

Evaluar la resiliencia climática desde su correlación con las redes verdes urbanas. Aplicación en Zona Coyol, Veracruz, México.

Assess climate resilience from their correlation to urban green networks. Application in Coyol Area, Veracruz, Mexico.

Eunice María Avid Nava. Universidad del Valle de México, México.

eunice.avid@gmail.com

Fernando Noel Winfield Reyes. Universidad Veracruzana, México

fwinfield@uv.mx

Fecha de recepción: 21/12/2022

Fecha de aceptación: 23/12/2022

DOI: <https://doi.org/10.25009/e-rua.v15i03.198>

Resumen

El presente documento refleja el modelo aplicado para evaluar la resiliencia climática en la Zona de estudio Coyol, en la ciudad de Veracruz, México, que forma parte de la tesis doctoral Redes verdes urbanas como conectoma para la resiliencia climática. La propuesta de un modelo de evaluación sistémica, ha considerado una estructura metodológica mixta a partir de tres dimensiones temáticas: existencia de nodos y enlaces verdes, enriquecimiento de las conexiones verdes urbanas y fortalecimiento del sistema urbano resiliente.

Al exponer únicamente la dimensión vinculada al eje temático resiliencia climática, se expresan categorías clave como los servicios ambientales de la calidad del agua, aire, biodiversidad, de esta última destacando el control ambiental a través de la proporción de áreas verdes y su regulación climática, así como el efecto de isla de calor urbana. Además de ubicar y ponderar las estrategias urbanas de diseño ambiental, operación y mantenimiento, regulación y planificación urbano ambiental.

Palabras clave: Resiliencia climática, Redes verdes urbanas, Evaluación urbana.

Abstract

This document reflects the model applied to assess climate resilience in the Coyol study area, in the city of Veracruz, Mexico, which is part of the doctoral thesis Urban green networks as a connectome for climate resilience. The proposal for a systemic evaluation model has considered a mixed methodological structure based on three thematic dimensions: existence of nodes and green links, enrichment of urban green connections and strengthening of the resilient urban system.

By exposing only the dimension linked to the climate resilience thematic axis, key categories are expressed such as environmental services of water quality, air, biodiversity, of the latter highlighting environmental control through the proportion of green areas and their climate regulation, as well as the urban heat island effect. In addition to locating and weighing the urban strategies of environmental design, operation and maintenance, regulation and environmental urban planning.

Key words: Climate resilience, Urban green networks, Urban evaluation.

Introducción

El concepto de Resiliencia fue introducido en 1973 por el ecólogo Crawford Stanley Holling, para explicar cómo los ecosistemas después de alteraciones o cambios traumáticos, como inundaciones, incendios, deforestación, etc., pueden persistir. "La resiliencia de un sistema se aprecia en su capacidad para absorber perturbaciones, o en el tiempo que tarda en volver a un estado de equilibrio después de un trauma" (Schroeder, Coyne, Farndon, Harris, Harvey, Jackson & Singer, 2019, p. 131). La resiliencia como concepto aplicado ha tenido varias acepciones, en este artículo se consideran las aplicadas a la ciudad y de manera particular lo vinculado a las aportaciones de las áreas verdes en el fortalecimiento del sistema resiliente climático.

El valor del paisaje natural en las ciudades ha cobrado fuerza, y lejos de ser solo un elemento estético, se ha comenzado a valorar en términos ambientales y también económicos, ya que los espacios verdes de alto impacto, como son los grandes parques, antiguos terrenos industriales, espacios vacíos, áreas residuales, etc., se han convertido en oportunidades para crear sistemas resilientes. En el estudio denominado Ciudades Emergentes a Ciudades Sostenibles del BID (2016), se establece

que las zonas verdes de diversos tamaños, debieran considerarse como reservas de biodiversidad, además de incluirlas dentro de un sistema interconectado de corredores verdes, senderos, canales, ríos, redes de parques, plazas y en general, del espacio público.

La importancia de generar una red verde multifuncional, es que, además de la actividad física, integración social y aportación paisajística, el sistema aporta servicios ambientales como el "abastecimiento de agua potable, apoyo al control de la temperatura, captura de carbono, absorción y descomposición de residuos, protección de la biodiversidad, reducción de erosión y sedimentación del suelo, control de inundaciones, ahorro de energía, control de ruidos" (BID, 2016, pág. 134), refugio para la fauna, entre otros, favoreciendo de esta forma la resiliencia de las ciudades.

Es importante destacar que un problema importante que presenta la mayoría de las ciudades latinoamericanas, es que el capital natural no se encuentra potenciado y mucho menos se encuentra conectado. Uno de los graves inconvenientes del verde urbano es su estado en deterioro, ya sea por abandono, contaminación o explotación del recurso. Los resultados de evaluación de la resiliencia, aplicados a la zona Coyol, en Veracruz, evidencian la importancia de las áreas verdes urbanas para la planificación de la resiliencia climática de las ciudades.

Antecedentes de la emergencia climática urbana a las ciudades verdes post-pandemia "El calentamiento global está aquí", estas fueron las palabras de James Hansen, uno de los más grandes climatólogos, en el verano de 1988, cuando Washington transitaba por un calor inusual, los termómetros llevaban meses registrando datos récord en

EE.UU. El testimonio de Hansen ante la Comisión de Medio Ambiente y Energía del Senado, pasó a la historia, porque se pronunciaban palabras inequívocas, abandonando las aclaraciones y distinciones propias de los científicos: "es hora de dejar de charlar y saber que las evidencias son claras, estos son los signos del calentamiento global", Hansen presentaba un panorama inquietante de lo que sería el escenario de las siguientes décadas (Mezzi & Pelizzaro, 2016).

En el 2009 el Banco Mundial publicó *Climate Resilient Cities*, a primer on reducing vulnerability to disasters, un documento elaborado para la región del este de Asia, con la misión de aportar a los gobiernos locales las herramientas conceptuales para comprender los fenómenos de cambio climático, y cuales podrían ser las estrategias a considerar para reducir vulnerabilidades. En el mismo año, Johan Rockström y 28 científicos más, identificaron los procesos que regulan la estabilidad y la resiliencia del sistema terrestre. Como resultado se propusieron nueve límites planetarios cuantitativos. Se determinó que pasar estos límites, genera el riesgo de cambios ambientales que pueden ser irreversibles. Desde entonces, el marco de los límites planetarios ha generado un enorme interés en la ciencia, la política y la práctica (Stockholm Resilience Centre, 2022).

Para el 2011, se publicó la noticia global sobre el crecimiento poblacional a 7 mil millones de habitantes (7 billones) en el planeta. National Geographic (2019) anunciaba que para el 2050 la población mundial podría alcanzar los 9.8 billones de habitantes. En este contexto, la Fundación Rockefeller inició el desafío 100 ciudades resilientes, en el 2013, con la idea de ofrecer asesoría en la gestión y planificación de la resiliencia urbana. Paralelamente Grosvenor, inmobiliaria

británica de tradición histórica, generó una herramienta para medir la Resiliencia Urbana, considerando 2 aspectos clave: vulnerabilidad y capacidad de adaptación, conteniendo 10 indicadores. En su estudio evaluaron a 50 ciudades del mundo, incluida la Ciudad de México, que obtuvo un puntaje de 58 en vulnerabilidad y 52 en adaptación, teniendo una evaluación final de resiliencia de 56, esto la situó en la posición 44 del ranking de ciudades.

El 25 de septiembre 2015 se realizó la Cumbre de las Naciones Unidas en Nueva York, para aprobar la Agenda para el Desarrollo Sostenible. Como resultado, se obtuvo el documento *Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, el cual fue adoptado por los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas. Este documento incluye los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), dentro de los cuales, el objetivo 11, tiene por meta lograr ciudades sostenibles y resilientes.

Este mismo año, se realizó la Conferencia de París sobre el clima, COP21. El Acuerdo de París es un instrumento dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, su aplicabilidad sería para el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto.

El ecólogo Michel Loreau, en un estudio realizado a herbáceas en el 2015, consideraba que la "biodiversidad, mejora la resistencia de un ecosistema durante eventos climáticos y la resiliencia tras ellos" (Schroeder, Coyne, Farndon, Harris, Harvey, Jackson & Singer, 2019, p. 131). Se continúa entonces la búsqueda de una teoría general, que explique

la relación entre "biodiversidad y resiliencia de los ecosistemas, con el fin de comprender y combatir los efectos de los actuales desafíos ambientales" (Schroeder, Coyne, Farndon, Harris, Harvey, Jackson & Singer, 2019, p. 131).

La fundación Rockefeller y Arup, publicaron el City Resilient Index, que considera 4 dimensiones, 12 metas y 52 indicadores para evaluar la resiliencia urbana, considerando el enfoque cuantitativo y cualitativo. En consecuencia, de estos eventos globales, en octubre del 2016, se llevó a cabo la cumbre Hábitat III, de la Transformación Urbana Global en Quito, Ecuador; que como resultado generó la Nueva Agenda Urbana, documento que contiene los principios a considerar para las ciudades, de cara a una meta global del 2030, alineado a los 17 ODS de la ONU.

Derivado de la pandemia Covid-19, ONU Hábitat generó un plan de respuesta en el 2020, que ha incluido numerosos estudios, sobre cómo podemos mejorar nuestras ciudades. Para el 2021 se publicó *Cities and pandemics, towards a more just, green and healthy future*, donde se hace énfasis en la importancia del verde urbano en las ciudades, ahora más que nunca. En un trabajo paralelo, el BID en 2022 presenta una guía práctica para la reactivación de los espacios públicos en América Latina y el Caribe en la postpandemia. Dentro de sus tipologías y recomendaciones se da prioridad a los espacios verdes y públicos.

En enero de 2022, 14 científicos publicaron en la revista científica *Environmental Science and Technology* que la humanidad ha superado un límite planetario relacionado con los contaminantes ambientales y otras "entidades nuevas", incluidos los plásticos (Stockholm Resilience Centre, 2022). En mayo del mismo año, el BID publica *Los espacios públicos*

en América Latina y el Caribe, como una guía para su reactivación después de la pandemia Covid-19, donde se destaca, así como en la publicación de *Ciudades y Pandemias* de la ONU, la importancia de los espacios verdes dentro de la vida pública urbana. Se cierra de esta forma la conexión latente en los ejes temáticos redes verdes urbanas y resiliencia climática.

Encuadre teórico de la resiliencia urbana ante el cambio climático. Se ha considerado el paradigma disciplinar de la resiliencia, para este marco de estudio, que contiene a la teoría general de la resiliencia climática. De forma correlacionada se presentan las teorías sustantivas de la resiliencia urbana ante el cambio climático, la resiliencia neuronal y vegetal. Lo anterior deriva en la proposición teórica del sistema resiliente, considerando características como la plasticidad sináptica y la reorganización, así como la hipercomunicación de ecosistemas. Se detectan a su vez cinco referentes de interés en la evaluación de la resiliencia, correspondientes a propuestas de Grosvenor, Giz, Singapur, ONU y Arup.

Para el City Resilience Index (2015), en el contexto de las ciudades, "la resiliencia se centra en mejorar el rendimiento de un sistema frente a múltiples peligros, en lugar de prevenir o mitigar la pérdida de activos debido a eventos específicos". De acuerdo con el Stockholm Resilience Centre (2015a), la resiliencia es la capacidad de un sistema, ya sea un individuo, un bosque, una ciudad o una economía, para hacer frente al cambio y seguir desarrollándose.

Se parte de la premisa de que los seres humanos y la naturaleza están fuertemente acoplados hasta el punto de que deben concebirse como un sistema socioecológico. Esto significa

que, en nuestra sociedad globalizada, prácticamente no hay ecosistemas que no integren personas y no hay personas sin la necesidad de ecosistemas y los servicios que estos brindan. Se trata de cómo los seres humanos y la naturaleza pueden aprovechar las conmociones y perturbaciones, como una crisis financiera o el cambio climático, para estimular la renovación y el pensamiento innovador (Stockholm Resilience Centre, 2015a).

Paolo Pileri, en su contribución a la introducción del libro *La Città Resiliente* (Mezzi & Pelizzaro, 2016), para el manifiesto de un nuevo imaginario resiliente, define a la resiliencia como la velocidad con la cual una comunidad, un sistema ecológico o socioeconómico retorna a su estado inicial y lo hace innovándose, después de haber sido sometido a un shock, causado por eventos naturales o actividades antropogénicas. Considerando que la resiliencia, junto a la sostenibilidad y habitabilidad, es uno de los tres valores principales para la regeneración urbana.

De acuerdo con el Resilient Design Institute, RDI (2019) la resiliencia urbana, no es una sola solución, concepto o perspectiva, es una lente multifacética que equilibra la proactividad y la reactividad para informar soluciones a las interrupciones. El RDI plantea estrategias vinculadas al verde urbano a Escala Comunitaria, considerando: el diseño de cubiertas de vegetación y bioswales de agua de lluvia para reducir el efecto de la isla de calor urbano y manejar las aguas pluviales.

Al vincular la resiliencia con las estrategias ambientales, es importante comprender que, la infraestructura verde es una red interconectada de espacios verdes que conserva los valores y funciones de los ecosistemas naturales y proporciona beneficios

asociados a las poblaciones humanas. A su vez, es el marco ecológico necesario para el medio ambiente, sostenibilidad social y económica. Si es considerada de forma integral, se convierte en el sistema de soporte vital natural de las ciudades. Un referente clave son los Objetivos del Desarrollo Sostenible

(2015), su finalidad “es poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad, la injusticia, y hacer frente al cambio climático”, teniendo como meta el año 2030. Dentro de sus 17 objetivos, se encuentra el Objetivo 11, Ciudades y comunidades sostenibles, el cual pretende: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos,

seguros, resilientes y sostenibles”. El segundo documento de ámbito global a considerar, es la Nueva Agenda Urbana del Hábitat III (2016), cuyo compromiso está vinculado a los ODS para lograr de manera conjunta las metas urbanas a un 2030. El ideal común que se comulga es poder lograr el derecho a la ciudad de manera integral, donde se visualizan

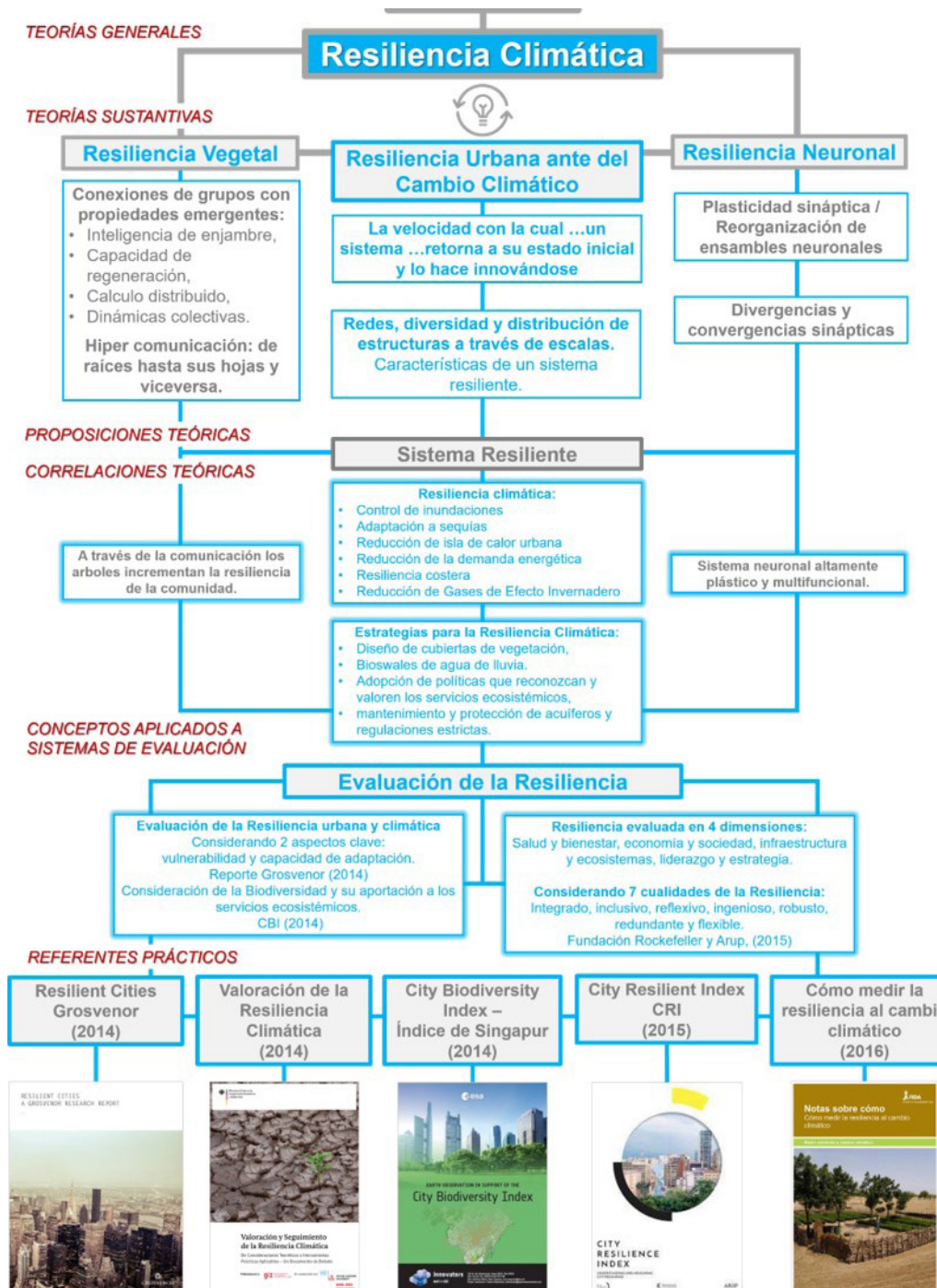


Figura 1. Esquema teórico de la Resiliencia Climática. Fuente: Elaboración propia con datos de Mancuso y Viola (2015), Mehaffy y Salingeros (2014), Mezzi y Pelizzaro (2017), Montes y Urteaga (2018), Muñoz (2021), Simard (2021), Vásquez (2016), Peñúñurri y Hinojosa (2018), RDI (2015), Grosvenor (2014), GIZ (2014), CBI (2014), CRI (2015), FIDA (2016).

ciudades y asentamientos humanos que cumplan su función social, alienten a la participación, logren la igualdad de género, afronten los desafíos y aprovechen las oportunidades, cumplan sus funciones territoriales, promuevan la planificación basada en la edad y el género, aprueben y pongan en práctica políticas de reducción y gestión de riesgo a desastres, protejan, conserven, restablezcan y promuevan sus ecosistemas naturales.

De acuerdo con el Stockholm Resilience Centre (2015b) el sistema socioecológico está formado por las interacciones entre las personas y los ecosistemas. Un enfoque de pensamiento de la resiliencia investiga cómo se pueden gestionar mejor los sistemas interactivos de personas y naturaleza frente a perturbaciones e incertidumbre. Para ello se establecen siete principios para construir resiliencia desde el enfoque social y ecológico:

- Principio uno: Mantener la diversidad y la redundancia
- Principio dos: gestionar la conectividad
- Principio tres: Manejar variables lentas y retroalimentaciones
- Principio cuatro: Fomentar el pensamiento de sistemas adaptativos complejos
- Principio cinco: Fomentar el aprendizaje
- Principio seis: Ampliar la participación
- Principio siete: Promover la gobernanza policéntrica.

En relación a la conectividad, abordada en el principio dos, esta puede mejorar o reducir la resiliencia de los sistemas socio ecológicos y de los servicios ecosistémicos que estos producen. Los sistemas bien conectados pueden superar y recuperarse de las perturbaciones más rápido, pero los sistemas demasiado conectados, pueden conducir a la rápida propagación de perturbaciones

en todo el sistema para que todos los componentes se vean afectados. El efecto más positivo de la conectividad del paisaje es que puede contribuir al mantenimiento de la biodiversidad.

Referentes de evaluación de la resiliencia urbana climática

En relación a la resiliencia urbana climática, se han considerado tres herramientas de evaluación como referentes clave: el City Resilient Index, el Reporte Grosvenor y el City Biodiversity Index, conocido como Índice de Singapur; además de dos documentos que desarrollan metodología de medición y valoración de la resiliencia ante el cambio climático. En la tabla 1, se desglosan las categorías e indicadores de interés por cada instrumento de evaluación.

CRI – City Resilient Index. (Arup International Development & the Rockefeller Foundation, 2015). Esta herramienta tiene por finalidad medir y monitorear los múltiples factores que contribuyen a la resiliencia de las ciudades. Así mismo su propósito principal es diagnosticar fortalezas y debilidades que midan el desempeño de la resiliencia. Estructurado en 4 dimensiones (salud y bienestar, economía y sociedad, infraestructura y ecosistemas, liderazgo y estrategia), 12 objetivos y 52 indicadores. Incluye 7 cualidades del sistema resiliente.

Considera 2 enfoques. Cualitativo: evalúa la adecuación del mecanismo y procesos realizados para lograr resultados, articulado por los indicadores. Considera 156 reactivos. Es calificado en una escala lineal entre 1 y 5. Basado en el “mejor o peor caso”, relevante para cada área en particular de actuación en la ciudad.

Cuantitativo: identifica métricas cuantitativas que pueden utilizar las ciudades relacionadas al desempeño

pasado y actual, en correlación con los indicadores. Considera 156 reactivos. Calificado con base en los datos relevantes de la ciudad en una unidad específica de métricas. Se automatiza de 1 a 5, sobre la base de una escala estándar de desempeño.

Es la primera herramienta integral que ayuda a las ciudades a comprender y medir su resiliencia de una manera sistemática y globalmente aplicable. Los servicios ecosistémicos se ven reflejados en la dimensión 3, con la aportación de la infraestructura verde para lograr la resiliencia urbana.

El CRI evalúa las cualidades de la resiliencia en los sistemas de la ciudad. Estas proporcionan una medida más completa de la resiliencia que los indicadores convencionales. Se describen a continuación las 7 cualidades de un sistema urbano resiliente:

1. Integrado. Promueve la coherencia en la toma de decisiones y asegura que todas las inversiones se apoyen mutuamente a un resultado común.
2. Inclusivo. Hace hincapié en la necesidad de una amplia consulta y participación de las comunidades, incluidos los grupos más vulnerables.
3. Reflexivo. Los sistemas reflexivos están aceptando la incertidumbre y el cambio. Tienen mecanismos para evolucionar continuamente y modificar normas o reglas basadas en pruebas emergentes.
4. Ingenioso. El ingenio es fundamental para la capacidad de una ciudad, en restaurar la funcionalidad de los sistemas críticos, potencialmente bajo condiciones severamente restringidas.
5. Robusto – Solido. El diseño robusto anticipa fallas potenciales en los sistemas, asegurando que el fracaso sea predecible, seguro y no desproporcionado para la causa.
6. Redundante. Se refiere a

Tabla 1. Comparativa de indicadores referentes de la resiliencia urbana climática

Categoría	Indicadores	Descripción
Cómo medir la resiliencia al cambio climático. FIDA (2016)		
Suministro doméstico de agua	Calidad, disponibilidad y acceso al agua.	
Adaptación al cambio climático	Capacidad humana e infraestructura resiliente al cambio climático.	
City Resilient Index (2015)		
Manejo efectivo de ecosistemas protectores	Identificación y evaluación de los ecosistemas dentro y alrededor de la ciudad	
	Consideración de los ecosistemas junto con la infraestructura hecha por el hombre	
	En qué medida los ecosistemas que brindan protección física a la ciudad se protegen activamente del desarrollo y logran mantener la salud del ecosistema.	
Administración efectiva de los ecosistemas	Hasta qué punto son conocidos y entendidos los ecosistemas que brindan servicios importantes a la ciudad.	
Resilient Cities. A Grosvenor Report (2014)		
Vulnerabilidad	Clima.	Capacidad de respuesta de una ciudad ante eventos climáticos.
	Medio Ambiente.	Referido al grado de contaminación.
Capacidad de Adaptación	Sistemas de Planeación.	Procedimientos de emergencia y respuesta ante catástrofes.
City Biodiversity Index (2014)		
Proporción de áreas naturales en la ciudad	Sistemas naturales que no han sufrido totalmente modificaciones por el hombre.	
Medidas de conectividad	Consideraciones de medidas de conectividad por distancia entre parches vegetales.	
Proporción de protección de las áreas naturales	Áreas Naturales Protegidas consideradas en la ciudad, como parte de la conservación de la biodiversidad.	
Regulación de la calidad del agua	Proporción de áreas permeables.	
Regulación del clima por efecto de la vegetación	Cobertura de vegetación alta, que contrarresta los efectos de la isla de calor urbana.	
Número de proyectos de biodiversidad	Número de proyectos de biodiversidad que están siendo implementados por las autoridades, anualmente.	
Valoración y seguimiento de la Resiliencia Climática. GIZ – ONU (2014)		
Sistema Resiliente ante el Cambio Climático	Necesidades básicas satisfechas	Necesidades básicas de la población, tales como vivienda, saneamiento, alimento, agua potable o servicios de salud.
	Alto grado de diversidad	Implica diversidad biológica y de ecosistemas.
	Gobernanza e instituciones efectivas	Existencia de estructuras organizacionales y políticas descentralizadas, flexibles e inclusivas.

Referencia: Elaboración propia, con datos de FIDA (2016), CRI (2015), Grosvenor (2014), CBI (2014), GIZ – ONU (2014)

la capacidad de repuesto creada a propósito dentro de los sistemas, para que puedan acomodarse a interrupciones, presiones extremas o aumentos repentinos en la demanda. 7. Flexible. Implica que los sistemas pueden cambiar, evolucionar y adaptarse en respuesta a circunstancias cambiantes. Esto puede favorecer la descentralización y los enfoques de la infraestructura o la gestión de los ecosistemas (CRI, 2015).

Resilient Cities. A Grosvenor Report. (Grosvenor, 2014). Considera analizar los riesgos y oportunidades de la ciudad de forma integral. Identificar vulnerabilidades, así como su capacidad de adaptarse y mejorar. Compuesto de 2 dimensiones y 10 indicadores. La dimensión de Vulnerabilidad considera: clima, ambiente, recursos, infraestructura, comunidad. La dimensión Capacidad de adaptación: gobernanza, instituciones, aprendizaje y tecnología, sistemas de planeación

y financiamiento de estructuras. La resiliencia es medida en un proceso de 6 etapas: Decisión de los componentes clave de la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación, búsqueda de datos precisos, transformación en sistemas de clasificación ordinal los datos obtenidos, clasificación de las ciudades en cada componente individual de vulnerabilidad y capacidad adaptativa, crear una clasificación general de ciudades por vulnerabilidad y capacidad de adaptación y por ultimo promediar nuevamente y crear una clasificación general de las ciudades en términos de su capacidad de recuperación.

City Biodiversity Index. (CBI, 2014). El Índice de Singapur, sirve como herramienta para comparar y monitorear el progreso de las ciudades en sus esfuerzos para la conservación de la biodiversidad. Consta de dos partes, la primera, El perfil de la Ciudad, proporciona antecedentes

e información general; la segunda, incluye 23 indicadores que miden la biodiversidad nativa y los servicios ecosistémicos proporcionados por la biodiversidad. Cada indicador tiene asignado un rango de puntuación de 0 a 4. Las ciudades realizan una primera puntuación de referencia, y se recomienda realizarlo cada tres años para monitorear los avances y resultados de la biodiversidad y su conservación.

De igual forma se hizo necesaria la revisión de fuentes complementarias, para observar diversos enfoques y métodos para evaluar servicios ambientales y su calidad, considerando aspectos como su planificación, monitoreo, así como la percepción ciudadana por medio de encuestas, tales como: la publicación de Valoración y Seguimiento a la Resiliencia Climática (2014), generada por la agencia alemana Giz, en colaboración con las Naciones Unidas; las Notas sobre Cómo medir la resiliencia al

Propuesta del Modelo de Evaluación para la Dimensión: Fortalecimiento del Sistema Urbano Resiliente

MODELO DE EVALUACIÓN SISTÉMICA				INSTRUMENTOS			
RESILIENCIA CLIMÁTICA							
DIMENSIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ENFOQUE	ENCUESTA ONLINE	INFORMACIÓN DOCUMENTAL	OBSERVACIÓN VIRTUAL - FISICA	SIMULACIÓN SIG
C FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA URBANO RESILIENTE 	○ SERVICIO AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA	○ PERCEPCIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	CUANTI-CUALI				
		○ MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA	CUALITATIVO				
	○ SERVICIO AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE	○ PERCEPCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE	CUANTI-CUALI				
		○ MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE	CUALITATIVO				
	○ SERVICIO AMBIENTAL DE LA BIODIVERSIDAD	○ SERVICIO DE CONTROL AMBIENTAL	CUANTITATIVO				
	○ ESTRATEGIAS URBANAS	○ DISEÑO AMBIENTAL	CUANTI-CUALI				
		○ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CUALITATIVO				
		○ PLANIFICACIÓN Y REGULACIÓN AMBIENTAL	CUALITATIVO				

Figura 2. Eje temático: Resiliencia Climática, con su respectiva dimensión, categorías, indicadores, enfoque e instrumentos de recolección, para el Modelo de Evaluación Sistémica. Fuente: Elaboración propia con base en Peñúñuri y Hinojosa (2018); Vásquez (2016); CRI (2015); BID (2016); Índice Básico de las Ciudades Prósperas (2016); BREEAM (2019); City Biodiversity Index (2014); GIZ – ONU (2014); FIDA (2016); IIED (2014).



cambio climático (2016) por la FIDA; y los Indicadores para el monitoreo y evaluación de la adaptación (2014), publicado por el Instituto Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo (IIED).

Categoría 1. Servicio Ambiental de la Calidad del Agua: Considera los enfoques metodológicos cuantitativo y cualitativo, como instrumentos de recolección de datos, el cuestionario de encuesta y la información documental. Incluye 2 indicadores, el primero Percepción de la calidad del agua, considera como componentes el acceso al servicio de agua, así como el abastecimiento constante, la presión adecuada de abasto, la presencia de color, turbiedad y olor desagradable.

Estos aspectos han comenzado a tomarse en cuenta desde la aplicación de entrevistas y encuestas en hogares, en recientes instrumentos vinculados a la resiliencia climática (BID, 2016; GIZ – ONU, 2014; FIDA, 2016). Para el segundo indicador Monitoreo de la calidad del agua es considerada la existencia de un monitoreo actualizado del sistema hídrico y sus resultados, así como de la red de abasto de agua, y la inclusión de una estación de monitoreo cercana (BID, 2016; GIZ – ONU, 2014; FIDA, 2016; IIED, 2014).

Categoría 2. Servicio Ambiental de la Calidad del Aire: Se desarrollan los enfoques metodológicos cuantitativo y cualitativo, como instrumentos de recolección de datos, el cuestionario de encuesta y la información documental. Contiene 2 indicadores: el primero, la Percepción de la calidad del aire, que incluye la presencia de alergias en la población y de olor desagradable en el aire. En relación al segundo indicador Monitoreo de la calidad del aire, considera la existencia de un monitoreo actualizado de la calidad del aire y sus resultados, así como de una estación

de monitoreo cercana (BID, 2016; Índice Básico de las Ciudades Prosperas, 2016).

Categoría 3. Servicio Ambiental de la Biodiversidad: Utiliza el enfoque metodológico cuantitativo y como medio de recolección de datos, la simulación con base en sistemas de información geográfica. Incluye el indicador, Servicio de control ambiental, el cual considera la proporción de las Áreas Naturales Protegidas, las superficies permeables para control de inundación y de la regulación climática por efecto de la vegetación existente, además de la consideración del efecto isla de calor urbana (Peñúñuri & Hinojosa, 2018; Vásquez, 2016; BREEAM, 2019; City Biodiversity Index, 2014).

Categoría 4. Estrategias urbanas: Incluye los enfoques metodológicos cuantitativo y cualitativo, como instrumentos de recolección de datos, el cuestionario de encuesta y la información documental. Contiene 3 indicadores relacionados a la implementación de estrategias como aporte a la resiliencia climática, considerando el primer indicador Diseño ambiental con los componentes: existencia de drenaje sostenible y jardines de lluvia para el control de inundación, además de las estrategias de conectividad y accesibilidad universal en las áreas verdes (Índice Básico de Ciudades Prosperas, 2016; City Biodiversity Index, 2014). Para el segundo indicador Operación y mantenimiento, se contempla la existencia de mantenimiento a la red de abasto de agua y drenaje. Finaliza la categoría con el tercer indicador Planificación y regulación ambiental, que considera la Regulación y Planificación existente para mantener, salvaguardar y proteger el patrimonio natural, así como el Número de proyectos de biodiversidad implementados (Peñúñuri & Hinojosa, 2018; Vásquez, 2016; BID, 2016).

Modelo aplicado. Resiliencia Climática en Zona Coyal

El eje de resiliencia climática, considera tres procesos de recolección, SIG, encuestas e información documental. La percepción ciudadana recolectada en el estudio, mediante 96 encuestas respondidas, en relación a la calidad del agua, del aire y del diseño ambiental de la zona, aportan una relación considerable a los resultados encontrados en la información documental a través de los monitoreos, complementándose con los resultados cuantitativos de mapeos para los servicios ambientales (ver tabla 2).

La percepción de la calidad del agua, evaluada a través de encuestas, presenta un resultado regular (57.2 puntos) para el acceso al servicio de agua, bueno (64.7 puntos) para el abastecimiento constante del recurso, regular (58 puntos) para la presión del abasto de agua, malo (39 puntos) en cuestión a que se detecta color o turbiedad, y regular (55 puntos) por presencia de olor desagradable. Es destacable que, al comparar estos resultados, con los obtenidos para el monitoreo de la calidad del agua, existen similitudes en la puntuación, lo cual ayuda a comprobar y validar el proceso de evaluación.

La existencia de un monitoreo actualizado del sistema hídrico es deficiente (25 puntos), ya que solo existen datos generales a nivel nacional por parte de la CONAGUA, a su vez los resultados de dicho monitoreo, evalúan como aceptable (50 puntos) la calidad del agua. La estación nacional, si bien se encuentra cercana a la zona de estudio (75 puntos), pero en relación a un monitoreo de la red de abasto de agua y resultados transparentes, son inexistentes (0 puntos), en el portal del grupo MAS que es el organismo que regula el suministro del agua en el municipio, no presenta la información

Tabla 2. Resultados de Resiliencia Climática Coyol por medio de recolección. Referencia: Elaboración propia.				
MEDIO	INDICADOR	COMPONENTE	PUNTAJE OBTENIDO	
			POR COMPONENTE	POR INDICADOR
Encuesta	Percepción de calidad del agua	Acceso al servicio de agua	57.2 regular	54.8 Regular
		Abastecimiento constante de agua	64.7 bueno	
		Presión adecuada en el abasto de agua	58 regular	
		Presencia de color – turbiedad en el abasto de agua	39 malo	
		Presencia de olor desagradable en el abasto de agua	55 regular	
Información Documental	Monitoreo de la calidad del agua	Existencia de monitoreo actualizado del sistema hídrico	25 malo	30 Malo
		Resultados de monitoreo actualizado del sistema hídrico	50 regular	
		Existencia de estación de monitoreo del sistema hídrico cercana	75 bueno	
		Existencia de monitoreo actualizado de la red de abasto de agua	0 muy malo	
		Resultados de monitoreo actualizado de la red de abasto de agua	0 muy malo	
Encuesta	Percepción de calidad del aire	Presencia de alergias	51 regular	50.6 Regular
		Presencia de olor desagradable en el aire	50.2 regular	
SIG	Servicio de control ambiental	Proporción de Áreas Naturales Protegidas	25 malo	31.25 Malo
		Proporción de superficies permeables para control de inundación	25 malo	
		Proporción de regulación climática por efecto de la vegetación	50 regular	
		Efecto isla de calor urbana	25 malo	
Encuesta	Diseño ambiental	Existencia de Drenaje Sostenible para control de inundación	48.7 regular	40.8 Regular
		Existencia Jardines de Lluvia para control de inundación	30.7 malo	
		Estrategias de conectividad y accesibilidad universal a las áreas	43 regular	
Información Documental	Operación y antenimiento	Mantenimiento existente de la red de abasto de agua	25 malo	25 Malo
		Mantenimiento existente de la red de drenaje	25 malo	
Información Documental	Planificación y regulación ambiental	Regulación existente para mantener, salvaguardar y proteger el patrimonio natural	50 regular	50 Regular
		Planificación existente para mantener, salvaguardar y proteger el patrimonio natural	50 regular	
		Número de proyectos de biodiversidad implementados	50 regular	

de forma transparente en su portal.

Para la percepción de la calidad del aire, se evalúa como regular, ante la presencia de alergias (51 puntos) y olor desagradable en el agua (50.2 puntos). Su complemento a través del monitoreo de la calidad del aire, se presenta que si existe un monitoreo a nivel municipal (75 puntos), considerado como bueno, y que los resultados de dicho monitoreo señalan una calificación de buena calidad del aire, es decir de bajo riesgo (100 puntos), acorde a la SEDEMA, así como que la existencia de la estación de monitoreo se encuentra colindante a la zona de estudio (75 puntos).

En relación al servicio de control ambiental, se considera la proporción de las áreas naturales protegidas, siendo en este caso los cuerpos lagunares existentes en la zona Coyol, catalogados como parte del archipiélago de lagunas interdunarias, los cuales confirman para este estudio una superficie aproximada de 164,665.86 m², la cual se encuentra en el rango de 5.81% de cobertura, siendo un resultado bajo (25 puntos). Otro aspecto a considerar es la proporción existente de superficies permeables para control de inundación, en este caso se consideró tanto la vegetación baja de pastos, así como la vegetación media – alta, teniendo un total aproximado de 957,412.21 m², obteniendo un 33.78% de cobertura, de igual forma baja (25 puntos) para la zona que cuenta una superficie de 2,834,368.48 m².

El último aspecto de control ambientales es el efecto de isla de calor urbana, siendo un dato significativo, para observar la aportación térmica de la constitución material de la zona de estudio. Con los resultados obtenidos mediante SIG se detectó una diferencia térmica entre los puntos más calientes y más fríos de 5.6°C, lo cual la sitúa como una isla de calor de fuerte magnitud, evaluando



Figura 3. Collage de servicios ambientales zona Coyol. Resaltando las zonas de mayor aportación térmica negativa. Elaboración propia, Google Street view 2022.

como malo el resultado (25 puntos).

Para el diseño ambiental, la existencia de drenaje sostenible para control de inundación es evaluada como regular (48.75 puntos), así como la existencia de jardines de lluvia, evaluada como mala (30.75 puntos). Si el sitio contiene estrategias para la conectividad y accesibilidad universal para las áreas verdes, fue considerado por los usuarios como regular (43 puntos). La operación y mantenimiento de las redes de abasto de agua y drenaje, fueron evaluadas como malas, ya que solo existen datos muy generales del mantenimiento para la ciudad, pero no hay certeza para la zona de estudio (25 puntos).

En relación a la planificación y regulación ambiental, se considera la regulación existente para mantener, salvaguardar y proteger el patrimonio natural, para esto, si bien existe regulación local, alineada con la estatal y nacional, hace falta tener mayor vínculo normativo, y correlacionarlo también con normativa internacional, en este caso relacionada con la biodiversidad global, este apartado fue evaluado como regular (50 puntos).

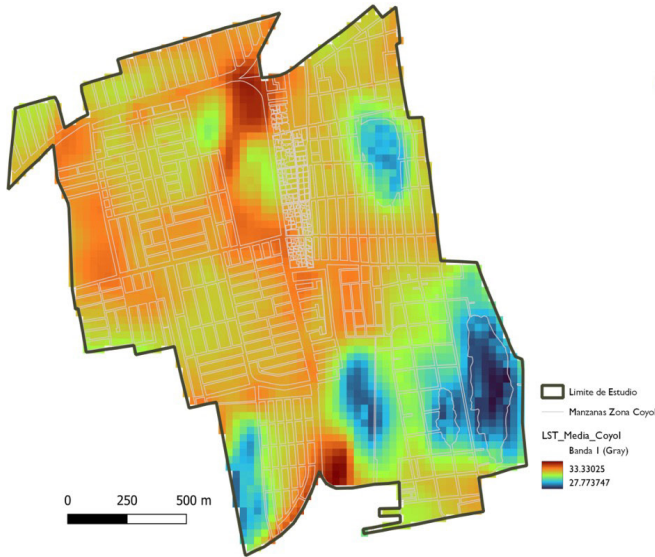
Sobre la existencia de planificación

para mantener, salvaguardar y proteger el patrimonio natural, existen planes locales, alineados a planes nacional, pero no incluyen criterios de la Convention on Biological Diversity CBD de la ONU, también se evalúa como regular (50 puntos). Finalmente, si existen proyectos de biodiversidad implementados en el periodo vigente gubernamental, se detectaron 16 proyectos y/o acciones vinculadas en el Plan Municipal de Desarrollo de Veracruz, considerado como regular (50 puntos), lo ideal sería tener 40 proyectos o más vinculados con la biodiversidad.

En la figura 4, se observa la síntesis del eje temático Resiliencia Climática, así como el mapa representativo del sistema. Puede notarse que el indicador con mejor evaluación (83.3 puntos), fue el monitoreo de la calidad del aire, y los de peor evaluación (25 – 31.5 puntos), fueron los indicadores operación y mantenimiento, monitoreo de la calidad del agua y servicio de control ambiental. Los indicadores restantes obteniendo una evaluación regular (54.8 - 40.8 puntos) son percepción de calidad del agua, percepción de calidad del aire, planificación y regulación ambiental, y por último diseño ambiental.

Resiliencia Climática
Zona COYOL

Resultados por Indicador



Mapa Representativo del Eje Resiliencia Climática
Isla de Calor - Temperatura Superficial en Zona de Estudio

Figura 4. Resultados Resiliencia Climática. Zona Coyol. Elaboración propia.

Excelente 81 - 100	Bueno 61 a 80	Regular 41 a 60	Malo 21 a 40	Muy Malo 0 a 20
-----------------------	------------------	--------------------	-----------------	--------------------

Indicadores	Valor
Percepción de calidad del agua	54.8 REGULAR
Monitoreo de la calidad del agua	30 MALO
Percepción de calidad del aire	50.6 REGULAR
Monitoreo de la calidad del aire	83.3 EXCELENTE
Servicio de control ambiental	31.25 MALO
Diseño ambiental	40.8 REGULAR
Operación y mantenimiento	25 MALO
Planificación y regulación ambiental	50 REGULAR

Ponderación del Eje

45.7

REGULAR

Se obtuvo una ponderación total regular de 45.7 puntos. Los resultados reflejan el impacto de las zonas sin naturación urbana sobre el microclima de la zona, produciendo una isla de calor significativa, así como reduciendo las posibilidades de control para inundaciones de forma natural. Mientras más superficies construidas, sin propiedades permeables y sin vegetación, mayor alteración climática existirá.

Conclusiones

Si bien el modelo de evolución maneja en su estructura tres ejes claves, es flexible para evaluar y analizar cada eje de forma independiente, como en este caso, con la resiliencia climática. Los resultados evidencian desde la percepción ciudadana una deficiencia en la calidad del agua, el aire y el diseño ambiental de la zona. En los resultados SIG, sobre todo para la isla de calor urbana, se observan los puntos críticos que producen la alteración climática en la zona, por la

deficiencia de áreas verdes urbanas. Para lo detectado mediante información documental los resultados indican la falta de monitoreos especializados y locales, para la toma de decisiones a nivel de reglamentación y planificación relativa al verde urbano. Considerando que el estudio se realiza en una zona muestra, refleja una porción de realidad para la ciudad de Veracruz, que podría escalarse al analizar mas zonas de la ciudad, así como de otras ciudades. Se trata de tener pruebas contundentes sobre el valor de los espacios naturales, sus aportaciones, y la visualización de las estrategias necesarias para su fortalecimiento como sistema resiliente.

Bibliografía

Arup, R. a. (2013). Toolkit for Resilient Cities. Infrastructure, Technology and Urban Planning. Arup, RPA and Siemens.

BID. (2016). De Ciudades Emergentes

Sostenibles. BID / ARQ ediciones.

BREEAM. (2019). BREEAM ES Urbanismo. Manual técnico. IPC BREEAM.

Chan, L., Hillel, O., Elmqvist, T., Werner, P., Holman, N., Mader, A., & Calcaterra, E. (2014). User's Manual on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index). Singapore: National Parks Board.

CPI. (2016). Indice básico de ciudades prosperas. ONU Hábitat / SEDATU / Infonavit.

GFN. (agosto de 2018). Global Footprint Network. Obtenido de Advancing the Science of Sustainability : <https://www.footprintnetwork.org/>

FIDA, & Laganda , G. (2016). Notas sobre cómo medir la resiliencia al cambio climático. ASAP - FIDA.

GIZ, & ONU-EHS. (2014). Valoración y seguimiento de la resiliencia climática.



- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (2014). Resilient Cities. A Grosvenor Report. Stockholm Resilience Centre. (2022). Planetary boundaries. Obtenido de <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- Lynas, M. (2007). Six Degrees: Our Future on a Hotter Planet. National Geographic Society . Vásquez, A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades. (U. d. Chile, Ed.) Revista de Geografía Norte Grande(63), 63-86.
- Mezzi, P., & Pelizzaro, P. (2016). La Città Resiliente. Strategie e azioni di resilienza urbana in Italia e nel mondo. Milano: Altra Economia.
- NatGeo. (2019). National Geographic en Español. Recuperado el abril de 2019, de 7 mil millones: <https://www.ngenespanol.com/fotografia/7-mil-millones/>
- ONU. (2012). Cómo desarrollar ciudades más resilientes. Un Manual para líderes de los gobiernos locales. Ginebra: ONU.
- Peñúñuri, G., & Hinojosa, E. (2018). Manual de lineamientos de diseño de infraestructura verde para municipios mexicanos . Hermosillo : IMPLAN .
- RDI. (2019). Resilient Design Institute. Obtenido de <https://www.resilientdesign.org/>
- Schroeder, J., Coyne, C., Farndon, J., Harris, T., Harvey , D., Jackson, T., & Singer, A. (2019). El libro de la ecología. London: DK Penguin Random House.
- Stockholm Resilience Centre. (2015a). What is resilience? Obtenido de <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2015-02-19-what-is-resilience.html>
- Stockholm Resilience Centre. (2015b). Seven principles for building resilience in social-ecological systems. Obtenido de Applying resilience thinking : <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2015-02-19-applying-resilience-thinking.html>