



FLACSO
MÉXICO

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ACADÉMICA DE MÉXICO

Maestría en Política y Gestión Energética y Medioambiental
III Promoción
2020-2022

**Las Soluciones basadas en la Naturaleza como estrategia para reducir la vulnerabilidad climática en las zonas urbanas en México.
Caso de estudio: Construcción de resiliencia climática en Xalapa, Veracruz (proyecto CityAdapt).**

Tesis que para obtener el grado de Maestra en Política y Gestión Energética y Medioambiental

Presenta:

Aline Mayela Nolasco Escalona

Director/a de tesis:

Dr. Alejandro Ismael Monterroso Rivas

Lectores/as:

Mtro. Íñigo Martínez Peniche

Dra. Armelle Gouritin

Seminario de Tesis:

Línea de Investigación: Población, Medioambiente, Migración

Ciudad de México, diciembre, 2022

Resumen

Ante una crisis climática y un proceso de rápida urbanización a la que se enfrenta el mundo, se vuelve urgente la necesidad de contar con respuestas que no sólo permitan cumplir con el objetivo de limitar el incremento del promedio de temperatura global en 1.5°C, sino que generen procesos de adaptación y reducción de peligro de desastres con el fin de asegurar que las pérdidas económicas, de biodiversidad y humanas, no aumentarán. Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) se han presentado como estrategias clave ante estas necesidades.

La presente investigación tiene como objetivo visibilizar la viabilidad y pertinencia de la implementación de SbN en zonas urbanas mexicanas. Se usó como referencia el caso de CityAdapt, proyecto que incorporó e implementó SbN en Xalapa, Veracruz, una ciudad con características muy similares a muchas otras ciudades mexicanas.

A través de una revisión de literatura y encuestas semiestructuradas, se buscó proporcionar una referencia en el país para comprender los factores que propician el éxito de las SbN y los distintos co-beneficios que se derivan de ellas.

A partir de este estudio se obtuvieron algunas lecciones y recomendaciones para aumentar la resiliencia climática en zonas urbanas en México y el escalamiento de este tipo de proyectos: 1) documentar estas soluciones; 2) contar con estudios de vulnerabilidad a una escala adecuada; 3) desarrollar procesos participativos; 4) contar con un portafolio de soluciones; y 5) fomentar la mejora regulatoria.

Palabras clave:

Urbanización, ciudades mexicanas, adaptación basada en ecosistemas, peligro de desastres, procesos participativos.

Abstract

The world is facing a climate crisis and a rapid urbanization process that represents the urgency of having answers that not only contribute to reach the goal of limiting the global temperature in 1.5°C, but to generate adaptative and risk disaster reduction processes to

ensure that economic, biodiversity and human losses will not increase. Nature-based Solutions (NbS) have become key strategies to attend these necessities.

This research aims to make visible the viability and relevance of the implementation of NbS in Mexican urban areas. The case of CityAdapt, a project that incorporated and implemented NBS in Xalapa, Veracruz, a city with very similar characteristics to many other Mexican cities, was used as a reference.

Through a literature review and semi-structured surveys, this document looked to provide a reference in the country to understand the factors that favor the success of NbS and the different co-benefits derived from them.

Through this study, some lessons and recommendations were obtained to boost climate resilience in urban areas and the scaling of this type of projects: 1) to document these solutions; 2) to count with vulnerability studies at an appropriate scale; 3) to develop participatory processes; 4) to have a portfolio of solutions; and (5) to encourage regulatory improvement.

Keywords

Urbanization, Mexican cities, ecosystem-based adaptation, risk disaster, participatory processes.

Dedicatoria

A Dios.

Para mi Juanita, gracias mamá, tú eres mi motor para lograr todos mis sueños. Te amo.

Para mi Esther, para ti, hasta el cielo.

Para mi hermana, que me pone el ejemplo y siempre me ha cuidado.

Para Nico, para que crezcas feliz y sin preocupaciones por un medio ambiente que no te toca.

Para mi abuelito, con cariño por cuidarme y procurarme siempre.

Para mi familia, Lupita y Adriana, siempre apoyándome.

Para Beto, gracias por hacerme sentir que todo lo puedo.

Para mi Tai, mi compañera de aventuras, la que se desvela conmigo haciendo tesis.

Agradecimientos

Agradezco enormemente el apoyo de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO-México), para concluir mis estudios de maestría. En esta institución tuve la oportunidad de aprender, debatir y especializarme en temas muy relevantes tanto para la sociedad mexicana, como para mi desarrollo profesional.

Agradezco enormemente al Dr. Alejandro Monterroso Rivas por dirigir esta tesis. Muchas gracias por el conocimiento compartido, el tiempo dedicado y la invaluable guía en el camino de esta investigación. Reitero mi gran admiración como académico y persona.

De igual manera agradezco a mi tutor, Mtro. Iñigo Martínez Peniche. Muchas gracias por guiarme en toda la etapa de titulación y por orientarme en la realización de esta investigación. Estaré por siempre agradecida por el tiempo y la paciencia dedicada.

A mis tutoras, la Mtra. Judith Navarro y la Dra. Armelle Gouritin. Les agradezco infinitamente ser parte de este logro, desde que empecé en la FLACSO, hasta que culminé. Muchas gracias por sus invaluable comentarios a esta tesis y por su gran apoyo, sin el cual, no hubiera sido posible llegar hasta acá.

A los implementadores del proyecto CityAdapt, Sergio Angón e Isabel García Coll, quienes brindaron su invaluable apoyo para la realización de esta tesis. Muchísimas gracias por todo el tiempo, experiencias y aprendizajes que me han compartido.

A todos ustedes, mi admiración total.

Tabla de contenido

Introducción	8
Capítulo 1.....	12
Contexto teórico y conceptual de las Soluciones basadas en la Naturaleza.....	12
1.1. Riesgos y desastres	14
1.1.1. Componentes del riesgo.....	17
1.2. Cambio climático.....	19
1.3. Acuerdos Internacionales sobre cambio climático y enfoques ecosistémicos.....	20
1.4. Contexto actual respecto a la tendencia de crecimiento y vulnerabilidad climática en zonas urbanas.....	25
1.5. Marco regulatorio sobre cambio climático y desarrollo urbano en México	32
1.5.1. Instrumentos de desarrollo urbano y cambio climático en Veracruz.....	38
Capítulo 2.....	42
Desarrollo urbano y cambio climático en Xalapa	42
2.1. Expansión de la mancha urbana en Xalapa.....	42
2.2 La vulnerabilidad de Xalapa ante el cambio climático	46
2.2.1 Exposición al cambio climático en la zona de expansión urbana de Xalapa	47
2.2.2 Capacidad adaptativa	53
2.3 Proyectos nacionales e internacionales para la sostenibilidad en Xalapa	57
Capítulo 3.....	60
Descripción de las medidas del proyecto CityAdapt para fomentar el uso de Soluciones basadas en la Naturaleza como estrategia ante la expansión urbana y el cambio climático en Xalapa....	60
3.1. Justificación y desarrollo del Proyecto CityAdapt en Xalapa	60
3.2. Mapeo de actores para el desarrollo del proyecto	64
3.3 Soluciones basadas en la Naturaleza implementadas en Xalapa y Tlalnelhuayocan	69
Capítulo 4.....	84
Oportunidades y retos para el escalamiento de SbN como instrumento para reducir la vulnerabilidad climática en zonas urbanas en México.....	84
4.1 Factores habilitadores que permiten implementar SbN como instrumento para la adaptación al cambio climático.....	88
4.2 Retos para la implementación y escalamiento de SbN en México	90

Conclusiones y recomendaciones	93
Referencias:	96
Anexo 1.	104
Batería de preguntas para entrevistas semiestructuradas a implementadores del proyecto CityAdapt.....	104

Índice de Cuadros y figuras

Cuadro 1. Enfoques en la gestión de riesgos de desastres de la UNISDR y el IPCC.	16
Cuadro 2. Elementos para la medición de la vulnerabilidad socioambiental	18
Cuadro 3. Diferencias entre servicios ecosistémicos y SbN	24
Cuadro 4. Estructura del Sistema Nacional de Cambio Climático	32
Cuadro 5. Ejes del componente de Adaptación de la Contribución Nacionalmente Determinada de México.....	36
Cuadro 6. Emisiones de GEI (CO2) de Xalapa por sector. Año 2011	47
Cuadro 7. Emisiones por Uso y Cambio de Uso de Suelo en Xalapa Climático	47
Cuadro 8. Derrumbes, deslizamientos y deslaves	48
Cuadro 9. Percepciones de los habitantes de Xalapa y colonias colindantes respecto al cambio climático	67
Cuadro 10. Mapeo de actores en Xalapa y Tlalnelhuayocan.....	69
Cuadro 11. Costo de los módulos de producción de hongos comestibles Climático.....	73
Cuadro 12. Diferencia entre infiltración en un terreno natural y uno urbano	81
Cuadro 13. Análisis de las SbN implementadas en el proyecto CityAdapt.....	86
Cuadro 14. Relación entre la financiación de las Soluciones basadas en la Naturaleza para la adaptación, la financiación para el clima y la financiación para la conservación	91
Figura 1. Diferencia de temperatura en un día en la ciudad de Xalapa.....	29
Figura 2. Mapas de peligros en Xalapa y Tlalnelhuayocan.....	52
Figura 3. Acumulación de servicios ecosistémicos	53
Figura 4. Vulnerabilidad Socioambiental	54
Figura 5. Fragmentos del bosque mesófilo de montaña en el Cerro del Estropajo	74
Figura 6. Tramo del Arroyo Papas-Carneros	78

Introducción

Si bien la ciencia es clara y existen numerosos estudios sobre los impactos y consecuencias del cambio climático y del incremento del promedio de la temperatura global en más de 1.5°C, tanto la sociedad internacional, como los países a nivel individual, han tenido respuestas tardías o poco suficientes para contar con instrumentos y estrategias que hagan frente a estos impactos inminentes y evitar pérdidas económicas, de biodiversidad e incluso de vidas humanas.

A estos impactos se suman problemas como un rápido incremento de la urbanización a nivel global, lo que ha provocado que las ciudades se conviertan en zonas altamente vulnerables a los efectos del cambio climático, dada la concentración de personas, el uso intensivo de los recursos naturales y la falta de infraestructura que pueda asegurar la resiliencia de las zonas urbanas (Álvarez, 2017).

En México el panorama es similar, casi tres cuartas partes de la población habita en zonas urbanas (Sistema Urbano Nacional, 2012) además de que el país es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático y eventos hidrometeorológicos cada vez más extremos, debido a su posición geográfica y su contexto socio-económico (INECC, 2014). De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), alrededor de 87.7 millones de habitantes residen en zonas de riesgo por exposición a fenómenos relacionados con el cambio climático, de los cuales el 70% se encuentran en zonas urbanas y 9.5% en zonas semiurbanas (PNUD, 2013).

Aunado a lo anterior, algunas zonas urbanas mexicanas no cuentan con instrumentos que integren estrategias de adaptación al cambio climático en planes de desarrollo a nivel local o bien, se quedan simplemente en la etapa de diseño y no llegan a la implementación. Por lo tanto, éstas se vuelven más vulnerables al no contemplar la infraestructura y acciones adecuadas para enfrentar los cada vez más catastróficos efectos del cambio climático. En este sentido, la construcción de resiliencia climática en

este tipo de zonas es esencial para asegurar que las pérdidas económicas y humanas no aumentarán.

Una de las respuestas que actualmente ha tomado relevancia para enfrentar al cambio climático a nivel internacional, son las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), las cuales se describen como “acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad” (Resolución 069 del Congreso Mundial para la Naturaleza, 2016, Anexo 1).

En este sentido, las SbN han sido reconocidas por sus múltiples beneficios no sólo en cuestiones de adaptación al cambio climático, sino por sus sinergias con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mejora del espacio público, calidad del aire, conservación de ecosistemas, entre otros cobeneficios sociales (UICN, 2020).

México ha sido uno de los países adoptantes e impulsores de este concepto; no obstante, éste no ha podido ser incorporado en planes de desarrollo (tanto a nivel nacional como a nivel local), ni como instrumento para mejorar la planeación ante la creciente expansión urbana. Esto se puede deber a la falta de difusión del concepto de SbN, así como a la falta de documentación y disseminación de casos de éxito que demuestren los cobeneficios de la implementación de este tipo de acciones (Hansen y Pauleit, 2014).

Por lo anterior, este trabajo de investigación tiene el principal objetivo de visibilizar la viabilidad y pertinencia de las Soluciones basadas en la Naturaleza como instrumento vinculador entre los planes de desarrollo urbano y las estrategias de adaptación al cambio climático, que permitan incrementar la resiliencia climática de las zonas urbanas que se enfrentan a una creciente vulnerabilidad en México.

A través de la sistematización de la experiencia de CityAdapt, proyecto que incorporó e implementó SbN en Xalapa, Veracruz, una ciudad con características muy similares a muchas otras ciudades mexicanas, se pretende proporcionar una referencia para comprender los factores que propician el éxito de estas estrategias y los distintos

co-beneficios que se derivan de ellas, así como contribuir a la adopción efectiva de éstas en otras áreas, al tiempo que se analiza la esencial participación de diferentes actores en la construcción de este tipo de políticas públicas.

Entender la importancia de construir resiliencia urbana ante el cambio climático y la disponibilidad de estrategias como las SbN, tiene relevancia no sólo para la gestión ambiental, al fomentar el cuidado del medio ambiente, la conservación de ecosistemas e incluso contribuir con hasta el 30% de la reducción de emisiones GEI globales necesaria de aquí a 2030 para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París (UICN, 2020); su relevancia implica también la apropiación de estas estrategias por parte de los habitantes, lo que fomenta la participación ciudadana y un importante esquema de gobernanza en la construcción de políticas públicas (UICN, 2020).

Por lo tanto, la hipótesis que conduce la presente investigación se basa en que, visibilizar un caso de éxito como el del proyecto City Adapt, actualmente en fase de implementación en el municipio de Xalapa, Veracruz, puede servir para reflejar la viabilidad de las SbN como instrumento vinculador entre desarrollo urbano y adaptación al cambio climático; puede contribuir a la adopción de este tipo de estrategias para aumentar la resiliencia climática de las zonas urbanas de México; y a fomentar la conservación de los ecosistemas.

Esta investigación está basada en la metodología de análisis de políticas (FLACSO, 2020), ya que a través de un diagnóstico crítico del proceso de diseño e implementación del proyecto CityAdapt, se atiende el objetivo de proporcionar evidencias y argumentos sobre la efectividad y los beneficios de la adopción de SbN para resolver el problema público de la vulnerabilidad al cambio climático en zonas urbanas.

Se compone de cuatro capítulos que incluyen diferentes fines para el acopio de información, como el análisis del estado del arte de conceptos clave para el desarrollo de este tema, así como la ejecución de encuestas semiestructuradas para comprender las lecciones aprendidas, factores habilitadores y barreras para la implementación de este tipo de estrategias en la zona urbana de Xalapa.

El primer capítulo presenta el estado del arte de conceptos como cambio climático, adaptación basada en ecosistemas y Soluciones basadas en la Naturaleza, así como la vinculación de este último con estrategias de adaptación al cambio climático y las sinergias con la reducción del peligro de desastres. También se hace una comparación entre el concepto de SbN con otros como infraestructura verde y servicios ecosistémicos con el fin de contribuir a aclarar la confusión que existe actualmente en torno a éstos. Finalmente se aborda el marco contextual sobre la situación del incremento de la población en las ciudades, especialmente en México.

El segundo capítulo ahonda en la descripción del área de estudio de esta investigación, que comprende los municipios de Xalapa y Tlalnelhuayocan, así como las causas y consecuencias de la expansión urbana en dicha área. También se describe la situación del área de estudio frente a una creciente vulnerabilidad ante el cambio climático y los tipos de riesgos a los que se enfrentan sus habitantes.

En el capítulo tres se presentan las diferentes SbN implementadas durante el proyecto CityAdapt, así como los resultados de encuestas semiestructuradas que se realizaron a los implementadores en México, con el fin de conocer a más detalle el desarrollo del proyecto y las barreras y condiciones habilitadoras que se presentaron en sus distintas etapas.

El capítulo cuatro se enfoca en el análisis de las intervenciones presentadas en el capítulo tres y la manera en que éstas cumplen con los requerimientos para ser consideradas como SbN, así como su función como instrumento en Xalapa para vincular los planes de desarrollo, gestión de riesgo y cambio climático.

Finalmente, se incluyen las conclusiones a través de 5 recomendaciones clave para escalar este tipo de intervenciones de manera efectiva.

Capítulo 1

Contexto teórico y conceptual de las Soluciones basadas en la Naturaleza

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) se han presentado como una metodología de planificación y gestión que busca generar estrategias integrales para fortalecer la adaptación de personas u organizaciones frente a los efectos adversos del cambio climático, al tiempo que permiten atender otro tipo de problemas de desarrollo y generan la apropiación local de dichas estrategias (CityAdapt, 2021).

Actualmente, el concepto de Soluciones basadas en la Naturaleza enfrenta importantes retos, desde su diseño hasta su implementación, principalmente atribuible a una confusión entre conceptos básicos, así como a la ausencia de una sólida cartera de proyectos que incorporen a las SbN como enfoque principal (WRI, 2021). Entre las principales confusiones que generan estos debates se encuentran:

- 1) La vinculación de las SbN con estrategias de infraestructura resiliente al clima como diques, embalses, represas y sistemas de drenaje, los cuales, si bien buscan mitigar riesgos climáticos, siguen enfocándose en materiales no renovables y dejan de lado el capital natural (BID, 2020);
- 2) La confusión con el concepto de conservación de los ecosistemas, el cual, si bien puede ser incorporado dentro de las SbN, no incluye esta visión integral, pues se enfoca en la protección y preservación de la diversidad biológica y los recursos naturales, generalmente sin contemplar la interacción entre ecosistemas y la intervención humana (WWF, 2020);
- 3) Finalmente, es esencial que las SbN no se confundan con actividades de restauración de ecosistemas y que cuando éstas sean incorporadas en dichas estrategias, se contemplen diagnósticos de las áreas de intervención y “decisiones basadas en la ciencia para aplicar la solución correcta en el lugar correcto” (Seddon, et al., 2020, p. 9), pues, por ejemplo, la introducción de especies no

nativas para la restauración de algún ecosistema podría perjudicar a la flora y fauna del mismo.

Con la finalidad de contribuir a aclarar estas confusiones, se puede decir que, “las SbN surgen por la necesidad de recoger en un solo concepto, varios enfoques en los que la naturaleza es la protagonista, con la diferencia de que éstas tienen la finalidad de brindar soluciones a los desafíos sociales” (Hurtado, 2022, p.12).

Por otro lado, es importante reconocer que este concepto surge en el norte global y, en consecuencia, el número de investigaciones y publicaciones sobre SbN se basa en contextos diferentes al de países como México. Por ejemplo, Estados Unidos lidera el desarrollo de investigaciones y publicaciones respecto al concepto de SbN, seguido por China y algunos países de la Unión Europea (Escobedo et al. 2019).

No obstante, debido a que esta investigación se enfoca en analizar la mejor manera de impulsar resiliencia en zonas urbanas, las cuales generalmente cuentan con una previa vulnerabilidad social, ambiental y económica, que se exagera con los impactos del cambio climático, y que, por lo tanto, requieren de soluciones transversales que puedan atender distintos problemas de desarrollo, al tiempo que atienden la crisis climática, se utilizará la definición oficial y mayormente aceptada por la comunidad internacional, expresada en la Resolución de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza WCC-2016-Res-069:

Por soluciones basadas en la naturaleza se entienden las acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad (Resolución 069 del Congreso Mundial para la Naturaleza, 2016, Anexo 1).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) plantea que para que una solución sea considerada como SbN, es necesario que sea beneficiosa para la diversidad biológica y el bienestar de los seres humanos al mismo tiempo, es decir, todas las soluciones deben mantener o ampliar la diversidad biológica para ser consideradas como SbN (UICN, 2020)

Lo anterior demuestra que “las SbN deben caracterizarse por su multifuncionalidad y generar co-beneficios en términos de calidad ambiental, salud humana y bienestar y mejora de las condiciones de habitabilidad” (Ribas y Saurí, 2022, p.821), lo cual a su vez representa un importante reto para los implementadores de estas soluciones al tener que demostrar que éstas sean más eficientes que la ingeniería clásica y otro tipo de estrategias en términos económicos, uso de recursos y mejoras sociales. (Ribas y Saurí, 2022).

Sin embargo, esta multifuncionalidad también representa grandes ventajas debido a que, por su naturaleza integradora, las SbN pueden ser utilizadas como estrategias en conjunto con otros instrumentos de planeación y vincular enfoques de adaptación al cambio climático con gestión de riesgos de desastres, con el fin de obtener líneas de acción mucho más sólidas, que permitan efectivamente reducir la vulnerabilidad y exposición al riesgo de las personas y ecosistemas ante los cada vez más graves efectos del cambio climático.

En este trabajo en específico se pretende abordar a las SbN como estrategias para fomentar la resiliencia en zonas urbanas, las cuales comúnmente son lugares altamente vulnerables, por la concentración de personas, materiales, infraestructura y actividades económicas. Principalmente se abordarán estas estrategias en un contexto en el que esta vulnerabilidad aumenta cada vez más frente al cambio climático y al peligro por desastres debido a que, en muchas de estas zonas urbanas no se cuenta con instrumentos programáticos que integren estrategias de adaptación en sus planes de desarrollo (Zubicaray et al., 2021).

1.1. Riesgos y desastres

Existen dos escuelas que definen el riesgo dependiendo del tipo de amenaza que se priorice (por ejemplo, amenazas ante eventos hidrometeorológicos, terremotos, nucleares, etc.): la de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, por sus siglas en inglés) y la del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

La UNISDR (2016, p.15) define el riesgo a desastres como “la posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones o destrucción y daños de bienes en un sistema, una sociedad o una comunidad determinada en un período de tiempo concreto, determinados de forma probabilística como una función de la amenaza o peligro, la exposición, la vulnerabilidad y las capacidades”.

Bajo este mismo enfoque, se define la reducción del riesgo de desastres (RRD) como una estrategia que busca reducir los daños ocasionados por las amenazas naturales, tales como terremotos, sequías, inundaciones y ciclones, a través de una ética de prevención (UNISDR, 2016, p.17).

Por su parte, el IPCC define al riesgo de desastres como “la probabilidad durante un período de tiempo específico de alteraciones graves en el funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a eventos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables, lo que conduce a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos que requieren una respuesta de emergencia inmediata para satisfacer las necesidades humanas críticas y que pueden requerir apoyo externo para la recuperación” (IPCC, 2012, p. 4).

Bajo el enfoque del IPCC, la definición de reducción del riesgo de desastres se explica como” una serie de procesos para diseñar, implementar y evaluar estrategias, políticas y medidas para mejorar la comprensión del riesgo de desastres, fomentar la reducción y transferencia del riesgo de desastres y promover la mejora continua en las prácticas de preparación, respuesta y recuperación ante desastres, con el objetivo de aumentar la seguridad humana, el bienestar, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible” (IPCC, 2012, p. 4).

Se observan entonces las diferencias entre ambas visiones, en la que la UNISDR maneja la gestión de riesgos a desastres como una respuesta *ex - post* para reducir los daños ocasionados por la amenaza y, a diferencia, el IPCC maneja dicha gestión como una respuesta *ex - ante* (en la medida de lo posible) para preparar, informar y aumentar la resiliencia con miras hacia mejorar la calidad de vida de las poblaciones, atendiendo a su vez, objetivos de desarrollo sostenible. El cuadro 1 resume las principales diferencias de los enfoques de gestión de riesgos de desastres de la UNISDR y el IPCC.

Cuadro 1. Enfoques en la gestión de riesgos de desastres de la UNISDR y el IPCC.

UNISDR	IPCC
Desastre como posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones o destrucción y daños de bienes en un sistema, una sociedad o una comunidad.	Desastre como probabilidad de alteraciones graves en el funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a eventos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables.
Respuesta para reducir los daños ocasionados por las amenazas naturales.	Serie de procesos para mejorar la comprensión del riesgo de desastres, fomentar la reducción y transferencia del riesgo de desastres y promover la mejora continua en las prácticas de preparación, respuesta y recuperación.
Objetivo: reducir los daños ocasionados por las amenazas naturales	Objetivo: aumentar la seguridad humana, el bienestar, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible
Respuesta <i>ex -post</i>	Respuesta <i>ex - ante</i>

Fuente: Elaboración propia con datos de UNISDR, 2016 e IPCC, 2012.

Finalmente, vale la pena destacar un enfoque alternativo sobre la construcción del concepto de desastre en el cual se indica que “el desastre es el resultado de la confluencia entre un fenómeno natural peligroso y una sociedad o contexto vulnerable” (Guzmán, 2012, p. 6) lo que demuestra que el riesgo de desastres debe abordarse como un problema socioambiental, debido a que los desastres no sólo deben analizarse por el grado del impacto físico sino por las características y los medios del territorio en el que ocurren. (Bifani, 2007).¹

Debido a que en esta investigación se pretende demostrar la pertinencia de las SbN como estrategia integral para reducir la creciente vulnerabilidad climática en las zonas urbanas de México y mostrar los co-beneficios de la implementación de este tipo de acciones, se utilizará la definición de gestión de riesgo de desastres del IPCC, pues

¹ Esto se puede ejemplificar, como se verá más adelante, con un fenómeno de precipitaciones extremas, en el que, si bien la precipitación no es en sí un desastre, este ocurriría cuando las grandes cantidades de agua provocan deslaves de algunas zonas del cerro, comprometiendo incluso la vida de los habitantes que se han establecido en dichas zonas que no son aptas para habitar.

ésta puede vincularse de una mejor manera a las estrategias de adaptación climática que se plantearán, sin dejar de lado el abordaje del desastre como problema socioambiental.

1.1.1. Componentes del riesgo

Ahora bien, tanto en la definición de la UNISDR como la del IPCC, la exposición y la vulnerabilidad son dos conceptos clave que determinan el riesgo.

La exposición es definida como “la 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, 2012, p. 5).

La vulnerabilidad, de acuerdo con el IPCC (2012, p. 4), se entiende como la “propensión o predisposición a ser afectado negativamente” y “comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación”.

México cuenta con ambas características (vulnerabilidad más exposición) y, de acuerdo con Zepeda (2018), fue el segundo país del continente americano con mayor ocurrencia de eventos naturales en el periodo de 1900 a 2017. La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (como se citó en PNUD, 2021) estima que siete de cada diez habitantes del país residen en zonas de riesgo debido a su exposición a distintos tipos de peligros. Además, el país ha sido catalogado como uno de los 50 países con mayor riesgo de tres o más tipos de riesgos de desastres naturales (Joint Research Center of European Commission, 2021).

Asimismo, se destaca que la mayoría de los desastres en el país son causados por fenómenos climáticos. En el periodo entre 1999 y 2017, por cada desastre geológico se presentaron trece desastres relacionados con el clima, con costos hasta diez veces mayores (PNUD, 2021).

Aunado a esto, la comunidad de expertos tanto en cambio climático como en desastres ha señalado la importancia de, no sólo abordar el riesgo de desastres ante eventos extremos, sino que los grandes impactos también pueden resultar de una acumulación de fenómenos climáticos o meteorológicos no extremos, “por ejemplo, la

sequía, junto con el calor extremo y la baja humedad, puede aumentar el riesgo de incendios forestales” (IPCC, 2012, p. 5).

Por su parte, el proyecto Cityadapt añade el concepto de “vulnerabilidad socioambiental ante el cambio climático” (p. 48) para reflejar la necesidad de abordar los efectos del cambio climático con otras variables como políticas de desarrollo y mercados. La vulnerabilidad socioambiental permite diferenciar y priorizar los tipos de intervenciones que una zona necesita, de acuerdo con su capacidad adaptativa en función de la valoración ecosistémica, es decir “si el impacto potencial es alto, pero la región cuenta con alta capacidad para adaptarse, la vulnerabilidad de los habitantes y sus bienes será menor que en un sitio donde el impacto también es alto, pero no cuentan con esta capacidad de adaptación basada en la condición de sus ecosistemas” (Cityadapt, 2020, p. 48). El cuadro 2 muestra los elementos que retoma el proyecto para evaluar la vulnerabilidad socioambiental de la zona de intervención.

Cuadro 2. Elementos para la medición de la vulnerabilidad socioambiental

	Medioambiente	Social	Economía
Índice	<ul style="list-style-type: none"> Índice de riesgo climático (áreas riesgo de sequía, inundación y deslizamientos) 	<ul style="list-style-type: none"> Índice de riesgo de población (población en riesgo de sequía, inundación, deslizamientos) Índice de riesgo social (población pobre en riesgo de sequía, inundación, deslizamiento) 	<ul style="list-style-type: none"> Índice de riesgo de infraestructura (riesgo de carreteras y líneas eléctricas a inundación y deslizamientos)
Indicador	<ul style="list-style-type: none"> Frecuencia de desastres naturales Probabilidad de desastres naturales Riesgo de inundación Riesgo de sequía Riesgo de deslizamientos Localización de incendios Uso de tierras 	<ul style="list-style-type: none"> Población en pobreza Población con acceso a servicios de salud Población afectada por desastres naturales Perdidas humanas por desastres naturales Necesidades básicas insatisfechas (NBI) 	<ul style="list-style-type: none"> Perdidas económicas por desastres Accesibilidad a mercados Accesibilidad a servicios Localización infraestructuras

Fuente: Cityadapt (2021)

1.2. Cambio climático

Ahora bien, no se puede abordar la gestión de riesgo a desastres desde este enfoque sin entender los conceptos básicos del cambio climático. El cambio climático, de acuerdo con el IPCC, se define como un “término que denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana” (IPCC, 2021, p. 3895).

Es importante también hacer referencia a la definición oficial de la Convención Marco de las Naciones sobre Cambio Climático (CMNUCC) en la que el concepto se describe como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 1992, artículo 1).

Se observa entonces que la CMNUCC hace una distinción entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2021), mientras el IPCC, en su Sexto Informe de Evaluación AR6 del 2021, atribuye que la actividad humana es la principal causa del cambio climático: “Es inequívoco que la influencia humana ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra...Los aumentos observados en las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) bien mezclados desde alrededor de 1750 son inequívocamente causados por las actividades humanas” (IPCC, 2021).

Dicho informe enciende las alarmas sobre el rumbo del calentamiento del planeta y los impactos del cambio climático con evidencia sobre las afectaciones de los eventos hidrometeorológicos extremos en todas las regiones del mundo. También indica que, de seguir por el camino actual, el planeta se encaminaría hacia un incremento de temperatura global entre 3.3°C y 5.7°C. Para poner esto en perspectiva, el planeta no ha

experimentado un incremento de más de 2.5 °C con respecto al promedio del periodo de 1850-1900 desde hace más de 3 millones de años (IPCC, 2021).

Para poder estabilizar la temperatura global y evitar escenarios catastróficos, el informe indica que deben realizarse cambios estructurales profundos y lograr cero emisiones netas de dióxido de carbono (CO₂) a mediados de siglo. Esto requiere que “las emisiones antropogénicas de CO₂ se equilibren a través de la absorción antropogénica de CO₂ durante un período especificado” (IPCC, 2021). Estrategias como las Soluciones basadas en la Naturaleza pueden contribuir a estos objetivos.

1.3. Acuerdos Internacionales sobre cambio climático y enfoques ecosistémicos

Para enfrentar el cambio climático y el deterioro ambiental, los países y principales tomadores de decisiones han fomentado la adopción de acuerdos internacionales que contribuyan al diseño e implementación conjunta de soluciones. Entre estas soluciones, los servicios ecosistémicos han sido de gran relevancia. Desde la década de los noventa, la comunidad internacional ya contemplaba la inclusión de una visión de ecosistemas dentro de los esfuerzos de desarrollo sostenible y cambio climático (CONAMA, 2018).

En 1992 tuvo lugar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil. La Cumbre de Río (como fue conocida) significó la incorporación de la cuestión ambiental al desarrollo económico, político y social. Entre los principales resultados de esta Conferencia, se adoptó la Convención para la Diversidad Biológica (CDB), la cual fomenta las sinergias de los enfoques ecosistémicos con los objetivos de la CMNUCC, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030², la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y otros instrumentos internacionales (CDB, 2010).

La CDB también insta a considerar la adaptación basada en ecosistemas en estrategias y planes nacionales de desarrollo, estrategias de reducción de la pobreza y

² El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 fue adoptado en 2015 como un instrumento para establecer una serie de acciones concretas que se pueden tomar para proteger los beneficios del desarrollo contra el riesgo de desastres (UNISDR, 2015).

de reducción de los riesgos de desastres; y a la mitigación basada en ecosistemas como una estrategia que incluye beneficios ecológicos, sociales, culturales y económicos³.

Una década después, en el 2005, la iniciativa para la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (cuyo objetivo era apoyar la formulación de políticas de conservación, restauración y gestión sostenible de los ecosistemas), adoptó formalmente la definición y categorización de servicios ecosistémicos como “beneficios que un ecosistema aporta a su propia calidad ambiental, así como a la mejora de la salud, la calidad de vida y la economía de las personas” (CONAMA, 2018 p. 6).

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio define cuatro categorías para los distintos servicios ecosistémicos (Naciones Unidas, 2005):

- De aprovisionamiento: productos obtenidos del ecosistema (ej. alimentos, agua, madera, combustible);
- De regulación: derivan de las funciones del ecosistema y ayudan a reducir impactos locales y globales (ej. regulación del clima, control del suelo, polinización);
- Culturales: beneficios inmateriales (ej. espiritual, educación, tiempo libre); y
- De soporte: necesarios para el funcionamiento del ecosistema (ej. biodiversidad y producción primaria).

Finalmente es importante hacer mención del instrumento más importante a nivel mundial en materia de cambio climático, el Acuerdo de París. Mediante este tratado internacional los países parte de la CMNUCC establecieron compromisos individuales a través de sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés), para llevar a cabo acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, que

³ Las acciones de mitigación se entienden como la aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero (Cámara de Diputados, 2012), mientras que la adaptación es descrita por el IPCC como “un proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, el cual, en los sistemas humanos, trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas” (IPCC, 2014, p. 180).

contribuyan a la meta de no rebasar el límite de temperatura promedio global en 2°C y realizar esfuerzos por no rebasar 1.5°C (CMNUCC, 2015).

Ante este marco internacional, se hacen cada vez más evidente las sinergias y co-beneficios potenciales que pueden surgir si se implementan estrategias que contemplen tanto medidas de mitigación como de adaptación. Además, los enfoques para atender al cambio climático se vuelven transversales, a través de estrategias conjuntas que incluyen gestión de riesgos, conservación de ecosistemas, infraestructura natural, entre otros. Esto se reafirma en el informe del 2014 del IPCC sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad, en donde se destaca una serie de enfoques para abordar los riesgos y oportunidades para la adaptación al cambio climático, las sinergias con la mitigación y la importancia de los servicios ecosistémicos.

En este sentido, las SbN resaltan como una de las principales estrategias mediante las que se adoptan estos enfoques basados en los ecosistemas. Sin embargo, este término pretende ser mucho más integral al reorientar el debate, no sólo en la gestión de la biodiversidad, sino tomando en cuenta factores sociales como bienestar, reducción de la pobreza, desarrollo socioeconómico y uno de sus principios más importantes, la gobernanza (CONAMA, 2018).

Para efectos de esta investigación, se usará la definición de gobernanza, en específico el de gobernanza ambiental, del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2010) p. 1:

La gobernanza ambiental abarca las reglamentaciones, prácticas, políticas e instituciones que configuran la manera en que las personas interactúan con el medio ambiente. En la buena gobernanza ambiental se tiene en cuenta la función de todos los agentes que repercuten en el medio ambiente. Desde los gobiernos hasta las ONG, el sector privado y la sociedad civil, la cooperación es fundamental para lograr una gobernanza eficaz que nos pueda ayudar a transitar hacia un futuro más sostenible.

Una de las principales diferencias entre enfoques ecosistémicos y las Soluciones basadas en la Naturaleza es que estas últimas pueden incorporar varios de estos enfoques para atender uno o más problemas ambientales y sociales, o bien, éstas pueden ser incorporadas para potencializar estrategias previamente establecidas (BID,

2020). Por ejemplo, el caso de estudio de esta investigación incorpora las SbN y el enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas definida como la “utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia amplia de adaptación, para ayudar a la sociedad a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático a un nivel local, regional y global” (CDB, 2009 p. 4).

Otra diferencia es que las SbN buscan contar con enfoques alternativos. Por ejemplo, la infraestructura resiliente al clima como la construcción de diques, que si bien busca disminuir la vulnerabilidad climática, su enfoque sigue siendo artificial y de dependencia a recursos, en su mayoría finitos. Las SbN, en cambio, pueden integrar estrategias de infraestructura gris⁴ y natural, aprovechando el capital natural mientras se obtienen diferentes co-beneficios (BID, 2020).

Finalmente, las SbN también difieren de los servicios ecosistémicos ya que, en este tipo de estrategias, la población ya no sólo es beneficiaria de los servicios de la naturaleza, sino que el ser humano puede ser agente protector, gestor y restaurador de éstos, para lograr al mismo tiempo, resolver los problemas del cambio climático, del deterioro ambiental y de otros problemas de desarrollo como la pobreza (UICN, 2017).

El siguiente cuadro resume las principales diferencias entre servicios ecosistémicos y las SbN. No obstante, es esencial entender que estas diferencias no significan que ambos conceptos se contrapongan; al contrario, éstos pueden ser implementados simultáneamente, como estrategias para atender varios problemas tanto de índole ambiental, como económico y social.

⁴ La infraestructura gris se refiere a los métodos tradicionales de gestión que emplean recursos construidos por el hombre, por ejemplo, canales, tuberías y alcantarillados (Strosser, et al., 2015).

Cuadro 3. Diferencias entre servicios ecosistémicos y SbN en el marco de medidas destinadas a atender el cambio climático

Servicios ecosistémicos	Soluciones basadas en la Naturaleza
Enfoque en ecosistemas y biodiversidad	Inclusión de factores sociales y económicos como bienestar, reducción de la pobreza, desarrollo socioeconómico
Origen en la conservación de la diversidad biológica	Origen en la mitigación y adaptación al cambio climático
Atención a problemas ambientales	Atención a diferentes problemas de desarrollo (urbanización, pobreza, espacio público, resiliencia al clima)
Estrategias principales	Pueden ser integradas a otras estrategias para potencializar los beneficios
Ser humano como beneficiario de los servicios de la naturaleza	Ser humano como beneficiario y agente protector, gestor y restaurador de los ecosistemas

Fuente: Elaboración propia con datos de (UICN, 2017) y (BID, 2020)

De este modo, se comprueba lo expuesto anteriormente sobre la necesidad de vincular las estrategias de adaptación al cambio climático con la gestión de riesgo a desastres para fomentar la resiliencia y reducir la exposición y vulnerabilidad tanto para la población, como para la economía, los ecosistemas y la infraestructura nacional (IPCC, 2012).

Esta necesidad se ha vuelto aún más grande ante un contexto de rápida urbanización, lo cual ha provocado que las ciudades se conviertan en zonas altamente vulnerables a los efectos del cambio climático, dada la concentración de personas, el uso intensivo de los recursos naturales y la falta de infraestructura que pueda asegurar la resiliencia de las zonas urbanas (Álvarez, 2017).

México concentra más del 70% de su población en estas zonas y, de acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, alrededor de 87.7 millones de habitantes residen en zonas de riesgo por exposición a fenómenos relacionados con el cambio climático, de los cuales el 70% se encuentran en zonas urbanas y 9.5% en zonas semiurbanas (PNUD, 2013).

Dichos riesgos se exacerbaban para las personas más vulnerables a nivel social y económico, las que carecen de servicios básicos e infraestructura adecuada y resiliente. Por lo tanto, la construcción de resiliencia climática en zonas urbanas es esencial para hacer frente a los inminentes efectos del cambio climático y asegurar que las pérdidas económicas y humanas no aumentarán.

El IPCC define la resiliencia como “la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación” (IPCC, 2014, p. 195).

Por todo lo anterior, en este trabajo se abordará el imperativo de aumentar la resiliencia climática urbana en ciudades mexicanas mediante estrategias integrales que puedan ser adaptadas y adoptadas en los planes de desarrollo, principalmente planes urbanos, como instrumento que vincule acciones de desarrollo, gestión de riesgo y acción climática. En este caso, el instrumento vinculador a analizar serán las Soluciones basadas en la Naturaleza.

De manera particular, se tomará como base el proyecto CityAdapt debido a que justamente pretende poner en práctica varios de los enfoques teóricos-conceptuales que se han explicado arriba ya que permite ilustrar la viabilidad y pertinencia de este tipo de instrumentos para aumentar la resiliencia en zonas urbanas mexicanas.

1.4. Contexto actual respecto a la tendencia de crecimiento y vulnerabilidad climática en zonas urbanas

A pesar de los beneficios tanto ambientales como sociales y económicos que se han encontrado en el diseño e implementación de estrategias integrales y multisectoriales como las SbN, barreras como la falta de financiamiento para acciones contra el cambio climático y adaptación en ciudades, falta de coordinación entre instituciones responsables de los planes de desarrollo urbano, territorial y de medio ambiente, y una predominante preferencia por la infraestructura gris en ciudades, han obstaculizado el aprovechamiento del potencial que tienen estas estrategias en beneficio de la población y los ecosistemas urbanos y periurbanos.

Este contexto se presenta en diversos países, entre ellos México, el cuál por su posición geográfica, relieve y topografía, es un país altamente expuesto a riesgos por fenómenos naturales, en su mayoría derivados de los efectos del cambio climático. Las condiciones de vulnerabilidad social, económica e institucional que permean en gran parte de su territorio, provocan que esta exposición pueda convertirse en riesgo por desastres (PNUD, 2021).

Por el otro lado, las ciudades se han vuelto uno de los focos más importantes para plantear respuestas para el incremento de capacidades adaptativas y resiliencia ante un contexto de crecimiento urbano desmedido (más de la mitad de la población global vive en áreas urbanas y se prevé que para 2050 el 75% de la población vivirá en ciudades (OPS, 2015)), y debido a su importancia económica, al producir 60% del producto interno bruto y a su importancia ambiental al producir también casi el 70% de las emisiones globales de GEI (ONU, 2020).

Aunado a esto, las ciudades son lugares extremadamente vulnerables a los impactos del cambio climático, principalmente por la alta concentración de personas, activos materiales y actividad económica. Las personas con menores recursos son las más vulnerables a estos efectos pues generalmente residen en zonas marginadas que se caracterizan por el difícil acceso a servicios básicos y una infraestructura inadecuada que los expone en mayor grado a peligros, como escasez de agua, inundaciones, deslaves y ondas de calor (Álvarez, 2017).

Ante esto, el IPCC recomienda una integración más estrecha entre las estrategias de adaptación al cambio climático y las de gestión de riesgo de desastres, ya que esto puede proporcionar una serie de enfoques complementarios, los cuales, al combinarse, pueden atender otras cuestiones de desarrollo como bienestar social, infraestructura resiliente, calidad de vida, entre otros (IPCC, 2012).

El IPCC también señala una mayor efectividad de las estrategias y políticas cuando éstas reconocen los múltiples factores de estrés y vulnerabilidad, así como cuando son incorporadas a la planeación local (IPCC, 2012).

Aunado a esto, es esencial que todas las respuestas integren a las áreas urbanas, periurbanas y rurales que forman las ciudades (BID, 2019). No obstante, menos del 50%

de los países en el mundo cuentan con estrategias de desarrollo urbano, y, algunos de los que cuentan con este tipo de estrategias (como en el caso de México), no las implementan atendiendo simultáneamente los impactos del cambio climático, lo que agrava los posibles impactos negativos de una urbanización desordenada y cada vez más acelerada (New Climate Economy, 2018).

La Iniciativa New Climate Economy estima que para 2030, sin inversiones significativas para hacer que las ciudades sean más resilientes, los desastres naturales podrían costar a las ciudades en todo el mundo \$314 mil millones de dólares cada año, y el cambio climático podría llevar a 77 millones de residentes urbanos hacia la pobreza (New Climate Economy, 2016).

La urbanización en América Latina y el Caribe (ALyC) es también un tema esencial para las agendas de desarrollo de los países de la región, ya que ocupa el segundo lugar en urbanización a nivel mundial; pasando de una tasa de urbanización del 4% al 79% entre los años 1950 a 2010, con una población total urbana del 80% a 2014 y con proyecciones de alcanzar el 86% en 2050 (BID, 2017).

México no es distinto al contexto regional. El país concentra entre el 70% y 78% de su población en ciudades (Balderas, et al., 2021). Además, las ciudades mexicanas enfrentan múltiples retos, entre los que destacan una expansión urbana sin control, alta concentración de emisiones de contaminantes y desigualdad en el acceso al empleo y al equipamiento urbano (Zubicaray, et al., 2021).

La expansión urbana en el país se ha desarrollado, principalmente, mediante el nacimiento de ciudades intermedias, en las localidades rurales de las zonas metropolitanas, lo que genera las periferias urbanas. Estas periferias urbanas son espacios de segregación socioespacial, con escasas oportunidades de empleo informal y con un acceso deficiente a los satisfactores urbanos como equipamiento urbano básico y espacio público (Zubicaray, et al., 2021).

De acuerdo con el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2019-2024, atender el problema de la expansión urbana en términos de infraestructura, servicios de transporte y equipamiento, puede representar costos hasta

2.7 veces mayores en asentamientos consolidados no planeados que en asentamientos que contaron con condiciones óptimas en su planeación (SEDATU, 2019).

Por otro lado, estas dificultades se incrementan debido a que no existen en México inventarios o información que permita monitorear la expansión urbana desordenada. De hecho, no existen cifras oficiales respecto a los asentamientos irregulares; por ejemplo, las estimaciones oscilan que entre un margen del 33% y 70% de viviendas en México, se encuentran en situación irregular (SEDATU, 2019).

Ante el crecimiento de estas zonas metropolitanas, crece, a la par, el desafío de desarrollar mecanismos e instrumentos para atender las problemáticas de las zonas urbanas en las áreas metropolitanas, las cuales no cuentan con una sola jurisdicción, lo que requiere coordinación de distintos gobiernos locales, incluso a través de diferentes gobiernos a nivel estatal (Zubicaray, et al., 2021).

Finalmente, para los objetivos de este trabajo de investigación, se añade a este contexto mexicano, mayormente urbanizado, que alrededor de la mitad del territorio está cubierto de montañas y que alrededor del 30% de la población vive en estas áreas montañosas que, por lo general, se enfrenta a situaciones de vulnerabilidad socioeconómica debido a su localización y escasas oportunidades y acceso a servicios (Balderas, et al., 2021).

Por otro lado, estas zonas también suelen enfrentar eventos hidrometeorológicos más frecuentes e intensos y peligros como inundaciones y deslaves. Por lo tanto, la población en zonas urbanas en montañas se vuelve aún más vulnerable ante el cruce de vulnerabilidad socioambiental y poca capacidad adaptativa de la población y una mayor exposición a fenómenos climáticos (Balderas, et al., 2021).

Estos retos son parte del contexto del área de estudio de la presente investigación: la ciudad de Xalapa, capital del estado de Veracruz en México. Esta ciudad forma parte del Área metropolitana de Xalapa conformada por seis municipios, no obstante, el municipio de Xalapa concentra la mayor parte de los habitantes de esta área (500.000 habitantes de un total de 666.535 habitantes que alberga la zona metropolitana) (CityAdapt, 2020).

Esta región ha sufrido una rápida urbanización no planificada, creciendo hacia terrenos no aptos para el desarrollo, obteniendo un índice de urbanización de 97.9%, colocándose muy por arriba del promedio nacional de 79% (de acuerdo con INEGI, 2020), y conformándose como el espacio más denso, poblacional y residencial a nivel metropolitano (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019). Además, la mancha urbana se ha expandido a pasos agigantados duplicando su número de habitantes en sólo 30 años (INEGI, 2011).

La falta de coordinación entre los diferentes actores y autoridades locales también ha contribuido a que estas zonas se expandan en áreas de alto valor ecológico⁵ y que la deforestación aumente la exposición y el riesgo por desastres a la vez que contribuye al cambio de clima y al cambio de los patrones de lluvia (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

En el siguiente mapa del proyecto CityAdapt, se puede ver la diferencia de temperatura en la ciudad de Xalapa: mientras que una zona mantiene su cobertura arbórea y se mantiene con 15°C en promedio, la zona urbanizada sin este tipo de cobertura puede incrementar hasta 7°C más, lo que demuestra la urgencia de considerar al capital natural en los instrumentos de desarrollo urbano.

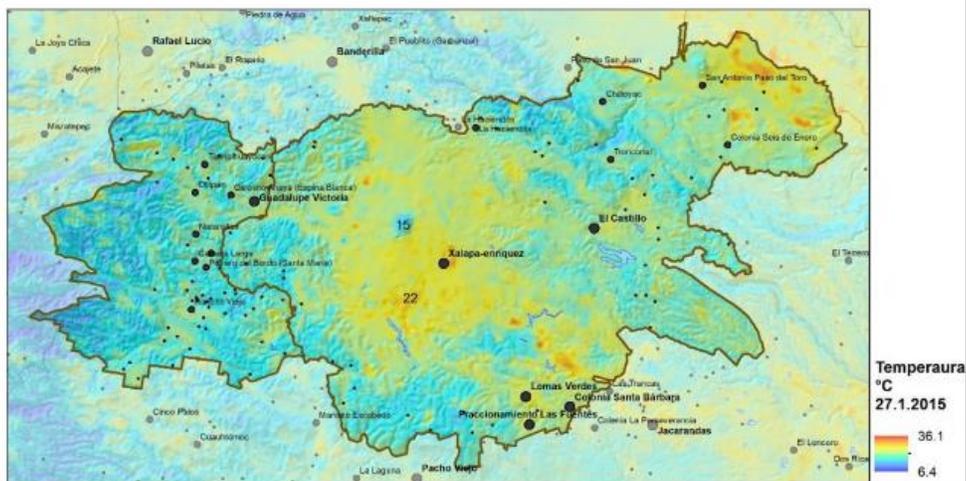


Figura 1: Diferencia de temperatura en un día en la ciudad de Xalapa.

Fuente: CityAdapt, 2020

⁵ Xalapa, por ejemplo, contiene entre el 10% y el 12% del total de la flora vascular nacional, convirtiéndolo en el ecosistema con mayor diversidad por unidad de superficie (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

Todo lo anterior vuelve a Xalapa y sus zonas periurbanas altamente vulnerables al cambio climático y a peligros por riesgo de desastres. El PNUMA identificó dos principales riesgos en el área: inundaciones y deslizamientos y deslaves de laderas.

En Xalapa, la población está expuesta a peligros por inundaciones, esto puede ser “condicionado, ya sea por las características del medio natural y su transformación por el desarrollo urbano; por una ausencia de infraestructura que facilite la salida del agua de lluvia; o por el escaso mantenimiento de ésta (limpieza de traga-tormentas)” (CityAdapt, 2020 p. 20).

En cuanto a deslaves y derrumbes, debido al relieve irregular con pendientes y barrancas profundas, principalmente las zonas rurales colindantes con Xalapa son las que se encuentran expuestas a este riesgo (CityAdapt, 2020).

Además de los retos de urbanización y vulnerabilidad por exposición a riesgos por desastres, cabe destacar que poco más de un tercio de la población (37.4%), se encuentra en situación de pobreza, de la cual el 5.6% pertenece al rubro de pobreza extrema (Coneval, 2010 como se citó en H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

Esto coloca a Xalapa en un importante contexto de desigualdad; “Xalapa es, después de Oaxaca, la ciudad más desigual del país” (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019, p. 86). De acuerdo con ONU-Hábitat (2010), en el municipio se observan las mayores tasas de desigualdad del país y es uno de los cinco municipios de Veracruz que albergan al 15.6% de la población en pobreza del estado (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

La desigualdad se refleja en el limitado acceso a recursos que sufren los habitantes de la ciudad. En materia de salud, por ejemplo, para el 2017, el 45.08% de la población no contaba con derechohabencia a instituciones de salud pública (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

La equidad de género es también un tema pendiente para Xalapa, pues si bien la participación de las mujeres en actividades económicas se ha incrementado, esta sigue siendo muy desigual frente a la de los hombres con un 43% de participación de mujeres frente a un 78% de participación de hombres en estas actividades (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

Finalmente, vale la pena señalar que estas desigualdades se presentan principalmente para los habitantes del norte de la ciudad, quienes se enfrentan a la falta de acceso a sistemas de salud y a un transporte público de mala calidad, así como a problemas de viviendas con infraestructura deficiente y sin áreas verdes (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019). De hecho, existen dos localidades en esta zona en donde el 50% de la población cuenta con al menos tres carencias de acceso a recursos y presenta un grado de marginación y rezago social de alto a muy alto (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

El contexto de la ciudad de Xalapa es similar al de muchas ciudades mexicanas: un crecimiento urbano desordenado, creciente desigualdad y deficiencia del espacio público urbano, impactos negativos en el entorno natural y recursos hídricos y asentamientos no regulados que incrementan la vulnerabilidad de la población (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

En este sentido, uno de los principales objetivos plasmados en el Plan Municipal de Xalapa 2018-2021 es “lograr un crecimiento urbano ordenado en equilibrio con el sector rural, con respeto al medio ambiente y con estándares óptimos de competitividad basados en el crecimiento poblacional” (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019, p.125).

Respecto a lo ambiental, Xalapa se destaca como “una ciudad rodeada de montaña en una zona de transición entre el bosque mesófilo y selva baja” (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019, p.114), no obstante, sus recursos naturales y biodiversidad se han enfrentado a cambios importantes durante los años debido, entre otras situaciones, “al crecimiento de la mancha urbana sobre el entorno rural y la especulación inmobiliaria sobre terrenos de alto valor ambiental a bajos precios” (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019, p.115).

La designación de suelo para uso urbano ha provocado que la vegetación leñosa de las áreas verdes del municipio haya pasado del 29% en 2050 al 19% en 2010, respecto a la proporción total del área de la ciudad. Por su parte, la mayoría de los ríos que atraviesan la ciudad actualmente se encuentran entubados o contaminados (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

De acuerdo con los diagnósticos, esta situación apunta a continuar debido a una tendencia a la baja de la población de la zona urbana en Xalapa y una tendencia de crecimiento de asentamientos en la periferia, lo que provoca pérdida de suelos rurales para absorber a los nuevos habitantes, principalmente en algunos municipios colindantes como Tlalnelhuayocan (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019).

Por lo tanto, el visibilizar el contexto de la ciudad de Xalapa como caso de estudio, permite entender la importancia y beneficios de la implementación de instrumentos que promuevan la incorporación del capital natural en zonas urbanas y periurbanas en México para incrementar su resiliencia climática.

Actualmente, en Xalapa se está implementado el proyecto CityAdapt, el cual tiene el objetivo de promover la resiliencia climática en zonas urbanas a través de la implementación de SbN. El proyecto está financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y ejecutado por la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Se enfoca en fortalecer capacidades de gobiernos locales de 3 ciudades de Latinoamérica: San Salvador en el Salvador, Kingston en Jamaica y Xalapa en México (CityAdapt, 2020).

El ejemplo de la implementación de SbN en Xalapa, desde sus procesos de diseño hasta la ejecución de proyectos adecuados a esta zona, puede ser una referencia para comprender los factores que propician el éxito de estas estrategias y los distintos co-beneficios que se derivan de ellas, al tiempo que se analiza la esencial participación de diferentes actores en la construcción de este tipo de política públicas.

Antes de ahondar en el diseño e implementación del proyecto en Xalapa, es importante también conocer los esfuerzos que se han hecho previamente en materia de coordinación institucional y desarrollo de instrumentos de planeación para el desarrollo urbano y el cambio climático tanto a nivel nacional como a nivel local.

1.5. Marco regulatorio sobre cambio climático y desarrollo urbano en México

El cambio climático en México fue abordado por primera vez como parte de las políticas públicas de México en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 del sexenio de

Felipe Calderón (Rueda, et al, 2016). En este plan se incluyeron objetivos de reducción de GEI (mitigación) y el componente de adaptación.

En este mismo sexenio se publicó La Ley General de Cambio Climático, en el año 2012, siendo el principal instrumento que rige las acciones de México frente al cambio climático y convirtiendo al país en el segundo en el mundo en contar con una legislación específica de la materia. Además de los componentes de mitigación y adaptación, la Ley incluye la institucionalización de la política nacional de cambio climático a través del mandato de convertir al Instituto Nacional de Ecología (INE) en el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y de crear el Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) y el Consejo de Cambio Climático (Cámara de Diputados, 2012).

Estos dos últimos organismos, se crearon con el objetivo de coordinar y administrar de manera efectiva la política nacional, integrando los distintos órdenes de gobierno y sectores tanto privado, como público y social (Cámara de Diputados, 2012). En el siguiente cuadro se ilustra la estructura del Sistema Nacional de Cambio Climático.

Cuadro 4: Estructura del Sistema Nacional de Cambio Climático



Fuente: SEMARNAT, 2013.

Para términos de esta investigación, es importante resaltar a las entidades federativas y las autoridades municipales como un actor principal para llevar a cabo las acciones y políticas en la materia. Además de ser un actor principal en el SNCC, la LGCC atribuye a los estados y municipios para la formulación, conducción y evaluación de su política de cambio climático, esto alineado con las directrices de los distintos instrumentos federales que dirigen las acciones y compromisos climáticos de México como el Programa Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático y los programas estatales de cambio climático, además de otras disposiciones legales (Cámara de Diputados, 2012, artículo 7).

Respecto a la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), en la Sexta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático ante la CMNUCC, esta se define como

“el conjunto de intervenciones públicas desarrolladas por los tres órdenes de gobierno que contribuyen a reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y transitar hacia una economía baja en carbono, así como también a disminuir la vulnerabilidad y fortalecer la adaptación de la población, los ecosistemas y los sistemas productivos ante los efectos del cambio climático” (INECC, 2018, p. 81).

En materia de adaptación, la PNCC se enfoca en fortalecer este proceso en el territorio nacional e incluye planes y programas a nivel nacional y estatal, herramientas para la toma de decisiones como el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático y metodologías como la propuesta de elementos clave del proceso de adaptación al cambio climático desarrollada por el INECC, que contempla: 1) análisis de las vulnerabilidades actual y futura; 2) diseño de medidas de adaptación; 3) implementación de las medidas de adaptación, y 4) monitoreo y evaluación (INECC, 2018).

Para dar un panorama lo más completo posible de los instrumentos que dirigen las acciones en materia de adaptación a nivel nacional, es importante mencionar a la NDC que México presentó ante la CMNUCC en 2015, la cual establece los compromisos del país a nivel internacional para llegar a los objetivos del Acuerdo de París de no superar el límite de temperatura global a 2°C y realizar esfuerzos por establecer un límite de 1.5°C (INECC, 2018).

La NDC de México establece una meta no condicionada del 22% de reducción de emisiones de GEI y una reducción del 51% de Carbono Negro (CN) en un escenario BAU (Business as Usual)⁶ con un pico de emisiones al 2026. Por otra parte, la meta de mitigación condicionada contempla una reducción del 36% de GEI y 71% de CN al 2030 (SEMARNAT, 2015).

Respecto al componente de adaptación, la NDC presentada en 2015, se basó en tres líneas de acción prioritarias que contemplaban: la adaptación del sector social, la adaptación basada en ecosistemas y la adaptación de infraestructura estratégica y sectores productivos (SEMARNAT, 2015).

No obstante, como lo dice el Acuerdo de París, cada cinco años los países deben presentar metas mucho más ambiciosas, con base en el principio de progresividad del Acuerdo y que se alineen a lo que la ciencia climática dicta para evitar una crisis climática (CMNUCC, 2015). Así, en diciembre de 2020, México publicó su NDC actualizada, la cuál ha sido controversial y sujeta a amparos legales⁷ debido a que en ella se establecen los mismos porcentajes de reducción de emisiones que en la de 2015, contrario a la progresividad solicitada en el AP.

A pesar de lo anterior, en materia de adaptación, la NDC de 2020 sí contiene algunos avances a través de la ratificación de la vulnerabilidad de México a los impactos del cambio climático y el vínculo de adaptación e igualdad social. También incluye nuevas medidas a través de cinco ejes y 27 líneas de acción que reflejan la importancia del tema para el país (SEMARNAT, 2020). En el siguiente cuadro se muestran los cinco ejes que rigen las medidas de adaptación a nivel nacional, incluidas en la NDC revisada.

⁶ Bajo un escenario BAU, se proyecta una trayectoria de emisiones basadas en un crecimiento económico con ausencia de políticas de cambio climático (SEMARNAT, 2015).

⁷Referirse a: <https://www.greenpeace.org/mexico/noticia/49232/ndc-de-mexico-deben-ser-mas-ambiciosos-y-progresivos/>

Cuadro 5: Ejes del componente de Adaptación de la Contribución Nacionalmente Determinada de México de 2020

<p>A</p> <p>Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio</p>		7 líneas
<p>B</p> <p>Sistemas productivos resilientes y seguridad alimentaria</p>		5 líneas
<p>C</p> <p>Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos</p>		7 líneas
<p>D</p> <p>Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático</p>		4 líneas
<p>E</p> <p>Protección de infraestructura estratégica y patrimonio cultural tangible</p>		4 líneas

Fuente: SEMARNAT, 2020

Finalmente, es importante mencionar que, tanto en la NDC de México como en la Sexta Comunicación, se reconoce la adopción de tres enfoques para el diseño e implementación de las medidas de adaptación en México: adaptación basada en ecosistemas (AbE), adaptación basada en comunidades (AbC) y adaptación basada en reducción de riesgos de desastres (AbRRD) (INECC, 2018).

Dichos enfoques, aunque contemplan diferentes orientaciones, pueden ser complementarios. Esta integración de enfoques se podrá ver más adelante a través del análisis del proyecto que se estudia en esta investigación:

“Una lección aprendida a partir de la implementación de proyectos de adaptación es que la AbE contribuye a reducir el riesgo de desastres relacionados con el cambio climático, y toma en cuenta y empodera a las comunidades en las cuales se implementan acciones

de adaptación; por lo tanto, incluye en sí misma a los otros dos enfoques, la AbC y la AbRRD” (INECC, 2018).

Si bien estos avances en materia de adaptación representan importantes pasos para el país, aún hay brechas importantes, tanto de implementación y financiamiento, como de coordinación desde el diseño de estrategias viables que puedan ser adoptadas a nivel local y que promuevan una verdadera adaptación a los efectos cada vez más catastróficos del cambio climático.

Es necesario aún coordinar esfuerzos con las distintas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, no sólo ambientales sino de prevención, seguridad pública y desarrollo territorial. Es necesaria también la publicación del Plan Nacional de Adaptación que contendrá los lineamientos de las acciones nacionales de este componente (INECC, 2018), y facilitar la integración de los planes y programas en todos los sectores y en diferentes niveles.

Ahora bien, en materia de desarrollo urbano, el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021- 2024, es el instrumento de planeación que rige las prioridades y estrategias en el tema a nivel nacional. Dentro de sus objetivos prioritarios 3 y 6, se reflejan los esfuerzos por coordinar el desarrollo con el medio ambiente y el cambio climático.

El objetivo prioritario 3 establece "transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas, equitativas, justas y económicamente viables, que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos", e incluye principalmente, la atención a problemas derivados de la expansión urbana desordenada (SEDATU, 2021).

Dentro de las estrategias (o líneas de acción) de este objetivo, se encuentran la promoción y diseño de normas y programas ambientales con la participación de los responsables relacionados con el desarrollo urbano como infraestructura urbana, equipamiento, etc.; y el diseño de una guía metodológica para la elaboración y adecuación de programas integrales para todas las escalas de planeación territorial que integren ordenamiento territorial, ordenamiento ecológico, desarrollo urbano y gestión

integral de riesgos; con perspectiva de género y criterios de accesibilidad (SEDATU, 2021).

Además, el objetivo prioritario 6 para “Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes”, menciona explícitamente la urgencia de fortalecer las capacidades adaptativas de la población, particularmente, de la población más vulnerable; así como establecer estrategias territoriales para la mitigación y adaptación ante el cambio climático (SEDATU, 2021).

Entre las estrategias de este objetivo se contempla el fomento al desarrollo de proyectos de infraestructura verde, la participación de la SEDATU en la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, la consideración de los diagnósticos de vulnerabilidad al cambio climático para normas y lineamientos en materia de resiliencia territorial y adaptación ante los efectos del cambio climático, así como la promoción de la Gestión Integral de Riesgo dentro de la política nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (SEDATU, 2021).

A pesar de los grandes esfuerzos por coordinar estos temas a través de los diferentes niveles y sectores, el programa no contempla la coordinación con algunas dependencias clave como el INECC, CENAPRED, entre otras responsables de la gestión de riesgos de desastres, adaptación al cambio climático y atención a poblaciones y ecosistemas vulnerables. Es necesario entonces, utilizar los instrumentos que ya existen a nivel federal para poder diseñar e implementar acciones, programas y proyectos viables que atiendan la vulnerabilidad urbana a nivel local.

1.5.1. Instrumentos de desarrollo urbano y cambio climático en Veracruz

En este mismo sentido, se ahonda ahora en el caso de Veracruz y en el caso de estudio de esta investigación, Xalapa, y los instrumentos estatales y municipales que contribuyen a la coordinación de desarrollo urbano y territorial con la adaptación al cambio climático y reducción de la vulnerabilidad de la población y ecosistemas.

En materia de cambio climático, Veracruz fue el primer estado en publicar un Programa Estatal de Cambio Climático (PEACC) y una ley regional de cambio climático

en 2009 y 2010, respectivamente, es decir, incluso antes de que México contara con la Ley General de Cambio Climático, publicada en 2012. El Programa Estatal mandata la creación de Planes Municipales de Acción Climática (PACMUN), el cual Xalapa desarrolló en 2013 y actualizó en 2016 para identificar las medidas más viables de mitigación de GEI y de adaptación al cambio climático en el municipio (Balderas et al., 2021).

Aunado a lo anterior, Xalapa también cuenta con instrumentos de planeación territorial que incorporan la visión de riesgos climáticos y acciones de mitigación e incorporan estrategias de conservación o restauración de ecosistemas, con lo cual el municipio demuestra los esfuerzos de coordinación que se han tenido para incorporar temas climáticos y de desarrollo urbano en la agenda gubernamental (CityAdapt, 2020).

Xalapa cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, actualizado en 2018 cuyo objetivo es “regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales” (Gobierno del Estado de Veracruz, 2018 p.2); y con un Programa de Ordenamiento Territorial para la zona metropolitana de Xalapa para “orientar el uso óptimo del territorio (particularmente en las zonas urbanas y sistemas de ciudades), impulsar el desarrollo sustentable de las actividades económicas y elevar la calidad de vida de la población, fortaleciendo la ocupación ordenada del territorio” (Gobierno del Estado de Veracruz, 2018, p. 4).

Por su parte, el Plan Municipal de Desarrollo de Xalapa (2018-2021) cuenta con un diagnóstico socioambiental y resalta la importancia ecológica del bosque mesófilo de montaña y los efectos de la urbanización descontrolada y desorganizada contribuyendo con la disminución de su cobertura forestal “de 29% (1950) a 19% (2010) respecto a la proporción total del área de la ciudad” (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2019, p. 114).

Finalmente se destaca como instrumento el Atlas Municipal de Riesgos de Xalapa que analiza los “fenómenos perturbadores” (geológicos, hidrometeorológicos, químico-tecnológicos, sanitarios-ecológicos y socio-organizativos) y establece índices e indicadores económicos para definir la vulnerabilidad socioambiental de la población (Secretaría de Protección Civil de Xalapa, 2011).

Ante este contexto, el proyecto CityAdapt busca incidir en este tipo de ciudades y zonas urbanizadas para construir resiliencia climática e incrementar las capacidades adaptativas de la población. Para el proyecto se colaboró con gobiernos y asociaciones locales y propone la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza enfocadas en tres componentes: i) incorporar la AbE en la planeación del desarrollo urbano a mediano y largo plazo; ii) implementar intervenciones urbanas de AbE para reducir la vulnerabilidad de las comunidades locales; y iii) adquirir conocimientos y generar conciencia sobre la AbE urbana en toda la región (CityAdapt, 2020).

El proyecto ya cuenta con varios resultados tanto de implementación en campo como de colaboración entre los diferentes actores involucrados en el desarrollo de Xalapa. Por lo anterior, y ante la falta de documentación de casos que permitan entender la manera de establecer este tipo de estrategias en México, el análisis de un proyecto que incorpore SbN en una ciudad que enfrenta un contexto similar al de muchas con otras ciudades mexicanas como un crecimiento urbano desordenado, altas tasas de desigualdad y un importante deterioro ambiental, puede ser una referencia para comprender los factores que propician el éxito de estas estrategias y los distintos cobeneficios que se derivan de ellas, así como contribuir a la adopción efectiva de estas en otras áreas, al tiempo que se analiza la esencial participación de diferentes actores en la construcción de este tipo de políticas públicas.

A través de la revisión del marco teórico y el estado del arte del concepto de SbN y los conceptos que influyen en su desarrollo, se puede tener una mejor comprensión de la pertinencia de este tipo de estrategias y los cobeneficios que pueden derivar de su implementación.

Por otro lado, la revisión del marco regulatorio en torno al cambio climático y el desarrollo urbano a nivel nacional y local, permite tener una primera aproximación a la pregunta que guía esta investigación, en primer lugar, entendiendo que en México sí existen instrumentos que incluyen esfuerzos por vincular el desarrollo urbano con la adaptación al cambio climático, y, a pesar de que no es el caso de todas las zonas urbanas, el área de estudio de esta investigación, Xalapa Veracruz, también cuenta con dichos instrumentos. No obstante, es necesario que estos instrumentos de política

pública no se queden en la etapa de planeación, sino que lleguen a la etapa de implementación y evaluación. También es necesario que se atiendan simultáneamente los fenómenos de una rápida expansión de la marcha urbana y los crecientes impactos del cambio climático.

En este sentido, en el siguiente capítulo se ahonda en como estos fenómenos han contribuido a que la zona de estudio de la presente investigación cuente con un importante grado de vulnerabilidad y se describen los diferentes tipos de peligros a los que están expuesta su población.

Capítulo 2

Desarrollo urbano y cambio climático en Xalapa

2.1. Expansión de la mancha urbana en Xalapa

Xalapa es la capital del estado de Veracruz, considerada una ciudad mediana con alrededor de 500,000 mil habitantes (CityAdapt, 2020). Al igual que el contexto del país, el estado de Veracruz, por su localización geográfica, es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático al estar situado junto al Golfo de México y más aún, al tener una parte importante de áreas montañosas y zonas costeras (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018); de hecho, la región de Xalapa se encuentra localizada en la Región Central Montañosa del Estado de Veracruz (Balderas, et al., 2021).

El área de estudio de esta investigación comprende los municipios de Xalapa y Tlalnelhuayocan. El interés es por la expansión urbana que abarcan ambos municipios y las dificultades que pueden presentar al ser, el primero, un entorno urbano, y el segundo, predominantemente rural, con una topografía montañosa con laderas, en ocasiones, fuertemente inclinadas. Ambos municipios se localizan también dentro de dos cuencas: las del Río la Antigua y Actopan. (CityAdapt, 2020).

El clima en Xalapa es húmedo-templado; la temperatura promedio es de 18°C y la precipitación anual es de 1,509 milímetros. No obstante, la deforestación cuencas arriba (Perote, Veracruz y Quimixtlán, Puebla) ha provocado cambios en el clima en las últimas tres décadas, lo que a su vez ha afectado la intensidad y distribución de la precipitación provocando mayor intensidad de lluvias en tiempos de temporal y periodos de estiaje más prolongados (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018).

El ecosistema característico de Xalapa es el Bosque Mesófilo de Montaña, el cual representa solo el 1% del área forestal nacional, pero alberga entre el 10 y el 12% (6,790 especies aproximadamente) del total de la flora vascular del país, convirtiéndolo en el ecosistema que alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna por unidad de superficie. Además, el 34.8% de la flora albergada es endémica (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018). En Xalapa se ubican ocho Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal, lo que, aunado a lo anterior, demuestra la importancia de los ecosistemas que se

localizan ahí y los servicios ambientales que estos proveen como captura de carbono, conservación del suelo y servicios hidrológicos esenciales (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018).

Respecto a la relación de zonas verdes por habitante, el Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) de Xalapa, indica que el municipio cuenta con 12.16 m² de áreas verdes por habitante, lo cual coincide con los rangos de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, que consideran como nivel sustentable entre 10 y 15 m² de áreas verdes por habitante. (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016).

No obstante, el crecimiento urbano ha representado pérdidas tanto de superficie y paisajes forestales, como de suelos para uso agrícola y ganadero. De acuerdo con el estudio de vulnerabilidad que realizó CityAdapt (2020), la pérdida de la superficie forestal en Xalapa y el municipio colindante de Tlalnehualyocan en el periodo de 2003 a 2012, representó un total de 535.5 hectáreas y una reducción de 262.62 hectáreas en el bosque mesófilo de montaña durante el periodo 2003-2013. Estas pérdidas representan casi el 10% de la superficie total de ambos municipios. Por su parte, el suelo para uso agrícola y ganadero perdió alrededor de 1,108.73 ha (CityAdapt, 2020).

A nivel político y social, desde 2019, el municipio de Xalapa es gobernado por el partido Movimiento Regeneración Nacional (MORENA); no obstante, el municipio de Tlalnelhuayocan está gobernado por el Partido Revolucionario Institucional (PRI). Es importante considerar este contexto como una de las posibles causas de la falta de planeación y coordinación ante la expansión urbana desenfrenada que vive Xalapa y que se extiende hacia la zona rural de Tlalnelhuayocan. Sin embargo, en las elecciones de 2021, MORENA ganó como el partido que gobernará ambos municipios para el periodo 2022- 2024.

Vale la pena mencionar además que el municipio de Xalapa estableció un organismo descentralizado para canalizar solicitudes e inquietudes de los habitantes del municipio con el Ayuntamiento. Esta estructura está integrada por grupos de colonias denominados Centros de Gestión Comunitaria que fungen en temas como derechos humanos y sociales, cultura, salud, educación y medio ambiente (H. Ayuntamiento de

Xalapa, 2021). Estos centros de gestión han sido uno de los actores habilitadores para el desarrollo del proyecto CityAdapt, como se verá en los siguientes capítulos.

Como se mencionó anteriormente, Xalapa se enfrenta a un importante contexto de desigualdad, lo que lo convierte en uno de los municipios con mayores tasas de desigualdad del país. Esto se debe, entre otros factores, a los problemas de urbanización que ha presentado desde hace 60 años, cuando inició este “boom de expansión urbana” (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018, p. 32).

En treinta años, la superficie urbana creció más del doble que la población de Xalapa, pasando de 126 hectáreas en 1980 a 5,977 en 2010, lo que equivale a un incremento de 8.64 veces en dicho periodo. Esto coloca a Xalapa, como se mencionó anteriormente, muy por arriba del promedio del índice nacional de urbanización con un índice del 97.9%, posicionándose como “el espacio más denso, poblacional y residencial de la aglomeración de la que es parte”⁸ (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018, p. 32).

Esta expansión ha seguido un modelo de ocupación irregular, principalmente durante los años ochenta y noventa (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018, p. 32). Las familias de menores ingresos se han establecido en terrenos sin una apropiada planeación de uso de suelo, con casas construidas con premura y sin los materiales adecuados para su seguridad. El gobierno de Xalapa incluso ha reconocido que la expansión de estas áreas ha sido tan rápida que le ha sido prácticamente imposible proveerlas de servicios básicos como agua entubada, energía eléctrica, alumbrado público, drenaje, pavimento y recolección de basura, así como dotarlas de equipamiento y áreas verdes (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016). En palabras del ex alcalde de Xalapa, el crecimiento urbano desordenado de la ciudad ha derivado en problemas como:

“una creciente ineficiencia del espacio urbano: sin obras que amplíen las opciones de circulación, la población enfrenta enormes problemas para la movilidad cotidiana; un crecimiento no planeado genera dispersión, baja densidad, alejamiento de las poblaciones respecto de la infraestructura y

⁸ El Índice Básico de las Ciudades Prósperas (CPI) del 2018 de ONU Hábitat, propone el concepto aglomeración urbana para reconocer los espacios urbanizados discontinuos o “parches urbanos” como parte de una ciudad y que dependen de ella (asentamientos informales, conjuntos de vivienda, localidades urbanas dispersas y otros usos). El CPI determina la aglomeración urbana de Xalapa conformada por el municipio de Xalapa junto con el área urbana continua de los municipios de Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Jilotepec, Rafael Lucio y Tlalnelhuayocan.

el mercado laboral; y esto aumenta la necesidad de mayores inversiones en infraestructura; genera impactos indeseables sobre el entorno natural, las áreas productivas y los recursos hídricos; suscita deforestación y pérdida de áreas de recarga de los mantos freáticos; genera poblamiento de zonas no aptas para uso residencial (vulnerabilidad); y da pie a la formación de asentamientos e instalaciones en lugares poco apropiados". (CityAdapt, 2020, p. 90)

Este contexto lo vive aproximadamente el 40% de habitantes en este tipo de zonas en Xalapa y sus áreas conurbadas, porcentaje que además se asienta sobre tierras inestables, ya sea por la pérdida de vegetación que originalmente les otorgaba mayor firmeza (2.2%) o por la presencia de suelos cuya textura y adherencia los hace vulnerables en condiciones de desnudez, pendientes pronunciadas y excesos de humedad (38.2%). La mayor concentración de estas zonas se presenta al sur de la ciudad, donde las elevaciones son menores; y al noroeste (zona de estudio de esta investigación), donde las elevaciones y pendientes son más importantes y fueron ocupadas por colonias populares muy precarias (CityAdapt, 2020).

Este crecimiento desordenado exacerba la desigualdad de la ciudad, en primer lugar, debido a que éste se ha dado en su mayoría en zonas vulnerables a deslaves e inundaciones, además de que el medio físico donde se extiende la urbanización presenta desventajas como suelo rocoso, laderas y lechos de río a los que las familias tienen que adaptarse al no tener alternativas, afectando el acceso a servicios básicos, la movilidad e incluso el uso de suelo. Además, este crecimiento descontrolado ha deteriorado áreas verdes y terrenos agrícolas por la falta de regulación sobre el uso del suelo, que conduce a importantes implicaciones en términos del poco acceso que tienen los habitantes a espacios de recreación e incluso a áreas productivas (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2018).

Aunado a lo anterior, las tendencias demográficas apuntan a que la coordinación entre los diferentes gobiernos municipales será cada vez más necesaria. Pues, mientras el municipio de Xalapa presenta tasas de crecimiento a la baja, los municipios aledaños que conforman su corona metropolitana seguirán absorbiendo con mayor rapidez a los nuevos habitantes, principalmente el municipio (predominantemente rural) de San Andrés Tlalnahuayocan, lo que propiciará a una mayor segregación social, menor acceso a

servicios básicos y un mayor deterioro ambiental y de servicios ecosistémicos por la ocupación del suelo sin la planeación y regulación adecuadas (CityAdapt, 2020).

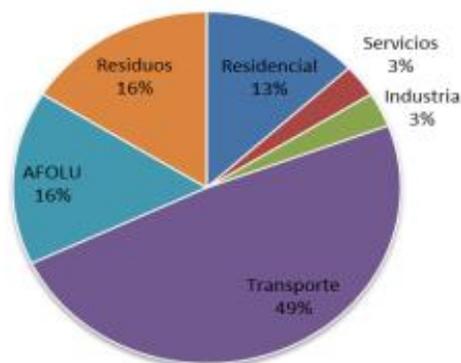
Cabe mencionar que ante este proceso que se ha desarrollado por un periodo prolongado, el gobierno estatal y municipal han realizado esfuerzos de coordinación como planes y programas a nivel local e intermunicipal, por ejemplo, el Programa de Desarrollo Urbano para la zona conurbada de Xalapa-Banderilla-Emiliano Zapata-Tlalnelhuayocan, decretado en 2004 y con un horizonte a 2020. No obstante, estos planes no se han logrado aplicar y/o implementar, por lo que el problema ha seguido creciendo sin resultados adecuados (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016).

2.2 La vulnerabilidad de Xalapa ante el cambio climático

Además del tema de la expansión urbana, el estado de Veracruz es considerado como una de las entidades con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático. La entidad presenta alta y muy alta vulnerabilidad al cambio climático debido a que los municipios afectados presentan algún grado de degradación en sus recursos (Monterroso, et al, 2014). Aunado a esto, se prevé que ante los escenarios de cambio climático, Xalapa enfrente reducciones importantes en la disponibilidad de agua (CityAdapt, 2020).

Por su parte, el inventario de emisiones de GEI de Xalapa indica que el sector transporte es la principal fuente de emisiones de GEI; no obstante, el sector de Agricultura, Forestal y Cambio de Uso de Suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés), ocupa el segundo lugar junto con el de residuos (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016) como se aprecia en el cuadro 6.

Cuadro 6. Emisiones de GEI (CO₂e) de Xalapa por sector. Año 2011.



Fuente: H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016.

Respecto al sector AFOLU, es importante entender que el 98% de las emisiones se asocia al subsector uso de suelo y cambio de uso de suelo (USCUS) (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016) lo que refleja que esta expansión desordenada no sólo genera mayor vulnerabilidad y segregación social, sino que también contribuye de manera importante a las emisiones de GEI, las cuales, a su vez, son causantes del incremento de temperatura global (como se explicó en el capítulo 1).

Cuadro 7. Emisiones por Uso y Cambio de Uso de Suelo en Xalapa

Categoría	Uso 1	Uso 2	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bosques explotados plantados	TF	TF	tCO ₂ e	122,352	121,765	121,350	120,966	120,448	120,403	120,985
TC y OT	A	tCO ₂ e	877	877	877	877	877	877	877	877
Deforestación	TF	TC	t CO ₂ e	83,150	83,546	83,943	84,339	84,735	85,132	85,528
TF	A	t CO ₂ e	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376	32,376
Total emisor	tCO ₂ e			238,546	238,558	238,558	238,558	238,436	238,788	239,766

TF: tierras forestales; TC: tierras de cultivo; OT: otras tierras; A: asentamientos urbanos

Fuente: H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016

2.2.1 Exposición al cambio climático en la zona de expansión urbana de Xalapa

El proyecto CityAdapt publicó un reporte sobre la vulnerabilidad socioambiental de Xalapa, el cual se utilizó como línea base para evaluar las posibilidades de implementar medidas de AbE en la zona (CityAdapt, 2020). Si bien el objetivo de esta investigación no es indagar en los peligros y riesgos de la zona colindante de los municipios de Xalapa y Tlalnelhuayocan, es importante revisar los resultados que derivaron de este análisis de

vulnerabilidad para entender la exposición de la zona y la pertinencia y mecanismos habilitadores que permitieron el desarrollo y aceptación del proyecto.

En primer lugar, se identificó la exposición a los principales riesgos en la zona: por un lado, inundaciones (principalmente en la zona urbana) y, por otro lado, derrumbes, deslizamientos y deslaves (principalmente en la zona rural) (CityAdapt, 2020).

Es importante entender la diferencia de estos tres últimos conceptos: mientras el derrumbe presenta la caída abrupta del material, los deslizamientos y deslaves presentan un desplazamiento de material diferenciado porque el factor detonante en el deslave es la precipitación (CityAdapt, 2020).

Cuadro 8. Derrumbes, deslizamientos y deslaves



Derrumbe: fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel.

Deslizamiento: fenómeno de desplazamiento masivo de material sólido que se produce bruscamente, cuesta abajo, a lo largo de una pendiente.

Deslave: Es un caso especial de un deslizamiento cuyo causante, o factor detonante, es el agua que penetra en el terreno por lluvias fuertes y prolongadas.



Fuente: CityAdapt, 2021

De este modo, el “Estudio de Vulnerabilidad ante el cambio climático en Xalapa y Tlalnelhuayocan” de CityAdapt (2020) expone los siguientes datos de exposición a peligros en la zona de intervención del proyecto:

Derrumbes:

Cerca del 30% del territorio de la zona rural del municipio de Tlalnelhuayocan está sujeto a peligro de derrumbes en un nivel medio a muy alto, mientras que Xalapa sólo cuenta con un 7% de exposición⁹ media a muy alta.

A pesar de tener un porcentaje mucho más bajo que el de Tlalnelhuayocan, cabe mencionar que este peligro se concentra en las laderas de las colonias colindantes con dicho municipio.

Deslizamientos y deslaves:

El municipio de Tlalnelhuayocan presenta una mayor superficie sujeta a este peligro por su topografía compuesta por laderas con pendientes pronunciadas, por lo que alrededor del 72.8% de su territorio está expuesto en un nivel medio a muy alto a deslizamientos y deslaves, principalmente en la zona rural.

Por su parte, en el municipio de Xalapa, la superficie con estos rangos de peligro corresponde al 13.3% del total del municipio. Las zonas con mayor exposición son colonias de reciente crecimiento y que, de nuevo, colindan con el municipio de Tlalnelhuayocan.

Inundaciones:

Mientras Tlalnelhuayocan no presenta peligros de inundación salvo las colonias colindantes con Xalapa, la zona urbana de Xalapa se caracteriza por estar sujeta a niveles medios a muy altos de peligro por inundación.

Se estima que al menos 500 hectáreas de Xalapa son definidas como áreas inundables y que aproximadamente el 19% de la población y 1% de los hogares se ven afectados por inundaciones cada año.

Sólo en el año 2017, se presentaron un total de 451 contingencias en Xalapa, en su mayoría relacionadas a inundaciones de vivienda (162), deslizamientos de tierra (109),

⁹ El término exposición se refiere a la 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).

caídas de árboles y/o desprendimiento de ramas (93); así como inundaciones de calles (53) (CityAdapt, 2020).

El PACMUN de Xalapa estima que la frecuencia de inundaciones ha aumentado; no obstante, esto no se deriva por un aumento de precipitaciones sino por los procesos de urbanización y modificación de los ecosistemas, así como la ausencia de infraestructura o su escaso mantenimiento que ayude a facilitar la salida del agua de lluvia (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016).

Esto ha provocado que el 33% de los activos de infraestructura crítica como la de transporte y comunicaciones sea vulnerable a este tipo de peligro por encontrarse en zonas inundables, así como 16% de la infraestructura energética (se destaca en el caso de Xalapa, que una de sus subestaciones eléctricas está totalmente expuesta a este peligro). Finalmente, se prevé que, de mantenerse los procesos de expansión descontrolada, el área metropolitana de Xalapa podría experimentar importantes riesgos económicos de inundación en las siguientes décadas (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016).

En la figura 2, se exponen cuatro mapas que son parte del estudio de vulnerabilidad realizado por el proyecto CityAdapt en Xalapa. Se puede observar que los niveles altos y muy altos por peligros de derrumbes (mapa 1) y deslizamientos (mapa 2), se encuentran al oeste de Xalapa, donde colinda la zona urbana con la zona rural de Tlalnelhuayocan.

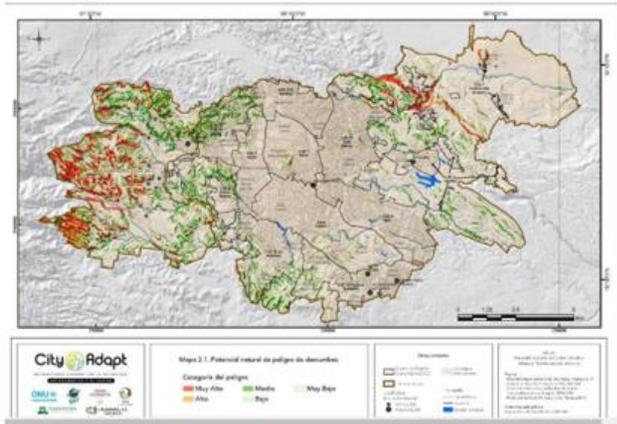
Si bien los peligros por inundaciones (mapa 3) no están exactamente en la misma zona, se siguen viendo altos niveles de peligro al oeste, lo que indica una mayor vulnerabilidad en esas zonas por peligros acumulados y justifica la intervención para aumentar la resiliencia ante la expansión urbana que ahí se presenta.

Respecto a lo anterior, los resultados del análisis de vulnerabilidad arrojan que el 43% de la superficie del municipio de Tlalnelhuayocan puede verse afectada al menos por un peligro y el 15% tienen mayor posibilidad de estar sujeta a dos o más peligros por la existencia de laderas pronunciadas (CityAdapt, 2020).

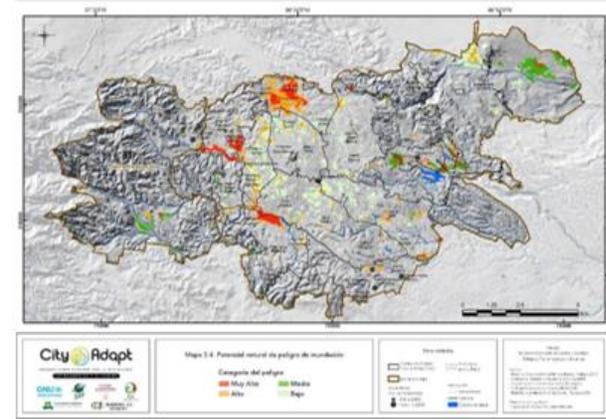
Xalapa sólo tiene un 10% de su territorio expuesto a al menos un peligro a nivel alto y muy alto; no obstante, las zonas en donde se acumulan los peligros son justamente las que colindan con el municipio de Tlalnelhuayocan.

El mapa 4 ilustra las zonas con mayor nivel de peligros acumulados, lo que coincide con lo expuesto en los 3 mapas anteriores (CityAdapt, 2020).

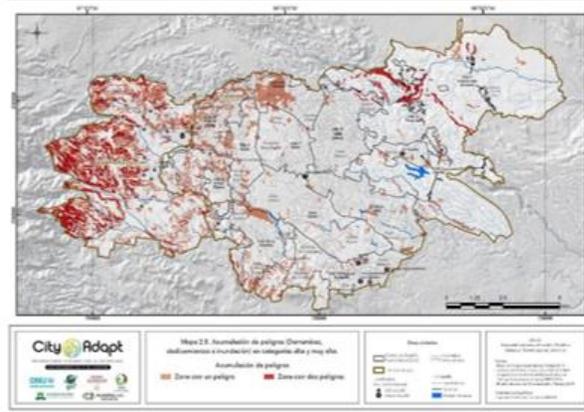
Mapa 1. Peligro de derrumbes en Xalapa y zona colindante



Mapa 2. Peligro de deslizamientos



Mapa 3. Peligro de inundación



Mapa 4. Peligros acumulados en categorías alta y muy alta

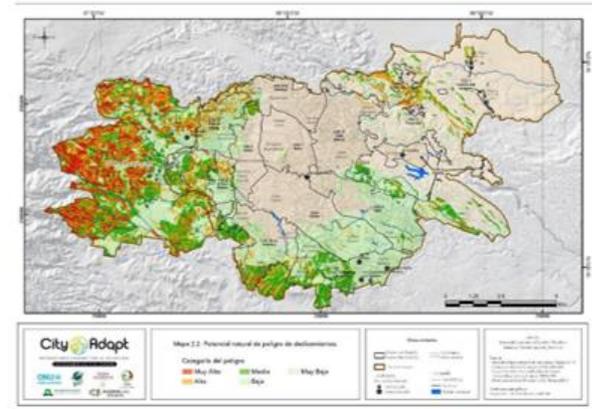


Figura 2. Mapas de peligros en Xalapa y Tlalnehuayocan
Fuente: CityAdapt, 2020

2.2.2 Capacidad adaptativa

El proyecto CityAdapt también integró al análisis de vulnerabilidad, indicadores de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socioambiental. Sobre el primero, se destaca que la zona rural de Tlalnelhuayocan presenta menor acumulación de servicios ecosistémicos, lo cual se relaciona con el deterioro ambiental provocado por los asentamientos irregulares (como se muestra en la figura 3). Las zonas urbanas también se caracterizan por contar con una baja provisión de estos servicios, lo que resalta la importancia de la conservación de los ecosistemas boscosos de la región (como el bosque mesófilo de montaña y el café bajo sombra) (CityAdapt, 2020).

En contraste, las áreas de mayor provisión se localizan también en el municipio de Tlalnelhuayocan, lo que permite dimensionar la importancia de la naturaleza y estrategias que la incorporen para reducir la vulnerabilidad que caracteriza a dicha zona.

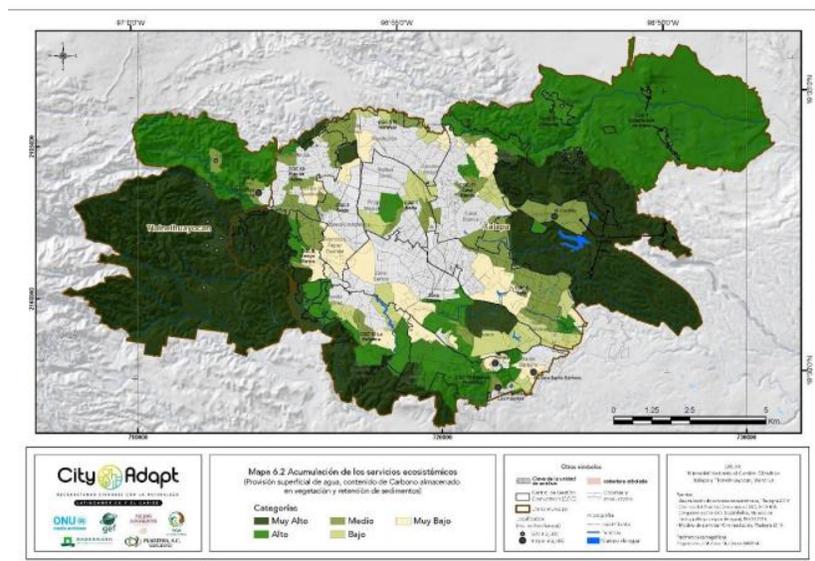


Figura 3. Acumulación de servicios ecosistémicos

Fuente: CityAdapt, 2020

análisis de vulnerabilidad socio-ambiental sobreponiendo el impacto potencial al cual puede estar sometida una zona o colonia de acuerdo con su capacidad adaptativa y sus ecosistemas (CityAdapt, 2020).

2.2.2.1 Acción climática local

Este contexto ha hecho que Veracruz planifique en torno a su vulnerabilidad, por ejemplo, el estado ha sido pionero en contribuir a la capacidad adaptativa local a nivel institucional. Fue el primer estado en México en publicar legislación e instrumentos en materia de cambio climático, incluso antes de que México contara con una Ley General de Cambio Climático.

En el 2009 se publicó el Programa Veracruzano ante el Cambio Climático (PVCC), cuyo principal propósito fue “alertar a la sociedad con información confiable que le permita entender el fenómeno del cambio climático y sus posibles consecuencias en el estado de Veracruz” (Gobierno del Estado de Veracruz, 2009, p. 7).

Este programa, además de aportar información para la difusión sobre el cambio climático, contiene algunas medidas y propuestas en materia de adaptación, como el diseño de viviendas resilientes “que se basen en la investigación de las repercusiones del cambio climático en el confort térmico dentro de los edificios” y el fortalecimiento de la capacidad adaptativa de los grupos económica y geográficamente vulnerables ante los impactos del cambio climático (Gobierno del Estado de Veracruz, 2009, p. 155).

Posterior al PVCC, el estado publicó el documento *Cambio climático y cambio de gobierno: compromisos mínimos para el estado de Veracruz*, el cual buscó asegurar la continuidad de las acciones propuestas en el Programa en el siguiente gobierno estatal, lo que refleja el interés del estado por generar instrumentos y políticas que permita atender al problema, independientemente de los periodos de gobierno y de manera transversal y sostenible (Universidad Veracruzana, 2010).

En el 2013 Xalapa publicó el primer instrumento de planeación en materia de cambio climático del municipio: el Plan de Acción Climático Municipal (PACMUN).

Este instrumento se desarrolló en colaboración con la organización de Gobiernos Locales por la Sustentabilidad (ICLEI) y con el apoyo del gobierno británico (PACMUN Xalapa, 2016). El PACMUN se actualizó en 2016 y se esperaba que fuera actualizado en 2021, sin embargo, dicha actualización aún no ha sido publicada.

El PACMUN actualmente vigente tiene el objetivo general de “definir, impulsar y aplicar acciones de reducción de gases de efecto invernadero y de adaptación al cambio climático, con la participación de los diferentes sectores de la sociedad y en coordinación con los tres niveles de gobierno” (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016, p.1).

El Plan cuenta con seis medidas de mitigación que contempla: (1) Uso de energías renovables, (2) Uso eficiente de la energía (3) Manejo adecuado y reducción de residuos (4) Movilidad no motorizada, (5) Reforestación y (6) Regularización de establecimientos comerciales a través de las licencias de funcionamiento ambiental.

El Plan también contempla siete medidas de adaptación: (1) Reforestación, (2) Conservación de áreas naturales, (3) Adaptación al cambio climático basado en ecosistemas, (4) Adaptación al cambio climático basado en comunidades, (5) Educación ambiental para enfrentar el cambio climático, (6) Apoyo a la población en condiciones de vulnerabilidad por fenómenos hidrometeorológicos extremos y (7) Promoción de acciones para reducir el consumo de agua (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016).

Vale la pena destacar que el PACMUN contiene medidas de adaptación basadas en ecosistemas y comunidades, además de visualizar la coordinación con otros municipios. También es importante distinguir las medidas de carácter preventivo y correctivo del Programa. Las primeras incluyen soluciones para el creciente problema de urbanización, como implementar políticas de planeación orientadas a urbanizar zonas de bajo nivel de amenaza; reubicación de asentamientos irregulares situados en zonas de alto riesgo; desarrollar y ejecutar normativas técnicas sobre la prevención de deslaves y, las segundas, incorporar

técnicas de movimiento de tierras más sostenibles para evitar la ejecución de excavaciones verticales y favorecer la reforestación del entorno. No obstante, fuera de la mención de AbE y AbC, no se encuentran medidas específicas de este tipo ni la inclusión de SbN (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016).

Por su parte, Monterroso et al (2014), también indican que es importante que los programas de desarrollo urbano municipales incorporen criterios climáticos como los atlas de riesgos para atender el crecimiento urbano hacia zonas identificadas como de alta vulnerabilidad y zonas de recarga.

Muchos de estos lineamientos fueron tomados en cuenta por CityAdapt, lo cual, en parte, ha permitido una efectiva implementación del proyecto (como se verá más adelante).

2.3 Proyectos nacionales e internacionales para la sostenibilidad en Xalapa

Gracias al impulso que el estado y el municipio han dado al tema del cambio climático, Xalapa ha sido una de las zonas con mayor intervención de proyectos, tanto de organizaciones nacionales como internacionales. El PACMUN es el primer ejemplo de desarrollo de instrumentos para la sostenibilidad mediante apoyo internacional.

Otro proyecto exitoso se dio en el 2014, cuando el gobierno municipal adoptó un acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para acceder a fondos que permitieran la construcción de un sistema recolector de agua de lluvia conocido como el canal Fernando Gutiérrez Barrios. Este canal ha sido una pieza clave para la infraestructura del municipio, recolecta alrededor de 16 metros cúbicos por segundo y se le atribuye la falta de inundaciones en la zona (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2016).

Esta efectiva implementación de proyectos de cooperación internacional fue una de las causas que permitieron que Xalapa accediera a la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En el marco de esta iniciativa, se desarrolló en 2014 el Plan Xalapa Sostenible, cuyo principal objetivo fue dar recomendaciones para que el municipio enfrentara los

retos medioambientales, urbanos y fiscales derivados de su crecimiento. Las recomendaciones ambientales incluyeron temas de agua y saneamiento y residuos, mientras que los urbanos incluyeron atención y reubicación de zonas urbanas vulnerables y promoción de una mejor movilidad y seguridad ciudadana (BID, 2015). No obstante, nuevamente, en estos documentos no se encuentran recomendaciones específicas de SbN para mejorar la resiliencia ante la expansión urbana.

Finalmente, es también importante destacar el trabajo que la organización SENDAS A.C. ha realizado en el municipio en los últimos años, el cual ha estado enfocado principalmente en la gestión de cuencas, en el manejo de recursos naturales, la conservación de bosques y el fomento de prácticas agronómicas sustentables (SENDAS, 2021).

Este contexto de realización de proyectos eficientes en el municipio, así como experiencias positivas de cooperación por parte de instituciones académicas, gobiernos municipales y actores relevantes, ha interesado a organizaciones nacionales e internacionales para incidir en la zona.

En este sentido, Xalapa fue una de las tres ciudades seleccionadas para implementar el proyecto CityAdapt, presentado por el PNUMA y la SEMARNAT, para ser acreedores de recursos del GEF. La aprobación del GEF cimentó las acciones de adaptación del municipio para el periodo 2018-2021 (Balderas et al., 2021).

Conocer el contexto del área de estudio es esencial para asegurar una efectiva implementación de estrategias como las SbN. Como se vio en este capítulo, los análisis de vulnerabilidad a una escala adecuada, que además integren la voz de los habitantes, pueden ayudar a identificar las zonas más vulnerables (“*hotspots*”) y sus necesidades específicas para poder incidir de mejor manera.

Contando con una mejor comprensión de la vulnerabilidad y peligros a los que está expuesta la zona de estudio, en el siguiente capítulo, se expondrá un análisis más profundo de las acciones que llevó a cabo el proyecto CityAdapt con el fin de conocer a más detalle las barreras y condiciones habilitadoras que se presentaron

en sus distintas etapas y el por qué se escogieron ciertas SbN con el fin de atender a los riesgos anteriormente mencionados a la vez que se mejora la calidad de vida de los habitantes de diversas maneras.

Capítulo 3

Descripción de las medidas del proyecto CityAdapt para fomentar el uso de Soluciones basadas en la Naturaleza como estrategia ante la expansión urbana y el cambio climático en Xalapa

3.1. Justificación y desarrollo del Proyecto CityAdapt en Xalapa

Para el desarrollo del presente apartado de la investigación, además de la revisión editorial correspondiente, se realizaron entrevistas a dos de los principales implementadores del proyecto CityAdapt en México: Sergio Angón, coordinador nacional del proyecto e Isabel García Coll, asesora técnica especializada en AbE del proyecto. A través de una batería de preguntas fue posible conocer a mayor detalle el desarrollo del proyecto, así como las barreras y condiciones habilitadoras que se presentaron en sus distintas etapas.

El proyecto CityAdapt es una iniciativa que originalmente se concibió con una duración de 5 años (2017-2021) y que actualmente se implementa en tres ciudades medianas de América Latina y el Caribe: San Salvador en el Salvador, Kingston en Jamaica, y Xalapa en el estado de Veracruz, México, al ser esta una de las regiones más urbanizadas del planeta. Xalapa ha sido la ciudad con mayor nivel de avance en materia de implementación de este proyecto gracias a diversas condiciones habilitadoras que han apoyado al efectivo avance de las diversas actividades planteadas (CityAdapt, 2020).

El proyecto, como se mencionó anteriormente, es financiado por el GEF e implementado por el PNUMA. Cabe destacar las razones por las que Xalapa fue elegida por el GEF para la implementación de este proyecto, pues esto permite entender las condiciones que facilitan la obtención de recursos, desde una ciudad mediana, para apoyar la resiliencia urbana ante el cambio climático.

En primer lugar, el contexto anteriormente expuesto sobre Veracruz como estado pionero en temas de cambio climático, que contaba con legislación e instrumentos específicos en la materia, así como el haber sido acreedor en ocasiones anteriores a financiamiento internacional para el desarrollo de proyectos

de sostenibilidad (como el caso de Xalapa al ser parte del Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles del BID), permitió sentar las bases para la implementación de un proyecto de este tipo (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

Además de esto, el GEF solicitaba contar con una contraparte en especie a través de un proyecto del gobierno local (con enfoque climático) que estableciera una línea base para las acciones que se derivarían a partir de la recepción de estos fondos. Dicho proyecto fue el corredor Fernando Gutiérrez Barrios, una obra de infraestructura gris cuyo objetivo era desalojar el agua de lluvia de la microcuenca Gutiérrez Barrios, la cual provocaba importantes inundaciones que ponían en riesgo a los habitantes de colonias colindantes entre Xalapa y Tlalnelhuayocan (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

Aunado a estas dos condiciones, Xalapa contaba con elementos importantes como una secretaría de medio ambiente con gente capacitada e informada respecto a temas climáticos, además de que los funcionarios locales, academia y cooperación internacional habían desarrollado una buena relación. Lo anterior permitió generar una red de actores que también representó un pilar importante, tanto para la obtención de recursos del GEF, como para el éxito del proyecto (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

Gracias a la existencia de esta red de actores, CityAdapt contó con el apoyo en México de diferentes socios implementadores, entre los que se destacan el Fondo Golfo de México (FGM) y el Wageningen Environmental Research (WENR), este último en especial para el desarrollo del estudio de vulnerabilidad de la zona, que, como se vio anteriormente, fue un instrumento esencial que permitió el éxito de este proyecto (CityAdapt, 2020 y S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

Bajo estas condiciones, CityAdapt fue concebido como un proyecto piloto que permitiría superar las brechas que obstaculizan la adopción de acciones de adaptación al cambio climático, principalmente bajo un enfoque de adaptación basada en ecosistemas, aprovechando el potencial de las SbN (S. Angón,

comunicación personal, 9 de junio de 2022). Se desarrolló con el objetivo de proporcionar herramientas al gobierno local para planificar un desarrollo urbano que incluya estrategias de adaptación climática, principalmente a través de las SbN, al tiempo que se demostraría que éstas son alternativas costo-efectivas, que pueden contribuir a incrementar la resiliencia de las zonas urbanas e incluyendo otros co-beneficios como la mitigación de GEI y la conservación de ecosistemas (CityAdapt, 2021).

La primicia para su desarrollo fue que, a pesar de la disponibilidad de datos sobre riesgos y vulnerabilidad, y de herramientas como atlas de riesgos estatales y municipales, si éstos no cuentan con la escala necesaria y una adecuada disseminación y capacitación sobre su uso, es muy difícil que la planificación urbana incluya temas de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático (CityAdapt, 2020 e I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022). Por lo tanto, el proyecto buscó utilizar las herramientas e información disponibles para crear, facilitar y apoyar la planificación de las autoridades locales de ciudades medianas (CityAdapt, 2020).

En este sentido, el Proyecto se desarrolló bajo tres componentes principales: 1) Creación de capacidades para los gobiernos locales de las regiones donde se implementa, a través del desarrollo de herramientas para la toma de decisiones, especialmente en materia de desarrollo urbano y cambio climático; 2) Intervenciones piloto para demostrar que las SbN son adecuadas para las ciudades y puedan ser incluidas como parte de los instrumentos de política pública; y 3) Estrategias de disseminación de los resultados para la apropiación del proyecto por parte de los beneficiarios (S. Angón e I. García, comunicación personal, 9 y 18 de junio 2022).

El área de intervención del proyecto comprende los municipios de Xalapa y Tlalnelhuayocan, en Veracruz, los cuales se localizan dentro de las cuencas del Río la Antigua y Actopan. Gracias al análisis de vulnerabilidad que se describió en el capítulo anterior, se descubrió que la zona de mayor vulnerabilidad (y por ende, con mayor enfoque de intervención) se localiza en el norte y noroccidente de dicha área,

conformando una especie de continuo que va desde la zona rural de Tlalnelhuayocan y que incluye dos localidades (Carolino Anaya y Guadalupe Victoria), pasando por los Centros de Gestión Comunitaria 10, 8 y 3 en Xalapa, que comprenden principalmente las colonias Lomas del Seminario, Independencia, Revolución, La Lagunilla, 21 de Marzo, Luz del Barrio, Plan de Ayala, Arroyo Zarco, Acueducto, Los Pinos, Cerro Colorado; y del CGC 11 las colonias 2 de Julio, Arboledas del Tronconal y Arrayanes (CityAdapt, 2021).

La implementación del proyecto se dividió en cinco etapas:

- 1) Análisis del contexto: En donde se identificaron las necesidades de las comunidades y zonas de intervención.
- 2) Evaluación de vulnerabilidad: En esta etapa se identificaron los “hotspots” (descritos en el capítulo 2) y problemas que derivan de la vulnerabilidad, medios de vida y servicios ecosistémicos de las zonas a intervenir.
- 3) Exploración y validación de opciones para construir un portafolio de soluciones a través del intercambio de experiencias con actores clave. En esta etapa se consideraron costos, co-beneficios, compensaciones y sinergias.
- 4) Implementación de acciones de SbN: en donde se desarrollaron una serie de intervenciones que se explicaron más adelante, como actividades piloto a ser escaladas en otras zonas con características similares.
- 5) Monitoreo y evaluación: Etapa que se encuentra actualmente en desarrollo, en donde se definen indicadores de seguimiento, análisis de impactos y efectividad, así como la comunicación de resultados en torno a las capacidades creadas y la gobernanza requerida para la réplica de las medidas de AbE (CityAdapt, 2021).

3.2. Mapeo de actores para el desarrollo del proyecto

Como se presentó en el capítulo 2, las dos primeras etapas (análisis del contexto y evaluación de vulnerabilidad) se desarrollaron mediante la elaboración de estudios que identificaron “hotspots” y las áreas más viables para las intervenciones planeadas a través del proyecto.

Posteriormente, para la tercera etapa de exploración y validación de opciones a través del intercambio de experiencias con actores clave, se realizaron reuniones y talleres que permitieran contar con un mapeo de actores para lograr un diseño efectivo que permeara en todas las etapas del proyecto, al involucrar tanto a los gobiernos municipales, estatal y federal, como a los habitantes y personas beneficiadas de las actividades (CityAdapt, 2021).

El proyecto buscó incorporar actores clave con incidencia y experiencia previa en estos temas, tanto en el estado de Veracruz como en Xalapa. Por lo tanto, este mapeo y la inclusión de dichos actores de diferentes sectores directa e indirectamente involucrados en el proyecto constituyeron uno de los principales factores habilitadores que contribuyó al efectivo desarrollo e implementación de CityAdapt, ya que permitió obtener un respaldo político, social o institucional y, de ese modo, contar con una mejor incidencia en las zonas intervenidas (CityAdapt, 2021).

La realización de este mapeo de actores también permitió crear un marco de gobernanza para la gestión del proyecto, que incluía un comité directivo compuesto por miembros de dependencias federales como SEMARNAT y los gobiernos locales de Xalapa y Tlalnelhuayocan. Este es uno de los principales modelos que utilizan los proyectos para asegurar una buena implementación; no obstante, muchas veces la falta de representatividad de los beneficiarios directos y las personas que estarán a cargo de su continuidad dificulta la sostenibilidad de los proyectos. En este sentido, es destacable que CityAdapt desarrolló también un comité técnico conformado por organizaciones locales, academia y el gobierno local, el cual es el encargado de tomar las decisiones del proyecto (CityAdapt, 2021).

Otro de los factores que contribuyó a una buena planeación e implementación del proyecto fue la participación de los Centros de Gestión Comunitaria (CGC), los cuales ya existían en Xalapa antes del desarrollo de este proyecto y que han sido un instrumento a destacar para la acción local, no sólo en temas climáticos sino de desarrollo social del municipio (CityAdapt, 2021).

Como se dijo anteriormente, Xalapa cuenta con trece CGC distribuidos sobre el municipio, tanto en el centro como en la periferia, los cuales están conformados por habitantes del ayuntamiento aptos para gestionar temas administrativos, de medio ambiente y desarrollo social. En este sentido, los CGC funcionan como espacios para la gestión del desarrollo social pero también para trámites administrativos del municipio como pagos de servicios o atención a quejas (H. Ayuntamiento de Xalapa, 2022).

Para el proyecto, los CGC representaron uno de los instrumentos más importantes que contribuyeron a tener una completa comprensión del contexto de las zonas de intervención, ya que, sus representantes conocían las problemáticas locales, lo que contribuyó a contar con un estudio de vulnerabilidad mucho más robusto, que incorporara problemáticas más allá de los efectos hidrometeorológicos extremos (por ejemplo, añadir la problemática de la mala gestión de residuos sólidos), a una escala mucho más adecuada (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Con respecto al contexto político, cabe destacar que desde 2019, el municipio de Xalapa es gobernado por el partido MORENA; mientras que el municipio de Tlalnelhuayocan era gobernado por el PRI hasta 2022. En este sentido, el proyecto desarrolló reuniones paralelas con funcionarios de ambos municipios que permitieron entender las diferentes visiones que tienen ambos ayuntamientos, a pesar de ser municipios colindantes, principalmente desde la diferencia de entornos rurales y urbanos (CityAdapt, 2021).

Estas reuniones también permitieron mejorar la coordinación entre ambos gobiernos respecto al proyecto, pues los implementadores explicaron la importancia de los servicios ecosistémicos, principalmente desde un enfoque de cuenca, en

donde la exposición a peligros que tienen ambos municipios va más allá de los límites administrativos (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022). Por ejemplo, mientras los actores involucrados en el municipio de Tlalnelhuayocan aprendían sobre la importancia de conservar los servicios ecosistémicos que provee el bosque mesófilo de montaña, los de Xalapa entendían cómo debía apoyar y contribuir a esta la conservación del bosque, al recibir también los beneficios de los servicios ecosistémicos que éste provee (como la provisión de agua y madera) (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Estas actividades de sensibilización con los principales actores gubernamentales también representan otro de los instrumentos habilitadores del proyecto pues, a pesar de que los dos municipios tenían administraciones de diferentes partidos, la principal barrera era el nivel de conocimiento desigual por parte de los funcionarios, por lo que esta nivelación permitió aclarar la importancia de atender problemáticas como la del cambio climático a nivel local (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Finalmente, en esta tercera etapa también se incluyeron a los habitantes de las zonas de intervención como actores clave para el proyecto, con los que se desarrollaron reuniones y talleres participativos con el fin de contar con un panorama más completo sobre sus percepciones respecto a los riesgos y variabilidad por el cambio climático, así como el nivel de conocimiento y preparación con el que cuentan ante potenciales peligros.

A continuación, se destacan algunos de los resultados más relevantes obtenidos de dichos talleres y en el cuadro 9 se presentan los resultados de la encuesta completa:

- Variabilidad del clima: 96% expresó sentir más calor, 84% percibir lluvias más fuertes y 67% menos días con neblina.
- Afectaciones por eventos climáticos: 50% declaró haber sido afectado y que el 80% de estas afectaciones han sido causadas por inundaciones, mientras el 20% han sido debido a los deslizamientos de tierra.

- Capacidades de respuesta ante amenazas: 50% perciben que el ayuntamiento no tiene la capacidad de responder ante amenazas climáticas y una gran mayoría indica que no existen programas de prevención (75%), ni de atención a los afectados (57%). Además, el 78% dijo que no existen mecanismos de alerta temprana, el 89% que no se tienen redes vecinales y el 79% que no se realizan acciones colectivas.
- Acceso a la información: Más de la mitad de los representantes (64%) de los CGC, indicaron percibir que el acceso a la información respecto a los temas climáticos y a las respuestas ante amenazas es muy difícil y un importante porcentaje indicó no conocer programas e instrumentos esenciales como el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Capital (63%) ni el Plan de Desarrollo Urbano (83%) (CityAdapt, 2021).

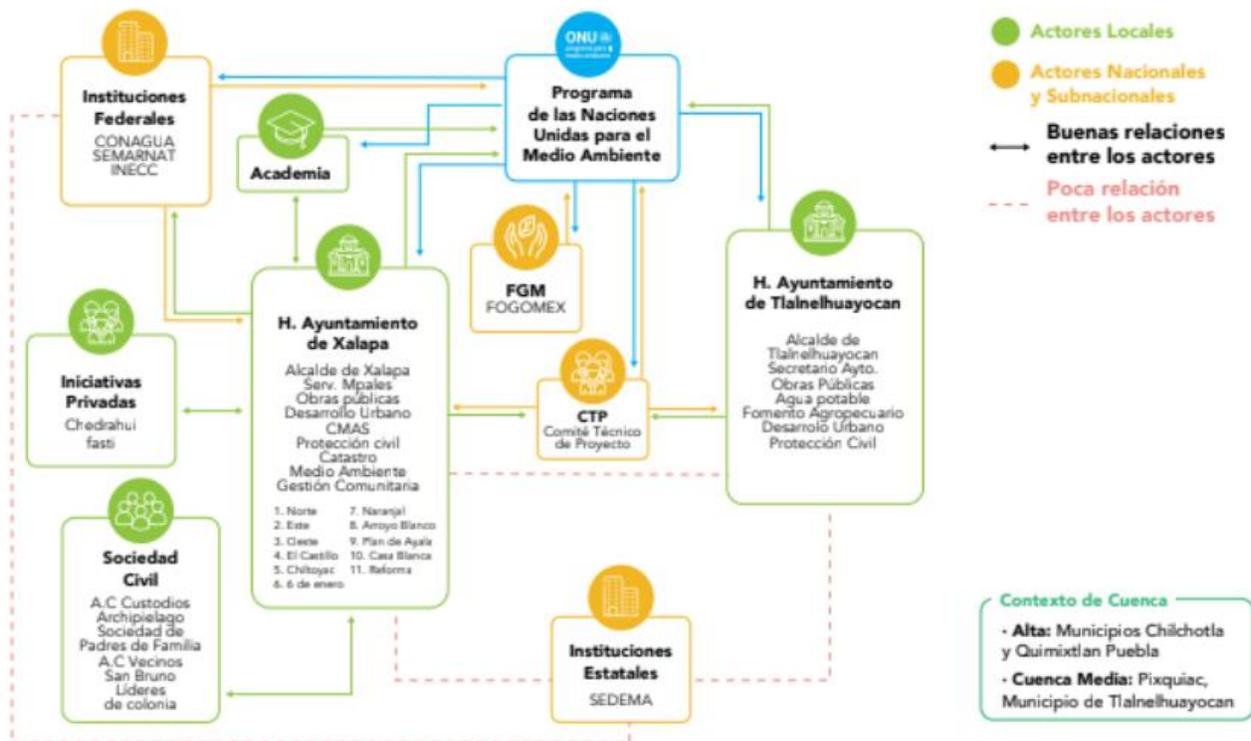
Cuadro 9. Percepciones de los habitantes de Xalapa y colonias colindantes respecto al cambio climático

Opinión sobre exposición a eventos	Ciudad y entorno expuestos a peligros relacionados con el cambio climático	Cd. y entorno Muy expuestos (86%)		Poco	Alto Nada
	Nivel socioeconómico de quienes lo padecen	Nivel socioeconómico Bajo (61%)	Medio (35%)		
Percepción de cambios en el clima	Calor	Se siente más calor (96%)			Menos
	Lluvias	Lluvias más fuertes (74%)	Menos 15%	Sin cambio	
	Neblina	Menos días con neblina (67%)	Más días 21%	Sin cambio	
Afectaciones por eventos	Afectado	Sí (50%)	No		
	Tipo de evento	Inundaciones (80%)	Deslizamientos 20%		
	Grado de afectación	Mucho 15%	Algo (62%)	Poco 21%	
	Los sigue afectando la misma causa	Sí (82%)		No (18%)	
Opinión sobre Capacidad del Ayuntamiento frente a las amenazas	Para hacer frente a las amenazas	Sí (25%)	No tiene capacidad (50%)	No sabe 25%	
	Programa de prevención	Sí tiene (25%)		No tiene (75%)	
	Programa de atención a afectados	Sí tiene (43%)		No tiene (57%)	
	Personal capacitado	Sí (18%)	No (18%)	No sé si están capacitados (64%)	
Capacidades del lugar donde se vive	Tiene mecanismos de alerta temprana	No tiene (78%)		Sí (22%)	
	Redes vecinales	No tenemos (89%)		Sí	
Conocimiento sobre generación, disponibilidad y acceso a información	Realizan acciones colectivas	Sí (21%)	No realizamos acciones colectivas (79%)		
	Existencia de estudio de vulnerabilidad	Sí (26%)	No conozco que exista (74%)		
	Generación de información sobre...	Desarrollo urbano	Sí sé dónde se genera (85%)		No 15%
		Peligro de desastres	Sí sé donde se hace (69%)		No (31%)
	Impactos de cambio climático	Sí (41%)	No sé quién lo hace (59%)		
	De acceso	Muy fácil (36%)	Muy difícil (64%)		
Utiliza la información	Sí la utilizo (44%)	No la utilizo (64%)			
Conocimiento sobre herramientas de planeación	Se capacita para uso de la información	Sí (24%)	No (76%)		
	Ordenamiento ecológico de la Región Capital	Sí lo conoce 37%	No lo conoce (63%)		
	Plan de Desarrollo Urbano	Sí 17%	No lo conoce (83%)		

Fuente: CityAdapt, 2020

Gracias al ejercicio de mapeo, el proyecto pudo involucrar a una red más grande de actores como instituciones federales, organizaciones internacionales y locales, residentes de las zonas de intervención e incluso la iniciativa privada, lo que permitió una efectiva implementación de las soluciones que a continuación se presentarán, e incluso encontrar mecanismos para obtener financiamiento complementario (CityAdapt, 2021). También se identificaron los vínculos entre las diferentes instituciones, así como entre los diferentes niveles de gobierno y sectores, incluyendo al sector privado, como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Mapeo de actores en Xalapa y Tlalnahuayocan



CityAdapt, 2021

De este modo, a través de la participación y el mapeo de las percepciones, se obtuvo un mayor entendimiento respecto a las intervenciones necesarias para el objetivo principal del proyecto que era incrementar la resiliencia en estas zonas y así completar las etapas 3 y 4 en donde se exploró y validó un portafolio de SbN aplicables, así como su implementación a través de una serie de intervenciones mediante actividades piloto que a continuación se presentan.

3.3 Soluciones basadas en la Naturaleza implementadas en Xalapa y Tlalnelhuayocan

Las SbN que se definieron para cumplir con el objetivo del proyecto, fueron definidas en conjunto por los tomadores de decisiones de ambos municipios, personal técnico, miembros de cooperativas, ONGs y habitantes de la comunidad. Esto permitió validar la efectividad del portafolio de acciones que desarrolló CityAdapt (CityAdapt, 2021).

El hilo conductor que permitió la efectiva implementación de este portafolio de SbN fue la relación con los recursos hídricos, al ser la crisis del agua un tema prioritario para el gobierno y los habitantes de Xalapa y Tlalnelhuayocan. Además, el proyecto procuró seguir una lógica en la que se desarrollara una acción a nivel cuenca, la siguiente a nivel paisaje urbano y la siguiente a nivel de comunidades locales, para así atender los intereses de todos los actores y beneficiarios y demostrar los co-beneficios que se podían presentar en diversos aspectos y niveles (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

También, se destaca la manera en que el proyecto logró la participación y apropiación de las actividades por parte de los habitantes pues, por una parte, por cada SbN implementada, se desarrollaban términos de referencia muy específicos para elegir al socio local implementador con más capacidades y experiencia en el tema y, por el otro lado, la disseminación de las actividades se realizó incluso casa por casa para asegurar la participación y apropiación de los habitantes, quienes además serían los principales beneficiarios y responsables de la sostenibilidad del proyecto (S. Angón e I. García, comunicación personal, 9 y 18 de junio de 2022).

Figuroa-Arango (como se citó en CityAdapt, 2021) definió algunos criterios que se usaron como base para verificar que este portafolio de acciones cumplieran con el objetivo de aumentar la resiliencia climática en la zona de intervención, los cuales se establecieron a partir de : i) que respondan a un contexto sociocultural específico; ii) que potencien las condiciones ecológicas existentes del lugar (por ejemplo, a través de estrategias como el enriquecimiento vegetal, la restauración, entre otros); iii) que aumenten la resiliencia al cambio climático y gestión del riesgo;

y iv) que su diseño considere la generación de otros beneficios, derivados de los servicios ecosistémicos.

A continuación, se hace una breve descripción de algunas de las principales SbN elegidas para Xalapa, las cuales se analizan con base en los criterios anteriormente mencionados, así como en las características de las SbN definidas en el capítulo 1. De este modo se tendrá un mejor entendimiento de por qué el proyecto ha sido viable y rápidamente aceptado por los beneficiarios principales, así como el potencial que tienen estas soluciones de escalarse en otras zonas urbanas de características similares en México.

Sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL):

En Xalapa el problema del agua se deriva en varias vertientes: por un lado, el 92% del aprovisionamiento para consumo humano de la ciudad depende de recursos de otros estados y municipios pues el 60% viene del río de Huitzilapan (en el estado de Puebla) y 32% del río Pixquiac (en el municipio de Tlalnahuayocan). En segundo lugar, el crecimiento y expansión urbana han provocado escasez de agua, incluso en épocas de lluvia, debido a la gran demanda a la que se enfrenta la zona y a que la infraestructura no está preparada para dicha demanda, pues fue planeada antes de esta expansión. La tercer gran vertiente es, como se presentó en el capítulo 2, el tema de las inundaciones debido, nuevamente, a la deteriorada infraestructura de la ciudad (CityAdapt, 2021).

En este sentido, los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) fueron planteados como una alternativa a la ingeniería clásica para buscar una fuente de aprovisionamiento alterna que, para el caso de Xalapa, sería el acuífero Perote Salayeta, a 50 km de la ciudad (CityAdapt, 2021).

Los SCALL son sistemas que permiten interceptar, recolectar y almacenar el agua de lluvia, la cual es captada a nivel de techos de viviendas o edificios mediante canales y tubos que la guían a un tanque o cisterna, pasando antes por un filtro que limpia y habilita el agua para el uso humano. Incluso, bajo tratamientos adecuados, el agua recolectada puede ser apta para consumo humano (CityAdapt, 2021).

El objetivo de esta SbN fue apoyar la integración de infraestructura verde y gris a través de la construcción de tanques de almacenamiento que pudieran proveer de agua a los hogares durante la temporada de lluvias, al tiempo que este mismo almacenamiento ayudara a reducir el volumen de escorrentía que provoca las inundaciones (CityAdapt, 2021).

Los diez primeros SCALL fueron instalados en edificios públicos (principalmente escuelas) con ayuda de la organización Isla Urbana, socio local de CityAdapt. Estos sistemas tuvieron tan buenos resultados que el gobierno de Xalapa colaboró con la instalación de 20 más e incluso se tuvo la participación del sector privado en donde la Fundación Río Arronte y FEMSA financiaron la instalación de 85 SCALL en domicilios privados (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Se estima que el costo de construcción de este tipo de sistemas para todos los hogares de la ciudad sería aproximadamente de 113 mil dólares (considerando el 2021 como año de referencia) mientras que el costo de infraestructura de ingeniería clásica llegaría a 40 millones de dólares, sin contar los gastos de operación y mantenimiento (CityAdapt, 2021).

La experiencia de esta actividad además puede servir de ejemplo para escalar un proyecto piloto hacia una estrategia integral que incida en los instrumentos de planeación de los gobiernos. Debido a la integración de los distintos actores involucrados en esta actividad, incluyendo el Ayuntamiento de Xalapa y la Comisión Municipal de Agua (CMAS), se estableció la *Alianza Agua para TodXs Siempre-Xalapa*, con el fin de crear un fideicomiso para financiar esta SbN y otras acciones de captura y gestión integrada de agua en el municipio (CityAdapt, 2021).

A través de esta Alianza se logró también institucionalizar el *Fideicomiso Resiliencia Hídrica de Xalapa* (FOREX), el cual se alimentó, en primera instancia de un cobro voluntario del 2% en las facturas de agua de los usuarios como concepto de “pago por servicios ambientales”. Una vez comprobados y diseminados los beneficios de esta aportación, este cobro se haría obligatorio, funcionando como

instrumento de planificación presupuestaria y de apoyo en la toma de decisiones para el municipio (CityAdapt, 2021).¹²

Algunos co-beneficios incluyen también el evitar la recolección de agua por parte de un solo miembro de los hogares, trabajo que, comúnmente no es remunerado ni contabilizado y el promover la educación y conciencia ambiental al implementar los SCALL en escuelas (Balderas et al., 2021). Además, CityAdapt estima que se beneficie directamente a 1,634 alumnos y 5,640 personas, indirectamente, y se alcance un potencial de captación de 2,778 m² de agua al año (CityAdapt, 2021).

Módulos de producción de hongos comestibles

Otra de las SbN implementadas fue el desarrollo de sistemas de producción de hongos comestibles (setas (*Pleurotus djamor*) y shiitake (*Lentinula edodes*)) con los objetivos principales de conservar el bosque al reducir las actividades extractivas que lo perjudican como la tala inmoderada y monocultivos, al tiempo que se fortalece la autosuficiencia alimentaria de los habitantes de las zonas periurbanas de Xalapa bajo esquemas de producción sustentable. La producción de hongos se lleva a cabo mediante deshidratadores solares (para lo cual se construyó un deshidratador con apoyo de ONGs locales) o en remanentes de acahuales¹³ de bosque (CityAdapt, 2020).

La implementación constó de diez módulos de cultivo agroforestal de dos especies de hongos. Los productores locales recibieron capacitación para construir el material necesario y realizar el secado de hongos de materia rústica y, que, a su vez, estos sistemas puedan ser replicados. Además, la producción se llevó a cabo

¹² No obstante, este mecanismo fue cancelado en 2022 por el gobierno local entrante de Xalapa (liderado por MORENA para el periodo 2021-2024) debido al desconocimiento de su objetivo y beneficios. Se espera contar con un plan de mitigación que permita continuar con este tipo de mecanismos tan importantes para lograr la efectiva implementación de SbN en zonas urbanas.

¹³ El Acahual es una vegetación secundaria nativa que surge de manera espontánea en terrenos preferentemente forestales que estuvieron bajo uso agrícola o pecuario en zonas tropicales (Gaceta del Senado, 2014).

sobre troncos y ramas muertas para lo cual se vinculó a los beneficiarios del proyecto con los responsables de los terrenos del bosque (CityAdapt, 2020).

Para esta solución, CityAdapt se alió con implementadores locales como la cooperativa Manos Mágicas, grupos de vecinos y colectivos, así como grupos de mujeres y jóvenes aprendices de carpintería quienes colaboraron en la construcción del deshidratador solar (CityAdapt, 2020).

Entre los principales beneficiarios directos de este proyecto se encuentran 34 familias quienes lograron obtener ingresos de hasta 40 dólares a la semana de acuerdo con las estimaciones de CityAdapt. En total se estima alrededor de 50 beneficiarios directos y 170 indirectos (CityAdapt, 2021).

Sobre los beneficios económicos, es destacable que la inversión requerida para la producción de hongos comestibles es de 15 dólares o 292 pesos como se ve en el cuadro 11, y que esta puede llegar a recuperarse hasta en 2.7 veces más en poco tiempo. Aunado a esto, dicha inversión representa una cantidad mucho menor comparada con otras alternativas (CityAdapt, 2021).

Cuadro 11. Costo de los módulos de producción de hongos comestibles



Fuente: CityAdapt, 2020

El cultivo de hongos también permite agregar valor al bosque, e incluso comercializar ramas caídas por efectos climáticos como lluvias torrenciales. De este modo, se propicia la protección de la biodiversidad pues el cuidado de estos ecosistemas reduce las actividades extractivas como la tala inmoderada y el cambio de uso de suelo para monocultivos, al tiempo que se reduce la vulnerabilidad de los sembradíos, al ya no sólo depender de cosechas no resilientes al clima pues la producción de hongos se realiza en ambientes controlados (CityAdapt, 2021).

Finalmente, vale la pena mencionar el rescate a un cultivo milenario que además se ha utilizado por mucho tiempo como indicador del estado de conservación de los bosques (CityAdapt, 2021). Por lo tanto, esta solución representa tres grandes logros en materia de sostenibilidad: 1) fortalecimiento de capacidades en producción autosostenible, 2) generación de ingresos para la economía local y 3) conservación de la biodiversidad y promoción de ecosistemas sanos.

Restauración ecológica y agroforestal del Cerro del Estropajo

El Cerro del Estropajo se ubica en el límite de los municipios de Xalapa y Tlalnelhuayocan y es uno de los pulmones más importantes de la zona al formar parte del conjunto de sitios con mayor conectividad y remanentes de bosques de la zona urbana del centro de Veracruz. En la figura 4 se aprecia la importancia de este cerro, al contener fragmentos del bosque mesófilo de montaña, pero a punto de estar rodeado por una zona urbana casi totalmente compuesta de infraestructura gris (CityAdapt, 2021).



Figura 5. Fragmentos del bosque mesófilo de montaña en el Cerro del Estropajo

Fuente: CityAdapt, 2021

El Cerro del Estropajo se caracteriza por presentar fuertes pendientes e intensas precipitaciones en época de lluvias, que favorecen la presencia de bosques, así como el afloramiento de numerosos manantiales, por lo que representa un sitio de recarga de agua y un sitio estratégico para la red de distribución de agua

hacia Xalapa Y su área metropolitana (CityAdapt, 2021). Además es refugio de flora y fauna endémica de la región, incluso algunas de estas consideradas como especies amenazadas o en peligro de extinción. Este pulmón es un filtro purificador del aire y una barrera de ruido de la ciudad (CityAdapt, 2021).

A pesar de que las fuertes pendientes e intensas precipitaciones son las que favorecen la presencia del bosque mesófilo en el cerro, estas condiciones también contribuyen a que esta sea una de las zonas con más alto peligro de deslizamiento en la región (CityAdapt, 2021).

Aunado a esto, la invasión que existe en terrenos poco aptos para habitar en el cerro aumenta la exposición de alrededor de 3,523 colonos que habitan en esta zona. Esta invasión también está alterando los remanentes de bosque que hasta ahora han sido conservados debido a su inaccesibilidad (CityAdapt, 2021).

Por otra parte, esta región también se enfrenta a la problemática de abandono de la tierra debido a que los ejidatarios no cuentan con las herramientas adecuadas para desarrollar actividades productivas en la zona, su imposibilidad por su avanzada edad o la migración a buscar mejores condiciones de vida por los jóvenes, por lo que han preferido vender sus parcelas frente a las pérdidas económicas y los saqueos de otros colonos que se han ido asentando en la parte baja del cerro (Blog expediente, 2021).

Por lo anterior, el proyecto CityAdapt desarrolló la tercera acción de su portafolio de SbN con el objetivo de restaurar el Cerro del Estropajo con cerca de 10,000 árboles y especies nativas y de aprovechamiento bajo un enfoque de agricultura ecológica: 8,000 en procesos de restauración de zonas degradadas y 2,000 en espacios de conectividad urbana, entre los que se incluyen 6 mil plantas maderables y frutales (CityAdapt, 2021).

Con esto se pretendió mejorar la estabilidad del cerro, reducir los riesgos de deslizamiento derivados de la deforestación y lluvias intensas, contribuir a una mayor captación y retención de agua y conservar la materia orgánica del bosque

mesófilo que permita mantener la conectividad entre las áreas naturales protegidas de la zona y los parques urbanos (CityAdapt, 2021).

Además de conservar los servicios ecosistémicos que provee el cerro, la implementación de estas acciones también buscó mejorar las condiciones de los habitantes mediante la recuperación de prácticas ancestrales que fueran económicamente viables para los ejidatarios, a la vez que aportaran nuevos y mejores nutrientes al suelo. De este modo se cosecharon especies como nuez de macadamia, jengibre, café y cardamomo, las cuales permiten reforestar, conservar y obtener un ingreso extra para las familias (Veracruz Agropecuario, 2021).

Gracias a la participación de otros implementadores como SENDAS y la Red de Viveros de Biodiversidad AC, a esta solución se añadió la donación de algunas estufas ahorradoras de leña a familias asentadas en el cerro para disminuir la tala para la obtención de leña, además de obtener beneficios a la salud al mitigar la exposición de partículas que emana la quema de este material. Para esto se desarrollaron talleres respecto al uso de la leña, su importancia en la conservación de los suelos y la búsqueda de mejores alternativas (Blog expediente, 2021).

Esta SbN resulta costo-efectiva debido a que, la estimación para la restauración de especies adecuadas representó \$1 dólar por m², incluyendo la plántula, mano de obra y monitoreo. Además, el costo de la reforestación equivale al 10% del valor comercial del terreno en esa zona (CityAdapt, 2021).

Restauración riparia y rehabilitación de cursos de agua en el Arroyo Papas-Carneros y el Área Natural Protegida (ANP) de Molino de San Roque

Los hábitats de agua dulce como lagos, ríos y humedales resguardan al 10% de las especies en el mundo y cerca del 50% si se habla de especies de peces. Además, el agua dulce accesible en el planeta representa menos del 1% (WWF México, 2022).

La rehabilitación de cuerpos y cursos de agua es una medida esencial para el desarrollo de una comunidad debido a que estos actúan como barrera ante

procesos erosivos, inundaciones, mejoramiento de la calidad del agua y como hábitat para miles de especies no sólo del lugar, sino migratorias (Vanguardia de Veracruz, 2021).

Una zona riparia se identifica como “el área inundada periódicamente por el agua, los bancos y las planicies de inundación de un río, donde diversas plantas y animales adaptados a estos cambios forman una comunidad particular”. Este tipo de zonas sirven como interfase entre los ecosistemas terrestres y acuáticos (CityAdapt, 2021).

La vegetación riparia, en particular, contribuye a la generación de servicios ambientales (además de los ya mencionados), como la creación de suelos fértiles, siendo un filtro de sustancias contaminantes, aportando belleza escénica y valor cultural al ecosistema, capturando carbono y fungiendo como corredor biológico. No obstante, la vegetación y los sistemas riparios son los más afectados ante el crecimiento urbano y actividades productivas (CityAdapt, 2021).

En este contexto, se realizó la planeación para rehabilitar el Arroyo Papas-Carneros, un arroyo urbano localizado en las zonas periféricas, atravesando once colonias y el ANP del Molino de San Roque, humedal de gran importancia para la ciudad de Xalapa.

El Arroyo Papas se encuentra altamente contaminado e incluso ha sido considerado un “foco rojo de salud” debido a que en él se encuentran diferentes fuentes de contaminación como basura, animales muertos y aguas negras. Además, distintos análisis que se han hecho en este cuerpo de agua advierten que se han encontrado de 1200 a 3600 coliformes, mientras lo aceptable es encontrar de 100 a 600 coliformes de acuerdo con la OMS (Central noticias, Imagen del Golfo, 2022).

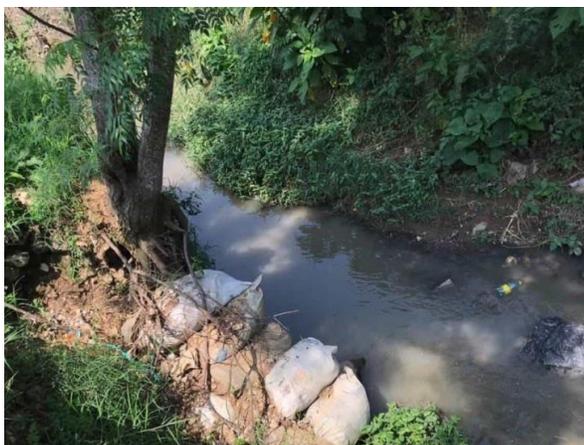


Figura 6. Tramo del Arroyo Papas-Carneros

Fuente: Central Noticias, Imagen del Golfo, 2022

Bajo este contexto, la restauración de dicho arroyo se volvió urgente y se realiza con el objetivo de evitar los procesos erosivos, mitigar la contaminación del cuerpo de agua y amortiguar las crecidas de agua e inundaciones en la zona. Esta restauración se impulsa a través de la introducción de especies de flora adecuadas que permitieran favorecer la calidad del agua, disminuyendo las bacterias que se encuentran en el arroyo; y fijar la tierra con las raíces, evitando el arrastre de sedimentos (CityAdapt, 2021).

Cabe destacar que estas actividades se realizaron en conjunto con los vecinos, lo que permitió una mejor gobernanza y participación en el proyecto, así como concientizar de la importancia de conservar y cuidar estas especies pues la mayoría se responsabilizaron de cuidar su proporción de especies, una vez plantadas (CityAdapt, 2021).

Finalmente, es importante mencionar que, los expertos que participaron en este proyecto resaltan que la reforestación e introducción de estas especies a lo largo del arroyo, no solucionaría por sí solo la importante problemática de la contaminación del agua; sin embargo, éstas sí tendrán un impacto positivo en elevar los nutrientes en el sistema ripario. Por otro lado, esta SbN, demostraría como, en conjunto con el desarrollo de proyectos de infraestructura gris, sería posible rescatar en su totalidad el río de las sustancias nocivas anteriormente mencionadas,

principalmente de la alta concentración de coliformes (Central noticias, Imagen del Golfo, 2022).

Ahora bien, el Arroyo Papas se forma aguas arriba del Cerro del Estropajo y desemboca en la siguiente zona intervenida: el ANP Molinos de San Roque, humedal urbano esencial para la zona de Xalapa. Este humedal se localiza al norte de la ciudad, entre avenidas principales y está completamente rodeado por zonas urbanizadas, principalmente por una unidad habitacional del Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), la cual detonó el crecimiento urbano hacia esta zona (CityAdapt, 2021).

Gracias a su decreto como ANP ha permanecido protegida y se conserva como espacio natural y de recreación; no obstante, a la fecha cuenta con un importante deterioro debido a desechos de aguas residuales y de material de construcción, aunado a la inseguridad que se percibe por los habitantes de los alrededores. Además, distintos eventos de inundaciones han provocado la construcción de canales para desalojar el agua de esta zona; no obstante, este tipo de infraestructura no ha sido la óptima por el tipo de zona y ubicación y no ha sido suficiente para mitigar estas inundaciones y los efectos que estas conllevan (Red de Viveros de Biodiversidad, 2021).

Por lo anterior, la rehabilitación de este humedal es de gran importancia para conservar el vaso regulador ante el incremento de lluvias, además de otros servicios ambientales. La rehabilitación constó de distintas actividades como: 1) el retiro de una capa de material superficial; 2) revegetación con especies de humedal y arbóreas; y 3) desarrollo de senderos para infiltrar el agua de lluvias hacia el humedal (CityAdapt, 2021).

El costo de esta SbN constó de una inversión de \$207,000 dólares por parte de CityAdapt (considerando el 2021 como año de referencia). Mediante estas actividades, se pretende lograr la reducción de inundaciones, destacando la importancia de los humedales urbanos como vasos reguladores; favorecer el volumen de recarga de acuíferos y mejorar la calidad del agua a través de la

vegetación introducida que contribuye a la absorción y filtración de materia, toxinas y pesticidas. Las especies del humedal y arbóreas también favorecen a la protección del suelo y evitan la erosión, además de ser hábitat para diversas especies de fauna como aves migratorias, mamíferos y anfibios (CityAdapt, 2021).

La importancia de la restauración de ambos cuerpos en simultáneo favorece que los beneficios se potencialicen, se adopten con mayor facilidad por los habitantes de la zona y se contribuye a incrementar la conectividad con otros espacios verdes como el anteriormente mencionado Cerro del Estropajo.

Por otra parte, aunado a los beneficios ambientales, los cobeneficios que presentan ambas intervenciones en cuerpos de agua impactan a temas prioritarios como la salud, al mejorar la calidad del aire y agua. Mokondoko (como se citó en CityAdapt, 2021) expone que, además de que la contaminación de estos cuerpos incrementa la exposición a partículas dañinas en el aire, las zonas riparias degradadas tienen una relación directa con el incremento en enfermedades gastrointestinales.

Los cobeneficios también impactan a la calidad de vida y la percepción de la seguridad social pues los espacios restaurados aumentan la belleza escénica y valor comercial de la zona, ofrecen espacios de recreación y mitigan las condiciones de inseguridad al contar con mayores espacios sociales e iluminados.

Finalmente, además de ayudar a aumentar las capacidades adaptativas de la zona, al mitigar los deslizamientos de laderas y las inundaciones, ayudan a incrementar la seguridad alimentaria de los habitantes, pues la planeación debe incluir la introducción de especies de vegetación que sirvan como de fuente de alimento e incluso como fuente de ingreso al comercializar las cosechas (CityAdapt, 2021).

“Jardines de Vida”

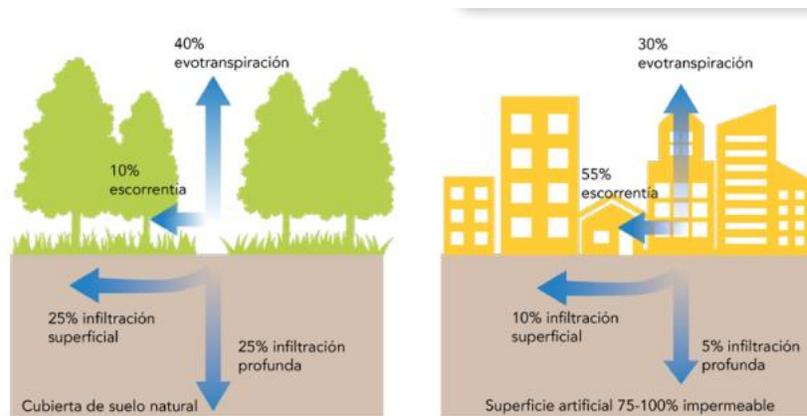
La última SbN que se incluye es el desarrollo de jardines infiltrantes en una de las avenidas más transitadas de la ciudad de Xalapa. Debido a que este espacio se ubicó en frente de un hospital, pensado para servir como un espacio digno para

que los familiares de los pacientes esperen, se les nombró “Jardines de Vida” (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

“Los jardines infiltrantes consisten en una depresión (natural o artificial) que recolecta el agua superficial que fluye de los techos, carreteras, aceras y otras superficies urbanas impermeables después de eventos torrenciales de lluvia”. El cuadro 12 muestra el potencial de infiltración al implementar este tipo de jardines, frente a arquitectura gris convencional como pavimento. (CityAdapt, 2021).

Bajo este esquema, el proyecto desarrolló un conjunto de 4 jardines para infiltrar la mayor cantidad de agua de lluvia en una de las avenidas con encharcamiento frecuentes y gran afluencia vehicular de Xalapa (CityAdapt, 2022).

Cuadro 12: Diferencia entre infiltración en un terreno natural y uno urbano



Fuente: CityAdapt, 2022

Cabe destacar que estos jardines se hicieron siguiendo la técnica Miyawaki (bosques Miyawaki), un método japonés en el que se plantan especies con muy poco espacio entre una y otra, lo cual provoca que haya una competencia entre ellas y por lo tanto, estas puedan crecer hasta diez veces más rápido que bajo condiciones normales, pues la densidad con la que son plantadas no permite que la luz llegue al suelo y protege la humedad (Argentina Ambiental, 2022).

Si bien esta técnica ha sido implementada en otros países, CityAdapt permitió que ésta se usara por primera vez en México y que, a su vez, estos jardines de vida continúen siendo un laboratorio experimental pues el monitoreo permitirá entender

los resultados de este tipo de técnicas y cómo escalarlas (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Para la implementación de estos jardines en Xalapa, se desarrollaron estudios de infiltración para determinar el espacio idóneo y con mayor capacidad infiltrante. En dichos espacios se plantaron especies de diferentes tamaños; por ejemplo, plantas aromáticas como albahaca, romero y lavanda que proporcionan un ambiente de bienestar; y especies más altas como jacarandas que permiten la evapotranspiración, proporcionan sombra y retienen la humedad (CityAdapt, 2022).

De acuerdo con las estimaciones de CityAdapt, el costo promedio por m² de este tipo de jardines es de aproximadamente 200 dólares, incluyendo diseño, estudios, materiales, plantas y mano de obra, lo que representa una inversión económica y relativamente baja comparada con los impactos de estos (en el caso de Xalapa, los 300 m² de superficie desarrollados han tenido impactos en más de 5 mil personas). Además, se estima que su vida útil es de aproximadamente 20 años, dependiendo de su mantenimiento (CityAdapt, 2022).

Entre los principales cobeneficios generados por los jardines infiltrantes se encuentran los ahorros del municipio en el control de encharcamiento e inundaciones; la mejora de la calidad del aire, conservación de la biodiversidad y la reducción del ruido; mejora de la belleza escénica y el paisaje urbano; y uno de los más importantes: dignifica el espacio de espera de los familiares de las personas que se encuentran en el hospital al experimentar una sensación de bienestar gracias a las especies plantadas en los jardines (CityAdapt, 2022).

Para la última etapa de la implementación del proyecto: monitoreo y evaluación (M&E), se está definiendo un sistema de indicadores que utilizará los diversos instrumentos de planeación con los que Xalapa ya cuenta, y que incluyen diferentes medidas e indicadores para acciones de mitigación y adaptación al cambio climático como el PACMUN y algunos diagnósticos locales de vulnerabilidad (CityAdapt, 2021).

De este modo, tomando en cuenta los análisis derivados del proyecto, el contexto de la zona de intervención y los instrumentos M&E con los que ya contaba el municipio de Xalapa, ha sido posible seleccionar indicadores para las SbN implementadas y que puedan ser monitoreados por gobierno, sociedad civil e incluso academia (por ejemplo, a través de la participación de los estudiantes de la Universidad Veracruzana), con el fin de garantizar su continuidad, incluso ante cambios de gobiernos (CityAdapt, 2021).

A través de las encuestas semiestructuradas aplicadas y la revisión a detalle de las SbN aplicadas en el marco de CityAdapt, es posible obtener el contexto completo de este proyecto implementado en Xalapa y tener una mejor comprensión de los cobeneficios que la aplicación de este tipo de estrategias puede incluir.

En el siguiente capítulo se analizará el por qué este tipo de proyectos pueden tener una efectiva implementación y generar co-beneficios (además de los ambientales) para los habitantes de las zonas intervenidas. Es importante también entender por qué el portafolio de soluciones anteriormente descritas cumple con los requerimientos para ser consideradas como SbN y, a su vez, por qué estas SbN han fungido como instrumento en Xalapa para vincular los planes de desarrollo, gestión de riesgo y acción climática.

Capítulo 4

Oportunidades y retos para el escalamiento de SbN como instrumento para reducir la vulnerabilidad climática en zonas urbanas en México

El portafolio de medidas descrito en el capítulo 3, refleja la viabilidad de las SbN en una zona urbana con características comunes a otras ciudades en México y su análisis puede ayudar a robustecer los argumentos ante el uso de este tipo de estrategias para incrementar la resiliencia climática en dichas zonas.

El proyecto demostró que estas acciones locales pueden contribuir a la resolución de múltiples temáticas complejas, como las inundaciones, la seguridad alimentaria, la conectividad ecológica, entre otras (Angón, et al., 2022). También, ayudó a demostrar que la creación de mecanismos de gobernanza es esencial para la aceptación de estas intervenciones por parte de los habitantes y así asegurar su sostenibilidad, así como para fomentar un mayor financiamiento (como en el caso de los sistemas de captación de agua de lluvia, SCALL).

En este sentido, a través del estudio del proyecto CityAdapt, es posible confirmar que las SbN pueden fungir como una metodología de planificación y gestión, mediante la cual, se fortalece la adaptación al cambio climático al generar estrategias integrales que a su vez permiten atender otro tipo de problemas de desarrollo y la apropiación de estas estrategias por parte de los habitantes de las zonas de intervención (CityAdapt, 2021).

Para contar con un panorama completo sobre el por qué este portafolio en específico ha funcionado en una zona urbana mexicana, es pertinente basarse en lo que se señaló en capítulos anteriores sobre los planteamientos para que una solución sea considerada como SbN, así como comprender los factores habilitadores con los que contaba Xalapa que permitieron el efectivo desarrollo del portafolio propuesto y la manera en que estos factores pueden ser replicados para contribuir a su escalamiento.

La UICN indica que es necesario que la solución sea beneficiosa para la diversidad biológica (ya sea manteniéndola o ampliándola) (UICN, 2020); por su

parte CityAdapt incluye en sus indicadores: 1) que responda a un contexto sociocultural específico; 2) que potencie las condiciones ecológicas existentes del lugar; 3) que aumenten la resiliencia climática y gestión del riesgo; y 4) que considere la generación de otros beneficios (Figueroa-Arango 2020 en CityAdapt, 2021).

El cuadro 13, presenta un resumen de las soluciones piloto expuestas en el capítulo 3 e implementadas por el proyecto CityAdapt y demuestra, con base en estos indicadores, que las soluciones implementadas en el marco del proyecto en Xalapa, cumplen con las condiciones para ser consideradas como SbN, demostrando además co-beneficios para otras cuestiones de desarrollo como la seguridad hídrica y alimentaria, fomento a la conectividad de ANP, belleza escénica y construcción de áreas de recreación y esparcimiento y mejora de la calidad de vida e incluso de la salud de los habitantes.

Cuadro 13. Análisis de las SbN implementadas en el proyecto CityAdapt

SbN	Problemática que atiende	Beneficiosa para la diversidad biológica/ potencia las condiciones ecológicas existentes	Responde a un contexto sociocultural específico	Aumenta la resiliencia climática y gestión del riesgo	Cobeneficios
Sistemas de captación de agua de lluvia	Provisión y Regulación de agua en la ciudad	Al ser una fuente de aprovisionamiento alterna, permite la no sobreexplotación de los ríos de los que depende la ciudad.	Sí, pues mientras por un lado hay un problema de aprovisionamiento de agua por una deficiente infraestructura, por el otro, durante la temporada de lluvias, Xalapa sufre de importantes inundaciones.	El almacenamiento de agua de lluvia contribuye a reducir el volumen de escorrentía que provoca las inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona mayor seguridad hídrica. • Evita carga de trabajo adicional de recolección individual de agua. • Apoya la integración de infraestructura gris y verde. • Ahorros frente a ingeniería clásica en todas las etapas.
Módulos de producción de hongos comestibles	Seguridad alimentaria	<p>Genera conciencia de cuidado a los ecosistemas lo que agrega valor al bosque.</p> <p>Permite reducir las actividades extractivas como tala inmoderada y monocultivos.</p> <p>Los hongos ayudan como indicador del estado de conservación de los bosques.</p>	Sí, pues su propósito fue fortalecer la autosuficiencia alimentaria de los habitantes de las zonas periurbanas.	<p>Reduce la vulnerabilidad de los sembradíos y dependencia a cosechas no resilientes al clima.</p> <p>Reduce la vulnerabilidad alimentaria.</p> <p>La conservación del bosque permite reducir los peligros por deslizamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La inversión requerida representa una cantidad mucho menor comparada con otras alternativas y puede llegar a recuperarse hasta en 2.7 veces más en poco tiempo. • Generación de ingresos para la economía local • Rescate a un cultivo milenario que permite el fortalecimiento de las capacidades de producción de los habitantes. • Promoción de ecosistemas sanos.
Restauración del Cerro del Estropajo	Peligro de deslizamiento / Pérdida de hábitat biodiversidad	<p>Restauración con árboles y especies nativas.</p> <p>Procesos de restauración de zonas degradadas y en espacios de conectividad urbana.</p>	Sí, el crecimiento desordenado en terrenos del cerro poco aptos, aunado a terrenos en abandono generan alta exposición a peligros por deslizamiento y deslaves de los habitantes del cerro.	Reducción de riesgos de deslizamiento derivados de la deforestación y lluvias torrenciales.	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de las condiciones de vida mediante la recuperación de prácticas ancestrales económicamente viables. • Mantenimiento de la conectividad entre las ANP y parques urbanos. • Costo de la reforestación equivale al 10% del valor comercial del terreno en esa zona. • Reforestación a través de especies como nuez de macadamia, gengibre, café y

		Captación y retención de agua y conservación de la materia orgánica del bosque mesófilo.			cardamomo, permite a las familias obtener un ingreso extra por su comercialización.
Restauración riparia en el Arroyo Papas y el ANP de Molino de San Roque	Contaminación y deterioro de cuerpos de agua por desechos de aguas residuales y material de construcción.	Introducción de especies de flora adecuadas- Arroyo Papas Revegetación con especies de humedal y arbóreas- ANP	Sí, debido a la mala calidad de vida para los aledaños por la contaminación de los cuerpos y la inseguridad que se percibe alrededor de estos por el abandono y mala apariencia.	La introducción de especies de flora fija la tierra con las raíces, evitando el arrastre de sedimentos. Aumenta las capacidades adaptativas de la zona al mitigar los deslizamientos de laderas y las inundaciones por no haber arrastre de sedimentos. Mitigación de inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Favorece el volumen de recarga de acuíferos. • Mejora la calidad del agua al filtrar de mejor manera materia, toxinas y pesticidas lo que conlleva a mejoras de salud pública. • Mejora de calidad de vida y la percepción de la seguridad social al aumentar la belleza escénica y los espacios de recreación. • Creación de suelos fértiles y conservación de vaso regulador. • Incremento de valor comercial de la zona
Jardines Infiltrantes	Regulación hídrica de encharcamientos e inundaciones frecuentes	Colocación de 4 jardines con la técnica Miyawaki en la que se plantan especies con poca densidad, lo que provoca un crecimiento mayor y más rápido que bajo condiciones normales. Conservación de la biodiversidad y aumento de polinizadores.	Sí, las inundaciones y encharcamientos se presentaban en una de las avenidas más transitadas de Xalapa lo que provocaba tráfico y daño a los automóviles. Por otro lado, estos jardines permiten evitar estas situaciones en la zona de uno de los hospitales más importantes, el cual necesita una afluencia rápida ante las emergencias médicas diarias.	Mitigación de encharcamiento e inundaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • La técnica Miyawaki se implementó por primera vez en México por lo que el desarrollo de estos jardines funciona como un laboratorio experimental para el aprendizaje. • Inversión económica relativamente baja comparada con los impactos de estos (300 m2 de superficie: impactos en más de 5 mil personas). • Ahorros del municipio en el control de encharcamiento e inundaciones. • Mejora de la calidad del aire. • Reducción del ruido • Mejora de la belleza escénica y el paisaje urbano • Dignifica el espacio de espera de los familiares de los pacientes del hospital.

Fuente: Elaboración propia con datos de CityAdapt, 2021 y CityAdapt, 2022.

4.1 Factores habilitadores que permiten implementar SbN como instrumento para la adaptación al cambio climático

El portafolio de soluciones anteriormente expuesto da un mensaje alentador sobre la existencia de instrumentos que pueden ser usados para contar con una efectiva adaptación al cambio climático desde lo local, a la vez que se pueden resolver diversas problemáticas de desarrollo. No obstante, es importante destacar que la implementación de estas soluciones en Xalapa fue posible gracias a algunos factores habilitadores, tanto con los que ya contaba esta ciudad, como algunos que fueron desarrollados antes y durante la implementación de las actividades del proyecto.

Si bien, no todas las ciudades mexicanas cuentan con ellos, es necesario resaltarlos para que se puedan construir condiciones similares que permitan el desarrollo de este tipo de intervenciones en otras zonas o regiones.

Angón et al. (2022), indican que existen ventanas de oportunidad que pueden motivar a tomadores de decisiones a adoptar enfoques como el de Adaptación basada en Ecosistemas, entre ellas: 1) contar con una agenda ciudadana; 2) acceso adecuado a la información sobre cambio climático; 3) fortalecimiento de marcos regulatorios; 4) creación de capacidades; 5) transición de gobierno; y 6) fuentes de financiamiento innovadoras.

Este caso de estudio demuestra haber contado con la mayoría de estas ventanas de oportunidad o factores habilitadores para su desarrollo, ya sea por el contexto previo de Xalapa en materia de desarrollo de proyectos sustentables, o porque los implementadores fueron construyendo estas ventanas durante el proyecto.

En primer lugar, la agenda ciudadana se desarrolló en torno a un problema en común para las administraciones locales, el aprovisionamiento de agua, el cual, si bien no era un tema cien por ciento climático, resultó ser un eje articulador que ayudó a enfocar los esfuerzos de adaptación al cambio climático a nivel cuenca (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

Por otro lado, el haber desarrollado un estudio de vulnerabilidad a la escala necesaria permitió proporcionar a los gobiernos mejores herramientas para la toma de

decisiones y comunicación pues no sólo incluía proyecciones climáticas, sino que, gracias a la participación de los CGC, se incluyó conocimiento de los problemas de Xalapa y Tlalnahuayocan incluso a nivel colonia. Cabe destacar que, gracias a este análisis, el municipio de Tlalnahuayocan pudo incorporar el cambio climático a su planeación, pues anteriormente no contaban con ningún lineamiento de este tipo en sus instrumentos de desarrollo (S. Angón e I. García, comunicación personal, 9 y 18 de junio de 2022).

El mapeo de actores, como se dijo anteriormente, fue uno de los instrumentos más importantes que permitieron el éxito del proyecto. Por un lado, la inclusión de organizaciones aliadas con experiencia previa local permitió crear puentes entre los habitantes, gobiernos e implementadores; por el otro lado, el trabajo previo de cada una permitió generar un ambiente de confianza de un modo mucho más rápido e incluso encontrar maneras de negociación efectivas con los habitantes como el trabajo “casa por casa” para explicar la importancia y los beneficios de las soluciones implementadas.

Este mapeo también permitió tener una mejor coordinación interinstitucional y entre gobiernos locales, así como diseminar de mejor manera los beneficios para ambas administraciones, ya que, como se mencionó, la mayor barrera no eran los diferentes partidos políticos que gobernaban los municipios, sino el nivel desigual en materia de conocimiento en la materia.

Finalmente, la inclusión de todos los actores principales mediante este ejercicio de mapeo permitió crear mecanismos de gobernanza que contribuirán al seguimiento del proyecto, incluso cuando éste llegue a su fin y el equipo implementador ya no esté en las zonas de intervención. Es importante mencionar que los CGC ya eran un mecanismo de gobernanza pre-proyecto que fungió como un importante instrumento habilitador que vale la pena replicar en otras zonas.

Los mecanismos de gobernanza creados también permitieron impulsar colaboraciones público-privadas que a veces pueden ser difíciles de desarrollar, pues las SbN son difíciles de documentar en el tema económico y tienen resultados a mediano y largo plazo, a diferencia de medidas de mitigación, lo que obstaculiza el que las empresas

puedan verlas como oportunidades de negocio (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

4.2 Retos para la implementación y escalamiento de SbN en México

Finalmente, para complementar el panorama para el escalamiento de SbN en otras zonas urbanas en México, también es importante conocer los retos que pueden obstaculizar el uso de SbN en los planes de cambio climático y desarrollo de las ciudades latinoamericanas.

En primer lugar, en México la literatura respecto a casos de implementación sobre proyectos que incorporan SbN como instrumentos de adaptación al cambio climático sigue siendo escasa o se basa en implementaciones aisladas que, en muchas ocasiones, se quedan simplemente como un hecho anecdótico que no detalla los beneficios para los habitantes y su relación con otros problemas que pueden enfrentar las zonas de intervención (S. Angón, comunicación personal, 9 de junio de 2022).

Otro de los retos es la falta de consenso sobre su definición, la insuficiente medición de sus beneficios y la carencia de una cartera de proyectos que puedan ser replicados (WRI, 2020). Esto también ha derivado en la generación de una importante brecha de financiamiento para estrategias de SbN, en especial las enfocadas en adaptación al cambio climático.

El PNUMA señala que a pesar del aumento en los últimos años de las inversiones de los cuatro fondos principales en materia de desarrollo y cambio climático (GEF, el Fondo Verde para el Clima, el Fondo de Adaptación y la Iniciativa Internacional sobre el Clima), en proyectos con componentes de SbN, estas inversiones sólo representan el 13% del total y constituyen una parte muy pequeña del total de financiación destinado a la adaptación y conservación, como se muestra en el cuadro 14 (PNUMA, 2021).

Cuadro 14: Relación entre la financiación de las SbN para la adaptación, la financiación para el clima y la financiación para la conservación



Fuente: PNUMA 2021

A estas limitantes se le suman algunas otras a atender cuando se escalen este tipo de proyectos como la falta de coordinación interinstitucional y transversalidad entre secretarías de los mismos municipios (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Por ejemplo, en el caso de los jardines infiltrantes, se cortaron algunos ejemplares que habían crecido aceleradamente por temas de seguridad pública además de que los habitantes dejan residuos y el municipio no da mantenimiento a los jardines, lo que obstaculiza que estos cumplan su función en infiltrar el agua (I. García, comunicación personal, 18 de junio de 2022).

Este ejemplo pone en evidencia la necesidad de capacitar y comunicar, no sólo a los representantes de desarrollo urbano y medio ambiente, sino de otras secretarías como protección civil; así como a los habitantes a través de estrategias de comunicación y participación, al ser estos los beneficiarios directos de este tipo de proyectos.

Por otro lado, los cambios de gobierno siempre representarán importantes retos para la continuación de este tipo de proyectos, por lo que una comunicación efectiva con todos los actores clave de todos los sectores y un intensivo trabajo de capacitación, no

sólo para el desarrollo del proyecto, sino para el seguimiento y el monitoreo de este, son esenciales para asegurar los resultados a mediano y largo plazo que ofrecen las SbN.

Si bien las estrategias anteriormente presentadas pueden servir como un portafolio de SbN que pueda ser estudiado y adaptado a otras ciudades y/o comunidades, Carrizosa et al (como se citó en Angón et al., 2022) indican que es necesario que las SbN siempre sean diseñadas en torno al contexto específico de las zonas de intervención, analizando la mejor combinación de opciones de implementación (por ejemplo, SbN más infraestructura gris) y que éstas puedan ser diseñadas para su incorporación a instrumentos de desarrollo para vincularlos con la adaptación al cambio climático y la gestión de riesgos.

En este sentido, a continuación, se presentan algunas recomendaciones a partir del ejercicio del diagnóstico crítico que se hizo acerca del proyecto CityAdapt que se pueden considerar para escalar este tipo de intervenciones de manera efectiva.

Conclusiones y recomendaciones

Si bien México cuenta con planes e instrumentos de desarrollo urbano y cambio climático, la implementación de las medidas contenidas en estos no se ha logrado articular. Más aún, establecer medidas de adaptación a nivel local para hacer frente a los impactos simultáneos del cambio climático y el rápido crecimiento urbano, es todavía una tarea pendiente para el país.

Por otro lado, existe una importante área de oportunidad en cuanto al desarrollo y difusión de estrategias que permitan dar soluciones a este tipo de problemáticas. Poniendo énfasis en las SbN, hay un vacío en la literatura nacional respecto a la viabilidad de este tipo de estrategias que puedan ser escalados a zonas vulnerables, principalmente urbanas.

Por lo tanto, mediante esta investigación que analizó el desarrollo y resultados del proyecto CityAdapt, se pretendió demostrar la viabilidad de las SbN para crear resiliencia climática en zonas urbanas y contribuir a contar con casos documentados sobre la implementación de éstas y medidas de AbE que puedan ser sostenibles y escaladas en otras ciudades mexicanas con las mismas problemáticas.

Si bien se comprobaron los beneficios y pertinencia de establecer SbN en la zona de intervención del proyecto CityAdapt y cómo estas pueden contribuir a la creación de resiliencia climática; mediante la revisión de literatura y las encuestas a los implementadores del proyecto, se obtuvieron algunas recomendaciones a tomar en cuenta para escalar de manera efectiva dichas intervenciones:

1. Documentar

Una de las principales causas que se mencionaron anteriormente que obstaculizan la integración de SbN como estrategias ante la vulnerabilidad climática, es que estas no están documentadas, es decir, no existe suficiente evidencia de su implementación en México o mucha de la evidencia se describe como implementaciones aisladas que no detallan los beneficios, potencial y retornos de inversión de dichas actividades.

Por lo tanto, es necesario documentar este tipo de soluciones de “manera sistemática, incluyendo fichas técnicas, modelos de negocios y financieros y ubicándolas

como punto central en la planificación municipal, para así poder cerrar la brecha entre credibilidad y anécdota” (PNUMA, 2022, p.14).

2. Contar con estudios de vulnerabilidad

Como se vio en el caso de CityAdapt, contar con un estudio de vulnerabilidad a la escala adecuada, fortalecido por la experiencia de los habitantes, para conocer a mayor profundidad las problemáticas de la zona, fue esencial para elegir el portafolio de SbN que mejor se adaptaran a la zona de intervención.

3. Desarrollar procesos participativos

La implementación de SbN requiere de procesos participativos, desde su diseño hasta su monitoreo, para de esta manera asegurarse de contar con la credibilidad necesaria y la apropiación por parte de los habitantes, quienes son los beneficiarios directos de este tipo de proyectos. Estos procesos deben incluir actividades de sensibilización y capacitación, así como el desarrollo de material adaptado y de fácil acceso para todos los actores involucrados.

4. Contar con un portafolio de soluciones

Es necesario que las SbN sean analizadas junto con otras opciones de adaptación, por ejemplo, SbN más ingeniería clásica (como en el caso de los SCALL) o SbN más infraestructura verde (CityAdapt, 2021). Es importante mencionar que estas combinaciones no siempre van a ser las mismas para todas las zonas y que los análisis deben prever las mejores opciones para beneficio de las comunidades.

5. Revisar la regulación actual

Fomentar la mejora regulatoria en ciudades es esencial para una efectiva adaptación al cambio climático en ciudades. Klein et al., (como se citó en PNUMA, 2022) indican que el cambio de infraestructura inadecuada hacia estrategias como las SbN para incrementar la resiliencia depende, en su mayoría, de los instrumentos de regulación y su integración (por ejemplo: planes de desarrollo urbano con programas de acción climática locales).

Las recomendaciones anteriores derivadas de las lecciones aprendidas de la implementación del proyecto CityAdapt en Xalapa, pueden contribuir a contar con las condiciones habilitadoras para escalar este tipo de estrategias en otras zonas urbanas en México. No obstante, es necesario tener en cuenta los diferentes contextos, programas e instrumentos regulatorios locales y necesidades e intereses de todos los actores involucrados para escalar este tipo de intervenciones con éxito.

A través de conocer la experiencia del proyecto CityAdapt se puede concluir que las SbN son una estrategia pertinente y viable para aumentar la resiliencia climática urbana en ciudades mexicanas, y que estas pueden fungir no sólo como instrumento vinculador para las acciones de desarrollo urbano y acción climática locales, sino como un mecanismo de coordinación para el diseño e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en zonas con diferentes jurisdicciones (por ejemplo, las cuencas que generalmente abarcan más de un municipio).

Esta investigación pretende contribuir a contar con una mayor documentación de la implementación de SbN en México. Es necesario continuar con el análisis de los resultados a futuro de CityAdapt y de otros proyectos similares para comprender los factores que permiten u obstaculizan el éxito de éstos, así como contar con mayor evidencia sobre el costo-beneficio, los cobeneficios y sinergias entre acciones de adaptación y mitigación.

Referencias:

- Angón, S., Nava M., Hernández M., Valdés, O. (2021). *Ventanas de oportunidad para la adopción del enfoque de adaptación al cambio climático basado en ecosistemas (AbE) en la planeación urbana de la ciudad de Xalapa*. Revista de Investigaciones en Energía Medio Ambiente y Tecnología. RIEMAT ISSN 2588-0721. México
- Balderas Torres, A., Angón Rodríguez, S., Sudmant, A. and Gouldson A. (2021). *Adapting to climate change in mountain cities: Lessons from Xalapa, Mexico*. Coalition for Urban Transitions. London and Washington, DC. Recuperado de <https://urbantransitions.global/publications>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Mejorando la Resiliencia de la Infraestructura con Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)*. Doi: <http://dx.doi.org/10.18235/0002325>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Plan de Acción Xalapa Sostenible, México*. Recuperado de https://issuu.com/ciudadesemergentesysostenibles/docs/xalapa_sostenible
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES)- 2019*. Recuperado de <https://www.iadb.org/es/desarrollo-urbano-y-vivienda/programa-ciudades-emergentes-y-sostenibles>
- Bifani, P. (2007). *Medio ambiente y desarrollo*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Cámara de Diputados. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. México. Diario Oficial de la Federación.
- Ceccon, E. Martínez Garza, C. (2016). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Cuernavaca, Morelos, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias; Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Primera edición digital.
- CityAdapt. (2021). *Guía de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable del Cerro del Estropajo*. Xalapa, Veracruz. Recuperado de https://cityadapt.com/wp-content/uploads/2021/07/CityAdapt-2021-Guia-de-Medidas_Restauracion_Conservacion_AprovechamientoSustentable_CerrodelEstropajo.pdf
- CityAdapt. (2022). *Guía práctica para la identificación, diseño, implementación y monitoreo de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para las ciudades de América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://cityadapt.com/guiassbn>

- CityAdapt. (2020). *Informe para políticas: Xalapa Ciudades Resilientes al Clima en América Latina*. México. ed. 2020. Recuperado de https://cityadapt.com/wp-content/uploads/2021/05/PolicyBrief_informe-politicas-Xalapa-2020.pdf
- CityAdapt. (2021). *Potencial de implementación de medidas AbE y SbN en parcelas familiares TdR: Restauración ecológica del Cerro del Estropajo*. Xalapa, México. Recuperado de <https://cityadapt.com/wp-content/uploads/2021/07/Potencial-de-implementacion-de-medidas-AbE-y-SbN-en-parcelas-familiares.pdf>
- CityAdapt México. (2020). *Producción de hongos comestibles como alternativa de medios de vida resilientes a las comunidades periurbanas de los municipios de Tlalnelhuayocan y Xalapa*. Recuperado de https://cityadapt.com/wp-content/uploads/2021/09/Informe-final_de-implementacion.pdf
- CONAMA. (2018). *Soluciones Basadas en la Naturaleza*. España. Recuperado de http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/10_final.pdf
- Consejo Consultivo de Finanzas Verdes. (2021). *Financiamiento de Infraestructura Verde Instrumentos para Estados y Municipios*. Recuperado de <http://www.mexico2.com.mx/uploads/mexico/file/Briefing.pdf>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2020). *Informe de pobreza y evaluación 2020 en Veracruz*. Ciudad de México. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informes_de_pobreza_y_evaluacion_2020_Documentos/Informe_Veracruz_2020.pdf
- Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (2015). *Acuerdo de París*. Francia. Recuperado de https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf
- Escobedo, F., Vincenzo G., Sanessi G. (2019). *Urban Forests, Ecosystem Services, Green Infrastructure and Nature-Based Solutions: Nexus or Evolving Metaphors?* *Urban Forestry & Urban Greening* 37: 3-12.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza. Naciones Unidas. Recuperado de https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Global Commission on Adaptation. (2019). *Adapt Now: a Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Recuperado de https://cdn.gca.org/assets/2019-9/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf
- Gobierno del Estado de Veracruz. (2018). *Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la región capital de Xalapa*. Gaceta Oficial del estado de Veracruz.

- Gobierno del Estado de Veracruz. (2009). *Programa Veracruzano ante el Cambio Climático, 2009*. Veracruz. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164947/2009_vz_pacc.pdf
- Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Contribución Determinada a nivel Nacional*. México. Versión actualizada 2020.
- Gray, E., Ozment, S., Altamirano, J., Feltran-Barbieri, R., Morales, G. (2019). *Green-Gray Assessment: Cómo evaluar los costos y beneficios de la infraestructura verde en los sistemas de suministro de agua*. Washington, DC. World Resources Institute. Recuperado de www.wri.org/publication/green-gray-assessment.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2014). *Cambio climático 2014 Impactos, adaptación y vulnerabilidad Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Suiza. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_es-1.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Recuperado de https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (2012). *Resumen para responsables de políticas. Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Nueva York, Estados Unidos de América. Cambridge University Press.
- Guzmán, G. (2012). *La Construcción Social del Riesgo de Desastres en el Sureste de México: el Huracán Isidoro en dos comunidades de Yucatán*. México, El Colegio de la Frontera Norte, Recuperado de: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2014/03/TESIS-Guzm%C3%A1n-Noh-Gertrudis.pdf>
- H. Ayuntamiento de Xalapa. (2021). Producción de Hongos Comestibles como alternativa a medios de vida. Recuperado de <https://ayuntamiento.xalapa.gob.mx/web/cityadapt-xalapa/produccion-de-hongos-comestibles>
- H. Ayuntamiento de Xalapa. (2016). Programa de Acción Climática Municipal (*PACMUN Xalapa*). Recuperado de <https://sursureste.org.mx/planeacion-cuencas/plan-de-accion-climatica-municipal-pacmun-xalapa-veracruz/>
- H. Ayuntamiento de Xalapa. (2018). *Plan Municipal de Desarrollo de Xalapa, 2018-2021*. Xalapa. Recuperado de

[https://cmasxalapa.gob.mx/gobiernoabierto/info/Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021.pdf](https://cmasxalapa.gob.mx/gobiernoabierto/info/Plan_Municipal_de_Desarrollo_2018-2021.pdf)

Hansen, R., Pauleit, S. (2014). *From Multifunctionality to Multiple Ecosystem Services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas*. *AMBIO* 43, 516–529. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>

Hurtado, K.(2022). *Inclusión en la agenda local de las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) como medidas de adaptación climática en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)*, Tesina para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador, Recuperado de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/18440/2/TFLACSO-2022KEHM.pdf>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2020). *Criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático. Proyecto “Construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia*. México. INECC-CONACYT.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2018). *Diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en México. Resumen Informativo*. Ciudad de México. Recuperado de <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/material/adaptacion.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). *Población rural y urbana*. Recuperado de https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, ONU HABITAT. (2018). *Índice básico de las ciudades prósperas, CPI, Nivel Básico, Xalapa Veracruz*. Recuperado de https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/2018/15011_Atenco.pdf

Joint Research Center of European Commission. (2012). *Risk data hub*. European Commission. Recuperado de https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news/risk-data-hub-renewed-space-support-eu-countries-disaster-prevention-and-preparedness-2022-04-11_en

Monterroso, A., Fernández, E., Trejo, V. Conde, A.C. Escandón, J., Villers, L., Gay C. (2014). *Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA>

Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

- Naciones Unidas. (2021). *Decisión X/33 de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la biodiversidad biológica*. Nagoya, Japón.
- Naciones Unidas. (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. Recuperado de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Naciones Unidas. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Ginebra, Suiza.
- Naciones Unidas. (2020). *Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Organización Panamericana de la Salud. (2015). *Los desafíos de la urbanización para la salud deben abordarse con políticas intersectoriales, afirman expertos*. Recuperado de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11493:iii-foro-de-salud-urbana-de-las-americas&Itemid=1926&lang=es#gsc.tab=0,
- Pérez S., Becerril, Hector. (219). *Soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar los riesgos hidrometeorológicos y el cambio climático en la Sistema Urbano Lagunar de Coyoaca*. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2021). *Incorporación del enfoque de reducción de riesgos de desastres ante el cambio climático en áreas naturales protegidas*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/621179/Anexo_3_-_Enfoque_de_reduccion_de_riesgos_de_desastres.pdf
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2021). *Informe sobre Competitividad Social en México 2012*. México, Ciudad de México. Recuperado de https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_social/docs/PNUD2.pdf
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2010). *Gobernanza Ambiental*. Recuperado de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7935/Environmental_Governance_sp.pdf?sequence=7&isAllowed=y#:~:text=La%20gobernanza%20ambiental%20abarca%20las,repercuten%20en%20el%20medio%20ambiente.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2022). *Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en ciudades latinoamericanas: De medidas piloto a la integración en la planificación*. Recuperado de <https://www.cakex.org/es/documents/las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-sbn-en-ciudades-latinoamericanas>
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Soluciones basadas en Naturaleza para la gestión del Agua*. Recuperado de <https://cityadapt.com/wp->

[content/uploads/2021/06/2021.06.14-CityAdapt-SbN-para-la-gestio%CC%81n-del-agua-en-Xalapa.pdf](#)

Ribas, A. y Saurí, D. (2022). *Las soluciones basadas en la naturaleza como estrategias en la gestión del riesgo de inundación*. Cuadernos de Geografía, 108-109 (2), 819-832. Recuperado de <https://doi.org/10.7203/CGUV.109.23829>

Rueda, J.C., Gay, C., Quintana, F. (2016). *21 visiones de la COP 21*. México. Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Investigación en Cambio Climático. Primera edición.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2016). *Guía de resiliencia urbana*. México. Sedatu, Secretaría de Gobernación, ONU-Habitat.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2019). *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*. México. Primera edición

Secretaría de Desarrollo Social y Consejo Nacional de Población. (2012). Catálogo. Sistema Urbano Nacional 2012. México. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catalogo_Sistema_Urbano_Nacional_2012.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Contribución Nacional Determinada de México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/contribuciones-previstas-y-determinadas-a-nivel-nacional-indc-para-adaptacion>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014). *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*. México. Recuperado de http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2018). *Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Primera edición

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC)*. Recuperado de <http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/sistema-nacionalde-cambio-climatico-sinacc>

Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz. (2011). *Atlas Municipal de Riesgos nivel básico Xalapa*. Veracruz, México. Recuperado de <https://issuu.com/uliseszl64/docs/xalapa>

- Seddon, N., Chausson, A., Berry, Pam., Girardin, C., Smith, A., Turner, B. (2020). *Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges*. The Royal Society Publishing. Doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>
- SENDAS. (2021). ¿Quiénes Somos?. Recuperado de <https://sendasac.wordpress.com/quienes-somos/consejo-directivo-y-direccion/>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2020). *Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco sencillo para la verificación, el diseño y la extensión de SbN*. Gland, Suiza. Primera edición.
- Congreso Mundial de la Naturaleza. (2016). *Anexo 1: Marco Definitorio de la UICN sobre Soluciones Basadas en la Naturaleza*. Recuperado de https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_ES.pdf
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2017). *Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction*. Geneva: UNISDR
- Universidad Veracruzana. (2010). *Cambio climático y cambio de gobierno: compromisos mínimos para el estado de Veracruz*. Xalapa, Veracruz. Recuperado de https://www.uv.mx/peccuv/files/2019/06/E1_Cambio-climatico-de-gobierno.pdf
- World Resources Institute. (2021). *Nature-based Solutions for Adaptation Are Underfunded — But Offer Big Benefits*. Recuperado de <https://www.wri.org/insights/nature-based-solutions-adaptation-are-underfunded-offer-big-benefits>
- World Wildlife Fund. (2020). *¿En qué consisten las soluciones basadas en la naturaleza y cómo pueden ayudarnos a enfrentar la crisis climática?* Recuperado de <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-que-consisten-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-como-pueden-ayudarnos-a-enfrentar-la-crisis-climatica#:~:text=Las%20soluciones%20basadas%20en%20la%20naturaleza%20se%20refieren%20a%20un,naturales%20o%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico.>
- World Wildlife Fund. (2021). *Soluciones basadas en la naturaleza. Ciudades que lideran el camino 2021*. Recuperado de https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/exe_wwf_a4_template_sbn_final_es.pdf
- WWF México. (2022). *¿En qué consisten las soluciones basadas en la naturaleza y cómo pueden ayudarnos a enfrentar la crisis climática?* Recuperado de <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-que-consisten-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-como-pueden-ayudarnos-a-enfrentar-la-crisis-climatica>
- Zepeda Gil, R., Huerta Pineda, A., Sánchez Correa, M. K. & Sánchez Ramírez, M. C. (2018). *La vulnerabilidad de México ante el cambio climático: una revisión del Sistema Nacional de Protección Civil*. México. Instituto Belisario Domínguez

Zubicaray, G., Ramírez Reyes, L., Berumen, A., Mackres, E., Bosch, A., Brito, M., García, N. y Macías, J. (2021). *El costo de la expansión urbana en México*. Londres y Washington DC: Coalition for Urban Transitions. Recuperado de <https://urbantransitions.global/publications/>

Zucchetti, A, Hartmann, N, Alcantara, T, Gonzales, P, Cánepa, M, Gutierrez, C. (2020). *Infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático. Prácticas inspiradoras en ciudades de Perú, Chile y Argentina*. Plataforma MiCiudad, Red AdaptChile y ClikHu. Recuperado de https://cdkn.org/wp-content/uploads/2020/09/REPORTE-CIUDADES-VERDES-FINAL-020920_rv_compressed.pdf

Noticias:

Apoyará ONU en restauración ecológica de Xalapa. (2021). Central noticias, imagen del golfo. Recuperado de <https://imagedelgolfo.mx/xalapa/apoyara-onu-en-restauracion-ecologica-de-xalapa/50105170>

Método Japonés De Reforestación Permite Que Los Árboles Crezcan 10 Veces Más Rápido. (2022). Argentina Ambiental. Recuperado de <https://argentinambiental.com/notas/ecopress/tecnica-japonesa-de-reforestacion/>

ONU restaurará arroyo Papas – Carneros. (2021). Vanguardia de Veracruz. Recuperado de <https://vanguardiaveracruz.com/onu-restaurara-arroyo-papas-carneros/>

Podría haber menos disponibilidad de agua para 2039. (2021). Al Calor Político. Recuperado de <https://www.alcalorpolitico.com/informacion/podria-haber-menos-disponibilidad-de-agua-para-2039-en-xalapa-advierten-359653.html>

Rescataran cerro del estropajo en Tlalnelhuayocan. (2021). Blog expediente MX. Recuperado de <https://www.blog.expediente.mx/nota/42100/periodico-de-veracruz-portal-de-noticias-veracruz/rescataran-cerro-del-estropajo-en-tlalnelhuayocan>

Videos:

Veracruz Agropecuario. (2021). Restauración Riparia del Arroyo Papas – Carneros. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nwrydstdGJM>

Anexo 1.

Batería de preguntas para entrevistas semiestructuradas a implementadores del proyecto CityAdapt

1. ¿Por qué escogieron Xalapa para ser la ciudad mexicana beneficiaria de City Adapt?
2. ¿Quiénes fueron los socios locales de cada SbN y por qué escogieron a esas organizaciones?
3. ¿Cuál fue la lógica del orden de las SbN implementadas?
4. ¿Cómo consiguieron financiamiento para cada intervención?
5. ¿Cómo colaboró el sector privado y cuál es su importancia en este tipo de intervenciones?
6. ¿Cómo les funcionó la existencia de los Centros de Gestión Comunitaria, en específico los dedicados a lo ambiental?
7. ¿Cómo fue la negociación con los habitantes para la implementación de las SbN?
8. ¿Hubo algún tipo de marco legal en el que se basaron para poder implementar las SbN?
9. ¿Cómo fue la inclusión de género, desde la planeación hasta la implementación?
10. ¿Cuáles fueron los instrumentos/acontecimientos habilitadores que permitieron una buena implementación del proyecto?
11. ¿En cuánto tiempo se pueden ver los resultados de una SBN?
12. ¿Qué sí funcionó y qué descartaron de proyectos pasados? ¿El éxito se debe a que Xalapa ya traía un contexto de preocupación por el medio ambiente?
13. ¿Cómo coordinaron con PRI y MORENA gobernando en los dos municipios de intervención?
14. ¿Qué pasa con el cambio de gobierno?
15. Al ser un proyecto exitoso, ¿ven planes de escalarlo?, ¿de qué depende además del financiamiento?