



¿Cómo **reconciliar** la **planeación** de las **infraestructuras gris** y **verde** para asegurar la seguridad hídrica en México?

El agua viene de la naturaleza, misma que regula el ciclo hidrológico, captura, infiltra, almacena agua y ayuda a mantener su calidad. Los sistemas naturales y seminaturales ofrecen servicios insustituibles para resolver los desafíos de la seguridad hídrica.

Sin embargo, para contar con agua en cantidad y calidad suficientes, los gestores de la política se han enfocado en la construcción de la infraestructura gris, como presas, acueductos, diques, tuberías, desagües y complejos sistemas de tratamiento de agua, que ciertamente resuelven una parte de los problemas, y sin duda generan otros.

Los sistemas naturales, o “infraestructura verde” (ver recuadro), se degradan por el crecimiento urbano, industrial y agropecuario, por contaminación, y en general, por no tomar en cuenta en la planeación territorial y los esquemas de crecimiento y producción los servicios indispensables que la naturaleza brinda a las personas y las economías.

Los múltiples beneficios de la infraestructura verde no son tan ampliamente reconocidos, y la falta de datos de costo-beneficio aumenta la percepción de los riesgos asociados con este enfoque. Los cambios significativos en la producción agrícola, la necesidad crítica de asegurar el crecimiento económico, y la incertidumbre relacionada con el proceso de cambio climático, ofrecen una gran oportunidad para valorar los beneficios de la infraestructura verde en horizontes de tiempo mayores y para calcular los *trade offs* entre impactos ambientales y económicos¹.

La seguridad hídrica sólo puede lograrse de manera sostenible a través de la integración de la ingeniería tradicional con soluciones basadas en la naturaleza. Las estimaciones globales pronostican que, si el medio natural se sigue degradando y continúan las presiones sobre los recursos hídricos mundiales como hasta ahora, estará en riesgo: el 52% de la población mundial; el 45% del producto interno bruto y el 40% de la producción global de cereales para el año 2050. Las poblaciones pobres y marginadas se verán afectadas desproporcionadamente, agravando aún más las crecientes desigualdades, y afectando negativamente el desarrollo sostenible.²

La buena noticia es que existen caminos distintos para enfrentar los retos para satisfacer las necesidades hídricas de las personas y la naturaleza. Ello implica ampliar el modelo habitual de gestión de los recursos

Infraestructura verde

La infraestructura verde se refiere a los sistemas naturales y seminaturales que proveen servicios útiles para la gestión de los recursos hídricos, con beneficios similares o equivalentes a los que aporta la infraestructura gris, que es la convencional o construida.

Además de los servicios hidrológicos, la infraestructura verde aporta beneficios como captura de carbono, adaptación al cambio climático y regulación de eventos naturales extremos, conservación de la biodiversidad y los suelos, belleza paisajística y aire más limpio, entre otros.

PNUMA, DHI, UICN y TNC (2014). Green Infrastructure Guide for Water Management

¹ D. Russi et al., The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) for Water and Wetlands (Institute for European Environmental Policy, London and Brussels, 2013)

² Naciones Unidas. SDG 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation (http://www.unwater.org/app/uploads/2018/07/SDG6_SR2018_web_4.pdf)

hídricos para proteger y potenciar la infraestructura verde, lo cual reduce los impactos del cambio en las precipitaciones y otros peligros relacionados con la variabilidad climática, y brinda seguridad a las personas y a las actividades económicas. La conservación de las partes altas en las cuencas es particularmente importante para el 10-12% de la población mundial que depende de la pesca y la acuicultura para su sustento. Así mismo, 4 de cada 5 ciudades pueden reducir significativamente los costos de tratamiento de aguas residuales por erosión evitada a través de la protección forestal y mejores prácticas agrícolas en las partes altas de las cuencas (TNC, 2017³).

Nuevos modelos y paradigmas

Recientemente, la conservación de sistemas naturales y las mejoras en la eficiencia comienzan a tomarse en cuenta como alternativas más sostenibles y asequibles a los modelos tradicionales de gestión del agua, aunque todavía hace falta revalorar de manera integral el papel de la infraestructura verde en diferentes contextos⁴. Los costos y beneficios de la infraestructura verde y gris empiezan a ser comparados, y una nueva generación de modelos "socio-hidrológicos" está explorando la aceptabilidad social y los costos-beneficios biofísicos para diferentes configuraciones de infraestructura verde y gris.



Para expandir y escalar el uso de infraestructura verde y su combinación con infraestructura gris se requieren más pruebas y validaciones empíricas, utilizando estudios de caso y datos duros sobre impactos sociales y biofísicos⁵. Es necesario también rectificar la noción de eficiencia económica empleada para estimar la pertinencia de proyectos hidráulicos, que con frecuencia subestiman las externalidades socioambientales, así como los costos asociados con el mantenimiento de los mismos en largos horizontes de tiempo⁶.

Por ejemplo, aunque las grandes presas pueden producir energía y proteger a la población cercana y campos agrícolas contra las inundaciones, se estima que 3 de cada 4 proyectos de presas tienen sobrecostos ocultos, en promedio 96% mayores que lo estimado⁷. Tal subestimación sistemática se agrava al omitir posibles costos de remediación, como la eliminación de sedimentos contaminados y otras externalidades socioambientales.

Por el contrario, debe reconocerse que la capacidad de operación de la infraestructura gris ya construida depende también de la conservación de la infraestructura verde. Por ejemplo, los procesos de erosión y sedimentación en las cuencas asociadas a las presas del sistema del Río Grijalva pueden causar pérdidas mayores a los 3 mil millones de pesos anualmente por azolvamiento y reducción de la capacidad de generación de electricidad. Los servicios ambientales relacionados con la retención de sedimentos, fertilidad del suelo y regulación hídrica en estas cuencas, se calculan en más de 7 mil millones de pesos al año⁸.

La valoración de los servicios ambientales y de las externalidades de proyectos hidráulicos para resolver problemas de agua puede ir más allá de ejercicios académicos, e incorporarse formalmente en leyes, políticas y programas públicos, como sucede en otros ámbitos. Por ejemplo, para evaluar proyectos energéticos, al momento de estimar costos de energías limpias y compararlas con energías generadas a partir de fuentes

³ TNC (2017). Beyond the Source: The Environmental, Economic and Community Benefits of Source Water Protection. The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.

⁴ B. Koch, C. M. Febria, M. Gevrey, L. A. Wainger, M. A. Palmer, J. American Water Resources Assoc. 50, 1594 (2014).

⁵ T. J. Troy, M. Pavao-Zuckerman, T. P. Evans, Water Resour. Res. 51, 4806 (2015).

⁶ Stakhiv, Eugene Z., 2011. Pragmatic Approaches for Water Management Under Climate Change Uncertainty. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 47(6):1183–1196.

⁷ A. Ansar, B. Flyvbjerg, A. Budzier, D. Lunn (2014). Stormwater management network effectiveness and implications for urban watershed function: A critical review. Hydrological Processes. 2017;1-25.

⁸ TNC-UICN-UKAID (2015). "Cuantificación del valor económico de los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación hidrológica y la retención de sedimentos en cuencas del centro y sur de Chiapas".

fósiles, pudiera ser un modelo interesante para el agua; la Ley de Transición Energética prevé la definición de externalidades, la elaboración de una metodología de evaluación, y la incorporación de dichas externalidades en la evaluación de costos de operación y expansión de los proyectos⁹.

Los nuevos modelos implican cambiar los horizontes de planeación. Cuando éstos son de corto plazo, la infraestructura gris podría lucir como el enfoque más eficaz para satisfacer las necesidades de agua. Pero las obras grises suelen ocasionar daños sustanciales a los ecosistemas y a los medios de subsistencia, por lo que la infraestructura verde es una vía más segura y complementaria.

Un ejemplo prometedor es la valoración del papel de las Áreas Naturales Protegidas en México, como espacios de conservación y uso sostenible que resguardan los servicios ambientales que usan todos los sectores. Por citar un ejemplo, la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, además de proteger el hábitat de esta especie, es una región vital para la provisión de agua a la Ciudad de México (para más casos de valoración ver [EcoValor Mx](#)).

A continuación, se presentan dos casos urbanos que ejemplifican la necesidad de combinar soluciones de infraestructura verde y gris.

El caso de la Ciudad de México

Desde su fundación, la CDMX ha enfrentado enormes retos tanto para el abastecimiento de agua como para el control de inundaciones. Desde la época prehispánica, las soluciones han sido exclusivamente de infraestructura gris, y lo cierto es que los problemas no se han resuelto; por el contrario, parecen haberse agravado. Este modelo sumamente costoso ha contribuido a

severos problemas colaterales como la sobreexplotación de los acuíferos—en tanto descuida la conservación de zonas de recarga—el hundimiento de extensas zonas de la Ciudad, contaminación en la cuenca de desagüe de aguas residuales, así como conflictos y disparidad social en las zonas desde donde se importa el agua.



Las grandes obras de infraestructura hidráulica han incluido la construcción de diques para evitar inundaciones así como la mezcla de agua dulce y salobre de los lagos en la Gran Tenochtitlán; la apertura artificial de la cuenca naturalmente cerrada, con la construcción del Tajo de Nochistongo en la época virreinal; la construcción del Gran Canal de Desagüe durante el Porfiriato (el cual drenó el Lago de Texcoco hasta desecarlo por completo, para luego ser rescatado en la década de los setentas);

el Sistema de Drenaje Profundo para el desalojo de grandes volúmenes de agua pluvial; la perforación de cientos de pozos para la extracción de agua subterránea; la construcción de complejos sistemas de trasvase como el Lerma y Cutzamala, y la construcción de una gigantesca planta de tratamiento de aguas residuales fuera de la ciudad.

En todos estos proyectos, las comunidades locales que habitan los terrenos donde se lleva a cabo la recarga de agua que se consume en la Ciudad no han sido retribuidas por los servicios hidrológicos de sus tierras. Por otra parte, la inversión en infraestructura verde ha sido marginal y frecuentemente efímera. El esfuerzo más emblemático de este tipo ha sido sin duda el Proyecto Lago de Texcoco¹⁰. Otros proyectos incluyen el pago de servicios ambientales en pequeñas partes de las zonas de recarga de los acuíferos del Valle de México y en las zonas de recarga de presas del sistema Cutzamala. Agua Capital, plataforma innovadora de acción colectiva,

⁹ Fracción III del artículo 2, fracción XIX del artículo 3 y fracción XIII de artículo 14 de la Ley de Transición Energética.

¹⁰ http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/cien_casos/pdf/cap63.pdf

con la Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX, está realizando acciones prometedoras de conservación y restauración natural en una zona de recarga en la comunidad de San Miguel Topilejo.

Las áreas de oportunidad para la CDMX para evitar escenarios catastróficos sobre su posible futura falta de disponibilidad de agua incluyen invertir en la conservación adaptativa de los ecosistemas que regulan caudales e inundaciones y tratan naturalmente el agua, retribuir a las comunidades por los servicios ambientales que sus tierras generan, implementar acciones de infraestructura verde dentro de la ciudad, regular la demanda e incrementar la eficiencia en el uso del agua, generar y aplicar una visión multisectorial de planeación urbana que tome en cuenta la disponibilidad del agua, así como incluir el enfoque de seguridad hídrica en la planeación territorial y construir un diseño urbano sensible al agua.

El caso de Nueva York

La Ciudad de Nueva York (NYC) tiene el suministro del agua superficial sin filtrar más grande del mundo, con tres áreas principales de captación, conocidas como los sistemas Croton, Catskills y Delaware. Se han construido 19 presas y embalses dentro de estas tres cuencas hidrográficas, con una superficie de 5,100 km². Este sistema complejo de cuencas combinado con una elaborada serie de túneles y acueductos permitió que el agua de buena calidad fluyera por gravedad a la ciudad desde una región que se encuentra a más de 200 kilómetros de distancia, para abastecer a 8 millones de residentes de Nueva York y un millón de personas en el norte del estado, que consumen más de 5 millones de metros cúbicos por día.

Debido al creciente desarrollo en la cuenca Croton y a la necesidad de proteger la salud pública, era necesario tratar el agua. Al evaluar las opciones se encontró que una planta tradicional de filtración tenía un costo de 6 mil millones de dólares, más 250 millones anuales de mantenimiento. En contraparte, un programa de conservación de cuencas, con control de erosión y contaminación del agua en fincas y bosques, tendría un costo de 1.5 mil millones de dólares en 20 años. Esta segunda opción fue la elegida por NYC. Para mantener los servicios de la infraestructura verde y evitar la construcción de la planta de filtración, se desplegó un importante programa de adquisición de tierras y protección de las cuencas con las fincas rurales, con lo que se han protegido más de 388 km² en el Sistema Catskill-Delaware. Prácticamente todos los agricultores se sumaron al programa, y reciben beneficios económicos por programas de servidumbre, además de otros esquemas de financiamiento para el buen uso de sus terrenos, con apalancamiento de recursos federales y del organismo operador, que incluye los costos de los programas en las tarifas de agua¹¹.



Preguntas facilitadoras de la discusión

1. *¿Cómo lograr que las inversiones en materia de agua reconozcan sistemáticamente los costos y beneficios de la infraestructura verde en complemento a la infraestructura gris?*
2. *¿Cómo asegurar que las soluciones hídricas tomen en consideración los efectos indirectos y de largo plazo, y no solamente los efectos directos y de corto plazo?*
3. *¿Qué casos de éxito o de fracaso pueden ser referentes útiles para esclarecer la complementariedad entre la infraestructura verde y gris?*

Solicitamos a los participantes dar respuesta a estas preguntas mediante la liga <https://es.research.net/r/BXLRLV> de forma previa a la realización del evento.

¹¹ Moss D. (2014). La cuenca de la ciudad de New York: Un ejemplo de la co-gestión urbana-rural para obtener el agua limpia y la sustentabilidad rural