

# Sustentabilidad urbana de la mano de la naturaleza

**Mariana Martínez-Castrejón\***

ORCID: 0000-0002-1224-7479

**Giovanni Hernández-Flores\*\***

ORCID: 0000-0001-8464-832X

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.131-1>

\* Tecnológico Nacional de México, Acapulco, México.

Contacto [mariana.mc@acapulco.tecnm.mx](mailto:mariana.mc@acapulco.tecnm.mx)

\*\*SECIHTI-Escuela Superior de Ciencias de la Tierra/Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, México.

Contacto: [gbernandez@secihti.mx](mailto:gbernandez@secihti.mx)

La sociedad contemporánea se enfrenta a un problema grave originado por el crecimiento demográfico. La expansión urbana como consecuencia de la movilización de personas o por el aumento acelerado de la población requiere del consumo significativo de recursos naturales para garantizar la satisfacción de las necesidades en las metrópolis (Aghamirloo *et al.*, 2015). Este fenómeno es responsable del deterioro de vastos espacios vírgenes que se convierten en superficies áridas e impermeables privando a la sociedad de los beneficios que nos da la naturaleza inalterada.

Solucionar los desafíos impuestos por la urbanización, sin alterar el equilibrio ecológico, es un verdadero dolor de cabeza para la sociedad actual. Las ciudades son especialmente susceptibles a fenómenos adversos relacionados directamente con el agua: precipitaciones extremadamente abundantes o las intensas sequías. Estos fenómenos se asocian de manera indirecta con el incremento de la temperatura, las olas de calor y las tormentas de polvo, resultado de una mala planeación por no considerar el factor –infiltración– cuando se presentan los cambios de uso de suelo en la planificación de las localidades. Todo esto afecta negativamente el bienestar de las personas provocando pérdidas materiales y humanas, evidenciando la vulnerabilidad de la sociedad más desprotegida (World Water Assessment Programme, 2018).



## SOLUCIONES NATURALES A LOS RETOS SOCIALES

Históricamente, los urbanistas y los tomadores de decisiones especializados en planificación y gestión de los recursos urbanos –entre ellos el agua– han echado mano de soluciones técnicas de ingeniería convencional, también llamada infraestructura gris, para hacer frente a estos desafíos. Sin embargo, ésta se muestra obsoleta, poco rentable e inadecuada; es decir, insustentable o insostenible –como se le quiera llamar–. A manera de alternativa, y con los objetivos de preservar la diversidad biológica y lograr resiliencia ante el cambio climático, el Banco Mundial y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza presentaron el concepto de *soluciones basadas en la naturaleza* (SbN) al inicio del siglo XXI (Banco Mundial, 2008; UICN, 2009). El concepto de SbN es el punto de partida ante la necesidad imperativa de preservar los recursos naturales que garanticen la existencia de la humanidad –especialmente la de salvaguardar la cantidad y calidad del agua–.

En el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2018) se planteó que las SbN son propuestas tecnocientíficas que retoman saberes ancestrales o que imitan o se benefician de los procesos naturales mejorando la gestión hídrica (WWAP, 2018). En el marco internacional se han ido posicionando en el interés de la sociedad con el fin de alcanzar los objetivos planteados en la Agenda 2030 y particularmente las metas del objetivo 6 para el desarrollo sostenible: “Agua limpia y saneamiento” (figura 1).

La principal característica que define a las SbN es que su implementación beneficia en simultáneo a la diversidad biológica y el bienestar humano. El concepto de SbN incluye en su perspectiva de conservación a los servicios ecosistémicos y la infraestructura ecológica para fortale-

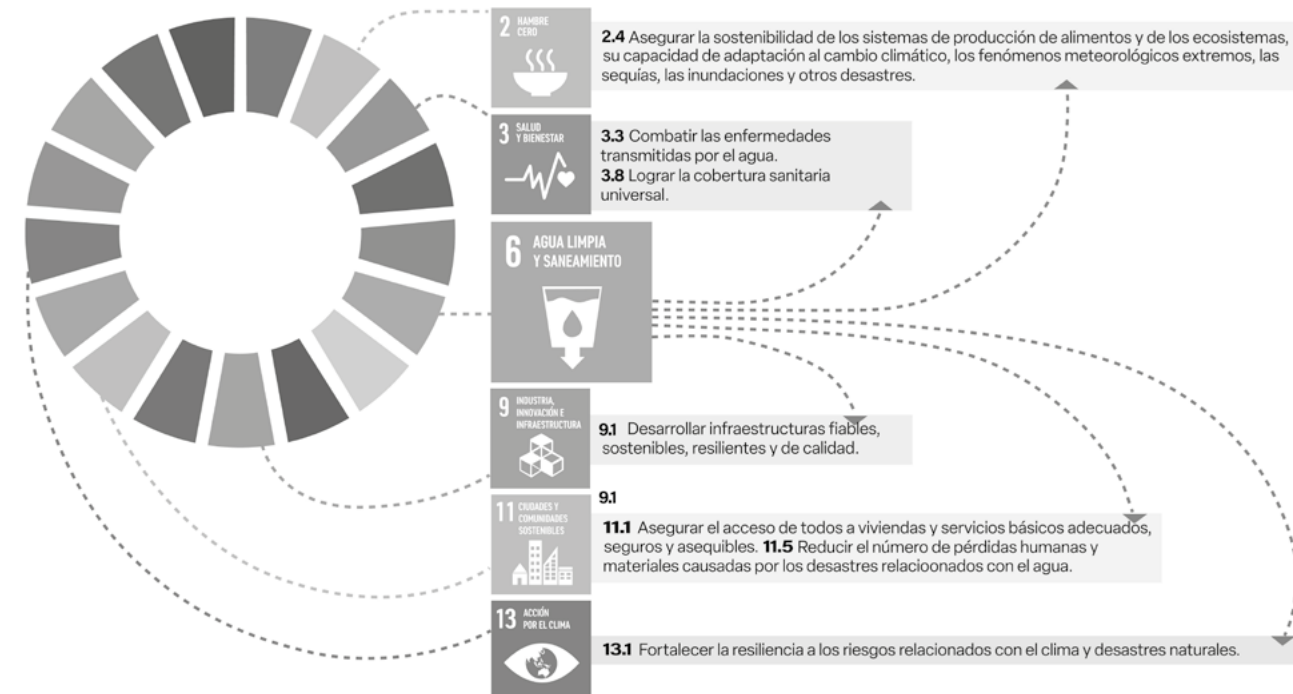


Figura 1. Relación directa del Objetivo para el Desarrollo Sostenible 6 con otros de la Agenda 2030.

Fuente: elaboración propia en concordancia con los lineamientos emitidos por el Departamento de Comunicación Global de la Organización de las Naciones Unidas, 2020.

cer la biodiversidad, el bienestar y la resiliencia desde enfoques trans e interdisciplinarios. Su implementación mejora el entorno urbano, crea áreas agradables a la vista e incrementa el bienestar de la población en los espacios públicos abiertos aprovechando el microclima y contrarrestando el fenómeno de isla de calor.

Las SbN se sustentan en el concepto de economía circular. Este modelo económico impulsa la reducción de los desechos y la gestión sustentable a través de su revalorización priorizando la reutilización de agua y nutrientes recuperados. En consecuencia, disminuye la contaminación y los costos en la gestión hídrica (Martínez-Castrejón *et al.*, 2022a).

Por otro lado, las principales estrategias del enfoque de preservación del ciclo hidrológico urbano de las SbN son la protección del terreno permeable y el fomento de zonas vegetadas intraurbanas. Algunos ejemplos de éstas son: implementación de humedales artificiales y restauración o conservación de los naturales, sistemas de captación de agua de lluvia, suelos y pavimentos permeables, techos y muros verdes y sombras vegetales.

Todas estas SbN traen una serie de ganancias colaterales para los seres humanos, además de las directamente relacionadas con la gestión hídrica. Entre éstas resaltan la dotación y regulación de la calidad del agua, favorecer el confort térmico, aprovechamiento de nutrientes, prevención de inundaciones o disminución de la escorrentía pluvial, evitar la dispersión de contaminación, la reducción del ruido, la purificación del aire, fijación del dióxido de carbono, escenarios estéticos y zonas de recreación urbana.

## LIMITACIONES PARA LA ADOPCIÓN DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

A pesar de los múltiples beneficios de las SbN, estas propuestas no han alcanzado una implementación significativa en el contexto urbano latinoamericano (Ozment *et al.*, 2021). La mayoría queda en nivel de promesa sin alcanzar la implementación debido a la insuficiencia de recursos. La carencia económica de los gobiernos municipales, de los proveedores de servicios de infraestructura y los responsables de la gestión de los recursos urbanos es un escenario común en países en vías de desarrollo. En Latinoamérica no existe un marco de política pública que incentive la aplicación de las SbN y las guías de gestión actuales no las incluyen (Ilieva *et al.*, 2018).

Otra limitante es que los proyectos propuestos son iniciativas a microescala dirigidas a la comunidad local que no cuenta con capital o con capacidad crediticia que les permita afrontar la inversión que requiere su implementación. Además de las económicas, se presentan limitaciones de índole sociocultural como la falta de confianza en la eficiencia, en la calidad de los efluentes recuperados y los subproductos, y en su capacidad para satisfacer las necesidades reales de la sociedad. Asimismo, la falta de preparación técnica y el desconocimiento generalizado sobre su aplicación en escenarios reales. La desinformación restringe la participación ciudadana y su involucramiento en la demanda y gestión de las SbN ante los organismos gubernamentales gestores del agua y del espacio urbano.

En suma, la concientización de la sociedad sobre las ventajas de las SbN es prioritaria, sin esta acción jamás habrá un avance significativo en su implementación. La concientización en los tomadores de decisiones es esencial; sobre ellos recae la responsabilidad de la gestión sustentable del agua en las urbes y la educación ambiental de los beneficiarios finales de estas soluciones técnicas.

## EJEMPLOS DE INSPIRACIÓN

Entre los esfuerzos latinoamericanos hacia la adopción de SbN, México y Colombia encabezan la lista con mayor cantidad de experiencias de aplicación. Sin embargo, se enfocan en zonas rurales y no urbanas donde los efectos de escasez hídrica y el cambio climático no se resienten por una mayor cantidad de población (Ozment *et al.*, 2021). La comunidad científica se ha esforzado por destacar la utilidad de su implementación en las metrópolis. Tellman *et al.* (2018) estimaron los beneficios directos en la gestión

hídrica en 70 ciudades de Latinoamérica y el Caribe. Los autores reportan que la mejora en la calidad del agua y la mitigación de los efectos adversos por inundaciones en temporada pluvial son los dos principales problemas que se pueden mitigar.

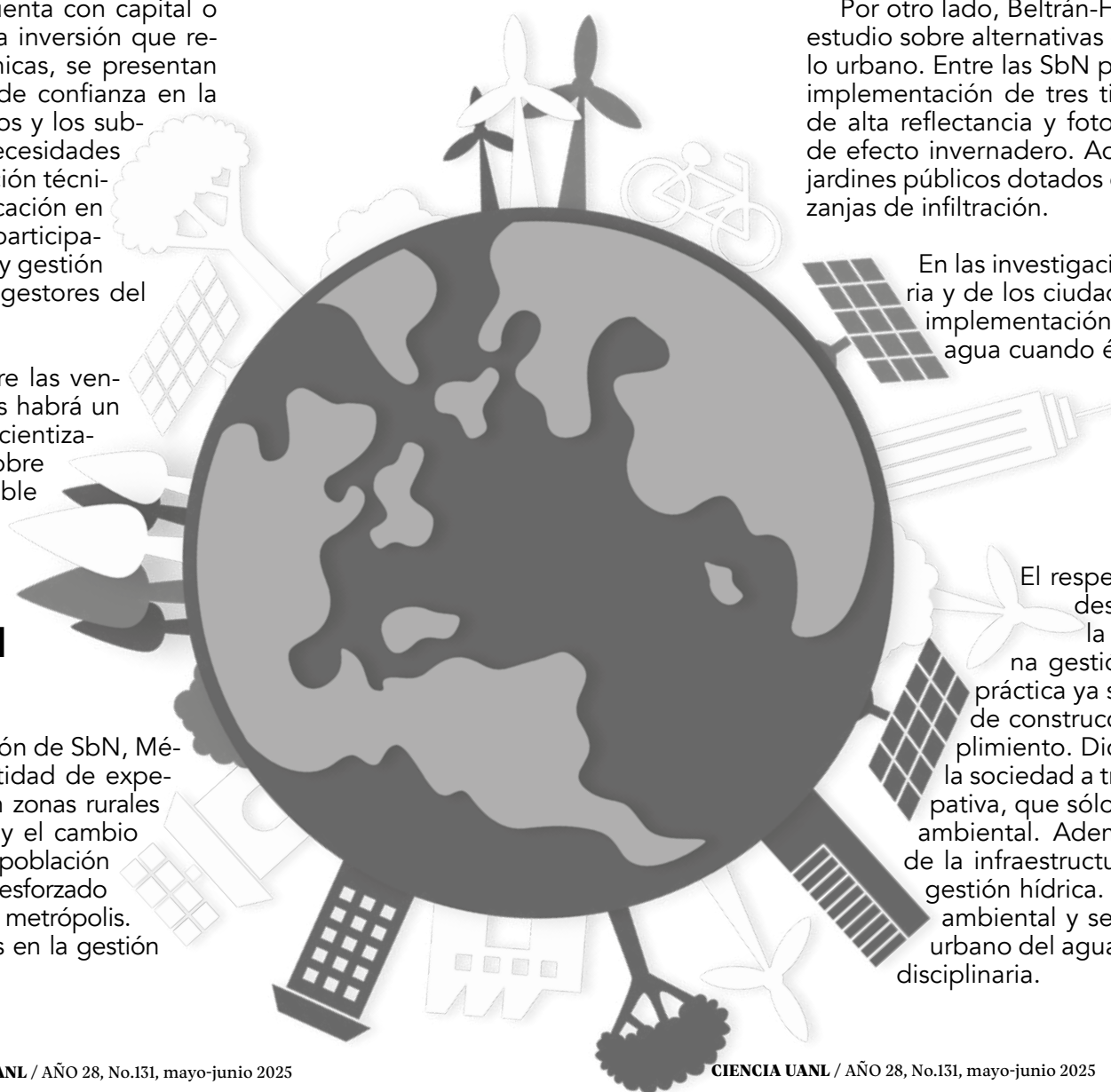
Una estrategia diseñada para atenuar la escorrentía pluvial es el caso de Silva (2016), quien logró la reconversión del techo de una vivienda ubicada en una zona marginal, en un tejado verde en Río de Janeiro, Brasil (<https://oppla.eu/>). La temperatura interior de la vivienda descendió significativamente en relación con el exterior durante las horas de calor. Otra experiencia de reconversión es la reportada por Martínez-Castrejón *et al.* (2022b). Un caso de estudio en la ciudad de Acapulco, Guerrero, en el que la captación pluvial a partir de una losa de una vivienda unifamiliar logra satisfacer la demanda hídrica destinada a usos secundarios de una familia promedio por tres meses y contribuye con la disminución de la escorrentía pluvial.

Por otro lado, Beltrán-Hernández *et al.* (2020) proponen un riguroso estudio sobre alternativas que mitiguen los efectos del sellado del suelo urbano. Entre las SbN propuestas por los investigadores destacan la implementación de tres tipos de pavimento sustentable: permeable, de alta reflectancia y fotocatalítico para la descomposición de gases de efecto invernadero. Además, se proponen los corredores verdes y jardines públicos dotados de oasis de lluvia, los pozos de absorción y las zanjas de infiltración.

En las investigaciones citadas, la participación multidisciplinaria y de los ciudadanos es de suma relevancia, quienes con la implementación de las SbN se convierten en cogestores del agua cuando éstas se aplican en el entorno doméstico.

## CONSIDERACIONES FINALES

El respeto por la superficie permeable en las ciudades es un factor decisivo para la preservación de la biodiversidad, recarga de acuíferos y la buena gestión del recurso hídrico. A pesar de que esta práctica ya se encuentra respaldada por los reglamentos de construcción locales, es necesario supervisar su cumplimiento. Dicha vigilancia requiere de la colaboración de la sociedad a través del ejercicio de una gobernanza participativa, que sólo puede lograrse de la mano de la educación ambiental. Además, las SbN propician la descentralización de la infraestructura fortaleciendo en los ciudadanos la autogestión hídrica. Sus beneficios se sostienen en la conciencia ambiental y se enfocan en la gestión sustentable del ciclo urbano del agua y su revaloración desde la perspectiva interdisciplinaria.



Las limitaciones económicas pueden ser resueltas con la creación de asociaciones entre proveedores de infraestructura y tecnología, los gobiernos y las comunidades. Estas pueden llevar a la propuesta de privilegios fiscales para quienes integren SbN a los proyectos de vivienda nueva y reconversión de la existente.

Las SbN son aplicaciones que se sujetan a las condiciones particulares naturales, económicas y sociales de cada contexto. Por esta razón, es necesario desarrollar más investigaciones aplicando SbN y dar a conocer los beneficios para apoyar a los tomadores de decisiones, a los gestores municipales, privados y a la sociedad en general.

## REFERENCIAS

Aghamirloo, Mohammadreza R., Nakhaei, Mahdeyh, Beigbabaei, Bashir, *et al.* (2015). The role of green space in improving the environmental quality and an introduction to the sustainable development of cities, *Fen Bilimleri Dergisi (CFD)*, 36(6).

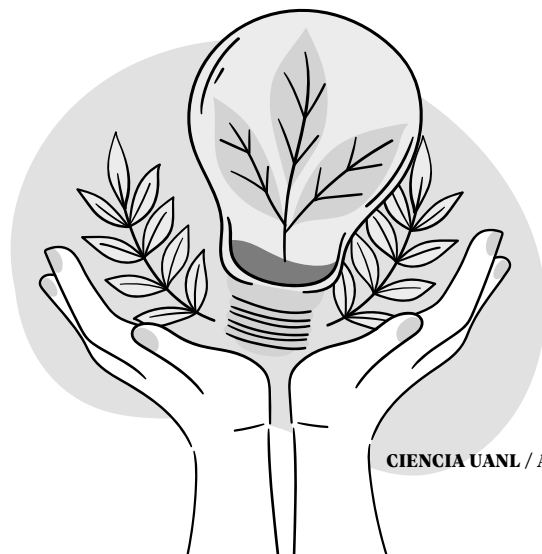
Banco Mundial. (2008). *Biodiversity, Climate Change, and Adaptation: Nature-based Solutions from the World Bank Portfolio*, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6216>

Beltrán-Hernández, Rosa I., Lucho-Constantino, Carlos A., Lizárraga-Mendiola, Liliana G., *et al.* (2020). Alternativas para contrarrestar los efectos del sellado antropogénico del suelo, *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 8(15), 56-62, <https://doi.org/10.29057/icbi.v8i15.5241>

Ilieva, L., McQuistan, C., van Breda, A., *et al.* (2018). *Adopting nature-based solutions for flood risk reduction in Latin America. Practical Action/WWF/IUCN CEM*, [https://www.unisdr.org/preventionweb/files/62869\\_22311672018111511122.pdf](https://www.unisdr.org/preventionweb/files/62869_22311672018111511122.pdf)

Martínez-Castrejón, Mariana, López-Díaz, Jazmín A., Solorza-Feria, Omar, *et al.* (2022a). Environmental, Economic, and Social Aspects of Human Urine Valorization through Microbial Fuel Cells from the Circular Economy Perspective, *Micromachines*, 13(12), 2239, <https://doi.org/10.3390/mi13122239>

Martínez-Castrejón, Mariana, Flores-Munguía, Enrique J., Talavera-Mendoza, Óscar, *et al.* (2022b). Water Efficiency Households Retrofit Proposal



Based on Rainwater Quality in Acapulco, Mexico, *Water*, 14(18), 2927, <https://doi.org/10.3390/w14182927>

Oppla.eu. (2020). *Nature-based solutions in Brazil*, <https://oppla.eu/nbs/brazil>

Ozment, Suzanne, González, Maggie, Schumacher, Anelise, *et al.* (2021). *Soluciones basadas en la naturaleza en América Latina y el Caribe: situación regional y prioridades para el crecimiento*,. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo e Instituto de Recursos Mundiales, <http://dx.doi.org/10.18235/0003687>

Silva, Bruno R. (2016). *Telhados Verdes em clima tropical: uma nova técnica e seu potencial de atenuação térmica*, Tesis de Doctorado en Ingeniería Civil- Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Tellman, Beth, McDonald, Robert I., Goldstein, Joshua H., *et al.* (2018). Opportunities for natural infrastructure to improve urban water security in Latin America, *PLOS ONE*, 13(12), e0209470, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209470>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2009). *No time to lose-make full use of nature-based solutions in the post-2012 climate change regime*, Decimoquinta sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP15), Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Copenhague (Dinamarca), del 7 al 18 de diciembre.

Departamento de Comunicación Global de la Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Sustainable Development Goals Guidelines For the Use of The SDG Logo Including the Colour Wheel, and 17 Icons*, United Nations, Department of Global Communication, New York, <https://unsdg.un.org/es/resources/directrices-para-el-uso-del-logotipo-de-los-ods-incluida-la-rueda-de-colores-y-los-17>

World Water Assessment Programme. (2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*, Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos, UNESCO/ONU-Agua, París.

Recibido: 27/11/2023  
Aceptado: 22/03/2024

Descarga aquí nuestra versión digital.

