caudales, de los niveles de las aguas subterráneas y del estado de las cuencas fluviales. La red mundial de aforos de caudal y de estaciones de seguimiento hidrológico ha empeorado notablemente durante las dos últimas décadas. La capacidad de la sociedad para responder a los cambios hidrológicos que ya están ocurriendo depende de una información fiable que sólo puede conseguirse con un buen seguimiento. Por ejemplo, la gestión de los cursos de agua para que el régimen de caudales se aproxime en lo posible al patrón natural de la corriente requiere que los científicos dispongan de suficientes datos sobre la utilización del agua y los niveles del río en toda la cuenca para identificar las posibilidades de recuperar una corriente de importancia ecológica.

Liderazgo, compromiso y participación ciudadana han impulsado muchas de las políticas de aguas y de los proyectos más innovadores y exitosos. En muchos casos, las iniciativas han sido promovidas por un grupo pequeño de personas, de organizaciones, de gestores del agua o de dirigentes políticos comprometidos, que decidieron ir contracorriente y potenciar enfoques diferentes. El desafío ahora es aumentar estos esfuerzos. Los beneficios de utilizar de forma constructiva los ciclos naturales del agua, en lugar de alterarlos más aún, son demasiado apremiantes como para hacer caso omiso de ellos.