

Introducción

Alfonso Muñoz Martín

Vivimos en un planeta con más de ocho mil millones de habitantes, que, con la mejora de las condiciones de vida y el progreso, demandan cada vez más recursos de todo tipo (recursos minerales, energía, agua, alimentos...). Entre esos recursos hay uno que resulta imprescindible para la vida, y sin el que resulta imposible la supervivencia de la humanidad: el agua. Este aumento en la demanda de recursos se ha acelerado de manera drástica a lo largo del siglo xx y comienzo del xxi, debido a dos factores que se combinan: por una parte, el aumento prácticamente exponencial de la población desde comienzo de 1900 hasta la actualidad, y, por otra, el aumento de la demanda per cápita de estos recursos. A este aumento en la demanda se le añaden otras variables que dependen de la evolución socioeconómica o la existencia de conflictos. Entre ellas, destaca la creciente tendencia de concentración de la población en entornos urbanos, especialmente en zonas costeras o grandes cuencas fluviales. Sin embargo, el planeta es finito y, por lo tanto, sus recursos son limitados, lo que implica que estos adquieren una importancia estratégica, de modo que son potenciales causas de conflictos, pero también una oportunidad para colaborar en la gestión y uso racional de los mismos. El agua es uno de esos recursos más abundantes, pero también el más necesario para la vida, por lo que este libro es

oportuno y esencial, y constituye un verdadero viaje a través de los desafíos hídricos de nuestro tiempo.

Para asegurar la sostenibilidad de la especie humana y de la vida en la Tierra, resulta imprescindible abordar la compleja cuestión del agua desde de una manera estratégica. Esto implica abordar la cuestión desde el análisis de la situación actual y su evolución, analizar los diferentes escenarios, prever posibles obstáculos y oportunidades, y ver qué decisiones informadas deben guiar las acciones hacia la sostenibilidad de la especie humana. Así, el agua deja de ser un simple recurso y emerge como un eje central de la seguridad global, la estabilidad y el desarrollo. A lo largo de los capítulos del libro, se exploran las múltiples facetas de este elemento vital y se desvela su intrincada relación con la estrategia, la geopolítica, la ciencia y la tecnología y también con las necesidades de las personas en las situaciones más extremas y complejas. El agua no solo sustenta la vida, sino que también es un recurso estratégico: su disponibilidad o escasez define la riqueza de una nación, la estabilidad de sus gobiernos y la seguridad de sus ciudadanos. Esta perspectiva obliga a mirar más allá de la gestión doméstica del agua para entender cómo se ha convertido en una herramienta de poder, una fuente de conflicto potencial y, al mismo tiempo, un catalizador para la cooperación.

A lo largo de este libro, el lector se familiarizará con conceptos clave como «seguridad hídrica», «gestión integrada», «huella hídrica», «hidropolítica» y «defensa hídrica». Estos términos son fundamentales para comprender la importancia del agua no solo como un recurso estratégico, sino también en sus aspectos más críticos y complejos.

El capítulo 1, «El agua como recurso estratégico», sienta las bases teóricas y analiza por qué el agua es un activo tan valioso para la seguridad y la economía. En él, se aborda cómo su control a lo largo de la historia ha sido un factor determinante en el ascenso y la caída de civilizaciones, y cómo, en la actualidad, su gestión se ha convertido en una pieza clave de la geopolítica. La seguridad hídrica, en este contexto, no es una mera preocupación ambiental, sino una cuestión de seguridad nacional y bienestar social. El autor concluye que el agua dulce no es un recurso globalmente escaso, sino que su principal problema radica en la irregularidad de su distribución espacial y temporal. Esta situación, junto con las crecientes demandas en sociedades avanzadas y en desarrollo, son las verdaderas causas de las posibles crisis hídricas futuras. Las demandas de agua aumentan con el

desarrollo socioeconómico en diversos sectores, que van desde la agricultura de regadío (aproximadamente, el 70 % del consumo mundial), y la industria (cerca del 20 %). Estos sectores han tenido un notable crecimiento en países emergentes como China e India, lo que ha generado serios problemas de contaminación y presión sobre los acuíferos subterráneos. Otros usos, como la generación de energía, la minería y la más reciente refrigeración de centros de datos para la inteligencia artificial también contribuyen a su demanda, y las proyecciones señalan también un fuerte aumento de las necesidades de agua en estos sectores.

Para enfrentar estos desafíos, los Estados implementan diversas estrategias, que incluyen aspectos como la construcción de obras hidráulicas como embalses y trasvases que, si bien aseguran el suministro, pueden generar conflictos y problemas ambientales. Para abordar estas cuestiones se plantean la gestión integrada de recursos superficiales y subterráneos y la desalación, una opción cada vez más común en países costeros con escasez de agua dulce, aunque requiere mucha energía y unos elevados costes. De especial complejidad es la gestión del agua en cuencas hidrográficas compartidas, que suponen un desafío geopolítico que exige la cooperación entre Estados. Esta gestión se rige por principios como la prevención del daño, la gestión integrada y la participación, aunque la ambigüedad de estos principios puede dar lugar a conflictos entre los diferentes estados.

Desde esta visión global, nos movemos hacia escenarios particulares y complejos o de extrema vulnerabilidad. En el capítulo 2 («La gestión del agua en las ciudades»), se comprende que este es un pilar fundamental para la sociedad, ya que gran parte de su tejido económico depende del agua. Sin embargo, el crecimiento demográfico y la crisis climática están generando una escasez hídrica y estrés en los sistemas de abastecimiento, lo que se prevé que afectará a un gran número de la población urbana. Para enfrentar estos retos, es vital que se fomente una mejor gestión y gobernanza de los recursos hídricos a nivel global y multilateral. Esto incluye la inversión en infraestructuras y en el desarrollo de soluciones tecnológicas e innovadoras. Un claro ejemplo de estos desafíos se ve en las megaciudades africanas, donde el crecimiento poblacional descontrolado y la falta de financiación e infraestructuras adecuadas exponen a sus habitantes a una gran vulnerabilidad. La cooperación entre gobiernos es clave para garantizar servicios básicos como el acceso a agua potable, electricidad y saneamiento para su población. Por otra

parte, las ciudades deben adaptarse a fenómenos meteorológicos extremos, como son las lluvias torrenciales, que han aumentado de manera significativa debido al fenómeno de calentamiento global de origen antropogénico. La inversión en sistemas de drenaje y de alerta temprana resulta crucial para mitigar los daños económicos y salvar vidas.

En el capítulo 3 («Agua en los campamentos de refugiados»), se aborda la crisis humanitaria y se examinan los desafíos monumentales que enfrentan las organizaciones para proporcionar acceso seguro y suficiente al agua en estos entornos. En estos lugares, el agua potable no es solo una cuestión de salud, sino de dignidad y supervivencia, donde cada litro cuenta y cada decisión de distribución puede tener consecuencias críticas. Este capítulo ilumina la cara más cruda de la escasez del recurso y muestra cómo las crisis hídricas están intrínsecamente ligadas a los conflictos y al desplazamiento forzado de la población.

La gestión del agua en los campamentos de refugiados es una labor crítica y compleja, fundamental para la supervivencia y la salud de millones de personas. Según los datos de ACNUR, alrededor de ciento veinte millones de individuos han sido desplazados forzosamente en el mundo. De esta cifra, 35 millones son refugiados, y el 22 % de ellos (unos 6,6 millones de personas) vive en campamentos que, aunque concebidos como soluciones temporales, a menudo se prolongan durante años o incluso décadas, como el caso de los campamentos de refugiados saharauis de Tinduf (Argelia). En estos entornos, el ciclo del agua debe gestionarse de forma integral para garantizar el suministro de agua potable, el saneamiento y la higiene. Estos servicios básicos son esenciales para prevenir la proliferación de enfermedades y salvaguardar la salud pública. Desde las primeras etapas de la creación de un campamento, la planificación es crucial e implica un proyecto con objetivos claros y limitados, centrado en la búsqueda de fuentes de agua cercanas, tanto superficiales como subterráneas. En este proceso, no solo es importante la cantidad de agua disponible, sino también su calidad para el consumo humano.

La importancia del agua tiene también un enfoque técnico y operativo que se muestra en el capítulo 4 («Gestión integral del agua en campamentos militares»). Este apartado se centra en la *gestión integral del agua* (GIA) en campamentos militares, un aspecto técnico y operativo fundamental para garantizar la autonomía y la seguridad. Este enfoque no solo requiere eficiencia,

sino también ingenio, ya que la falta de agua en entornos hostiles puede poner en riesgo una misión y la vida del personal. La GIA en campamentos se divide en dos procesos principales: en primer lugar, el abastecimiento, que incluye la captación, el tratamiento y la distribución del agua potable y para otros usos. Para asegurar un suministro efectivo, es crucial analizar los recursos hídricos locales, el clima y la geografía del área. En segundo lugar, el saneamiento de aguas residuales, para una correcta evacuación y tratamiento de las aguas negras, grises y pluviales para evitar la contaminación y proteger la salud.

Un objetivo clave de la GIA es minimizar la huella hídrica del campamento. Para ello, se optimiza el uso del agua y se implementan sistemas de reutilización, como el de aguas pluviales y grises para usos no potables, lo que promueve la sostenibilidad y reduce el impacto ambiental. En este capítulo, también se exploran las soluciones tecnológicamente avanzadas, como los sistemas de purificación portátiles, esenciales para el éxito operativo.

El futuro de la gestión del agua está inextricablemente ligado a la tecnología. Por ello, el capítulo 5 («Agua e inteligencia artificial») se adentra en el prometedor campo de la IA, lo que muestra cómo puede optimizar la distribución, predecir la escasez, detectar fugas y mejorar la toma de decisiones en tiempo real, de modo que transforma los sistemas hídricos en redes inteligentes y resilientes. Desde algoritmos predictivos hasta sistemas de monitoreo avanzados, la tecnología se presenta como una herramienta fundamental para enfrentar los desafíos hídricos del mañana. Los autores del capítulo examinan el papel de la inteligencia artificial (IA) en la gestión del agua, un sector que históricamente ha sido reacio a la innovación. La IA se presenta como una herramienta muy útil para manejar la complejidad del agua, ya que puede procesar grandes cantidades de datos para predecir comportamientos y resolver problemas, un avance facilitado por la digitalización. De este análisis emergen conclusiones como que el aprendizaje automático puede ser un gran aliado para enfrentar la complejidad de la gestión del agua, que abarca múltiples factores como los hidrológicos, sociales, económicos y éticos. Por otra parte, la democratización de la IA y la digitalización del sector han permitido una adopción masiva de estas tecnologías.

Pero el uso de la IA incluye también retos y desafíos, como son la resistencia al cambio en un sector conservador y la naturaleza a largo plazo y de alto costo de los proyectos hídricos son

obstáculos importantes. Tampoco conviene olvidar que la propia IA supone un reto ambiental al consumir grandes cantidades de agua para la refrigeración de los centros de datos. Por último, y con una gran importancia, son los riesgos que supone su uso, en especial, la vulnerabilidad a ciberataques y la necesidad de abordar dilemas éticos sobre los que aún no hay consenso.

El libro continúa con una visión más geopolítica en el capítulo 6 («El agua como amenaza para la seguridad»), donde se examinan los conflictos y las tensiones que surgen del control de los recursos hídricos compartidos, y donde se identifican los puntos calientes y las dinámicas que definen el panorama actual. Este capítulo explora la hidropolítica, las disputas por cuencas transfronterizas y el riesgo de que el agua se convierta en el detonante de conflictos armados en el futuro. Se concluye que el agua ha sido tanto un recurso estratégico como una fuente de tensión y conflicto desde las primeras civilizaciones hasta la actualidad. Históricamente, se ha constatado que la infraestructura hídrica sigue siendo un objetivo militar, como son el uso de tácticas como el envenenamiento de pozos en tiempos de Sun Tzu o los recientes ejemplos en la guerra de Ucrania. En la actualidad, esta problemática se ha acentuado debido a la distribución desigual del recurso, el aumento de la demanda, la creciente escasez, la contaminación y los efectos del cambio climático.

Sin embargo, el agua, a pesar de ser un factor de conflicto, también puede convertirse en un catalizador para la paz y la cooperación entre naciones. Para lograrlo, es fundamental fomentar el diálogo, la gobernanza compartida y los acuerdos de cooperación en la gestión de cuencas transfronterizas. No obstante, la gestión del agua enfrenta retos importantes. El principal es la vulnerabilidad de la infraestructura hídrica ante sabotajes y ciberataques, lo que exige la implementación de una estrategia integral de «defensa hídrica». A esto, se suma el desafío de gestionar de manera sostenible la escasez, la contaminación y los impactos cada vez más severos del cambio climático sobre este pilar fundamental de la vida.

El capítulo 7 («Los proyectos hidrográficos como herramienta geopolítica») cierra el libro y revela cómo las grandes obras de ingeniería, como presas y canales, son mucho más que infraestructuras: constituyen instrumentos de influencia, poder y control. Se analiza cómo estos megaproyectos pueden alterar el equilibrio de poder en una región, lo que crea dependencias y rivalidades, y cómo, a su vez, pueden ser una fuente de coope-

ración y diplomacia. La construcción de proyectos hidrográficos, como las presas, ha demostrado ser una herramienta geopolítica de gran relevancia que genera tanto oportunidades como riesgos. Si bien la energía hidroeléctrica es fundamental para la descarbonización del sistema eléctrico y el cumplimiento de los objetivos climáticos globales, su desarrollo, sobre todo en cuencas compartidas, suscita serias preocupaciones. La aparición de disputas en la gestión de estos recursos puede agravar la inseguridad y, en el peor de los casos, desencadenar conflictos armados.

Cada cuenca fluvial presenta una dinámica única debido a los intereses geopolíticos de los países ribereños. La falta de marcos de cooperación, los intereses ajenos a la gestión del agua y la influencia de potencias extranjeras pueden influir en el surgimiento de conflictos, en particular con la construcción de megaproyectos hidroeléctricos. Aunque el derecho internacional consuetudinario establece que un país río arriba no puede vetar las intervenciones de un país río abajo, se espera una notificación previa y consultas para evitar un «daño sustancial». Sin embargo, en la práctica, estas condiciones a menudo no se cumplen, lo que da lugar a complejas disputas. Para ilustrar estas tensiones en el capítulo se presentan ejemplos clave en Asia, como son los ríos Kunar (Afganistán y Pakistán), Helmand (Irán y Afganistán) y la cuenca del Indo (Pakistán e India). En estos casos, las tensiones entre los países de cabecera y aguas abajo se complican porque cada país busca su seguridad energética y alimentaria. La situación se complica por la falta de tratados entre países, su incumplimiento o los intereses de empresas o terceros países. Existen otros ejemplos donde el agua y la energía van de la mano, especialmente en Asia Central donde la fuente de discordia es entre las naciones «ricas en agua, pero pobres en energía» río arriba (Kirguistán, Tayikistán) y las «pobres en agua, pero ricas en energía» río abajo (Kazajistán, Uzbekistán, Turkmenistán). En estos casos, a la escasez de agua agravada por el cambio climático, se une la falta de un sistema de gestión unificado y acuerdos de cooperación eficaces desde la desintegración de la Unión Soviética. A pesar de los intentos de crear comisiones y programas de cooperación, el desequilibrio entre los intereses energéticos y agrícolas de los países ha socavado los acuerdos y han mantenido un clima político tenso en la región.

Solo me queda animar al lector a que se sumerja en estas páginas para ir descubriendo que la seguridad hídrica es una cuestión compleja y que constituye un pilar fundamental de la paz y

la estabilidad global. Para abordar cómo conseguir esa ansiada seguridad resulta necesario aunar aspectos científicos, técnicos, éticos y políticos. Se espera que este libro no solo informe, sino que también inspire a la reflexión y a la acción, ya que el futuro de la humanidad, que no del planeta, dependerá en gran medida de cómo se gestione este recurso invaluable.