

## Capítulo segundo

### El agua, un recurso cada vez más estratégico

Javier del Valle Melendo

#### Resumen

El agua es un elemento fundamental e insustituible, no solo para la vida también para muchas actividades, entre ellas la producción de alimentos y el normal funcionamiento de muchos sectores socioeconómicos (industria, turismo, producción energética, etc.).

Muchos recursos hídricos en el mundo, tanto superficiales como subterráneos, son compartidos por dos o más Estados, lo que crea divergencia de intereses que pueden derivar a tensiones, como ocurre en numerosos lugares del planeta. Sin embargo, esta situación también da muchas oportunidades de cooperación mediante acuerdos o tratados de gestión conjunta de los recursos, intercambio de información, etcétera.

El aumento de presión general sobre los recursos hídricos que se prevé a lo largo del siglo XXI hace pensar en un posible aumento de las tensiones entre territorios, usuarios y Estados por asegurar el abastecimiento de agua, pero también en una intensificación de las acciones diplomáticas encaminadas a evitar posibles conflictos mediante la gestión conjunta y sostenible de los recursos.

#### Palabras clave

Recursos hídricos, cooperación hídrica, garantía de abastecimiento, tensiones por el agua.

**Abstract**

*Water is a fundamental and irreplaceable element not only for life, but also for many activities, including food production and the normal functioning of many socio-economic sectors (industry, tourism, energy production, etc.).*

Many water resources in the world, both surface and underground, are shared by two or more States, which creates divergence of interests, which can lead to tensions, as take place already in many places on the planet. However, this situation also gives many opportunities for cooperation through agreements or treaties for joint management of resources, exchange of information, etc.

The general increase in water pressure foreseen throughout the twenty-first century suggests a possible increase in tensions between territories, users and States, in order to ensure water supply. In this context is also foreseen an intensification of diplomatic actions to avoid potential conflicts through the joint and sustainable management of resources

**Keywords**

*Water resources, water cooperation, security of supply, tensions over water.*

# El agua, un recurso cada vez más estratégico

## El agua, un recurso imprescindible e insustituible

Es un recurso abundante a nivel global en sus tres estados, y repartido por todo el planeta mediante el ciclo del agua, pero con una distribución temporal y espacial irregular. Es absolutamente imprescindible para muchas actividades, comenzando por la más importante: el desarrollo de la vida tal y como la conocemos en nuestro planeta. Además, como se desarrollará más adelante, su papel es fundamental en muchas actividades socioeconómicas destinadas a satisfacer las necesidades básicas del ser humano (bebida, producción de alimento, higiene) y otras relacionadas con el desarrollo, como generación de energía eléctrica, fabricación de productos elaborados, actividades de ocio, etcétera. En todas ellas es un recurso insustituible. Se puede emplear en mayor o menor cantidad, con una gestión adecuada o inadecuada, pero no existe alternativa a su uso.

### Agua: soporte para la vida

El desarrollo de la vida en la Tierra se basa, entre otros elementos y características naturales, en la presencia de agua. Todos los seres vivos del reino animal y vegetal cuentan con importantes porcentajes de agua en la composición de sus tejidos, que en algunos organismos acuáticos superan el 90 %.

El agua tiene unas características especiales: es el único elemento que en condiciones normales está presente en el planeta en sus tres estados (sólido, líquido y gaseoso). No es ácida ni básica, pero combinada con otras sustancias puede presentar una u otra característica.

Cuenta con un amplio rango de temperatura en el que mantiene el estado líquido (de 0 a 100° a una atmósfera de presión), lo que permite que vivan en este estado seres vivos adaptados a temperaturas próximas a 0° y otros que soportan valores superiores a 70°.

Presenta un comportamiento de la densidad anómalo, pues esta va aumentando a medida que el agua se enfría, alcanza un máximo a 4°. Con temperaturas inferiores la densidad disminuye, por lo que cuando se convierte en hielo este es menos denso que el agua y flota, permitiendo así el mantenimiento de la vida piscícola y vegetal bajo él.

Sus características eléctricas le dan gran capacidad de disolver casi todos los compuestos, lo que explica que la mayoría de los procesos químicos tienen lugar entre sustancias disueltas en ella. Su capacidad de disolvente y las propiedades de capilaridad le permiten movilizar nutrientes del suelo y llevarlos a los tejidos de las plantas, aportando los elementos necesarios para la fotosíntesis.

En los animales está presente en todos los tejidos, incluso los óseos, y principalmente en la sangre que transporta el alimento a todas las células.

las. También tiene un papel fundamental en la eliminación de desechos del metabolismo a través de la orina y toxinas a través del sudor, que además facilita la regulación térmica.

Todas las sustancias eliminadas por los seres vivos después de ser utilizadas en sus funciones vitales, gracias al agua, vuelven al medio natural, donde se transforman de nuevo en componentes útiles para la vida de otros seres vivos. El ciclo del agua se convierte así en un gigantesco mecanismo de reutilización de sustancias vitales en el que el agua es el hilo conductor.

### **Agua para actividades socioeconómicas**

El agua también es fundamental para el desarrollo de muchas actividades socioeconómicas. En sociedades poco desarrolladas estas actividades se limitan al consumo, la higiene y la producción de alimentos mediante el regadío y la ganadería. En las sociedades desarrolladas aumentan debido a la mejora en los hábitos higiénicos, mayor demanda de productos manufacturados y servicios, cambio en las pautas alimenticias, aumento del consumo de energía, incremento de las actividades de ocio, etc., muchas de las cuales provocan una mayor demanda de recurso hídrico. El aumento en el nivel de desarrollo general, aunque a diferentes ritmos, de las sociedades de principios del siglo XXI lleva, por lo tanto, aparejado un incremento en la demanda de agua.

### **Consumo humano, higiene y salud**

Sin duda se trata de una utilización fundamental para todo ser humano. Es necesario beber unos 2 litros diariamente, aunque esta cifra puede aumentar notablemente en climas cálidos o si se realizan actividades físicas intensas. Sin agua no podríamos absorber los alimentos, ni eliminar los desechos. Todos los seres vivos tienen altos porcentajes de agua, que en el caso del ser humano está en torno al 70 %. La disminución excesiva de este porcentaje se denomina deshidratación y puede tener consecuencias graves: una disminución de solo el 2 % en la presencia de agua acarrea una disminución del 20 % en la capacidad de trabajo<sup>1</sup>. El primer aviso en ese proceso para la corrección del posible desequilibrio es la sed.

También la higiene está muy asociada al uso del agua. Se calcula que en las sociedades desarrolladas una persona utiliza unos 150 litros de agua al día para higiene personal, limpieza de ropa, vivienda y utensilios, etcétera, aunque esta cifra puede ser muy variable.

---

<sup>1</sup> Confederación Hidrográfica del Ebro, «El agua, placer y equilibrio». Colección de Textos Informativos. P. 14. Zaragoza. 1999.

Utilizar agua de adecuada calidad para estas actividades es fundamental, pues evita o disminuye el riesgo de contraer algunas enfermedades. Existe una relación directa entre algunas epidemias y la insalubridad de las aguas. Según Eberad-Metzer<sup>2</sup> ha habido siete grandes epidemias que han asolado al mundo y en tres de ellas la relación con este parámetro es directa, se trata de las siguientes:

- Cólera debido a las aguas fecales. La mejor forma de prevenirla es disponer de un buen sistema de alcantarillado y recogida de aguas fecales, especialmente evitando la mezcla de estas con las de abastecimiento.
- Malaria o paludismo debido a los mosquitos (hembra) que viven en zonas pantanosas como marismas, lagunas o zonas encharcadas y transmiten mediante su picadura el agente causante *Plasmodium*.
- Fiebre amarilla por los mosquitos que viven en zonas pantanosas.

Actualmente las enfermedades relacionadas con la falta de acceso a agua potable segura, saneamiento deficiente e higiene insuficiente son las siguientes:

- Enfermedades diarreicas. Para evitarlas es fundamental un acceso adecuado a agua de consumo de calidad bien separada de las aguas de vertido, por lo que no solo es necesario recurso hídrico de calidad, sino también infraestructuras adecuadas de abastecimiento y saneamiento aisladas. El número de casos de disentería y cólera van disminuyendo, pero de esta última todavía se produjeron entre 1,4 y 4,3 millones de casos, que causaron entre 28.000 y 142.000 defunciones<sup>3</sup>.
- En los países desarrollados han surgido algunas enfermedades de este tipo, como la legionela neumófila, que puede asentarse en los sistemas de circulación de agua de edificios.
- Enfermedades causadas por helmintos intestinales: lombriz intestinal (*Ascaris*), la triquina (*Trichuris*) y las tenias (*Ancylostoma* y *Necator*). Se transmiten principalmente a través del suelo contaminado, por lo que están directamente relacionados con la calidad de las instalaciones sanitarias.
- Enfermedades oculares, como el tracoma, y de la piel. Muchas están relacionadas con una higiene insuficiente y un abastecimiento de agua inadecuado. Una vez que hay disponible suficiente cantidad de agua y que se utiliza para la higiene personal y doméstica, su afección disminuye, por lo que a menudo se las clasifica como enfermedades «que se van con el agua».

<sup>2</sup> Eberad-Metzer, C., «Las epidemias». Acento Editorial. Madrid. 1998.

<sup>3</sup> OMS. Nota descriptiva n.º 107. 2015. Accesible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs107/es/>. Consultado septiembre 2016.

- Enfermedades relacionadas con el agua, transmitidas por vectores. En estos casos el agua es lugar de incubación de vectores que transmiten el patógeno causante de la enfermedad. Las más importantes son la malaria, la fiebre amarilla, filariasis linfática, esquistosomiasis, dengue, etcétera.

Disponer de agua suficiente y con adecuados niveles de calidad para el consumo humano, la higiene y la salud supone contar con adecuadas infraestructuras de abastecimiento y alcantarillado. Las primeras necesitan infraestructuras de regulación, captación, distribución y potabilización para llevar hasta cada punto de demanda el recurso. Las segundas una red de colectores que conduzcan las aguas residuales a plantas depuradoras para la eliminación de sustancias contaminantes previamente a su devolución a los cauces naturales.

Llevar el agua hasta cada casa ha sido un logro que solamente parte de la Humanidad disfruta. En ocasiones lo consideramos tan habitual que no somos conscientes de la enorme comodidad que significa poder abrir los grifos y disponer de agua abundante, de calidad y normalmente barata, algo fuera del alcance de muchas personas que tienen que acudir a puntos de abastecimiento colectivos, en ocasiones lejos de sus domicilios y que no siempre ofrecen las necesarias garantías de calidad para el consumo humano (figura 1).

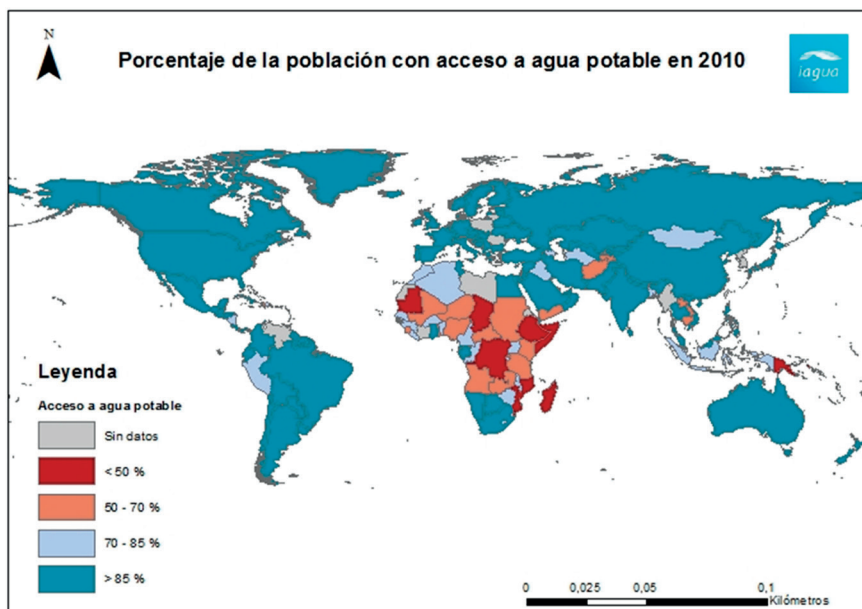


Figura 1. Porcentaje de la población con acceso a agua potable en 2010. Fuente: «El acceso al agua y al saneamiento en el mundo. iagua»<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Disponible en:

<http://www.iagua.es/blogs/aguada-garcia-de-durango/el-acceso-al-agua-y-saneamiento-en-el-mundo>. Consultado octubre de 2016.

Según la OMS (2015) en el mundo hay 663 millones de personas sin acceso a agua potable mejorada (9 % de la población mundial). La situación de 2010 (figura 1) muestra que la peor situación se observa en África subsahariana.

La utilización doméstica del agua significa aproximadamente el 7 % del total mundial, cifra que asciende hasta el 15 % en los países industrializados. Se trata de una demanda moderada si la comparamos con la de la agricultura de regadío que se expondrá a continuación, pero es la más exigente en cuanto a calidad, pues las personas no pueden consumirla con ciertos elementos extraños que pondrían en peligro su salud, por lo que la potabilización es clave como paso previo a la distribución.

El uso doméstico es poco consuntivo, pues la mayoría del agua empleada es devuelta a los ríos mediante la red de alcantarillado. Esta red es casi tan compleja como la de distribución y su misión es evacuar las aguas cargadas de residuos después de su utilización por la población. Si son vertidos a los cauces naturales sin depuración previa son una agresión y provocan pérdidas de calidad, pues van cargados de residuos orgánicos, químicos, detergentes, etcétera. Por ello cada vez adquiere más importancia la depuración de residuos urbanos que reestablezca a las aguas unos niveles de calidad que permitan su devolución a los ríos sin causar daños, lo que a su vez permitiría volver a utilizar sus aguas posteriormente, evitando así conflictos con poblaciones, comunidades o Estados situados aguas abajo.

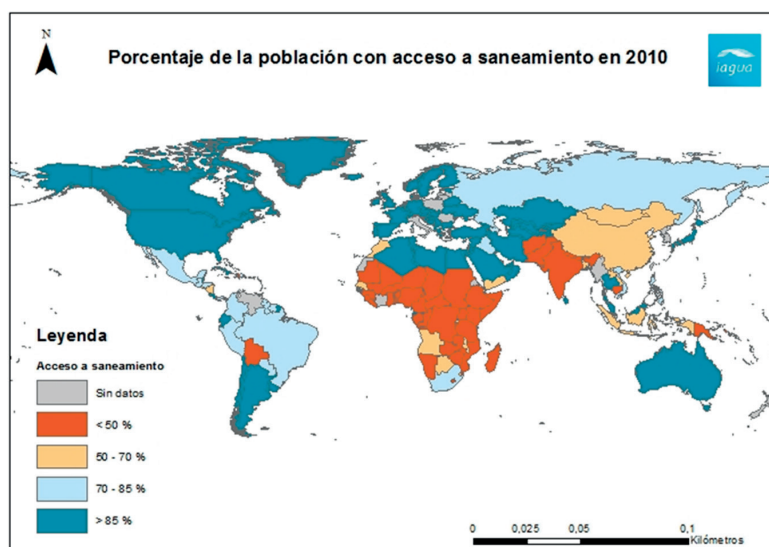


Figura 2. Porcentaje de la población con acceso a agua potable en 2010. Fuente: «El acceso al agua y al saneamiento en el mundo»<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Disponible en:

<http://www.iagua.es/blogs/agueda-garcia-de-durango/el-acceso-al-agua-y-saneamiento-en-el-mundo>. Consultado octubre de 2016.

La situación de acceso a saneamiento se muestra en la figura 2, en la que se aprecia que son numerosos los países con menos del 50 % de su población con este servicio, concentrados principalmente en África subsahariana, pero también en Asia meridional y Sudamérica.

Las redes de distribución de agua y alcantarillado en una ciudad las podríamos comparar con los sistemas arterial y venoso de una persona, el primero distribuye la sangre limpia y oxigenada necesaria para el normal funcionamiento del cuerpo, mientras el segundo recoge la ya utilizada, y que para poder ser utilizada de nuevo necesita una depuración. Esta función en el cuerpo la realizan los riñones, en el medio hídrico las depuradoras y los procesos de depuración natural; son esenciales para el mantenimiento de niveles de calidad adecuados para el normal desarrollo de los ecosistemas asociados al agua y de la utilización del recurso por el ser humano para múltiples usos.

### *Producción de alimentos*

Durante la segunda mitad del siglo XX los sistemas mundiales de producción y distribución de alimentos respondieron a la duplicación de la población mundial produciendo más del doble de alimentos. Durante el mismo periodo los países en vías de desarrollo aumentaron el consumo de alimentos per cápita en un 30 %, lo que supuso una mejora de la nutrición. Además, la agricultura siguió produciendo cultivos no alimentarios (algodón, caucho, cultivos para producir bebidas y aceites, etcétera). Paralelamente, mientras aportaba la principal base alimentaria al mundo, la agricultura se confirmó como la mayor consumidora de agua del planeta. La irrigación representa en estos momentos cerca del 70 % de la apropiación total de agua dulce apta para el consumo humano, porcentaje que en algunos países como España supera el 80 %. Este elevado porcentaje obliga a la agricultura a acomodar sus demandas a un complejo escenario en el cual los objetivos sociales, económicos y medioambientales deben negociarse con otros sectores demandantes del recurso. Por ello, una adecuada gobernabilidad del agua es fundamental para garantizar su uso adecuado orientado a la satisfacción de las necesidades alimentarias en armonía con las crecientes demandas de agua para otros usos.

Tal y como se muestra en la figura 3, la situación nutricional ha mejorado en todo el mundo y hacia el cambio del siglo la media mundial alcanzó la calificación de «aprobado» con 2.800 kcal/persona/día. Por lo tanto, a nivel global la seguridad alimentaria universal (alimentos para todos) está a nuestro alcance. No obstante, un análisis más detallado muestra diferencias destacables:

Las regiones del África subsahariana y del sur de Asia, donde el consumo alimentario es el más bajo, han mejorado su situación, pero su nivel sigue siendo bajo. Los países en vías de desarrollo del este y del sudeste de Asia,



al igual que los países de Iberoamérica y el Caribe, se sitúan muy próximos al umbral.

En los países desarrollados el consumo alimentario ha seguido creciendo de forma considerable, dándose el caso de que su población se ve afectada por la obesidad, se produce creciente despilfarro de alimentos.

El mayor progreso en la situación alimentaria ha tenido lugar en algunos de los países en vías de desarrollo más poblados, como Brasil, China e Indonesia. Un avance significativo se ha producido también en India, Nigeria y Pakistán. Sin embargo, quedan todavía treinta naciones con un nivel muy bajo de consumo alimentario (por debajo de las 2.200 kcal/persona/día), incapaces de producir la suficiente cantidad de alimentos y de conseguir las divisas para importar los alimentos que necesita su población. De ellos veinte están en África subsahariana.

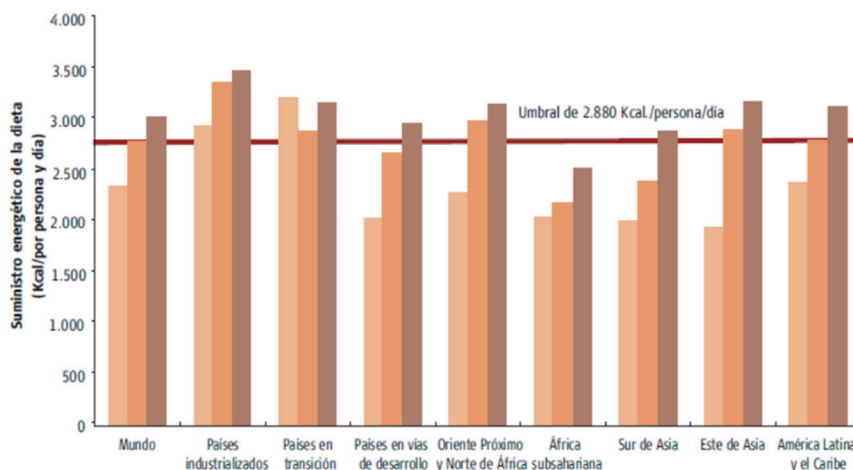


Figura 3. Consumo alimentario per cápita en el mundo y por regiones en dos periodos (1964-1966 y 1997-1998) y proyección a 2030. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida»<sup>6</sup>.

Producir alimentos necesita mucha agua: entre 2.000 y 5.000 l/persona/día<sup>7</sup> dependiendo de las características del clima, diferencias de la dieta, eficiencia de los sistemas de producción de alimentos, eficiencia en la gestión del recurso, etcétera. La mayoría de esta cantidad procede del agua de lluvia que se acumula en el suelo desde donde la toma la planta. En muchos lugares y momentos hay que aplicar riego, aportación suplementaria de agua a los cultivos para protegerles de los periodos sin precipitación, normales en algunos climas.

<sup>6</sup> «El agua, una responsabilidad compartida». Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. UNESCO, Zaragoza. 2006.

<sup>7</sup> «El agua, una responsabilidad compartida». *Op. cit.*

En el conjunto del planeta la lluvia proporciona el 90 % del agua necesaria para la agricultura y el 10 % restante procede del riego. No es un porcentaje muy elevado, pero puede alcanzar cifras muy altas en determinados lugares del planeta, como los países mediterráneos, el sureste de Asia o muchas zonas semiáridas subtropicales o del interior de los continentes. Este 10 % supone, como ya se ha expuesto, el 70 % del total de agua dulce que utiliza el ser humano para satisfacer diferentes demandas, por lo que es fundamental su gestión adecuada, motivo por lo que suscita tanto interés cuando se habla de la gobernabilidad del agua dulce.

El arroz, el trigo y otros cereales son los principales componentes de la dieta humana, representando más de la mitad del suministro energético de los alimentos consumidos (figura 4). Sin embargo, el peso relativo de los cereales en la dieta humana tiende a descender a medida que aumenta la renta, viéndose un incremento del consumo de aceites vegetales, carne y lácteos.

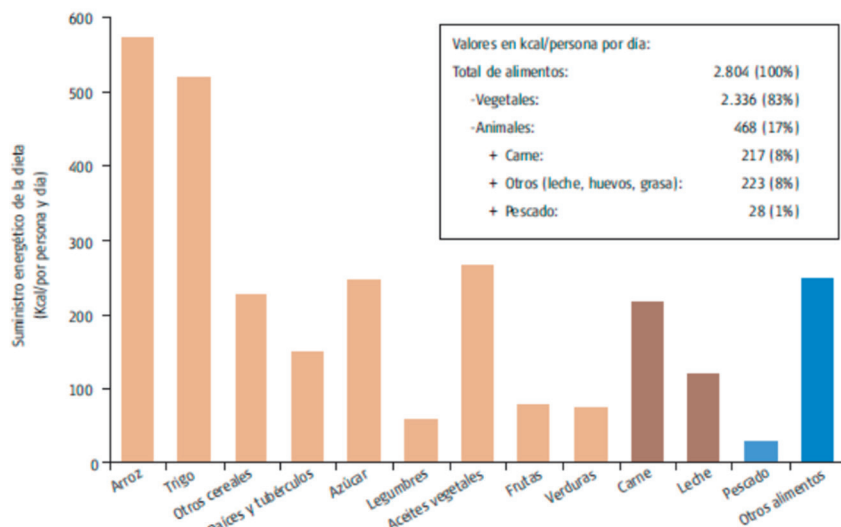


Figura 4. Principales fuentes de suministro de alimentos en el mundo en 2002. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Paralelamente a la demanda de cereales destinada al consumo humano aumenta la demanda para consumo de la ganadería. Cerca de un tercio de todos los cereales producidos se destinan a alimentar a los animales y la agricultura sigue respondiendo a esta fuerte demanda añadida. La ganadería representa cerca del 40 % del valor bruto de la producción agrícola, y su papel está en constante crecimiento al adoptar los consumidores una dieta más rica en carne y productos lácteos a medida que crece el nivel de desarrollo. Las tendencias a principios del siglo XXI (figura 5) muestran un fuerte crecimiento del componente cárnico en las dietas, lo que ha de redundar en aumento de la demanda de agua para alimento del ganado (cereales y forrajes) y para uso directo en bebida y limpieza de los animales.

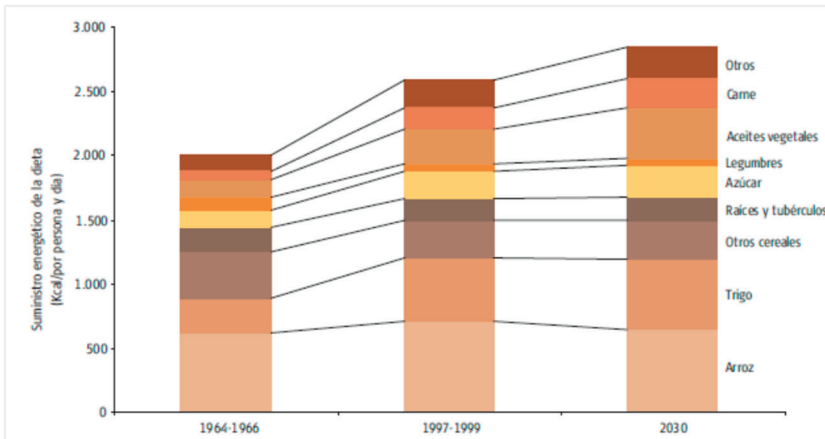


Figura 5. Cambio en la dieta en los países en vías de desarrollo entre 1965 y 2030 (proyección). Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Tradicionalmente la ganadería ha aprovechado los pastos naturales permanentes o estacionales, lo que significaba una forma de transformar el agua de lluvia almacenada en el suelo a través de las plantas en proteínas. En los últimos años ha aumentado muy considerablemente la alimentación de la ganadería a través de cereales, en parte conseguidos mediante irrigación, lo que significa un notable cambio en las demandas de agua, que ya no se orienta a la producción de alimentos directamente para el ser humano, sino indirectamente mediante su transformación en proteína animal y, por lo tanto, con una menor eficiencia energética respecto a la cantidad de agua consumida.

Se calcula que el 12 % de la superficie terrestre está cultivada, lo que significa unos 1.500 millones de ha. De ellas un 18 % están irrigadas, aunque con diferentes sistemas, eficiencias y niveles de garantía. En términos de población, las tierras de cultivo ascienden a un promedio mundial de 0,25 hectáreas por persona.

Las posibilidades para incrementar la cantidad de tierra dedicada a la agricultura a expensas de terrenos naturales son limitadas, pues las necesidades y preocupación por mantener superficies en estado natural con objetivos ambientales (mantener la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas) es cada vez mayor. Las necesidades alimentarias de una población en crecimiento están por lo tanto en gran parte cubiertas gracias al aumento de la productividad de la tierra, lo que significa obtener una mayor cantidad de cosechas a partir de la superficie agrícola existente, fija en términos generales. La irrigación suprime la limitación sobre la productividad de los cultivos derivada de un nivel de precipitaciones insuficiente o irregular. Por ello, durante la segunda mitad del siglo XX se convirtió en parte fundamental de la estrategia para alimentar a una población mundial que estaba crecien-

do rápidamente, con el consiguiente aumento de la cantidad de agua usada para este propósito. El Banco Mundial otorgó numerosos créditos para proyectos de irrigación, especialmente durante la segunda mitad de los años 70 y primera de los 80.

Este hecho y la disminución de la superficie per cápita de tierras de cultivo se muestran en la figura 5.

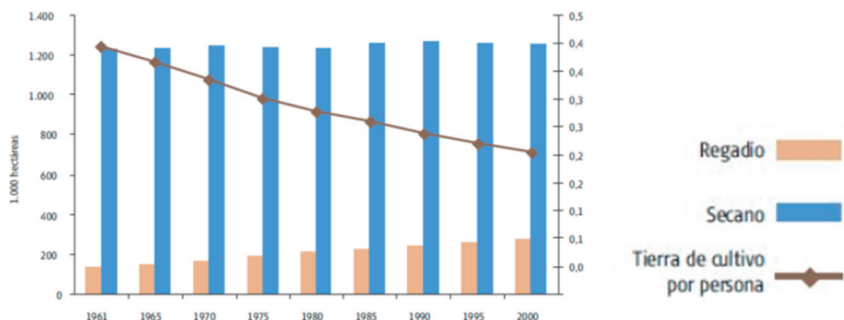


Figura 6. Evolución de las tierras de cultivo de secano y regadío y tierras por persona en el mundo. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Según las proyecciones de la FAO se espera que la superficie de cultivos de regadío aumente en un 34 % para 2030 y la demanda de alimento un 55 % respecto a la de 1998. En el mismo periodo se calcula que la cantidad de agua dulce destinada al regadío aumente aproximadamente un 14 % hasta llegar a 2.420 km<sup>3</sup> en 2030. En comparación con el citado aumento previsto en la superficie de cultivo de regadío y de la demanda de alimentos, el aumento del 14 % en la extracción de agua para la irrigación es modesto, pero en determinados lugares donde ya existe escasez de agua (norte de África, Oriente Medio, Asia central) la competencia cada vez mayor entre la agricultura, las ciudades y las industrias exacerbará la escasez de agua y probablemente la proporción de agua dulce disponible para la agricultura disminuirá<sup>8</sup>.

El regadío significa el 70 % de la demanda global de agua dulce, porcentaje muy superior en algunas regiones del planeta. Paralelamente se está produciendo un intenso proceso de urbanización: para el año 2030 más del 60 % de la población vivirá en zonas urbanas (Naciones Unidas, 2004), reclamando una parte cada vez mayor de los recursos hídricos. Gran parte de esta agua tendrá que restarse de la utilizada por la agricultura, que emplea el agua con escasa rentabilidad económica, por lo que se espera una creciente tensión entre los órganos de irrigación, deseosos de mantener sus derechos, y las aglomeraciones urbanas, con necesidades crecientes de satisfacer sus

<sup>8</sup> Faurès, J. M.; Hoogeveen, J., y Bruinsma, J. (2003). «The FAO Irrigated Area Forecast for 2030». FAO. Roma.

necesidades de agua (Johnson III, *et al.*, 2002)<sup>9</sup>. A esta situación ha de añadirse la progresiva pérdida de calidad en el recurso, bien debido a las múltiples reutilizaciones en zonas semiáridas o a procesos de depuración, todavía insuficientes en muchos lugares.

Ante esta situación, hemos de plantear ¿cómo puede responder la agricultura de regadío a las crecientes demandas de agua garantizando a la vez la seguridad alimentaria?

Sin duda es uno de los debates clave sobre gestión y gobernanza del agua en el siglo XXI. Frecuentemente se considera que el regadío utiliza grandes cantidades de agua dulce con escasa eficiencia, término que fue definido como la relación entre el agua de riego absorbida por las plantas y la cantidad de agua realmente extraída de su fuente con fines de riego. Una escasa eficiencia suele asociarse con un gasto excesivo. Sin embargo, desde la perspectiva del balance hídrico el agua no absorbida y transpirada por las plantas cultivadas no es necesariamente malgastada, aunque haya sido extraída de su curso natural. El agua no usada puede ser empleada aguas abajo en un sistema de riego, puede fluir de nuevo al río o puede contribuir a la recarga de los acuíferos. El agua dulce renovable solo «se pierde» cuando se evapora del suelo, se contamina fatalmente o cuando entra en contacto con una masa de agua salada. Incluso en esos casos se trata de inutilizaciones temporales, pues en cualquier caso el agua se reincorpora al ciclo del agua y por lo tanto a la recirculación planetaria. Ciertamente extraer agua en exceso de sus cursos naturales tiene consecuencias ambientales no deseadas, pues puede dejarlos exhaustos o incluso secos en los periodos de mayor escasez. De la misma forma puede provocar carencias temporales o permanentes en los territorios situados aguas abajo. Por ello, aunque el agua no se pierda desde una perspectiva de balance hídrico global, una escasa eficiencia provoca consecuencias ambientales, sociales y en ocasiones políticas negativas.

### **Usos industriales**

Las actividades de transformación de materias para generar bienes aportan aproximadamente el 30 % del PIB mundial, aunque en algunos países como China se acerca al 50 %. Es uno de los principales motores de la economía y de la transformación de las sociedades hacia cotas más elevadas de desarrollo y está teniendo un papel fundamental en la disminución de la pobreza en muchos países. Todas las industrias necesitan caudales de agua asegurados, cuya cuantía es muy variable según los procesos desarrollados.

La industria utiliza el agua de muchas formas: para limpiar, calentar, enfriar, obtener vapor, como disolvente de muy diferentes sustancias, como componente del producto, etcétera. Una parte de ella se evapora, otra permanece en los productos o residuos sólidos generados y el resto se deshecha

<sup>9</sup> Johnson III, S.; Svendsen, M., y González, F. «Options for institutional reform in the irrigation sector». Seminario Internacional sobre Gestión Participativa del Riego, Pekín. 2002.

como vertido o agua residual. La cantidad que se consume sin ser devuelta a los cauces naturales es relativamente pequeña, por lo que con frecuencia el mayor problema de la industria no son los grandes consumos, sino la necesidad de tener importantes caudales garantizados, buena parte de los cuales se devuelven a los ríos en mucho peor estado. Estos vertidos pueden afectar negativamente al medio hídrico, contaminando un volumen de aguas mucho mayor que el del propio vertido. Si van cargados de metales pesados, determinadas sustancias químicas o exceso de materia orgánica, afecta a la calidad de la masa de agua receptora. También el calor puede afectar a la calidad (denominándose contaminación térmica) al reducir la presencia de oxígeno en las aguas, lo que acelera procesos de eutrofización y puede eliminar ciertas especies de fauna y flora.

Las aguas en su curso natural tienen una cierta capacidad de depuración natural, pero altos niveles de toxicidad y la falta de oxígeno pueden dañar o destruir completamente los ecosistemas acuáticos situados aguas abajo de los vertidos, al igual que los lagos y los embalses, afectando a los estuarios ribereños y a los entornos costeros marinos si los alcanzan. En las cuencas fluviales internacionales la contaminación habitual y los incidentes puntuales como los accidentes industriales y los vertidos accidentales pueden tener efectos transfronterizos. Existen numerosos ejemplos como la contaminación en 2005 del río Songhua, afluente del Amur (con largo tramo fronterizo entre Rusia y China), causado por un accidente en una industria petroquímica china que provocó un vertido de unas 100 Tm de benceno (cancerígeno de primera categoría), o los conflictos entre Argentina y Uruguay debido a la contaminación procedente de las papeleras instaladas por el segundo en el fronterizo río Paraguay.

El impacto de los vertidos industriales no se limita a su efecto sobre los ecosistemas fluviales, también puede tener repercusiones directas sobre la salud humana si el vertido industrial está localizado aguas arriba de:

- Una zona recreativa de baño o de zonas de pesca comercial, recreativa o de subsistencia.
- Un punto donde los agricultores extraen agua para regar campos de cultivo donde cosecharán productos de consumo humano.
- Un punto donde un municipio extrae agua para uso doméstico.
- Un punto donde las personas sin suministro de agua regulado y mejorado extraen agua para beber.

Son muchas, por lo tanto, las afecciones a la salud pública de algunos vertidos, que pueden imposibilitar el uso posterior del agua contaminada, por lo que también las consecuencias socioeconómicas pueden ser muy negativas. En la mayor parte de los casos existen abastecimientos a población que captan aguas abajo de vertidos industriales, lo que aumenta los costes de potabilización, pero la situación puede llegar a ser insostenible en episodios de

escaso caudal en los que los contaminantes alcanzan altas concentraciones que pueden estar por encima de la capacidad de depuración natural de los ríos. Este hecho es especialmente frecuente en zonas con marcado periodo de estiaje por cuestiones climáticas (climas mediterráneos o tropicales de estación seca) o en zonas con abundantes extracciones de agua de los ríos para diversos usos.

Como consecuencia de lo expuesto, se deduce que es vital para el desarrollo económico de un Estado contar con agua garantizada para las actividades industriales, pero que su uso si es en grandes cantidades o si no cuenta con una adecuada depuración posterior puede provocar conflictos internos con otros sectores o con otros Estados, cuyos intereses pueden verse afectados. Estos conflictos pueden ser especialmente vivos en zonas donde el crecimiento industrial ha sido acelerado en las últimas décadas, lo que ha supuesto un aumento paralelo de la demanda de agua que puede chocar con otros usos como el agrícola o el abastecimiento a la población si no se establecen medidas adecuadas a tiempo.

Para evitarlos o disminuirlos se deben desarrollar estrategias encaminadas a:

- Disminuir la demanda del recurso y aumentar la productividad, lo que significa producir lo mismo con menores cantidades de agua.
- Reducir los vertidos y mejorar su depuración previa.

### *Agua y energía*

El agua y la energía son dos sectores fuertemente interconectados: la energía es necesaria a lo largo de muchos procesos de uso del agua, desde el suministro a los diversos usuarios, incluida la población urbana, hasta la recogida y el tratamiento de las aguas residuales. Por otro lado, el agua es esencial para producir energía, desde la producción en sí de energía hidroeléctrica hasta la refrigeración en las centrales térmicas y nucleares.

La demanda de electricidad es elevada en los países desarrollados y ha aumentado mucho en el conjunto del planeta, especialmente en los países emergentes y en vías de desarrollo.

En los países desarrollados la energía disponible es abundante, por lo que está disponible para los procesos de potabilización, que permiten un agua de calidad para la población, y la depuración de los vertidos. Esta situación facilita el aprovechamiento adecuado de los recursos hídricos y facilita su uso, entre otros, para la generación de energía (figura 7).

Por el contrario, en los países menos desarrollados se da lo que se puede definir como círculo vicioso del agua y la energía (figura 8). La escasa energía disponible impide o dificulta realizar una adecuada potabilización, por lo que la calidad del agua de abastecimiento no es suficiente y tampoco se



Figura 7. Esquema de la relación entre energía y agua en los países desarrollados.  
Elaboración propia.



Figura 8. Esquema de la relación entre energía y agua en los países no desarrollados.  
Elaboración propia.



pueden realizar procesos de depuración. Esta situación dificulta un aprovechamiento adecuado de los recursos hídricos, lo que puede dificultar su uso para aumentar la energía disponible.

Desempeña un papel fundamental en la superación de situaciones de pobreza extrema, mejora de la calidad de vida y salud, da oportunidades de educación y fomento de actividades económicas (manufacturas, artesanía, turismo, ocio, etcétera). Los Gobiernos han dado respuesta al crecimiento de la demanda aumentando la capacidad de generación mediante energías fósiles (carbón, gas y petróleo), nuclear, hidroeléctrica y otras fuentes renovables o nuevas como la solar o eólica. En todos estos sistemas de generación el agua participa de forma sustancial.

La generación de energía hidroeléctrica utiliza directamente la fuerza del agua en su recorrido descendente hacia el océano dentro del ciclo del agua. Al tratarse de un sistema de generación renovable que no implica la quema de combustibles fósiles, ha aumentado su interés debido a la preocupación sobre el cambio climático.

Existen grandes diferencias en el mundo sobre el peso de la hidroelectricidad: veinticuatro países generan más del 90 % de su energía por este medio, mientras otros no generan nada. En el caso de España supuso más del 14 % en 2010, aunque este porcentaje varía en función de las condiciones climáticas de cada año. También hay diferentes formas de generación, las más importantes son:

- Embalses. Supone la construcción de un dique (presa) y un reservorio artificial (embalse) cuyas aguas habitualmente se utilizan para múltiples fines como abastecimiento urbano e industrial, regadío y generación de electricidad.
- Centrales de agua fluyente. Se utiliza el flujo de agua por el río sin almacenamiento ni regulación. Tienen menos impactos ambientales que la construcción de grandes embalses, pero solamente se puede emplear en lugares donde el agua fluye con rapidez, normalmente zonas de montaña donde la orografía lo favorece.
- Almacenamiento en embalses reversibles. Supone la elevación mediante bombeo a embalses elevados en momentos en los que sobra energía eléctrica en el sistema, para su traslado a embalses bajos en momentos de mayor demanda, turbinando en este proceso.

Las plantas hidroeléctricas tienen una vida útil muy larga y unos costes de explotación bajísimos, lo que aumenta su interés como fuente generadora de energía. No obstante, también cuenta con limitaciones importantes, pues los lugares más adecuados desde un punto de vista físico, político y socio-económico han sido utilizados ya en muchos países para la construcción de embalses, por lo que resulta más difícil recibir la aprobación para nuevos

proyectos en zonas menos favorables, pues puede encontrarse con la oposición de las poblaciones afectadas y de grupos de orientación ecologista.

La generación de energía hidroeléctrica no supone disminución sustancial del recurso hídrico, salvo las pérdidas por evaporación, pero sí que significa cambios en el régimen fluvial aguas abajo de las centrales, que turbinan (y por lo tanto liberan agua) cuando la demanda lo requiere, lo que puede limitar o afectar a algunos usos del agua situados más abajo. Si se trata de ríos internacionales, estas alteraciones pueden provocar tensiones entre los países que controlan las cabeceras y los situados en los tramos medios y bajos. Además, como los grandes proyectos hidroeléctricos suelen ir acompañados de usos del agua para otros fines (en la mayor parte regadío), estos sí que significan una disminución de los caudales fluyentes por el río, con el consiguiente perjuicio para las poblaciones o Estados situados aguas abajo. Un ejemplo paradigmático de lo que señalamos es el proyecto de Anatolia Sudoriental (*GAP*) que Turquía está construyendo en las cabeceras de los ríos Tigris y Éufrates, un conjunto de veintidós embalses y diecinueve plantas hidroeléctricas encaminadas a aumentar la disponibilidad de agua en la zona oriental del país, multiplicar la superficie regada y generar hidroelectricidad. Supone la alteración de los caudales de ambos ríos y la disminución de la cantidad de los mismos, lo que afecta a Siria e Irak (situados aguas abajo de ambos ríos). Este hecho es especialmente delicado en zonas de clima semiárido como esta, muy en particular en lo que afecta a Siria, país cuya única fuente de agua abundante y asegurada es el río Éufrates, lo que contribuye a aumentar tensión en una zona ya muy conflictiva por otros motivos.

El agua también se emplea en la generación de energía térmica y nuclear. En una planta de energía térmica el calor es generado por la combustión de combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas) o a través de la fisión nuclear de material radioactivo. El calor se utiliza para producir vapor, que genera energía eléctrica mediante una turbina de vapor conectada mecánicamente a un generador eléctrico. El vapor que sale de la turbina debe condensarse, para lo que se emplean torres de refrigeración donde el agua de enfriamiento se pierde parcialmente a causa de la evaporación. Los costes de la central eléctrica y el tiempo de vida útil (normalmente entre treinta y cuarenta años) podrían verse seriamente afectados si la disponibilidad de agua de refrigeración quedase limitada.

Si se utiliza agua superficial para el enfriamiento y se devuelve directamente al río o lago de donde se extrajo (refrigeración directa) el agua devuelta estará varios grados más caliente, dando lugar a cambios de temperatura que pueden afectar a los ecosistemas acuáticos. Esta alteración se denomina contaminación térmica y disminuye la cantidad de oxígeno disuelto.

También la energía es imprescindible en muchos procesos de captación, distribución, potabilización y depuración del agua. Las fuentes más utili-

zadas de agua potable son las fuentes superficiales y los pozos de aguas subterráneas. La utilización de una fuente en un lugar depende de la disponibilidad y del coste de la extracción del agua, que suele ser menor si se trata de aguas superficiales, pues se intenta que la captación y posterior distribución se realice por gravedad y, por lo tanto, con coste energético nulo o muy bajo. Las fuentes de agua subterránea tienen una necesidad más directa de energía, ya que esta se necesita para extraer el agua, normalmente mediante perforaciones, dependiendo el coste energético de la profundidad del acuífero.

Las fuentes superficiales y subterráneas requieren normalmente algún tipo de tratamiento para alcanzar la calidad de potabilidad. La calidad de la masa de agua y el nivel deseado, así como el tipo de tratamiento, son variables clave en las aportaciones de energía necesarias para esta fase.

Aunque existen mejoras en la eficiencia que pueden reducir la energía necesaria en cada etapa del ciclo de utilización del agua, el ahorro más elevado de energía y agua es consecuencia de reducir el agua consumida por los distintos usos finales.

Al igual que en la distribución, la recogida de aguas residuales se hace, idealmente, utilizando sistemas de gravedad. Cuando no es posible, se utilizan bombas para empujar las aguas residuales a las instalaciones de tratamiento. El tratamiento de las aguas residuales necesita energía para eliminar los agentes contaminantes y preparar el agua para el vertido o la reutilización, aunque con diferencias según las tecnologías.

Debido a la interconexión entre el agua y la energía, es vital gestionarlas de forma conjunta. El ahorro energético derivado de la conservación del agua y el ahorro de agua debido a la eficiencia energética están intensamente unidos.

La demanda para generar energía en el futuro puede tener comportamientos diferentes:

- La generación de hidroelectricidad, al tratarse de una fuente no emisora de  $\text{CO}_2$ , puede verse intensificada, por lo que puede aumentar el uso de caudales para este fin. La devolución de los caudales empleados es del 100 %, pero frecuentemente los proyectos hidroeléctricos acompañan a planes de irrigación, que sí que significan disminución del recurso. En esos casos pueden provocar conflictos entre territorios situados aguas arriba y aguas abajo del cauce fluvial afectado, muy especialmente si se trata de ríos internacionales.
- El uso de agua para refrigeración de centrales térmicas y nucleares probablemente no aumente de forma significativa debido a la incertidumbre sobre el calentamiento derivado de la emisión de  $\text{CO}_2$  y a la ralentización de los planes nucleares como consecuencia de los accidentes de Chernobyl y Fukushima.

### *Ocio y turismo*

Múltiples actividades de ocio necesitan agua para su normal desarrollo, de manera directa o indirecta.

Las zonas turísticas, especialmente de costa, son grandes demandantes de agua. En ellas pueden concentrarse importantes contingentes de población, sobre todo durante los meses cálidos y más soleados, que dependen del clima de cada parte del globo. En ellos suelen abundar las zonas ajardinadas, piscinas, parques acuáticos, zonas de ducha, etcétera. Los modos de vida desarrollados en ellas normalmente utilizan bastante agua. Es difícil la cuantificación de la demanda para uso turístico, pues está incorporada a la de abastecimiento urbano, por lo que son actividades que la incrementan. Dados los cambios en los modos de vida a finales del siglo XX y principios del siglo XXI se espera un progresivo aumento de la demanda para satisfacer estos usos, a los que podemos añadir algunos como la innivación artificial en estaciones de esquí de alta montaña con cierta irregularidad en la cubierta de nieve.

También muchos deportes se desarrollan en el agua, en medio marino y también en aguas continentales, como la pesca deportiva, el *rafting* o el remo, además del clásico baño.

No consumen agua y normalmente tampoco suponen deterioros significativos de su calidad, pero se desarrollan preferiblemente en zonas de agua de una cierta calidad. Posibles deterioros de esta o derivaciones para otros usos pueden interferir y dificultar su desarrollo normal. Por ejemplo una pérdida de calidad de las aguas de un río por contaminación o eutrofización puede significar el fin de actividades como la pesca, el remo o el baño en alguno de sus tramos, o la derivación de agua en ríos de montaña para generar hidroelectricidad en centrales fluyentes o mediante embalses puede afectar o incluso impedir en determinados periodos y tramos el piragüismo o el *rafting* aguas abajo.

Se prevé un aumento de las actividades de ocio a lo largo del siglo XXI, especialmente en los países en vías de desarrollo, debido al acceso de sectores cada vez más mayoritarios de la población, por lo que es muy probable que se incremente la conflictividad con otros usuarios.

### *Repercusiones sobre la calidad y la disponibilidad*

Muchos de los usos descritos significan pérdidas de calidad de las aguas, lo que dificulta o impide su uso posterior para otras actividades. Las afecciones a la calidad del recurso hídrico proceden en su mayor parte de ciertos usos del agua que provocan pérdidas de calidad, de diferente grado de intensidad y reversibilidad. También algunos usos suponen presiones sobre el recurso, tanto superficial como subterráneo.

Las principales consecuencias son:

- a) **Contaminación:** un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va destinada, para los que sería apta en su calidad natural. Algunos usos provocan contaminación concentrada (caso de la industria o el abastecimiento urbano). Las aguas así deterioradas se devuelven a los cauces naturales a través de la red de alcantarillado o saneamiento que vierten en puntos concretos, por lo que son fácilmente identificables las fuentes y los puntos de contaminación. En cambio, los usos agrícolas provocan la llamada contaminación difusa, que llega a los cauces naturales a través de escorrentías subterráneas o subsuperficiales, mucho más difíciles de localizar e identificar. En estos casos las fuentes de contaminantes suelen ser los productos químicos utilizados, como pesticidas, herbicidas o un posible exceso de fertilizantes. En el caso de la contaminación concentrada la depuración es relativamente sencilla mediante la instalación de plantas que recogen las aguas de la red antes de su vertido a los ríos. La contaminación difusa no se puede atajar con este sistema, por lo que es necesario hacerlo mediante la limitación del uso de los productos contaminantes en origen.

Los principales contaminantes y sus efectos son los siguientes:

- **Materia orgánica biodegradable:** disminuye el oxígeno disuelto en las aguas, lo que puede dañar a las especies más exigentes en este elemento.
  - **Sólidos en suspensión:** provoca turbidez, que disminuye la entrada de luz, dificultando la actividad fotosintética y pueden causar daños a algunas especies piscícolas.
  - **Presencia de sustancias peligrosas:** provocan toxicidad que afecta a plantas, animales, pudiéndose acumular en la cadena trófica.
  - **Eutrofización:** provoca una excesiva presencia de algas y el descenso de los niveles de oxígeno disuelto.
  - **Presencia de agentes tensoactivos:** provoca la formación de espumas superficiales que dificultan la oxigenación del agua al crear una película entre esta y la atmósfera.
  - **Contaminación térmica:** provoca la disminución de los niveles de oxígeno disuelto.
  - **Presencia de gérmenes patógenos:** pueden provocar enfermedades.
- b) **Sobreextracción:** es la extracción excesiva de aguas superficiales de sus cauces naturales para utilizarlas en irrigación, abastecimiento, usos industrial, energético, etcétera. Sus consecuencias son muy variadas, dependiendo del nivel de sobreextracción, el porcentaje de re-

tornos (que a su vez es variable según los usos del agua) y la calidad de estos retornos. Las principales son:

- Escasez o desabastecimiento aguas abajo, lo que puede dificultar o impedir cubrir las necesidades para regadío, usos industriales o, en casos extremos, abastecimiento urbano.
  - Conflicto entre usuarios al verse dañados sus intereses. También pueden mezclarse con conflictos entre territorios, pues los situados aguas abajo de las zonas de sobreextracción pueden sentirse agraviados y perjudicados por el uso que hacen los de aguas arriba. También puede traducirse en conflictividad entre Estados si se dan estas circunstancias.
  - Agravamiento de los problemas de contaminación. Al disminuir los caudales circulantes, si se mantienen estables los vertidos, la capacidad de dilución de la contaminación disminuye, y al aumentar su concentración se agravan sus efectos.
  - Dificultades para la navegación o la pesca, lo que puede tener repercusiones en la seguridad alimentaria de ciertas poblaciones.
- c) Sobreexplotación. Es la extracción excesiva de aguas subterráneas por encima de su recarga natural, provocando un descenso en el nivel de los acuíferos. Sus consecuencias también son múltiples, destacando:
- Disminución de la cantidad de agua circulante en los ríos superficiales debido a la conexión entre aguas subterráneas y superficiales y a la posible infiltración de aguas superficiales para recuperar los niveles de los acuíferos.
  - Subsidiencias en los suelos, que a su vez pueden provocar daños o deformidades en vías de comunicación, edificios, infraestructuras, etcétera.
  - Intrusiones marinas en los acuíferos costeros, lo que provoca su salinización que puede significar que queden inutilizados para su uso.
  - Posibles conflictos en acuíferos transfronterizos.

Los usos anteriormente analizados tienen repercusiones diferentes, tanto en la calidad como en la cantidad. Tradicionalmente se ha considerado al regadío como el de impacto más elevado, debido a su alta demanda (especialmente en zonas áridas y cálidas), su bajo porcentaje de retorno (se considera entre el 0 y el 20 % dependiendo de las técnicas utilizadas) y a la dificultad de luchar contra la contaminación difusa que provoca el excesivo uso de productos químicos, aunque también facilita la recarga en los acuíferos, pero acompañada de importantes pérdidas por evaporación.

Los usos urbanos pueden provocar elevadas demandas en el caso de grandes concentraciones de población, pero su porcentaje de retorno se calcula aproximadamente en el 80 %. Sí que pueden provocar escasez puntual en los tramos situados inmediatamente aguas abajo de las extracciones del cauce

natural y muy especialmente problemas de contaminación en los lugares de vertido si no se realiza una depuración adecuada, lo que ocurre en numerosas ciudades del mundo, especialmente en países de escaso nivel de desarrollo. El caso de los usos para la industria es muy similar, de hecho frecuentemente es difícil separarlos de los urbanos, pues suelen utilizar las mismas redes de abastecimiento y evacuación de residuos, especialmente en las zonas urbanas.

El aumento del nivel de desarrollo va acompañado de mayor presión sobre los recursos hídricos, lo que sin duda tiene consecuencias sobre la cantidad de agua disponible en aquellos lugares en los que se produzca mayor extracción para cualquier uso. También el aumento de vertidos, tanto concentrados como dispersos, provoca una pérdida de calidad que puede impedir o dificultar los usos posteriores de las aguas afectadas. Esta situación también es favorable a la aparición de nuevos conflictos entre usuarios del agua o incluso entre Estados afectados.

### Agua y desarrollo

Tras lo expuesto hasta aquí, es fácil deducir la importancia capital del agua en el desarrollo socioeconómico de los Estados y de la sociedad en conjunto. Podemos destacar su importancia en aspectos como:

- Mejoras de las condiciones higiénicas y disminución del riesgo de contraer ciertas enfermedades.
- Aumento de la seguridad alimentaria mediante el desarrollo de los regadíos.
- Mejoras en el abastecimiento de energía al romper el llamado círculo vicioso del agua y energía (figura 8), según el cual la escasa utilización de los recursos hídricos repercute en una escasa disponibilidad de energía lo que dificulta no solo la vida con unos mínimos niveles de comodidad, sino la posible instalación de negocios artesanales, turísticos o pequeñas industrias que puedan ayudar a crear riqueza y empleo.
- Posibilidad de desarrollo industrial, pues no puede haber industrialización sin agua garantizada.
- Desarrollo de sectores como el turismo o el ocio (para visitantes o población autóctona).

Para que un Estado pueda garantizar el abastecimiento de agua a los sectores y usuarios que lo requieren es necesario que tenga una cierta capacidad de gestión de su propio territorio y recursos hídricos. Significa que es capaz de regular los ríos, si es necesario, para lo que han de construir y gestionar infraestructuras de regulación, puede construir y mantener infraestructuras de conducción (canales y redes de distribución), potabilizadoras y depurado-

ras (ambas instalaciones demandantes de energía eléctrica). También puede ser necesaria, y en cualquier caso conveniente, la incorporación de la población afectada por la gestión o por algún proyecto de especial relevancia mediante procesos de participación y en muchos casos la negociación con otros Estados para llegar a acuerdos de gestión de cuencas compartidas, ríos o acuíferos internacionales.

Satisfacer las demandas de recurso hídrico supone, por lo tanto, contar con un marco legislativo adecuado y disponer de instituciones lo suficientemente fuertes como para hacerlo, algo que no en todos los países del mundo ocurre por la debilidad institucional que sufren algunos de ellos, que les imposibilita asegurar el cumplimiento de las leyes y realizar un control efectivo de su territorio y recursos. Así, encontramos una fuerte relación entre escaso desarrollo, debilidad institucional y falta de adecuada satisfacción de las necesidades de agua para la economía y la población. En muchos países en los que el porcentaje de población con acceso a fuentes de agua mejorada es bajo (figura 1) la cantidad de recurso hídrico disponible per cápita es muy alta. Congo, con menos del 50 % de su población con acceso a agua mejorada, cuenta con un índice de disponibilidad de recursos hídricos (TARHH) de 217.920 m<sup>3</sup>/persona y año (dato de 2005, «El agua una responsabilidad compartida», 2006) que está entre los más elevados del mundo. Mozambique, con un porcentaje de acceso a agua mejorada similar al de Congo, dispone de más de 11.320 m<sup>3</sup>/persona y año.

Por el contrario, Israel, donde prácticamente el total de su población dispone de acceso a agua mejorada, dispone de solo TARHH de solo 250 m<sup>3</sup>/persona y año, o Kuwait de solo 8 m<sup>3</sup>/persona y año.

El uso adecuado de los recursos hídricos de un país, sin duda, es un elemento fundamental en el proceso de desarrollo, mientras que la no satisfacción de las necesidades de recurso de la población y sectores económicos supone un lastre que dificulta la mejora de calidad de vida de la población, el desarrollo de la mayoría de los sectores económicos y, en casos límite, el abandono de situaciones de pobreza extrema.

### **Un recurso estratégico, fuente de conflicto y oportunidad de cooperación**

El agua es fuente de tensión en muchos lugares del mundo, especialmente en aquellos en los que se dan ciertas circunstancias, como progresiva presión para su aprovechamiento o la existencia de algún Estado que desarrolle políticas de gestión o aprovechamiento que causen perjuicio a otros Estados (o estos perciban que lo hace).

Parecería lógico que una escasez creciente del recurso condujera a un aumento de la conflictividad entre los usuarios y también entre los Estados. Sin embargo, las investigaciones sistemáticas sobre los indicadores de conflic-



tos por aguas transfronterizas de Kramer, A., *et al.*<sup>10</sup>, no encontraron ningún parámetro físico estadísticamente significativo. Según la mencionada obra los climas áridos no son más proclives al conflicto que los húmedos y, en realidad, durante los periodos de sequía la cooperación internacional aumentó. De hecho, no se demostró un nexo causal con casi ninguna variable en sí: las democracias eran tan propensas al conflicto como las autocracias, los países ricos como los pobres, los países con alta densidad demográfica como los pocos poblados y los grandes como los pequeños. Según estos autores la clave del éxito de las prácticas de gestión en zonas áridas es la capacidad de las instituciones. Afirman que los países naturalmente áridos cooperan para conseguir agua: para vivir en un medio en el que el agua escasea las poblaciones se adaptan a él elaborando estrategias institucionales: acuerdos oficiales, grupos de trabajo oficiosos o relaciones generalmente cordiales. Los citados investigadores también llegaron a la constatación de que la probabilidad de conflicto aumentaba significativamente cuando entraban en juego dos factores:

- Si el entorno físico o político de la cuenca experimenta un cambio de gran magnitud o rápido, como la construcción de una presa, un programa de riego o una reestructuración territorial.
- Si las instituciones existentes son incapaces de asimilar y hacer frente eficazmente a ese cambio.

En similar línea de investigación, Carius *et al.*<sup>11</sup> afirman que el conflicto no es el resultado inevitable de la escasez.

Según Gorvachov, M. (2008)<sup>12</sup> el concepto de «Agua para la paz» tiene tres manifestaciones principales:

- La relación multifacética entre el agua y la guerra. En épocas de tensión política o étnica y en conflictos civiles, regionales o de reconstrucción de posguerra tener una estrategia hídrica sólida y bien ejecutada que tenga en cuenta tanto el recurso natural como su gestión y distribución es decisivo para evitar la violencia y facilitar que los ciudadanos construyan comunidades estables y pacíficas. Para crear condiciones de paz a largo plazo, el mejor medio es luchar contra la pobreza, el hambre y las enfermedades. El agua es clave para conseguirlo. Estudios recientes han revelado que dos de los indicadores más claros de los conflictos de alta intensidad son las sequías prolongadas y la mortalidad infantil elevada, lo que constituye un cóctel especialmente mortífero si lo combinamos con

<sup>10</sup> Kramer, A.; Wolf, A.; Carius, A., y Dabelko, G., «Cooperación y conflictos en torno al agua». Claves para manejarlos. Un mundo de ciencia (número especial). Vol. 11, n.º 1. (enero-marzo), pp. 3-12. UNESCO. 2013.

<sup>11</sup> Carius, A.; Dabelko, G. D. y Wolf, A. T. «Water, conflict, and cooperation». ECSP Report, n.º 10, pp. 60-66. 2004.

<sup>12</sup> Gorvachov, M. «Agua para la paz, paz para el agua». Ed. Expoagua Zaragoza. 2008.

la proliferación de armas de bajo calibre<sup>13</sup>. No haber caído en la importancia del agua en regiones áridas inestables, especialmente después de conflictos, ha ocasionado que haya amplias franjas del mundo atrapadas en círculos viciosos de violencia y pobreza que han durado décadas.

- El suministro de agua y servicios sanitarios seguros, fiables y equitativos es la base de la relación de los ciudadanos con sus autoridades públicas locales. Tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo la vida cotidiana se ve interrumpida por la necesidad constante del agua. El abastecimiento de agua crea una relación de total dependencia entre las personas y los proveedores del servicio, un fallo en este suministro puede debilitar rápidamente la autoridad moral de la Administración responsable del servicio y originar descontento civil que puede llevar a revueltas e inestabilidad.
- Las cuencas hidrográficas compartidas que hay en el Planeta en las que vive el 40 % de la población mundial (casi 3.000 millones de personas). Dado que ni los ríos «respetan» las fronteras ni sus cuencas coinciden con los Estados en muchos casos, es necesario que los Estados que comparten una cuenca realicen una gestión basada en la cooperación y en el derecho internacional. El agua es, por su misma naturaleza, un recurso de tipo indivisible. A nivel nacional un Estado ejerce el dominio (o propiedad) sobre las aguas que nacen y mueren dentro de su territorio, pero los Estados que comparten un río ejercen una especie de condominio sobre las aguas del mismo, que se fundamenta en la indivisión natural de las aguas y que deriva en una soberanía compartida del agua.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación de 1997 establece una serie de facultades y deberes para los Estados que tienen parte o todo su territorio en cuencas compartidas. Entre ellos:

- Utilización equitativa. La Convención de 1997 establece en su artículo 5 que «Los Estados del curso de agua utilizarán en sus territorios respectivos un curso de agua internacional de manera equitativa y razonable. En particular, los Estados del curso de agua utilizarán y aprovecharán un curso de agua internacional con el propósito de lograr la utilización óptima y sostenible y el disfrute máximo compatibles con la protección adecuada del curso de agua, teniendo en cuenta los intereses de los Estados del curso de agua de que se trate». Como el concepto de utilización equitativa es ambiguo, la Convención de 1997 establece una serie de factores (geográficos, necesidades de los Estados ribereños, población, efectos de los usos, etcétera) para la determinación de la misma.

Para determinar lo que constituye una utilización equitativa y razonable se examinarán conjuntamente todos los factores pertinentes y se llegará a una

---

<sup>13</sup> Gorvachov, M. 2008. *Op. cit.*

conclusión sobre la base del conjunto de esos factores. Un posible conflicto entre los diferentes usos del agua en un curso internacional se ha de resolver teniendo en cuenta la satisfacción de las necesidades humanas vitales.

- Deber de no causar daño. No existe en Derecho Internacional una prohibición absoluta de no contaminar, pero el artículo 7 de la Convención de 1997 establece que «los Estados del curso de agua, al utilizar un curso de agua internacional en sus territorios, adoptarán todas las medidas apropiadas para impedir que se causen daños sensibles a otros Estados del curso de agua». Es una obligación derivada del «principio de buena vecindad». Según él los Estados parte de una cuenca compartida deben abstenerse de realizar, dentro de sus respectivas jurisdicciones, cambios en el régimen existente que puedan afectar en forma adversa al aprovechamiento de la cuenca que pueda hacer otro Estado parte de la misma.
- Deberes procesales. Los Estados tienen un deber de intercambiar información sobre el estado de la cuenca, particularmente aquellos de carácter hidrológico, meteorológico, ecológico y de calidad de las aguas. Antes de la ejecución de una medida que pueda causar un efecto perjudicial sensible a otros Estados del curso de agua, el Estado que la proyecte deberá notificarla oportunamente a otros Estados.
- Protección de los ecosistemas. Los Estados protegerán y preservarán individualmente, y cuando proceda en forma conjunta, los ecosistemas de los cursos de agua internacionales.

Las medidas proyectadas no serán ejecutadas sin el consentimiento de los Estados a los que se haga la notificación. Sin perjuicio de los plazos mencionados y, teniendo en cuenta las disposiciones sobre uso equitativo y el deber de no causar un daño significativo, las medidas proyectadas podrán ser inmediatamente ejecutadas en aquellos casos en los cuales ello sea necesario para proteger la salud y la seguridad públicas u otros intereses igualmente importantes.

No queda muy claro en la Convención de 1997 a qué se refiere cuando habla de ecosistemas, si a los ribereños de cada país o al ecosistema fluvial en conjunto, pero teniendo en cuenta la necesidad de aplicar un enfoque por ecosistemas, recogido en la propia Convención, la lectura más adecuada que puede darse a los interrogantes es que se refiere al ecosistema del curso de agua en su totalidad.

Una parte esencial en la protección de los ecosistemas es la necesidad de mantener caudales ambientales, que está siendo aceptada de manera creciente como un componente esencial de la gestión integrada del agua. El concepto de caudal ambiental (en ocasiones denominado ecológico) ha evolucionado mucho y está sujeto a múltiples interpretaciones y sistemas de cálculo, pero en general se refiere al caudal mínimo que hay que respetar en

los cuerpos de agua naturales para que se mantengan los valores naturales de los mismos y los bienes y servicios que aportan (agua potable, recarga de acuíferos, usos recreativos, pesquerías, valores estéticos, etcétera).

No obstante, consideramos muy importante señalar que el mero reconocimiento del medio ambiente como «usuario del agua» no es suficiente si no va acompañado de medidas para asegurar su cumplimiento, como por ejemplo: organizativas, preventivas, disuasorias, de participación, etcétera.

Según la Comisión de Derecho Internacional de las Naciones Unidas, los principios generales que pueden ayudar a prevenir conflictos asociados a los recursos hídricos e incluso a resolverlos<sup>14</sup> son los siguientes:

- Utilización equitativa. Implica que los Estados de una cuenca tienen derecho a una porción razonable y equitativa del uso beneficioso del agua compartida.
- Prevención de perjuicios importantes a otros Estados: obligación de no causar daños importantes a otros Estados mediante acciones que afecten a cursos de agua internacionales.
- Obligación de notificar e informar a otras naciones sobre acciones o actividades que puedan afectarles.
- Obligación de compartir datos. Es un principio en el que se ha avanzado mucho, a lo que ha contribuido la facilidad para acceso y puesta en común de información, pero en algunas zonas del mundo todavía la información sobre recursos hidráulicos se considera clasificada y se niega a los vecinos.
- Gestión cooperativa de los ríos internacionales. Derecho de todos los Estados de una cuenca a tomar parte en el desarrollo, uso y protección de los recursos hídricos compartidos.
- Obligación de resolver las disputas de modo pacífico.

Se ha denominado «Hidrodiplomacia» a estos principios generales que afectan a doscientas setenta y seis cuencas hidrográficas compartidas en el mundo. Por lo tanto, casi tres mil millones de personas dependen de una colaboración todavía escasa, pero que ha de incrementarse, que les asegure el abastecimiento con garantías de este bien imprescindible. Se trata de un enorme potencial de colaboración internacional en el que se ha avanzado, especialmente en algunas zonas del mundo, pero no lo suficiente. Por el contrario, si la gestión de las cuencas de ríos internacionales queda supeditada a intereses nacionalistas o de grupos de poder, el potencial de generación de carencias, disputas y conflictos es enorme.

---

<sup>14</sup> Carrillo, L., «La geohídrica. Nuevo paradigma de las relaciones internacionales para alcanzar el desarrollo sostenible». Ed. Ministerio de Relaciones Exteriores de Perú. Lima. 2008.

Actualmente la tendencia internacional camina hacia un enfoque integral de cuenca y del curso de agua que establece algún límite fronterizo entre Estados<sup>15</sup>. La regulación y la gestión de los recursos hídricos con un enfoque de cuencas requieren una integración del agua superficial con otros recursos interconectados, principalmente con el agua subterránea (*Winter et al.*, 1998)<sup>16</sup>. Debido a su estrecha interrelación se deben considerar como un recurso único, lo que refuerza la necesidad de cooperación encaminada a la gestión integral de recursos subterráneos y superficiales compartidos.

Es de prever un aumento de la actividad diplomática para reforzar la colaboración, sobre las bases citadas anteriormente, y un incremento del intercambio de conocimientos técnicos, información sobre recursos hídricos compartidos, etcétera.

### La necesidad de realizar una gestión racional

#### *A escala nacional*

Los Estados tienen una serie de obligaciones respecto al derecho al agua que fundamentalmente son:

- La obligación de respetar: exige a los Estados que se abstengan de obstaculizar directa o indirectamente el goce del derecho al agua. Como consecuencia de su aplicación los Estados deberán abstenerse de: contaminar los recursos hídricos que impidan sus usos posteriores, efectuar cortes arbitrarios e ilegales de los servicios de agua y saneamiento, reducir el suministro de agua potable a los asentamientos precarios para satisfacer la demanda de otras zona, destruir los servicios y la infraestructura de abastecimiento de agua como castigo durante un conflicto armado o agotar los recursos de agua que los pueblos indígenas utilizan.
- La obligación de proteger: exige a los Estados que impidan a terceros toda injerencia en el disfrute del derecho al agua. Por lo tanto, los Estados deberían adoptar legislaciones u otras medidas para asegurarse de que los usuarios privados (la industria, los proveedores de agua, etcétera) acaten las normas de derechos humanos relacionadas con el derecho al agua. Por ejemplo, los Estados deberían adoptar las medidas legislativas y de otra índole necesarias para garantizar que terceros no efectúen cortes arbitrarios de los servicios de agua y saneamiento, que las comunidades estén protegidas contra la extracción excesiva por terceros

<sup>15</sup> Del Valle, J., y Escribano, F. «La creciente importancia del agua como recurso estratégico: el caso de las cuencas hidrográficas compartidas». Actas del I Congreso Internacional de Historia Militar, p. 6, Granada. 2014.

<sup>16</sup> *Winter et al.*, «Ground Water and Surface Water, a single resource». US Geological Survey Circular 1139, Estados Unidos, 1998.

de los recursos de agua que necesitan para beber, que la seguridad física de las mujeres y los niños no se vea amenazada cuando van a recoger agua o utilizan servicios de saneamiento situados fuera del hogar, que las leyes relativas a la propiedad de la tierra no impidan a las personas y las comunidades acceder a agua potable, etcétera.

- La obligación de realizar exige a los Estados que adopten medidas legislativas, administrativas, presupuestarias, judiciales, de promoción y de otra índole, adecuadas para hacer plenamente efectivo el derecho al agua. Los Estados deben adoptar una política nacional sobre los recursos hídricos que priorice los usos personales y domésticos esenciales, defina la extensión de los servicios de abastecimiento de agua (centrándose en los grupos desfavorecidos), determine los recursos disponibles para cumplir esos objetivos, especifique la forma más rentable de utilizarlos, indique las responsabilidades y los plazos para llevar a la práctica las medidas necesarias y vigile los resultados, garantizando una reparación adecuada en caso de violación.

En virtud de esta obligación, los Estados deben, en la medida que lo permitan los recursos disponibles, hacer extensivos los servicios de agua y saneamiento a los grupos vulnerables y marginados, aumentar la accesibilidad a los servicios de agua y saneamiento, y velar por una educación apropiada sobre el uso correcto del agua y los servicios de saneamiento, la protección de las fuentes de agua y los métodos para reducir al mínimo el desperdicio. La aplicación de esta obligación permite prever un aumento de la construcción de infraestructuras, especialmente en los Estados que todavía tienen un importante porcentaje de población sin acceso a agua mejorada o de saneamiento.

Las empresas y el sector privado también son actores importantes, pues los proveedores intervienen directamente en el suministro. Las empresas pueden contribuir positivamente al disfrute de los derechos humanos, pero también pueden dañarlo o impedirlo, por ejemplo a través de la contaminación, la sobreexplotación o la apropiación de los recursos hídricos. La responsabilidad de que los agentes privados respeten los derechos humanos es de los Estados, pero las empresas tienen la obligación de respetar todos ellos, incluido el derecho al agua.

La normativa internacional de derechos humanos no indica si los servicios de abastecimiento de agua deben ser prestados por proveedores públicos o privados, o por una combinación de ambos. Sin embargo, el marco de derechos humanos exige a los Estados que velen porque, independientemente de quien lo preste, este servicio garantice el acceso en pie de igualdad a recursos de agua potable asequible, suficiente, salubre y aceptable.

Las autoridades locales son responsables, con frecuencia, del abastecimiento de agua potable y de los servicios de saneamiento, pero en su Observación General número 15 el Comité de Derechos Económicos y Sociales de las Na-

ciones Unidas subrayó que, cuando el suministro de agua se haya delegado en las autoridades regionales o locales, el Estado deberá velar para que las autoridades no discriminen y dispongan de recursos suficientes para mantener y ampliar la prestación y la calidad de los servicios de abastecimiento de agua.

Al margen de las obligaciones señaladas, existen diferentes modelos de gestión de recursos hídricos en los Estados. En algunos casos se han implementado modelos de gestión basados en las cuencas hidrográficas. Aunque existen diferencias entre ellos, especialmente en las características y competencias de los organismos de gestión, en general pueden considerarse adecuados al adaptarse la Administración a las unidades naturales del agua en superficie. Este modelo también facilita la creación de organismos internacionales de gestión en el caso de las cuencas hidrográficas compartidas.

Consideramos importante señalar que, dada la creciente presión sobre el recurso hídrico que se observa de forma generalizada, es presumible un aumento de la conflictividad entre usuarios y entre territorios dentro de un mismo Estado. Por ello, una adecuada gestión de estos ha de prever esta posibilidad y contar con sistemas para evitarla o, en su caso, rebajarla. Políticas de transparencia y mecanismos de participación de ciudadanos, afectados y usuarios en la toma de decisiones sobre políticas de agua suelen ser beneficiosas, pues permiten mostrar los diferentes planteamientos e intereses y acercar posturas.

En cualquier caso, lo expuesto hasta aquí supone que los Estados han de tener la suficiente fortaleza institucional como para que los organismos encargados de la gestión de los recursos hídricos sean capaces de implementar en sus territorio las políticas establecidas.

### *En cuencas y acuíferos compartidos*

Las doscientas setenta y seis cuencas hidrográficas compartidas que existen en el planeta son una realidad física y geopolítica de gran importancia, pues como ya se ha expuesto la gestión del agua que se realice en ellas afecta aproximadamente al 40 % de la población mundial.

Todo Estado por el hecho de pertenecer a la Comunidad Internacional renuncia al ejercicio ilimitado de su soberanía territorial y a la invocación de la integridad absoluta de su territorio, por lo que su soberanía sufre una restricción parcial. Sus acciones no deben causar un daño a Estados vecinos y debe tolerar las consecuencias o efectos de poca importancia de actos realizados por Estados vecinos, en tanto y cuanto tales efectos provengan del uso lícito de la propiedad y no afecten intereses de una cierta magnitud<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Aguilar, G., e Iza, A., «Gobernanza de aguas compartidas. Aspectos jurídicos e institucionales». UICN, serie de política y derecho ambiental n.º 58, Bonn. 2009.

Los principios fundamentales que rigen la actuación de los Estados en el uso de las aguas de una cuenca compartida son los siguientes:

- Cooperación: es un deber que deriva de la idea de unidad de la cuenca hidrográfica y de la comunidad de intereses existente entre los Estados que forman parte de ella. Solamente mediante la cooperación entre todos los Estados de una cuenca compartida se puede lograr un desarrollo sostenible de la misma y mantener su integridad ecológica. Se trata de un deber general que no especifica qué instituciones y hasta qué grado tienen que cooperar. Una vez más destacamos que la existencia de instituciones con competencias adecuadas y suficiente capacidad es fundamental para llevar a cabo este principio.
- Gestión integrada: se manifiesta de dos maneras:
  - Por una parte, se refiere a la integración en la gestión de las diferentes fases del agua. Así, los Estados deberán hacer esfuerzos por alcanzar una gestión unificada de las aguas superficiales, subterráneas y otras aguas que se estime necesario.
  - Por otra, se refiere a la incorporación de otros recursos naturales. En virtud ella, los Estados deberán hacer esfuerzos por integrar adecuadamente la gestión de las aguas con la de otros recursos naturales.
- Sostenibilidad: en el contexto actual de creciente presión sobre el recurso hídrico la sostenibilidad es un principio esencial para lograr un equilibrio entre desarrollo y conservación de los valores naturales. Se relaciona estrechamente con el principio de precaución, que implica que los Estados deben adoptar todas las medidas necesarias para prevenir, reducir o controlar un daño al medio hídrico cuando exista el riesgo de un efecto negativo, incluso en aquellos casos en los que no haya pruebas contundentes de relación causal.
- Prevención del daño: supone que cada Estado que forma parte de una cuenca compartida tiene el derecho de aprovechar la parte de la cuenca que se encuentra bajo su jurisdicción, siempre que dicho aprovechamiento no afecte en forma significativa al derecho de los otros Estados de la misma. De él se deriva la obligación de prever y minimizar el daño ambiental. Guarda estrecha relación con el principio de sostenibilidad y se orienta a asegurar la continuidad de los ecosistemas y de la vida en el planeta.
- Participación, con dos aspectos fundamentales:
  - Participación equitativa de los Estados de la cuenca. Indica que los Estados que son parte de una cuenca compartida tienen el derecho a participar en la gestión de las aguas de dicha cuenca en forma equitativa, razonable y sostenible. Los acuerdos celebrados entre los Estados parte de una cuenca compartida pueden definir las aguas a las que dichos acuerdos se aplican, pues pueden aplicarse a toda o parte de la cuenca, a



un proyecto o a un uso específico de las aguas, dependiendo de la voluntad de los Estados que realizan dicho acuerdo. Este principio indica que ningún acuerdo podrá afectar los derechos de un Estado de la cuenca sin su propio consentimiento.

- Participación pública. Indica que los Estados deben tomar las medidas necesarias para asegurar que las personas que puedan verse afectadas puedan participar en el proceso de toma de decisiones respecto de la gestión de las aguas. No obstante, su aplicación a las aguas es muy genérico, por lo que cada Estado puede materializarlo de formas muy diferentes.

### Casos concretos

Existen numerosos casos de discrepancias por la utilización del agua entre Estados cuyo territorio se localiza en la misma cuenca hidrográfica y que tienen intereses enfrentados. En ellos no se ha producido, hasta el momento, un nivel de cooperación suficiente como para llegar a acuerdos de gestión de los recursos hídricos, por lo que se detectan situaciones de tensión en diferentes grados. Algunos ejemplos significativos pueden ser:

#### *El mar de Aral y sus ríos tributarios*

Kirguistán y Tajikistán son los dos principales «productores de agua» de la región, pues en ellos nace o se alimentan principalmente las corrientes fluviales más importantes de la zona: los ríos endorreicos Amu Darya y Syr Darya (mucho menos caudaloso que el anterior), ambos tributarios del mar de Aral (figura 9). Aguas abajo se localizan Uzbekistán, Turkmenistán y Kazajistán, con una fuerte dependencia de los recursos hídricos de estos dos ríos.

Durante el periodo soviético se construyeron grandes sistemas de regadío para producir algodón a gran escala con aguas del río Syr Darya, actualmente en su mayor parte en territorio de Turkmenistán y Uzbekistán. El consumo de agua relacionado con estos regadíos tiene una influencia notable en un fenómeno que se sufre en la región: la reducción del mar de Aral.

Turkmenistán, Kirguizistán y Tayikistán no tienen fuentes importantes de petróleo y gas natural para proveer de calefacción y electricidad a su población y a su economía. Los principales proveedores de electricidad en estos tres países son las centrales hidroeléctricas. Por lo tanto sus reservas de agua son necesarias para producir electricidad en el frío invierno, pero también para regar los campos de algodón durante el verano en los países corriente abajo. Por ello, actualmente Kirguistán está llevando a cabo el proyecto Kambaratinsk, la construcción de un conjunto de presas en el río Naryn, afluente del Syr Darya. También Tayikistán está construyendo la gran presa



Figura 9. Cuencas hidrográficas de los ríos Amu Darya y Syr Darya, principales aportaciones del mar de Aral.

Fuente: <http://www.karakalpak.com/stanaral.html><sup>18</sup>.

de Rogun, con objetivos principalmente hidroeléctricos. A Kirguistán y Tayikistán les interesará turbinar caudales de las centrales hidroeléctricas en los periodos de mayor demanda de electricidad (invierno principalmente), generando así caudales circulantes por los ríos. Por el contrario, a los países situados aguas abajo, especialmente Turkmenistán y Uzbekistán, les interesan los caudales de primavera y verano para poder satisfacer las necesidades de las grandes plantaciones de algodón.

Se puede así dibujar un panorama de intereses enfrentados entre los dos países que controlan las cabeceras de ambos ríos (Kirguistán y Tayikistán) con los restantes de la región (Uzbekistán, Turkmenistán y Kazakistán).

En este contexto se localiza el mar de Aral, uno de los principales lagos interiores de Asia Central, que ha visto cómo se ha reducido su volumen de agua y la superficie ocupada de una forma drástica durante finales del siglo XX y principios del XXI. Se trata de un fenómeno muy relacionado con la extensión a gran escala de los mencionados regadíos orientados al algodón, en los tramos medio y bajo de los ríos Syr Darya y Amu Darya. La ampliación de los mismos alcanzó la enorme cifra de 7 millones de hectáreas (figura 10), para lo que se construyó un sistema de más de noventa presas y unos 24.000 km de canales de regadío. Inmensos planes de regadío desarrollados y puestos en práctica en un periodo en el que toda la zona estaba incorporada a la

<sup>18</sup> <http://www.karakalpak.com/stanaral.html>. Consultado diciembre de 2016.



Figura 10. Principales zonas de regadío en la cuenca del mar de Aral. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Unión Soviética y sometida a un régimen político totalitario de planificación centralizada.

Estos usos masivos de los caudales de los dos ríos, principales tributarios del mar de Aral, ha significado un enorme descenso en su aportación al mencionado lago, por lo que este ha reducido su volumen en aproximadamente un 75 % desde los valores de 1960, cuando era la segunda superficie de agua de mayor extensión de Asia Central después del mar Caspio. Actualmente el mar de Aral ha quedado reducido a un conjunto de cuencas lacustres desconectadas (figura 11), lo que ha dejado al descubierto su antiguo lecho. Al tratarse de un lago salado su fondo seco está cubierto de una costra de sal con presencia de componentes químicos procedentes de la escorrentía de las tierras de regadío próximas. Esta costra es removida y arrastrada por el viento, lo que provoca las llamadas «deposiciones salinas» secas o en forma de lluvia en miles de kilómetros cuadrados de su entorno, con las lógicas consecuencias sobre la salinización de las tierras y la pérdida de fertilidad. También la salud de los habitantes de su entorno se ha visto dañada, pues han aumentado de forma exponencial las enfermedades de la vista, respiratorias e incluso cancerígenas, como consecuencia de la presencia en el aire de partículas procedentes de la mencionada deposición salina con elementos químicos en el fondo seco del antiguo lago, procedentes de las escorrentías de los miles de hectáreas de tierras irrigadas en sus ríos tributarios.

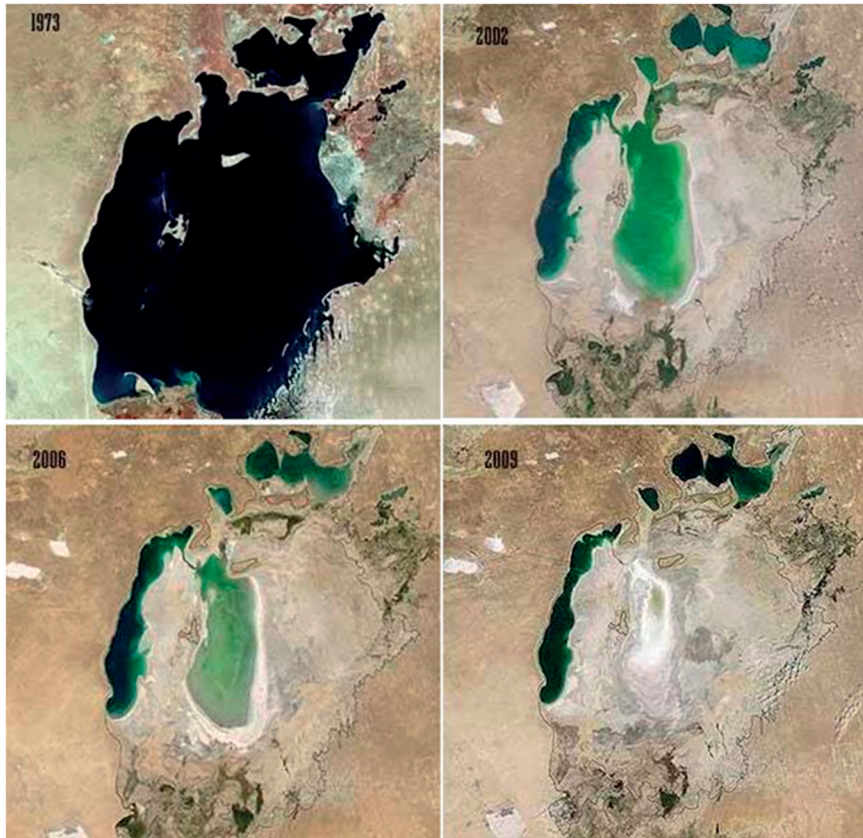


Figura 11. Extensión del mar de Aral a través de imágenes de satélite.

Fuente: <http://jadonceld.blogspot.com.es/2012/07/la-muerte-del-mar-aral-un-desastre.html><sup>19</sup>.

Otra consecuencia importante ha sido el descenso intensísimo de las capturas pesqueras: 50.000 Tm de pescado en 1959, lo que era materia prima de una importante industria de transformación para la exportación, y 5.000 Tm en 1994.

Las repercusiones ambientales también son evidentes, con una fuerte disminución de la biodiversidad tanto en sus aguas como en sus litorales, ahora convertidos en costas fósiles en muchos casos a kilómetros del contacto con la actual lámina de agua.

El mar de Aral está repartido entre Kazajistán y Uzbekistán, países que sufren especialmente los efectos mencionados, aunque el transporte de sales y productos químicos alcanza a muchos kilómetros de distancia desde el lago. Los regadíos, principal causa del desastre económico y ambiental, se

<sup>19</sup> <http://jadonceld.blogspot.com.es/2012/07/la-muerte-del-mar-aral-un-desastre.html>. Consultado enero de 2017.

sitúan, como se ha desarrollado anteriormente, fundamentalmente en Turkmenistán y Uzbekistán (figura 10).

### *El caso del Nilo*

El Nilo es el río más largo del planeta (6.700 km considerando desde el nacimiento de su tributario el Kagera) y estructura una cuenca de gran complejidad geopolítica, marcada por la variedad y diversidad natural, la pobreza (cuatro países entre los más pobres del mundo), el fuerte crecimiento demográfico, la inestabilidad y la degradación ambiental<sup>20</sup>.

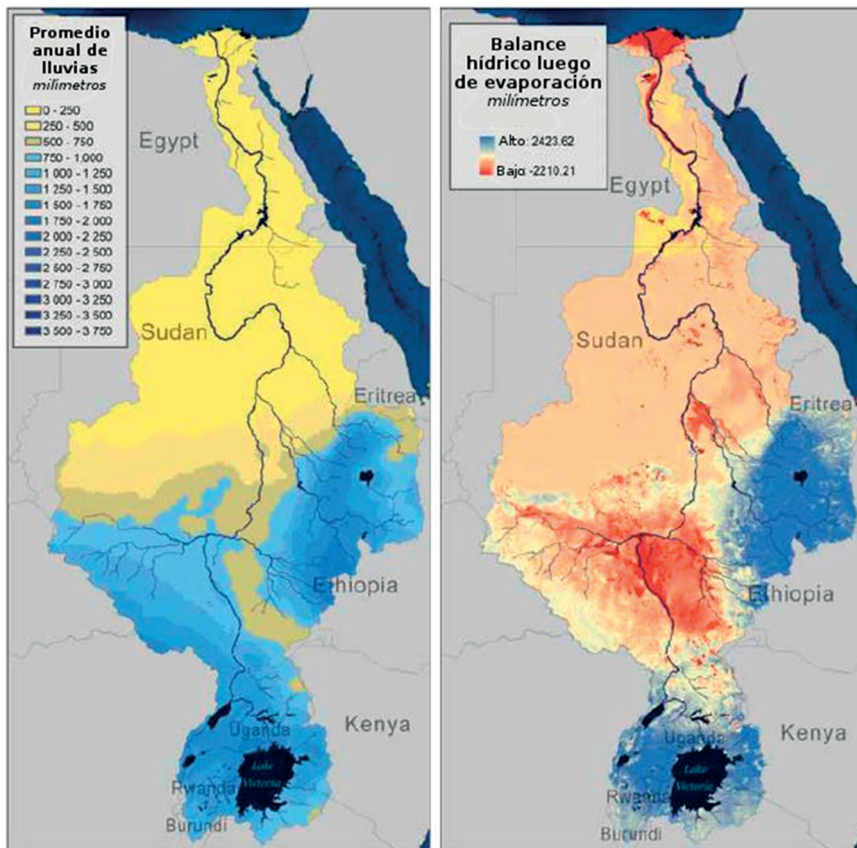


Figura 12. Precipitación media anual y balance hídrico en la cuenca del Nilo.  
Fuente: <https://juanmgeo.files.wordpress.com/2013/06/nilo2.jpg><sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Abu Zeid, M., en Gorbachov, M., «Agua para la paz». Colección Palabras del Agua. Ed. Tribuna del Agua, Expoagua Zaragoza. 2008.

<sup>21</sup> <https://juanmgeo.files.wordpress.com/2013/06/nilo2.jpg>. Consultado enero de 2017.

Su cuenca se reparte entre once países (incluyendo Sudán del Sur, escindido de Sudán). La clave del caudal del río capaz de atravesar de sur a norte el desierto del Sahara está en sus dos principales fuentes de agua: los lagos Victoria y Alberto, principales aportes de su cabecera (el llamado Nilo Blanco) y las montañas de Etiopía, que reciben abundantes precipitaciones en la estación de las lluvias, donde se forma el Nilo Azul. Debido a la fuerte evaporación que sufre el río al atravesar el desierto, la gran mayoría del agua que discurre por su tramo bajo, en territorio egipcio, procede del Nilo Azul, y por lo tanto de Etiopía. Pese a esta distribución en la que la inmensa mayoría de los recursos hídricos se genera en los sectores alto y medio oriental de la cuenca (figura 12), sin duda los países más beneficiados por las aguas del río son Sudán y muy especialmente Egipto, países en los que no hay pluviosidad efectiva (o muy escasa en el caso de Sudán), siendo incluso la evaporación superior a la aportación.

El reparto de las aguas del Nilo es motivo de una disputa ya antigua. En 1929, bajo dominio del Imperio británico, se firmó un tratado internacional que ha gobernado el reparto de los recursos hídricos. Fue modificado ligeramente en 1959, y otorga a Egipto una posición privilegiada: más de 50.000 millones de m<sup>3</sup> (de un total de 84.000) para un país que prácticamente no aporta nada al caudal del río, y el derecho a vetar la construcción de cualquier embalse más allá de sus fronteras, con lo que controla en buena medida la cuenca desde la desembocadura, hipotecando los usos del agua de los países situados aguas arriba.

Entre Egipto y Sudán acaparan más del 90 % del caudal del Nilo, algo que el resto de los países de la cuenca consideran injusto. Egipto esgrime el argumento de que el reparto de agua debe hacerse basándose en las necesidades y no en las aportaciones de cada país, algo que les favorece, pues satisfacen aproximadamente el 95 % de sus necesidades hídricas con caudales procedentes del gran río. Debido a su población (casi 92 millones en 2016) es el país que menos agua dispone por habitante de la cuenca.

Movidos por este descontento, siete países no árabes de la cuenca firmaron en 2010 el Acuerdo de Entebe, que modifica a su favor el reparto de caudales, lo que puso en alerta a Egipto. Ni Egipto ni Sudán firmaron el mencionado acuerdo, aumentando la tensión cuando un año después Etiopía (uno de los países que más recurso hídrico aporta) anunció una importante ampliación en su proyecto hidráulico «Renacimiento» (entonces en fase inicial) para aumentar la superficie con regadío en el país. El descontento egipcio con dicho proyecto es manifiesto. Según Etiopía el proyecto no afecta a la disponibilidad de agua de Egipto, pues es para producción hidroeléctrica y no para regadío, pero Egipto lo niega, afirmando que las pérdidas por evaporación y el uso para la población del entorno restarán recurso y que los informes de impacto elaborados no son suficientes.

En 2013 el presidente egipcio M. Morsi afirma que «se barajan todas las opciones», haciendo referencia al conflicto con Etiopía<sup>22</sup>. La posterior caída de Morsi no quita valor a un posicionamiento de Estado.

Otra posibilidad barajada por el Gobierno de El Cairo es ahogar la necesaria financiación externa del proyecto, ya que Etiopía no cuenta con recursos propios suficientes.

En cualquier caso, consideramos necesario señalar que las tensiones descritas se enmarcan en un contexto de relaciones tradicionalmente escasas entre Egipto y los países de los sectores medio y alto de la cuenca, unido a la escasa vinculación con el resto de África que siente el país egipcio. No obstante, después de la revolución de 2011 se aprecian indicios para resolver el conflicto del agua a través de la diplomacia. Se han multiplicado los contactos y visitas de delegaciones egipcias a otros países de la cuenca y se ha creado un comité mixto con Etiopía para estudiar los impactos del proyecto «Renacimiento». Sin duda, unas relaciones de cooperación más estrechas entre Egipto y el resto de países de la cuenca del Nilo ayudarían a suavizar las tensiones, y algunas políticas de ahorro del agua, concienciación de la población y mejora de las técnicas de regadío (en su mayor parte por inundación) ayudarían a disminuir la dependencia egipcia de los recursos hídricos aportados por el Nilo.

### *El control de los ríos Tigris y Éufrates*

Ambos ríos que delimitan la región de la antigua Mesopotamia nacen en el mismo Estado: Turquía (figura 13), que disfruta de una situación de privilegio sobre los países que atraviesan las dos corrientes fluviales (Siria e Irak). Esta situación otorga a Turquía una ventaja para el control de ambas corrientes, pues en su territorio se localizan los dos tramos altos. Es un caso similar al del Nilo Azul en Etiopía, pero Turquía cuenta con una fuerza política y económica mucho mayor que el país africano y puede explotar esta ventaja, pues es capaz de financiarlo con sus propios recursos.

En la región no existe ningún tratado para el aprovechamiento conjunto de los dos grandes ríos, que discurren por una zona cuya tradicional inestabilidad se ha acentuado en los últimos años con el asentamiento en la zona de Dáesh. Además cuenta con gran valor para el abastecimiento energético de países lejanos, a través de su desembocadura en un estuario conjunto (Chat el Arab) en el golfo Pérsico o bien a través de oleoductos hacia el Mediterráneo.

Existe un gran proyecto hidroeléctrico, el llamado proyecto de Anatolia del Sudeste (única región de Turquía que padece escasez de agua), también de-

<sup>22</sup> <http://www.abc.es/internacional/20130611/abci-crece-tension-entre-egipto-201306111441.html>. Consultado noviembre 2016.



Figura 13. Próximo Oriente y red hidrográfica.

nominado como GAP (*Guneydogy Anadolu Projesi*). GAP está compuesto por trece subproyectos (seis en el Tigris y siete en el Éufrates) que incluyen la construcción de veintiún embalses y diecinueve centrales hidroeléctricas. Entre ellos destaca un gran embalse (Ataturk). Estas obras permitirían la irrigación de aproximadamente 1,7 millones de has de las 3,5 millones de tierras cultivables situadas en el sureste de Turquía (figura 14).



University of Minnesota Cartography Lab

Figura 14. Zona afectada por las transformaciones del proyecto GAP.



Es un gran proyecto financiado por Turquía y rechazado por los países árabes vecinos, que ven cómo aumenta considerablemente su dependencia (especialmente de Siria e Irak), quien se aseguraría el control de los caudales de ambos ríos en su beneficio, mejorando las condiciones de vida de la zona más pobre y marginal de su territorio y consolidándose como potencia de producción agrícola. Turquía propuso construir un gran acueducto (al que denominó el Acueducto de la Paz) que transportaría agua desde el río Seyhan hasta Siria, Jordania y Arabia Saudí, pero estos países lo rechazaron para evitar lo que consideraban una excesiva dependencia de Turquía.

Turquía ha utilizado el poder de control que tiene sobre el agua al controlar los tramos altos para presionar a sus vecinos a cambio de petróleo con Irak y a cambio de que Siria no apoye a los independentistas kurdos del este de Turquía.

### *El caso del lago Chad*

El lago Chad se sitúa entre Níger, Nigeria y Chad. Es el destino de la escorrentía superficial en una amplia cuenca endorreica repartida entre ocho países (algunos entre los más pobres del mundo) en plena región del Sahel. El clima muestra características tropicales con estaciones seca y húmeda muy marcadas, pero algunos años presentan características áridas debido a que no llegan con fuerza las precipitaciones asociadas al frente de convergencia intertropical, propias de la estación lluviosa. En general las precipitaciones son más abundantes hacia el sur y escasísimas en el norte, ya en los dominios del desierto del Sahara (figura 15).

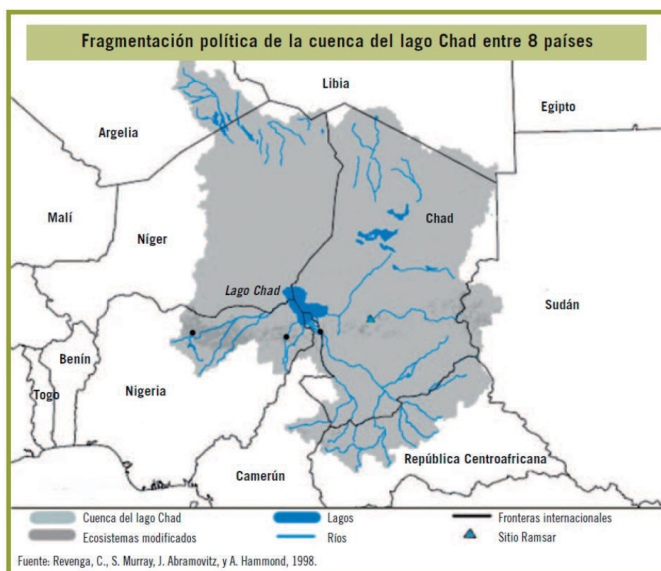


Figura 15. Cuenca endorreica del lago Chad.

El lago Chad, de características salinas, es el mayor humedal de África (con excepción de los lagos de África Oriental). Ha sido asiento de una enorme biodiversidad de mamíferos en su entorno, aves y peces en sus aguas, lo que posibilita un importante negocio de exportación de pescado en una zona alejada del mar, especialmente a Nigeria.

Su extensión en 1963 era de unos 23.000 km<sup>2</sup>, pero se vieron reducidos a menos de 2.000 a mitad de la década de los años 80 del siglo pasado (figura 16), como consecuencia de múltiples factores, entre los que podemos destacar:

- Las fuertes sequías que afectaron toda la zona del Sahel durante los años 70 y 80, que redujeron notablemente las precipitaciones durante la época de las lluvias, causando además tremendas hambrunas en la región.
- El sobrepastoreo y eliminación de la cubierta vegetal por diferentes causas, contribuye a disminuir la precipitación al bajar la humedad relativa media. También favorece los procesos erosivos y con ellos dificulta la regeneración del suelo, que a su vez dificulta la regeneración vegetal, especialmente con especies exigentes en suelos de calidad.
- Los proyectos de irrigación con aguas de ríos afluentes al lago, especialmente en Nigeria, Camerún, Chad y Níger, lo que disminuye las aportaciones naturales al mismo.

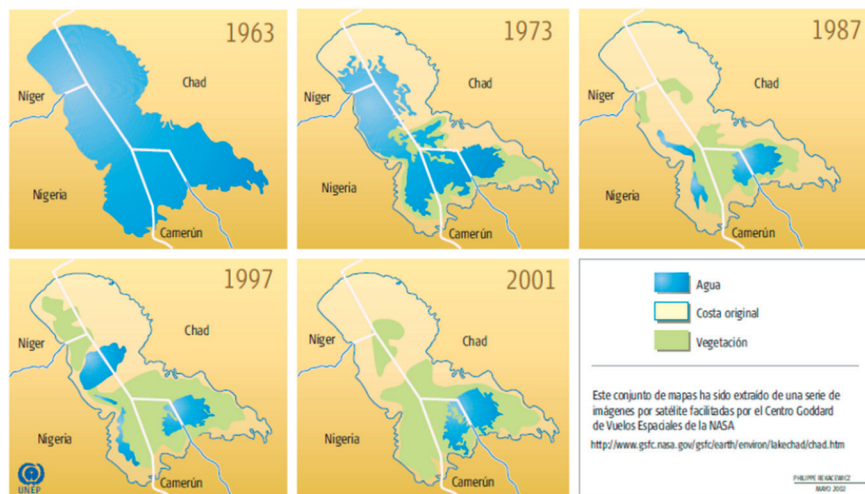


Figura 16. Evolución del lago Chad. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Desde finales de los años 90 el nivel del lago tiene una tendencia ascendente, aumentando la superficie ocupada por las aguas especialmente en su zona sur, pero las previsiones del IPCC indican un aumento del riesgo de sequías (con la consiguiente repetición de alguna de las causas que generaron la disminución) y una tendencia de disminución de las lluvias en la

región. Este escenario podría significar: escasez generalizada de agua en la zona, aumento de la salinidad del terreno y del entorno del lago, como consecuencia del transporte de sales del sustrato desecado por el viento, disminución de la pesca, además de consecuencias negativas para la biodiversidad y valores naturales del lugar, como la disminución o desaparición de ciertas especies de peces o de aves migratorias que pasan el verano en Europa y son invernantes en el lago.

Este proceso se desarrolla en una región de características muy particulares, entre las que podemos destacar:

- Elevados niveles de pobreza. Chad y Níger se encuentran entre los Estados más pobres del mundo.
- Debilidad e inestabilidad de muchos Estados de su cuenca hidrográfica, como los mencionados Chad y Níger, pero también Libia, Sudán o la República Centroafricana.
- Desarrollo de grupos terroristas de orientación yihadista, con especial asentamiento en el territorio de Nigeria que drena al lago Chad (noreste del país), cuyo control por parte del Estado nigeriano no es efectivo.

La disminución del nivel del lago se produce, por lo tanto, en un contexto en el que se dan las circunstancias ya citadas anteriormente de debilidad institucional en el que los Estados son incapaces de dar respuesta adecuada a los procesos de cambio rápido<sup>23</sup>.

### *Cachemira*

La región ya presenta una inestabilidad histórica por su reparto entre India (de mayoría hinduista) y Paquistán (de mayoría musulmana), a lo que se suma la ocupación por China de parte de la Cachemira india y la entrega a este mismo país de otro sector de Paquistán sin reconocimiento ni aprobación de la India. Paquistán y China son países aliados y ambos enfrentados con la India, y las tres son potencia nucleares.

El río Indo nace en el Tíbet occidental ocupado por China en los años 50 y con un sentido sureste-noroeste penetra en territorio de la India. Este país controla buena parte de su cabecera. Después penetra en territorio paquistaní y dibujando una amplia curva toma dirección suroeste hasta su desembocadura en el Índico. Se trata de la principal fuente de suministro de agua de Paquistán y vertebrada en buena medida el país. Su cabecera se localiza en la región de Cachemira, dividida entre este país y la India desde 1947. La situación de división tal y como está actualmente no satisface a ninguna de las dos partes, que han protagonizado tres guerras desde ese momento y

<sup>23</sup> Kramer *et al.*, *op. cit.*



Figura 17. Red hidrográfica del río Indo y fronteras nacionales. Fuente: Wikipedia.

una escalada de tensión entre los dos países, ambos con capacidad nuclear, en 2002.

Las razones de las tensiones son múltiples, pero sin duda el control del agua es una de las más importantes, y este lo ostenta la India en la situación actual.

Desde 1960 existe un tratado para el reparto de los recursos hídricos que distribuye el control de los ríos y limita los regadíos en Cachemira, pero el fuerte crecimiento demográfico producido, tanto en territorio indio como paquistaní y la consiguiente mayor presión sobre el recurso hídrico, lo deja en situación de debilidad. El recurso hídrico disponible por habitante ha disminuido drásticamente en ambos países en los últimos años, acercándose en el caso de Paquistán al umbral de la escasez<sup>24</sup>.

En este contexto Paquistán presenta una enorme sensibilidad al tema, y se opone tajantemente a que la India realice proyectos hidroeléctricos en la

<sup>24</sup> Overdorf, J. «Paquistán e India enfrentadas por el agua». Accesible en file:///D:/Agua %20recurso %20IEEE/Agua %20y %20cachemira.pdf. Consultado diciembre de 2016.

parte de Cachemira, que controla por miedo a que reduzca los recursos hídricos que llegan a su territorio ahogando así sectores claves de su economía, como la industria o el regadío, o incluso el abastecimiento a grandes ciudades como Lahore. Por su parte, la India también se opone a que Paquistán realice presas en su territorio con ayuda china, país con el que India mantiene una fuerte enemistad y rivalidad, y auspicia sentimientos que consideran ciertos lugares de la cuenca alta del Indo como sagrados para la religión hinduista, favoreciendo peregrinaciones que refuerzan la presencia de población de esta religión en zonas de mayoría musulmana y reforzando la consideración del río Indo como elemento muy vinculado a la religión hindú.

A la situación de tensión entre ambos países hay que sumar el crecimiento de los movimientos que promueven la independencia de la Cachemira controlada por la India. Uno de sus argumentos más fuertes es que el tratado de reparto del agua vigente entre ambos desde 1960 supone una fuerte limitación para el desarrollo de la región, al no permitir el desarrollo del regadío en una región muy rica en recursos hídricos, además de poner muchas dificultades al aprovechamiento hidroeléctrico de sus ríos, dejando así el control del agua de la región a los Gobiernos de India y Paquistán. Argumentan también que el Gobierno utiliza el conflicto como excusa para no invertir en la región, por miedo a una hipotética cesión futura de territorio a Paquistán, lastrando así su desarrollo.

Sin duda, el agua es uno de los elementos claves de la tensión entre India y Paquistán por Cachemira y una escalada de la tensión conduciría a que India, como potencia que controla la cabecera del Indo, pudiera utilizar el agua como arma para hacer daño a Paquistán.

### *Lago Baikal*

Se localiza en el sur de Siberia, con una superficie de 31.700 km<sup>2</sup> y 2.100 km de costa. Tiene una forma alargada en sentido noreste-suroeste, con 636 km de largo y 79 km en el punto de mayor anchura. Ocupa una depresión de origen tectónico, lo que explica su enorme profundidad, pues se trata del más profundo del mundo (1.642 m). Su tamaño y especialmente su enorme profundidad explican que sea la masa de agua dulce más grande del planeta, pues se considera que alberga el 27 % del agua dulce contenida en los lagos del mundo («El agua, una responsabilidad compartida», 2006). Lo alimentan numerosos afluentes con una cuenca de 540.000 km<sup>2</sup>.

Debido a sus características especiales, especialmente su profundidad única en lagos de agua dulce del mundo, cuenta con un valor natural y ambiental extraordinario. Su biodiversidad es muy elevada (1.600 géneros de animales y 800 de vegetales), muchas de ellas endémicas, como la foca nerpa, la única del mundo que vive en un lago. Hemos de destacar la presencia de un

pequeño crustáceo llamado *Epischura* (*Epischura baikalensis*), que ejerce una labor de limpieza de las aguas mediante filtrado.

El lago sufre un grave problema de contaminación, especialmente debido a los vertidos de residuos de la fábrica de celulosa situada en el suroeste del mismo, en la localidad de Baikalsk. Se calcula que ha venido vertiendo unos 140.000 m<sup>3</sup> sin depurar al día, lo que provocó altos índices de contaminación y mortalidad de *epischura*, lo que se tradujo en ralentización de los procesos de depuración natural del agua. La planta fue cerrada en 2008 por los graves problemas de contaminación, pero se reabrió en 2010 tras una visita de Putin al fondo del lago en batiscafo acompañado de científicos, tras la que se afirmó que los daños ambientales eran mínimos. Se dio orden de dotarla de un ciclo cerrado de agua para disminuir los vertidos, pero el riesgo de contaminación sigue existiendo.

En uno de sus principales afluentes, el Selengá, Mongolia tiene proyectada la construcción de tres centrales hidroeléctricas.



Figura 18. Cuenca hidrográfica del río Selengá y límite entre Rusia y Mongolia.  
Fuente: Wikipedia.

Estos proyectos han provocado la preocupación y protestas de Rusia, argumentando que disminuirá la cantidad de agua que recibe el lago, pudiendo comenzar un proceso similar al sufrido por el mar de Aral. Hay que señalar que una posible disminución del caudal entrante en el Baikal sí que podría repercutir en disminuir su nivel, pero la climatología de la zona es muy diferente a la del mar de Aral, mucho más expuesto a alta evapotranspiración debido a su localización más meridional y entorno más árido, además de ser un lago mucho menos profundo y con mayor superficie (casi el doble que el Baikal) antes de su proceso de desecación. También hay que señalar que el Baikal cuenta con importantes excedentes de agua que alimentan el río Angara.

Se puede afirmar que la situación del lago Baikal está amenazada por la contaminación que puede poner en peligro su equilibrio, especialmente en su zona meridional, un creciente turismo atraído por los valores naturales y paisajísticos de la zona, promovido interna y externamente por el Gobierno de Rusia, que ha convertido al lago en un símbolo nacional, y una creciente tensión con Mongolia, país muy necesitado de energía para su desarrollo, en el que nace una buena parte de los recursos hídricos que alimentan y mantienen el lago.

