UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

TEORÍA Y PRAXIS
Sustentabilidad, Turismo y Recursos Naturales

· Teoría y Praxis 33 · 2024 ·
· ISSN 1870 1582 · DOI 10.22403/UQROOMX/TyP33/04 ·

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo
DESARROLLO SUSTENTABLE
DIVISIÓN ACADÉMICA

Indicadores para la evaluación de infraestructura verde urbana con enfoque de gestión de riesgos hidrometeorológicos en Puerto Vallarta, Jalisco

Indicators for the evaluation of urban green infrastructure with a focus on hydrometeorological risk management in Puerto Vallarta, Jalisco

Alejandra Sarhai Rivas Tapia[1]*
Adel Hafsi[2]
Gladis Antonieta González Rodríguez[1]
Julio César Morales Hernández[1]
Bartolo Cruz Romero[1]

[1]*Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco, México*
[2]*Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, Campus Cozumel. Quintana Roo, México*

*Autora de correspondencia: alejandra.rtapia@alumnos.udg.mx

Editor encargado: Dr. Oscar Frausto Martínez
Editora invitada: Dra. Ana Cecilia Travieso Bello

Recibido: 19 de agosto de 2024 - Aceptado: 30 de septiembre de 2024

Resumen

El impacto de eventos hidrometeorológicos de gran magnitud y su relación con una urbanización acelerada ha afectado en varias ocasiones al municipio de Puerto Vallarta, uno de los destinos turísticos costeros más importantes del país. La evaluación de la infraestructura verde urbana en Puerto Vallarta, Jalisco, se centra en la administración de estos peligros. El propósito principal del estudio es crear una matriz de indicadores con el fin de evaluar la efectividad de la infraestructura verde en la reducción de los peligros hidrometeorológicos. Se identificaron amenazas hidrometeorológicas mediante el uso de sistemas de información geográfica y el análisis de registros históricos. Para evaluar los beneficios de esta infraestructura en la administración de dichos peligros, se llevó a cabo un inventario de la infraestructura verde pública de la ciudad. Se utilizaron indicadores basados en investigaciones anteriores. Se identificaron ocho riesgos asociados a amenazas hidrometeorológicas con mayor impacto en la región. Se destacaron cinco tipos de infraestructura verde urbana y se determinaron 12 indicadores para evaluar su eficacia en la administración de riesgos hidrometeorológicos a partir de su caracterización. Por último, la resiliencia de Puerto Vallarta ante estos fenómenos depende de la infraestructura verde urbana. La falta de financiamiento y la disponibilidad de espacio, sin embargo, constituyen desafíos importantes para la implementación.

Palabras clave: Territorio, Resiliencia, Sostenibilidad, Urbanismo, Plusvalía

Abstract

Since The impact of large-scale hydrometeorological events and their relationship with accelerated urbanization has affected the municipality of Puerto Vallarta, one of the country's most important coastal tourist destinations, on several occasions. The evaluation of the urban green infrastructure in Puerto Vallarta, Jalisco, focuses on managing these hazards. The study's main purpose is to create a matrix of indicators to evaluate the effectiveness of green infrastructure in reducing hydrometeorological hazards. Hydrometeorological hazards were identified through geographic information systems and analysis of historical records. An inventory of the city's public green infrastructure was conducted to assess the benefits of

this infrastructure in managing such hazards. Indicators based on previous research were used. Eight risks associated with hydrometeorological hazards with the greatest impact in the region were identified. Five types of urban green infrastructure were highlighted, and 12 indicators were determined to assess their effectiveness in managing hydrometeorological risks based on their characterization. Finally, Puerto Vallarta's resilience to these phenomena depends on urban green infrastructure. However, lack of funding and availability of space are major challenges to implementation.

Keywords: Territory, Resilience, Sustainability, Urbanism, Capital Gain

Introducción

El cambio climático y la rápida urbanización han exacerbado los riesgos hidrometeorológicos en las ciudades costeras de México; Puerto Vallarta, Jalisco, es un caso particularmente relevante debido a su ubicación geográfica y su importancia como destino turístico (Huízar Sánchez et al., 2020; Gobierno de Puerto Vallarta & Universidad de Guadalajara, 2018; Travieso Bello et al., 2023). En las últimas décadas, esta ciudad ha experimentado un crecimiento demográfico y urbano acelerado, lo que ha resultado en una mayor exposición a amenazas de origen hidrometeorológico, como inundaciones, deslizamientos de tierra y ciclones tropicales (Orozco Alvarado & Olivares Álvarez, 2016). La infraestructura tradicional presente en la región, incluyendo sistemas de drenaje y protección costera, ha demostrado ser insuficiente para responder de manera adecuada ante los impactos de eventos extremos (Baños et al., 2020; Travieso Bello et al., 2023). Esta situación se magnifica por la pérdida de espacios con cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo por la urbanización no planificada, lo que ha generado reducción de la capacidad natural para absorber y gestionar el agua de lluvia, causando inundaciones (UNEP-DHI, 2014).

En este sentido, la infraestructura verde, que incluye soluciones basadas en la naturaleza, como parques urbanos, corredores verdes, jardines de lluvia y zonas de manglares restauradas, ofrece una estrategia prometedora para abordar estos desafíos (Castro Lancharro, 2021; Quiroz Benítez, 2018). Sin embargo, la integración efectiva de esta infraestructura en el entorno urbano de Puerto Vallarta presenta múltiples desafíos técnicos, sociales y económicos ya que se observan barreras relacionadas con la planificación urbana, la disponibilidad de espacio, la financiación de proyectos, y la falta de concienciación y apoyo público (Baños Francia, 2018; Cárdenas Gómez, 2017). Además, una adecuada evaluación para la integración de infraestructura verde puede reducir significativamente los riesgos asociados a eventos hidrometeorológicos y mejorar la calidad de vida de los residentes de Puerto Vallarta, proporcionar beneficios ambientales adicionales, como la mejora de la biodiversidad y la calidad del aire, y promover el desarrollo sostenible de la ciudad (Lopez et al., 2019; Montes Espín et al., 2022). Así pues, este enfoque podría servir como modelo para otras ciudades costeras en regiones similares que enfrentan desafíos comparables.

Finalmente, siguiendo las premisas anteriores, el objetivo de este estudio fue desarrollar una matriz de indicadores de evaluación de la eficacia de infraestructura verde urbana para mitigar riesgos asociados a amenazas hidrometeorológicas.

Metodología

Identificación de amenazas hidrometeorológicas y evaluación de riesgos en la zona urbana de Puerto Vallarta

Para identificar las amenazas hidrometeorológicas que afectan la zona urbana de Puerto Vallarta, se realizó un análisis de registros históricos a través de las plataformas de INEGI y CENAPRED, para determinar los eventos más recurrentes y de mayor impacto. Adicionalmente, se empleó el sistema de información geográfica ArcGIS para representar el grado de riesgo ante amenazas hidrometeorológicas a nivel municipal para Jalisco.

Listado y caracterización de la infraestructura verde pública

A partir de los reportes en materia de infraestructura verde urbana de Castro Lancharro (2021) y de Quiroz Benítez (2018), se identificaron los tipos que se ubican dentro de la zona urbana de Puerto Vallarta, Jalisco. Con lo anterior, se seleccionaron aquellos de carácter público para delimitar bajo premisas de gestión del territorio de la administración municipal.

En cada tipo de infraestructura seleccionado, se identificaron las características físicas y ecosistémicas óptimas para mitigar los riesgos de las amenazas hidrometeorológicas.

Selección de indicadores para evaluar beneficios de la infraestructura verde urbana de Puerto Vallarta ante amenazas hidrometeorológicas

Con el objetivo de evaluar los beneficios que los diversos tipos de infraestructura verde identificada puede proporcionar

en el contexto de gestión de riesgos hidrometeorológicos, se seleccionaron indicadores provenientes de diversas investigaciones (Castro Lancharro, 2021; Lara et al., 2021; Montes Espín et al., 2022; Quiroz Benítez, 2018; Sandoval et al., 2023; SINAPROC & UNDRR, 2022; UNEP-DHI, 2014). Se priorizó la elección de indicadores que permitan una evaluación cuantitativa y cualitativa del desempeño de la infraestructura ante las amenazas identificadas.

Posteriormente, se construyó una matriz de evaluación en la que se asociaron los indicadores seleccionados con los diferentes riesgos hidrometeorológicos. Esta matriz permitió una especialización de los datos, con la finalidad de facilitar la identificación de las fortalezas y limitaciones de cada tipo de infraestructura verde, así como su potencial integración en estrategias de mitigación de riesgos específicos.

Tabla 1. Riesgos asociados a amenazas hidrometeorológicas en la zona urbana de Puerto Vallarta, Jalisco

Categoría	Efectos principales	Riesgos
Ciclones tropicales e inundaciones	Precipitaciones torrenciales	Inundaciones Deslizamiento de laderas
	Ráfagas intensas de viento	Caída de vegetación e infraestructura
	Oleaje y marejadas	Inundaciones Daño a infraestructura costera
Olas de calor y sequías	Calor extremo	Daños a los sistemas biológicos
	Escasez de agua	Pérdida de cobertura vegetal Incendios urbanos

Fuente: Méndez Estrada et al., 2021

Resultados

El estudio se condujo en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco localizado en la costa norte de Jalisco y al oeste del Océano Pacífico. Según el Censo de Población y Vivienda 2020, Puerto Vallarta cuenta con aproximadamente 300 000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2021). Predomina una población joven y adulta, con un aumento en la población de adultos mayores debido a la llegada de jubilados de diferentes nacionalidades (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2021; Secretaría de Desarrollo Agrario, 2020). En la región, predominan los bosques tropicales secos y húmedos, con una rica biodiversidad que incluye especies como palmeras y árboles frutales (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2018). No obstante, aunque existen áreas designadas para la conservación que albergan flora nativa y fauna silvestre, en las zonas urbanas la vegetación ha sido transformada debido al desarrollo humano (de los Ángeles Huízar Sánchez et al., 2020; Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2021).

Amenazas de origen hidrometeorológico en la zona urbana de Puerto Vallarta

Se identificaron ocho riesgos de mayor incidencia derivados de los efectos de las amenazas hidrometeorológicas que impactan en la zona de estudio de acuerdo con los registros de CENAPRED. Los riesgos se dividieron en dos categorías: a) ciclones tropicales e inundaciones y b) olas de calor y sequías (**Tabla 1**).

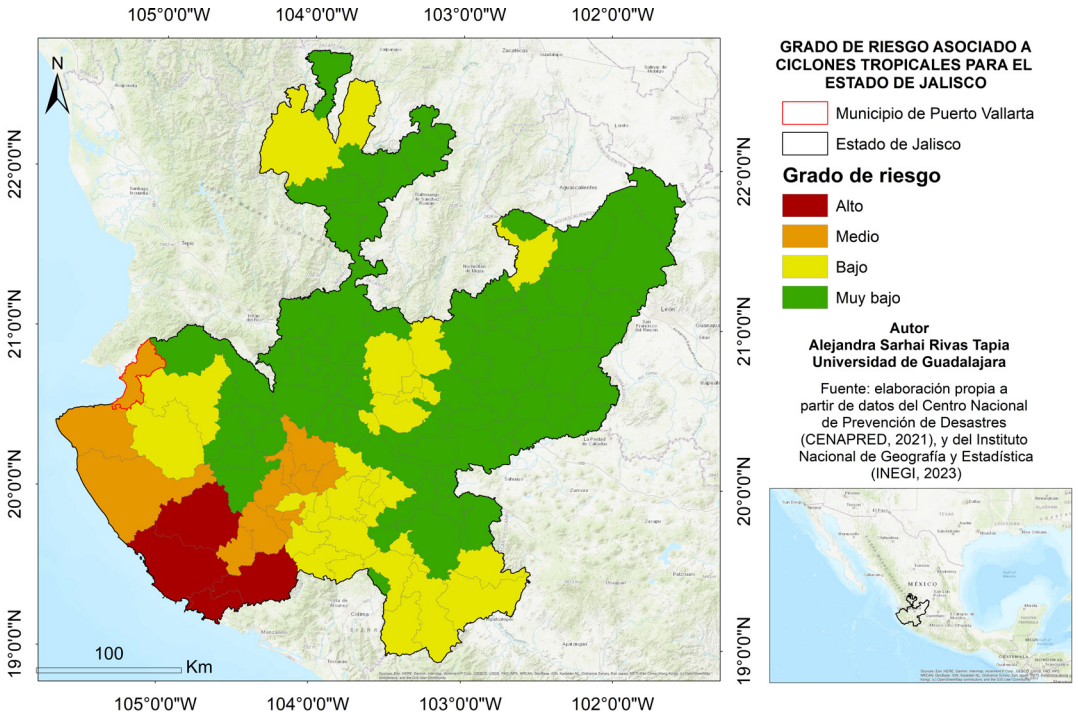
Posteriormente, de acuerdo con los reportes del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), (2021), y del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), (2023), se identificó que Puerto Vallarta enfrenta un nivel de riesgo medio, derivado en gran parte de su ubicación geográfica (**Figura 1**).

Infraestructura verde urbana en la mitigación de riesgos hidrometeorológicos

Una vez que los riesgos identificados fueron divididos en las dos categorías mencionadas anteriormente, se enlistaron los principales riesgos que impactan el municipio, identificando cinco tipos de infraestructura verde de carácter público presentes en la zona urbana de Puerto Vallarta: a) jardines de lluvia; b) pavimentos (calles y avenidas) permeables; c) cinturones, corredores y barreras vegetales; d) áreas de conservación natural; y e) parques urbanos y áreas verdes. La selección de infraestructura capaz de mitigar impactos de los riesgos identificados se realizó de acuerdo con las características físicas de cada una, los servicios ecosistémicos que provee y por los efectos posibles vinculados a los riesgos de la categoría de ciclones tropicales e inundaciones (**Figura 2**) o de los riesgos pertenecientes a la categoría de olas de calor y sequías (**Figura 3**) con la finalidad de justificar su función dentro de la mitigación de sus efectos adversos.

En el caso de los riesgos asociados a precipitaciones, ráfagas intensas de vientos y oleaje o marejadas ciclónicas, se identificaron cuatro tipos de infraestructura que puede proveer servicios ecosistémicos para la mitigación de su impacto. Se observó que los pavimentos (calles y avenidas) permeables y los jardines de lluvia aportan beneficios para prevenir y disminuir el riesgo de inundaciones en la zona urbana. Los cinturones, corredores y barreras vegetales se ubicaron en la mitigación de riesgo de deslizamientos y para disminuir los efectos de las ráfagas de viento, permitiendo así una mayor protección a los sistemas biológicos y a la infraestructura urbana de la zona. Finalmente, se eligieron las áreas de conservación natural como la infraestructura adecuada para la reducción del impacto de olas y marejadas ciclónicas frente a la infraestructura costera.

Figura 1. Grado de riesgo por eventos hidrometeorológicos para el estado de Jalisco

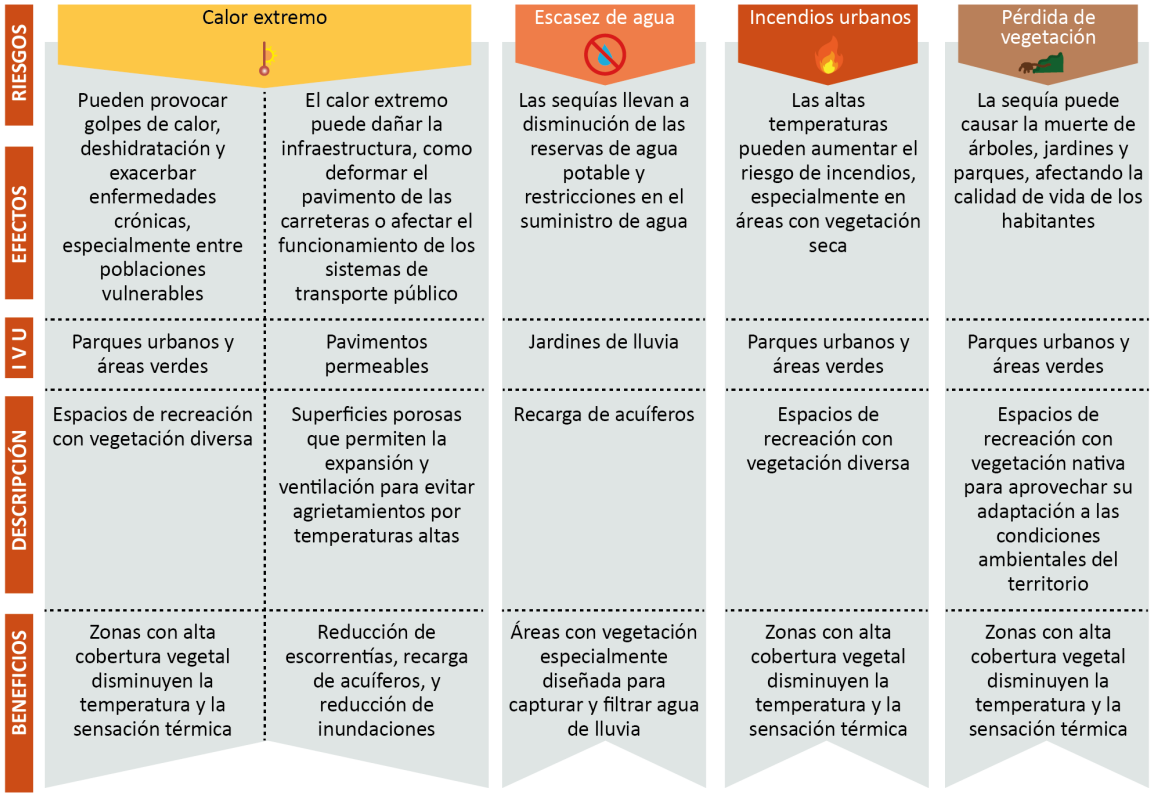


Fuente: datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2021, y del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), 2023

Figura 2. Infraestructura verde para la mitigación de riesgos de la categoría de ciclones tropicales e inundaciones

	Precipitaciones		Ráfagas intensas de vientos	Oleaje y marejadas ciclónicas
RIESGOS				
EFECTOS	La saturación de agua en el suelo puede provocar inundaciones	La saturación de agua en el suelo puede provocar deslizamientos de tierra, especialmente en zonas montañosas o con pendientes pronunciadas	Los ciclones pueden traer vientos destructivos que dañan la infraestructura urbana	Puede causar inundaciones costeras y daños en las infraestructuras cercanas a la playa
I V U	Pavimentos permeables; jardines de lluvia	Cinturones, corredores y barreras vegetales	Cinturones, corredores y barreras vegetales	Áreas de conservación natural
DESCRIPCIÓN	Superficies porosas que permiten la infiltración de agua y áreas con vegetación especialmente diseñada para capturar y filtrar agua de lluvia	Creación de terrazas con vegetación en laderas para reducir la velocidad del agua de lluvia y prevenir deslizamientos	Plantación de setos densos o filas de árboles que actúan como barreras naturales contra el viento	Zonas de conservación vegetal para permitir la creación de barreras y amortiguadores naturales ante marejadas
BENEFICIOS	Reducción de escorrentías, recarga de acuíferos, y reducción de inundaciones	Prevención de deslizamientos de tierra, mejora de la infiltración del agua de lluvia para evitar estancamientos y sobrecargar el tejido edáfico	Protección contra ráfagas de viento	Reducción del impacto de olas de gran tamaño y estabilización del nivel del mar durante eventos ciclónicos para evitar la erosión de playas e inundaciones

Figura 3. Infraestructura verde para la mitigación de riesgos de la categoría de olas de calor e incendios



En el caso de los riesgos por calor extremo, escasez de agua, incendios urbanos y pérdida de vegetación, se identificaron tres tipos de infraestructura verde que podrían permitir la mitigación de los efectos adversos de estas amenazas. Para el caso de eventos de calor extremo, incendios urbanos y pérdida de vegetación se ha propuesto la integración o rehabilitación de parques urbanos y áreas verdes, en conjunto con la implementación de más espacios con pavimentos permeables por sus beneficios en la captación de agua y a su vez la disminución de temperatura de la superficie urbana. De la misma manera, la diversificación de especies vegetales nativas en estos parques podría asegurar una mejor resistencia y adaptación al cambio climático asegurando su éxito de propagación a comparación de especies introducidas y poco adaptadas. Asegurar una mayor captación de humedad en la superficie a través de cobertura vegetal, promueve la prevención de incendios urbanos. Finalmente, en el caso de eventos de escasez de agua y sequía, se recomienda la habilitación de jardines de lluvia con depósitos de captación de agua para la alimentación de insumos hídricos durante temporadas de estiaje.

Indicadores para la evaluación de infraestructura verde urbana en materia de gestión de riesgos hidrometeorológicos

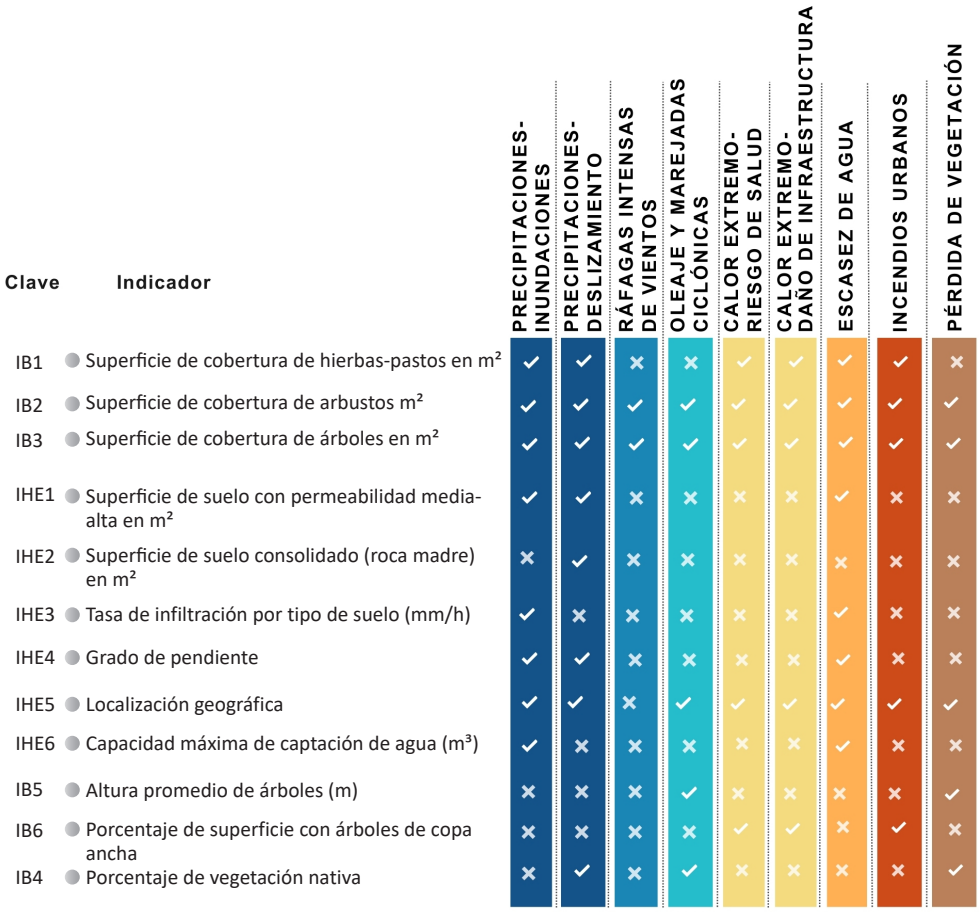
Se seleccionaron 12 indicadores de los documentos analizados, los cuales reúnen las características necesarias para evaluar la eficacia de mitigación de riesgos hidrometeorológicos de los cinco tipos de infraestructura verde urbana identificada para Puerto Vallarta. Se dividieron dos en dimensiones, con seis indicadores cada una, de acuerdo con la característica o el servicio ecosistémico que evalúan (**Tabla 2**). Para cada indicador, se destacó la importancia dentro de la evaluación de cada infraestructura, abordando los impactos de los efectos de las dos categorías mencionadas con anterioridad. Es posible observar que abordan problemas como la tasa de infiltración de agua al subsuelo para evitar acumulación de agua que posteriormente podría desencadenar problemas de inundación, o la cantidad de cobertura vegetal para manejar problemas de calor, vientos o marejadas. Es en este sentido que cada indicador se encuentra directamente relacionado con dar solución a un riesgo mediante la infraestructura detallada (**Figura 4**).

Con lo anterior, se destaca que los indicadores propuestos no solo permitirán cuantificar y calificar la capacidad actual de la infraestructura verde urbana para mitigar los riesgos hidrometeorológicos, sino que también podrán destacar áreas de oportunidad para mejorar su

Tabla 2. Indicadores para la evaluación de infraestructura verde urbana en la zona de Puerto Vallarta

Dimensión	Indicador	Clave	Importancia
Biológica	Superficie de cobertura de hierbas-pastos en m^2	IB1	A mayor superficie de cobertura de hierbas mejor captación e infiltración de agua para evitar acumulación en la superficie Favorece la retención de humedad superficial Disminuye la temperatura de la superficie Mejora la estabilidad y firmeza del terreno
	Superficie de cobertura de arbustos m^2	IB2	Captación de agua para reducir las inundaciones Mejora la estabilidad y firmeza del terreno Reduce la velocidad de los vientos Disminuye la velocidad y altura de olas
	Superficie de cobertura de árboles en m^2	IB3	Captación de agua para reducir las inundaciones Mejora la estabilidad y firmeza del terreno Reduce la velocidad de los vientos Disminuye la velocidad y altura de olas Disminuye la sensación térmica como resultado de su sombra Permite el intercambio térmico del viento
	Porcentaje de vegetación nativa	IB4	A mayor cantidad de vegetación nativa, aseguran un mayor éxito de supervivencia por sus características biológicas adaptadas a las condiciones ambientales del lugar
Hídrico - edafológica	Altura promedio de árboles (m)	IB5	Árboles de mediano o gran tamaño permiten formar una barrera ante vientos intensos. Árboles de gran tamaño proveen una sombra más amplia, por lo que permiten disminuir la sensación térmica
	Porcentaje de superficie con árboles de copa ancha	IB6	Árboles de copa ancha proveen una sombra más amplia, por lo que permiten disminuir la sensación térmica
	Superficie de suelo con permeabilidad media-alta en m^2	IHE1	Mayor cantidad de agua infiltrada al subsuelo, menor probabilidad de acumulación en la superficie Mayor infiltración de agua ocasiona mayor probabilidad de deslizamientos de tierra
	Superficie de suelo consolidado (roca madre) en m^2	IHE2	Una presencia alta de roca madre dentro del área asegura una firmeza del terreno
	Tasa de infiltración por tipo de suelo (mm/h)	IHE3	El tipo de suelo incide directamente en la capacidad de absorción de la infraestructura
	Grado de pendiente	IHE4	Un grado de pendiente alto aumenta las escorrentías y reduce la eficacia de la captación del sitio Un grado de pendiente alto del terreno aumenta el riesgo de deslizamiento
	Localización geográfica	IHE5	La ubicación estratégica de un área verde (en depresiones, cuencas, etc.) es crucial para maximizar la captación de agua Permite entender el contexto del sitio, corredores, flujos de vientos y edificios cercanos
	Capacidad máxima de captación de agua (m^3)	IHE6	Permite identificar si una zona puede ser propensa a inundaciones A mayor captación, mejor abastecimiento de sistemas hídricos

Figura 4. Vinculación de indicadores con los riesgos para evaluación de infraestructura verde urbana



eficacia. La implementación estratégica y la ampliación de las infraestructuras verdes, basadas en estos indicadores, podrían fortalecer significativamente la resiliencia de Puerto Vallarta frente a los ciclones tropicales e inundaciones, que son las amenazas de mayor impacto en la región.

Discusión y conclusión

A través de la identificación de los principales riesgos asociados a este tipo de eventos, destacando las inundaciones, deslizamientos de tierra y olas de calor, así como su vinculación con tipos específicos de infraestructura verde, se ha logrado evidenciar que la integración estratégica de estas soluciones basadas en la naturaleza puede mejorar considerablemente la resiliencia de las zonas urbanas con características territoriales similares a este municipio. Sin embargo, la implementación de infraestructura verde en Puerto Vallarta enfrenta desafíos significativos debido a diversos factores administrativos, espaciales y ambientales (Huízar Sánchez et al., 2020). La disponibilidad limitada de espacio en áreas urbanas densamente pobladas y la falta de financiamiento para proyectos de este tipo son obstáculos críticos que requieren ser abordados mediante políticas públicas y una mayor concienciación ciudadana (Ivčević et al., 2019; Marchese et al., 2018). Además, la variabilidad climática y el cambio en los patrones meteorológicos plantean preguntas sobre la capacidad a largo plazo de estas infraestructuras para seguir siendo eficaces bajo escenarios futuros de cambio climático (Filimonau & De Coteau, 2020; Keesstra et al., 2018).

En términos de evaluación, los 12 indicadores seleccionados proporcionan una base sólida para medir la eficacia de las infraestructuras verdes en la gestión de riesgos hidrometeorológicos. Su inclusión fue limitada únicamente a su aportación para analizar la eficacia de mitigación de riesgos de cinco tipos de infraestructura considerando las condiciones actuales. No obstante, se reconoce que es necesario continuar afinando estos indicadores y adaptarlos a las condiciones ambientales evolutivas, considerando que

las particularidades ecológicas y sociales de Puerto Vallarta se mantienen en un constante dinamismo de cambio.

En este sentido, la matriz de indicadores desarrollada en esta investigación ofrece una herramienta valiosa para la planificación y evaluación de estas infraestructuras, permitiendo a los tomadores de decisiones identificar áreas prioritarias para intervención y mejoras. Finalmente, se enfatiza la importancia de incluir mayor aportación de estudios longitudinales para permitir monitoreo más preciso basado en las necesidades actuales del territorio y promover una integración más sostenible en los planes de desarrollo urbano para el municipio.

Referencias

Baños Francia, J. A. (2018). Territorio, turismo y transformaciones urbanas. Apuntes para una gestión alternativa en Puerto Vallarta, México. *TOPOFILIA, Revista Científica de Arquitectura, Urbanismo y Territorios*, 147–163. https://doi.org/http://69.164.202.149/topofilia/index.php/topofilia/article/view/20

Baños, J. A. F., Huízar, M. de los Á., & López, J. L. (2020). Políticas de gestión turística, transformación urbana y patrimonio en Puerto Vallarta, México. *PatryTer, 3*(6), 51–65. https://doi.org/10.26512/patryter.v3i6.26958

Cárdenas Gómez, E. P. (2017). Las políticas turísticas en México y su aplicación en la Zona Metropolitana de Puerto Vallarta. In: E. C. de J. Universidad de Guadalajara, Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno (Ed.), *Políticas Públicas y Territorio* (pp. 123–152).

Castro Lancharro, B. (2021). *Infraestructura Verde Urbana II: Implementación y seguimiento de soluciones | Publicaciones*. https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Infraestructura-Verde-Urbana-II-Implementacion-y-seguimiento-de-soluciones.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2021). *Sistema de Consulta de Declaratorias 2000-2021*. Atlas Nacional de Riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/

de los Ángeles Huízar Sánchez, M., Ramos, J. L. L., & Francia, J. A. B. (2020). The modernization of Puerto Vallarta. Urban renewal or assisted touristification? *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, 18*(5), 831–842. https://doi.org/10.25145/J.PASOS.2020.18.059

Filimonau, V., & De Coteau, D. (2020). Tourism resilience in the context of integrated destination and disaster management (DM2). *International Journal of Tourism Research, 22*(2), 202–222. https://doi.org/10.1002/jtr.2329

Gobierno de Puerto Vallarta, & Universidad de Guadalajara. (2018). *Atlas de Riesgos por Amenazas Naturales en el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.*

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). (2023). *Marco Geoestadístico Nacional*. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551067437

Ivčević, A., Mazurek, H., Siame, L., Ben Moussa, A., & Bellier, O. (2019). Indicators in risk management: Are they a user-friendly interface between natural hazards and societal responses? Challenges and opportunities after UN Sendai conference in 2015. In: *International Journal of Disaster Risk Reduction* (Vol. 41). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101301

Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., et al. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of the Total Environment, 610*, 997–1009. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.077

Lara, A., Bucci, F., Palma, C., Munizaga, J., & Montre-Águila, V. (2021). Development, urban planning and political decisions. A triad that built territories at risk. *Natural Hazards, 109*(2), 1935–1957. https://doi.org/10.1007/S11069-021-04904-5

Lopez, M., Roca, S., & López, H. (2019). Infraestructura verde como estrategia de planificación de sistemas urbanos resilientes. Revisión bibliográfica. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes 9*(1):73-76.

Marchese, D., Reynolds, E., Bates, M. E., Morgan, H., Clark, S. S., & Linkov, I. (2018). Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications. In: *Science of the Total Environment* (Vols. 613–614, pp. 1275–1283). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.086

Méndez Estrada, K. M., Franco Vargas, E., Olmedo Santiago, C., García Vega, A., & Nolasco Mata, J. (2021). *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Coordinación de Políticas Públicas para la Prevención de Desastres. Subdirección de Estudios Económicos y Sociales 2021. Resumen ejecutivo*. https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/487-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2021.PDF

Montes Espín, R., Vasallo Rodríguez, L., Montes Espín, R., & Vasallo Rodríguez, L. (2022). Infraestructura verde urbana: herramienta de gestión para ciudades patrimoniales. *Revista Universidad y Sociedad, 14*(3), 745–750. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000300745&lng=es&nrm=iso&tlng=en

Orozco Alvarado, J., & Olivares Álvarez, G. del C. (2016). Desarrollo turístico e implicaciones medioambientales en Puerto Vallarta. *Mercados y Negocios, 17*, 27–44. https://doi.org/10.32870/MYN.V0I17.5084

Quiroz Benítez, D. E. (2018). *Implementación de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al*

cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta. www.giz.de/mexico-mx

Sandoval, V., Voss, M., Flörchinger, V., Lorenz, S., & Jafari, P. (2023). Integrated Disaster Risk Management (IDRM): Elements to Advance Its Study and Assessment. International *Journal of Disaster Risk Science, 14*(3), 343–356. https://doi.org/10.1007/S13753-023-00490-1

Secretaría de Desarrollo Agrario, T. y U. [SEDATU]. (2020). *Estadísticas demográficas sobre municipios turísticos*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2018). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México.* https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Informe2018GMX_web.pdf

SINAPROC, & UNDRR. (2022). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030: Informe Voluntario de Medio Término*. https://sendaiframework-mtr.undrr.org/media/84406/download?startDownload=true

Travieso Bello, A. C., Martínez, O. F., Hernández Aguilar, M. L., & Morales Hernández, J. C. (2023). Comprehensive risk management of hydrometeorological disaster: A participatory approach in the metropolitan area of Puerto Vallarta, Mexico. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 87,* 103578. https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2023.103578

UNEP-DHI. (2014). *Infraestructuras verdes: Guía para la gestión del agua.* www.unep.org

Regresar al Índice