

Vulnerabilidad hídrica global

DOI: 10.32870/in.vi30.7312

Alejandro Angulo Carrera

Resumen

El artículo versa sobre la vulnerabilidad hídrica actual global, considerando nuevas propuestas en torno al concepto de *metacuena*, como una reterritorialidad del agua. Asimismo, se toma en cuenta algunas propiedades emergentes, como la aceleración (La velocidad ha trastocado el tiempo natural de recuperación del agua y el tiempo de permanencia en sus reservorios).

La aceleración convive con un espacio temporal alterno, en el cual el agua que escurre o que permanece en sus reservorios naturales se encuentra desincronizada con dicha aceleración social. La velocidad con que se extrae, se consume, se usa y se regresa no corresponde a su ciclo natural. El tiempo es un componente que acarrea escasez y la compresión, que contribuyen a la vulnerabilidad hídrica. Por otra parte, se analiza el tema del derecho humano al agua y su paradoja de indemnidad, o sea de *¿cómo garantizar, lo que no se puede garantizar*.

Palabras clave: vulnerabilidad hídrica, glaciares, seguridad hídrica, aceleración, derecho humano al agua

GLOBAL WATER VULNERABILITY

Abstract

The article deals with current water vulnerability at the global level, considering new proposals around the concept of meta-basin, as a re-territoriality of water. Likewise, some emergent properties such as acceleration (Velocity has disrupted the natural time of water recovery and the time of permanence in its reservoirs) are taken into account. Acceleration coexists with an alternating temporal space, in which the water that runs off or remains in its natural reservoirs is out of sync with this social acceleration. The speed with which it is extracted, consumed, used and returned does not correspond to its natural cycle. Time is a component that leads to scarcity, and compres-

Recibido: 01 de abril 2025. Aceptado: 20 de agosto 2025.

Received: 01 April, 2025. Accepted: 20 August, 2025.

Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: alejandro.angulo@municipiode-queretaro.gob.mx. ORCID: 0009-0005-9827-0504

sion, which contribute to water vulnerability. On the other hand, the issue of the human right to water and its paradox of Indemnity is analyzed, that is, how to guarantee what cannot be guaranteed.

Keywords: water vulnerability, glaciers, water security, acceleration, human rights

El pasado 22 de marzo se celebró, como cada año, el Día Mundial del Agua, y el lema y tema para este año 2025, de acuerdo con la ONU, fue *Conservación de los glaciares*. (En 2023, los glaciares perdieron más de 600 gigatoneladas de agua: la mayor pérdida de masa registrada en los últimos 50 años (Organización Mundial Meteorológica OMM, 2025). Cerca del 70% del agua dulce de la Tierra se encuentra en forma de nieve o hielo.

Y ahora estamos ante la presencia de un gran reto, pues los glaciares se derriten más rápido que nunca, a medida que aumenta la temperatura del planeta, nuestro patrimonio helado se reduce, y el ciclo del agua se vuelve más impredecible, de ahí que la conservación de los glaciares es una prioridad absoluta, pues salvar nuestros glaciares es una estrategia de *supervivencia* para el planeta y sus habitantes.

Hoy en día, hay menos agua disponible en el planeta, debido a varias causas entre ellas:

- El cambio climático que afecta el suministro de agua dulce.
- La contaminación de los recursos hídricos por actividades como la minería, las fugas de petróleo y los plásticos.
- La sobrexplotación de los acuíferos.
- El aumento del nivel del mar, que saliniza las aguas subterráneas.

Y todo ello trae aparejadas ciertas consecuencias, tales como:

- Más del 40% de la población mundial no tiene acceso a suficiente agua potable.
- La falta de acceso a agua potable puede causar pobreza, desigualdad, injusticia social.
- Cerca de mil niños mueren cada día por enfermedades relacionadas con el agua o las diarreas.

Muchos se preguntarán *¿cuál es la cantidad de agua potable existente en la Tierra?* Pues bien, el agua dulce se distribuye en un 70% en agua congelada (por eso la importancia de los glaciares), ubicada en glaciares, y un 30% en la humedad del suelo o acuíferos. Respecto del resto,

un 1% se encuentra en cuencas hidrográficas y tan solo un 0,025% es potable. Datos oficiales afirman, por tanto, que solo *el 0.007% del agua existente en la Tierra es potable*, y esa cantidad se reduce año tras año por la contaminación.

Según los datos que maneja Naciones Unidas, se habla de 4,200 millones de personas que en la actualidad carecen de acceso a servicios de agua limpia y saneamiento gestionados de forma segura. Además, hay 673 millones de personas que siguen teniendo que recurrir a prácticas poco sanitarias, como la defecación al aire libre. Por otro lado, alrededor de 2,000 millones de personas se ven obligadas a utilizar una fuente de agua potable contaminada con heces.

Lo anterior nos remite a considerar que el agua es un *recurso escaso y limitado*.

El acceso al agua potable no solo implica costos financieros, sino también costos ambientales. La explotación descontrolada de fuentes hídricas cercanas y económicas puede llevar a la sobreexplotación y la degradación de los ecosistemas, y poner en riesgo la sostenibilidad del suministro. Es imperativo implementar estrategias de gestión que equilibren la demanda con la capacidad de regeneración de las fuentes hídricas, evitando así la crisis de disponibilidad del recurso (Grupo de los Cinco, 2025).

Por otra parte, a medida que aumenta la población mundial y continúa el desarrollo económico intensivo en recursos, los recursos hídricos y la infraestructura de muchos países no logran satisfacer la demanda acelerada.

Según National Geographic (2023) *“Para 2050, aproximadamente 6,000 millones de personas sufrirán escasez de agua debido al incremento de la demanda por el crecimiento demográfico y el aumento de los niveles de contaminación”*.

A pesar de que la escasez de agua resulta ser *un concepto relativo*, según la ONU-Agua, pues la cantidad a que se puede acceder físicamente *varía mientras cambia la oferta y la demanda* de este recurso. No hay duda alguna de que hoy existe menor disponibilidad que en el pasado, principalmente por el crecimiento demográfico (demanda) y por la contaminación (oferta).

Entonces, ¿qué significado adquiere el Día Mundial del Agua?; por supuesto, no es el incremento o la conservación del volumen dis-

ponible de dicho recurso hídrico, sino, por el contrario, *la escasez* de ese vital líquido.

Se dice que la tragedia se puede vivir de muy distintas maneras, lo cual es por completo cierto, pero al final, todas ellas culminan en la tragedia.

Por ello se considera como tragedia del agua los “desastres naturales” y la escasez de agua que afectan a las comunidades, sea por cantidad o por calidad.

Dentro de los llamados desastres naturales se cuentan las *inundaciones*, que consisten en desbordamientos de agua que ocurren cuando el agua se sale de los cauces de los ríos o arroyos, y pueden ser lentas o repentinas (véase el caso reciente en Argentina); en el lado contrario encontramos las *sequías*, que no son otra cosa que fenómenos que provocan la disminución de la disponibilidad de agua.

En este sentido, la mitad de los daños humanos y económicos causados por catástrofes (o desastres) en los últimos cincuenta años están relacionados con el agua y el clima. Solo los *desastres relacionados con el agua* han causado cerca de 1.3 millones de personas fallecidas y representan el 50% de todas las catástrofes (Organización Meteorológica Mundial).

Por si fuera poco, se tiene el registro de las diez principales catástrofes durante ese periodo (1970-2019), y las que han provocado la mayor cantidad de víctimas han sido las *sequías* con 650,000 muertes; seguidas por las *tormentas*, con 577,232; las *inundaciones*, con 58,700; y las *temperaturas extremas*, con 55,736 (según el Atlas de la sobre mortalidad y pérdidas económicas debidas a fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos entre 1970-2019). El caso reciente en Argentina —marzo, 2025— arrojó quince personas muertas en la ciudad de Bahía Blanca, debido a las fuertes lluvias que causaron graves inundaciones.

Y con relación a la pregunta de ¿cuánta agua nos queda?, se dice que el total de agua en la superficie de la tierra y en el subsuelo, lo que *incluye los hielos*, ha decrecido un *centímetro* anualmente durante los últimos veinte años. Y en México, de acuerdo con un ensayo de E. Vega (maestro de la Facultad de Economía de la UNAM, coordinador universitario para la sustentabilidad, COUS-SDI, UNAM) de 2025 (con información de SINA-CONAGUA, 2024), la disponibilidad *per capita* para

2025 es de $3,482 \text{ m}^3/\text{habitante}$ y para 2030 será de $3,358 \text{ m}^3/\text{habitante}$, o sea menos ($-124 \text{ m}^3/\text{hab.}$) que en 2025.

La vulnerabilidad hídrica, se confunde frecuentemente con el estrés hídrico, el cual se refiere más a la disponibilidad, pero la vulnerabilidad se centra más en la condición de ser susceptible a sufrir daño o amenaza, o de no poder resistir un fenómeno amenazante, lo cual se traduce en las condiciones climáticas y de uso humano con respecto al agua. En última instancia, la vulnerabilidad hídrica consiste en la susceptibilidad de llegar a la escasez de agua en ciertos territorios que han estado sometidos a un uso excesivo que va más allá de su capacidad de recarga (de acuíferos) o existencia (cuerpos superficiales), lo que sin duda se transformará en daños económicos, sociales y ambientales. Así, la vulnerabilidad hídrica depende de manera desigual, en cada territorio, de las condiciones climáticas, el tipo y la intensidad de uso del agua, y de la fragilidad de los sistemas hídricos existentes, para abastecer la demanda de agua.

La vulnerabilidad hídrica tiene mucho que ver con el cambio climático, ya que este es el grado en que un sistema (en el caso, el sistema hídrico) es susceptible y quizá incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, máxime cuando se sigue observando un crecimiento poblacional, que demandará una mayor cantidad de volúmenes de agua, tanto para el consumo humano como para los demás.

Se estima que la tasa de crecimiento poblacional mundial es de 0.91% anual, aunque se espera que siga aumentando (UNAM, 2023).

Por otra parte, los factores que influyen mayormente en el crecimiento poblacional son los siguientes:

- *Tasas de fertilidad:* El promedio mundial es de 2.3 hijos por mujer, pero se espera que disminuya a 2.1 para 2050.
- *Esperanza de vida:* Actualmente es de 73.3 años, y se proyecta que alcance los 77.4 años en 2054.

En este sentido, las proyecciones de población mundial, que se estima giran en torno a los 9,700 millones de habitantes en 2050, y de 10,000 millones en 2058 (ONU, 2024).

Entonces, ¿a qué nos lleva celebrar el Día Mundial del Agua? En términos generales, se puede decir lo siguiente: reflexionar acerca del uso que hacemos de este recurso natural, ser responsables y colaborar para acelerar el cambio y revertir la crisis del agua y su mala gestión

Lo anterior implica una mayor eficiencia hídrica; reaprovechamiento de las aguas usadas; garantizar la *seguridad hídrica*, que es algo diferente al derecho humano al agua, pues dicha seguridad implica infraestructura, esquemas de regulación hídrica, disponibilidad de recursos hídricos (incluye aguas superficiales —ríos, lagos— y subterráneas), lo cual depende de las condiciones climáticas, geográficas y de la gestión de los recursos, calidad del agua (la contaminación de fuentes hídricas por actividades agrícolas, industriales y domésticas compromete la seguridad hídrica), gestión y gobernanza (políticas públicas, leyes y mecanismos institucionales son fundamentales para la distribución equitativa y el manejo eficiente del agua), cambio climático (afecta los patrones de precipitación, genera sequías más intensas o inundaciones, y altera los ciclos hídricos), demanda de agua (el crecimiento poblacional, el desarrollo industrial y las necesidades agrícolas pueden ejercer presión sobre los recursos).

Hay dos aspectos relacionados con la vulnerabilidad hídrica que no siempre se consideran; a saber: se trata del *espacio y la aceleración del agua*; en esta medida, se propone un enfoque sociológico de la *aceleración social*, como otro signo de la modernidad, donde la velocidad es el elemento principal. La velocidad ha trastocado el tiempo natural de recuperación (saneamiento) del agua y el tiempo de permanencia en sus reservorios.

La aceleración convive con un espacio temporal alterno, en el cual el agua que escurre o que permanece en sus reservorios naturales se encuentra desincronizada con dicha aceleración social. Y el derecho humano al agua, inscrito en esta perspectiva, para ser efectivo, tiene que lidiar con dos aspectos:

- Mecanismos de acceso.
- Compresión del espacio y aceleración del agua.

Es preciso, de inicio, abordar la categoría de análisis que he propuesto desde 2006 en el libro *Conflictos por el agua* (Angulo, 2006), que redefine la cuenca, que solo analiza la parte fisiohidrográfica, pero no da cuenta de los procesos sociales, ambientales, económicos y políticos. Por ello, no basta con realizar un *zoom*, sino, por el contrario, para hallar explicaciones, ir más allá de la cuenca, bajo una óptica más integral y no solo desde la perspectiva tradicional que sobre esta se tiene. En dicho sentido, la categoría que se propone es la *metacuenca*, que nos

permite definir el espacio de las relaciones del recurso hídrico, más allá de sus límites físicos, para mostrar la red compleja de relaciones económicas, sociales, políticas y ambientales que se materializan en el agua; es decir, que el agua deja de ser un elemento natural o un simple recurso para transformarse en la cosificación de esta compleja red de relaciones.

Cuando se concibe ordenar el territorio y, en consecuencia, las actividades e interrelaciones de los distintos recursos, procesos y actores, bajo el ropaje de la cuenca en sus diversas manifestaciones de microcuenca, subcuenca o cuenca hidrológica, se asume la delimitación de un espacio físico dado por el parteaguas, lo cual no significa inexactitud, solo cierta obsolescencia, para explicar las relaciones de poder, las relaciones económicas o socioambientales que hoy en día escapan al espacio local en una proporción mayor debido a los procesos de des-territorialización y re-territorialidad para, de esta forma, asumir bajo la categoría de metacuenca, una dimensión espacial de procesos, no de espacio físico únicamente.

Por ello la metacuenca nos facilita, como categoría, el análisis del manejo, el impacto, el destino, el uso, la distribución, la reglamentación, los conflictos y su propio ciclo del agua, por mediación de las múltiples relaciones que representa, más allá de la cuenca.

En esta medida, la categoría se descompone en diversas dimensiones socioambientales y políticas, a lo cual hay que añadir el concepto de red, que explica la condición de interdependencia entre estas mismas dimensiones, vistas a través del eje central o hilo conductor que es el agua, pero como cosificación de dichas relaciones.

El agua es la cosificación de un conjunto complejo de relaciones sociales, económicas, ambientales y políticas que se traspone al significado de recurso natural.

A la gestión del agua, en el enfoque tradicional de territorio, se la ubica en el marco de la cuenca, como espacio físico dado por la delimitación fisiohidrográfica.

Pero ello pasa a un segundo plano, en tanto se des-territorializa, para configurar un nuevo territorio, el de la metacuenca, como categoría que nos explica estas dimensiones sociales, ambientales, económicas etc., que escapan a su dominio físico, pero que tienen implicaciones localizadas.

Esta re-territorialidad del agua es un factor que, entre otras cosas, nos ha conducido a procesos de escasez por localización, con serios impactos en comunidades que están en espacios alternos, conservando su geografía diseminada, bajo otra visión del orden espacial del territorio que no corresponde al fenómeno de la compresión del espacio, lo cual se traduce en una ausencia de mecanismos de acceso al derecho al agua.

La compresión espacial del agua es un proceso contingente que atiende la concentración del líquido en los espacios urbanos, en detrimento de las comunidades rurales dispersas.

Por un lado, la cuenca física se desvanece para reconfigurarse en la dimensión socioambiental-económica de la metacuenca, que tiene como consecuencia un daño colateral: la escasez localizada en las comunidades locales rurales y la concentración en los espacios urbanos que determinan un orden de prelación en cuanto a su uso humano, pero asociado a la concentración humana en territorios urbanos.

A su vez, la configuración del territorio hídrico se ve transformada, pues ahora su recorrido natural es intervenido para relocalizarlo en función de intereses diversos, ubicados en los centros de producción y distribución o insertos en los conglomerados sociales, lo que también incrementa la entropía al regresar el agua usada a los cauces naturales, pero ya contaminada, generando un doble movimiento de escasez: escasez por localización y escasez por contaminación.

La compresión del espacio del agua no responde a su ciclo natural ni necesariamente a su cauce sino, por el contrario, a la intervención humana, que la lleva a “un desbordamiento” para reconstruirla tecnológicamente dentro de un cauce artificial entubado, con otro ciclo que pasa por un uso intensivo y, en el mejor de los casos, de tratamiento posterior, para retornarla al cauce natural de donde se desvió y, lo más seguro, en forma contaminada.

Este movimiento de desvío se concentra en espacios comprimidos dentro de las urbes y, a su vez, en otros espacios de mayor compresión, según sea su uso específico: para servicios, consumo o procesos industriales, o bien en espacios rurales para fines agropecuarios. Así, la concentración del agua responde a la re-localización por el uso antropogénico, mas no por su consumo ambiental. Quizá por ello, recientemente se publicó la Norma Mexicana del Caudal Ecológico, que atiende a estimar el caudal mínimo y óptimo que hay que reservar

para fines ambientales, ya que se está profundizando la escasez antropogénica a costa de las otras especies y del consumo ambiental, que atenta contra ecosistemas y regiones naturales.

En la era actual se tiende a separar el espacio urbano de su dependencia respecto de las funciones naturales, para verlo como un sistema formal autónomo. Esta peculiaridad del espacio constituye síntomas y manifestaciones de un dilema históricamente original, que involucra nuestra inserción como sujetos en un conjunto multidimensional de realidades discontinuas. El espacio comprimido y localizado en las urbes que concentra el agua, contra el espacio diseminado de las comunidades que respetan y conviven con el ciclo natural del agua. Por un lado, asistimos a la convergencia de espacio-tiempo, en tanto que en el mundo rural se presenta la divergencia espacio-tiempo.

En este sentido, lo que produce la compresión del espacio es la formación de conglomerados hídricos que se contraponen a los cuerpos naturales de agua. Asimismo, se construye el espacio de flujos (de agua, es el no lugar), contra el espacio de los lugares (del agua).

De acuerdo con esta lógica, el espacio discontinuo habría producido un reforzamiento de los contrastes espaciales intrarregionales al aumentar comparativamente las disparidades entre los principales centros urbanos y sus periferias. Cada vez resulta menos importante la localización absoluta de los lugares y más importante que estén bien conectados.

La compresión del espacio deja una clara disparidad en cuanto al acceso del derecho humano al agua, visto por la re-territorialidad, que concentra el vital líquido en las urbes, despojando o excluyendo a las comunidades dispersas locales, lo cual trae consigo la alteración tanto de su ciclo natural como de sus cauces.

Entre 1980 y 2010 la superficie de las ciudades creció a un ritmo anual de 9.37%, velocidad casi tres veces mayor que la de la población de 3.4% anual (Nexos, 2013).

La aceleración social es otro signo de la modernidad donde la velocidad es el elemento principal. La velocidad ha trastocado el tiempo natural de recuperación (saneamiento) del agua y el tiempo de permanencia en sus reservorios.

La aceleración convive con un espacio temporal alterno, en el cual, el agua que escurre o que permanece en sus reservorios naturales, se encuentra desincronizada con dicha aceleración social.

La velocidad con que se extrae, se consume, se usa y se regresa, no corresponde a su ciclo natural. El tiempo (velocidad) ahora es un componente que acarrea escasez.

En las ciudades, en tanto, el derecho al agua no solo se califica en cantidad y calidad, sino también en disposición de tiempo (24 horas de cada día, semana y mes), mientras en las comunidades, el tiempo está sincronizado con el ciclo natural y la tecnología de que se dispone.

El suministro del agua es disparaje para los pobres, en razón del tiempo (velocidad).

Por otra parte, asistimos a una desincronización temporal ligada a la compresión del espacio, ya que el agua, aunque puede temporalmente estar ausente, frente a eventos extraordinarios como los que se presentan, vuelve a recobrar su espacio perdido o alterado en los otros espacios comprimidos y ocupados por asentamientos humanos.

Y es que la ocupación del espacio por el ser humano, dentro la vertiginosa carrera por asentarse, se olvida que otrora era un pantano, cauce, humedal o simplemente zonas de anegamiento que, dentro de los periodos llamados “de retorno” (cincuenta, cien o quinientos años), es posible que el agua vuelva a imponerse y a ocupar dicho espacio. Tal escala temporal es muy diferente, como escala natural, a la escala acelerada del ser humano. Hoy, debido a los impactos en vidas y, sobre todo, en pérdidas económicas, que pueden generar costos millonarios en la economía de un país y del propio sistema económico mundial, hay la preocupación y la recomendación de organismos internacionales por considerar e introducir en los instrumentos de política ambiental, ordenamiento del territorio y de protección civil, los enfoques de riesgo e, incluso, de prohibir asentamientos en zonas de alto riesgo.

Paradójicamente, el desastre está en función de una tormenta extrema en un tiempo reducido; es la velocidad la que imprime riesgo, el cual supera la capacidad de respuesta en tiempo del ser humano. Este es un claro ejemplo de de-sincronización entre aceleración y des-aceleración.

El común denominador de todas estas interacciones sociales, sin duda, es su alternancia; es decir, podríamos hablar de una continuidad de contrastes alternos, de un cierto espaciamento del tiempo que produce simultaneidad absoluta. Ante los nuevos “aceleradores” del tiempo (y del agua), socialmente creados, se configura un nuevo tipo

de temporalidad histórica, como una arritmia, como contra-tiempo natural, debido a la domesticación instrumental de la naturaleza.

Esta aceleración se encuentra sujeta a la contingencia, a esa posibilidad de una desaceleración, de una “parada” súbita (Beriaín, 2008), y no porque el individuo lo desee, sino porque, más allá de su voluntad, hace frente a la verdad que subyace del otro tiempo: el del ciclo natural que hemos roto o alterado.

En esencia, el ciclo del agua no corresponde al social y, más precisamente, al ciclo económico, que demanda velocidad para lograr competitividad en sus procesos. Esta irrupción de ciclos sociales en la naturaleza lleva a procesos diversos, tanto de territorios secos como de exclusión de comunidades, como también de desastres. La aceleración del agua corresponde a lo que apuntamos con anterioridad: a la cosificación de una compleja red de relaciones sociales, económicas, políticas y ambientales del agua.

Quizá el derecho humano al agua aún permea cierta limitación en cuanto al contexto natural del agua, y solo se construye como un modelo conceptual que solo incluye las relaciones sociales para hacerlas más homogéneas, pero se olvida que el agua responde a un ciclo con otras leyes distintas y que no logran emparejarse. Esta alteridad de dos sistemas, el social con sus derechos y el natural con su ciclo, nos lleva a la *paradoja de la indemnidad*, en el sentido de *¿cómo garantizar lo que no se puede garantizar?*

Ahora abordaremos lo referente al derecho humano al agua. Tenemos que un sistema jurídico que incorpora derechos, como es el caso del derecho humano al agua, entraña la convergencia de dos sistemas: el social-jurídico y el natural. Amén de lo anterior, este derecho, que significa derechos a protección, consignados en la Constitución para que lo ostente su titular contra el Estado, implica la protección contra la interferencia de terceros; sin embargo, esta dialéctica de protección e interferencia nos lleva a considerar que la protección del derecho al agua lleva, en sí, la interferencia de la conservación en sus sitios (embalses, ríos, lagos, etcétera). Por ello, para resolver esta contradicción, es posible hacerlo desde una perspectiva de la proporcionalidad o de un nivel mínimo de protección.

Visto así, la proporcionalidad entraña tres principios, a saber: adecuación, necesidad y proporcionalidad, en estricto sentido (Alexy, 2010). En esta medida, el principio de adecuación se refiere al medio

escogido para promover el derecho a protección, pero, si este medio no es adecuado, se tornará desproporcionado e, incluso, anticonstitucional. Entonces, qué pasa con las comunidades dispersas despojadas de sus fuentes de agua para conducirla a espacios comprimidos para así garantizar el derecho humano al agua de los habitantes de las ciudades. En igual sentido, cuando desecamos cuerpos de agua para transvasarlas, estamos eligiendo un medio no adecuado.

Por otra parte, el principio de necesidad se relaciona con los medios; no obstante, nos plantea una disyuntiva en el sentido de que, ante dos medios, se debe escoger el más idóneo y, sobre todo, aquel que interfiera menos con el derecho de defensa (conservación).

El principio de proporcionalidad se expresa de la siguiente forma: derecho a protección del acceso al agua *versus* el derecho de defensa de la conservación del agua, donde se requiere un equilibrio, en tanto que el derecho de acceso al agua se vea lo menos posible interferido con el derecho de defensa a la conservación. Para ello, los medios que se elijan serán importantes, teniendo en cuenta la “alternatividad”, entendida como un conjunto de medidas para lograr el equilibrio.

En otras palabras, podríamos decir que el derecho al agua es factible y proporcional si no se violenta el derecho de defensa a la conservación en sus reservorios naturales; empero, si la cantidad y la velocidad con que se requiere en un lugar determinado, como puede ser una ciudad, implica el desecamiento del reservorio, se vuelve desproporcional. De esta forma, nos lleva a formular a la inversa la proporcionalidad, en el sentido de definir que se protege el derecho al agua en una ciudad considerando un nivel mínimo, que no implica la violación del derecho a conservarla en su reservorio natural. Ahora bien, se podría argumentar en contra que el derecho humano al agua está por encima del derecho a conservarla, y esto sería comprensible desde un punto de vista del sistema social, que prioriza al ser humano sobre el sistema natural.

No obstante, se trata de un mismo objeto; es decir, el agua como condición para garantizar este derecho humano, pero, si falta, no podrá exigirse tal protección, solo a condición de despojar a otros del recurso, lo que implicaría una violación para unos de un mismo derecho. De ahí que la conservación sea algo inherente al derecho a la protección. Ya hay bastantes casos de despojo de agua para las comunidades, con el fin de conducirla a la ciudad, como los episodios de Sonora

(véase el artículo “Derecho al agua y conflicto yaqui” Disponible en: http://www.ceja.org.mx/IMG/Derecho_al_agua_y_el_conflicto_Yaqui.pdf), que llegó al límite en que los productores tuvieron que cerrar la carretera Panamericana con un bloqueo para detener este despojo; o antes, el caso de la mujeres mazahuas del Estado de México, que se oponían a la sustracción del vital líquido para alimentar al sistema Cutzamala, que provee de agua a los valles de Toluca y de México.

Si entendemos que el agua se encuentra de forma distribuida y que el suministro depende de la existencia del recurso, entonces debe garantizarse su conservación. Para ello, también debe existir una corresponsabilidad en el mantenimiento del recurso; es decir, se debe aportar para conservar ese bien y servicio ambiental, lo que nos lleva a considerar la obligación, sea esta del Estado o de la sociedad.

En la Ley de Aguas Nacionales (LAN) se encuentra la figura jurídica reservas de agua para fines de consumo humano, pero habría que decir que es una situación de excepción, no la regla, por lo cual se podría emplear para defenderse del despojo, lo que suprime el conflicto. Mas si, en cambio, se consideran en la legislación secundaria los derechos de defensa para garantizar la conservación del caudal ambiental (que significa el respeto a un mínimo de volumen en los cuerpos de agua) y del propio ciclo del agua (que trae consigo su tiempo y espacio). Si bien ya existen en la LAN de manera tenue y diría, acentuando, de forma tibia, los conceptos de caudal ambiental, no está claro en el cuerpo de la ley. Hasta ahora, se ha publicado la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012 (El enfoque fundamental de la Norma se resalta cuando se refiere, desde su introducción, a la necesidad de garantizar un régimen de caudal ecológico en las corrientes o escurrimientos para mantener el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, así como permitir la protección de los ecosistemas riparios, ecosistemas acuáticos, terrestres y costeros, pero habría que señalar que dichas normas son de carácter voluntario, no obligatorias.)

A guisa de conclusión, podemos decir que son varias las opiniones que sostienen que, al introducir el derecho humano al agua en la Constitución, en los transitorios se asentó la necesidad de reformar la LAN, lo cual es erróneo, ya que confunden un derecho con la administración del agua. En mi opinión, quienes sustentan tal idea son los confundidos, pues no logran diferenciar la interdependencia existente entre el orden social y el orden natural. Por esto, sí es pertinente

reformular la ley en la materia, sería no para expresar tal derecho, sino para lograr una sincronía entre estos dos sistemas y conceptualizar las medidas en términos de establecer un mínimo de este derecho a protección de acceso al agua y el mínimo de conservación, bajo la óptica de la proporcionalidad.

Visto en su conjunto, se puede decir que es necesario analizar la vulnerabilidad de los recursos hídricos, para cualificar el grado de fragilidad de la fuente con respecto al abastecimiento y a la amenaza de sequía cuando se presentan períodos con condiciones climáticas extremas (ipcc, 2008; Sharma, 2009). La vulnerabilidad se puede abordar evaluando la susceptibilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener su régimen hidrológico actual y determinando la vulnerabilidad de los sectores de usuarios del recurso, ante la amenaza de cambios sustanciales en el régimen hidrológico. Dada su relevancia, en México desde 2015 el IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) elaboró el *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*.

Ahora bien, la vulnerabilidad hídrica ha cambiado en el transcurso de la historia; en la actualidad, el componente principal lo constituye el cambio climático, por ello, en términos de vulnerabilidad hídrica, el cambio climático sobre los recursos hídricos depende de los cambios en el volumen y la calidad de los flujos de agua superficial y subterránea, de las descargas de dichas corrientes, así como de la demanda y el volumen de extracción para uso humano. Resulta de gran importancia poder identificar los territorios con recursos hídricos más vulnerables al cambio climático. Para el caso mexicano, se sabe que la región más vulnerable es la región del centro del país (la cuenca Lerma-Chapala), que coincide con la región más poblada.

El cambio climático, según el IPPC, provocará sequías más frecuentes y de mayor intensidad, pero con impactos diferenciados en las distintas regiones del planeta. Habrá menos lluvia y mayor evapotranspiración, lo que a su vez originará mayor vulnerabilidad.

Una variable a considerar también es la contaminación, que provocará cambios en la calidad del agua. En el pasado solo se hablaba de la escasez por cantidad, pero hoy en día también la calidad del agua acarrea escasez de agua, y el principal elemento que cambia o trastoca la calidad del agua es la contaminación de diferentes fuentes y tipos, desde la contaminación química hasta la contaminación física por los plásticos.

La vulnerabilidad del recurso hídrico en relación con la oferta hídrica es diferenciada, dependiendo del territorio, la intensidad de uso y las condiciones climáticas imperantes. Lo grave es cuando confluyen todas estas causas en un mismo tiempo y espacio, pues con ello seguramente se observarán reducciones en la cuenca, máxime cuando se presentan sequías prolongadas e intensas.

La vulnerabilidad futura ante el cambio climático puede reducirse si se toman acciones que resulten en mejoras de la infraestructura, saneamiento, caudal ambiental, eficiencia hídrica, prevención del riesgo, en los servicios y en la condición de las personas. Algunas acciones que pueden colaborar a reducir la vulnerabilidad incluyen mayor aplicación del conocimiento y conciencia acerca de las interacciones entre el clima y la sociedad.

Hay que advertir que una causa, más o menos reciente, de la vulnerabilidad es el proceso de urbanización, ya que dicho proceso implica la impermeabilidad de zonas para la infiltración a los acuíferos.

La vulnerabilidad hídrica es actualmente una gran preocupación en muchas áreas urbanas. El aspecto fundamental de la urbanización, que incide, es el rápido crecimiento de la población, mayores actividades industriales y una creciente generación de aguas residuales no tratadas y contaminadas acompañada por una planificación inadecuada, insuficiencia financiera para obras y acciones, la pobreza, y las demandas que compiten por el recurso. Todo esto contribuye y, por consiguiente, el consumo de agua en las zonas urbanas es probable que se duplique en la próxima década.

En ese sentido, se espera que la población urbana mundial aumente en un 72% en 2050, de 3,6 mil millones en 2011 a 6,3 mil millones en 2050. Se espera que el crecimiento de la población urbana en África y Asia sea de cerca 57,7% y 64,4%, con una tasa de urbanización de 1% y 0,9%, respectivamente. En los países en desarrollo la cobertura de saneamiento media (56%) es mucho menor que la cobertura de agua (85%). Por ejemplo, la cobertura en saneamiento de áreas urbanas en África es de 46% y la cobertura de agua es del 84%, y la cobertura es significativamente menor en zonas rurales.

Si bien el vínculo entre la urbanización y la vulnerabilidad hídrica es muy específico del lugar, variados resultados muestran la existencia de algunos factores generalizables, como los siguientes: En primer lugar, la transformación urbana del sistema hídrico está descentrali-

zada, ya que los pozos de riego son convertidos en pozos industriales o domésticos por particulares, y no por la autoridad municipal. En segundo lugar, la vulnerabilidad urbana a la escasez de agua depende de una combinación de varios factores: la infraestructura hídrica formal, la tasa y el patrón espacial del cambio de uso del suelo, la adaptación de los hogares y las características del sistema de aguas subterráneas y superficiales. En tercer lugar, la vulnerabilidad es dinámica, variable espacialmente y dependiente de la escala.

De ahí que uno de los retos asociados a la magnitud y la velocidad del cambio urbano será el abastecimiento de agua a las zonas urbanas. Con el aumento del tamaño y la densidad de la población urbana, es necesario gestionar un suministro adicional de agua desde fuentes ubicadas fuera de los límites de las ciudades, lo cual también implica mayor recolección, tratamiento y vertido de forma segura al medioambiente a un ritmo y una escala sin precedentes en la historia.

A medida que las ciudades crecen sin una infraestructura de suministro adecuada, pueden depender de la extracción insostenible de agua subterránea o enfrentarse a frecuentes escaseces de agua que frenan su crecimiento. Más allá de cierto nivel de crecimiento urbano, la falta de recursos hídricos podría ralentizar el desarrollo y limitar una mayor urbanización, un umbral basado en la capacidad de carga que algunos denominan “restricción de recursos hídricos”.

En fin, la vulnerabilidad hídrica será un reto a enfrentar y tratar de prevenir en aquellos territorios más vulnerables, sobre todo frente al cambio climático, el crecimiento poblacional y urbano, y el bajo tratamiento de las aguas residuales.

Hablar de vulnerabilidad es hablar de incertidumbre, de probabilidad y ello siempre estará presente, pero ahora se trata del recurso agua. Así es que hay que gestionar la incertidumbre hídrica y las causas de la vulnerabilidad hídrica.

Bibliografía

- Alexy, Robert (2010). *Derechos sociales y ponderación*, México: Fontamara.
- Angulo, A. (2006). *Conflictos por el agua*. Ed. UAQ.
- Berriain, Josetxo (2008). *Aceleración social y voluntad de poder*. Departamento de Sociología. Madrid: Universidad Pública de Navarra.

- E. Vega (maestro de la facultad de economía de la UNAM, Coordinador Universitario para la Sustentabilidad, COUS-SDI, UNAM) de 2025.
- El Tiempo (s/f). “*Día Mundial del Agua 2022: ¿Cuánta agua potable hay en la Tierra? ¿Se puede acabar?*” Disponible en: <https://www.eltiempo.es/noticias/dia-mundial-del-agua-2022-cuanta-agua-potable-hay-en-la-tierra-se-puede-acabar>. Consultado: 25 de marzo de 2025.
- Grupo de los Cinco (2025). *El costo de los servicios públicos y la responsabilidad de la población*. Disponible en: <https://loscinco.mx/el-costo-de-los-servicios-publicos-y-la-responsabilidad-de-la-poblacion/>
- IMTA (2015). Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático.
- IPCC (2008). El cambio climático y el agua. Ginebra, Suiza.
- National Geographic (s/f). *Miles de millones de personas podrían sufrir escasez de agua y alimentos en los próximos 30 años*. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/10/miles-millones-personas-escasez-agua-alimentos#:~:text=Miles%20de%20millones%20de%20personas,>
- Nexos (2013). *Ciudades catastróficas*. Nexos, núm. 430.
- OMM (2021). “*Los desastres de índole meteorológica han aumentado en los últimos 50 años y han causado más daños, pero menos muertes*”. Disponible en: <https://wmo.int/es/news/media-centre/los-desastres-de-indole-meteorologica-han-aumentado-en-los-ultimos-50-anos-y-han-causado-mas-danos#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20Atlas%20de%20la,3%2C-64%20billones%20de%20d%C3%B3lares>.
- — — (2021). *Atlas de la OMM sobre mortalidad y pérdidas económicas debidas a fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos (1970 – 2019)*.
- — — (s/f). *El deshielo de los glaciares desencadenará una avalancha de efectos en cadena*. Disponible en: <https://wmo.int/es/news/media-centre/el-deshielo-de-los-glaciares-desencadenara-una-avalancha-de-efectos-en-cadena>. Consultado: 25 de marzo de 2025.
- ONU (2024). *Perspectivas de la población mundial 2024*.
- Sharma, H, (2009). Application of Climate Information and Predictions in Water Sector: Capabilities. WCC-3. Genève.
- UNAM (2023). *Más lento, el crecimiento poblacional mundial*. Disponible en: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2023_091.html

