



Cambiar el paisaje global de la gestión del agua

Asit K. Biswas* y Cecilia Tortajada**

* Centro del Tercer Mundo para la Gestión del Agua, Av. Manantial Oriente 27, Los Clubes, Atizapán, Estado de México, 52958, México

** Centro Internacional del Agua y Medio Ambiente, IAA, Capitán Portolés 1-3-5, 9ª planta, 50004, Zaragoza, España

El cambio es ley de vida. Y aquellos que sólo vuelven sus ojos al pasado o al presente, ciertamente se perderán el futuro.

John F. Kennedy

INTRODUCCIÓN

En el siglo XVI, el gran genio del Renacimiento, Leonardo Da Vinci, declaró que el agua es el motor de la naturaleza. En su tiempo, algunas personas consideraron que esto era una afirmación exagerada, pero han tenido que pasar quinientos años para que las palabras de Leonardo acerca del papel, la relevancia y la importancia del agua para la sociedad y la naturaleza hayan sido consideradas proféticas. Cada vez más se considera que el agua es la sangre del planeta y, ciertamente, en este momento no sería una exageración decir que sin una gestión eficiente del agua el futuro desarrollo social y económico del mundo estaría muy limitado o incluso en grave peligro. Tanto los países desarrollados como los que se encuentran en vías de desarrollo necesitarían poner en práctica cada vez más políticas y prácticas de gestión del agua eficaces en lo relativo a la cantidad así como a la calidad. Sin embargo, los países en desarrollo tendrían que mejorar sus prácticas y procesos de gestión del agua mucho más que los países desarrollados, especialmente debido a que las prácticas actuales de aquéllos tienen un considerable potencial de mejora y también por muchos otros motivos.



Al igual que ha aumentado la población humana, también lo han hecho las necesidades de alimentos y, con ello, el agua necesaria para producir esos alimentos. Actualmente, la agricultura es el sector que más agua utiliza, estimándose su uso en un 70%. Históricamente, las interrelaciones entre agua y alimentos siempre han sido importantes. No obstante, estos vínculos se han ido complicando más y más a lo largo de los últimos años debido a la política nacional e internacional, a consideraciones sociales y medioambientales, a distintas formas y niveles de subsidios y tarifas aplicadas a los productos alimentarios en diferentes países, a la globalización, al libre comercio, al cambio en los estándares de vida, a los requisitos institucionales y legales, a los desarrollos tecnológicos y a las prácticas de gestión.

En cuanto a porcentaje, el uso agrícola del agua en el mundo ha ido disminuyendo en las décadas más recientes (en términos absolutos aún sigue creciendo). Sin embargo, el uso industrial del agua se ha estado incrementando constantemente desde la llegada de la Revolución Industrial, cuando los patrones globales de desarrollo cambiaron de manera radical. Las necesidades industriales de agua empezaron a aumentar rápidamente, como también lo hizo la necesidad de recogida, tratamiento y eliminación ecológica de las aguas residuales generadas. A medida que las naciones se industrializaban, se incrementaban sus necesidades industriales de agua. Por consiguiente, en todos los países industrializados las demandas industriales de agua han excedido con mucho a las necesidades domésticas de agua. De modo similar, a medida que los países en desarrollo se van industrializando, sus necesidades de agua para este sector también van aumentando. Por lo tanto, en muchos países en desarrollo la demanda industrial de agua es actualmente mayor que la doméstica, tendencia que, con mucha probabilidad, se verá incrementada en el futuro.

Con una industrialización tan rápida, la mejora de los estándares de vida y las consecuentes exigencias de una calidad de vida mejor, los requerimientos energéticos de las naciones también se han incrementado. Por ejemplo, en años recientes, las necesidades de electricidad de muchos países en vías de desarrollo como Brasil, China, la India, Filipinas, Sudáfrica, Tailandia o Turquía han estado aumentando en más del 5% al año. Como parten de una base históricamente baja, estas demandas continuarán subiendo velozmente durante las décadas venideras. Este desarrollo comparativamente reciente ha tenido importantes implicaciones relacionadas con el agua, ya que no se puede generar electricidad a gran escala sin agua que, por supuesto, es esencial para la generación hidroeléctrica. Igualmente, no se puede generar energía térmica ni nuclear sin tener a disposición grandes cantidades de agua para refrigeración. A su vez, el sector del agua es uno de los usuarios principales de energía, especialmente para bombeo. Estas interrelaciones simbióticas entre los sectores del agua y la energía, han



sido ignoradas en su mayor parte por los profesionales del agua y de la energía en casi todos los países del mundo.

Las implicaciones sociales y medioambientales de los proyectos de desarrollo hídricos empezaron a cobrar importancia durante la década de los años setenta, adquiriendo más impulso en los ochenta y los noventa, momento en el que las evaluaciones de impacto ambiental de los proyectos más relevantes se habían vuelto obligatorias en la mayoría de los países. Durante las pasadas tres décadas, se han aprendido muchas lecciones respecto a cómo se pueden planificar, interpretar y gestionar los principales proyectos de desarrollo para que los resultados globales sean económicamente rentables, socialmente aceptables y ecológicos. Los proyectos de desarrollo en materia de agua no han sido una excepción a este requisito comparativamente nuevo, pero esencial, así como en lo relativo a la generación de nuevos conocimientos para conseguir mejores prácticas de planificación y gestión.

Todo lo anterior y muchos otros desarrollos asociados han hecho que, a lo largo de las 5 ó 6 décadas pasadas, la planificación y gestión del agua se hayan convertido en una tarea cada vez más compleja y difícil en todo el mundo. Muchas de las tendencias actuales y emergentes indican que este proceso se volverá aún más complejo en los años venideros y, muy probablemente, a un ritmo más rápido que lo que se ha visto en el pasado reciente. Debido a esta complejidad en aumento cabría esperarse de un modo realista en el futuro, gran parte de la cual puede derivarse de sectores no relacionados con el agua en los que es probable que los profesionales del agua tengan un control limitado o una capacidad restringida de expresar su opinión, es esencial que los planificadores y gestores del agua empiecen a pensar seriamente en las tendencias y desarrollos del mundo después del año 2020. Puede ocurrir que los cambios en muchas áreas relacionadas con el agua sean tan rápidos en el futuro, que las experiencias pasadas y las prácticas actuales sean, como mucho, de una utilidad demasiado limitada como para gestionarlas eficientemente y de una manera oportuna.

La planificación y la construcción de grandes proyectos de desarrollo en materia de agua a menudo se alargan durante más de dos décadas. Esto significa que muchas generaciones nuevas de proyectos de agua que se están planeando ahora pueden estar totalmente operativas en torno a 2030, o incluso más tarde, cuando es probable que el entorno general y las condiciones límite dentro de las que estén funcionando sean muy diferentes de lo que existe actualmente. Por tanto, es esencial que los profesionales del agua empiecen a adoptar una visión futurista para que las suposiciones principales de planificación de los proyectos actuales sigan teniendo validez en el mundo posterior a 2030, que es cuando



deben ser operativas. Desafortunadamente, este es un aspecto generalmente ignorado en el presente.

Aunque será una tarea muy difícil el predecir los cambios futuros que afectarán a la gestión del agua en el mundo después de 2020 con cierto grado de certeza en cuanto a su naturaleza especial y temporal, sus magnitudes, o incluso el momento en que comienza un cambio específico, un aspecto puede predecirse con una absoluta certeza: que tendrán lugar cambios muy importantes para los que será preciso desarrollar nuevos paradigmas de gestión del agua, incluyendo enfoques nuevos e innovadores de planificación hídrica. Posiblemente, la experiencia de ayer y los enfoques de hoy tengan un valor limitado en la comprensión o en la identificación de las tendencias del mañana, por no mencionar en la resolución los problemas hídricos de pasado mañana. Para los gestores del agua, las soluciones “extraordinarias” han de constituir el nuevo *mantra* del día.

FUTUROS IMPULSORES DEL CAMBIO

En las próximas 2 ó 3 décadas, habrá muchos impulsores de cambios que afectarán a la disponibilidad del agua y a sus patrones de uso. Estas fuerzas se pueden clasificar en tres categorías generales. Primera, algunas ya son conocidas porque han afectado de diversas maneras las prácticas y procesos de gestión del agua en el pasado. Sin embargo, incluso en el caso de fuerzas impulsoras conocidas, como la población y la urbanización, es probable que sus implicaciones potenciales en el futuro sean algo diferentes de lo que hemos visto en el pasado. Una extrapolación lineal de las tendencias pasadas dará un escenario de desarrollo erróneo para el futuro. Es por este motivo que, aun para este grupo de impulsores, será necesaria mucha reflexión y más investigación para poder predecir de una manera fiable sus futuras implicaciones en el agua y cómo éstas pueden incorporarse eficazmente a los procesos de gestión de agua.

Hay otros impulsores como el crecimiento económico y la generación de energía que constituyen la segunda categoría que afectará a los patrones de uso del agua y a su consumo, así como a la generación de aguas residuales. Aunque a veces se ha reconocido implícitamente la relevancia de estos factores en la gestión del agua, en muy pocas ocasiones se han considerado explícitamente para la creación de políticas y la planificación.

La tercera categoría de impulsores está siendo, en su mayor parte, totalmente ignorada por los principales profesionales del agua en la actualidad. En esta categoría se encuentran asuntos como la globalización, el libre comercio, la inmigración, los avances en biotecnología y desalinización, las enfermedades



como el VIH/SIDA, el cambio en los paradigmas de gestión y en las actitudes y percepciones sociales.

En este capítulo introductorio sólo se van a tratar algunos de los impulsores anteriormente mencionados, sobre todo para ofrecer una indicación acerca de cómo estos asuntos pueden afectar la gestión del agua en el futuro, tanto directa como indirectamente. Muchos de estos impulsores serán analizados con mayor profundidad por otros autores a lo largo de este libro. Obsérvese que las pautas cambiantes de estos factores y sus implicaciones potenciales en el sector del agua aún no se comprenden del todo y, por tanto, y sin que ello cause sorpresa, son todavía menos apreciadas por los profesionales del agua de hoy en día. De hecho, actualmente brilla por su ausencia una buena agenda de investigación en esta área. Igualmente, los impactos y la relevancia de estos impulsores pueden variar de un país a otro, incluso dentro de un país específico, así como con el tiempo.

Crecimiento económico y agua

Durante medio siglo como mínimo se ha sabido de modo anecdótico que el crecimiento económico afecta los patrones de consumo de agua de muy diversas maneras, que pueden ser directas, indirectas o terciarias. Algunos de estos cambios son predecibles y cuantificables y, por tanto, comparativamente sencillos de manejar dentro del proceso de gestión existente. Sin embargo, muchos otros cambios son desconocidos, impredecibles y/o intangibles, por lo que ha sido muy difícil incorporarlos explícitamente en una planificación general. Igualmente, si se planifican y gestionan los recursos hídricos adecuadamente, éstos pueden servir para fomentar el crecimiento económico regional y para aliviar la pobreza. Los análisis exhaustivos realizados por el Centro del Tercer Mundo para la Gestión del Agua indican claramente que proyectos como el Bhakra-Nangal en la India (Rangachari, 2006), la nueva Presa Alta de Asuán en Egipto (Biswas y Tortajada, 2009), y la Presa de Atatürk en Turquía (Tortajada, 2004) han transformado de modo radical los patrones de crecimiento económico de las regiones afectadas generando nuevos puestos de trabajo y mejorando tanto las condiciones de la energía y la seguridad alimentaria como muchos de los principales indicadores sociales.

Los últimos veinte años han visto cambios radicales en los patrones de crecimiento económico de varios países en desarrollo. La recesión de 2008 y su esperada continuación en 2009 afectarán, sin duda, las previsiones anteriores de crecimiento económico en todo el mundo, pero no es probable que los patrones relativos de desarrollo económico cambien significativamente con respecto a las estimaciones previas, especialmente a medio plazo. Todos estos patrones cambiantes de crecimiento económico, a su vez, tendrían miríadas de implicaciones



en la planificación y gestión del agua a través de una serie de vías que interactuarían y se modificarían unas a otras. La interacción de estos patrones aún no se comprende del todo, pero tendría invariablemente notables implicaciones tanto para la gestión de la cantidad como de la calidad del agua en el futuro.

Se espera que los países con mayores perspectivas de crecimiento económico en los próximos años sean Brasil, Rusia, la India y China, conocidos colectivamente como BRIC, término acuñado por primera vez por Goldman Sachs. La contribución total de los BRIC al calentamiento global ha sido de un 30% desde 2000 y ha superado a la de los Estados Unidos a finales de 2008. China ya se ha convertido en la cuarta economía mundial y se cree que superará a la de Alemania alrededor de 2010. El PIB de China se ha duplicado desde 2000, lo que significa que ha contribuido igual que si se añadiera otra Francia, dos Canadá o tres Indias. En el caso de la India, el aumento de su PIB es equivalente al de los Países Bajos en 2000 (Goldman Sachs, 2006a).

A nivel global, se espera que el ritmo de crecimiento económico baje entre 2008 y 2010. Sin embargo, las proyecciones de un alto crecimiento a largo plazo suponen unos desafíos potenciales muy importantes para el medio ambiente al poner más presión sobre el uso de los recursos naturales. En el caso del agua, esto se traducirá en problemas de acceso, cantidad, calidad, equidad y necesidades de gestión e inversión. Estos desarrollos plantearán retos de envergadura en el futuro porque las medidas y políticas actuales no podrán hacer frente adecuadamente o sistemáticamente a estos desarrollos emergentes. Esto es lo que ocurrirá a menos que se ponga todo el empeño en cambiar los enfoques actuales como es debido. En este momento, no hay signos de que se puedan formular y poner en práctica de manera oportuna paquetes de medidas innovadoras y adecuadas relativas al agua en los países con más posibilidades de tener un alto crecimiento económico.

El tipo de crecimiento económico que podría ayudar a conservar el medio ambiente y a disminuir la contaminación, incluyendo la del agua, debería también mejorar las condiciones de vida del ciudadano medio de manera significativa. El crecimiento debería mejorar las distribuciones de renta dentro de los países así como entre los países. No obstante, aun en un escenario de crecimiento económico robusto, no siempre una renta mayor y una calidad ambiental mejorada están relacionadas, puesto el hecho de que haya más países prósperos y ciudadanos más acomodados no protege el medio ambiente automáticamente. Por lo menos para los países de la OCDE, en general, los niveles de contaminación han disminuido y el interés por conservar el medio ambiente ha aumentado, en respuesta a las demandas internas que una inversión sólida y las iniciativas de política pública pueden respaldar (OCDE, 2007).



Como los países en desarrollo empezaban desde una base más baja, Goldman Sachs (2006b) estimó que tres grupos de países (el G6¹, el BRIC y el N11²) necesitarían en conjunto unas inversiones totales de aproximadamente 4 billones de dólares a lo largo de los próximos cinco años para el desarrollo de infraestructuras, casi la mitad de los cuales irían destinados al grupo BRIC. Aun cuando esas cantidades se invirtieran realmente, a los países BRIC les llevaría otros 25 años el llegar a tener un nivel de infraestructuras similar al que tienen los países del G6 actualmente.

Para que estos países logren un crecimiento real, Goldman Sachs (2006b) identificó ciertos asuntos prioritarios que tenían que ser considerados, como el ahorro, el crecimiento de la población y el aumento de la productividad. También identificó temas como la buena gobernanza, las políticas prudentes, las instituciones fuertes y los marcos legales y normativos adecuados para fomentar la participación del sector privado. Todos los países deberían considerar estos asuntos como prioritarios independientemente de su fase de desarrollo o los sectores de desarrollo afectados.

Goldman Sachs ha estimado que los compromisos del sector privado con la energía, las telecomunicaciones, el transporte y el agua en todos los países en desarrollo a lo largo de los 15 años pasados ha representado aproximadamente unos 60 mil millones de dólares al año. A corto plazo, puede que las telecomunicaciones (mayormente el sector de la telefonía móvil) reciban el 50% de las inversiones privadas globales totales, mientras que la generación de electricidad, las carreteras y los proyectos hídricos recibirían el 35%, el 15% y el 5%, respectivamente. Con el tiempo, se espera que las inversiones en generación sean canalizadas a los sectores de electricidad y carreteras, aunque esto dependerá de los marcos que se creen para las políticas en los distintos países y de su atractivo para el sector privado (Goldman Sachs, 2006b).

Una cuestión interesante es que durante la segunda mitad de los noventa hubo una euforia acerca de la idea de que el suministro del agua y los problemas de gestión de las aguas residuales del mundo urbano en desarrollo se solucionarían gracias al sector privado, que aportaría financiación adicional para inversiones y buenos conocimientos de gestión, de los que carecía el sector público. Después de alguna promesa al principio, las multinacionales han perdido básicamente gran parte de su entusiasmo inicial para invertir en el sector del agua durante el período posterior a 2000. Así, un aspecto importante a tener en cuenta en cualquier implicación futura del sector privado en el del agua ha de ser la separación de las burbujas a corto plazo de las tendencias a largo plazo.

¹ El G6 consiste en Estados Unidos, Japón, Alemania, Italia, Reino Unido y Francia.

² El N11 consiste en Bangladesh, Egipto, Indonesia, Irán, Corea, México, Nigeria, Pakistán, Filipinas, Turquía y Vietnam.



Población

Históricamente, la población ha sido un impulsor importante para el sector hídrico. A medida que aumenta la población global, a menos que las prácticas existentes de gestión del agua se vuelvan cada vez más eficientes, el mundo necesitará considerables cantidades adicionales de agua para mantener a sus habitantes con un estándar de vida razonable. Sin embargo, a diferencia del carbón o el petróleo, el agua es un recurso renovable. Esto significa que el agua puede utilizarse y volverse a utilizar muchas veces mientras se sigan las prácticas adecuadas de gestión de calidad del agua. Por tanto, el agua precisa de un enfoque de gestión muy diferente del necesario en el caso de los recursos no renovables como el carbón o el petróleo.

En cuanto a la gestión hídrica, la población tiene muchas otras implicaciones, aparte de los números. Entre las mismas se encuentran la concentración (urbana o rural), la estructura por edades y los temas relacionados con el género.

A lo largo de la historia, la población mundial ha ido aumentando sin cesar. Sin embargo, las tasas de crecimiento han variado con regularidad en el tiempo. En 1950, se estimaba que la población global era de 2,53 mil millones (Tabla 1). En 2000, se había duplicado hasta los 6,12 mil millones (multiplicándose 1,42 veces). Para el año 2050, medio siglo después, las estimaciones prevén que aumente hasta los 9,19 mil millones. Esto indica un incremento estimado de un 50%, que sólo ronda un tercio del crecimiento observado durante el período de los 50 años previos.

Tabla 1. Población total (en miles), 1950-2050

Año	Población total
1950	2 535 093
1960	3 031 931
1970	3 698 676
1980	4 451 470
1990	5 294 879
2000	6 124 123
2010	6 906 558
2020	7 667 090
2030	8 317 707
2040	8 823 546
2050	9 191 287

Fuente: adaptado de las Naciones Unidas, 2007a



El descenso en las tasas de crecimiento global de la población ha sido muy significativo en el pasado más reciente. Por ejemplo, durante el período 1970–1975, la tasa de crecimiento fue del 2,02% anual. Se espera que esta cifra disminuya en un 82% durante el período 2045–2050 hasta más o menos el 0,36%.

Aunque la población mundial crecerá de una manera continua hasta 2050, su distribución por las distintas regiones no será homogénea. Mientras la parte de Asia durante el período 1950–2050 se mantendrá bastante similar en términos de porcentaje, la de África aumentará desde el 8,8% hasta el 21,7%. Por el contrario, la parte de Europa descenderá desde el 21,6% hasta el 7,2% (Tabla 2.)

Tabla 2. Distribución de la población por regiones, 1950, 1070 y 1050 (en porcentaje)

	1950	2007	2050
África	8.8	14.5	21.7
Asia	55.6	60.4	57.3
Europa	21.6	11.0	7.2
Norteamérica	6.6	8.6	8.4
Latinoamérica y el Caribe	6.8	5.1	4.8
Oceanía	0.5	0.5	0.5

Fuente: adaptado de las Naciones Unidas, 2007a

Se espera que los mayores aumentos de la población global durante el período 2005–2050 tengan lugar en sólo ocho países. Por orden de incremento de su población, es probable que éstos sean la India, Nigeria, Pakistán, Congo, Etiopía, Estados Unidos, Bangladesh y China. Juntos, puede que sean responsables de casi la mitad del aumento estimado de la población global durante este período (United Nations, 2007a).

En los años venideros, se espera que la expectativa de vida aumente y que las tasas de fertilidad disminuyan. La migración, legal o ilegal, se convertirá en una consideración de importancia creciente, ciertamente la más importante acontecida en el pasado reciente. Por ejemplo, durante el período 2005–2010, la migración neta será más alta que el aumento natural (nacimientos menos muertes) en países tan diferentes como Bélgica, Canadá, Luxemburgo, Singapur, España, Suecia y Suiza. Durante el mismo período, se estima que en China, la India, Indonesia, México y Filipinas tengan lugar las tasas más altas de migración neta.

Otra tendencia de interés es el aumento en la clase perceptora de ingresos medios (con niveles de ingresos anuales entre los 6,000 y los 30,000 dólares) en



2 mil millones de personas para 2030. Se prevé que esta circunstancia incidirá aumentando la presión y la competencia por los recursos locales y globales. Las previsiones contemplan que en 2050, la clase perceptora de ingresos medios se incluya en seis de los países del N11 (Egipto, Filipinas, Indonesia, Irán, México y Vietnam) y en tres de los países BRIC (China, la India y Brasil). Es probable que estos países contribuyan aproximadamente al 60% del PIB global (Wilson y Dragusanu, 2008). Uno de los impactos de tales tasas de crecimiento podría ser que una población cada vez mayor exigiera políticas para disponer de un medio ambiente más limpio. Igualmente, si los países no crecen como se espera y aumentan las desigualdades dentro de los países y entre las regiones, el medio ambiente podría no convertirse en una preocupación prioritaria para la población. Si se diera este caso, ni los gobiernos ni las instituciones del sector privado podrían ser capaces de invertir en prácticas y procesos más limpios, como a menudo se anticipa actualmente.

Una población envejecida

Un factor importante que hoy en día prácticamente no recibe atención alguna por parte de los gestores del agua es el rápido aumento de la población envejecida. A nivel global, la población de ancianos está creciendo a un ritmo de 2,6% al año, es decir, mucho más rápido que la tasa anual de crecimiento de la población, que es del 1,1%. Se espera que la población con más edad continúe aumentando a mayor velocidad que la población de otros grupos de edad, por lo menos hasta 2050. Un crecimiento tan rápido precisará de ajustes económicos y sociales de gran alcance en la mayoría de los países (Naciones Unidas, 2007b), incluyendo cambios considerables en las prácticas de gestión del agua y de otros recursos naturales.

En 2000, la cantidad mundial de ancianos había alcanzado los 600 millones, lo cual casi triplicaba la de 1950. En 2050, se espera que esta cifra llegue a los 2 mil millones, es decir, alrededor del 22% de toda la población (el porcentaje correspondiente en 1950 era de sólo el 8%). En los países desarrollados, la cantidad de personas de la tercera edad era de más de un quinto de la población total en 2000, siendo la previsión para 2050 de un aumento de casi un tercio. En los países en vías de desarrollo, se estima que el incremento correspondiente entre 2000 y 2050 sea del 8% al 20%. En otras palabras, en 2050 los países en vías de desarrollo tendrán un porcentaje de ancianos muy similar al que los países desarrollados tuvieron en 2000. Esto significará que la edad media global subirá de 28 años en 2000 a 38 años en 2050. En 2000, Uganda tenía la edad media más baja (15 años) y Japón la más alta (43 años).



Se prevé que entre 2005 y 2050 el número de personas mayores de 80 años se multiplique por 5, hasta los 402 millones. Durante este período, esta población en China aumentará de 15,4 millones a 103 millones, en la India de 7,8 millones a 51 millones y en Estados Unidos de 10,6 millones a 31 millones. Es decir, se espera que la población mayor de 80 años aumente al 3,9% anual, una tasa de crecimiento que excede en más de 3,5 veces la estimada para este período. Así, todas las previsiones actuales indican que los ancianos se convertirán en una importante fuerza social y política en el mundo posterior a 2020.

El envejecimiento de la población afectará a los patrones de desarrollo nacional y a los de consumo de los recursos de maneras muy diversas. Tendrá un impacto sobre la tasa de crecimiento económico, el ahorro, el consumo, la renta del gobierno a través de impuestos y gastos, la vivienda, los gastos en asistencia sanitaria, el pago de pensiones y las transferencias financieras intergeneracionales. Además, en comparación con la experiencia anterior del mundo desarrollado, los países en desarrollo envejecerán a un ritmo mucho mayor. Esto significará que estos últimos dispondrán de menos tiempo para ajustarse que aquellos, aun cuando tengan menos capacidad financiera, de gestión y de administración y más prácticas eficientes de gobernanza que a lo que los países desarrollados tuvieron acceso anteriormente, cuando su población envejeció (Lawson et al., 2005).

El tema de una población cada vez más envejecida aún ha de recibir una atención adecuada por parte de la profesión del agua. No obstante, es probable que adquiera una consideración importante en las políticas de casi todos los países en desarrollo a lo largo de las próximas 3 ó 4 décadas. Actualmente, los países como la India y China tienen una ventana de oportunidad demográfica muy importante para reestructurar sus actividades de desarrollo económico durante las próximas 2 ó 3 décadas gracias a una población activa bien formada, con experiencia y llena de energía. Sin embargo, después de 2010, la cantidad de ancianos empezará a aumentar con rapidez, tanto que en 2030 China tendrá más personas mayores que la actual población total de los Estados Unidos (Varis, 2009).

Varis (2009) muestra en este libro el incesante envejecimiento de las poblaciones del este (excluyendo a China) y el sur (excluyendo a la India) de Asia y la situación de los dos países asiáticos más poblados (China y la India). Será difícil para todos los países en desarrollo tratar adecuadamente el problema de las poblaciones de ancianos en aumento, ya que tendrá grandes implicaciones sociales, económicas y políticas y afectará al sector del agua a través de muchas vías tanto directas como indirectas.



La relación entre la gestión del agua y una población cada vez más envejecida es un territorio totalmente inexplorado en la actualidad. Es probable que se afecten una a la otra de múltiples maneras, sólo algunas de las cuales se tratarán en este capítulo.

Primero, en el contexto de las áreas rurales, semi-urbanas y peri-urbanas de muchos países en desarrollo, y en ausencia de conexiones de agua y de aguas residuales a nivel doméstico, los habitantes se ven forzados a utilizar para su higiene las masas de agua y la tierra comunitarias. Para un número creciente de ancianos, las prácticas de higiene diaria se convertirán en una tarea difícil, especialmente si les cuesta moverse o están enfermos. Gracias a las mejoras en asistencia sanitaria, educación y nutrición, las personas podrán vivir por períodos cada vez más largos. La ausencia de instalaciones de recogida de aguas y de aguas residuales en los hogares supondrá cargas particulares para una población cada vez más envejecida, así como para sus familias.

Segundo, a medida que las generaciones mayores se van jubilando, se pierde una cantidad considerable de conocimientos, experiencia y memoria colectiva. En un país como Japón, un porcentaje considerable de gente experta y con muchos conocimientos se jubilará del sector del agua en los próximos 5 a 10 años. Los niveles generales de conocimiento institucional y de experiencia en el sector del agua podrían disminuir de repente, lo que no se podría sustituir inmediatamente por contrataciones más jóvenes y nuevas. El ministerio japonés afectado ya ha identificado esta pérdida de competencia institucional y de memoria como un grave problema para el sector del agua. Esta situación se extenderá más en las décadas venideras tanto en los países desarrollados como en los que están en desarrollo.

Tercero, la gente joven suele ser la que migra a las áreas urbanas en busca de estándares de vida mejores. Por ello, podemos suponer que el porcentaje de jóvenes en las áreas rurales seguirá descendiendo, con el declive asociado de las actividades económicas, sociales y culturales en las áreas rurales, lo que podría acelerar la crisis de los sistemas familiares extensos. Como consecuencia, el apoyo familiar que estaba disponible para las generaciones anteriores de ancianos probablemente continuaría disminuyendo sin cesar, incrementando los problemas sociales y económicos y deteriorando el estilo de vida de los ancianos. También aumentará el estrés social sobre los miembros más jóvenes de sus familias, que pueden haber emigrado a las áreas urbanas buscando un futuro económicamente mejor.

Cuarto, en los países desarrollados, a medida que aumenta la cantidad de jubilados, es probable que éstos exijan mejores servicios de las empresas de aguas.



Como tendrán tiempo en sus manos, precisarán más información, transparencia y comunicación de sus empresas suministradoras. Así, éstas tendrán que mejorar mucho sus servicios de información y comunicación a sus consumidores en el futuro. En los países en desarrollo, puede que las empresas suministradoras de agua tengan que pasar de ser fundamentalmente instituciones de ingeniería en algo más parecido a industrias de servicios. Esta será una transformación institucional muy importante, que precisará de cambios considerables en la forma de pensar de gestores y responsables de formular políticas. Esta transformación no será tarea fácil, ya que probablemente muchos de los empleados ya existentes se resistan, temiendo perder parte de su poder y de sus privilegios, lo cual puede crear conflictos internos dentro de las empresas de aguas, por lo menos a medio plazo.

Finalmente, virtualmente no se ha realizado ninguna investigación sobre las necesidades de agua y aguas residuales de los ancianos y sus interrelaciones con el agua a través de las diversas vías sociales, económicas y culturales. Desafortunadamente, ni una sola institución en el mundo está llevando a cabo en la actualidad investigaciones serias y continuadas sobre este tipo de asuntos emergentes relacionados con el agua, temas que deberán estudiarse con diligencia en el futuro.

Urbanismo

En cuanto a urbanismo, se espera que la población urbana aumente de 3,3 mil millones en 2007 a 6,4 mil millones en 2050, casi duplicándose en poco más de cuatro décadas. Las áreas urbanas absorberán el crecimiento global esperado de la población en las próximas cuatro décadas, así como parte de la población rural debido a la migración del campo a la ciudad y a los establecimientos rurales que se convertirán en centros urbanos con el paso del tiempo (Naciones Unidas, 2007a). A nivel global, las poblaciones rural y urbana están ahora más o menos equilibradas. Sin embargo, se prevé que la población mundial sea un 70% urbana en 2050.

Asia ha estado por detrás de Latinoamérica en cuanto a la extensión de su urbanismo. Por lo tanto, es probable que los países de la región asiática sufran un proceso masivo de urbanismo durante las próximas 2 ó 3 décadas. Aunque se estima que su población rural se mantenga casi estacionaria entre el presente y 2025, no será así en el caso de la población urbana, que aumentará, según las previsiones, en un 60%.

Este urbanismo masivo, sin precedentes en toda la historia de Asia, presentaría nuevos desafíos relacionados con el agua a los que tendrían que enfrentarse



todos los países asiáticos en desarrollo. No parece probable que el tipo y magnitud de esos retos sea similar a los experimentados en la actualidad o a los que hubo que enfrentarse en el pasado. Seguramente tendrán una naturaleza completamente diferente y algunos de ellos incluso serán contrarios a lo que se pudiera pensar (serán “contraintuitivos”). Por ejemplo, en los últimos años se ha prestado mucha atención a los problemas de agua y aguas residuales de las megaciudades (que, por definición, tienen poblaciones de más de 10 millones). Aunque las megaciudades consumen la mayor parte de los recursos nacionales y captan mayor interés político, sólo representaron el 3,7% de la población global en 2000 y se prevé que su representación sea del 4,7% en 2015. El porcentaje de población que vive en la siguiente categoría de ciudades grandes, entre 5 y 10 millones, es aún menor: el 2,8% en 2000, que subirá al 3,7% en 2015 (Biswas, 2006). Esto significa que, a pesar de que la tasa de urbanismo se ha incrementado en las últimas décadas, los mayores porcentajes de población mundial no viven en megaciudades y no es probable que lo hagan en un futuro cercano. Más bien al contrario: vivirán en ciudades de tamaño medio o pequeño, en las que la provisión de servicios, infraestructura e inversión será uno de los retos principales en los años venideros (Tortajada, 2008a).

Los centros urbanos de 500.000 personas o menos representaron el 24,8% de la población global en 2000 (casi siete veces la de las megaciudades), una cifra que se estima aumentará al 27% en 2015. Se espera que la tasa media anual de crecimiento de la población de estos centros urbanos más pequeños pase del 23,2% durante el período comprendido entre 1975 y 2000 (la tasa de crecimiento comparable de las megaciudades fue del 5%, esto es, menos de un cuarto) al 28,2% durante el período 2000–2015 (el 7,5% en las megaciudades).

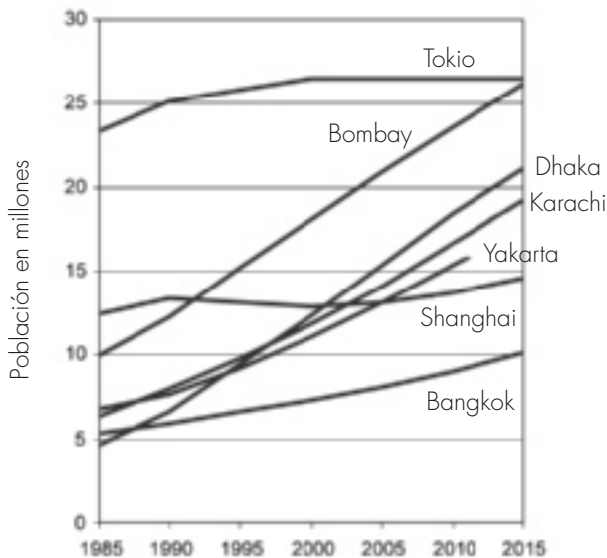
Estos centros urbanos más pequeños han recibido escasa atención por parte de las instituciones nacionales e internacionales así como de los profesionales del agua y el desarrollo, pese a que la resolución de los futuros problemas del agua y de las aguas residuales de estos centros urbanos de menor entidad precisará, por lo menos, de la misma atención que en el caso de las megaciudades, si no de más. Esto es debido a que, probablemente, sus problemas hídricos sean bastante más difíciles de resolver que los de las megaciudades, ya que no tienen ni un poder financiero y político adecuado ni las capacidades técnicas y de gestión para manejar sus tasas de urbanismo mucho más altas. Además, hay muchos más centros urbanos pequeños que megaciudades y, por tanto, los esfuerzos de gestión necesarios en el caso de aquellos serán mucho más complejos y representarán mayores desafíos que en éstas. De hecho, aun cuando la cantidad de personas de los centros urbanos pequeños sea 6,7 veces la de las megaciuda-



des y se espere que sus tasas de crecimiento sean cuatro veces mayores, es una anomalía que estén recibiendo menos atención por parte de los responsables de formular las políticas hídricas nacionales e internacionales de manera tan evidente. Es claro que, a menos que las políticas y los intereses actuales cambien radicalmente, es probable que estos centros urbanos comparativamente más pequeños se conviertan en grandes “agujeros negros” del agua y de las aguas residuales en el futuro.

Otro tema digno de mención son las diferencias en las tasas de urbanismo entre las megaciudades del mundo desarrollado y del mundo en desarrollo. Por ejemplo, las ciudades como Londres y Nueva York crecieron progresivamente a lo largo de casi un siglo y su crecimiento gradual les permitió desarrollar eficazmente su infraestructura de aguas y aguas residuales y sus servicios de gestión. Por el contrario, las tasas de crecimiento de las megaciudades del mundo en desarrollo como Dhaka, Yakarta, o Karachi en las décadas más recientes simplemente han sido explosivas (Figura 2). No han podido hacer frente a sus explosivas tasas de crecimiento en cuanto a la satisfactoria provisión de agua potable y servicios de gestión de aguas residuales. Invariablemente, les ha resultado muy difícil correr más rápido para quedarse simplemente donde estaban.

Figura 1: Aumento de la población en megaciudades asiáticas seleccionadas



Muchas de estas megaciudades del mundo en desarrollo han conseguido suministrar agua a sus residentes, especialmente a las bastante acomodadas áreas residenciales. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los servicios proporcionados



dejan mucho que desear. Por ejemplo, el abastecimiento a menudo es intermitente y el agua suministrada no es potable sin un tratamiento adicional en los hogares. Además, las megaciudades se han ido quedando progresivamente atrás en la recogida, el tratamiento y la eliminación ecológica de las aguas residuales generadas. Puede que se recojan las aguas residuales de ciertas áreas de estas ciudades, pero en su mayor parte se vierten a los ríos, lagos, terreno u océanos más cercanos sin tratamiento alguno o sólo con un tratamiento primario. Debido a este abandono continuado de la gestión de la calidad del agua, las masas de agua en y alrededor de la mayoría de los centros urbanos de casi todos los países en desarrollo actualmente están muy contaminadas, lo que ya ha dado como resultado graves problemas medioambientales y de salud para sus habitantes. Es probable que, si hay una crisis de agua en el futuro, no se originará debido a una escasez física de agua, como muchos han predicho recientemente, sino a una incesante negligencia de las prácticas adecuadas de gestión de las aguas residuales. Si continúa la tendencia actual, las fuentes de agua disponibles se contaminarán cada vez más y se encarecerá el suministro de agua potable limpia, así como se volverá crecientemente compleja y difícil su gestión. Los costes sanitarios y medioambientales resultantes de una mala gestión continuada de la recogida de aguas residuales, de su tratamiento y eliminación probablemente subirán mucho a corto y medio plazo en la mayor parte del mundo en desarrollo.

Otra diferencia digna de mención relativa a la gestión del agua entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo es que a medida que los centros urbanos de los primeros se expandían, sus economías también lo hacían. En consecuencia, les era posible tener acceso a los recursos financieros adecuados para una gestión eficiente del agua urbana y de sus aguas residuales. Por ejemplo, Japón pudo invertir mucho en la construcción de infraestructuras hídricas urbanas después de 1950 porque a la vez también estaba experimentando un rápido crecimiento económico. Tal amplio desarrollo de infraestructuras y mejoras importantes en las prácticas de gestión significó que el agua no contabilizada (las fugas) en una megaciudad como Tokio se pudo reducir de un 90% estimado inmediatamente después de la guerra a alrededor de un 6% en la actualidad, haciendo de este desarrollo uno de los más eficientes del mundo. Igualmente, las ciudades como Tokio pudieron invertir grandes cantidades para controlar las inundaciones urbanas, cosa que hubiera difícil si la economía japonesa no hubiera crecido durante este período.

Por el contrario, el ritmo, alcance y complejidad del proceso de urbanismo del mundo en desarrollo ha excedido normalmente con mucho las capacidades financieras y de gestión de los gobiernos nacionales y locales para planificar y gestionar de modo sensato la transición demográfica en lo relativo al suministro de



servicios de gestión de agua potable y de aguas residuales para toda la población de modo eficiente, equitativo, sostenible y oportuno. Los impactos de este proceso de urbanismo gestionado inadecuadamente se manifiestan en una gran contaminación atmosférica, del agua, del suelo y acústica que está teniendo, y seguirá teniendo, impactos muy graves en la salud humana y la calidad de vida de los habitantes de las ciudades y que impone costes sociales y económicos muy importantes en sus respectivas economías.

Otro problema relacionado con el urbanismo es el súbito crecimiento casi vertical, especialmente en las zonas centrales de negocios, a menudo después de décadas o incluso siglos de expansión principalmente horizontal, lo que ha contribuido invariablemente a un aumento repentino de la densidad de población en tales áreas, con las elevadas necesidades concomitantes de agua y energía, así como la generación de grandes cargas de residuos (aguas residuales y residuos sólidos) por unidad de superficie. Sencillamente, los centros urbanos no han sido capaces de hacer frente con éxito a unas exigencias de servicios de gestión de agua y aguas residuales de tan rápida aparición y aumento en las áreas urbanas centrales. El problema se ve agravado por los casi siempre deficientes servicios de gestión del suministro de agua y de aguas residuales, la ausencia de planificación a largo plazo, una gestión y unas capacidades técnicas y administrativas inadecuadas, la falta de fondos para la inversión y los altos niveles de corrupción y nepotismo.

Sin embargo, hay signos de esperanza. Por ejemplo, en China, la importancia del suministro de agua potable y de unos servicios de gestión de aguas residuales adecuados ha empezado a recibir cada vez más atención política de alto nivel. Debido a que su economía ha crecido mucho en los últimos años, el país puede permitirse abastecer de agua potable y de buenos servicios de gestión de aguas residuales a sus ciudadanos urbanos. Las tarifas del agua están subiendo para hacer frente a los costes y esta práctica ya ha dado como resultado la reducción de los consumos industriales de agua. Los asuntos que rodean el agua y las aguas residuales se han convertido en una consideración prioritaria para los responsables de formular las políticas nacionales, regionales y locales. Si continúan estos niveles de apoyo político e interés, es probable que países como China hagan progresos importantes en la gestión urbana del agua y las aguas residuales durante las décadas venideras.

Agua y alimentos

El agua es esencial para la producción de alimentos. A medida que la población mundial aumente en las próximas décadas, serán necesarias mayores cantidades



de alimentos para el consumo humano y animal. De igual modo, a medida que los países en desarrollo continúan progresando económicamente, mejorará el nivel de vida de más personas. Por consiguiente, es probable que cambien sus costumbres alimenticias y exijan más productos que contengan proteínas, como carne y leche, lo que aumentará más las necesidades de agua, ya que la cría de animales precisa de más agua que la producción de cosechas.

Tal desarrollo no significa que la demanda de agua para producir alimentos adicionales para una población global más numerosa y cada vez más acomodada aumente en consecuencia. Esto es debido a que no hay una relación de uno a uno entre las necesidades de agua y la disponibilidad de alimentos. El rendimiento de las cosechas puede aumentarse por distintos medios, entre los que se encuentran un uso más eficiente de los fertilizantes y los pesticidas, semillas de mejor calidad y prácticas mejoradas de gestión. Además, la cantidad de alimentos producida no debería ser la única consideración. En realidad, lo que más importa son los alimentos que están a disposición de los consumidores. Lamentablemente, en muchos países en desarrollo entre un 25% y un 50% de las cosechas, las frutas o las verduras producidas actualmente no se consumen debido a las grandes pérdidas existentes en cada fase de la producción, el transporte, la distribución y el almacenamiento. Si sólo se redujeran estas pérdidas aumentaría la disponibilidad de alimentos en gran medida, sin ninguna necesidad adicional de agua. En consecuencia, hay muchos factores que afectarán la disponibilidad total de alimentos para los consumidores y el agua no es necesariamente el único factor, o el más importante, aun cuando muchos profesionales del agua automáticamente hayan hecho esta suposición errónea. Los numerosos factores relevantes en la producción y disponibilidad de alimentos forman una red compleja de interrelaciones y los problemas y sus soluciones a menudo son específicos de cada sitio. Así, suele ser peligroso y casi siempre inducir a error el sacar conclusiones generalizadas sobre la cantidad de agua adicional que puede ser necesaria para aumentar la disponibilidad de alimentos a los consumidores en los países en desarrollo sin antes realizar exhaustivos estudios adicionales sobre el conjunto de los sistemas de alimentación como un todo basados en datos fiables y representativos y análisis correctos.

La agricultura es, con mucho, el sector que más agua utiliza del mundo. En muchos países en desarrollo, el agua de uso agrícola supone casi el 90% de los usos totales del agua. Sin embargo, este porcentaje ha ido descendiendo de manera continua en los últimos años en la mayor parte del mundo en desarrollo, así como en el mundo en general. Por el contrario, las necesidades de agua industrial han venido aumentando sin cesar. No obstante, en términos cuantitativos absolutos, el uso agrícola del agua en la mayoría de los países en desarrollo ha



estado incrementándose en los años más recientes, tendencia que probablemente continuará a medio plazo.

Un gran problema del uso agrícola del agua ha sido que la mayoría de los países han continuado poniendo en práctica políticas incorrectas o inapropiadas por motivos sociales, económicos y políticos, muchas veces debido a concepciones erróneas fundamentales. Un buen ejemplo es la energía utilizada para el bombeo de aguas subterráneas. Hoy en día, en muchos países los agricultores no pagan por el volumen real de aguas subterráneas bombeadas para los regadíos. Además, los costes de la electricidad necesaria para bombear están muy subvencionados por varios gobiernos. En consecuencia, los agricultores suelen bombear más agua subterránea de la que necesitan para optimizar la producción de sus cosechas. A su vez, este bombeo excesivo está dando como resultado un descenso continuado en los niveles de las aguas subterráneas en muchos acuíferos importantes por todo el mundo. A medida que descienden estos niveles, se necesita más energía para bombear la misma cantidad de agua, lo que requiere de subvenciones adicionales a los costes de electricidad. Todo esto ha contribuido a crear un círculo vicioso que empieza por la sobreexplotación de las aguas subterráneas, sigue por el descenso en los niveles de los acuíferos, aumentando las pérdidas de las empresas eléctricas y termina por incrementar los impactos medioambientales adversos (como los hundimientos de tierra), ninguno de los cuales es sostenible a largo plazo. Por tanto, en el futuro serán necesarios cambios muy importantes en las políticas de los sectores del agua y la energía para equilibrar los usos de ambas, estabilizar los niveles de las capas freáticas en disminución y reducir los subsidios eléctricos a los agricultores.

En el futuro, estas políticas intersectoriales habrán de ser objeto de cuidadosos análisis, formulaciones y puestas en práctica. Igualmente, las políticas de cualquier sector específico han de estar coordinadas con la de los sectores asociados. La costumbre pasada y actual de formular políticas en un sector sin tener en consideración ni coordinarlas con las de los demás sectores será cada vez más costosa, ineficaz e insostenible. He aquí uno de los principales desafíos para el mundo en el futuro: cómo coordinar adecuadamente todas las políticas en materia de recursos relativas a las áreas de agua, energía, alimentos y medio ambiente, los marcos legales y normativos necesarios para esas políticas y las actividades de coordinación de las instituciones responsables de formular y llevar a la práctica esas políticas. Esa coordinación ha sido muy difícil de lograr en el pasado debido a problemas entre instituciones y a la falta de reconocimiento de la creciente importancia de su necesidad. Es probable que la situación se vuelva aún más compleja y difícil en el futuro. Sin embargo, será este un re-



quisito importante y crítico en el futuro que debe recibir una rápida atención por parte de los gobiernos, los organismos de investigación y los expertos para que se puedan formular y poner en marcha instrumentos idóneos para situaciones específicas.

Agua y energía

Probablemente, a medida que las necesidades energéticas del mundo en general siguen aumentando, también lo hagan las necesidades de agua para el sector energético, un hecho que, en la mayoría de los casos, ha escapado de la atención de los planificadores de agua y energía. La generación de energía a gran escala invariablemente requiere agua. Sin ella, no se puede generar energía hidroeléctrica, fuente importante de electricidad en muchos países. De igual modo, la generación de energía térmica a partir de carbón, petróleo o gas natural precisa de grandes cantidades de agua para refrigeración. La energía nuclear necesita aún más agua para refrigeración. Si la tasa actual de entre un 5% y un 8% de aumento en el consumo anual de electricidad se mantiene indefinidamente en muchos países en desarrollo, como se espera hoy en día, habrá que evaluar meticulosamente las necesidades de agua para el sector energético para, después, tomarlas en cuenta en las políticas hídricas nacionales. En países como Francia el principal usuario de agua ya es la industria generadora de electricidad y no los sectores agrícola o industrial. En los Estados Unidos, la generación termoeléctrica representó el 39% de los consumos totales de agua dulce en 2000, sólo un poco menos que las necesidades de agua para la agricultura (NETL, 2008).

En cada etapa del ciclo de producción y distribución del agua son necesarias enormes cantidades de energía para extraer, bombear, transportar, tratar y distribuir agua a todos los usuarios. De hecho, se estima que se utiliza del 2% al 3% del consumo mundial de energía para bombear y tratar agua para los residentes de las ciudades y para la industria. En términos más prácticos, en Estados Unidos son necesarios unos 95 litros de agua para producir cada kilovatio hora de electricidad (E&WR, 2005).

A nivel global, la agricultura consume casi el 70% del suministro disponible de agua. A menudo hay tensiones entre los usuarios agrícolas, domésticos e industriales del agua, especialmente donde el suministro ya es insuficiente para satisfacer las diversas demandas con las prácticas de gestión existentes. Se prevé que las tensiones aumenten debido al consumo de agua para el sector termonuclear, consideración que ha sido ignorada en la mayoría de los países hasta ahora (NIC, 2008).



El uso del agua en los sectores energético y agrícola, que a veces da como resultado un suministro disponible que no da abasto para toda la demanda, sufre problemas muy similares: recursos financieros insuficientes, uso o producción ineficaz, acuerdos institucionales inadecuados, falta de coordinación entre los sectores, falta de compromisos políticos a largo plazo, recursos humanos inapropiados, poca implicación por parte de la comunidad, prácticas de funcionamiento y mantenimiento incorrectas y también escasa provisión de información y comunicación con sus usuarios y consumidores (Lawson et al., 2008).

Según la Agencia Internacional de Energía o AIE (International Energy Agency o IEA, 2007), serán necesarios unos 22 billones de dólares de inversión global acumulativa, en dólares constantes de 2006, en infraestructura energética a lo largo del período 2006-2030. Esta inversión será necesaria para ampliar la capacidad de abastecimiento y para modernizar y rehabilitar las instalaciones de suministro existentes. En cuanto a electricidad, más de la mitad de las inversiones en industria serán necesarias para las redes de transmisión y distribución, y la cantidad restante para las centrales eléctricas. Puesto que se necesitan grandes cantidades de agua garantizada para refrigeración en el caso de la generación termoeléctrica (es decir, a partir de carbón, petróleo, gas natural y también la energía nuclear), las inversiones estimadas necesitarán de un suministro de agua seguro y fiable (NETL, 2008).

Un crecimiento económico global aumentará la demanda de energía, tanto de fuentes tradicionales como no tradicionales. A nivel mundial, el PIB aumentó de media casi un 3% anual de 1980 a 2005. Se estima que el rápido crecimiento en los países en vías de desarrollo implique una subida similar del PIB global hasta 2030, dando como resultado mayores demandas de energía procedentes de todas las fuentes (ExxonMobil, 2008).

Además del crecimiento económico, el de la población es también un impulsor fundamental de la demanda energética general. No obstante, el tipo de energía utilizada para satisfacer las necesidades específicas de los distintos países depende de factores adicionales como la disponibilidad del suministro, los niveles de renta y las políticas públicas. En 2005, el consumo global de energía primaria fue de aproximadamente 230 millones de barriles al día de equivalente petróleo (MBDOE por sus siglas en inglés) de combustible fósil (petróleo, gas natural y carbón) y otros tipos de energía no fósil como la nuclear y la procedente de fuentes renovables. Se espera que la demanda mundial total de energía en 2030 aumente en un 40%, aun después de suponer que haya habido mejoras sustanciales en la producción de energía y en la eficacia de su distribución (ExxonMobil, 2008).



British Petroleum (2008) ha realizado un análisis muy extensor del consumo de energía primaria en distintas regiones del mundo. Según este análisis, el consumo de energía primaria (combustibles comercializados) a nivel global aumentó en un 2,4% en 2007. La AIE estima que es probable que las demandas mundiales de energía primaria aumenten en más de la mitad entre 2005 y 2030, a un ritmo medio anual del 1,8%. Se prevé que los países en desarrollo cuyas economías y poblaciones estén creciendo más rápido sean responsables del 74% del incremento en el uso global de energía primaria, representando China y la India el 45% (IEA, 2008). La demanda global será satisfecha gracias a una variedad de mezclas energéticas. No obstante, los combustibles fósiles continuarán proporcionando casi el 80% de la energía global hasta 2030, ocupando el petróleo y el gas casi el 60%. A pesar de su rápido crecimiento desde 2007, la energía renovable seguirá representando un pequeño porcentaje del uso energético total mundial (British Petroleum, 2008).

La energía hidroeléctrica no es una opción importante para la futura producción de energía en la mayoría de los países desarrollados. Esto es debido a que la mayoría de los emplazamientos rentables ya han sido desarrollados, o están en proceso de desarrollo, y a la fuerte oposición de los ecologistas y los activistas sociales. En 2007, el crecimiento global de la generación hidroeléctrica fue del 1,7%, ligeramente por debajo de su media histórica.

La Tabla 3 muestra los países con mayor producción anual de energía hidroeléctrica y capacidad instalada. Las nuevas capacidades en China y en Brasil, así como la mayor precipitación de Canadá y Europa del norte, compensan las condiciones de sequía de los Estados Unidos y de la Europa meridional (British Petroleum, 2008).

Tabla 3. Producción hidroeléctrica y capacidad instalada en 2006: los 8 países más importantes

País	Producción anual de energía hidroeléctrica (teravatios hora, TWh)	Capacidad instalada (GW)
China	416,7	128,57
Canadá	350,3	68,974
Brasil	349,9	69,080
USA	291,2	79,511
Rusia	157,1	45,000
Noruega	119,8	27,528
India	112,4	33,600
Japón	95,0	27,229

Fuente: British Petroleum, 2008



La Asociación Europea de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (European Small Hydro-power Industry Association o ESHA) ha predicho que las centrales pequeñas crecerán más rápido que las grandes, aun cuando siga habiendo una gran predominancia de las centrales de gran tamaño en el mundo. Con respecto a estas últimas, el Comité de Cambio Climático (CCC) de la Unión Europea está intentando armonizar el proceso de aprobación de grandes proyectos hidráulicos entre los estados miembros y, por tanto, regular su sostenibilidad y asegurar que se toman en consideración los aspectos ambientales mediante el seguimiento de criterios internacionales. El objetivo es evitar diferencias en los costes de transacción y conseguir claridad y certeza legal en el mercado comercial del carbón, de modo que los proyectos de cualquier estado miembro reciban idéntico tratamiento (De Brauw et al., 2008). Aunque este es un gran paso para poner los créditos del carbón de grandes proyectos hidráulicos a disposición, no es duradero. Cada estado miembro de la UE tiene poder discrecional para evaluar la admisibilidad de los créditos basados en proyectos.

Generación termoeléctrica

La disponibilidad de agua es una preocupación regional y nacional para satisfacer las futuras necesidades de la generación de energía eléctrica. Además del consumo humano, la agricultura de regadío y el desarrollo industrial, el medio ambiente se ha convertido en un competidor importante por la utilización de los recursos hídricos, lo que a su vez ejerce un impacto en el agua disponible para otros usos incluida la generación de energía eléctrica. El encontrar ubicaciones viables para las centrales térmicas se volverá una tarea más ardua cada vez debido a los equilibrios necesarios entre energía, medio ambiente y seguridad del agua, así como los usos del suelo y las consideraciones económicas, sociales y políticas.

En los Estados Unidos, la generación termoeléctrica representa el porcentaje más grande de producción de electricidad, suministrando las plantas de carbón alrededor de la mitad de la electricidad a nivel nacional. El Laboratorio Nacional de Tecnología Energética (NETL) del Departamento de Energía de los Estados Unidos ha estado realizando investigaciones sobre la conservación del agua y estrategias de gestión para desarrollar soluciones prácticas para conservar los recursos hídricos, minimizar los impactos en la calidad del agua y proporcionar soluciones ambientalmente sólidas para aumentar la seguridad energética nacional, mediante los recursos domésticos, para las centrales térmicas (Feeley, 2004; NETL, 2006). Dado que se espera que la capacidad de generación termoeléctrica en los Estados Unidos aumente en un 18% entre 2005 y 2030 (EIA, 2008), el que haya una disponibilidad garantizada de agua dulce, tanto en cuanto a cantidad como a calidad, debe ser una consideración importante.



El enfoque fundamental del futuro ha de hacer que las centrales térmicas existentes y futuras sean más eficientes en cuanto a su necesidad de agua. En los Estados Unidos, el consumo de agua para este sector aumentó de 492 mil millones de litros/día en 1995 a 553 mil millones de litros/día en 2005. En el futuro, se ha de intentar desarrollar tecnologías avanzadas que posibiliten el uso de fuentes alternativas de agua de refrigeración y reduzcan las pérdidas por evaporación y/o desvío de las torres existentes de refrigeración con el objeto de conseguir un ahorro considerable en el consumo de agua dulce. En los Estados Unidos, a pesar de los avances tecnológicos y de gestión, la generación termoeléctrica seguirá siendo uno de los principales consumidores de agua en el futuro previsible. Dependiendo de los avances que se hagan en tecnología y prácticas de gestión, es probable que el consumo de agua del sector varíe entre 424 y 583 mil millones de litros/día en 2030. Como se espera que el consumo nacional de agua en el país aumente en el futuro, esto dará como resultado una mayor competencia por los recursos hídricos (Feeley et al., 2008; NETL, 2008).

La creciente importancia de las soluciones de compromiso entre varios sectores se puede ilustrar mejor con los ejemplos siguientes de los Estados Unidos (NETL, 2008):

“La preocupación acerca de cómo afecta el emplazamiento de las instalaciones de generación eléctrica en el suministro de agua, expresada por las personas que regulan el estado, los tomadores locales de decisiones y el público en general, ya está ejerciendo su impacto sobre los proyectos energéticos en todo Estados Unidos. Por ejemplo, en marzo de 2006, un comité del parlamento estatal de Idaho aprobó unánimemente una moratoria de dos años en la construcción de nuevas plantas de carbón en el estado basándose en consideraciones ambientales y de suministro de agua. Hace poco, Arizona denegó el permiso a una planta de generación eléctrica que se había propuesto alegando preocupación respecto la cantidad de agua procedente de un acuífero local que utilizaría. A principios de 2005, el Gobernador Mike Rounds, de Dakota del Sur, convocó una cumbre para discutir sobre los bajos caudales del río Missouri provocados por la sequía y su impacto en los riegos, los sistemas de agua potable y las centrales eléctricas. Una central eléctrica de carbón que se iba a construir en el Lago Michigan, en Wisconsin, ha sufrido ataques de grupos ecologistas debido a los efectos potenciales de las estructuras de toma de agua para la refrigeración de la instalación sobre la vida acuática. En febrero de 2006, la Autoridad de Energía Eléctrica Diné llegó a un acuerdo con la Nación Navajo para pagar 1.000 dólares por cada 1.233,5 m³ y un mínimo garantizado total de 3 millones de dólares para destinar agua en el proyecto Desert Rock Energy Project. En un artículo que trata de una planta de 1.200 MW propuesta en Nevada, los opositores a la



planta declararon: "Washoe County no volverá de ningún modo a tener el lujo de disponer de una central de combustible fósil en el condado con los problemas de agua que tenemos ahora. Es demasiado importante para la salud económica del condado el dejar que el agua se volatilice en el aire en una torre de refrigeración.""

Biocombustibles

Una producción creciente de biocombustibles puede afectar la producción agrícola total, los usos del suelo y la utilización y calidad del agua, dependiendo de los tipos de cultivo y de dónde se cosechan éstos, y de las prácticas agrícolas y la tecnología utilizada. Los biocombustibles han disfrutado de un respaldo enorme durante los últimos años, principalmente en los Estados Unidos (basado en el maíz) y Brasil (basado en la caña de azúcar). Por el contrario, es la producción de biodiésel lo que domina en Europa, con una contribución importante de Alemania. Los principales impulsores de este creciente interés por los biocombustibles han sido su facilidad para sustituir directamente a los combustibles fósiles y los fuertes subsidios que se conceden a los agricultores. Sin embargo, este sector puede tener que hacer frente a serias limitaciones al crecimiento en el futuro debido a incertidumbres potenciales como el suministro de biocombustibles a largo plazo, las restricciones ambientales, de suelo y de agua, los niveles de precios de los productos agrícolas y del petróleo y el alcance de los subsidios que los distintos gobiernos estén dispuestos a conceder. La creciente demanda de biocombustibles en los últimos tiempos ha proporcionado a los agricultores un mayor incentivo económico para cultivar de cara a la producción de biocombustibles, lo que ha contribuido a una menor producción de alimentos y la subida del precio de éstos.

Para el uso presente y futuro de los biocombustibles y, por tanto, del agua necesaria para su producción, hay factores importantes que deben ser considerados como los subsidios, el rendimiento y los objetivos relacionados con la tecnología (por ejemplo, una cartera renovable y estándares obligatorios de combustibles renovables), los créditos fiscales, los marcos para la fijación de límites máximos e intercambio de los derechos de emisión de carbono (regulaciones "cap and trade"), los impuestos sobre emisiones de CO₂ o eco-tasas, los préstamos y concesiones (Goldman Sachs, 2007). En los Estados Unidos, las políticas de subsidios a los biocombustibles sobre todo se han centrado en la seguridad energética y, posteriormente, en dar apoyo a los agricultores como parte de la política agraria general. Puesto que la producción de biocombustibles se ha considerado como un componente importante de la cartera energética de los EE.UU., su pro-



ducción se fomentó en 2005 gracias a la Energy Act (Ley de Energía), continuación del subsidio al etanol a 0,135 dólares el litro (51 centavos de dólar por galón o, dicho de otra manera, por cada 3,78 litros) con pago directo a los agricultores de maíz y soja mediante la Farm Hill. El Departamento de Energía de los EE.UU. ha estimado que de los biocombustibles, el etanol y el biodiésel serán capaces de suministrar el 30% del combustible de transporte en 2030 (National Research Council of the National Academies, 2008).

A lo largo de la última década, el gobierno de los Estados Unidos ha puesto en marcha una serie de incentivos, tanto por el lado de la oferta como por el de la demanda, con el propósito de aumentar la producción de biocombustibles. Entre los incentivos por el lado de la oferta se incluyen subsidios, préstamos y garantías de préstamo, así como el Volumetric Ethanol Excise Tax Credit federal de 2004, subsidio al etanol mencionado en el párrafo anterior que otorga a los refinadores/distribuidores de etanol un crédito fiscal o tributario de 0,135 dólares por litro (51 centavos de dólar por galón o, dicho de otra manera, por cada 3,78 litros) de etanol utilizado en la mezcla con gasolina; y un crédito fiscal de hasta el 30% del coste de cualquier propiedad de reabastecimiento o punto de repostaje de combustible alternativo para vehículos, hasta 30.000 dólares por propiedad. Los biodiésel reciben un crédito de 1 dólar por cada 3,7854 litros (1 dólar por galón). El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) gestiona un programa que concede subsidios, préstamos y garantías de préstamo a rancheros y pequeños hacendados rurales para el desarrollo de proyectos de energías alternativas como la construcción de plantas de biocombustible. El Departamento de Energía de los Estados Unidos ha adjudicado un programa que asigna 2 mil millones de dólares anuales a garantías de préstamos para biocombustibles. El principal incentivo por el lado de la demanda es el estándar de combustibles renovables (RFS por sus siglas en inglés), que obliga a que las crecientes cantidades de biocombustibles se mezclen con gasolina, de 15 mil millones de litros en 2006 hasta 28 mil millones de litros en 2012 (Goldman Sachs, 2007).

Aunque el principal biocombustible utilizado en los Estados Unidos es actualmente el etanol derivado de granos de maíz, se espera que el etanol procedente de plantas con gran contenido en celulosa (los tallos de la planta del maíz y la paja de trigo, gramíneas nativas y restos de podas de bosques) se pueda utilizar comercialmente en la próxima década gracias a los avances tecnológicos. El National Research Council of the National Academies (2008), de los Estados Unidos, considera que durante los próximos 5-9 años no es probable que un aumento de la producción agrícola de biocombustibles tenga impactos significativos en la cantidad de agua a nivel regional y local, excepto en lugares en los que la disponibilidad de agua ya es limitada. En cuanto a impactos en la cali-



dad del agua, se espera que éstos sean de contaminación debido al uso creciente de sustancias químicas agrícolas y a la erosión del suelo. Estos impactos pueden ser mitigados parcialmente llevando a cabo prácticas agrícolas adecuadas y tecnologías que ya están disponibles.

La producción de biocombustibles necesitará de más y más agua en el futuro si este subsector se expande, como algunos esperan actualmente. A medida que aumenta el uso de sustancias químicas agrícolas como pesticidas y fertilizantes para mejorar el rendimiento de las cosechas de biocombustible, puede que las masas de agua cercanas a esos sistemas de producción sufran mayores niveles de contaminación difusa, lo cual ha demostrado ser mucho más difícil de controlar que la contaminación procedente de fuentes puntuales, aun en países desarrollados. En consecuencia, es probable que la producción y el procesamiento de los cultivos de biocombustible conlleven implicaciones respecto a la cantidad y la calidad del agua. Mientras estas implicaciones se estudien detenidamente en cuanto a sus impactos sociales, económicos y ambientales y se pongan en marcha medidas adecuadas para paliarlos en el momento y la manera en que sean precisas, los problemas se podrán gestionar. Sin embargo, a día de hoy, virtualmente ningún país ha analizado en profundidad las implicaciones en lo tocante al agua, el suelo, el medio ambiente y lo social que se derivan de un aumento en la producción de biocombustibles y ha creado las políticas correctas.

También es importante mencionar que, igual que el sector energético necesita grandes cantidades de agua, el sector hídrico también utiliza mucha energía para su funcionamiento. Las demandas energéticas para el bombeo son ya considerables en casi todos los países. A medida que el número de plantas de tratamiento de agua y aguas residuales aumente exponencialmente en los próximos años, especialmente en el mundo en desarrollo, la energía necesaria para su adecuado funcionamiento y mantenimiento también aumentará. Así, los sectores hídrico y energético estarán aún más estrechamente vinculados en el futuro de lo que lo están actualmente, lo que requerirá una creciente coordinación de políticas relacionadas con la gestión de estos dos sectores, siendo necesarias muchas soluciones de compromiso.

Agua y medio ambiente

Las implicaciones de las políticas de gestión ambiental en el desarrollo y la gestión del agua han recibido una atención creciente durante las cuatro décadas pasadas, cuando se tomó conciencia de que las políticas del agua y del medio ambiente afectan una a la otra de muchas maneras relevantes, a veces de modo positivo pero a veces también negativamente.



Durante los inicios del movimiento global por el medio ambiente, la preocupación principal era cómo parar todo tipo de contaminación. Por ejemplo, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, las principales preocupaciones ambientales consideradas relacionadas con el agua fueron la prevención de la contaminación del agua y los impactos de la lluvia ácida sobre los bosques y los lagos. Más tarde, se desarrolló una fuerte reacción en ciertos sectores de la sociedad contra todo tipo de grandes proyectos de desarrollo de infraestructuras, lo cual fue especialmente relevante en la construcción de grandes presas y proyectos de riego. En esta era de “lo pequeño es hermoso”, todos los grandes proyectos de desarrollo cosecharon muchas críticas debido a sus potenciales impactos adversos, algunos de los cuales estaban justificados, pero otros también eran ficticios.

Durante los ochenta y los noventa, los ecologistas, los activistas sociales y muchas organizaciones no gubernamentales (ONG) criticaron con fiereza los grandes proyectos de desarrollo hídrico de todo el mundo. Este movimiento probablemente alcanzó su apogeo con la controversia asociada a la construcción de algunas grandes presas como la de Sardar Sarovar y Tehri en la India, la de Arun II en Nepal y la de Nagara (para evitar la intrusión de agua del mar) en Japón. Esta controversia tuvo tanto impactos positivos como negativos en las futuras prácticas de gestión hídrica, algunas de las cuales serán brevemente comentadas a continuación.

Por el lado positivo, muchas consideraciones sociales y ambientales que no se habían tratado adecuadamente empezaron a recibir atención rápidamente. Los análisis de impacto ambiental y social se convirtieron en la regla en vez de la excepción y asuntos como los reasentamientos y desplazamientos involuntarios y los impactos negativos en el medio ambiente y en los ecosistemas debidos a grandes proyectos de desarrollo de infraestructuras empezaron a tener importancia. De hecho, la presión de ciertos sectores de la sociedad era tal que las primeras deficiencias no sólo recibieron una considerable atención, sino que los planificadores y los responsables de formular políticas se vieron forzados a responder a ellas con rapidez y de manera adecuada. En consecuencia, se consideraron convenientemente muchos aspectos no deseables de las actividades de desarrollo y a menudo se emprendieron acciones paliativas apropiadas, lo que probablemente no habría ocurrido en un corto plazo de sólo dos décadas de no haber sido porque se había materializado una oposición coordinada contra la construcción de proyectos de desarrollo tan grandes.

Por el lado negativo, esta oposición a los grandes proyectos retrasó mucho algunos proyectos de desarrollo hídrico que tendrían que haber sido construidos para



reducir la pobreza, generar empleo y elevar el nivel de vida de las personas. La mencionada oposición también contribuyó a la reducción del apoyo financiero a los proyectos hídricos procedentes de fuentes internacionales debido a la controversia que los rodeaba, que sistemáticamente recibía una atención mediática negativa tanto a nivel nacional como internacional. Por alguna razón misteriosa, los grandes proyectos de desarrollo hídrico atrajeron más controversia que otro tipo de actividades de desarrollo. Los donantes se volvieron muy prudentes a la hora de financiar proyectos hídricos, independientemente de sus necesidades y beneficios totales durante las décadas de 1980 y 1990.

Las discusiones comenzaron a equilibrarse durante el período posterior al año 2000. Actualmente hay una concienciación creciente sobre el hecho de que los proyectos de desarrollo hídrico deben recibir una atención prioritaria en todos los países en desarrollo, no sólo para satisfacer las necesidades domésticas e industriales, sino también para mejorar la seguridad alimentaria y energética de las naciones. Igualmente, sin embargo, estas estructuras han de ser planificadas y gestionadas de tal forma que sean técnicamente factibles, rentables, socialmente aceptables y ecológicas. En el futuro, se tendrá que llegar a muchas soluciones de compromiso entre todos estos requisitos y otros relacionados, ya que no se excluyen mutuamente. Este será uno de los retos principales.

Como las percepciones sociales han cambiado y la base del conocimiento para planificar y gestionar la infraestructura del agua ha aumentado mucho, ahora es posible mejorar la planificación y las prácticas de gestión anteriores de manera considerable maximizando simultáneamente los impactos positivos económicos, sociales y medioambientales, minimizando los impactos negativos y asegurándose de que las personas que pueden tener que pagar los costes de los proyectos (por ejemplo, las que han de ser reasentadas de manera involuntaria) se conviertan explícitamente en los beneficiarios directos de los proyectos. Con este cambio en la forma de pensar y una mejor comprensión y aprecio de los vínculos medio ambiente-desarrollo, es probable que la discusión general acerca de los asuntos sobre desarrollo hídrico y medio ambiente se vuelvan más objetivos y menos polarizadores en el futuro.

Aunque los impactos sociales y ambientales adversos (reales o imaginarios) de los grandes desarrollos hídricos han recibido una atención considerable por parte de los medios y los responsables de formular políticas, otro tema ambiental ha sido en cierto modo abandonado inmerecidamente. Se trata de la creciente contaminación del agua procedente de fuentes puntuales y difusas debido a las crecientes actividades domésticas, industriales y agrícolas en todo el mundo. No hay duda de que la gestión de la calidad del agua debe recibir atención rápidamente.



De modo similar, el suministro de agua limpia ha recibido una atención considerable por parte de los responsables de formular políticas en países en desarrollo y por parte de instituciones nacionales e internacionales, pero un interés parecido en la recogida, tratamiento y eliminación de aguas residuales a menudo ha brillado por su relativa ausencia. Desgraciadamente, solo hay unas pocas señales de que esta actitud esté empezando a cambiar. En las décadas venideras, la adecuada gestión de aguas residuales de fuentes domésticas e industriales debe recibir tanta atención como el suministro de agua, si no más, para compensar la inadecuada consideración que ha recibido en el pasado.

La creciente contaminación del agua de todas las fuentes es uno de los principales problemas de casi todos los países en desarrollo y el control de las fuentes difusas de contaminación es un requisito urgente para todos los países desarrollados y en desarrollo. A menos que las percepciones y actitudes actuales cambien radicalmente durante las próximas décadas, la gestión de la calidad del agua se convertirá en un problema crítico para el futuro. Esto se debe a que, a nivel doméstico, casi toda el agua que entra en un hogar es eliminada finalmente como aguas residuales. Por ello, introducir nuevas fuentes de agua en un área sin la provisión adecuada para tratar las aguas residuales, en las que invariablemente se convertirá el agua introducida, sólo será almacenar problemas para el futuro.

Incluso en muchos centros urbanos del mundo en desarrollo, donde las aguas residuales se recogen mediante sistemas de alcantarillado, a menudo se vierten a las masas de agua dulce, de tierra o a los océanos con muy poco o ningún tratamiento. Esto significa que el problema de la contaminación de las aguas residuales no se está resolviendo: simplemente se está transfiriendo de un sitio a otro. La filosofía que subyace implícitamente está muy relacionada con el "ojos que no ven, corazón que no siente."

Comparada con la eliminación de las aguas residuales domésticas, la situación se está volviendo aún más grave y compleja con los vertidos de las aguas residuales industriales, que, en su mayor parte, reciben un tratamiento inadecuado en casi todos los países en desarrollo. Actualmente, pocos centros urbanos en los países en desarrollo disponen de plantas secundarias y terciarias de tratamiento de residuos industriales. Las plantas primarias de tratamiento de aguas residuales a menudo no son funcionales durante considerables períodos de tiempo debido al mal diseño, la gestión inadecuada, la falta de interés político y de financiación, la apatía pública y muchas otras causas asociadas. Aun cuando estas plantas funcionan, la mayoría lo hace por debajo de su eficacia diseñada. Al ser los residuos domésticos principalmente orgánicos, se degradan en un



tiempo limitado. Sin embargo, la situación es más grave y compleja en el caso de los residuos industriales, que contienen cantidades importantes de sustancias que pueden ser tóxicas para los seres humanos y los ecosistemas y que no son fácilmente biodegradables.

Con el veloz crecimiento industrial y urbano, una gestión adecuada de las aguas residuales se está convirtiendo rápidamente en un grave problema social, económico y de salud humana en casi todos los países en desarrollo. Además, como las fuentes cercanas de agua superficial y agua subterránea para los centros urbanos se están contaminando cada vez más con residuos domésticos e industriales, estas masas necesitarán mayores niveles de tratamiento antes de que se las pueda utilizar como fuentes de agua potable aguas abajo. Es probable que los procesos de tratamiento necesarios para descontaminar las fuentes contaminadas sean cada vez más sofisticados y caros en las próximas décadas, lo que puede no ser una alternativa atractiva o factible para muchas áreas urbanas debido a las limitaciones económicas y de gestión de la tecnología.

Lo anteriormente expuesto sólo se refiere a las fuentes de contaminación puntuales de los usuarios domésticos e industriales: en la actualidad, las fuentes de contaminación difusa están en un estado de total abandono en países en desarrollo y gestionadas de manera inadecuada en países desarrollados. El uso de sustancias químicas agrícolas en muchos países en desarrollo aún está algo limitado. Por tanto, las fuentes de contaminación difusa no son todavía tan graves como las fuentes puntuales. Sin embargo, como hay un énfasis creciente en aumentar la producción de las cosechas por unidad de superficie para mejorar tanto los ingresos de los agricultores como la seguridad alimentaria, es probable que los agricultores de los países en desarrollo utilicen más y más sustancias químicas en el futuro. Esto agravará más las condiciones de calidad del agua, porque el control y la gestión de las fuentes de contaminación difusa son tareas muy complejas y difíciles bajo la mejor de las circunstancias. Incluso los países más desarrollados, como los que pertenecen a la Unión Europea o Japón o los Estados Unidos, han tenido muchas dificultades para gestionar las fuentes de contaminación difusa. Los productos químicos agrícolas, utilizados ampliamente en los países desarrollados, se filtran a los ríos que, en última instancia los transportan a los estuarios, aumentando las concentraciones éstos en los propios estuarios y en los océanos que los rodean. En consecuencia, en todo el mundo se observan cada vez más zonas muertas en los estuarios de los ríos principales como el Mississippi y muchas de estas zonas muertas se están agrandando con el tiempo. En los próximos años, la reducción, o incluso la eliminación de las zonas muertas gracias a una gestión eficaz de las fuentes de contaminación difusa será una consideración importante.



En un sentido macro global, uno de los mayores retos al que se enfrentan los países en desarrollo es con qué rapidez y eficacia se pueden mejorar sustancialmente las prácticas y procesos actuales de gestión de las aguas residuales. Considerando el coste de construcción y de funcionamiento eficiente de las plantas de gestión de las aguas residuales y la cantidad de personal formado y experimentado necesario para gestionarlas, desde los directores y gestores a los operarios y técnicos de la planta, que son quienes no suelen estar disponibles en la actualidad, la resolución de este problema en el futuro inmediato será una tarea de lo más difícil.

Otro macro problema en el área del agua y el medio ambiente del futuro es probable que provenga de la creciente aceptación del concepto de los flujos ambientales. Muchos países han aceptado por fin, o están en proceso de aceptar, que el medio ambiente es un usuario legítimo del agua. Esto significa que se debería destinar ciertas cantidades de los caudales fluviales para usos ambientales y del ecosistema.

Es muy posible que en el futuro inmediato haya cada vez una mayor aceptación de este concepto en el mundo en general, lo cual presentará dos tipos de problemas, uno conceptual y el otro práctico. A nivel conceptual, hay que realizar muchas investigaciones adicionales sobre cómo los flujos ambientales de los ríos pueden ser estimados de manera fiable tanto para ríos permanentes como para ríos efímeros para varias regiones con distintos regímenes climáticos, condiciones físicas y del ecosistema, situación social y económica de las personas y muchas otras condiciones asociadas. El desarrollo de metodologías para estimar los flujos ambientales de modo fiable bajo condiciones variables ha de ser un requisito importante para el futuro.

A nivel práctico, las cantidades disponibles de agua en muchos ríos ya se han asignado y, en muchos casos, sobre-asignado, especialmente durante estaciones secas y períodos de sequía. Bajo tales condiciones, si se realizan nuevas asignaciones de agua para el medio ambiente, significará que algunas de las asignaciones existentes a los sectores doméstico, industrial y agrícola tendrán que ser reducidas, lo cual será una tarea difícil por motivos sociales, económicos y políticos. Además, en el caso de los ríos transfronterizos, así como los ríos interestatales en países federales como Brasil, la India, Pakistán y los Estados Unidos, esto originará nuevos problemas de tipo legal e institucional, especialmente cuando ya hay tratados inter- e intra-nacionales sobre asignaciones de agua entre varias partes del país. Considerando que a menudo lleva unos 20 años o más el negociar nuevos tratados de asignación de agua para los ríos transfronterizos e interestatales, la puesta en práctica del concepto de flujos ambientales en esas masas de agua puede llegar a ser una tarea compleja, difícil y larga.



Finalmente, los impactos ambientales de los desastres naturales en las infraestructuras del agua y las aguas residuales no se pueden ignorar. En lo posible, las infraestructuras han de ser diseñadas para resistir las inundaciones, los terremotos y otros desastres naturales como los tsunamis y las tormentas fuertes. En otras palabras, las futuras interacciones agua-medio ambiente deben contemplarse desde un marco conceptual mucho más amplio comparado con lo que se está practicando actualmente. Por tanto, se deben desarrollar marcos adecuados que se puedan poner en marcha.

Avances tecnológicos

Como el cambio climático, es probable que el desarrollo tecnológico introduzca otra serie de incertidumbres en las prácticas y procesos de gestión del agua. Sin embargo, a diferencia del cambio climático, el desarrollo tecnológico tiene muchas más posibilidades de dar sorpresas positivas en numerosos aspectos del desarrollo hídrico y la gestión.

Las revoluciones de la información y de la comunicación han tenido impactos radicales en el agua. La gestión y el análisis de datos relacionados con el agua se han convertido en un proceso mucho más sencillo, más económico y más eficiente que nunca antes en la historia de la humanidad. El almacenamiento de la información, su recuperación y su intercambio han mejorado exponencialmente en los últimos años. La transferencia de conocimientos sur-sur, que estaba en pañales hace unos 25 años, ahora ha alcanzado su pleno desarrollo debido a los tremendos avances en la gestión de la información y a los costes en descenso exponencial. En el futuro, es probable que esos avances vayan aún más allá. Todos estos desarrollos tendrán, sin duda, implicaciones significativas para el sector del agua, incluyendo vías más efectivas para mantener comunicaciones sostenibles e interacciones con las diversas partes interesadas de manera regular.

Otro ámbito que tendrá un fuerte impacto en las pautas de utilización del agua serán los avances biotecnológicos. Estos avances ayudarán al desarrollo de cultivos resistentes a las plagas y a las sequías, así como de cosechas que puedan cultivarse en aguas de calidad marginal, como el agua salina. Entre los impactos netos de estos posibles desarrollos estaría el hecho de que se podrían cultivar cosechas con menores cantidades de agua y también con la utilización de agua de calidad marginal.

Es probable que la biotecnología ayude de muchas otras maneras. Por ejemplo, una nueva variedad de arroz que esté bajo cultivo experimental en la actualidad puede sobrevivir unas 3–4 semanas en un campo inundado de agua. Cada año,



se pierden cientos de miles de toneladas de cultivos de arroz debido a una inmersión demasiado prolongada bajo el agua. Estas nuevas variedades de cultivos de arroz podrán resistir la mayoría de las inundaciones.

De manera similar, la biotecnología está haciendo rápidos progresos en el tratamiento de las aguas residuales. Es muy posible que haya más mejoras y avances de gran relevancia en estas áreas durante las próximas décadas, que podrían tener efectos profundos en la gestión de la calidad del agua, asunto que actualmente constituye un problema muy grave en casi todo el mundo en desarrollo.

Otro campo en el que los desarrollos tecnológicos han dado pasos de gigante durante la pasada década es en la desalinización. La reducción en los costes de desalinización la ha convertido en una alternativa importante para aumentar la disponibilidad de agua tanto para el sector doméstico como el industrial. Utilizando la nueva generación de membranas y prácticas de gestión mejoradas, los costes de la desalinización del agua de mar han descendido en casi un factor tres durante la pasada década. Al coste actual de producción del agua desalinizada (en torno a 0,45–0,60 dólares/m³) mediante ósmosis inversa, la técnica ha llegado a ser rentable para muchas ciudades en las que la disponibilidad de agua está restringida. El coste del tratamiento de agua salobre es incluso menor: 0.20–0.35 dólares/m³, dependiendo de su contenido en sal. Los avances tecnológicos y de gestión conseguidos están haciendo de la desalinización una alternativa viable para la resolución de los problemas de cantidad y calidad del agua para usos domésticos e industriales, especialmente en el caso de áreas costeras. Sin embargo, hay muchos otros factores como la disponibilidad de energía, la gestión de la tecnología y las consideraciones ambientales (en particular, la eliminación de la salmuera), que han de ser evaluadas cuidadosamente antes de que las prácticas de desalinización puedan utilizarse con éxito y ampliamente de manera sostenible en cualquier país. Los problemas relacionados con la desalinización se tratan con mucho más detalle en un capítulo posterior de este libro.

La profesión del agua, en general, no ha sabido valorar en su totalidad las aplicaciones potenciales de los avances tecnológicos, que posiblemente cambiarán las pautas de uso y demanda del agua de modo muy considerable. Un motivo importante para esta falta de aprecio se debe al hecho de que los gestores del agua tienen muy poco, o incluso ningún, contacto regular con los profesionales de otros sectores como la biotecnología, las tecnologías de la información y la comunicación y la desalinización, que es donde este desarrollo está teniendo lugar y que son los sectores que con mayor probabilidad tendrán una influencia en cómo el agua se gestionará en el futuro. Una interacción mucho más amplia con esas otras profesiones será un requisito esencial para el futuro.



Sin embargo, aun cuando las nuevas tecnologías estén más disponibles y sean más rentables, será necesario desarrollar las capacidades nacionales para gestionarlas correctamente. La construcción de capacidades para gestionar los recursos hídricos en los próximos años, a pesar de una retórica considerable, todavía no está recibiendo la atención suficiente en la mayoría de los países. Se debería tomar conciencia, bajo unas condiciones globales rápidamente cambiantes, que los problemas hídricos del mañana no pueden seguir siendo identificados, por no hablar de resueltos, con el conocimiento de hoy y la experiencia de ayer. Será necesario todo un nuevo modo de pensar para identificar y resolver los problemas del futuro relacionados con el agua, que precisarán de una gran atención e inversiones adicionales para la creación de capacidades.

Todas las tendencias existentes y las que probablemente se den en el futuro indican que habrá grandes avances tecnológicos que contribuirán en gran medida a solucionar muchos de los problemas futuros del agua en el mundo. De igual modo, habrá nuevas limitaciones a la adopción oportuna de tecnología que tendrán que ser superadas. Tanto las oportunidades como las limitaciones pueden variar de un país a otro e incluso dentro de un mismo país, pudiendo ser las soluciones tecnológicas específicas de cada sitio. Las naciones que hagan una apuesta decidida por adoptar las tecnologías emergentes para resolver sus problemas hídricos progresarán notablemente en garantizar la seguridad del agua. En principio, la disponibilidad de la cantidad y calidad del agua apropiadas para mejorar el bienestar humano no debería representar para ellos ningún problema.

PLANIFICACIÓN DE INCERTIDUMBRES Y DESARROLLOS INESPERADOS

Las incertidumbres asociadas con una gestión eficiente del agua han aumentado considerablemente a lo largo de la década pasada debido tanto a factores sobre los que el sector hídrico tiene control (como regulaciones, tecnologías y patrones de demanda) como a factores sobre los que los profesionales del agua como mucho sólo pueden tener un control limitado. Por tanto, la gestión del agua en el futuro se tendrá que realizar bajo unas condiciones de creciente incertidumbre.

Un ejemplo de esas incertidumbres es el cambio climático, una de las principales preocupaciones globales en la actualidad. Independientemente de todas sus incertidumbres, los cambios y/o fluctuaciones del clima encierran el riesgo de que haya más condiciones meteorológicas extremas y catástrofes cuyos impactos sociales y económicos podrían ser muy importantes y que podrían aumentar con el tiempo. En la mayoría de países, los desastres naturales perturban el proceso normal de desarrollo económico. Los países en desarrollo que ya sufren de res-



tricciones en sus recursos y sus capacidades a menudo se ven forzados a desviar sus recursos limitados de las actividades de desarrollo en curso para dedicarse inmediatamente a operaciones de alivio y rescate debido a los desastres, que a veces pueden retrasar sus planes de desarrollo hasta en una década (Grabs et al., 2007). A lo largo de los últimos 50 años, las pérdidas relacionadas con el clima han aumentado considerablemente, marcándose más esta tendencia desde alrededor de la mitad de los años ochenta. Por ejemplo, las pérdidas económicas anuales medias causadas por las principales catástrofes climáticas aumentaron de 12 mil millones a 40 mil millones en la década de 1990 (Munich Re Foundation, 2007). La sequía de comienzos de los noventa en Zimbabwe se asoció a un descenso del 11% en el PIB, las recientes inundaciones en Mozambique motivaron una reducción del PIB del 23% y la sequía de 2000 en Brasil cortó un crecimiento económico proyectado por la mitad (Lenton et al., 2005).

Otra incertidumbre es producto del crecimiento económico y de los impactos de los desarrollos energéticos masivos de las nuevas economías emergentes como China, India, Brasil y Rusia (los países BRIC), a medida que se convierten en los principales socios económicos y comerciales, competidores, usuarios de recursos y contaminadores en una escala anteriormente impensable. Sus implicaciones para el sector del agua todavía son sólo valoradas y entendidas parcialmente, pero está claro que los efectos han trascendido sus fronteras nacionales. Son los actuales países en desarrollo quienes más están sintiendo las crecientes presiones sociales y ambientales al encontrarse menos equipados que los países desarrollados para hacer los ajustes financieros e institucionales necesarios en plazos de tiempo limitados. Incluso para los países desarrollados, estos cambios han dejado muy atrás los beneficios de cualquier aumento de eficiencia que se haya observado en los últimos años. Por lo tanto, son necesarias políticas nuevas e innovadoras para una gestión más eficiente de los recursos naturales, agua incluida tanto para el mundo desarrollado como el mundo en desarrollo (OECD, 2008).

A nivel local, las instituciones se verán forzadas a responder a las incertidumbres sociales y económicas. Por ejemplo, las empresas suministradoras de aguas tendrán que aumentar su eficiencia para responder a las necesidades de consumidores más activos y exigentes que nunca y también a los deseos de los políticos que, a su vez, reaccionarán a las demandas sociales de un servicio mejor, tal vez con cierto retraso. La planificación necesaria para la provisión de servicios de aguas buenos y aceptables implicará considerar muchos tipos diferentes de incertidumbres, entre las cuales se encuentran el crecimiento de la población y su estructura (lo que podría traducirse en necesidades adicionales de recursos y cargas contaminantes diferentes); cambios en el panorama político (teniendo en cuenta



el papel crecientemente importante que desempeñan las ONG y otras organizaciones de la sociedad civil en la formulación y puesta en marcha de las decisiones de políticas colectivas); las regulaciones en un entorno altamente politizado; el tipo de población activa (incluyendo la jubilación de los trabajadores cualificados y experimentados); el uso creciente y cada vez más efectivo de las nuevas tecnologías y de las ya existentes; la utilización de nuevas fuentes de agua mediante la desalinización o la reutilización de aguas residuales tratadas; el uso de agua de calidad marginal; la gestión financiera, con el empleo de las tarifas del agua para financiar y gestionar infraestructuras; y la gestión del coste de la energía, que seguirá siendo una gran componente del coste de producción y distribución del agua y de la eliminación de las aguas residuales (Jeans et al., 2005).

En cuanto a participación pública, la implicación de múltiples actores con intereses diversos en la gestión del agua, junto con la creciente importancia de asuntos como la responsabilidad, la transparencia, la equidad, la justicia y la corrupción, aumentarán aún más la complejidad de la gestión del agua del nivel global a los niveles muy locales. Además de esas incertidumbres, se debe añadir un continuo déficit general en temas como la buena gobernanza, las instituciones eficientes, las inversiones financieras adecuadas y oportunas y la voluntad política (Tortajada, 2008b). Juntos, estos factores son tanto causas y motivadores de los desequilibrios hídricos globales, como tendencias del crecimiento de la población, el urbanismo y el desarrollo económico.

Aun cuando las instituciones del agua en todo el mundo estén enfrentándose a unas condiciones cada vez más inciertas, las soluciones siguen siendo principalmente tradicionales. Hasta ahora, los avances han sido bastante graduales. Como ejemplos se pueden citar la aplicación de muchas estrategias antiguas a la preocupación por la cantidad y calidad del agua enfocadas con miras estrechas y sin un estudio detenido de su viabilidad financiera a largo plazo; precios del agua que es urgente reformar pero que a menudo se dejan sin modificar, ausencia de una colaboración pública-privada conjunta y efectiva, marcos normativos que no fomentan la eficiencia o la innovación y desarrollos de infraestructuras que siguen desatendiendo el alivio de la pobreza. Además, hay continuos fallos en la absorción de la tecnología y los procesos de adopción, la construcción de capacidades y de una educación de amplias miras, y la creación de programas de formación y de investigación.

La comunidad global del agua debe implicarse más activamente en asuntos relativos a la generación y la síntesis de conocimientos desde distintas partes del mundo no sólo desde dentro del sector hídrico, sino también desde *fuera*, ya que



éstos afectarán a la gestión del agua en el futuro. Aquí se deberían incluir la consideración de posibles políticas adecuadas para resolver problemas claves relacionados con el agua debido a su naturaleza crecientemente compleja y a menudo trans-sectorial, pero siempre dentro del marco de desarrollo social y económico del país en cuestión. Los diferentes actores han de trabajar juntos para asegurar la formulación y la puesta en práctica de políticas coherentes de gestión de agua teniendo en cuenta los problemas del futuro, más que centrándose en temas del pasado que pueden no seguir siendo importantes o relevantes. El asegurar una comunicación sostenible y mejor entre múltiples grupos con intereses y agendas dispares, éticas, normas y valores distintos y ausencia de un consenso general acerca de los tipos de objetivos que se van a perseguir, presentará retos formidables que necesitarán de extraordinarias medidas de coordinación, colaboración y cooperación que, simplemente, no existen en el sector hídrico en este momento. Todos estos asuntos aumentarán aún más las incertidumbres asociadas con los procesos de gestión del agua en el futuro.

Uno de los requisitos más importantes para el futuro tanto para países desarrollados como países en desarrollo será dar una atención prioritaria a la gestión de la calidad del agua. Cada año, se estima que la cantidad de personas afectadas a nivel global por enfermedades transmitidas a través del agua es del orden de millones, siendo los costes correspondientes probablemente de miles de millones. Sin embargo, hay pocos estudios disponibles actualmente que puedan ser considerados como definitivos debido a sus limitaciones metodológicas y de datos. Los cálculos disponibles hoy en día están mayormente basados en suposiciones simplistas y erróneas y datos de poca calidad: es muy probable que sean incorrectos.

El Centro del Tercer Mundo para la Gestión del Agua ha realizado un análisis para México (Marañón-Pimentel, 2009). Según este estudio, sólo en 2005, los costes por enfermedades transmitidas a través del agua en el país se estimaron en unos 260 millones de dólares, situándose las mayores tasas de mortalidad en la población entre 0 y 4 años y por encima de 65 años. No obstante, y a pesar de la importancia económica de los impactos que estas enfermedades han tenido en el país durante décadas, estos costes nunca han sido calculados de una manera fiable por las diferentes instituciones gubernamentales o la comunidad científica.

Además, la desconfianza generalizada acerca de la calidad del agua corriente que se suministra por todo México ha hecho que todos los niveles de la sociedad estén pagando costes económicos y sociales muy altos por tener acceso a agua potable limpia, independientemente de su nivel socioeconómico. Para gran



parte de la población, aun cuando tenga acceso al agua corriente, el agua potable proviene, en su mayor parte, de los contenedores de 20 litros que se venden comercialmente y cuya calidad también es cuestionable (Marañón-Pimentel, 2009).

La sensación que tiene la población de México de que la calidad del agua corriente no es apta para su consumo como agua de boca ha tenido un impacto enorme en la economía del país. En 2007, México se convirtió en el mayor consumidor per cápita de agua embotellada del mundo, con un consumo total que aumentó desde los 11,6 mil millones de litros en 1999 hasta los 22,33 mil millones de litros. Actualmente, el consumo per cápita de agua embotellada en México es casi el doble de la de los Estados Unidos, pese a que su PIB per cápita es alrededor de 1/6 del de Estados Unidos.

No sólo se trata de los costes económicos del agua embotellada que los consumidores se ven forzados a comprar en países como México, la India, China o Brasil porque la calidad del agua de uso doméstico suministrada deja mucho que desear, sino también sus costes sociales y ambientales son muy altos. Por ejemplo, a nivel mundial, se calcula que la industria del agua embotellada utiliza 2,7 millones de toneladas de plástico al año. Las necesidades energéticas para la producción y distribución de los productos son altas. La eliminación ecológica de las botellas vacías es un problema en casi todos los países en desarrollo.

Con el conocimiento actual, las prácticas de gestión y la tecnología disponible, no hay ningún motivo por el que los centros urbanos importantes de países como México, la India, China, Brasil o Egipto no puedan tener agua potable limpia las 24 horas del día, los 7 días a la semana. Gran cantidad de la financiación necesaria para proporcionar un suministro de agua continuo ya está disponible, pero desgraciadamente tales fondos no se están utilizando de una manera eficiente en la actualidad. Los motivos principales que explican estos resultados tan poco satisfactorios por parte de las empresas suministradoras de agua son: una mala gobernanza constante; la falta de concienciación por parte de los responsables de formular políticas de que la calidad del agua es un asunto importante por motivos de salud y ambientales y de que los problemas tienen solución; y la apatía pública, las amplias interferencias políticas, una estructura institucional inapropiada y la corrupción generalizada. Una gran incertidumbre futura provendrá de lo que el público de los países en desarrollo tarde en exigir, y posteriormente obtener, un suministro de agua potable y unos niveles aceptables de gestión del agua. Hasta que no desaparezca la apatía pública existencial, los burócratas y los políticos continuarán dando importancia sólo de boquilla a una adecuada gestión urbana del agua, lo que significará que las probables



mejoras en el futuro serán bastante escalonadas y graduales. Los costes económicos, sociales y ambientales seguirán aumentando y un público apático continuará aceptando los malos servicios ofrecidos. Actualmente, es muy difícil predecir qué acontecimientos desencadenarán los cambios por los que el público tendrá que exigir a la fuerza mejores servicios de suministro de agua y el marco temporal en el que es probable que ocurran tales cambios en distintas regiones.

REFLEXIONES FINALES

Las previsiones sobre las futuras tendencias en población y consumo indican que la demanda de agua de una cantidad y calidad adecuada para varios usos será un problema de todas las regiones, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Los impulsores tales como el urbanismo, la población, la industrialización y el desarrollo económico y los correspondientes aumentos en la demanda de alimentos, energía y seguridad ambiental son sólo algunas de las tendencias que afectarán seriamente los procesos de planificación, de gestión y de asignación del agua existentes.

La degradación de los recursos naturales, incluyendo el agua, se ha debido a una mala gestión, administración y gobernanza continuas. En las décadas anteriores, los grandes fracasos de la política y del mercado han recibido muy pocas acciones correctivas por parte de las instituciones afectadas. El urbanismo, la industrialización y el crecimiento económico, todos ellos muy rápidos, han impuesto exigencias complejas no sólo al medio ambiente, sino también a las capacidades humanas e institucionales, para responder a esas necesidades de una manera eficiente. El resultado neto ha sido una mala utilización y una sobreexplotación de los recursos en la mayoría de los países del mundo. Ahora hay una necesidad urgente de formular políticas y estrategias hídricas progresistas, con miras amplias e inusuales que puedan reformar y fortalecer las instituciones públicas, aumentar la inversión en el sector público y el privado, gestionar los entornos urbano y rural, fomentar el uso de las tecnologías disponibles y de las más adecuadas, considerar seriamente la transferencia de tecnología sur-sur y desarrollar una nueva generación de gestores y expertos capaces que representen varias disciplinas y sectores adecuados con buenas dotes de comunicación.

Dadas las limitaciones, las tendencias y las fuerzas impulsoras comentadas anteriormente, es necesario formular nuevas visiones para los futuros del agua a nivel nacional, regional y local. Aunque probablemente haya algunos elementos comunes para la formulación de estas visiones futuristas, cada una debe ser desarro-



llada para unas condiciones específicas y un marco temporal de por lo menos 10-20 años, lo cual representará una diferencia radical con respecto a las prácticas actuales, en las que los planes son por 4-6 años. Además, tanto en el pasado como en el presente, las políticas y planes de gestión del agua en su mayoría se han enmarcado estrechamente sobre una base sectorial, con muy pocas consideraciones hacia los impulsores que en el futuro procedan de otros sectores y que podrán incidir en el sector hídrico. Hay un continuo énfasis en poner en práctica soluciones a corto plazo basadas en experiencias del pasado y en las modas dominantes, que difícilmente proporcionan las soluciones adecuadas a largo plazo necesarias para la nueva generación emergente de problemas de agua.

Con base en los análisis realizados en el Centro del Tercer Mundo para la Gestión del Agua, se puede decir con bastante certeza que, a medida que progrese este siglo veintiuno, la profesión del agua tendrá que hacer frente a problemas a cuya magnitud y complejidad no se ha tenido que enfrentar ninguna generación anterior. Actualmente, la profesión se enfrenta a dos opciones principales: seguir como siempre con la actitud del mínimo esfuerzo legando a las generaciones futuras nuestra mala gobernanza en materia de agua y una ingente cantidad de problemas hídricos a medio resolver, o continuar haciendo un esfuerzo serio para identificar, comprender y posteriormente gestionar eficazmente los posibles problemas del futuro para garantizar que los recursos mundiales de agua se gestionen correctamente a largo plazo para beneficio de toda la humanidad.

Los asuntos más importantes que nos aguardan a nivel mundial estarán cada vez más interrelacionados. La dinámica de nuestro futuro no estará determinada por un solo factor, sino por las interacciones que se establezcan entre una multitud de factores. Al aumentar la población, el urbanismo, la globalización y el nivel de vida serán necesarios más alimentos, más energía y otras materias primas eficientes así como su gestión, que debe ser considerablemente más eficiente que nunca. Garantizar los alimentos, la energía y la seguridad ambiental precisará de una buena gobernanza del agua a largo plazo. Los requisitos comunes a todas las soluciones prácticas a los problemas deben ser: inversiones más fuertes y eficaces, el uso de más conocimientos, tecnología y experiencia, evitar enfoques dogmáticos y/o de soluciones-en-busca-de-un-problema, tener unas instituciones que sean funcionales y una cooperación y coordinación intensificadas entre sectores así como dentro de los países y entre países.

Las interrelaciones entre estos factores son de naturaleza global y, por lo tanto, probablemente se podrán entender mejor, y por ende resolver, dentro de un marco global dentro del cual debe haber una gran variedad de respuestas na-



cionales y locales bien pensadas y coordinadas. Los problemas del agua del futuro han de ser considerados, analizados y resueltos dentro de marcos globales, regionales, nacionales y locales, lo cual será una diferencia radical respecto a la práctica existente.

La profesión del agua debería tomar conciencia de que el mundo es heterogéneo, con atributos físicos distintos, condiciones económicas y climáticas dispares, culturas y normas sociales desiguales, disponibilidad variable de recursos naturales, de capacidades de gestión y de acuerdos institucionales. Los sistemas de gobernanza del agua, los marcos legales e institucionales y las modalidades de toma de decisiones a menudo pueden diferir mucho de un país a otro de manera relevante. Bajo condiciones tan diversas, una pregunta fundamental que se debe hacer la profesión del agua es si un solo paradigma de gestión puede abarcar a todos los países en el futuro, como tan a menudo se supone en la actualidad de manera implícita. ¿Puede un único paradigma ser igualmente aplicable, tanto ahora como en el futuro, para los valores asiáticos, las tradiciones africanas, la cultura japonesa, la civilización occidental y las costumbres islámicas? ¿Puede cualquier paradigma general ser válido tanto para los países monzónicos como los no monzónicos, las regiones desérticas y las muy húmedas? La respuesta a estas preguntas es, probablemente, negativa, lo que significa que muchos de los paradigmas de la gestión del agua que son populares hoy en día no es probable que sean muy útiles en el futuro.

El mundo está cambiando muy rápidamente, y con él, las prácticas actuales de gestión del agua deben cambiar también. Se debe anticipar cuidadosamente el tipo y naturaleza de los futuros problemas del agua y, después, analizarlos objetivamente a la vista de los cambios esperados. En el análisis final, son los hechos y no la retórica o las creencias dogmáticas, lo que tendrá más importancia a la hora de resolver los futuros problemas del agua. Es poco probable que las soluciones pasadas o presentes puedan arrojar una luz significativa sobre el incierto, turbulento y novedoso mundo de la gestión del agua que está por venir.

Durante las dos próximas décadas, los responsables de formular políticas tendrán que hacer juegos malabares regularmente con las cambiantes y conflictivas demandas de agua para distintos fines y partes interesadas, así como coordinar eficazmente la creciente necesidad de garantizar simultáneamente agua, energía, alimentos y seguridad ambiental para maximizar el bienestar humano. El agua será uno de los hilos comunes esenciales que vinculará esas cuatro inquietudes. La tarea que se presenta ante la profesión del agua no tendrá precedentes históricos y propiciará una comprensión adecuada de las diferentes maneras como se crean vínculos entre los distintos sectores, usuarios e intereses, las numerosas



interrelaciones causa-efecto y una serie de implicaciones y consecuencias que serán de muy difícil predicción y análisis y todavía más difícil gestión bajo condiciones constantemente cambiantes.

Actualmente, está teniendo lugar una revolución en la gestión del agua, aun cuando la mayoría de los profesionales no se den cuenta. Tras esta revolución, es probable que los antiguos conceptos y modelos de la gestión del agua evolucionen con anticipación y puede ser que algunos desaparezcan del todo. Nunca, en la historia de la humanidad, la gestión del agua ha tenido que hacer frente a tantos cambios profundos en tan corto período de tiempo como los que se podrán observar durante las próximas dos o tres décadas. Cómo anticiparse y gestionar con éxito y de una manera oportuna estos cambios que se esperan será uno de los principales desafíos a los que la profesión del agua se debe enfrentar. A este respecto, será deseable hacer caso del consejo del eminente estadista y filósofo británico del siglo XVIII, Edmund Burke, "no planificar nunca el futuro según el pasado." En el siglo XXI, el consejo de Burke será más profético que nunca.

REFERENCIAS

- Biswas, A.K. (2006) Water management for major urban centres, en: Varis, O; Tortajada, C.; Lundqvist, J. y Biswas, A.K. (Eds.) *Water Management for Large Cities*. Routledge, Abingdon, pp. 3-17.
- Biswas, A.K., y Tortajada, C. (2009) *Hydropolitics of Aswan High Dam*, Water Resources Development and Management Book Series, Biswas, A.K. y Tortajada, C., editores de la serie. Springer, Berlín, en prensa.
- British Petroleum (2008) BP Statistical review of world energy. Junio de 2008. Disponible en: <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>
- California Department of Water Resources, California Water Plan. Actualizaciones de 2005 y 2009 disponibles en: <http://www.waterplan.water.ca.gov>
- De Brauw, Blackstone y Westbroek (2008) Emission Trading: Proposed EU harmonisation of large hydro criteria. De Brauw Legal Alert. Mayo de 2008. Disponible en: www.debrauw.com
- E&WR (2005) en: CSIS (2005) *Global water futures. Addressing our global water future*. Center for Strategic and International Studies, Sandia National Laboratories, California.



- EIA (2008) Annual Energy Outlook 2008 with Projections to 2030, Energy Information Administration. Disponible en: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html>
- ExxonMobil (2008) The Outlook for Energy: A View to 2030, Irving, Texas. Disponible en: http://www.exxonmobil.com/Corporate/energy_outlook.aspx
- Feeley III, T.J. (2004) Responding to emerging power plant-water issues, DOE/NETL's R&D Program, presentación en el American Coal Council 2004 Spring Coal Forum, Dallas, Texas, 17 al 19 de mayo de 2004.
- Feeley III, T.J.; Skone, T.J.; Stiegel Jr., G.J.; McNemar, A.; Nemeth, M.; Schimmoller, B.; Murphy, J. T. y Mandredo, L. (2008) Water: a critical resource in the thermoelectric power industry. *Energy* (33), pp. 1-11.
- Goldman Sachs (2006a) CEO Confidential, Looking forward to 2007 and beyond. Global Economics. Issue 2006-10, December 1, 2006.
- Goldman Sachs (2006b) Building the World: Opportunities in Infrastructure. CEO Confidential, Global Economics, Número 2006-06, 15 de junio de 2006. Disponible en: <http://www2.goldmansachs.com/ideas/global-growth/building-the-world-pdf.pdf>
- Goldman Sachs (2007) Alternative Energy: S Global Survey. Global Markets Institute, otoño de 2007. Disponible en: <http://www2.goldmansachs.com/citizenship/global-initiatives/research-and-conferences/past-conferences/alternative-energy-docs/global-survey.pdf>
- Grabs, W.; Tyagi, A.C. y Hyodo, M. (2007) Integrated flood management, *Water Science and Technology*, Vol. 56, nº 4, pp. 97-103.
- IEA (2007) World Energy Outlook: China and India insights. Agencia Internacional de la Energía y Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica, París.
- Jeans III, E.G.; Ospina, L. y Patrick, R. (2005) The primary trends and their implications for water utilities. *Journal of the American Water Resources Association* 97, 7, pp. 64-77, julio.
- Lawson, S.; R. Purushothaman y D. Heacock (2005) 60 is the new 55: how the G6 can mitigate the burden of aging. *Global Economic Paper* nº 132, 28 de septiembre de 2005. Disponible en: <http://www2.goldmansachs.com/ideas/demographic-change/60-is-the-new-55-pdf.pdf>



- Lawson, R.L.; Lyman, J.R. y McCarthy, E.R. (2008) A 21st Century Marshall Plan for Energy, Water and Agriculture in Developing Countries. Policy Paper. The Atlantic Council of the United States, Washington, septiembre de 2008.
- Lenton, R.; Wright, A.M. y Lewis, L. (2005) Health, dignity and development: what will it take? Grupo de trabajo sobre Agua y Saneamiento del Proyecto de Desarrollo del Milenio de la O.N.U., Earthscan, Londres.
- Marañón-Pimentel, B. (2009) Economic and health costs related to the lack of reliable drinking water supply services in Mexico City. *International Journal of Water Resources Development*, Vol. 25, nº 1, pp. 65-80, marzo de 2009.
- Munich Re Foundation (2007) 2007 Report, From Knowledge to Action, Munich.
- National Research Council of the National Academies (2008) Water Implications of Biofuels Production in the United States, The National Academy Press, Washington, D.C. National Academy of Sciences (2008) Op. Cit.
- NETL (2006) Water & Energy. Addressing the critical link between the nation's water resources and reliable and secure energy. US Department of Energy, Office of Fossil Energy, National Energy Technology Laboratory, Albany.
- NETL (2008) Estimating Freshwater needs to meet future thermoelectric generation requirements, 2008 Update. DOE/NETL-400/2008/1339, National Energy Technology Laboratory, Department of Energy, United States of America, Albany.
- NIC (2008) Global Trends 2025: A Transformed World. National Intelligence Council, Government of the United States, Washington, p. 52.
- OECD (2007) Environmental Outlook to 2030, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris
- OECD (2008) OECD Forum 2008 "Climate change, growth, stability". Resumen de políticas, edición especial, París
- OECD/IEA (2008) Key World Energy Statistics. Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica y Agencia Internacional de la Energía, París.
- Rangachari, R. (2006) Bhakra-Nangal Project. Socio-economic and environmental impacts. Oxford University Press, New Delhi.
- Tortajada, C. (2004) South-Eastern Anatolia Project: Impacts of the Ataturk Dam, en: Biswas, A. K.; Unver, O. y Tortajada, C. (Eds.) Water as a Focus for Regional Development. Oxford University Press, Delhi, pp. 190-250.



- Tortajada, C. (2008a) Challenges and realities of water management of megacities: the case of Mexico City Metropolitan Area, *Journal of International Affairs*, primavera, 61, 2, 147-166.
- Tortajada, C. (2008b) Rethinking Water Governance, en: Feyen, J.; Shannon, K. y Neveille, M. (Eds.) *Water and Urban Development Paradigms. Towards an integration of engineering, design and management approaches*. CRC Press, Londres, pp. 523-541.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2007) *World Population Prospects: The 2006 Revision, Highlights*. Documento de trabajo ESA/P/WP.202, Nueva York.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2007) *World Population Ageing*, Nueva York.
- Varis, O. (2009) More urban and more aged: demographic pressures to global water resources by 2050, en: Biswas, A.K.; Tortajada, C. e Izquierdo, R. (Eds.) *Water management beyond 2020*. Springer, Berlín.
- Wilson, D. y Dragusanu, R. (2008) *The Expanding Middle: The Exploding World Middle Class and Falling Global Inequality*. Goldman Sachs, Global Economic Paper nº 170, Nueva York, 7 de julio de 2008.