

Ríos libres y vivos.

Variabilidad natural de flujos de agua, una base para la política pública del agua en México.

Eduardo Ríos-Patrón¹
Carlos Francisco Ortiz-Paniagua²

Resumen

El crecimiento poblacional, la dinámica de la economía, así como la falta de políticas para el manejo sostenible del agua en México, ejercen presión en la cantidad y la calidad del agua para los ecosistemas y las actividades humanas. Si bien es indiscutible la importancia fundamental del agua, no necesariamente esta se ve reflejada en la toma de decisiones sobre los usos de esta, principalmente cuando predominan intereses particulares sobre los colectivos. Bajo este contexto, el concepto de Seguridad Hídrica cobra importancia cuando se plantea un equilibrio entre los usos del agua y los riesgos. El presente discute sobre la importancia de conceptos, elementos e instrumentos de política relacionados con la variabilidad natural de los flujos de agua desde la dimensión del agua para el ambiente. Es un elemento central de la gestión del agua desde una perspectiva ecosistémica para los distintos usos. Se argumenta que la política pública del agua para el ambiente debe involucrar la ciencia, las decisiones gubernamentales y la participación social, partiendo del concepto de caudal ecológico y seguridad hídrica.

Introducción

Mientras que más de dos mil millones de personas acceden a fuentes de agua contaminada (WHO, 2023), otros 663 millones no tienen acceso a agua potable (UNESCO, 2021). Además 57% de la variabilidad estacional de los niveles de agua de lagos y embalses es atribuible a la gestión humana, como presas o reservas para riego agrícola (Garthwaite, 2021). Sin duda, algo no estamos haciendo bien en la gestión del agua dado

ININEE CIENCIA Revista de
Divulgación Científica, 2(4) Julio-
Diciembre 2024. pp: 49-56.

Esta obra está bajo una licencia de
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International



- 1 Candidato a Doctor Ciencias de Políticas Públicas del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Correo electrónico: 2026803c@umich.mx ORCID: 0000-0003-4306-3469
- 2 Profesor e investigador de Tiempo Completo ININEE/UMSNH. Correo electrónico: carlos.ortiz@umich.mx ORCID: 0000-0003-3645-1527

que no alcanza para todos, a la vez que ponemos en riesgo a los ecosistemas que no tienen agua en cantidad, calidad y variabilidad en el tiempo necesaria para sus funciones.

El agua ha sido parte fundamental de la evolución histórica, económica y cultural de las sociedades humanas. Sin embargo, actualmente, el crecimiento de la población y la dinámica socioeconómica del capitalismo, presionan sobre la cantidad y calidad de agua para los ecosistemas y las actividades humanas. El concepto de Seguridad Hídrica (SH) cobra

importancia en el quehacer público (Young, et al., 2015) a través del equilibrio entre los usos del agua, los riesgos, las decisiones públicas y privadas que garanticen agua en el tiempo.

En el presente nos proponemos describir algunos conceptos, elementos e instrumentos de política relacionados con la variabilidad natural de los flujos de agua en México desde la dimensión del agua para el ambiente. Siendo un elemento central de la gestión del agua desde una perspectiva ecosistémica para los distintos usos.

Las dimensiones de la Seguridad Hídrica (SH)

En este sentido, las diversas dimensiones para lograr la SH se extienden a la protección de los ecosistemas y al aumento del papel del binomio agua - naturaleza para mantener su propio funcionamiento y desarrollar su capacidad para hacer frente a las condiciones cambiantes. También se ocupa de la respuesta oportuna al riesgo de desastres relacionados con el agua, como sequías, inundaciones, propagación de enfermedades y contaminación (Mishra, et al., 2021) y, de generar las condiciones para que

las personas accedan al vital líquido y permita continuar con las actividades económicas (Grey & Sadoff, 2007).

Cada una de las dimensiones tiene un énfasis y un enfoque para operacionalizar el diseño e implementación de la política pública, sin embargo, es la dimensión del agua para el ambiente para la SH que cobra especial relevancia como proveedor estratégico a largo plazo del vital líquido (Ver tabla 1).

Tabla 1.

Dimensiones de la seguridad hídrica (SH) y la política pública

Dimensión SH	Problema público	Indicadores
Agua para las personas	Distribución y acceso al agua en calidad y cantidad.	Agua potable por habitante Equidad en la distribución hídrica Calidad del agua
Agua para la economía	Abastecimiento de agua para la producción	Agua por unidad de producción. Eficiencia sectorial. % de agua concesionada
Agua para el ambiente	Mantener un caudal ecológico	Variabilidad natural del agua en el tiempo Conectividad ecohidrológica
Agua como conductor de riesgos	Prevención de desastres hidrometeorológicos Prevención de riesgos por contaminación	% de población en zonas vulnerables. Frecuencia de ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos. % población expuesta a riesgos por contaminación. Calidad del agua

Fuente: Elaboración propia.

Es en la dimensión del agua para el ambiente, por la complejidad del diseño e implementación de instrumentos que operacionalicen el problema público, que ha implicado un proceso de colaboración y aprendizaje entre diversos actores en un largo periodo de tiempo, traduciendo el conocimiento y su aplicación práctica en política pública (Ríos-Patrón, 2024). Misma que en esencia busca asignar vo-

lúmenes de agua para el ambiente a partir de la determinación de la variabilidad natural del agua como condición clave para mantener los ecosistemas y sus servicios funcionando. Una perspectiva que nos ayuda al entendimiento de la complejidad que implica el agua para el ambiente es el caudal ecológico (CE) desde la perspectiva de las cuencas.

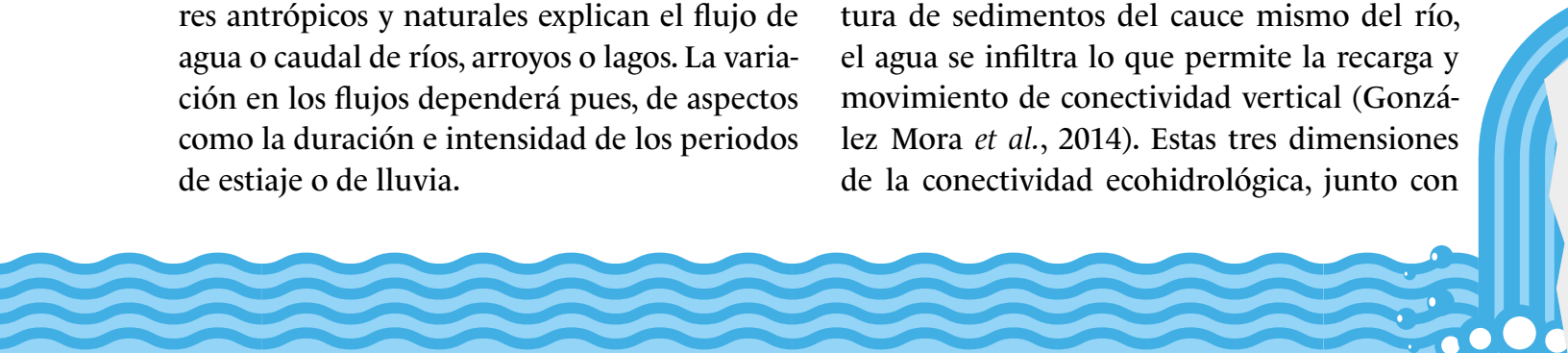
El afluente natural del agua en tiempo y espacio. Caudal Ecológico (CE)

Una cuenca es un área geográfica delimitada por las partes altas de las montañas, cerros, llamadas parteaguas, donde la lluvia y los procesos del ciclo hidrológico, se expresan en un sistema de arroyos y ríos conectados jerárquicamente que desembocan en un mismo punto, como un lago o el mar, de manera que el grado de deterioro se aprecia en la calidad y la cantidad del agua (Cotler Ávalos *et al.*, 2013). De esta manera, la cuenca como unidad integradora expresa la variabilidad natural de los flujos de agua y la acumulación de contaminantes o nutrientes en forma acumulativa.

En este sentido, en la cuenca la medición de la variabilidad natural en tiempo y espacio permite conocer el comportamiento cíclico de los flujos de agua en la red de ríos y arroyos con una estrecha relación a las actividades socioeconómicas predominantes en la cuenca o elementos como precipitación y temperatura. De manera que la combinación de los factores antrópicos y naturales explican el flujo de agua o caudal de ríos, arroyos o lagos. La variación en los flujos dependerá pues, de aspectos como la duración e intensidad de los periodos de estiaje o de lluvia.

Esta variación del flujo natural del agua en un río tiene una respuesta ecológica, que se refleja en la salud del ecosistema de agua dulce. Esta relación entre respuesta ecológica y variabilidad del flujo de agua se le conoce como Caudal Ecológico (CE), concepto central para comprender la importancia del agua para el ambiente en los ecosistemas acuáticos y las especies que dependen de éstos. El CE refiere a esta variabilidad en términos de cantidad, calidad y los niveles de agua dulce para que los ecosistemas acuáticos se sostengan y al sostenerse dan soporte cultural, económico y para los medios de vida sostenibles para el bienestar humano (Arthington *et al.*, 2018).

El agua conecta en diversas dimensiones a través del CE. Longitudinalmente al transportar nutrientes y otros materiales, para ecosistemas que se sitúan aguas abajo. Transversalmente, cuando el agua fluye a los ecosistemas terrestres adyacentes al cauce y, por la estructura de sedimentos del cauce mismo del río, el agua se infiltra lo que permite la recarga y movimiento de conectividad vertical (González Mora *et al.*, 2014). Estas tres dimensiones de la conectividad ecohidrológica, junto con



la dimensión temporal, determinan el funcionamiento de, por ejemplo, los ríos como siste-

mas complejos.

Caudal Ecológico (CE) y Política Pública para la Seguridad Hídrica (SH)

Traducir la variabilidad natural de los flujos de agua y su relación con la respuesta ecológica en información práctica que revele su importancia así como en procedimientos claros para determinar los volúmenes de agua para el ambiente se ha promovido mediante el liderazgo facilitador del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), en conjunto con la participación de académicos y de técnicos del sector gubernamental. Esto ha construido el diálogo para generar un lenguaje común y una propuesta normativa para el cálculo del caudal ecológico lo que llevó en el año 2012 a la publicación de la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, Que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas.

Desde esta perspectiva la variabilidad temporal y espacial determina lo que se conoce

como régimen de caudales del río, es decir; el comportamiento de la variabilidad del agua en su flujo por el cauce a partir de los cambios climáticos estacionales conocidos en dos tipos de regímenes (NMX-AA-159-SCFI-2012, 2012):

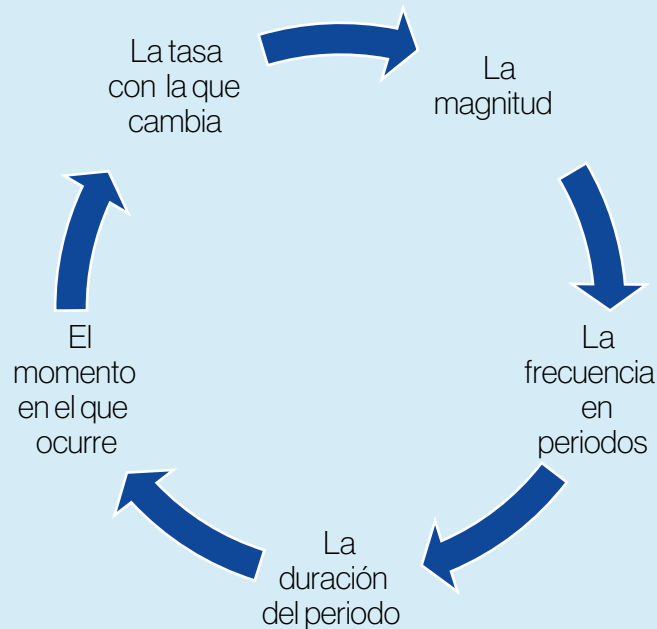
1. De caudales ordinarios estacionales para condiciones hidrológicas húmedas, medias, secas y muy secas
2. De caudales extraordinarios o de avenidas que consideran caudales con magnitudes superiores a las normales

También se operacionalizan a través en la norma los atributos del régimen de caudal (Poff, 2018; Poff et al., 1997) es decir la magnitud del caudal en volumen por unidad de tiempo, la frecuencia, la duración, el momento de ocurrencia y la tasa de cambio del caudal (ver figura 1).



Figura 1

Atributos del régimen de caudal



Fuente: Elaboración propia con base en (Poff, 2018; Poff et al., 1997)

El régimen del caudal y sus atributos determinan diversas funciones ecológicas a diversas escalas que configuran el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Esta variabilidad genera patrones de variabilidad de los flujos que influyen en los ciclos ecológicos de las especies y en la salud de los ecosistemas. La norma establece, a partir de la presión de uso en la cuenca y de la importancia ecológica determinados objetivos ambientales así como determina los procedimientos para el cálculo del caudal ecológico.

Una vez publicada la norma para la determinación del caudal ecológico se construyó una agenda pública estratégica y se identificaron 189 cuencas como reservas potenciales de agua para el ambiente en México en el año 2011 estableciendo también el Programa Na-

cional de Reservas de Agua (PNRA) (Barrios *et al.*, 2015), como un instrumento de planeación y política para priorizar en la agenda pública. La Ley de Aguas Nacionales, (2004) estableció las bases legales para facultar al ejecutivo federal a proteger la biodiversidad y dar sustento a los servicios ambientales y faculta a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para negar la concesión, asignación o permiso de descarga, cuando afecte el caudal mínimo ecológico, que forma parte del uso ambiental.

Considerando el estudio de reservas potenciales y a partir de la determinación del CE en cuencas seleccionadas, se determinaron las reservas de agua para el ambiente a través de la publicación de decretos. El primero en 2014 para la cuenca del río San Pedro Mezquital y en 2016 el decreto de la cuenca del río Fuer-

te, así como diez decretos adicionales en 2018, entre otras cuencas las de los ríos Pánuco, Usamacinta, Papaloapan y Costa de Jalisco.

En los últimos años, en México se ha avanzado significativamente en la implementación de políticas públicas para protección ecológica del agua, estableciendo compromisos ambiciosos a nivel nacional en la asignación estratégica de caudales ecológicos en cuencas, proporcionando referencias clave para futuras evaluaciones (Salinas-Rodríguez *et al.*, 2021) y políticas con un enfoque innovador que pro-

togen el régimen de caudales y lo que implica en protección ecológica. Los retos son avanzar en afinar la implementación y seguimiento de los decretos.

Por su parte, a escala internacional la agenda pública posiciona el agua para el ambiente en 2015, en la décimo segunda Conferencia de las Partes (COP) 12° Ramsar a través del “Llamado a la acción para asegurar y proteger las necesidades hídricas de los humedales para el presente y el futuro” (Ramsar, 2015).

Retos y Perspectivas de la Agenda Pública del Agua para el Ambiente

Los retos para la implementación del agua para el ambiente son:

1. Las políticas de agua deberán considerar la Seguridad Hídrica (SH) como un punto de referencia en la gestión del agua para los diferentes usos, incorporando en forma transversal la dimensión de agua para el ambiente.
2. Reconocer al Caudal Ecológico (CE) como el elemento central de para las decisiones de asignación de volúmenes de agua para el ambiente.
3. Dar seguimiento a los decretos establecidos al momento para garantizar el agua para el ambiente, situación que será más compleja y difícil a medida que se presentan sequías más intensas.
4. Desde el ámbito público la democracia juega un papel fundamental, por lo que se debe promover la generación de estudios científicos y participación de redes como la Red de Monitoreo de Reservas de Agua (RedMORA), otras organizaciones y universidades para contribuir con información que incida en la asignación de volúmenes de agua.
5. Implementar sistemas de monitoreo permanente sobre las reservas de agua para el ambiente en México
6. Fomentar condiciones de negociación con grupos de interés que pretenden controlar el agua para fines económicos, sin atender las necesidades del CE y los ecosistemas para su funcionamiento.



El futuro de la política pública del agua para el ambiente involucra de forma eficaz la ciencia, las decisiones gubernamentales y la participación social. A la vez que se debe atender con transparencia, comunicación y trabajo

en red a fin de mejorar la implementación de una política que tome en cuenta la complejidad de la variabilidad natural de los flujos de agua y su impacto en los ecosistemas y los aspectos socioeconómicos.

Referencias

- Arthington, A. H. *et al.* (2018) 'The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows (2018)', *Frontiers in Environmental Science*, p. 45. Available at: <https://acortar.link/P2YOF0>.
- Barrios, E. *et al.* (2015) *Programa Nacional de Reservas de Agua en México. Experiencias de caudal ecológico y la asignación de agua al ambiente*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). División de Agua y Saneamiento.
- Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT) (2012) *Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012 Que establece el procedimiento para la determinación de caudal ecológico en cuencas hidrológicas*. México.
- Congreso de la Unión (2004) *Ley de Aguas Nacionales (LAN)*.
- Cotler Ávalos, H. *et al.* (2013) *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. 1a. CDMx: Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Red Mexicana de Cuencas.
- González Mora, I. *et al.* (2014) *Ríos libres y vivos. Introducción al caudal ecológico y reservas de agua*. 1a. Edited by S. de M. A. y R. N. (SEMARNAT), R. M. de C. (REMEXCU), and F. M. para la N. (WWF). CDMx: Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECA-DESU-SEMARNAT). Available at: <https://acortar.link/cAQxHb>.
- Grey, D. and Sadoff, C. W. (2007) 'Sink or Swim? Water security for growth and development', *Water Policy*. doi: 10.2166/wp.2007.021.
- Poff, N. L. *et al.* (1997) 'The Natural Flow Regime', *BioScience*. [American Institute of Biological Sciences, Oxford University Press], 47(11), pp. 769–784. doi: 10.2307/1313099.
- Poff, N. L. (2018) 'Beyond the natural flow regime? Broadening the hydro-ecological foundation to meet environmental flows challenges in a non-stationary world', *Freshwater Biology*. John Wiley & Sons, Ltd, 63(8), pp. 1011–1021. doi: 10.1111/fwb.13038.

- Ríos-Patrón, E. (2024) *Participación, coordinación y creencias. El papel de las redes de investigadores en la agenda del agua en México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Rodríguez, S. A. S. (2020) 'Asignación de agua al ambiente: importancia de las Reservas de Agua y compromisos de México para la conservación de los ecosistemas acuáticos'. Red Mexicana de Cuencas.
- Salinas-Rodríguez, S. A. *et al.* (2021) 'What Do Environmental Flows Mean for Long-term Freshwater Ecosystems' Protection? Assessment of the Mexican Water Reserves for the Environment Program', *Sustainability*. doi: 10.3390/su13031240.
- WHO, 2023. *Drinkin water*. Disponible en: <https://acortar.link/pBNbwi>. Consulta en 1 de marzo de 2024
- World Water Forum (2000) 'Ministerial declaration of the Hague on water security in the 21st century', *Second World Water Forum The Hague*. Available at: <https://acortar.link/bmfWxe>.

