

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA MITIGACIÓN Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CIUDADES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Documentos transversales resultado de los proyectos desarrollados en el marco de la Iniciativa LAIF sobre Ciudades y Cambio climático

CRÉDITOS

Título:

Soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y la adaptación al cambio climático en ciudades de América Latina

Depósito Legal: DC2023000714

ISBN: 978-980-422-305-1

Esta publicación es resultado de los estudios realizados en el marco de la Iniciativa UE LAIF CAF – AFD sobre ciudades y cambio climático

Autor:

Adriana María Vega Sánchez

Directora de Desarrollo Urbano y Regional Sostenible

Lina María Mejía

Soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y la adaptación al cambio climático en ciudades de América Latina

Revisión equipo CAF:

Martha Castillo

Ejecutiva Principal, Dirección de Acción Climática y Ambiente de CAF

Juan Felipe Caicedo

Consultor Urbano para la Iniciativa LAIF sobre Ciudades y Cambio Climático

Diseño gráfico: ATREVIA, Ingrid Rojas

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF. Este documento se encuentra en: scioteca.caf.com.
Todos los derechos reservados.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| Los impactos ambientales causados por las actividades humanas hacen necesario re-considerar la relación de las ciudades con la naturaleza | 9 |
| SbN para la adaptación al cambio climático de las ciudades: gestión de riesgos | 12 |
| La infraestructura verde y azul como soluciones eficientes para el manejo y mejoramiento de espacios | 15 |
| SbN como estrategias complementarias a la infraestructura convencional | 16 |
| Inclusión de soluciones basadas en la naturaleza en proyectos de la iniciativa LAIF sobre ciudades y cambio climático | 19 |
| La integración de SbN como estrategia para conservar ecosistemas, reducir emisiones de carbono y restaurar el paisaje | 22 |
| Características generales de los casos de estudio | 22 |
| La restauración ecológica y la integración de Infraestructura Verde como principales SbN implementadas | 27 |
| Lecciones aprendidas y recomendaciones | 29 |
| Principales hallazgos de los casos de estudio | 30 |
| Las claves para la implementación y las sostenibilidad de proyectos con SbN | 30 |
| Los beneficios urbanos, ambientales y climáticos de los proyectos con SbN | 31 |
| Glosario | 33 |
| Referencias | 36 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| Figura 1. | Las SbN reducen el impacto de las actividades humanas en las especies y ecosistemas | 10 |
| Figura 2. | Alineación de los esfuerzos de evaluación del cambio climático en América Latina y el Caribe con los ODS | 11 |
| Figura 3. | Potencial de mitigación de SbN en diversos ecosistemas | 12 |
| Figura 4. | Camioneta arrastrada por arroyos creados por excesos de lluvia en Montería, Colombia | 13 |
| Figura 5. | Soluciones basadas en la Naturaleza con enfoque urbano para la adaptación al cambio climático y la reducción de riesgo de desastres | 14 |
| Figura 6. | Ejemplos de infraestructuras verdes aplicadas a ciudades de América Latina | 17 |
| Figura 7. | Ejemplos de SbN para el control de infiltración y escorrentía de agua en las ciudades | 18 |
| Figura 8. | Ciudades estudiadas | 20 |
| Figura 9. | Arbolado en las calles de la ciudad de Guayaquil | 23 |
| Figura 10. | Fotografías del estado del humedal en el corregimiento La Playa e invasión y basuras en el borde del barrio Las Flores | 23 |
| Figura 11. | Lagunas de oxidación nororientales de la ciudad de Montería | 24 |
| Figura 12. | Propuesta de malla verde en Guayaquil | |
| Figura 13. | Propuesta de plan de arborización en Guayaquil | 25 |
| Figura 14. | Ejemplos de contenido de la Guía de diseño topológico para el proyecto | |
| Figura 15. | Visión para el parque de las lagunas | 26 |

LISTA DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| Tabla 1. | Descripción básica de cada propuesta de proyecto | 19 |
| Tabla 2. | Identificación de problemáticas que cada proyecto busca atender | 22 |
| Tabla 3. | Ecosistemas identificados en las ciudades para la implementación de diversos tipos SbN | 28 |

SIGLAS Y ABREVIATURAS

| | |
|-----------------------|--|
| AbE | Adaptación basada en Ecosistemas |
| ASI | Agencia Francesa de Desarrollo |
| ALC | América Latina y el Caribe |
| CAF | Banco de desarrollo de América Latina |
| CEPAL | Comisión Económica para América Latina y el Caribe |
| CO₂ | Dióxido de carbono |
| DANE | Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia |
| GEI | Gases de Efecto Invernadero |
| IPCC | <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> Panel Intergubernamental de Cambio Climático |
| LAIF | Facilidad de Inversión de América Latina |
| MAPPA | Medio Ambiente Planeación Patrimonio Arquitectura |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| ONU | Organización de Naciones Unidas |
| PTAR | Planta de tratamiento de Aguas residuales |
| RECC | Red Española de Ciudades por el Clima |
| RECC | Soluciones basadas en la Naturaleza |
| UICN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza |
| UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |
| WWF | <i>World Wildlife Fund</i> |

INTRODUCCIÓN

Este documento sobre **soluciones basadas en la naturaleza - SbN para la mitigación y la adaptación al cambio climático en ciudades de América Latina** hace parte de la serie de documentos transversales resultado de los proyectos desarrollados en el marco de la **Iniciativa LAIF sobre Ciudades y Cambio Climático**, financiada por la Unión Europea e implementada por CAF - Banco de Desarrollo de América Latina y la Agencia Francesa de Desarrollo - AFD.

Esta iniciativa, tiene como objetivo estratégico **apoyar las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático y el fomento de la protección del medio ambiente en ciudades de América Latina**, centrándose en la promoción de un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático a través de:

- Fortalecimiento de las herramientas climáticas de CAF, para que los aspectos climáticos sean integrados en el proceso de financiación de proyectos.
- Sensibilización de los gobiernos locales de América Latina sobre el cambio climático y el fortalecimiento de sus capacidades en la definición e implementación de planes de desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático.
- Identificación y financiación de proyectos urbanos con co-beneficios climáticos en países de la región.

El primer capítulo del presente documento plantea que las SbN juegan un papel importante en la mitigación del cambio climático y la adaptación a riesgos relacionados con el cambio climático en las ciudades. El segundo capítulo presenta los proyectos desarrollados bajo la Iniciativa LAIF sobre Ciudades y Cambio Climático, implementados por CAF y AFD. Y el tercer capítulo presenta las principales lecciones aprendidas y las recomendaciones para avanzar en la implementación de SbN para hacer frente a los efectos del cambio climático en las ciudades de América Latina y el Caribe.

El presente documento es el tercero de la serie de **documentos transversales** que sintetizan y analizan los **resultados de los estudios de diagnóstico y pre-inversión** financiados en el marco de la **Iniciativa UE LAIF CAF- AFD sobre ciudades y cambio climático** en América Latina. Estos documentos abordan los siguientes temas:

- Vulnerabilidad y riesgo al cambio climático en ciudades de América Latina y el Caribe
- Movilidad urbana y el cambio climático en América Latina y el Caribe.
- Soluciones basadas en la naturaleza y el cambio climático en ciudades de América Latina y el Caribe.



¿Qué es LAIF?

La iniciativa Facilidad de Inversión para América Latina (LAIF: Latin America Investment Facility por sus siglas en inglés) es un mecanismo financiero que combina contribuciones financieras no reembolsables de la Unión Europea con préstamos de instituciones de desarrollo (multilaterales o bilaterales) y bancos de fomento latinoamericanos. Su propósito es promover inversiones en infraestructura para sectores clave como transporte, energía, ambiente, mitigación y adaptación al cambio climático, y el desarrollo del sector social y privado de América Latina.

¿Qué es CAF?

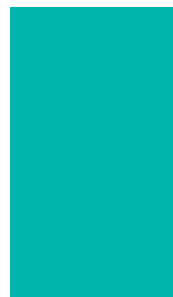
CAF es una institución financiera multilateral que apoya el desarrollo sostenible de sus países accionistas y la integración regional. Atiende a los sectores público y privado, suministrando productos y servicios financieros múltiples a una amplia cartera de clientes, constituida por los gobiernos de los Estados accionistas, instituciones financieras y empresas públicas y privadas. En sus políticas de gestión integra las variables sociales y ambientales e incluye en sus operaciones criterios de ecoeficiencia y sostenibilidad.

¿Qué es AFD?

La Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) es una institución financiera francesa pública de desarrollo y se constituye en el principal organismo de ejecución de la cooperación al desarrollo de Francia. La AFD está presente en 90 países y territorios franceses de ultramar en cuatro continentes. Financia y acompaña proyectos de infraestructura o de investigación cuyos objetivos son: contribuir a una mayor sostenibilidad y un crecimiento económico compartido, mejorar las condiciones de vida en las regiones y los países más pobres, aportar a la conservación del planeta, y ayudar a estabilizar los países frágiles o que se hallen en una etapa post-conflicto.



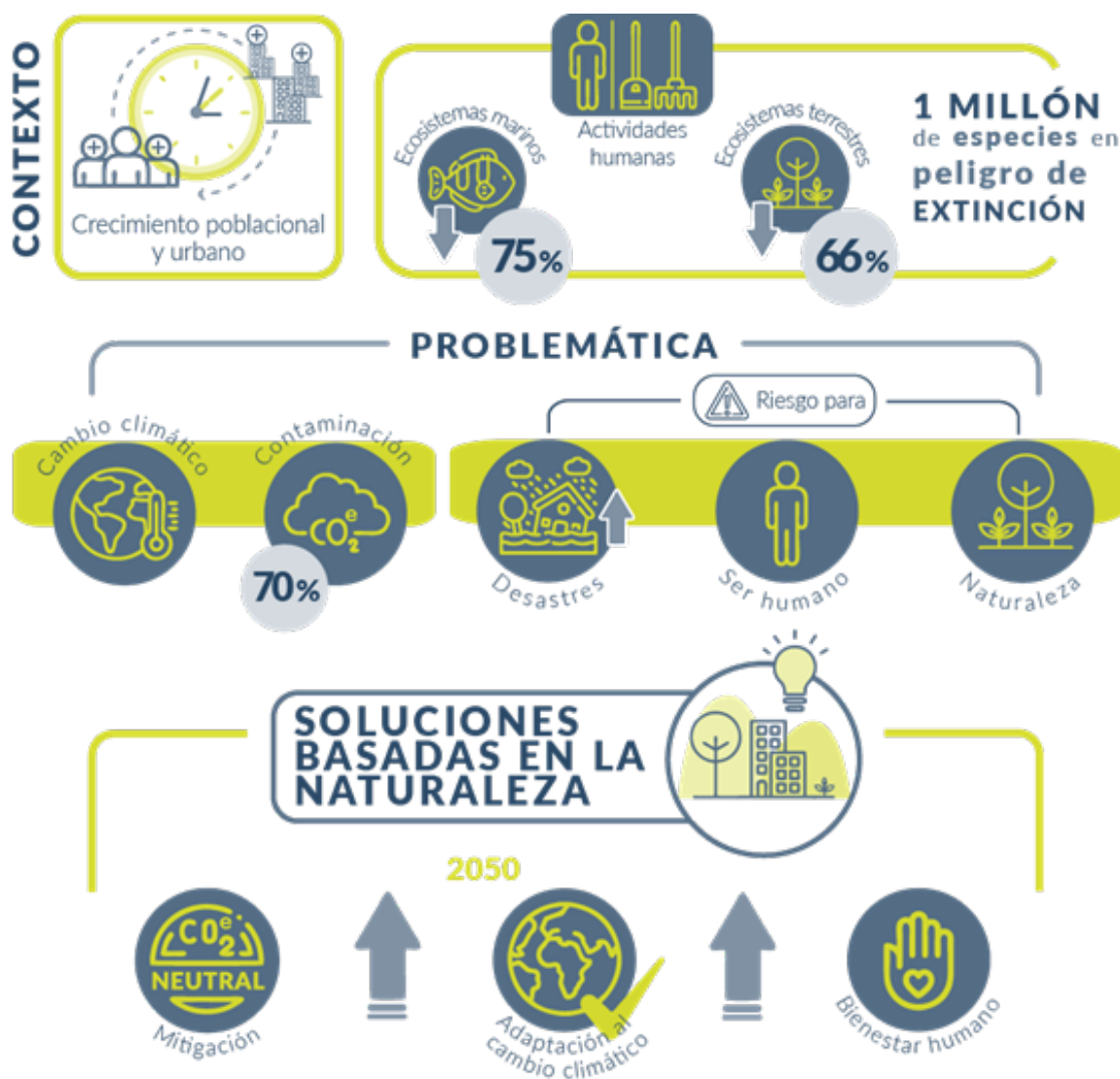
1



**LOS IMPACTOS AMBIENTALES
CAUSADOS POR LAS
ACTIVIDADES HUMANAS HACEN
NECESARIO RE-CONSIDERAR
LA RELACIÓN DE LAS CIUDADES
CON LA NATURALEZA**

La expansión urbana, el crecimiento demográfico y el actual modelo de producción y consumo, han generado numerosos impactos a nivel global. En América Latina, y en otras regiones del mundo, el impacto sobre los sistemas naturales ha implicado la reducción del territorio destinado a ecosistemas terrestres y marinos, su biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Adicionalmente, el manejo, a veces incompleto e inadecuado, de las aguas residuales y residuos sólidos, y las fuentes de emisiones atmosféricas han implicado la contaminación del aire, el agua y el suelo. (Figura 1, Figueroa-Arango, 2020).

Figura 1. Las SbN reducen el impacto de las actividades humanas en las especies y ecosistemas.



Fuente: Elaboración propia a partir la Red Española de Ciudades por el Clima (2021). MAPPA, 2022

El deterioro de los ecosistemas agrava las condiciones de riesgo, reduce el acceso a servicios ecosistémicos clave como el agua potable, el aire limpio y los suelos fértiles, afectando negativamente la salud humana y de otras especies. Este deterioro reduce igualmente la capacidad de captura de carbono, limitando las oportunidades para la mitigación del cambio climático, así como la capacidad de regulación del ciclo del agua, del aire, de los suelos, y de la temperatura, entre otros, y, por tanto, disminuye las oportunidades para la adaptación al cambio climático.

Ante los impactos ambientales causados por la intensificación y extensión de las actividades humanas en los territorios, incluida la urbanización, sumados a la premura de enfrentar el cambio climático, se hace fundamental considerar las soluciones basadas en la naturaleza – SbN como una alternativa para mejorar la relación de las ciudades y los territorios con la naturaleza.

En este contexto, la Unión Europea define las SbN como soluciones inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que proporcionan beneficios ambientales, sociales y económicos, (UE, 2000). Las SbN se centran en el manejo y la gestión de ecosistemas estratégicos y corredores de conectividad, maximizando características y procesos naturales, con el fin de aportar a la diversidad en los paisajes terrestres y marinos, a la regulación de los ciclos del agua, el aire y el suelo y fortaleciendo la resiliencia de los territorios y las ciudades.

Además de la Unión Europea, las agendas globales promueven el desarrollo sostenible, y la implementación de SbN. Por ejemplo, la Nueva Agenda Urbana de Naciones Unidas (2017) incluye las soluciones basadas en ecosistemas para garantizar la producción y consumo sostenibles, y las SbN como medidas de reducción de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático¹. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el Convenio de Diversidad Biológica, el Marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, la OCDE, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, entre otros instrumentos de política global, promueven acciones y la alineación de los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático, con la protección de los ecosistemas y la biodiversidad.

En particular, los ODS, buscan adoptar medidas de conservación de la naturaleza (Objetivos 14 y 15), afrontar el cambio climático y sus efectos (Objetivo 13), y lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles (Objetivo 11). Es importante resaltar que las SbN tienen el potencial de contribuir con estos y otros ODS, e integrar acciones que generen impactos positivos y avances en los objetivos, con las mismas intervenciones, o intervenciones coordinadas que además podrían ser más costo efectivas e incorporar otros co-beneficios asociados con el bienestar humano, la conectividad ecológica e hídrica y la regulación del agua, el aire y el suelo (Figura 2).

Figura 2. Alineación de los esfuerzos de evaluación del cambio climático en América Latina y el Caribe con los ODS



Fuente: Elaboración propia a partir de ONU (2015), Agenda 2030. MAPPA, 2022

¹ NAU numerales 69 y 101.

SbN como estrategia para la mitigación al cambio climático de las ciudades

Se estima que las ciudades emiten el 70% del total global de gases de efecto invernadero, principal causa del cambio climático (Bazaz 2018). En contraste, se estima que las SbN, junto con un adecuado manejo de tierras y uso del suelo¹, podrían contribuir hasta con un 30% de la mitigación climática necesaria para el año 2050 (WWF, 2019).

En otras palabras, la planificación de las nuevas áreas urbanas, y la incorporación de medidas de mitigación del cambio climático en áreas urbanas existentes, deben abordar el doble reto de minimizar las emisiones de GEI², mientras se maximiza la captura del carbono ya liberado a la atmósfera.

Figura 3. Potencial de mitigación de SbN en diversos ecosistemas



Fuente: Elaboración propia a partir de Vilariño (2021). MAPPA, 2022

El potencial de mitigación evalúa las reducciones de GEI que podrían conseguirse en un determinado ecosistema, con respecto a los niveles de referencia de emisión. Los bosques tienen un 68% de potencial de mitigación, mientras que los océanos pueden llegar a capturar el 23% (Gruber et al., 2019), el manejo adecuado y la gestión del suelo agrícola³ puede reducir en un 20%, y los humedales un 12% (Figura 3). Es importante mencionar que ecosistemas como los manglares secuestran y almacenan más carbono por unidad de superficie que los bosques (Banco Mundial, 2022).

Las SbN aplicadas en las ciudades, a través de procesos de planificación de nuevas áreas urbanas y procesos de intervención en las áreas existentes de las ciudades, pueden aportar significativamente a maximizar las oportunidades de captura de carbono. En este sentido es clave que las ciudades maximicen la capacidad de los sumideros de carbono asociados a los ecosistemas que se encuentren en la ciudad o en el territorio circundante: humedales, lagunas costeras y bosques riparios en los frentes de agua fluviales y costeros, bosques, sabanas, cerros y colinas, entre otros.

¹ En particular, se reconoce que el sector AFOLU - agricultura, actividades forestales y uso del suelo, por sus siglas en inglés, tiene un rol fundamental tanto en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, como en la captura de emisiones en el suelo, y en ciertas coberturas vegetales de acuerdo con su capacidad.

² Para minimizar las emisiones de GEI, se hace necesario implementar medidas en todos los procesos del ciclo de vida de los procesos de urbanización y construcción. Estas medidas no tienen una aplicación significativa de SbN, por lo que no se tratarán en este documento.

³ Pueden aumentar la capacidad de captura de carbono del suelo y reducir el uso de fertilizantes. Es importante mencionar, que los suelos para producción agrícola y ganadera producen emisiones de GEI al mismo tiempo que las plantas cultivadas y los pastos tienen potencial de captura de GEI.

Los procesos de planificación territorial y de desarrollo urbano deben promover la conservación de ecosistemas existentes para que mantengan sus interacciones ecológicas y presten servicios ecosistémicos estratégicos, y restaurar ecosistemas deteriorados. Además, deben aumentar la cobertura vegetal multietrato y multiespecie⁴ en los sistemas urbanos de espacio público y drenaje pluvial, y promoverla en las áreas privadas, como solares, patios y antejardines (CEPAL, 2019⁵).

Adicionalmente, los patrones de precipitación en ALC están cambiando, las temperaturas están aumentando y algunas áreas están experimentando cambios en la frecuencia y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos; cuyos efectos se ven profundizados por la pobreza y la inequidad⁶. Eventos hidrometeorológicos asociados con patrones de lluvia o eventos extremos provocados por la Oscilación Austral de El Niño - ENSO son característicos, por lo que la variabilidad climática también tiene un impacto significativo en la región (IPCC, 2014).

Figura 4. Camioneta arrastrada por arroyos creados por excesos de lluvia en Montería, Colombia.



Fuente: Chicanoticias.com (2022)

En la región⁷, también es relevante el impacto de las actividades antrópicas, en particular la urbanización y el consecuente deterioro de ecosistemas de borde urbano. En las ciudades latinoamericanas los riesgos también se han incrementado como resultado del acelerado proceso de urbanización y la ocupación de áreas de riesgo como zonas bajas, frentes de agua y terrenos de rellenos sobre planicies aluviales y costeras, áreas de humedales emergentes o en cauces de ríos o lagunas, o en la línea de costa.

⁴ Referente a un ecosistema en el que hay varias capas de plantas que crecen juntas (diferentes estratos desde árboles de alto porte con doseles a diferentes alturas, sotobosques, pastos y cobertura vegetal del suelo) y están compuestas por diferentes especies de flora.

⁵ Iniciativas como el Acuerdo 859 de 202 del Concejo de Bogotá, Colombia buscan integrar el concepto de bosque urbano a la planeación y ordenamiento de la ciudad, en las áreas verdes y/o espacios públicos.

⁶ América Latina y el Caribe es una región particularmente expuesta a amenazas naturales, donde las inundaciones y los movimientos en masa son las más recurrentes. Según el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de la CAF, el 48% de las capitales de los países de la región presentan “riesgo extremo” a los efectos del cambio climático (CAF, 2014).

⁷ América Latina y el Caribe es la región más urbanizada del mundo, con más de 8 de cada 10 habitantes viviendo en centros urbanos. La mayor parte del proceso de urbanización ocurrió en unas décadas en el siglo XX.

Asimismo, en algunos casos, la urbanización ha incrementado los riesgos de inundación y movimiento en masa debido a los procesos de impermeabilización y la compactación del suelo. Estos procesos impiden la infiltración natural del agua, concentran el volumen de los caudales de escorrentía, aumentan la velocidad del agua en cauces y canales, y generan áreas de desborde o de acumulación que no necesariamente coinciden con las de los sistemas de drenaje natural, o que no han sido planificadas.

En este contexto, la conservación de las áreas protegidas, la restauración ecológica y el manejo sostenible de los ecosistemas estratégicos presentes en las ciudades, y en el área de influencia de estas, y en particular en sus frentes de agua fluviales y costeros y sus planicies aluviales y costeras, manglares, humedales y bosques riparios, bosques, sabanas, arbustales, cerros y colinas, entre otros, son SbN cruciales para mantener y fortalecer la resiliencia de las ciudades y su territorio.

En el contexto de la adaptación al cambio climático, estos ecosistemas son estratégicos para la sostenibilidad de las ciudades en particular por los **servicios ecosistémicos** de abastecimiento, regulación y apoyo del ciclo del agua, pero también cruciales para garantizar la estabilización de laderas y mejorar la calidad del aire.

Figura 5. Soluciones basadas en la Naturaleza con enfoque urbano para la adaptación al cambio climático y la reducción de riesgo de desastres.



Fuente: Elaboración propia a partir de UICN (2021). MAPPA, 2022

Además de la protección y manejo sostenible de los ecosistemas estratégicos mencionados, es fundamental la gestión de los sistemas urbanos que aporten al manejo del agua de escorrentía y que se pueden asociar a SbN: espacio público y drenaje pluvial. Estos dos sistemas, permiten optimizar el manejo de la escorrentía e inundación en las ciudades (Figura 4) y pueden ser complementadas con medidas para mejorar la permeabilidad del suelo urbano mediante tratamientos específicos de suelos y de procesos de arborización. Estos sistemas son cruciales para mejorar la conectividad hidro-ecológica, generando enlaces y áreas de transición entre el sistema hídrico de la cuenca, o de las cuencas, en las que se encuentra la ciudad, y las áreas de cobertura vegetal en la ciudad y su territorio vecino.

La implementación de SbN con enfoque urbano ha aumentado a nivel global desde principios de la década de 2000, con casos en América Latina en los que las SbN contribuyen a reducir la exposición a los riesgos climáticos en las ciudades (Figura 5). En particular, se denomina adaptación basada en ecosistemas a las SbN que contribuyen a la gestión de los riesgos de desastres. Aunque vale la pena resaltar que muchas de estas acciones pueden también contribuir a la mitigación del cambio climático, en su rol de sumideros de carbono. El uso de SbN cobra cada vez más importancia, como estrategia para el fortalecimiento de la resiliencia urbana, y el reconocimiento del tema está aumentando entre las comunidades, los donantes y los encargados de la formulación de políticas y la toma de decisiones.

En el marco de las SbN, se han desarrollado los conceptos de **infraestructura verde** e **infraestructura azul**. Se entiende por infraestructura verde la red de áreas y elementos naturales (bosques, humedales, cuerpos de agua, entre otros) y seminaturales (áreas con cobertura vegetal, canales, reservorios artificiales, entre otros) gestionada para optimizar los servicios ecosistémicos en áreas urbanas y otros asentamientos humanos. Se denomina infraestructura azul a la red de áreas y elementos que permiten el manejo sostenible del ciclo del agua.

La infraestructura verde y azul como soluciones eficientes para el manejo y mejoramiento de espacios

El desarrollo e implementación de la infraestructura verde y azul contribuye a mejorar la calidad del aire, agua y suelo, aporta a la regulación hídrica y de la temperatura atmosférica, garantiza la disponibilidad de agua y alimentos, y regula vectores de enfermedades, plagas y agentes patógenos. La salud de los ecosistemas urbanos está estrechamente relacionada con la salud humana, ya que contribuye al bienestar físico, mental y social de las personas.

La infraestructura verde y azul combina perspectivas ecológicas y sociales, pues tiene como objetivo proteger y valorizar la naturaleza, así como los servicios ecosistémicos que benefician a la población. El desarrollo e implementación de la infraestructura verde y azul implica un cambio significativo en la forma en la que se conciben los ecosistemas y su planificación; pues significa dejar de ver estas zonas como espacios libres de construcción para comenzar a verlos como espacios con potencial para la entrega de múltiples beneficios sociales, económicos y ecológicos dentro del desarrollo urbano sostenible, bajo en carbono y resiliente a los efectos del cambio climático.

La multifuncionalidad de la infraestructura verde y azul es una de las principales características y un atributo que le permite atender múltiples necesidades de forma simultánea. Esto la convierte en un instrumento de carácter transversal que puede apoyar el desarrollo de numerosas políticas, tanto territoriales como sectoriales (agricultura, energía, cambio climático, biodiversidad, urbanismo, vivienda, espacio público, etc.) (CEA, 2014).

Adicionalmente, la infraestructura verde y azul permite una gestión más flexible, en comparación a las inversiones de infraestructura gris, que tienden a ser más costosas de mantener y de modificar, luego de su construcción inicial.

SbN como estrategias complementarias a la infraestructura convencional

Durante varias décadas las ciudades gestionaron el manejo del agua a través de grandes construcciones de **infraestructura gris**¹ bajo el concepto de control de inundaciones. Se construyeron diques, presas y terraplenes, entre otras obras con el fin de minimizar el daño producido por inundaciones, o reservar agua para eventos de sequía del nivel de intensidad para las que fueron diseñadas. Sin embargo, en un escenario de cambio climático con eventos más frecuentes e intensos, estas infraestructuras pueden resultar insuficientes.

En contraste, en la actualidad existe un mayor reconocimiento del papel que desempeñan los ecosistemas en la provisión de servicios para reducir y mitigar los diferentes tipos de riesgo asociados al ciclo del agua: inundaciones, sequías, movimientos en masa detonados por lluvias, etc. Por ejemplo, un dique protege contra inundaciones costeras o fluviales, en contraste con los bosques de manglar que no solamente brindan el servicio de protección costera, sino que también contribuyen a la reproducción de especies marinas aumentando la biodiversidad y producción pesquera.

En las ciudades, las SbN incluyen acciones de adaptación, manejo de ecosistemas y elementos construidos. Estas acciones se enfocan principalmente en la conservación², restauración³, diseño y gestión de infraestructura verde y azul (Figura 6), para evitar la ocupación de las áreas con ecosistemas estratégicos, tales como planicies de inundación, líneas costeras y áreas de pendientes pronunciadas. También se presentan acciones de recuperación a través de operaciones urbanas que buscan recobrar áreas y reordenar sus bordes urbanos.

De otro lado, entre los elementos construidos se identifican: la optimización y desarrollo de canales de manejo de la escorrentía e irrigación de áreas de producción rural, parques urbanos, techos y fachadas verdes, arborización y re-permeabilización del suelo, que buscan mejorar la infiltración y retención del agua, así como reducir la escorrentía. Adicionalmente, las SbN ofrecen servicios de protección del suelo y limpieza del aire, que a su vez dan continuidad a las funciones de los ecosistemas y conectividad ecológica, cruciales para la adaptación ante los riesgos climáticos.

¹ El término infraestructura gris se refiere a la infraestructura construida. Ver glosario.

² Se refiere al cuidado y protección de la naturaleza y los recursos naturales. Implica la gestión responsable de los recursos y la prevención de su agotamiento o degradación, así como la preservación de las especies y ecosistemas en su estado natural.

³ Se refiere al proceso de devolver un ecosistema o paisaje a su estado original o a un estado funcionalmente mejorado después de haber sufrido algún tipo de alteración o degradación. Implica la recuperación de la biodiversidad, la mejora de la calidad del agua y del aire, la recuperación del suelo y la eliminación de especies invasoras.

Figura 6. Ejemplos de infraestructuras verdes aplicadas a ciudades de América Latina.

Techos verdes en Lima, Perú



Fuente: Barra, 2021

Corredores verdes en Medellín, Colombia



Fuente: WWF, 2021

Jardín vertical en Bogotá, Colombia



Fuente: Rangel, 2022

Selva tropical en zonas urbanas en Salvador, Brasil



Fuente: WWF, 2021

Ejemplos Soluciones basadas en la Naturaleza

Fuente: Elaboración propia. Fuentes citadas para cada imagen. MAPPA, 2022

Entendiendo que las ciudades deben balancear las áreas construidas, con las áreas naturales, se plantean situaciones en las que es necesario combinar medidas, y desarrollar soluciones híbridas incluyendo las SbN y la infraestructura gris para fortalecer la resiliencia de las ciudades.

La Figura 7 evidencia que el uso de SbN aumenta el porcentaje de regulación hídrica en dos escenarios distintos; a diferencia del cubrimiento de las calles con pavimento, el uso de adoquines aumenta de 55% la infiltración del agua de escorrentía, reduciendo los caudales en las zonas urbanas.

Por su parte, el uso de SbN como la protección de arroyos urbanos y humedales, la gestión basada en la naturaleza de espacios periurbanos y las cuencas hidrográficas donde se ubican las ciudades contribuye a reducir los picos de escorrentía en un 10%, mediante la conservación de las planicies de inundación que retardan el escurrimiento por su almacenamiento, y, por tanto, reducen el riesgo de inundaciones en las zonas urbanas (RECC, 2021).

Figura 7. Ejemplos de SbN para el control de infiltración y escorrentía de agua en las ciudades.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos tomados de Matteri, A. (2020). MAPPA, 2022

Implementar infraestructura verde y azul o soluciones híbridas puede ayudar a cerrar la brecha de inversión de infraestructura, ya que permite mejorar los servicios que brinda la infraestructura gris, mediante la restauración de ecosistemas existentes que se reproducen en condiciones propicias, con una menor inversión en mantenimiento; o mediante la implementación de estructuras que sirven como elementos de bioretención (Lancharro, 2022). Esto permite que la infraestructura tradicional evolucione para otorgar servicios ecosistémicos que aporten a la mitigación y adaptación del cambio climático.

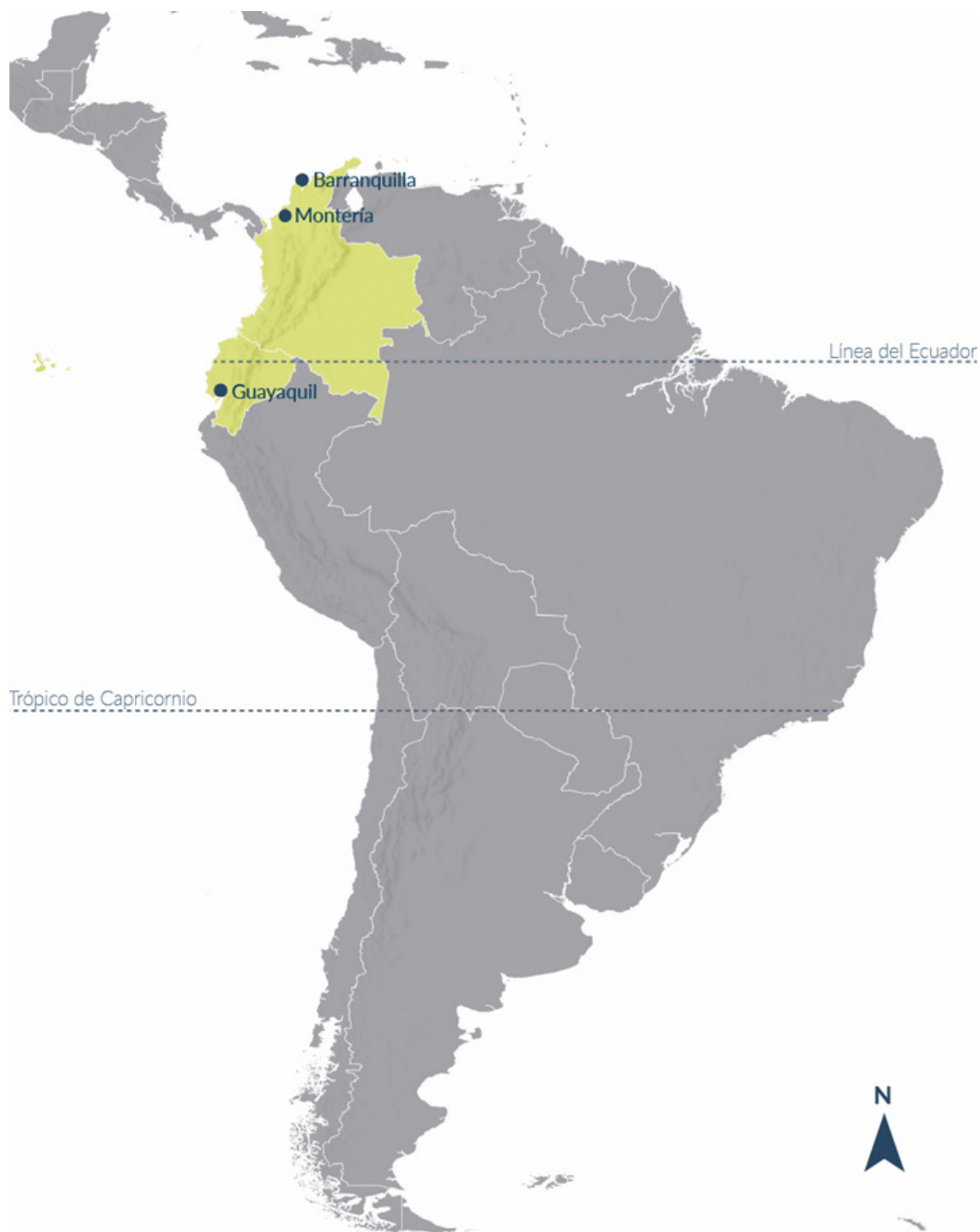


2

**INCLUSIÓN DE SOLUCIONES
BASADAS EN LA NATURALEZA
EN PROYECTOS DE LA INICIATIVA
LAIF SOBRE CIUDADES Y CAMBIO
CLIMÁTICO**

Buscando reducir los impactos negativos del cambio climático en las ciudades de América Latina, entre 2019 y 2021, la iniciativa LAIF sobre Ciudades y Cambio Climático apoyó la estructuración de proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático en Guayaquil en Ecuador, Barranquilla y Montería en Colombia, que integran Soluciones basadas en la Naturaleza (Figura 8) (Tabla 1).

Figura 8. Ciudades estudiadas



Fuente: Elaboración propia a partir de estudios de índice de riesgo por cambio climático. MAPPA, 2022.

Tabla 1. Descripción básica de cada propuesta de proyecto.

| País | Ciudad, año, título del estudio, objetivo | Población (Año registro) | Área del proyecto |
|----------|--|--------------------------|---|
| Ecuador | <p>Guayaquil (2019)</p> <p>Plan de gestión de espacios verdes de uso Público y Arbolado Urbano en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.</p> <p>Elaboración de un Plan de Gestión de Espacios Verdes de Uso Público y Arbolado Urbano y sus herramientas de gestión e implementación. Basado en el concepto de Infraestructura Verde (SbN) busca la creación de una red interconectada de espacios verdes, como estrategia de sostenibilidad, mitigación y adaptación a la variabilidad y al cambio climático que mejoren el bienestar de la ciudadanía.</p> | 2.723.665 INEC, 2020 | 20.826 ha 3.122 espacios verdes de uso público |
| Colombia | <p>Barranquilla (2021)</p> <p>Manejo ambiental de la ronda de la Ciénaga de Mallorquín frente a los barrios La Playa y Las Flores en el distrito de Barranquilla, Colombia.</p> <p>Identifica alternativas de desarrollo sostenible, para la protección ambiental de la ronda hídrica de la ciénaga de Mallorquín. Se evalúan los impactos del crecimiento de los barrios Las Flores y La Playa y su contexto ambiental, social y urbanístico como base para las propuestas.</p> | 1.274.250 DANE, 2018 | 857 ha |
| | <p>Montería (2019)</p> <p>Estudio de oportunidad y viabilidad para el desarrollo de un parque urbano en Montería, Colombia.</p> <p>Creación de un Parque Urbano donde actualmente operan las lagunas nororientales de oxidación (tratamiento de aguas residuales). Las SbN se emplean en la creación de un humedal urbano artificial para el goce de la ciudad. Se propone el desarrollo de un jardín o parque botánico en el corazón de los suelos de expansión definidos en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad.</p> | 490.935 DANE 2018 | 32 ha |

Fuente: Elaboración propia a partir casos CAF-LAIF. MAPPA, 2022.

Tres ciudades con contextos diferentes y por ende necesidades diferentes que pueden ser abordados desde un enfoque de SbN, a continuación, se presentan las generalidades de cada una de ellas con relación a su contexto y al diagnóstico que se realizó para orientar la solución propuesta.

La integración de SbN como estrategia para conservar ecosistemas, reducir emisiones de carbono y restaurar el paisaje

La principal problemática en los casos mencionados se asocia con la pérdida de ecosistemas y servicios ecosistémicos, y con la necesidad de recuperarlos para que las ciudades logren adaptarse a los efectos presentes y futuros del cambio climático, bajo un enfoque sostenible y resiliente (Tabla 2).

Tabla 2. Identificación de problemáticas que cada proyecto busca atender.

| Problemática | Ecuador | Colombia | |
|--|-----------|--------------|----------|
| | Guayaquil | Barranquilla | Montería |
| Pérdida de cobertura natural | | | |
| Fragmentación y/o pérdida de ecosistemas | | | |
| Inundaciones | | | |
| Impermeabilidad del suelo | | | |
| Efecto isla de calor | | | |
| Aumento del nivel del mar | | | |
| Erosión costera | | | |

Fuente: Elaboración propia a partir de casos CAF-LAIF. MAPPA, 2022

A pesar de ser ciudades diferentes, la implementación de medidas con SbN es similar en el desarrollo metodológico, ya que los tres proyectos cuentan con tres fases: i) una fase de diagnóstico, ii) una fase de elaboración de propuestas o medidas para resolver la problemática con perspectiva de cambio climático, y iii) una priorización de medidas y definición del proyecto.

Características generales de los casos de estudio

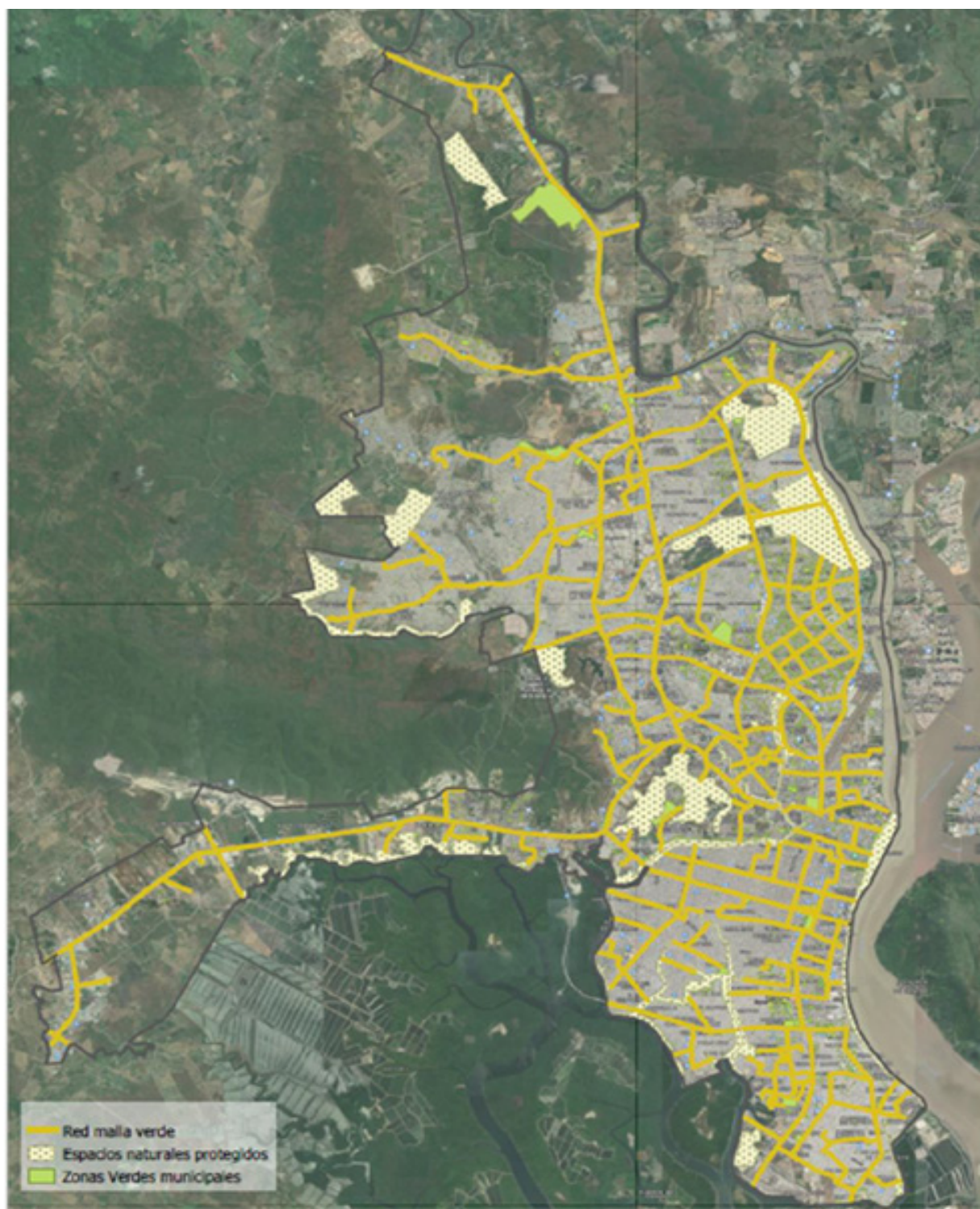
Guayaquil, Ecuador

Como estrategia de sostenibilidad, mitigación y adaptación a la variabilidad y al cambio climático, en Guayaquil se propuso un plan de gestión de espacios verdes de uso público y arbolado urbano.

Con el fin de crear nuevos corredores que conecten con la red de corredores existentes y minimizar la fragmentación, se planteó la elaboración de planes de gestión, guías y manuales para la arborización, la identificación de especies y la definición de un esquema de gobernanza hacen parte de las herramientas para la gestión del proyecto. Como herramientas de planificación se desarrollaron la propuesta de malla

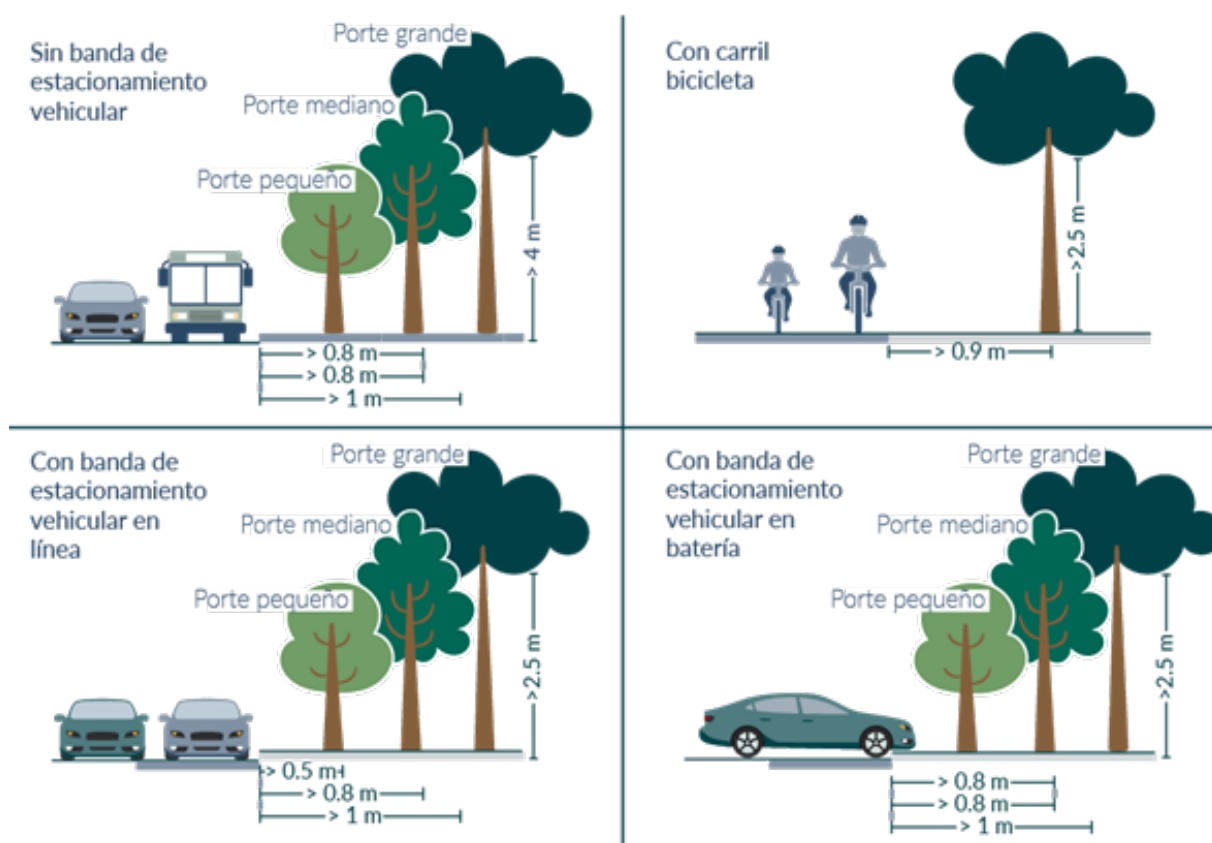
verde y el plan de arborización para integrar y conectar los espacios naturales protegidos y las áreas verdes (ver Figura 10 y Figura 11).

Figura 10. Propuesta de malla verde en Guayaquil



Fuente: Plan de gestión de espacios verdes de uso público y arbolado urbano de la ciudad de Guayaquil.

Figura 11. Propuesta de plan de arborización en Guayaquil



Fuente: Plan de gestión de espacios verdes de uso público y arbolado urbano de la ciudad de Guayaquil.

Barranquilla, Colombia

En Barranquilla se propone la formulación de alternativas de intervención acorde con los entornos ambientales, urbano y social; resaltando que la mayoría serán alternativas de Adaptación basada en Ecosistemas. Se formularon tres alternativas de renovación para cada barrio que incluyeron acciones en los bordes con la ciénaga y en todo el barrio. Posteriormente, basados en el criterio de los expertos, de la comunidad de los barrios y del equipo técnico de la ciudad, se priorizó una alternativa de recuperación para cada uno de los barrios incluyendo SbN (Figura 14).

Figura 13. Ejemplos de contenido de la Guía de diseño topológico para el proyecto

▼ Parque Casa del Mangle, La Playa



▼ Danzódromo, Las Flores

Fuente: Análisis para la definición de alternativas, estudios y diseños preliminares para el manejo ambiental de la ronda de la Ciénaga de Mallorquín frente a los barrios La Playa y Las Flores en el distrito de Barranquilla, Colombia.

Se elaboraron diseños a nivel de prefactibilidad y se definió una estrategia de implementación. Como resultado la alcaldía cuenta con los planos detallados del proyecto, un plan de intervención social, análisis de costos y una hoja de ruta clara para avanzar con la implementación del proyecto.

Montería, Colombia

Mientras que el proyecto de Montería propone en esta segunda fase elaborar la propuesta de restauración ecológica del terreno basada en la identificación de alternativas de secado de las lagunas y en la selección de alternativas de manejo y disposición de aguas residuales y lodos, para así elaborar el Plan de abandono de las lagunas de oxidación de acuerdo con la alternativa seleccionada.

Estos predios se encuentran en un área estratégica de expansión urbana. El proyecto hace parte de la estrategia de generación de espacio público y plantea que los terrenos aledaños a estas lagunas se integren al sistema de espacio público de la ciudad, generando también áreas de oportunidad de desarrollos urbanísticos y de transferencia de derechos de edificabilidad (Figura 15).

Figura 15. Visión para el parque de las lagunas.



Fuente: Estudio de oportunidad y viabilidad para el desarrollo de un parque urbano en Montería.

El proyecto busca potenciar las ventajas ambientales y urbanísticas de la ciudad, reforzando su capacidad de adaptación mediante el uso de SbN para la creación y recuperación de espacios verdes públicos que actualmente presentan amenaza media y baja por inundación y movimientos en masa.

En la tercera fase, el proyecto de Guayaquil al igual que en los proyectos de Barranquilla y Montería se definen criterios de evaluación y priorizan las medidas de intervención. Posteriormente se conceptualiza la propuesta, se definen las estrategias de intervención y se diseña el proyecto a nivel de prefactibilidad para su futura implementación.

La restauración ecológica y la integración de Infraestructura Verde como principales SbN implementadas

En todos los proyectos, la restauración ecológica es la medida de SbN más adecuada para la recuperación de ecosistemas, servicios ecosistémicos y adaptación al cambio climático.

Para el caso de Guayaquil, los espacios verdes urbanos de uso público son considerados como Infraestructura Verde que constituye un elemento fundamental del paisaje de la ciudad, pues brindan beneficios de orden ambiental, estético, paisajístico, recreativo, social y económico.

El proyecto se basa en el concepto de Infraestructura Verde como la herramienta de SbN adecuada que se debe incorporar dentro de la planificación urbana, con el fin de interconectar las zonas verdes existentes en la ciudad. De esta manera se mantiene y mejora la prestación de servicios como el control de la contaminación, mitigación por captura de GEI, regulación del clima y la temperatura, protección contra el viento, control de la erosión y estabilización de taludes, permeabilidad del terreno, protección de cuencas y cuerpos de agua, paisaje, valorización de la propiedad, nicho y hábitat, entre otros.

Cabe mencionar que, para los casos de Guayaquil y Barranquilla, son relevantes los ecosistemas de manglar, no obstante, el proyecto en Guayaquil se enfoca en las zonas verdes urbanas con potencial para reforzar los ecosistemas de manglar y ampliar la malla verde urbana.

Lo anterior destacando los múltiples beneficios que ofrecen los ecosistemas de manglar como protección costera, mitigación al cambio climático, sala cuna de especies de interés comercial pesquero, filtración de agua, control de olas de calor, recursos madereros y alimentarios, etc.

Por su parte, el proyecto de la ciénaga de Mallorquín en Barranquilla plantea la restauración ecológica del bosque de manglar y el diseño de opciones de protección ambiental de la ronda hídrica como SbN clave para la recuperación del ecosistema y sus servicios de acuerdo con el entorno. El proyecto propone la integración de la ciénaga con los habitantes de Barranquilla, generando espacios públicos y áreas para la conservación de ecosistemas con estrategias de desarrollo urbano y sostenibilidad ambiental.

Para el caso de Montería, se define la restauración ecológica y de paisaje en los entornos urbanos como SbN, buscando recuperar las características biológicas, funcionales e históricas de los ecosistemas. En este sentido es importante resaltar que Montería está rodeada por humedales asociados a los pulsos de inundación del río Sinú y la escorrentía de su territorio, por lo que prevalece el servicio ecosistémico de regulación hídrica como uno de los más importantes.

Los parques botánicos en los entornos urbanos se consideran como espacios que han retomado suma importancia en el urbanismo y en las agendas verdes locales para las ciudades; y el parque como nodo para el desarrollo urbano compacto, su equilibrio territorial y la gobernanza puede promover un desarrollo urbano balanceado en el que la cobertura del espacio público y la proximidad a este puede generar potenciales desarrollos inmobiliarios bien planificados y con una alta calidad ambiental.

Es importante resaltar que al igual que en el proyecto de Barranquilla, debido al grado de intervención de la zona y al uso del suelo que se le está dando actualmente, es un reto rehabilitar la zona. Aquí se plantean diversas SbN todas incluidas dentro de la restauración de paisaje mediante la creación de ecosistemas artificiales. Si bien estos ecosistemas no buscan restablecer el ecosistema previo, sí proporcionan diversos servicios ecosistémicos tales como el aumento de espacios verdes de la ciudad, la habilitación de espacios de circulación, la generación de zonas de recreación, control de la temperatura, control de inundación, mitigación al cambio climático, entre otros.

Tabla 3. Ecosistemas identificados en las ciudades para la implementación de diversos tipos SbN

| Caso/Objetivo | Ecosistemas identificados en las ciudades | Tipos de SbN según la problemática y los ecosistemas identificados |
|---|--|--|
| <p>Guayaquil - Ecuador</p> <p>Plan de gestión de espacios verdes como herramienta de adaptación y mitigación a la variabilidad y el cambio climático</p> | <p>Bosques artificiales, bosques naturales, parques urbanos, arbolado urbano, bosques de manglar</p> | <p>Infraestructura Verde: Conexión de zonas verdes urbanos de uso público - mitigación y adaptación al cambio climático. Malla verde - aumento de cobertura</p> <p>Restauración ecológica: Arborización - aumento de biodiversidad</p> <p>Adaptación basada en Ecosistemas: Reducción de riesgo de desastres y adaptación al Cambio Climático mediante conservación de bosques y zonas verdes</p> |
| <p>Barranquilla - Colombia</p> <p>Protección ambiental de la ronda de la Ciénaga de Mallorquín en vecindad con los barrios La Playa y Las Flores</p> | <p>Bosque de manglar, ronda hídrica, esteros salados</p> | <p>Restauración ecológica: Restauración del bosque de manglar degradado</p> <p>Conservación de áreas: Áreas protegidas declaradas (RAMSAR).</p> <p>Manejo basado en ecosistemas: Gestión del ecosistema relacionado con los barrios</p> |
| <p>Montería - Colombia</p> <p>Creación de parque urbano en sitio de lagunas de oxidación</p> | <p>Bosques artificiales, jardines artificiales, arbolado urbano, parques artificiales, lagunas y lagos artificiales.</p> | <p>Restauración ecológica: Recuperación de funciones biológicas</p> <p>Restauración de Paisajes: Creación de parque botánico</p> |

Fuente: Elaboración propia a partir de propuestas de proyecto CAF-LAIF. MAPPA, 2022



3

LECCIONES APRENDIDAS Y
RECOMENDACIONES

Más del 50% de la población mundial vive en ciudades, su crecimiento y demanda de recursos contribuye a la crisis climática y a la pérdida de biodiversidad. Debido al imparable proceso de urbanización, hay población e infraestructura concentrada en un espacio limitado, que cada vez está más expuesto a riesgos de desastres. Cuando las ciudades están bien planificadas, pueden reducir el impacto ambiental producido por las actividades humanas y al mismo tiempo, pueden satisfacer las necesidades, mejorar la calidad de vida, la salud poblacional y ecosistémica de manera eficiente buscando sinergias entre el desarrollo urbano y la conservación de la naturaleza.

Las soluciones basadas en la naturaleza para mitigar y adaptarse al cambio climático en Latinoamérica y el Caribe han proporcionado lecciones valiosas. Es fundamental tener en cuenta la necesidad de una planificación a largo plazo, la colaboración entre múltiples actores interesados, incluyendo a las comunidades locales, quienes juegan un papel clave en la conservación y restauración de los recursos naturales. Además, es esencial considerar las necesidades de adaptación y ajustar las soluciones en consecuencia, así como evaluar y monitorear regularmente la efectividad de estas soluciones y ajustarlas acorde a los resultados.

Principales hallazgos de los casos de estudio

Los casos de estudio evidenciaron que las ciudades enfrentan desafíos ambientales y requieren medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para lograr su transición hacia ciudades sostenibles y resilientes. En este sentido, el enfoque de los tres proyectos se encamina hacia la recuperación de ecosistemas estratégicos y espacios públicos urbanos para mantener y fortalecer los servicios ecosistémicos.

Guayaquil, cuenta con cerca de 9 m² de espacios verdes por habitante¹, pero no logra aprovechar los servicios ecosistémicos de estos espacios debido a la fragmentación de los ecosistemas urbanos.

Barranquilla cuenta con sólidos instrumentos de ordenamiento territorial e incluso ha logrado que la ciénaga de Mallorquín sea declarada como humedal RAMSAR. Sin embargo, esto no ha detenido el deterioro del ecosistema y la problemática social que enfrentan los barrios vecinos.

Montería es una ciudad de rápido crecimiento, que busca que los nuevos desarrollos urbanos se hagan de manera sostenible. En línea con este objetivo, el proyecto de recuperación de las lagunas de oxidación para el desarrollo de un parque urbano de primer orden busca incluir el espacio público como sistema estructurante de los futuros desarrollos.

Los tres proyectos están encaminados a resolver los diversos desafíos ambientales y sociales de su ciudad, mediante el aumento del espacio para la naturaleza, con un diseño y una gestión que favorezca el bienestar humano y la biodiversidad.

Las claves para la implementación y la sostenibilidad de proyectos de SbN

En los tres casos de estudio, se resalta la importancia de llevar a cabo diagnósticos robustos que permitan valorar el contexto social, urbanístico, técnico y financiero del proyecto, pero también que faciliten

¹ Este valor corresponde al mínimo recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

una mejor comprensión de los ecosistemas y de la biodiversidad presentes en el territorio. Adicionalmente, se recomienda analizar durante esta fase los escenarios de riesgo climático presentes y futuros, así como los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

En términos ideales, las ciudades deberían incorporar a su planificación el sistema ecológico de la ciudad y su contexto, e implementar acciones para conservar y restaurar ecosistemas estratégicos para la adaptación y mitigación del cambio. En otras palabras, las ciudades deben balancear el desarrollo con la conservación para alcanzar un equilibrio y fortalecer la sostenibilidad y la resiliencia.

Es de resaltar que los estudios de caso llevaron a cabo procesos de participación de actores clave tanto institucionales, como de la sociedad civil, para construir los diagnósticos y priorizar medidas. El involucramiento de estos actores es fundamental para preparar la gestión, implementación, y manejo en el corto, mediano y largo plazo de las intervenciones requeridas.

Así mismo, fomentar el sentido de pertenencia en la comunidad beneficiaria, y promover la comprensión de los valores ambientales conservados o recuperados, facilita un buen manejo de las áreas, haciendo que la población conserve y aproveche de manera sostenible los servicios ecosistémicos resultantes.

Los beneficios urbanos, ambientales y climáticos de los proyectos de SbN

Las estrategias de planificación y desarrollo urbano deben hacer frente al crecimiento constante de las ciudades de América Latina y el Caribe, al mismo tiempo que deben minimizar el riesgo ante eventos potenciados por el cambio climático. El diseño de tejidos urbanos resilientes requiere integrar la naturaleza en la planificación y gestión territorial. Esta perspectiva genera oportunidades para mejorar la calidad de vida y la salud de la población humana y de los ecosistemas. En otras palabras, los proyectos de SbN, permiten abordar la protección y conservación de los ecosistemas, al mismo tiempo que permiten abordar otras problemáticas sociales, urbanas o institucionales.

En el caso de Guayaquil, el Plan de Arborización y Espacio Público, busca reforzar las capacidades del gobierno local, brindando herramientas legales, técnicas y de planificación que permitan dar un rol preponderante a la infraestructura verde de la ciudad.

En Barranquilla, el proyecto amplió el conocimiento de primera mano de los barrios La Playa y Las Flores, evidenciando una problemática social importante (altos niveles de pobreza, desempleo, informalidad, inseguridad, violencia, deterioro ambiental). El proyecto, más allá de una propuesta de borde, incluye elementos de movilidad, espacio público, desarrollo económico e inclusión social. El proyecto se ha transformado en un medio para responder a los pasivos ambientales, sociales y urbanísticos del área.

En el caso de Montería, el proyecto sentó las bases para lograr un diálogo y acuerdo entre diferentes actores involucrados (Secretarías municipales, Autoridad ambiental, Empresa proveedora del servicio de agua, población local). Asimismo, el proyecto aporta a la reducción del déficit de espacio público de la ciudad y permite el uso de un pasivo ambiental (lagunas de oxidación) que la administración hasta el momento no tenía contemplado en su gestión.

Las buenas prácticas en torno a la implementación de procesos de urbanización balanceados con los servicios ecosistémicos, y una construcción sostenible de los sistemas de infraestructura y edificaciones que reduzca significativamente los impactos ambientales, puede consolidar a los futuros desarrollos en ciudades Latinoamericanas como centros urbanos ejemplares.

Recomendaciones

Los proyectos urbanos y en particular los proyectos que involucran SbN, se ven reforzados si hay un conocimiento detallado de los efectos del Cambio Climático, en particular de los riesgos climáticos y de las emisiones de Gases Efecto Invernadero causadas por el desarrollo urbano y la energía utilizada en el funcionamiento de las ciudades.

Por lo anterior, se recomienda que los proyectos se alineen con los nuevos adelantos técnicos y metodológicos, y a partir de los escenarios climáticos desarrollados a nivel global, determinen escenarios localizados para identificar medidas de adaptación al cambio climático más eficientes.

A partir de escenarios de riesgo climático futuro, se recomienda identificar los elementos expuestos y los ecosistemas estratégicos presentes en cada ciudad, que tengan potencial para la adaptación al cambio climático. Se consideran ecosistemas estratégicos para la adaptación al cambio climático aquellos que se encuentran en áreas asociadas a las condiciones de riesgo climático (como cauces aguas arriba, o áreas de captación de agua) o en los bordes entre la ciudad y dichos ecosistemas.

En las áreas de ecosistemas estratégicos, se recomienda identificar medidas que puedan resolver o contribuir a la solución de los riesgos y problemáticas identificadas en cada proyecto, y que fortalezcan la resiliencia de las ciudades al cambio climático. Se recomienda validar el universo de medidas identificadas con actores clave, y priorizar medidas, o grupos de medidas para el desarrollo de programas de resiliencia. En la medida de lo posible, se recomienda determinar escenarios de riesgos climáticos con y sin proyecto para modelar los efectos de las medidas identificadas y destacar o cuantificar sus beneficios. Este ejercicio puede integrarse como una herramienta útil de evaluación de alternativas.

Adicionalmente en los ecosistemas estratégicos identificados, se recomienda estimar el potencial de absorción de gases de efecto invernadero, contrastando el potencial de captura de CO₂e, con el inventario de GEI de la ciudad, con el fin de integrar medidas de mitigación del cambio climático.

Es necesario contar con una adecuada organización de los recursos económicos y de las fuentes de financiamiento disponibles para el proyecto, así como tener conocimiento de la capacidad fiscal y de gestión local. Lo anterior, con el fin de superar la fragmentación de los esfuerzos, y contemplar una implementación integrada de SbN en proyectos urbanos.

Por último, se recomienda integrar la planificación y gestión urbana, el ordenamiento ambiental y la gestión de los ecosistemas, así como la gestión de los riesgos, para reestablecer o fortalecer el balance en los territorios, para robustecer su resiliencia y sostenibilidad.

GLOSARIO

ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS: Enfoque que permite aprovechar los beneficios de la naturaleza para hacer frente al cambio climático que afecta a las comunidades, los medios de vida, la economía y el bienestar de las personas (IUCN,2022)

ADAPTACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de reducir o evitar los daños o aprovechar las potenciales oportunidades. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos (IPCC, 2014)

AMENAZA (PELIGRO): en el contexto de riesgos, la amenaza es el peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana, se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas de vidas, lesiones o daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia física de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales (IPCC, 2014)

En algunos países de Hispanoamérica se llaman **amenazas**, pero en otros se ha adoptado el término **peligros**, ambas traducciones adecuadas de la palabra “Hazard” en inglés.

ARBORIZACIÓN URBANA: Manejo de los árboles para su contribución al bienestar fisiológico, sociológico y económico de la sociedad urbana. Proporciona una serie de beneficios para la salud, la recreación y el embellecimiento de la ciudad, al favorecer un crecimiento urbano bajo criterios de sostenibilidad.

CAMBIO CLIMÁTICO: modificación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como «cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables». La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales (IPCC, 2014).

CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (IPCC, 2014).

EXPOSICIÓN: presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente (IPCC, 2014) por el impacto de una o varias amenazas.

IMPACTO: efectos en los sistemas naturales y humanos. En este informe, el término impactos se emplea principalmente para describir los efectos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático en vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economía, cultura, servicios e infraestructuras que ocurren en un tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas geofísicos, incluidas las crecidas, las sequías y la elevación del nivel del mar, son un subconjunto de los denominados impactos físicos (IPCC, 2014).

INFRAESTRUCTURA VERDE: red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos. La infraestructura verde está compuesta por una amplia gama de diferentes elementos medioambientales que pueden operar a distintos niveles, desde pequeños elementos lineales como tejados verdes hasta ecosistemas funcionales completos, tales como bosques de llanuras inundables, humedales o ríos que fluyen libremente. Tiene como objetivo mejorar la capacidad de la naturaleza para facilitar bienes y servicios ecosistémicos múltiples y valiosos, tales como agua o aire limpios (Unión Europea, 2014).

INFRAESTRUCTURA AZUL: Se refiere a un enfoque de planificación y gestión de recursos hídricos que utiliza los ecosistemas acuáticos y costeros como parte de una estrategia de infraestructura para mejorar la resiliencia y sostenibilidad de las comunidades humanas y los ecosistemas en general. La infraestructura azul puede incluir medidas de restauración y conservación de ríos, humedales, manglares, arrecifes de coral y otros ecosistemas acuáticos, así como la integración de estas áreas naturales en proyectos de ingeniería para la gestión del agua y la prevención de inundaciones. La infraestructura azul busca aprovechar los beneficios ecológicos que proporcionan los ecosistemas acuáticos, al mismo tiempo que proporciona beneficios económicos y sociales a las comunidades locales y fomenta la conservación de la biodiversidad (Ciudades verdes, 2022).

PERMEABILIDAD es la capacidad que tiene un material de permitirle a un fluido que lo atraviese sin alterar su composición.

Un suelo permeable sirve como protección contra las olas de calor, almacenando grandes cantidades de agua y manteniendo las temperaturas bajas. Esto último resulta especialmente importante en las ciudades, donde las superficies duras (sellado del suelo) pueden crear el “efecto isla de calor”.

RIESGO: consecuencias eventuales en situaciones en que algo de valor está en peligro y el desenlace es incierto, reconociendo la diversidad de valores. A menudo, el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de fenómenos o tendencias peligrosos multiplicada por los impactos en caso de que ocurran tales fenómenos o tendencias. Este término se suele utilizar para referirse a las posibilidades, cuando el resultado es incierto, de que ocurran consecuencias adversas para la vida; los medios de subsistencia; la salud; los ecosistemas y las especies; los bienes económicos, sociales y culturales; los servicios (incluidos los ambientales) y la infraestructura (IPCC, 2014).

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA son acciones para proteger, gestionar de forma sostenible y restaurar los ecosistemas naturales y modificados de manera que aborden los retos de la sociedad de forma eficaz y adaptativa, para proporcionar tanto el bienestar humano como los beneficios de la biodiversidad. Se basan en los beneficios que se derivan de los ecosistemas sanos y se dirigen a los principales retos.

SENSIBILIDAD: predisposición física de los seres humanos, infraestructura y ambiente a ser afectados por un fenómeno peligroso (IPCC, 2014).

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: Son la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad. Se reconocen principalmente cuatro tipos de servicios ecosistémicos: i) Servicios de abastecimiento - son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, el suministro de alimentos, agua, fibras, madera y combustibles. ii) Servicios de regulación - son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, por ejemplo, la regulación de la calidad del aire y la fertilidad de los suelos, el control de las inundaciones y las enfermedades y la polinización de los cultivos. iii) Servicios culturales - son los beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, la fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas y las obras de ingeniería, la identidad cultural y el bienestar espiritual. iv) Servicios de apoyo - son necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos, por ejemplo, el ciclo del agua, formación del suelo, producción primaria, fotosíntesis, ciclo de nutrientes, hábitat de especies, diversidad genética (Millennium Ecosystem Assessment - MEA, 2005).

SERVICIOS SOCIALES: en este estudio, se refiere a la infraestructura, edificios y áreas abiertas en los que se prestan servicios de educación, salud, cultura, administración pública, seguridad, bienestar social, recreación y deporte, entre otros, a las comunidades.

SERVICIOS PÚBLICOS: en este documento, se refiere a las áreas e infraestructura que prestan servicios de provisión de agua potable, energía y comunicaciones, y recolección y tratamiento del drenaje pluvial, aguas servidas y residuos sólidos.

VULNERABILIDAD: susceptibilidad a sufrir daño que tienen los elementos expuestos, tras la manifestación de la amenaza. Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014).

REFERENCIAS

Banco Mundial. (2022, 11 febrero). Lo que debe saber sobre los océanos y el cambio climático. World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/02/08/what-you-need-to-know-about-oceans-and-climate-change>

Barra, A. de la. (2021, 24 diciembre). Techos Verdes en Lima, Perú. Arquitectura Verde. Recuperado 6 de octubre de 2022, de <https://www.arquitecturaverde.es/techos-verdes-en-lima/>

Bazaz A, Bertoldi P, Buckeridge M, Cartwright A, Coninck H, Engelbrecht F, Jacob D, Hourcade JC, Klaus I, Kleijne K de, Lwasa S, Markgraf C, Newman P, Revi A, Rogelj J, Schultz S, Shindell D, Singh C, Solecki W, Steg L, Waisman H. 2018. Summary for Urban Policymakers – What the IPCC Special Report on 1.5C Means for Cities. Indian Institute for Human Settlements.

Bernal, L.A. y Russi, V. (2020). Relación entre la degradación ambiental y zonas urbanizables desde el análisis del riesgo en la zona de ladera del cerro Fusacatán, municipio de Fusagasugá. Universidad del Bosque, Bogotá, Colombia. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/8811/Bernal_Rozo_Leonardo_Andrés_2020.pdf?sequence=5

CAF. (2014). Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe (ISBN: 978-980-7644-61-7). Retrieved September 8, 2022, from <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/517/caf-indice-vulnerabilidad-cambio-climatico.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

CEA (2014). La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Recuperado de: <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/eu/32/95/53295.pdf>

CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2019). Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe (LC/CRP.17/3), Santiago.

Ciudades Verdes. (2022, August 19). Qué es la Infraestructura Azul y cuáles son sus beneficios. Retrieved March 1, 2023, from <https://ciudadesverdes.com/que-es-la-infraestructura-azul-y-cuales-son-sus-beneficios/>

Gruber, N., Clement, D., Carter, B. R., Feely, R. A., Van Heuven, S., Hoppema, M., Ishii, M., Key, R. M., Kozyr, A., Lauvset, S. K., Lo Monaco, C., Mathis, J. T., Murata, A., Olsen, A., Pérez, F. F., Sabine, C. L., Tans, T., & Wanninkhof, R. (2019). The oceanic sink for anthropogenic CO₂ from 1994 to 2007. *Science*, 363(6432), 1193–1199. <https://doi.org/10.1126/science.aau5153>

Figueroa-Arango C. 2020. Guía para la integración de las Soluciones Basadas en la Naturaleza en la planificación urbana. Primera aproximación para Colombia. Berlín: Alexander von Humboldt Stiftung, Ecologic Institute, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://redciudadesclima.es/sites/default/files/2021-05/Guia%20Taller%20Soluciones%20basadas%20en%20la%20Naturaleza_web.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. 2014. AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR5, WGIII), Chapter 12. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

IUCN. (2022, June 27). Cómo definir la AbE: Un marco de referencia práctico. Retrieved July 23, 2022, from <https://www.iucn.org/es/news/cambio-clim%C3%A1tico/201705/c%C3%B3mo-definir-la-abe-un-marco-de-referencia-pr%C3%A1ctico>

Lancharro, B. C. (2022, May 18). Infraestructura verde urbana: una solución a los retos climáticos. Ciudades Sostenibles. Retrieved September 10, 2022, from <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/infraestructura-verde-urbana-cambio-climatico/>

Matteri, A. (2020, November 18). Soluciones basadas en la naturaleza para las ciudades de América Latina. Bioguía. Retrieved September 10, 2022, from https://www.bioguia.com/ambiente/soluciones-basadas-en-la-naturaleza-para-las-ciudades-de-america-latina_85770255.html

Oliva, M. P. (1989, 25 septiembre). La degradación del ambiente aumenta el número de desastres naturales, según Pär Stembäck. El País. https://elpais.com/diario/1989/09/25/sociedad/622681203_850215.html

Rangel, J. (2022, 12 mayo). Edificio Santalaia de Bogotá es declarado el jardín vertical más alto del mundo. Inmobiliare. Recuperado 6 de octubre de 2022, de <https://inmobiliare.com/edificio-santalaia-de-bogota-es-declarado-el-jardin-vertical-mas-alto-del-mundo/>

RECC - Red Española de Ciudades por el Clima. (2021, marzo). Soluciones basadas en la naturaleza como herramienta frente al cambio climático.

UE. (2020). Soluciones basadas en la Naturaleza. <http://sbn.conama.org/web/es/que-son-sbn/que-son-sbn.html>

UICN. (2021, June 15). Soluciones basadas en la naturaleza. UICN Comité español. Retrieved July 23, 2022, from <https://www.uicn.es/miembros-ceuicn/proyectos-de-los-miembros/soluciones-basadas-en-la-naturaleza/>

UICN. (2021, mayo). Buenas Prácticas para la Conservación: Soluciones Basadas en la Naturaleza (N.o 1). https://www.uicn.es/web/pdf/Buenas_practicas_Conservacion_SbN.pdf

Vilariño, A. (2021, 15 julio). *¿Cómo cumplir los objetivos climáticos a partir de soluciones basadas en la propia naturaleza?* Revista Haz. Recuperado 8 de septiembre de 2022, de <https://hazrevista.org/rsc/2020/11/como-cumplir-objetivos-climaticos-soluciones-basadas-naturaleza/>

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO). 2019. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. París, UNESCO. <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

WWF. (2019). ¿En qué consisten las soluciones basadas en la naturaleza y cómo pueden ayudarnos a enfrentar la crisis climática? Retrieved September 8, 2022, from <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-que-consisten-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-como-pueden-ayudarnos-a-enfrentar-la-cribis-climatica>



 **Iniciativa LAIF**
Ciudades y Cambio Climático
Financiado por la Unión Europea
Implementado por CAF y AFD

