

11. Áreas verdes y arboladas como espacios públicos para mitigar inundaciones. El caso de Chetumal, Quintana Roo

ROSALÍA CHÁVEZ ALVARADO*

JOSÉ MANUEL CAMACHO SANABRIA**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.286.11>

Resumen

Las ciudades son espacios de convergencia de distintas producciones de vida, estructuras de poder y cohesión social. Los espacios públicos juegan un papel esencial al fomentar la diversidad de convivencia y formas de apropiación, adaptadas al contexto social y el ecosistema local. Actualmente se reconoce la necesidad de diseñar espacios públicos que actúen como elementos urbanos de adaptación al cambio climático. En Chetumal, la expansión urbana ha llevado a una escasez de espacios públicos. Esta ausencia contribuye a inundaciones pluviales severas que resultan en pérdidas materiales significativas. Para abordar este problema, es esencial una planificación urbana que integre el aumento de áreas verdes y arboladas. El objetivo de este capítulo es analizar y proponer espacios públicos, resaltando áreas verdes y arboladas en la ciudad de Chetumal como estrategias de mitigación ante el riesgo por inundaciones pluviales. El estudio adopta un enfoque cualitativo, no experimental, y de tipo exploratorio-descriptivo. Se centra en la identificación de áreas verdes y arboladas, así como zonas ex-

* Doctora en Filosofía con Orientación en Asuntos Urbanos. Investigadora por México adscrita a la Dirección de Ciencias, Ingeniería y Tecnologías de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México. ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-3468-9283> ; ID'scopus: 57192701301 ; correo electrónico: rosaliadf@gmail.com

** Doctor en Ciencias Ambientales. Investigador por México adscrito a la Dirección de Ciencias, Ingeniería y Tecnologías de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México. ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-0366-0613> ; ID'scopus: 56820283800

puestas a inundaciones en Chetumal, para proponer espacios que coadyuven a reducir las afectaciones por inundación asociadas a fenómenos hidrometeorológicos, favoreciendo la cohesión social, la sociabilidad y la adaptación de la ciudad al cambio climático. En los resultados fue evidente mostrar la insuficiente presencia y mantenimiento de espacios públicos para la interacción social y la escasez de áreas verdes y arboladas, contribuyendo a la falta de sociabilidad y al incremento de inundaciones en la ciudad. Es imperante generar espacios públicos con un diseño que facilite la adaptación al cambio climático, mitigar las inundaciones, conservando su función principal como facilitadores de encuentros, la sociabilidad y la cohesión social con características ambientales que favorezcan la salud física y mental de la sociedad.

Palabras clave: *sociabilidad, mitigación, áreas permeables, cambio climático.*

Introducción

A nivel internacional existe evidencia empírica sobre el impacto de las inundaciones en las últimas décadas. Debido a esto, la Organización de las Naciones Unidas impulsa la generación de acuerdos internacionales que favorezcan la reducción del riesgo de desastre. Los gobiernos firman los acuerdos con el compromiso de lograr políticas públicas y acciones tendientes a la gestión del riesgo de desastres (GRD) y a la reducción del riesgo de desastres (RRD) con el objetivo de mitigar la afectación de la población ante las inundaciones (Boucher *et al.*, 2009).

Algunos países generaron o transformaron espacios públicos en áreas de amortiguamiento ante las inundaciones debido a que el crecimiento urbano contribuyó a generar áreas impermeables a los flujos pluviales. Ante los eventos de inundación, los espacios públicos con sus distintos beneficios y funciones intrínsecas están encontrando protagonismo en los procesos de adaptación urbana ante el cambio climático (Matos & Costa, 2018).

En China, Yu Kongjian inició el diseño y la construcción de las Ciudades Esponja en respuesta al proceso de adaptación ante el cambio climático, así como para enfrentar el riesgo por inundación. Su propuesta es cimentar la ciudad en términos sostenibles, restaurando la tierra urbana con una

perspectiva ecológica, como recolectar agua de lluvia para uso urbano, transformándola y logrando una calidad del agua para uso humano (IX & George, 2022).

En México se han realizado diversos tipos de acciones tendientes a la reducción del riesgo de desastres (RRD). Como un esquema institucional con su legislación que regula, desde lo federal hasta lo local, se estableció el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) y la existencia de fondos para la atención ante emergencias de origen natural y/o antrópico. También existen áreas naturales protegidas como estrategia para evitar su ocupación y venta, entre los más reconocidos.

Las ciudades costeras de Quintana Roo, como su capital Chetumal, han experimentado en los últimos años fuertes inundaciones derivadas de fenómenos hidrometeorológicos diversos. Su composición urbana muestra la necesidad de contar un número mayor de espacios públicos diseñados con áreas verdes y arboladas que brinden la oportunidad de mitigar los riesgos por inundación, así como permitir la cohesión social y la sociabilidad como factores primordiales para la sociedad. Así,

las recientes acumulaciones pluviales en la ciudad de Chetumal mostraron la emergencia de modificar los paradigmas actuales del desarrollo urbano, por lo que es necesario conjuntar las acciones de planificación territorial y gestión del riesgo de desastre para promover la mitigación de los efectos del cambio climático. La presencia de espacios públicos con áreas verdes y arboladas podría representar una alternativa sostenible y viable para la expansión urbana, pues estas acciones favorecen a la población por tener áreas de sociabilización que, al mismo tiempo, amortiguan el calor y reducen la afectación por inundaciones.

El trabajo se desarrolla con un enfoque cualitativo, no experimental, de tipo exploratorio-descriptivo. Su objetivo es analizar y proponer espacios públicos, específicamente diseñados con áreas verdes y arboladas, en la ciudad de Chetumal, como estrategias de mitigación ante el riesgo por inundaciones pluviales.

Los resultados muestran la carencia urbana de espacios públicos con áreas verdes y arboladas, que resultan insuficientes ante las necesidades sociales y contribuyen a la generación de inundaciones por representar áreas impermeables. Se requiere impulsar estrategias institucionales y sociales

dentro de la planificación territorial que generen espacios públicos diseñados para mitigar las inundaciones, conservando su principal función como facilitadores de encuentros para la participación de la ciudadanía, permitir el diálogo ante necesidades sociales y encuentros con el poder.

Marco conceptual

Las ciudades son escenarios de diversas expresiones sociales, pues los espacios públicos son los lugares de reunión y comunicación (Harvey, 2014). Ante las desigualdades observadas en las ciudades, Delgado (2011) menciona que existe una visión idealista del espacio público, ya que se entiende como el lugar donde se desarrolla el encuentro social, la sociabilidad, el diálogo y la participación ciudadana. Sin embargo, existen ciudades donde los espacios públicos son más una postura institucional local, cuyo diseño dista de favorecer el encuentro social y el diálogo.

El espacio público se interpreta como ese espacio donde los conflictos y las disputas sociales son expresadas y, las relaciones de dominio se constituyen (Gregory, 1984). Refleja las relaciones de poder, clase, género, etnia, entre otras, y su existencia social depende de que existan espacialmente (Lefebvre, 1976; Soja, 1985; Ursino *et al.*, 2020).

Las revitalizaciones urbanas e intervenciones locales en las ciudades presentan objetivos tecnócratas, lo que genera espacios públicos que solo significan concreto, calle y bancas (Ursino *et al.*, 2020). Es una falta de conocimiento sobre cada contexto social, espacial y cultural para definir las reglas formales e informales que las relaciones sociales tejen, la presencia de actores diversos y, la manera en que impacta en el entorno, de manera que estas características conformen el espacio público (Giglia, 2017).

La producción de espacios públicos que articulen el conocimiento social y cultural propuestos desde el *place making* se considera un retroceso en las políticas públicas de espacios públicos, ya que consiste en tomar un diseño arquitectónico para construir espacios desprovistos de participación social, pues no generan un significado colectivo y simbólico para la población, ya que los construye un diseñador cuya interacción con el entorno espacial es nula (Giglia, 2017).

La sociabilidad como uno de los factores relevantes que deben generar los espacios públicos se ha ido moldeando hacia un consumo del espacio cada vez más institucionalizado y ligado al mundo empresarial (Ramírez, 2015), alejándose de ser espacios revitalizantes de la comunidad, donde personas de distintos géneros, etnias y clases se encuentran, disfrutan, se expresan de diversas maneras lúdicas, culturales y deportivas (Giglia, 2017).

La población mundial se aglomera en ciudades y la tendencia continúa. Además, las áreas periurbanas se van poblando, conteniendo ríos, arroyos o están cerca de costas, observando que la tendencia es la urbanización en zonas propensas a inundaciones (Jongman, 2018). El aumento en el nivel del mar y las precipitaciones que incrementan por el cambio climático traen consecuencias, como la propagación de enfermedades y la afectación de actividades económicas (Gupta, 2007).

Algunos autores mencionan y clasifican a los espacios públicos en ocho categorías (Micek & Staszewska, 2019).

1. Espacios representativos: presentan relaciones sociales de elevada interacción y representatividad. Se construyen a partir de formas geométricas y monumentales, relacionadas con elementos simbólicos de relevancia local o nacional como plazas principales.
2. Espacios de tráfico: calles y/o áreas separadas empleadas para el desplazamiento de peatones o vehículos diversos (autos, motocicletas, bicicletas, camiones).
3. Espacios comerciales: para fines comerciales.
4. Espacios ordinarios: son los espacios residenciales.
5. Espacios eclesiásticos: representan los edificios para realizar actividades religiosas, como iglesias o templos.
6. Espacios recreativos: están representados por plazoletas diseñadas para realizar actividades de tipo recreativo o de ocio dentro de áreas residenciales.
7. Mercados urbanos: centros de abastecimientos.
8. Espacios verdes: aquellos con la función recreativa o de ocio conformados por áreas verdes y arboladas, en los que se enfoca este trabajo.

En algunas ciudades de América Latina y el Caribe, que van formalizando los asentamientos irregulares, es más reducida la existencia de espacios públicos. Estas ausencias implican la descomposición y el abandono de lo público, lo que obliga a las poblaciones al repliegue del ámbito privado e íntimo tanto personal como familiar. Se incrementa la falta de espacios que generen relaciones sociales, relaciones de clase y vínculos comunitarios (Ramírez, 2015), así como un paisaje urbano que desfavorece en salud física y mental para la población.

En México, las ciudades costeras se expanden basadas en la visión neoliberal de conceder prioridad al desarrollo económico, principalmente el turismo, que se apropia de los paisajes naturales como las playas, mientras que la expansión urbana aledaña, que es donde habita la población que trabaja en el sector turístico carece de espacios públicos. Esto condiciona y limita sus lugares de encuentro donde se expresen las ideas acerca del poder dominante (Foucault, 2009).

La falta de espacios públicos en las ciudades se ha agravado. Se exterioriza un debilitamiento de lugares de encuentro, lugares abiertos y accesibles, carentes de sentido y de transformación social que aíslan a los individuos limitando la construcción de una identidad local (Ramírez, 2015).

En un contexto neoliberal con predominio del libre mercado existe una tendencia a la privatización, la institucionalización y los intereses particulares, lo que erosiona el sentido público de espacios de todos. La generación de las ciudades se ha convertido en un proceso en el que, por diferencia de clases, existe una divergencia de acceso a los recursos urbanos y bienes públicos, modificando el entorno habitado (Ramírez, 2015; Micek & Staszewska, 2019).

Esta forma ya histórica de ofertas privadas de espacios para uso público, donde predominan la mercantilización en el uso y la apropiación del espacio, generó nuevos retos en las ciudades. La génesis y dinámica urbana representan modificaciones a los sistemas ecológicos y ambientales. Se generan nuevos paisajes antropizados y, en las ciudades costeras, es pertinente contar con propuestas factibles que disminuyan las consecuencias de la degradación ambiental y áreas de riesgo de origen natural (Ornés *et al.*, 2013).

La expansión urbana trae consigo otros retos. Las ciudades se convierten en escenarios de amenaza por inundación, ya que su crecimiento gene-

ra áreas impermeables y/o su infraestructura sanitaria y pluvial está obsoleta o fragmentada. Todo lo anterior ocurre en el contexto del cambio climático, que modifica patrones sobre fenómenos de origen natural (López & Rotger, 2013; Lee *et al.*, 2016).

Las lluvias intensas localizadas pueden representar retos importantes en su predicción, mientras que su caída trae una cantidad considerable de agua superficial en poco tiempo, excediendo la capacidad del drenaje pluvial y sanitario, ejemplos que han sucedido desde el 2012 en Irlanda del Norte y Seúl, Corea (Lee *et al.*, 2016). Diseñar las ciudades con elementos naturales para generarlas como ciudades esponja facilita la recolección de agua pluvial, permite la conexión entre redes hidráulicas naturales y los sistemas de drenaje urbano, utilizando las superficies para la absorción y depuración del agua pluvial con el objetivo de continuar su uso humano (IX & George, 2022).

Estos diseños facilitarían la generación de cuencas urbanas en las ciudades costeras de los países en desarrollo, permitiendo la conducción de aguas pluviales hacia las partes bajas de la ciudad, disminuyendo la saturación del drenaje sanitario y pluvial (Lee *et al.*, 2016). Invertir en un drenaje de mayor capacidad requiere un presupuesto elevado, lo que países en desarrollo pueden o no considerar (Everard & Moggridge, 2012).

Una de las propuestas más comunes es el control del flujo pluvial mediante el uso máximo del espacio, retrasando la descarga máxima en el drenaje sanitario y pluvial (Lee *et al.*, 2016, López & Rotger, 2013). Unas de las posibilidades de mayor relevancia y menor mención son los estudios sobre la infraestructura verde y el almacenamiento y la reutilización del agua de lluvia para usos públicos, sobre todo en países en desarrollo (Lee *et al.*, 2016).

La infraestructura verde es una opción para generar una red que conecte los espacios públicos y las áreas verdes naturales con el propósito de establecer un entorno urbano verde sostenible, conservando el valor social de los espacios públicos urbanos (Lee *et al.*, 2016; IX & George, 2022). Estas propuestas lograrían una capacidad de adaptación al cambio climático, una mejora en la salud social y ecológica, un manejo y control de inundaciones, el uso de áreas ociosas urbanas, como lotes baldíos y los espacios públicos abandonados y, por último, habría efectos económicos positivos por el aumento de áreas verdes, principalmente, el ahorro en la captación, distribu-

ción y potabilización del agua, lo cual repercute en la salud mental de los seres humanos y en el uso de energías ante el calor extremo (Syahirani & Evawani, 2021).

El espacio público para gestionar el riesgo de desastre

Actualmente, la presencia del cambio climático en el mundo genera nuevas expectativas para la población, principalmente para la que habita en las ciudades, ya que se prevé que los fenómenos hidrometeorológicos se presenten con elevada frecuencia y magnitud, dejando caídas de agua que generen inundaciones severas. Asimismo, señala la urgencia de modificar las formas de uso de las energías, ya que se estima un incremento en las temperaturas del mundo de entre 1.5 a 2 °C, lo cual significa repercusiones en los ecosistemas, principalmente, en la salud de las personas (IPCC, 2018).

La presencia de espacios públicos abiertos arbolados en las ciudades mitiga las temperaturas, la vegetación genera microclimas que logran disminuir entre 1.5 a 2 °C, la diferencia térmica disipa las islas de calor y reduce el gasto de energías para mantener el confort en las viviendas. La cobertura vegetal en los espacios públicos contribuye a las condiciones de salud del suelo, como profundidad, textura, absorción, materia orgánica y regula los impactos de la precipitación pluvial intensa por la filtración de agua (Orozco *et al.*, 2019). La presencia de espacios públicos con áreas verdes y arboladas ofrece un paisaje urbano saludable para la población, facilitando paseos y encuentros que favorecen su salud física y mental. Conjuntamente, ante el cambio climático se incrementa la absorción de agua de lluvia y aumenta la presencia de vegetación y la capacidad de absorción de calor y agua pluvial (Zimmermann *et al.*, 2016). La infraestructura verde (GI, por sus siglas en inglés) es una opción actual para la planificación urbana en los escenarios de inundación que padecen las ciudades en el mundo.

Dado lo establecido por el IPCC (2018) debería ser una tendencia transformar la manera en que se gestiona el territorio, incorporando los elementos del paisaje natural con un paisaje urbano intervenido, de forma que contribuya a mitigar los efectos del cambio climático y mejorar la salud física y mental de la población.

La presencia de espacios públicos con áreas verdes y arboladas amplía la capacidad de adaptación de las ciudades ante el cambio climático por favorecer la reducción de islas de calor, la contaminación ambiental, mitigación de partículas contaminantes, la existencia de hábitats de flora y fauna, amortiguamiento de ruido, secuestro de carbono y, la recarga de acuíferos permitiendo la disminución de áreas inundables (Orozco *et al.*, 2019). La inclusión de la participación de los residentes es relevante para fomentar en estos espacios públicos la apropiación que impulsa un mayor cuidado por parte de la población.

El diseño de espacios públicos como elementos de adaptación y mitigación ante el cambio climático podría significar una mayor participación comunitaria, empleando las experiencias locales ante inundaciones y, a su vez, representarían un medio para estimular el conocimiento sobre el cambio climático en la comunidad (Matos y Costa, 2016). Igualmente, es una forma de incentivar la apropiación comunitaria que contribuiría a la conservación y mantenimiento de los espacios públicos, así como a la cohesión social.

El término isla de calor se utiliza para referirse al incremento de la temperatura, de tipo superficial y atmosférica, derivada del desarrollo urbano en una o varias zonas de la ciudad. Las islas de calor contribuyen a un uso elevado de energías, a la contaminación atmosférica, la contaminación de cuerpos de agua y, en general, a la calidad de vida de las personas que habitan las ciudades (Soto-Estrada, 2019; Aragón *et al.*, 2020). Las coberturas naturales se sustituyen con superficies de materiales artificiales y reducen la permeabilidad del suelo, afectando la evapotranspiración del entorno.

Resulta importante mencionar que las islas de calor también dependen de factores urbanos, como la densidad habitacional, los tipos de materiales de construcción de viviendas y las vialidades (concreto y/o pavimentos), la disposición de los espacios públicos y áreas verdes (Soto-Estrada, 2019; Aragón *et al.*, 2020). Y aunque, no es el tema de este trabajo, es menester mencionar que la presencia de espacios públicos con áreas verdes y arboladas representaría beneficios alternos de índole social, económico y ambiental en las ciudades y sus comunidades, como la salud física, mental y económica, así como la facilidad de regular las islas de calor.

Jelena Geng (s/f) presenta un procedimiento ante el riesgo por inundación, el parque urbano Guyuan, que intenta la resolución de tres desafíos

en la ciudad, 1) problemas de drenaje e inundaciones, 2) espacios públicos insuficientes para la población y, 3) aumentar áreas verdes arboladas mejorando el paisaje urbano.

Existen otras propuestas desarrolladas en distintos países del mundo donde se diseñan y construyen espacios públicos como áreas de amortiguamiento ante las inundaciones (Ornés et al, 2013; Zimmermann *et al.*, 2016; Alcázar, 2017). Es importante tener una base normativa sólida para el impulso de estas propuestas debido al presupuesto requerido y personal para su mantenimiento, sin embargo, frente a los costos materiales tras las inundaciones, la inversión es congruente.

Matos & Costa (2018) mencionan que, ante la gestión del riesgo de desastre por inundaciones, ha sido imperante el conocer los procesos hídricos de la región y generar estrategias transformadoras, cuyo objetivo sea la adaptación al cambio climático adyacente a la reducción de vulnerabilidad social en particular con aquellos más frágiles, como niños, ancianos, mujeres, población de menor ingresos, entre otros.

En Copenhague existe la construcción de nueve espacios públicos que cumplen una doble función, la realización de actividades deportivas y lúdicas, mientras que frente a las lluvias son consideradas áreas de embalses, pues en esos espacios existen sistemas de almacenamiento de agua reutilizable para la ciudad. El diseño de estos espacios incluye la participación de los residentes locales que exponen sus necesidades y preferencias para conservar su estatus de espacio público, según lo señala Raphael García (2022).

En algunas metrópolis latinas se ha concientizado sobre el valor de los paisajes fluviales, incrementando sus características naturales e incorporando intervenciones de tipo cultural para lograr la reducción del riesgo de desastres por inundaciones. Tal es el caso de la región metropolitana de Buenos Aires (López & Rotger, 2013). Entre las diversas acciones de política pública que México ha sustentado para la mitigación dentro de la gestión del riesgo, cabe mencionar que aún es escasa la posibilidad de desarrollo de suficientes áreas verdes en las ciudades o la generación de espacios públicos con áreas verdes y arboladas que, además, aporten a la captación de agua para uso humano y a la reducción de islas de calor urbanas.

Se define a la gestión del riesgo como un conjunto de fases que construyen estrategias institucionales basadas en el conocimiento y la experiencia

ante riesgos de desastres, en este caso, de inundación. Las etapas son a) identificación de riesgos, b) previsión, c) prevención y preparación, d) atención de la emergencia, e) recuperación, f) reconstrucción y g) mitigación (Shaw & Goda, 2004; Chhoun, 2016).

Gestionar el espacio público considerando acciones tendientes a la gestión del riesgo simboliza una forma de enfrentar con herramientas propias e institucionales las diversas amenazas a las que están sujetas las ciudades.

En este trabajo se desarrolla la propuesta de implementar nuevos espacios y ubicaciones de los espacios públicos con áreas verdes y arboladas que promuevan la vida comunitaria, favorezcan procesos para configurar la opinión y la voluntad colectiva, así como la reducción de áreas de inundación, incluidos los beneficios tangibles como procesos de adaptación al cambio climático, donde se suscite la cultura urbana local sobre el cambio climático mostrando a la población su papel fundamental en el cuidado de los espacios públicos (Matos y Costa, 2018).

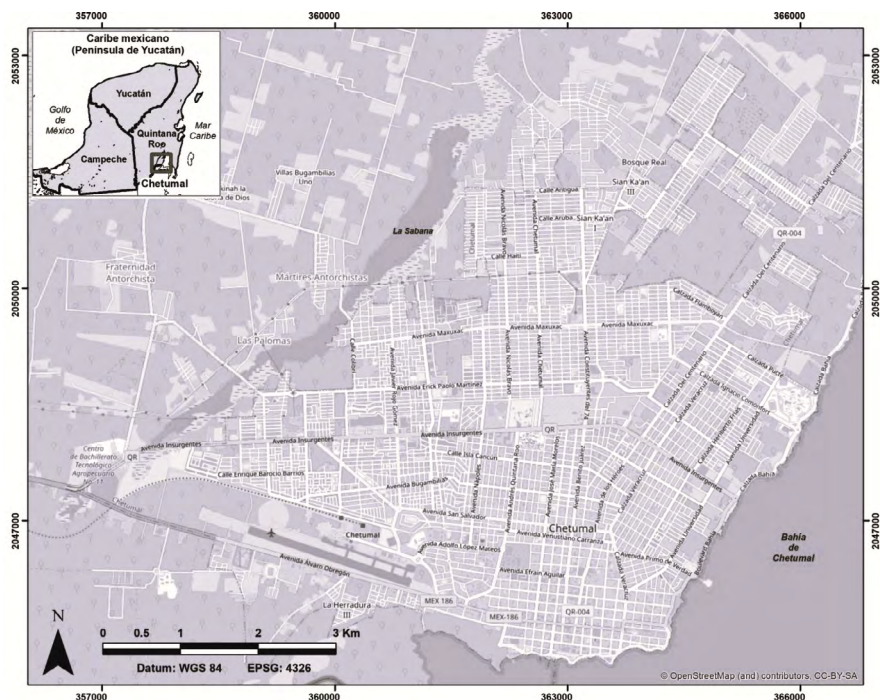
Área de estudio

La ciudad de Chetumal se ubica en la entidad de Quintana Roo, México (Figura 1). Es una ciudad costera y de junio a diciembre puede ser afectada por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos de distinta magnitud, principalmente, el paso de huracanes. Chetumal, junto con Playa del Carmen y Cancún presentan las tasas de crecimiento urbano más altas en el país, con un 4.1% anual, mientras que en el resto de México es de 1.4% anual.

El clima es cálido subhúmedo con lluvias de verano (de junio a diciembre) y una temperatura anual de 26.7 °C, con precipitación media anual de 1,307.5 mm.

La geopedología, que significa el estudio del suelo en su contexto geomorfológico, es relevante para comprender problemas continuos, entre ellos, las inundaciones. La ciudad está sobre suelos de tipo Leptosols, Gleysols, Cambisols, Luvisols y Phaeozems. Los suelos como Leptosols y Phaeozems presentan una facilidad de drenaje ante las lluvias, mientras que los demás suelos son menos permeables, por lo que se relacionan a zonas de inundación temporal que en menos de unas horas logran filtrar el flujo pluvial

Figura 1. Ubicación geográfica de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, México



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2020).

(Fragoso & Pereira, 2018). Además de estos atributos, se reconoce que la ciudad presenta modificaciones a los ecosistemas debido a la expansión urbana, que incluye la deforestación, la pavimentación, la construcción sobre áreas inundables (humedales, pastizales, selvas bajas y medianas) y la modificación de la línea litoral, como las más relevantes.

La ciudad se distingue por dos alturas asociadas a fracturas que se identifican como un talud de estructura platefórmica en dirección del mar. El primer talud está a nivel del mar mientras que el segundo presenta una altura de 30 metros, aproximadamente (Fragoso & Pereira, 2018). Esta conformación podría suponer que el escurrimiento de aguas pluviales se desarrolla en dirección al mar, sin embargo, la dinámica de la ciudad y la presencia de distintos cuerpos de agua generan cuencas hidrológicas urbanas que se modifican con el crecimiento de la ciudad, generando inundaciones por el estancamiento de agua.

El diseño de la ciudad de Chetumal cuenta con un alcantarillado pluvial que conduce las aguas de las superficies hacia los mantos acuíferos, sin embargo, la infraestructura presenta carencias para lograr que las descargas máximas sean absorbidas en su totalidad y logren el avenamiento aguas abajo. Hasta ahora, se observa que las administraciones locales y estatales realizan modificaciones parciales conectando a tuberías cuya capacidad es secundaria, o bien, la conducción principal requiere de inversión para absorber los caudales máximos, lo que es fácilmente identificable en la literatura gris sobre las recientes inundaciones de junio del 2024.

Resultados. Espacios públicos y áreas verdes en la ciudad de Chetumal

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que cada ciudad y localidad debe disponer de un área mínima de 9 m² de áreas verdes por habitante. En América Latina esta proporción es significativamente menor, con solo 3,5 m² por habitante. Según el Gobierno de México, la insuficiente planificación urbana y la falta de espacios públicos adecuados conllevan a riesgos significativos y a una reducción en la calidad de vida (Gobierno de México, s/f).

En Chetumal se identifican 16 espacios públicos que se consideran parques, los cuales presentan trazas predominantemente rectangulares. En estos parques se encuentran áreas verdes y zonas deportivas con dimensiones variables. Sin embargo, un porcentaje considerable de estos espacios cuenta con superficies impermeables debido a su recubrimiento de concreto (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. *Espacios públicos en Chetumal, 2020.*

Nombre del espacio público	Superficie en metros cuadrados		
	Concreto	Verde	Superficie
Parque de la mujer	17,558.64	5,175.36 23%	22,734.00
Parque de la alameda	9,242.00	6,238.00 40%	15,480.00
Parque de los caimanes	9,772.23	3,769.77 28%	13,542.00

Nombre del espacio público	Superficie en metros cuadrados		
	Concreto	Verde	Superficie
Parque Aaron Merino	5,815.30	5,910.70 50.4%	11,726.00
Parque de forjadores	6,110.63	4,171.37 40.5%	10,282.00
Parque campo hundido	2,999.79	6,725.21 69.1%	9,725.00
Parque del queso	5,336.98	2,729.02 33.8%	8,066.00
Parque integral del manatí	2,859.79	3,724.21 56.5%	6,584.00
Parque renacimiento	3,158.32	2,645.68 45.5%	5,804.00
Parque de las casitas	4,642.83	854.17 15.5%	5,497.00
Total	67,496.51	41,943.49 38.3%	109,440.00

Fuente: Paz (2020). Corroborado en trabajo de campo (agosto-septiembre 2024).

Tabla 2. Espacios públicos rehabilitados 2023

Nombre del espacio público	Superficie en metros cuadrados		
	Concreto	Verde	Superficie en m²
Parque caribe	2,119.6	1,956.5 48%	4,076.16
Parque proterritorio	1,139.0	2,657.69 70%	3,796.7
Parque proterritorio 1	2,251.5	4,181.3 65%	6,432.9
Parque de lagunitas	865.8	2,597.5 75%	3,463.4
Habitad 1	6,112.6	6,112.6 50%	12,225.2
Domo de pacto obrero	1,639.5	1,639.0 50%	3,278.1
Total	14,127.63	19,144.78 57.5%	33,272.46

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (agosto-septiembre 2024).

Tabla 3. Espacios públicos con áreas verdes y arboladas en la ciudad de Chetumal (m²)

Tipo de espacio público con áreas verdes y arboladas		Superficie en m²
Áreas verdes	32 áreas	194,767.00
Áreas verdes y arboladas	24 áreas	100,346.00
Superficie total	56 áreas	295,113.00

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (agosto-septiembre 2024).

La Tabla 3 muestra el resultado de una visita a toda la ciudad para identificar los espacios públicos que representan áreas verdes y arboladas, las cuales deben ser parte del paisaje urbano y deberían ser obligatorias en todo fraccionamiento habitacional, ya que son los espacios para la construcción social del tejido urbano y elementos para la reunión comunitaria.

Se identificaron dos tipos de áreas verdes dentro de los fraccionamientos: a) áreas verdes, que solo son áreas donde existe escaso o nulo arbolado, mobiliario urbano y ubicadas dentro de fraccionamientos habitacionales y, b) áreas verdes y arboladas, que representan áreas verdes con suficiente cantidad de árboles, de igual, escaso o nulo mobiliario urbano.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), la población de la ciudad de Chetumal se cifra en 233,648 habitantes, con una distribución de 50.7% mujeres y 49.3% hombres. De conformidad con las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la ciudad debería contar con 2,102,832.00 m² de áreas verdes. Sin embargo, esta recomendación se encuentra significativamente distante de la situación actual en la ciudad, existiendo solo 356,201.27 m² de áreas verdes y arboladas (Tablas 1, 2 y 3).

Chetumal, al igual que otras ciudades costeras de Quintana Roo, enfrenta problemas asociados con el cambio climático debido a la pérdida de cobertura vegetal por la antropización. Estos factores contribuyen al incremento de la temperatura en hasta 5°C durante el verano. Jorge Estrada, investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México, llevó a cabo un estudio sobre la presencia de flora urbana en la región y su relación con la mitigación de los impactos ambientales (Galera, 2022).

Estrada indicó que hace 15 años la vegetación urbana en las ciudades de Quintana Roo proporcionaba un servicio ecosistémico funcional a la población. No obstante, en la actualidad la reducción de áreas verdes y la proliferación de espacios públicos construidos con domos deportivos y concreto han generado problemas ambientales significativos (Tablas 1 y 2). Además, se ha permitido la construcción de fraccionamientos sin áreas verdes adecuadas y la ausencia de camellones arbolados, lo que agrava aún más la situación (Galera, 2022).

En la revisión del Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Há, perteneciente al municipio de

Othón P. Blanco (Q. Roo), el documento considera como áreas verdes los parques listados en la Tabla 1. Además, se señala que:

Respecto a estos equipamientos un conjunto importante de la población en áreas urbanas considera que las áreas verdes y los espacios para hacer deportes disponibles en sus colonias no son suficientes para las personas que habitan allí y que las condiciones de los existentes son regulares o malas (Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2018, p. 210).

Una de las estrategias delineadas en el plan es la siguiente: “1.2.6. Fomentar entre los municipios la adopción de lineamientos que regulen la dotación, calidad y ubicación de áreas verdes y equipamientos” (AOPB, 2018, p. 244). Además, el documento estipula: “5. Verificar que los nuevos desarrollos habitacionales cuenten con las características mínimas de las viviendas, así como con la donación mínima requerida y dotación de superficie de áreas verdes por habitantes” (AOPB, 2018, p. 280). Sin embargo,

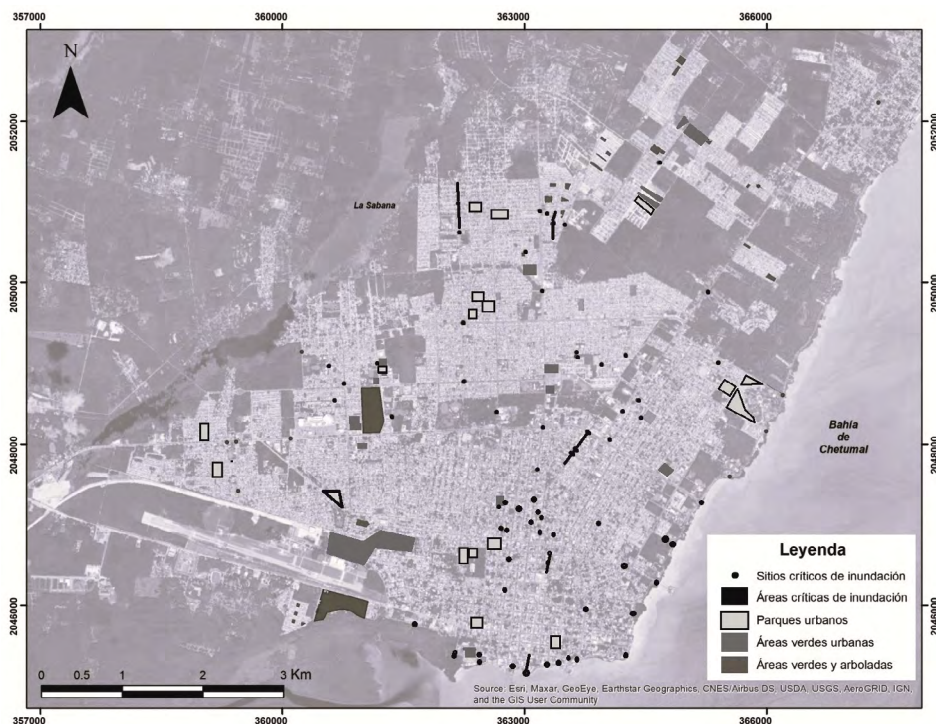
el documento adolece de un diagnóstico preciso y de datos concretos sobre la superficie de áreas verdes en el área metropolitana, por lo que las Tablas 2 y 3 son una aportación de este trabajo de datos precisos de espacios públicos con áreas verdes y arboladas en la ciudad. Asimismo, parece existir una confusión entre la dotación de áreas verdes requerida para los fraccionamientos y la provisión de parques deportivos, lo que podría afectar la claridad y la implementación de las políticas propuestas.

Los vacíos técnicos en la presencia de espacios públicos con áreas verdes en la ciudad de Chetumal quedan evidenciados por distintos datos como las Tablas 1, 2 y 3 y la Figura 2. Cabe mencionar que, a pesar de que se observan distintas áreas con arbolado, en realidad estas son propiedad privada, por lo que hasta ahora han contribuido como “esponjas” ante la presencia de lluvias.

Los datos presentados y la cartografía evidencian la necesidad de ampliar la presencia de espacios públicos con áreas verdes y arboladas que funjan como lugares de sociabilidad e interacción para incrementar la cohesión social y funcionen como áreas de absorción pluvial. La Figura 2 permite observar que las áreas de inundación se ubican en espacios donde es menor la presencia de espacios públicos con áreas verdes y arboladas.

Mientras que los parques urbanos se ubican en barrios donde habitan personas con menores recursos económicos.

Figura 2. *Espacios públicos con áreas verdes arboladas y áreas prioritarias de inundación en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo*



Fuente: Elaboración propia con base en Tablas 1, 2 y 3. Datos de áreas prioritarias de inundación obtenidas de Protección Civil Municipal del 2024.

Es patente observar que aún existen áreas sin urbanizar en la parte central y norte de la ciudad. En estas áreas es donde existen menos problemas de inundación y son propiedad privada que espera desarrollarse en mediano plazo. Hacia el noreste existen mayores áreas despobladas que actualmente se están lotificando y vendiendo para el desarrollo de fraccionamientos habitacionales, algunos de ellos ya están pagados, lo que va a representar una mayor extensión de área impermeable y el desarrollo de nuevas áreas de inundación.

Resultados

Se observa la escasa presencia de espacios públicos en la ciudad de Chetumal, principalmente, con áreas verdes y arboladas, lo que contribuye a disminuir la interacción social comunitaria donde la población desarrolle actividades para la cohesión social, la sociabilidad, el ocio y la recreación. Estas capas de cemento que se imprimen en el paisaje urbano solo representan una hoja impermeable ante las lluvias continuas de la región.

En las Tablas 2 y 3 se presentaron espacios públicos que han sido diseñados para actividades deportivas, mismas que solo se ocupan por la población en horarios de 17 a 21 horas porque representan protecciones de cemento que, en los momentos de mayor temperatura superficial, obligan a retirarse por el calor emitido, impidiendo actividades al aire libre.

Para lograr el diseño de espacios públicos con áreas verdes y arboledas que funjan como “esponjas” ante los flujos pluviales se requiere de una serie de trabajos técnico-académicos que faciliten el entender la dinámica de suelos y urbana, ya que las áreas de inundación han sido dinámicas debido a las distintas edificaciones que se gestan cada año en la ciudad. Actualmente, en la Universidad Autónoma del estado de Quintana Roo (UAEQROO) se desarrollan distintos estudios para elaborar la cartografía de suelos y el monitoreo de temperatura superficial.

Existe el Observatorio de Resiliencia ante el riesgo de Inundación en Quintana Roo (ORIQROO), que es un ente dentro de la UAEQROO que elabora la cartografía de inundaciones pluviales a nivel barrio y manzana e identifica la dirección de flujos pluviales para construir cuencas intraurbanas a nivel barrio. Dicho trabajo está en proceso de construcción para lograr una evidencia más concluyente sobre las dinámicas de flujos pluviales urbanos.

Hasta ahora existen escasos estudios sobre hidrología urbana para entender cómo es que funciona el cauce natural y antrópico que facilite comprender el escurrimiento de las aguas de lluvia a fin de identificar los lugares históricos que son inundables y las nuevas áreas inundables que se gestan con la dinámica urbana, ya que representan lugares de desemboque del escurrimiento.

Es pertinente subrayar que, tras la forma en que se construye la ciudad de Chetumal, se observan fraccionamientos recientes y periféricos con mínimas o nulas áreas verdes, con nimia presencia de diseño y mobiliario que estimule a su visita. Asimismo, se hallaron espacios públicos con falta de mantenimiento, lo que significa un paisaje de hierba elevada, escaso mobiliario cubierto de herbaje, fauna que puede ser considerada por la población como nociva (ratas, mosquitos, arañas, tarántulas) y que puede disminuir la cohesión social y la reunión ciudadana, así como la identidad local. Este tipo de espacios públicos se convierten en tiraderos de basura a cielo abierto o lugares considerados inseguros, con evidente abandono social e institucional.

La apropiación de la población de los espacios públicos depende del diseño y el mantenimiento que las autoridades impriman en ellos. Es parte de la accesibilidad y la sociabilidad que el espacio invite a estar en él y a convivir en comunidad. En trabajo de campo se observó la falta de interés tanto de la población como de las autoridades en mantener estos espacios públicos en condiciones accesibles y habitables. Este tipo de apatía contribuye a afectar la salud de las personas, ya que en época de lluvias (de mayo a principios de diciembre), estos espacios son focos de vectores (dengue, zika, chikunguya). Este tipo de vectores afectan principalmente a niños y personas mayores, y su presencia es mayor cuando la maleza crece y se abandona, por lo que en la región son patentes las epidemias generadas por estos factores.

Desde la perspectiva del uso de espacios públicos, la falta de apropiación comunitaria afecta a la cohesión social, siendo palpable que el espacio público en la ciudad de Chetumal deja de cumplir con su objetivo principal de invitar a la sociabilidad, resolución o exposición de conflictos comunitarios y el escenario para discutir y solucionarlos (Gregory, 1984; Soja, 1985; Ursino *et al.*, 2020). Asimismo, la población está alejada de construir un proceso de adaptación de los espacios públicos con áreas verdes y arboladas por lo que los abandonan, convirtiéndose en tiraderos de basura, nodos de inseguridad, entre otras cosas.

Tras las lluvias del 2024, cabe mencionar que la inversión federal y estatal para el apoyo en despensas y algunos enseres domésticos a las personas afectadas sumó la cifra de 37 millones de pesos, en un paquete integral de acciones para atención de la emergencia en Chetumal del presupuesto estatal,

así como una suma de 181 millones de pesos para otorgar microcréditos derivados del Fondo de Financiamiento de Quintana Roo y Nacional Financiera (NAFIN) (Vázquez, 2024). Ambos montos sumaron 218 millones de pesos del presupuesto estatal más los montos sumados del presupuesto federal, desconocidos hasta ahora, tan solo para la inundación de junio de 2024.

Dicha inundación afectó a 147 barrios o colonias de las cuales 120 presentaron daños graves por presentar tirantes máximos de inundación por encima de los 70 centímetros. Algunos barrios o colonias permanecieron bajo el agua por más de dos días (Quintal, 2024). Bajo estos escenarios, es prioritaria la propuesta de un nuevo esquema de construcción de espacios públicos con áreas verdes y arboladas que permitan mejorar las condiciones de la población en su vida cotidiana y ante la presencia del riesgo de desastre por inundación.

Propuesta metodológica para aplicar a los siguientes espacios de expansión urbana

Es necesario revisar y mejorar el reglamento de fraccionamientos y espacios públicos del municipio de Othón P. Blanco para proponer el máximo y mínimo de áreas verdes obligatorias en los fraccionamientos nuevos. Sobre todo, es necesario lograr un nivel de retroactividad en la propuesta normativa, ya que existen fraccionamientos que han sido aceptados, sin embargo, serán construidos dentro de 5 años y aceptados con la normativa actual. Impulsar la retroactividad en las normativas favorecerá la presencia de mayores espacios públicos para la sociabilidad, cohesión social y recreación de la población, además de fungir como áreas de absorción ante el escurrimiento pluvial.

La presencia de vegetación tiene una función estética paisajística que tendría la posibilidad de mejorar la salud física y mental de la población, así como disminuir la temperatura y simbolizar elementos urbanos que favorezcan la adaptación al cambio climático.

Los camellones en la ciudad son amplios y pueden diseñarse de manera que conduzcan el agua hacia el área verde para servir como “esponjas” al igual que las áreas verdes y arboladas, convirtiéndose en áreas para servicios ecosistémicos de adaptación y mitigación (Figura 3).

En la ciudad de Chetumal los camellones centrales en las principales avenidas, como Insurgentes, Javier Rojo Gómez, Erick Paolo y Boulevard Bahía, las dimensiones permiten el desarrollo de estas propuestas.

El diseño de estos espacios públicos como “esponjas” requeriría de un mínimo de inversión, manteniendo la mayoría de su vegetación, facilitando la sociabilización, actividades recreativas y lúdicas, máxime la mengua de inundaciones pluviales. En la figura 3 observamos dos propuestas, una que muestra un espacio público con mínima intervención antrópica donde se logre la dirección y absorción de agua pluvial. La segunda opción puede presentar una intervención antrópica con diseño para incentivar actividades recreativas y la conducción de aguas pluviales.

Figura 3. *Camellones centrales como áreas esponja en Chetumal*



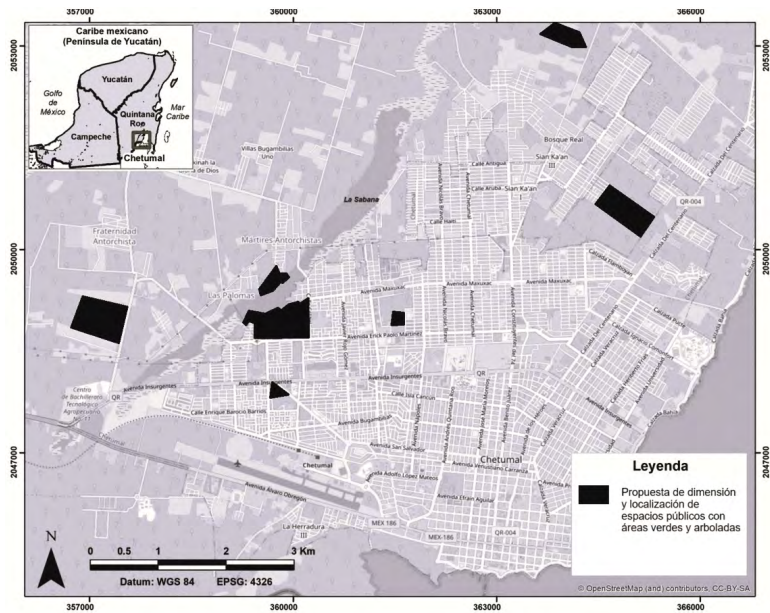
Fuente: Elaboración propia con base en Inteligencia Artificial

La propuesta de localización de los espacios públicos con áreas verdes y arboladas se observa en la Figura 4 (que se acompaña de la Tabla 4), representando usos de suelo privado actualmente, sin embargo, pueden ser utilizadas para construir las llamadas “esponjas” de absorción que son los espacios públicos con áreas verdes y arboladas que faciliten la absorción de agua pluvial. Siendo propiedad privada, el municipio y el Estado pueden gestionar con los propietarios nuevas formas para administrar los predios a fin de que exista una propuesta de compraventa o de enfocar sus usos de

suelo a la construcción de servicios ecosistémicos de mitigación ante el cambio climático a través de una política pública que impulse un cambio de uso por destino de suelo hacia servicios ecosistémicos.

En apoyo a la iniciativa se propone una modificación de la normativa actual que gestiona los espacios públicos siendo una prioridad en la gestión territorial de la ciudad debido a las inundaciones más recientes y, al proceso actual y futuro de expansión urbana que se espera con la llegada de las obras federales, entre ellas la del Tren maya.

Figura y Tabla 4. Propuesta de ubicación de espacios públicos con áreas verdes y arboladas en Chetumal, Quintana Roo



Espacios públicos propuestos	Metros cuadrados
Polígono 1	28,754
Polígono 2	325,580
Polígono 3	474,086
Polígono 4	298,857
Polígono 5	228,970
Polígono 6	49,646
Polígono 7	25,292
Total	1,431,185

Fuente: Elaboración propia

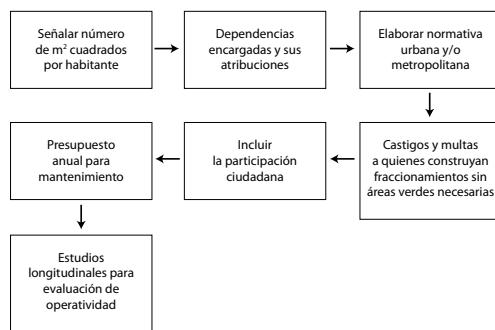
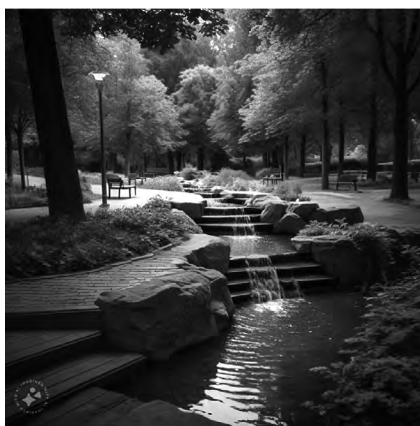
Para consolidar la propuesta de actualización de la normativa sobre espacios públicos es imprescindible la elaboración de una cartografía actualizada para identificar el tipo de suelo en las áreas propuestas (Figura 5), así como las cuencas hidrográficas urbanas para dirigir los flujos hacia los espacios públicos propuestos, logrando con ello un mejor manejo y control de inundaciones. Lo anterior permitirá construir un monitoreo histórico para evaluar cómo la dinámica urbana se comporta con la creación o modificación de áreas de inundación, de esta forma, se podrán realizar las adecuaciones necesarias cada determinado tiempo.

La propuesta también plantea que estas “esponjas”, también llamadas infraestructura verde logre la conducción de agua pluvial hacia puntos de recolección que permita el tratamiento del agua recolectada para uso humano. De esta forma, se logra mitigar la escasez de agua para uso doméstico y uso municipal.

Con la propuesta de este trabajo la ciudad de Chetumal pasaría de 356,201.27 m² de áreas verdes y arboladas a 1,787,386.27 m², es decir, más cerca de los 2,102,832.00 m² de áreas verdes propuestos por la normativa de la OMS, considerando que la tasa de crecimiento se mantenga en los niveles actuales. Es obvio que al incremento de la población se traducirá en una mayor necesidad de espacios públicos con áreas verdes y arboladas.

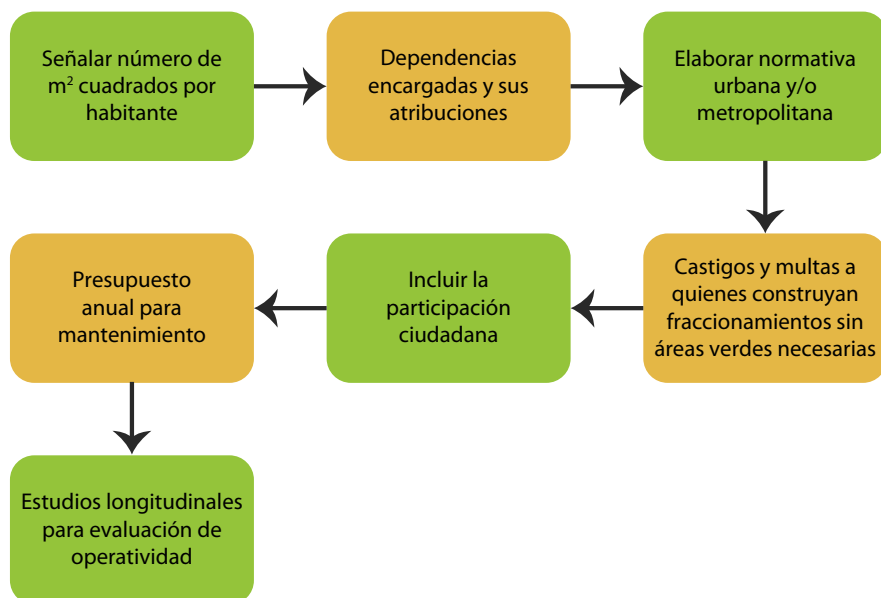
Figura 5. *Propuesta de espacios públicos para conducir flujos pluviales*

Áreas intervenidas



Fuente: Elaboración propia con base en Inteligencia Artificial

Ruta de modificación para la normativa de espacios públicos en Chetumal



Fuente: Elaboración propia

Este proceso para nuevos espacios públicos permite revitalizar el paisaje urbano con una mayor presencia de elementos primordiales para la gestión del riesgo, con metas efectivas y rápidas de conducción de flujos pluviales considerando el análisis del ciclo del agua en la ciudad. Asimismo, habría un cambio en el paradigma de las ciudades adaptadas al cambio climático ante las inundaciones, reduciendo las vulnerabilidades sociales con la integración del medio ambiente, aspectos sociales, de salud, económicos y políticos.

Conclusión

La forma en que las ciudades actuales, sobre todo las costeras, están creciendo simboliza una explosión demográfica que construye espacios cuya habitabilidad es precaria debido a la falta de desarrollo de espacios públicos, siendo un componente transcendental cuya presencia debe ser dominante y estar

bien diseñada para el bienestar de la población. Es el referente del análisis de las participaciones sociales y ciudadanas donde se gesta la gobernanza.

Frente al cambio climático, las ciudades deben desplegar nuevas formas de constituirse que favorezcan un proceso de adaptación con el objetivo de que la población siga habitando sin demeritar su calidad de vida.

Las situaciones de inundación en la ciudad de Chetumal y otras ciudades costeras del mundo obligan a reflexionar sobre la inversión en infraestructura pluvial o infraestructura verde con el uso del paisaje natural. Algunos estudios (Everard & Moggridge, 2012, Lee *et al.*, 2016) han mostrado la forma en que se puede conducir y tratar el flujo pluvial para disminuir las inundaciones. A pesar de requerir una inversión elevada, en la ciudad de Chetumal las inversiones anuales en recuperación y reconstrucción post-desastre por inundación equiparan o superan lo que puede significar una inversión en infraestructura pluvial de capacidad extraordinaria, así como la capacidad de generar espacios públicos que funjan como esponjas para aliviar la carga al drenaje pluvial.

Los beneficios sociales de este tipo de infraestructura favorecerían diversos ámbitos para aminorar los desastres por inundación, eliminar los problemas de salud derivados de inundaciones de agua pluvial mezclada con aguas negras, además de incrementar la presencia de espacios públicos con áreas verdes y arboladas, ofreciendo un paisaje natural que contribuye a la salud mental y física, así como a la cohesión social.

Asimismo, modificar y actualizar la normativa de espacios públicos enfocada a la adaptación y mitigación ante el cambio climático, debe ser el precedente para incentivar una agenda de inversión verde en la entidad, ya que el paso continuo de huracanes la presencia de inundaciones en las ciudades costeras, como Playa del Carmen, Cancún, Tulum y Holbox también se ha incrementado. La obtención de recursos económicos para gobiernos estatales y municipales es posible tras los diversos organismos internacionales que financian acciones para la adaptación y mitigación frente al cambio climático.

Se puede conjeturar que la propuesta presentada contribuiría a una mejora social, ambiental y turística para Chetumal, incrementando la construcción de una ciudad con un paisaje e infraestructura verde que podría contribuir a disminuir la temperatura de 2° hasta 5°C. Otro beneficio posible

es mejorar la salud física y mental de la población, la cohesión social y sociabilidad, la mengua de inundaciones pluviales y, crear una atracción turística al observar una ciudad costera con áreas verdes y arboladas amplias y un paisaje de selva mediana subperennifolia con una mayor presencia de árboles de caoba y cedro rojo, que constituiría a Chetumal como la ciudad esponja.

Esta propuesta incluye la posibilidad de conducción de agua pluvial para contenerla y tratarla para uso humano con el objetivo de mitigar la futura ausencia de agua potable, lo que es un factor primordial a considerar en la construcción de las ciudades a mediano plazo por el contexto del cambio climático. Finalmente, el proceso de este trabajo permitió visualizar la necesidad de compeler que la planificación territorial y la gestión del riesgo sean áreas de estudio que converjan y sean transversales en la administración de la ciudad.

Referencias

- Alcázar Flores, J. J. (2017). El espacio público como elemento articulador y regenerador, entre el borde costero y la trama urbana, en el sector de Buenos Aires – Trujillo. *Revista Scientia*. 9(1), 13-24. doi: dx.doi.org/10.18050/RevUcv-Scientia.v9n1a1.
- Aragón, J., Rodríguez, E., Varon, G. & Sánchez, Gabriel (2020). Análisis de islas de calor por medio de imágenes satelitales y sistemas de información geográficos en el área urbana de La Sabana de Bogotá. *Geographicalia*. 72, 39-64. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2020724571
- Ayuntamiento de Othón P. Blanco. (2018). *Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Há. Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo*. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. Quintana Roo. México.
- Boucher, O., Friedlingstein, P., Collins, B. & Shine, K. (2009). The indirect global warming potential and global temperature change potential due to methane oxidation. *Environmental Research Letters*. 4(4): 1-5. [dx.doi.org/10.1088/1748-9326/4/4/044007](https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/4/044007)
- Chhoun, N. (2016). *Disaster management in Cambodia: Community-based disaster risk management in the case of drought* [Ponencia]. 1st TU-CAPS Asia-Pacific Century Integrating the Differences, Phuket. <https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/46009-003-sd-02.pdf>
- Canal 10. (23 de julio de 2023). Mara Lezama impulsa la imagen urbana de Chetumal con la rehabilitación de 7 parques en Chetumal. *Canal 10*. Sección Municipios. ht-

- tps://noticias.canal10.tv/nota/municipios/mara-lezama-impulsa-la-imagen-urbana-de-chetumal-con-la-rehabilitacion-de-7-parques-en-chetumal-2023-07-24
- Everard, M. & Moggridge, H. (2012). Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosyst.* 15(II), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0174-7>
- Foucault, M. (2009). *Historia de la sexualidad I. La voluntad de saber*. Siglo XXI.
- Fragoso, P. & Pereira, A. (2018). Suelos y Karst, Origen de Inundaciones y Hundimientos en Chetumal, Quintana Roo, México. *European Scientific Journal*. 14(14). doi.org/10.19044/esj.2018.v14n14p33
- Galera, A. (2022). Ciudades de Q. Roo prefieren planchas de cemento que árboles. Sección Chetumal. *Novedades de Quintana Roo*. <https://sipse.com/novedades/deforestacion-urbana-ciudades-quintana-roo-areas-verdes-422521.html>
- García, R. (2022). Prevención de inundaciones en espacios urbanos. *EuroCities*. 20 de enero de 2022. <https://eurocities.eu/stories/preventing-flooding-with-urban-spaces/>
- Geng, J. (s/f). Nature-Based Solutions in a Guyuan Urban Park to Mitigate Flood Risk and Enhance Community Resilience. *PANORAMA Solutions for a Healthy Planet*. <https://panorama.solutions/en/solution/nature-based-solutions-guyuan-urban-park-mitigate-flood-risk-and-enhance-community>
- Gregory, D. (1984). *Ideología, Ciencia y Geografía Humana*. Oikos-Tau.
- Giglia, Á. (2017). Espacios públicos, sociabilidad y orden urbano. *Revista Cuestión Urbana*. 1(2), 15-28.
- Gobierno de México. (s/f). Temas sociales. 4.1.3.1 Superficie de áreas verdes urbanas per cápita. *Semarnat* [página web]. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_ilac18/indicadores/04_sociales/4.1.3.1.html#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la,de%20alguna%20de%20estos%20espacios
- Gupta, K. (2007). Urban flood resilience planning and management and lessons for the future: a case study of Mumbai, India. *Urban Water Journal*. 4(3), 183–194. <https://doi.org/10.1080/15730620701464141>
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020, marco conceptual*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. INEGI, c2021. XIV, 351 p.
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. En Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.). In Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf
- IX Femin, M. & George, E. H. (2022). Review on sponge city construction for flood management. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*. 10(X), 1-11. <https://doi.org/10.7770/safer-V10N1-art2537>
- Jongman, B. (2018). Effective adaptation to rising flood risk. *Nature Communications*. 9(1), 1–3. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04396-1>

- Lee, E., Lee, D. K., Kim, S. y Lee, K. C. (2016). Design strategies to reduce surface water flooding in a historical district. *Journal of Flood Risk Management*. 11(S2), 1-17. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12268>
- Lefebvre, H. (1976). *La producción del espacio. Espacio y Política, el derecho a la ciudad* II. Península.
- López, I. & Rotger, D. (2013). La naturaleza en la ciudad. El papel de los cauces urbanos como espacios públicos en la gestión del riesgo hídrico. *Revista Proyección*. VII, 42-73. <http://hdl.handle.net/11336/23675>. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/23675>
- Matos Silva, M. & Costa, J. P. (2016). Flood Adaptation Measures Applicable in the Design of Urban Public Spaces: Proposal for a Conceptual Framework. *Revista Water*. 8(7), 1-26. <https://doi.org/10.3390/w8070284>
- Matos Silva, M. & Costa, J. P. (2018). Urban Floods and Climate Change Adaptation: The Potential of Public Space Design When Accommodating Natural Processes. *Revista Water*. 10, (180), 1-24. <https://doi.org/10.3390/w10020180>
- Micek, M. & Staszewska, S. (2019). Urban and rural public spaces: development issues and qualitative assessment. *Bulletin of Geography. Socio-economic series. Sciendo*. 45(45), 75-93. <https://doi.org/10.2478/bog-2019-0025>
- Ornés, S., Parra, Y., Martínez, R. & Padrón, C. (2013). Áreas inundables como espacios públicos estructurantes de la ciudad. *Multiciencias*, 13(2), 122-131. <https://www.re-dalyc.org/pdf/904/90428841003.pdf>
- Orozco Hernández, M. E., Álvarez Arteaga, G., Mañón de la Cruz, R. & Reyes Zuazo, A. (2019). Resiliencia urbana respuesta al desafío climático umbral de la gestión socioecológica de áreas verdes y parques urbanos. En Castillo, L. Velázquez, D. Chávez, R. y Camacho, J. M. *Resiliencia en ciudades costeras del Caribe Mexicano ante desastres por huracanes*. Conacyt y Universidad de Quintana Roo, pp. 239-264. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/104332>
- Quintal, R. (2024). Lluvias torrenciales en México: Se inundan 120 colonias de Chetumal. Sección Estados. *Periódico El Financiero*. 15 de junio del 2024. <https://www.elfinanciero.com.mx/estados/2024/06/15/lluvias-torrenciales-en-mexico-se-inundan-120-colonias-de-chetumal/>
- Paz Requena, L. M. (2020). Programa de Análisis y Ubicación de Parques Urbanos de la Ciudad de Chetumal. *Reporte Final de Estadía Técnica en el Sector Productivo*. Instituto Tecnológico de Chetumal. p. 88.
- Ramírez Kuri, P. (2015). Espacio público, ¿espacio de todos? Reflexiones desde la ciudad de México. *Revista Mexicana de Sociología*. 77(1), 7-36.
- Shaw, R. & Goda, K. (2004). From disaster to sustainable civil society: The Kobe experience. *Disasters*, 28(1), 16-40. <http://doi:10.1111/j.0361-3666.2004.00241.x>
- Soja, E. (1985). The Spatiality of Social Life: Towards a Transformative Rethorisation. En Gregory y , D., Urry, J (eds.); *Social relations and spatial structures*. (90-127). London: Palgrave. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-27935-7>
- Soto Estrada, E. (2019). Estimación de la Isla de Calor Urbana en Medellín, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*. 35(2), 421-434. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.02.13>.

- Syahirani T. N. T. & Ellisa, E. (2021). Public space as water infrastructure strategy in achieving runoff flood resilience on a neighborhood scale. The 1st Journal of Environmental Science and Sustainable Development Symposium. *Serie de conferencias del IOP: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. (716). doi.org/10.1088/1755-1315/716/1/012079.
- Ursino, S. V., Rojas Chediak, J. I., & Muiños Cirone, M. (2020). Espacio público y acción colectiva: análisis de los procesos de disputa por la mejora del hábitat en dos barrios periféricos de la Ciudad de la Plata. *Revista de Urbanismo*, (43), 96-115. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.5354/0717-5051.2020.55482>
- Vázquez, P. (2024). Anuncian 37 millones de pesos para atender emergencia en Chetumal. Sección Estados. *Periódico La Jornada*. 19 de junio del 2024. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2024/06/19/estados/anuncian-37-millones-de-pesos-para-atender-emergencia-en-chetumal-4174>
- Zimmermann, E, Bracalenti, L., Piacentini, R. e Inostroza, L. (2016). Urban Flood Risk Reduction by increasing green areas for adaptation to climate change. *Procedia Engineering*. 161: 2241-2246. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.822>

