

PLANEACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN REGIONES COSTERAS CHETUMAL



SEDE
SECRETARÍA
DE DESARROLLO
ECONÓMICO



DESARROLLO TERRITORIAL
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

ORU
Oficina de
Resiliencia Urbana

CRÉDITOS

GIZ : Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional

Auribel Villa Avendaño
Diego Magaña Rodríguez
Rubén Flores Castillo

Este documento fue elaborado por la Oficina de Resiliencia Urbana

ORU

Adriana Chávez Sánchez
Víctor M. Rico Espinola
Elena Tudela Rivadeneyra
Elizabeth López López
Lauréline Lhuillier
Sofía Vignetta
José Ángel Godoy Ortega
Bernal Pérez Galvez
Alejandra de Jesús Palacios Márquez
Carolina Márquez Luna
Angélica García Galicia
José Juan Grave
Gonzalo Montoya
Carlos Barbecho

Consultora local
Silvana Ibarra Madrigal

Experta ambiental
Cristina Ayala

Experto en movilidad
Erik Cisneros

ÍNDICE

01 Introducción al proyecto	08
1.1 La iniciativa Biocitis	11
1.2 ¿Qué es la Infraestructura Verde?	15
1.3 Recopilación de información bajo el enfoque de Infraestructura Verde	18
1.4 La Hoja de Ruta como línea base para el estudio	20
02 Quintana Roo en contexto	22
2.1 Una mirada al sur de Quintana Roo	26
2.2 Acercamiento a la localidades de Chetumal	28
2.3 Análisis de la localidad de Chetumal	30
03 Identificación de proyectos de infraestructura verde	44
3.1 Pasos para la identificación y priorización de proyectos de IV	46
3.2 Identificación de proyectos y medidas de IV en Chetumal	48
3.3 Priorización y selección de los proyectos de IV identificados en Chetumal	50
3.4 Proyectos seleccionados en Chetumal	52
04 Proyectos de infraestructura verde para Chetumal	54
4.1 Síntesis del proyecto seleccionado para Chetumal	56
4.2 Integración de IV en el área del Barrio Mágico	62
4.3 Recomendaciones para la implementación de los proyectos en Chetumal	76
05 Estrategia de infraestructura verde para Chetumal	84
5.1 Visión, objetivos y directrices	86
5.2 Diagrama MIDI	88
5.3 Ruta crítica para la herramienta de implementación de infraestructura verde	90
5.4 Criterios para escalas de operación	94
5.5 Criterios para definición de proyecto(s) y su ubicación	96
5.6 Matriz de evaluación y priorización de proyectos	100
5.7 Recomendaciones de diseño para promover la biodiversidad, servicios ecosistémicos y justicia ambiental	102
5.8 Catálogo de soluciones basadas en la naturaleza	-
5.9 Contribuciones	120
	124
06 Bibliografía	126
07 Anexos	132
7.1 Identificación proyectos y medidas de IV en Chetumal	134
7.2 Criterios de evaluación de la matriz multicriterio para la priorización de proyectos	140
7.3 Ficha técnica EcoPerm	142
7.4 Criterios para escalas de operación	144
7.5 Criterios para definición de proyecto(s) y su ubicación	150
7.6 Guía de uso para la matriz de evaluación para la priorización de proyectos	160
7.7 Matriz base de evaluación y priorización de proyectos	172
7.8 Fichas de proyectos	174

GUÍA DEL DOCUMENTO

PASOS PARA LA PLANEACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN REGIONES COSTERAS

CERO

Construcción de una visión compartida y planeación

Capítulo 5
Diagrama MIDI
Ruta crítica para la implementación de IV

UNO

Recopilación de información y documentos antecedentes

Revisión de documentos, planes, programas y estudios de la región y localidad de Chetumal.

Capítulo 1
Recopilación de información bajo el enfoque de infraestructura verde
Capítulo 5 y Capítulo 7
Criterios para escalas de operación

DOS

Análisis y caracterización territorial

Mapeo y análisis de aspectos de ecología y medio ambiente, de dinámicas urbanas y socioeconómicas, de riesgos, resiliencia y vulnerabilidad. Identificación de retos y oportunidades en la localidad. Identificar donde implementar cada medida a partir de los pasos mencionados.

Capítulo 2
Análisis y caracterización de Chetumal
Capítulo 5 y Capítulo 7
Criterios para la definición de proyectos y su ubicación

TRES

Identificación y selección de proyectos e iniciativas de infraestructura verde mediante un proceso colaborativo

Revisión de programas y proyectos existentes, con contrapartes y sesiones de trabajo para la priorización de proyectos a implementar.

Capítulo 3
Ejercicio de evaluación para la priorización de proyectos para Chetumal
Capítulo 5 y Capítulo 7
Matriz de evaluación para la priorización de proyectos

CUATRO

Desarrollo de proyectos de infraestructura verde

Caracterización y análisis del estado actual del sitio de implementación del proyecto, Estrategia y proceso de diseño: estrategias a diferentes escalas, diseño conceptual, estudios requeridos, proyecto arquitectónico y ejecutivo, estrategias de financiamiento y mantenimiento.

Capítulo 4
Proyectos conceptuales de infraestructura verde para Chetumal
Capítulo 7
Fichas de proyectos para solicitar financiamiento

CINCO

Hacia un plan de infraestructura verde en Chetumal

El contenido de todo el documento funciona como base para la posible y futura elaboración de un plan de Infraestructura Verde

Capítulos 1, 2, 3, 4, 5 y 7

ACCIONES PARA IMPLEMENTAR

PASOS A SEGUIR

UBICACIÓN EN EL DOCUMENTO

INTRODUCCIÓN

Contenido

1.1 La iniciativa Biocitis

1.2. ¿Qué es la Infraestructura Verde?

1.3 Recopilación de información bajo el enfoque de Infraestructura Verde

1.4 La Hoja de Ruta como línea base para el estudio

LA INICIATIVA BIOCITIS

1.1

Es una iniciativa que se centra en el “Desarrollo Sustentable de Regiones Urbanas Costeras mediante la integración de servicios ecosistémicos y biodiversidad” implementado por la Agencia Alemana de Cooperación para el Desarrollo Sustentable (GIZ), por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. Su ejecución se lleva a cabo en colaboración con contrapartes, como la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), gobiernos estatales, municipales y locales, así como el sector privado y la sociedad civil.

Durante un periodo de tres años (2020 - 2023), BIOCITIS tiene como objetivo mejorar la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en los municipios y ciudades costeras de México. Esta iniciativa se desarrolla en regiones costeras dentro de los siguientes municipios:

- Othón P. Blanco y Bacalar, Quintana Roo
- Veracruz y Boca del Río, Veracruz.
- Los Cabos y La Paz. Baja California Sur.

Los temas en los que se centra BIOCITIS son:

- Planeación de ciudades costeras en el contexto de la gestión de su territorio circundante.
- Articulación entre instrumentos de conservación, protección, restauración y aprovechamiento.
- Valoración y uso sustentable de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en zonas costeras.
- Protección y restauración de playas, manglares, humedales, dunas y otros ecosistemas costeros.
- Enfoques transversales: inclusión social, perspectiva de género y desarrollo integral.

El desarrollo de la iniciativa BIOCITIS se basa en tres líneas de acción:

- **Planeación:** busca la integración de biodiversidad, servicios ecosistémicos y resiliencia en la planeación integral de los usos de suelo e infraestructura de tres regiones costeras.
- **Implementación:** de medidas de protección, uso sustentable de la biodiversidad y servicios ecosistémicos por actores de distintos niveles.
- **Difusión:** réplica y uso en las políticas de desarrollo de los hallazgos obtenidos en las tres regiones seleccionadas.



Enfoque y objetivo

BIOCITIS tiene un enfoque específico en la implementación de Infraestructura Verde (IV). La propuesta se fundamenta en cuatro ejes temáticos vinculados a los objetivos de la agenda urbano ambiental: agua, biodiversidad, espacio público y movilidad. Esto deriva del amplio esfuerzo realizado por la GIZ para impulsar la planeación, el diseño y la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), incluyendo infraestructuras verdes y azules, como una herramienta útil para articular temas y acciones prioritarias. Dichas acciones son actualmente llevadas a cabo por diversos actores de distintos niveles de gobierno y sectores de la sociedad que interactúan en la planificación, ocupación y transformación de las regiones costeras.

"Planeación e Implementación de Medidas de Infraestructura Verde en Regiones Costeras" abarca tres regiones costeras mexicanas: el Mar Pacífico - Golfo de California (Los Cabos y La Paz), el Golfo de México (Veracruz y Boca del Río) y el Caribe Mexicano (Othón P. Blanco y Bacalar).

El objetivo de este reporte es brindar asesoría y asistencia técnica para la planificación e implementación de medidas de infraestructura verde para cada una de las regiones costeras.

Esta iniciativa se informa de un proceso multidisciplinario, colaborativo y multisectorial, que busca fomentar una estrategia para la implementación, diseño de un sistema de proyectos urbanos con atributos de infraestructura verde.

Parte de los objetivos del programa BIOCITIS buscan generar alianzas con el sector privado que permitan aprovechar sinergias en torno a los distintos procesos llevados a cabo. En este contexto y durante el desarrollo de los proyectos presentados en este documento, es que se sostuvieron múltiples reuniones con la empresa de cemento, agregados, concreto premezclado y otros productos "Holcim". Esta empresa es reconocida a nivel internacional por incorporar estrategias de sostenibilidad en el ciclo de vida de sus productos, las cuales han dado como resultado tecnologías innovadoras para la industria de la construcción que sirven para complementar las propuestas desarrolladas en los proyectos presentados y para potenciar sus beneficios.

El diálogo entre la GIZ y las contrapartes locales involucradas en este proceso, buscó evidenciar el potencial de incorporar algunos productos del catálogo de Holcim en las propuestas para los proyectos priorizados, como una vía para atender a los desafíos identificados en cada municipio, específicamente aquellos asociados a problemáticas de gestión hídrica en espacios públicos. Si bien el diálogo que GIZ sostiene con las contrapartes y con el sector privado es constante y está orientado a facilitar las alianzas entre estos actores, la implementación de las tecnologías ofrecidas por Holcim en los espacios que serán intervenidos dependerá del interés de las administraciones municipales locales.

Figura 1.2 Fotografía aérea de Mahahual.
Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2021.



¿QUÉ ES LA INFRAESTRUCTURA VERDE?

1.2

La infraestructura verde (IV) y las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) han cobrado importancia dentro de las agendas de desarrollo urbano y medio ambiente debido a la transversalidad del tema y los múltiples beneficios que brindan a la salud pública, medio ambiente y la calidad de vida en las ciudades. Estas estrategias son cada vez más relevantes de cara a los retos que supone el cambio climático y en su capacidad para integrar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, así como estrategias de adaptación y mitigación de riesgos. Las medidas de IV y SBN tienen el potencial de integrarse en las estrategias de planeación urbano-ambiental para aumentar y guiar el desarrollo urbano costero de las regiones del país.

El enfoque de Infraestructura Verde de BIOCITIS se basa en la siguiente definición: "Sistema de infraestructura que fortalece los socioecosistemas para hacer frente al cambio climático, mediante la implementación de iniciativas multifuncionales de planeación, gestión y diseño urbano que abordan diversas escalas. Se constituye por redes que integran estrategias y proyectos basados en la naturaleza para proveer servicios ecosistémicos y múltiples beneficios" (Magaña Rodríguez, Tudela Rivadeneyra, et al., 2021, p.20).

La infraestructura verde promueve una mayor igualdad en el acceso y oferta de espacios públicos de calidad, lo que conlleva beneficios para el bienestar físico y mental. La "Guía de Infraestructura Verde para Ciudades Mexicanas" señala que esto contribuye a reducir los problemas asociados a la inactividad física y a mejorar la calidad de vida en general (Magaña Rodríguez, Tudela Rivadeneyra, et al., 2021). Además, la IV proporciona beneficios ambientales, sociales y económicos a la comunidad, mejorando la salud de los ecosistemas urbanos. Asimismo, puede proporcionar una solución rentable y sostenible para los problemas urbanos como la gestión de aguas pluviales y la prevención de inundaciones, al tiempo que mejora la calidad del entorno urbano, haciendo que las ciudades sean más habitables, se fortalezca el tejido social y la apropiación de los espacios públicos y naturales.

Elementos principales y ejes temáticos de la infraestructura verde

Los cuatro elementos principales para la infraestructura verde

De acuerdo a la "Guía de Infraestructura Verde en Ciudades Mexicanas" [GIZ, 2018] existen cuatro elementos que definen a la infraestructura verde:

1. **Red:** vinculación o conexión espacial que permite el movimiento de personas, fauna, viento y agua, mediante la creación de corredores peatonales o ciclistas que incluyan áreas verdes, no sólo como un factor del paisaje, sino como proveedoras de servicios ecosistémicos.

2. **Multifuncional:** permite la integración de funciones estructurales de la ciudad, mediante la provisión de servicios ecosistémicos que pueden contribuir a mitigar y/o adaptarse a los efectos del cambio climático, brindando simultáneamente diversos beneficios ambientales, sociales y económicos.

3. **Diversa:** los espacios que la conforman pueden ser naturales (ríos, humedales y bosques) y espacios antropizados como zanjas, camellones, muros verdes, entre otros.

4. **Multi esalar:** la escala de intervención urbana es primordial para la implementación de la infraestructura verde, siendo la más destacada la del barrio y ciudad, es indispensable que se vincule a una dinámica territorial más amplia.

Ejes temáticos de la infraestructura verde

Dentro de los ejes temáticos posibles [GIZ, 2018], en cuatro de ellos se detectan problemáticas importantes en los espacios urbanos, en los que es posible implementar acciones:

Agua: fundamental para el desarrollo urbano y biodiversidad. Es considerado un tema transversal.

Biodiversidad: garantiza los servicios ecosistémicos que, en el contexto urbano, se refieren de manera directa a la infiltración de agua, la calidad del aire y la belleza escénica.

Espacio público: provee espacios de encuentro que vinculan a la sociedad con entornos confortables, a la vez que incrementan su calidad de vida.

Movilidad: favorece la integración de viajes en modalidades no motorizadas, una disminución en el consumo energético, mayor seguridad vial, confort climático y accesibilidad.

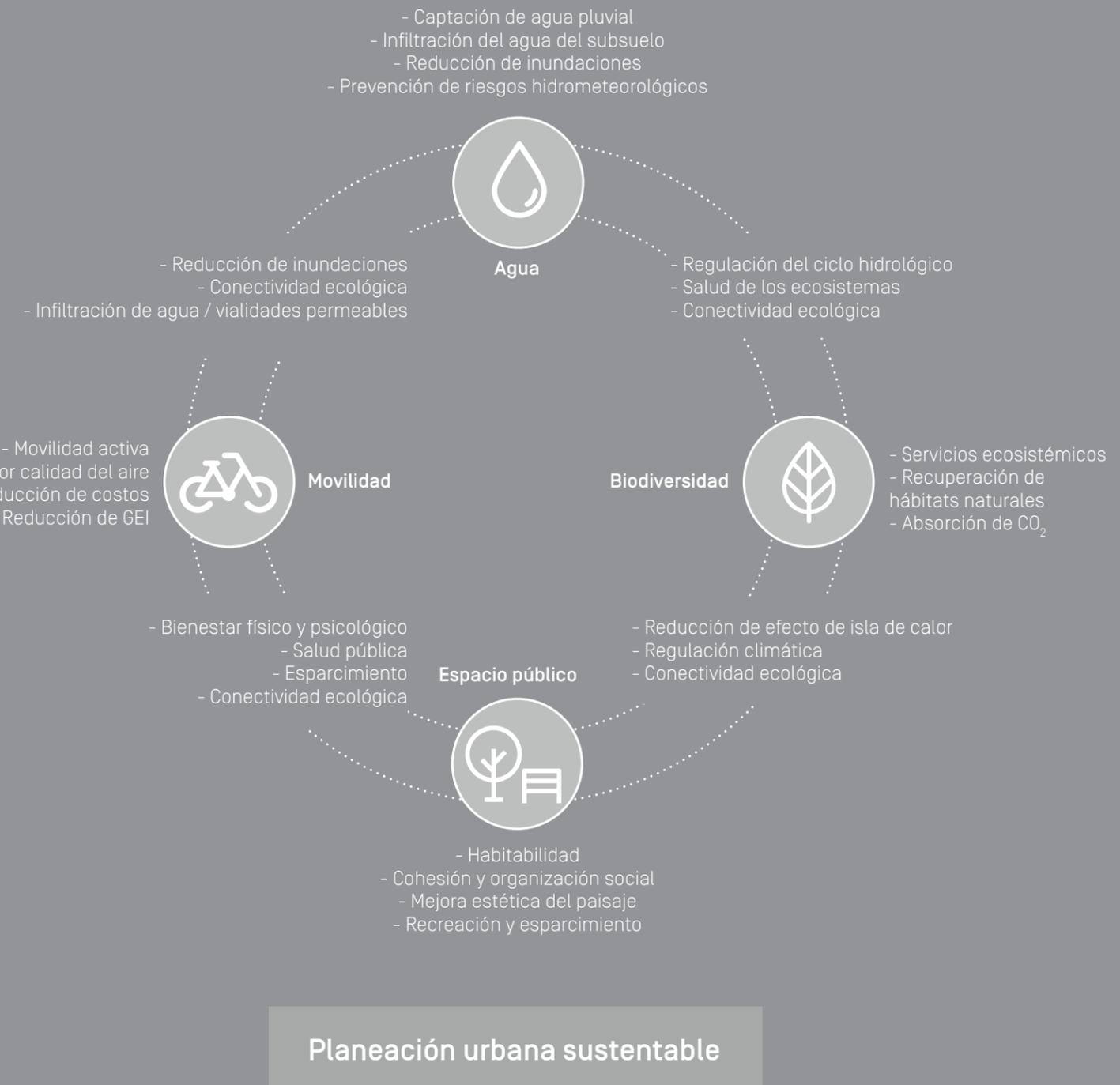


Figura 1.4 Diagrama de beneficios de la IV.
Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con base en la Guía de Infraestructura Verde para Ciudades Mexicanas [Magaña Rodríguez, Tudela Rivadeneyra, et al., 2021].

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BAJO EL ENFOQUE DE IV PARA CHETUMAL

1.3

Tabla de clasificación y análisis de documentos.

En la siguiente tabla se clasificaron e identificaron, por escala, eje, tipo y temporalidad, los documentos, planes, programas y estudios aplicables a cada región y localidades respectivas con una perspectiva integral de infraestructura verde.

Posteriormente, se desarrolló el análisis de mapeo cartográfico, ubicado en el capítulo 2, considerando cuatro aspectos: 1) ecología y medio ambiente, 2) infraestructura y dinámicas urbanas, 3) socioeconómico y calidad de vida y, 4) riesgo, resiliencia y vulnerabilidad y de las entrevistas con actores locales, reflejadas en el capítulo 3. Se identificaron las condiciones del territorio y en conjunto con las contrapartes se detectaron los proyectos para implementación de acciones y medidas de infraestructura verde, desarrollados conceptualmente en el capítulo 4.

El mapeo cartográfico es una herramienta basada en un análisis datos geospaciales segregados, organizados y superpuestos para la evaluación de las principales condiciones territoriales.

Los principales retos y oportunidades identificados en la localidad pueden ser parte de la síntesis del diagnóstico del Plan o Programa de Ordenamiento Territorial y/o Desarrollo Urbano regional, estatal, municipal o de centro de población.

		2022	2021	2020	2019	2018	2016	2012	2011									
Nombre del documento		Política de costas del estado de Quintana Roo	Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Ecológico y Desarrollo Urbano Sustentable de Quintana Roo - (PEOTEDUS)	Diagnóstico de política climática y movilidad urbana sustentable. Othón P. Blanco, Quintana Roo	Plan maestro urbano paisajístico para el humedal "La Sabana".	Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Othón P. Blanco	Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay Pix. Othón P. Blanco, Quintana Roo	Panorama Sociodemográfico de Quintana Roo 2020	Actualización del Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022	Programa de Rescate de Espacios Públicos, Ayuntamiento OPB; Dirección de Espacios Públicos	Ley de Acciones Urbanísticas	Resiliencia del sistema de drenaje pluvial ante inundaciones: caso de estudio Chetumal, Quintana Roo, México	Arrecife Mesoamericano: evaluación de la salud del ecosistema	Programa de Manejo: Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano	Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED)	Impactos del incremento en el nivel medio del mar en la zona costera del Estado de Quintana Roo, México	Programa Hídrico Regional Visión 2030, Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán	Atlas de riesgos naturales del municipio de Othón P. Blanco
ESCALA	Región						+	+										
	Estado	+	+				+		+									
	Municipio			+	+													
	Localidad					+			+									
EJE	Agua	+	+	+	+	+	+	+	+									
	Biodiversidad	+	+	+	+	+	+	+	+									
	Espacio público			+	+	+			+									
	Movilidad	+	+	+	+	+			+									
TIPO	Diagnóstico			+			+		+									
	Estrategia																	
	Estudio					+	+		+									
	Informe																	
	Programa		+		+													
	Reglamento	+				+	+		+									
	Plan			+	+			+										

El documento "Hoja de Ruta: Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas" [GIZ, 2018] es una de las principales herramientas de planeación y diseño para la implementación para la infraestructura verde.

El proyecto de "Planeación e Implementación de Medidas de Infraestructura Verde en Regiones Costeras" abarca las dos primeras fases de la Hoja de Ruta, es decir, las etapas de Preliminares y de Diseño propuestos, las cuales se articulan en los pasos siguientes [GIZ, 2018]:

PRELIMINARES

● Paso 1: Estandarización del Lenguaje.

Define lenguaje común que permita tener un entendimiento claro de los principales conceptos y particularmente los vinculados a la infraestructura verde.

● Paso 2: Mapeo de Información.

Corresponde al conocimiento de la situación actual y permite identificar vacíos y oportunidades en los temas asociados.

Para estos dos pasos, con el objetivo de demostrar el vínculo entre la infraestructura verde como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades, se promueve la revisión de políticas nacionales.

Los dos pasos son relevantes en términos de infraestructura verde en los siguientes puntos:

- Adaptación del sector social

Incluye la incorporación del enfoque de género y derechos humanos en todos los instrumentos de planeación territorial y gestión del riesgo, así como la regulación de usos de suelo en zonas de riesgo y la garantía del acceso al agua.

- Adaptación basada en ecosistemas

Establece como sus principios el incremento de la conectividad ecológica y la captura de carbono mediante conservación y restauración, así como garantizar la gestión integral del agua en sus diferentes usos, entre ellos, el urbano.

● Paso 3: Mapa de Actores.

Identifica a los actores que tienen un vínculo con el tema de infraestructura verde y que pueden impulsarlo e implementar acciones en distintos sectores y niveles de gobierno. Los actores pueden ser funcionarios, representantes del sector privado, sociedad civil organizada y academia, incluyendo a la comunidad estudiantil interesada en el tema.

● Paso 4: Elaboración del Diagnóstico.

Identifica las necesidades locales actuales, particularmente las vinculadas a la infraestructura verde gracias a los pasos anteriores. Este paso incluye una investigación que permite entender las condiciones territoriales, urbanas, ambientales y de cambio climático de cada localidad.

El diagnóstico abarca tres dimensiones:

I. La investigación documental

A) Análisis de los vínculos entre los marcos normativos específicos, sus alcances, limitantes y áreas de oportunidad para posicionar el tema.

B) Análisis del marco programático que permita detectar acciones relacionadas con la infraestructura verde.

C) Análisis de estudios o investigaciones sobre temas relacionados a infraestructura verde como el cambio climático [gases de efecto invernadero, vulnerabilidad, mitigación y adaptación al CC, escenarios de CC, atlas de riesgos]; desarrollo urbano; movilidad urbana; biodiversidad y servicios ecosistémicos.

D) Análisis territorial e información cartográfica.

II. La identificación de necesidades

Con base en el análisis documental previo se detectan las necesidades de intervención.

III. La investigación de campo

En el fin de hacer un listado de acciones implementadas, y de mapearlas para entender su dimensión territorial. Además, se recomienda usar el conocimiento de los actores locales para nutrir la lista de sitios a intervenir, necesidades o proyectos existentes.

● Paso 5: Documento de posicionamiento y difusión

Demuestra la necesidad y el potencial de la inclusión de la infraestructura verde en los instrumentos de política urbana y ambiental en el que se establezcan beneficios sociales, ambientales y económicos, vinculados con mitigación y adaptación al cambio climático.

Si bien la iniciativa BIOCITIS trabaja en diferentes regiones costeras de México, este documento presenta los resultados para la región Caribe, específicamente para la localidad de Chetumal.

QUINTANA ROO EN CONTEXTO

Contenido

- 2.1 Una mirada al Sur de Quintana Roo
- 2.2 Acercamiento a las localidades del sur de Quintana Roo
- 2.3 Análisis a la localidad de Chetumal

El territorio de Quintana Roo se caracteriza por un medio natural de gran biodiversidad y de alta fragilidad, comprometido por su atractivo turístico.



Figura 2.0 Puerto de cruceros, Mahahual.
Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2021

UNA MIRADA AL SUR DE QUINTANA ROO

2.1

Principales ecosistemas



Áreas Naturales Protegidas

- Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano: **5,754,055.36 ha.**
- Complejo Sian Ka'an: **652,192 ha.**
- Reserva de la Biósfera Banco Chinchorro: **144,360 ha.**
- Reserva Estatal Santuario del Manatí: **277.7 ha.**
- Parque ecológico Estatal, Laguna de Bacalar: **5.4 ha.**
- Parque Nacional de Arrecifes de Xcalak: sup. marina **13,427.61 ha** sup. terrestre **4,521.84 ha.** [CONANP, 2003].

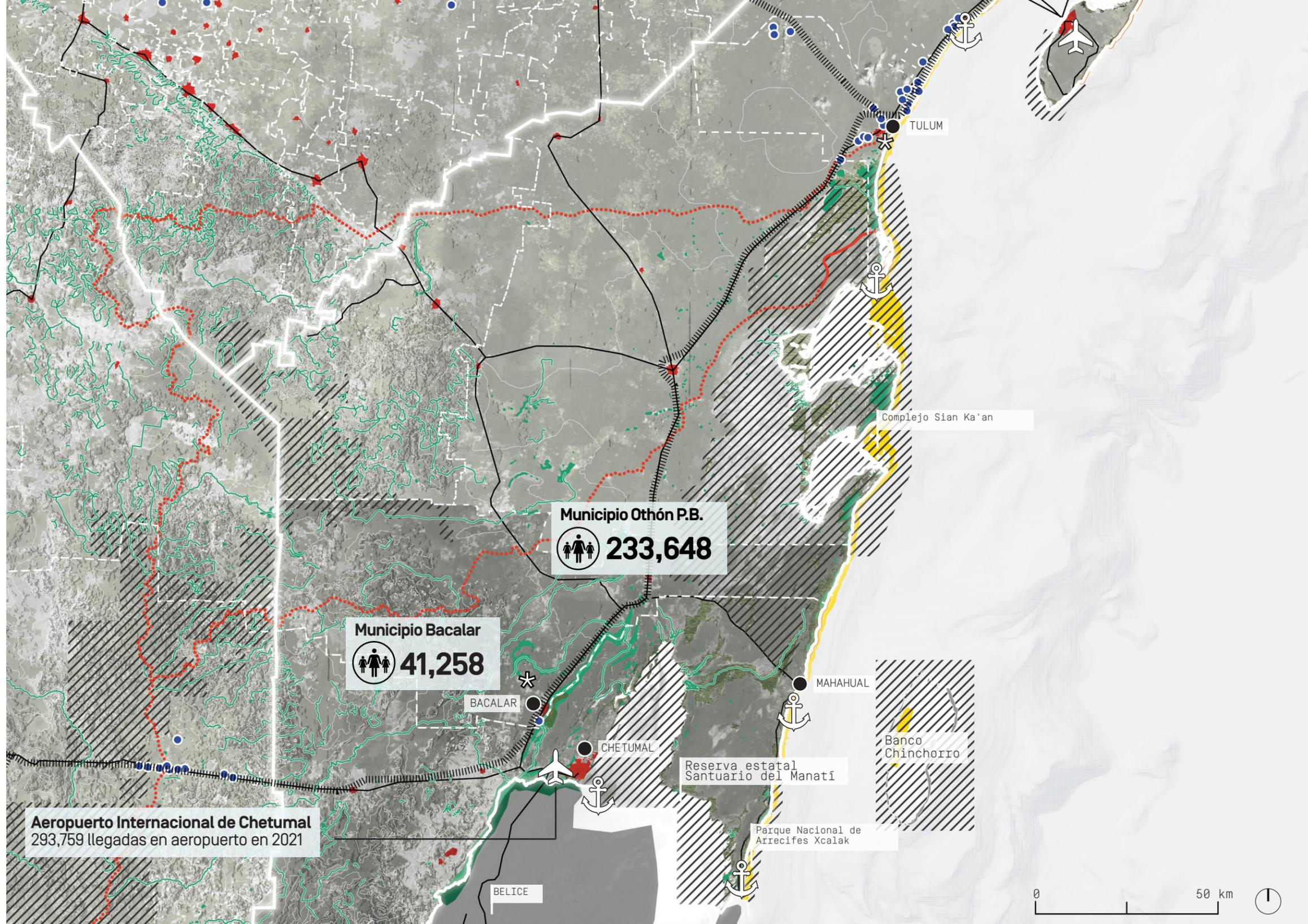
Factores de presión urbano - ambientales

Riesgos naturales

- Tormenta
- Aumento del nivel del mar
- Acidificación del océano
- Inundaciones por tormentas

Riesgos antrópicos

- Turismo masivo
- Agricultura intensiva
- Riesgos asociados a la gestión de residuos y a vertimientos clandestinos de agua



Simbología

Localidades urbanas	Ruta proyectada del Tren Maya	Escorrentías
Red vial	Aeropuerto	Vegetación
Área natural protegida	Puerto	Arrecife de corral
División estatal	Posible estación del Tren Maya	Cuerpos de agua
División municipal	Pueblo mágico	Cenotes
		Cuencas

Mapa 2.1 Contexto regional del sur de Quintana Roo. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

ACERCAMIENTO A LAS LOCALIDADES DEL SUR DE QUINTANA ROO

2.2

En las localidades del sur del estado el crecimiento urbano ejerce presiones sobre los frentes acuáticos (bahía, costa y laguna) contaminando sus ecosistemas más atractivos y poniendo en riesgo la fuente de empleo vinculada al sector turístico.

Caracterización ambiental

- Suelo delgado y frágil sustenta una vegetación de selvas altas, medianas y bajas.
- Suelo asentado sobre una porosa plataforma calcárea que ocasiona los mecanismos de conducción de las aguas pluviales en sistemas subterráneos interconectados.
- En las zonas costeras se presentan sistemas pantanosos, manglares, zonas inundables de bajos y petenes (Gobierno del Municipio de Solidaridad, 2007).

Número de visitantes anuales:

- Bacalar: 196,766 visitantes (INEGI, 2018)
- Chetumal: 1,756,045 visitantes (INEGI, 2018)
- Mahahual: 973,936 visitantes (INEGI, 2018)

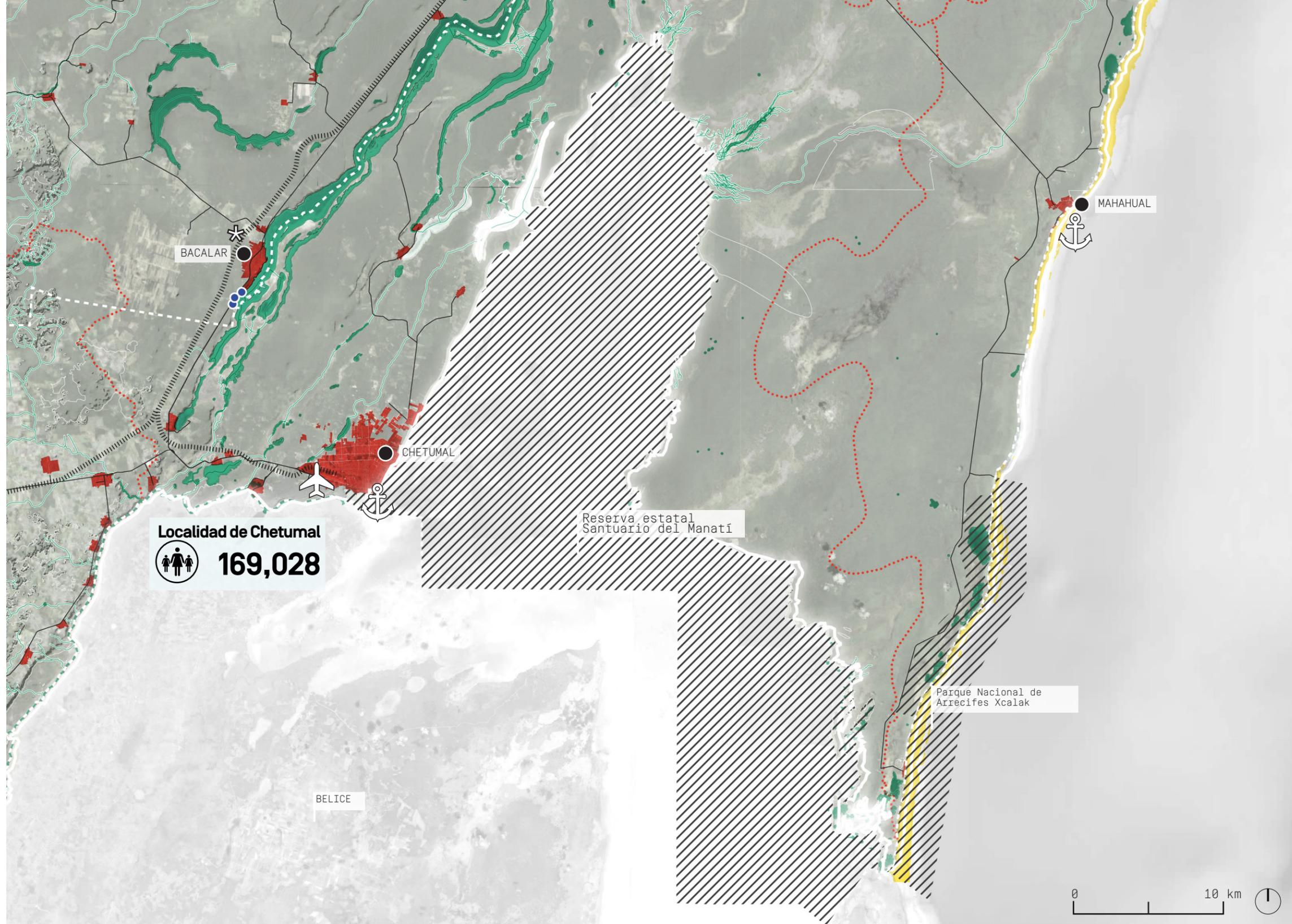
Programa de Pueblos Mágicos

Según la Secretaría de Turismo, un Pueblo Mágico es una localidad que tiene atributos simbólicos, leyendas, historia, hechos trascendentes, cotidianidad, significan una gran oportunidad para el aprovechamiento turístico.

- ✳ Bacalar (desde 2006).

Actividades económicas principales

Turismo masivo y de aventura, agricultura extensiva e intensiva y aprovechamiento maderable.



Simbología

■ Localidades urbanas	Ruta proyectada del Tren Maya	■ Arrecife de corral
Red vial	Aeropuerto	■ Cuerpos de agua
Área natural protegida	Puerto	● Cenotes
División estatal	Pueblo mágico	Cuencas
División municipal	Escorrentías	
	Vegetación	

Mapa 2.2 Municipio Othón P. Blanco.
Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

2.3 ANÁLISIS DE LA LOCALIDAD DE CHETUMAL



Chetumal es el centro económico y demográfico del municipio. Sus principales atractivos se concentran en la zona costera, que incluye el Malecón y el corredor económico de la Avenida de los Héroes. En contraste, su extensión urbana hacia el norte y noroeste presenta menos actividad económica y una mayor densidad poblacional, lo que significa que la población en esta área tiende a ser más vulnerable.

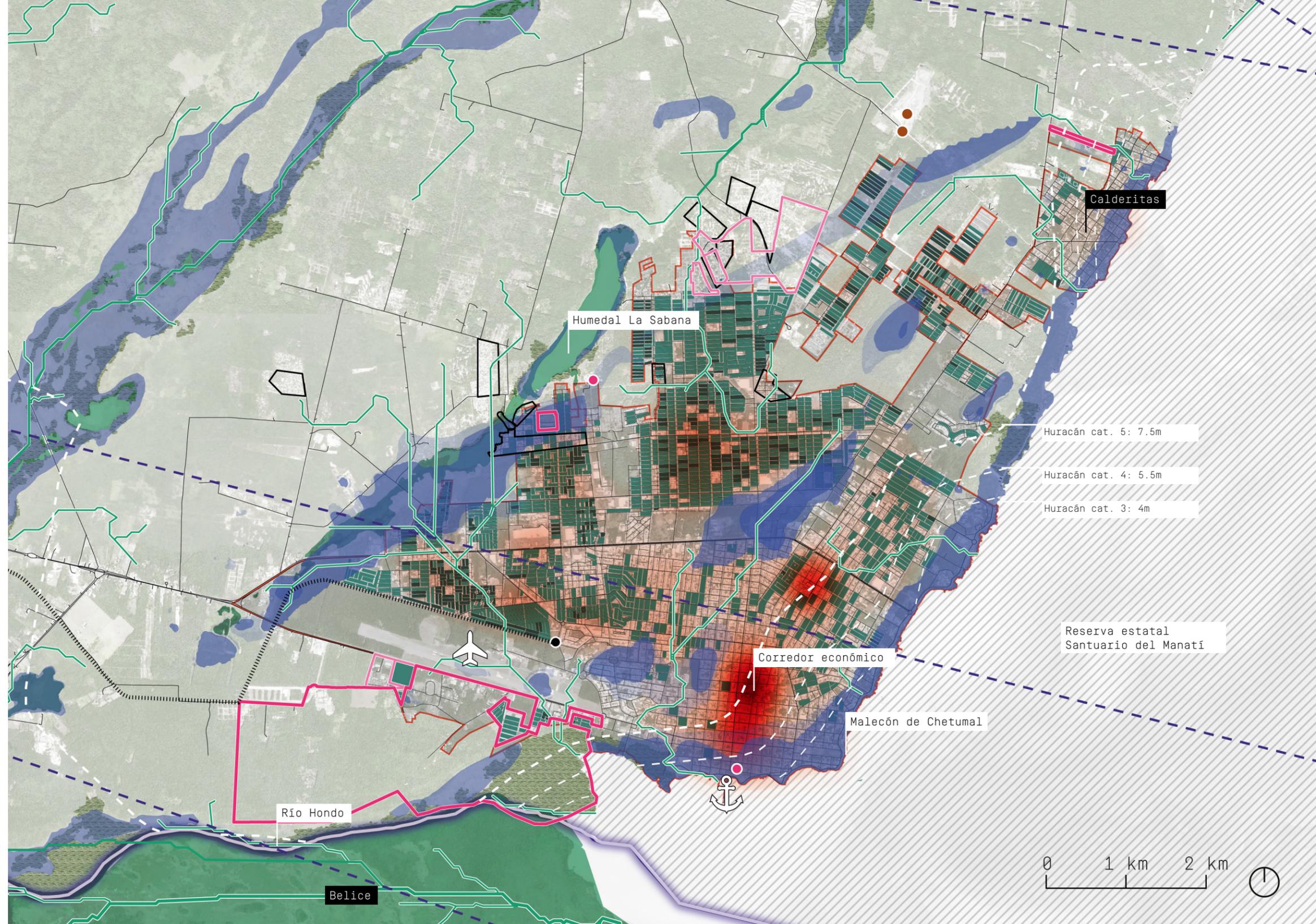
Principales retos de Chetumal

Uno de los mayores riesgos en Chetumal son las inundaciones, que pueden tener diferentes causas, incluyendo las lluvias intensas, el crecimiento del río, las mareas causadas por tormentas y el aumento del nivel del mar. Estas inundaciones representan un peligro tanto para las poblaciones que viven en estas áreas como para la contaminación de la Bahía.

Identificación de retos

La ciudad cuenta con **11.75 km de frente costero** en la bahía de Chetumal, donde se encuentra el Malecón y se concentran las principales actividades comerciales y turísticas. Debido a su **alta exposición a riesgos hidrometeorológicos como tormentas, vientos e inundaciones costeras** causadas por huracanes, esta área se considera vulnerable.

- El **corredor económico de la Avenida de los Héroes**, es la zona con mayor actividad económica de la ciudad, es susceptible a inundaciones costeras, lo que representa un riesgo para la economía de Chetumal.
- El **humedal de la Sabana** está bajo presión debido al crecimiento urbano y a asentamientos irregulares en sus bordes. Los alrededores del humedal **son propensos a inundaciones**, lo que pone en riesgo a la población de áreas como Tamalcab, Lagunitas, la Sabana-Los Monos, entre otras.
- Las zonas con mayor densidad de población se encuentran en la extensión urbana al norte y noroeste de Chetumal y coinciden con áreas de alto nivel de marginación. Estas zonas **son prioritarias para la mejora urbana y la provisión de servicios básicos** como el drenaje de aguas residuales, entre otros.
- Debido a la alta susceptibilidad a las inundaciones, se plantea la necesidad de **una visión de ciudad que sea sensible al agua** y que incluya una red de parques urbanos conectados por corredores verdes.



Simbología

Localidades urbanas	Aeropuerto	Asentamientos irregulares	Densidad poblacional [habitantes/km ²]	Terreno sujeto a inundación CENAPRED
Red vial	Puerto	Riesgo por inundación 10 años	9000-16000	Ciclones y huracanes históricos 1998-2020
Área natural protegida	Posible estación del Tren Maya	+	+16000	Concentración de unidades económicas
Escorrentías	Marginación	-	Depósito de desechos	+
Cuerpos de agua	Alta		Planta de tratamiento	-
Ruta proyectada del Tren Maya	Muy alta		Inundación costera	

Mapa 2.4 Síntesis de retos en la localidad de Chetumal Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con datos de INEGI 2020, CONABIO 2017 y CENAPRED 2016.

Aspectos de ecología y medio ambiente

Los frentes acuáticos naturales, como los manglares, tulares y humedales, están en peligro debido a la expansión urbana.



Presión inmobiliaria sobre frentes acuáticos naturales
El sector inmobiliario busca construir **nuevos desarrollos sobre el frente marítimo y áreas de humedales y terrenos inundables**, lo cual ejerce presión sobre algunas áreas de manglar de Chetumal (CONABIO, n.d.).



Crecimiento de la mancha urbana
La **tendencia de crecimiento en extensión** de la mancha urbana de nuevos centros de población **hacia el norte y noroeste de Chetumal** conlleva deforestación y pérdida del espacio natural, además de riesgos de que se ocupen zonas bajas e inundables situadas tanto en el área de influencia de La Sabana, como en la propia orilla lagunar (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco & SEDATU, 2012).



Áreas de conservación
Desde el 2007 se establece como **reserva estatal al Santuario del Manatí**, el que cuenta con **277.7 ha**.



Principales ecosistemas
Corresponde a una mezcla de **humedales con manglares, pastizales, selvas bajas y medianas** (CONAFOR et al., 2018).



Ríos y Lagunas
Laguna Guerrero, Laguna Milagros, Laguna Orquídea, Laguna Encantada, **Río Hondo, Humedal La Sábana** o "La Aguada".



Simbología

Localidades urbanas	Aeropuerto
Red vial	Puerto
Área natural protegida	Uso de suelo y vegetación
Escorrentías	Manglar
Cuerpos de agua	Tular
Manglar	Cambios asociados con la actividad agrícola desde 1985

Mapa 2.5 Mapa de aspectos de ecología y medio ambiente. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 INEGI 2020, CONABIO 2017.

Servicios ecosistémicos del área de Chetumal



La selva baja y media, así como los humedales, desempeñan un papel importante en la regulación del clima local, mejorando la calidad de vida de sus habitantes.



Los manglares y otros ecosistemas costeros actúan como barreras naturales contra tormentas e inundaciones al absorber el agua, protegiendo así a las poblaciones costeras de sufrir daños por inundaciones.

Las raíces de las plantas de los manglares estabilizan los suelos y disminuyen la fuerza con la que entra el agua, lo que también ayuda a prevenir la erosión de la costa.



Los humedales y las zonas ribereñas apoyan en la filtración y purificación del agua, ya que reducen la cantidad de contaminantes y nutrientes en el agua.



La flora urbana absorbe dióxido de carbono, ayudando a mitigar las consecuencias del calentamiento global.

La vegetación urbana también es crucial como hábitat para los polinizadores, así como lugar de refugio y reproducción para muchos animales.



Las playas, arrecifes de coral, manglares y reservas naturales de Chetumal, ofrecen oportunidades recreativas y turísticas que atraen a personas interesadas en actividades como el buceo, la observación de aves y de fauna salvaje o el descanso, creando empleos e ingresos económicos para la comunidad local.



Figura 2.6 Fotografía aérea de la Bahía de Chetumal.
Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2021.

Aspectos de infraestructura y dinámicas urbanas

La gestión deficiente de las aguas residuales y de los desechos provoca la contaminación de la bahía, del suelo y de los acuíferos.



Abastecimiento de agua y drenaje

El 78 % de las viviendas en Chetumal cuenta con agua potable y el 82.83 % de viviendas cuenta con drenaje (HAOPB y SEDATU, 2018). Solamente el 45.1 % de la población tiene servicio de alcantarillado sanitario (PIGOO, 2021).



Vertimientos clandestinos de agua residual a la bahía

Las aguas residuales urbanas son directamente dirigidas, en algunos puntos, hacia las aguas de la Reserva Estatal Santuario del Manatí, sin pre-tratamiento, lo cual participa a la contaminación de la reserva (GIZ, 2021).



Manejo inadecuado de residuos sólidos

Existe una **carencia en el sistema de rellenos sanitarios**, lo que propicia la disposición a cielo abierto de los residuos sólidos en un tiradero y contribuye a la contaminación del suelo y los acuíferos (SEDETUS, 2005).

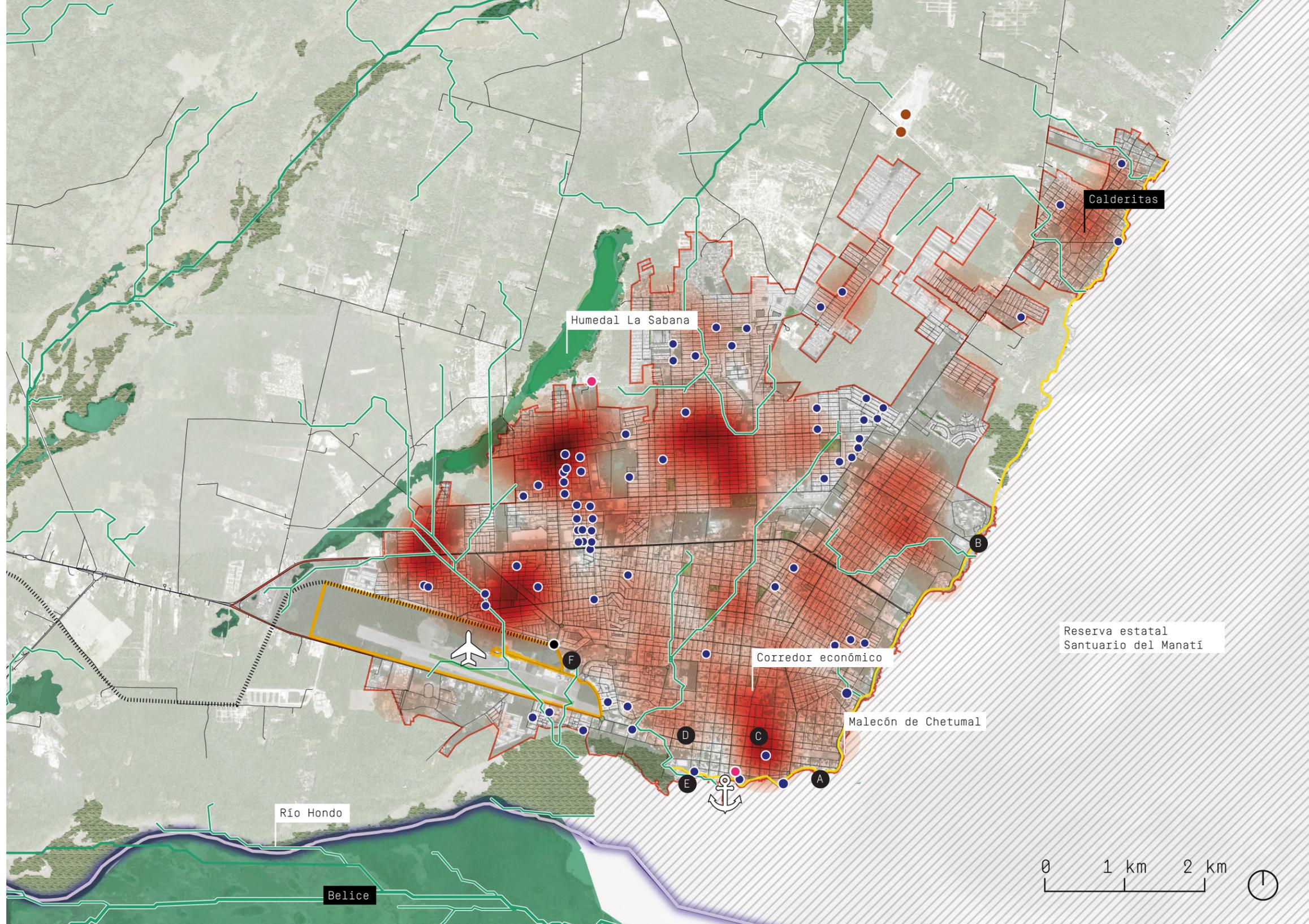


Espacios públicos

Se concentran en el litoral costero, como parte de espacios e hitos asociados al Malecón de Chetumal a lo largo del Blvd. Bahía, que tiene una longitud de aproximadamente 50 km. También se identifica una carencia de espacio público hacia el interior de la ciudad.

Principales espacios públicos de Chetumal

- A** Malecón de Chetumal.
- B** Fuente de los Manatíes.
- C** Corredor urbano comercial Av de los Héroes.
- D** Parque de la Alameda Gral. Lázaro Cárdenas.
- E** Parque Caimanes.
- F** Parque Ecológico Zazil.



Simbología

- Localidades urbanas
- Red vial
- Área natural protegida
- Escorrentías
- Cuerpos de agua
- Manglar
- Ruta proyectada del Tren Maya

- Aeropuerto
- Puerto
- Posible estación del Tren Maya
- Aeródromo
- Depósito de desechos

Concentración de equipamientos

- +
-
- Espacios públicos
- Malecón
- Planta de tratamiento

Mapa 2.7 Aspectos de infraestructura y dinámicas urbanas. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con datos de INEGI 2020, Geocomunes 2020, DENU 2021.

Aspectos socioeconómicos y calidad de vida

La ciudad se está expandiendo hacia el norte, ejerciendo presión sobre el humedal de La Sabana y hacia Calderitas, contribuyendo a la deforestación del manglar y disminuyendo así la amortiguación de las inundaciones costeras.



Crecimiento urbano
+ 9.2 % [3.56 km²] de 2000 a 2010 (INEGI, 2021).
+ 25.4 % [9.81 km²] de 2010 a 2018 (INEGI, 2021).

En las últimas décadas **la ciudad creció principalmente hacia el norte** y en la última década, **el crecimiento urbano se desarrolla hacia Calderitas**, a 10 km al norte de Chetumal.



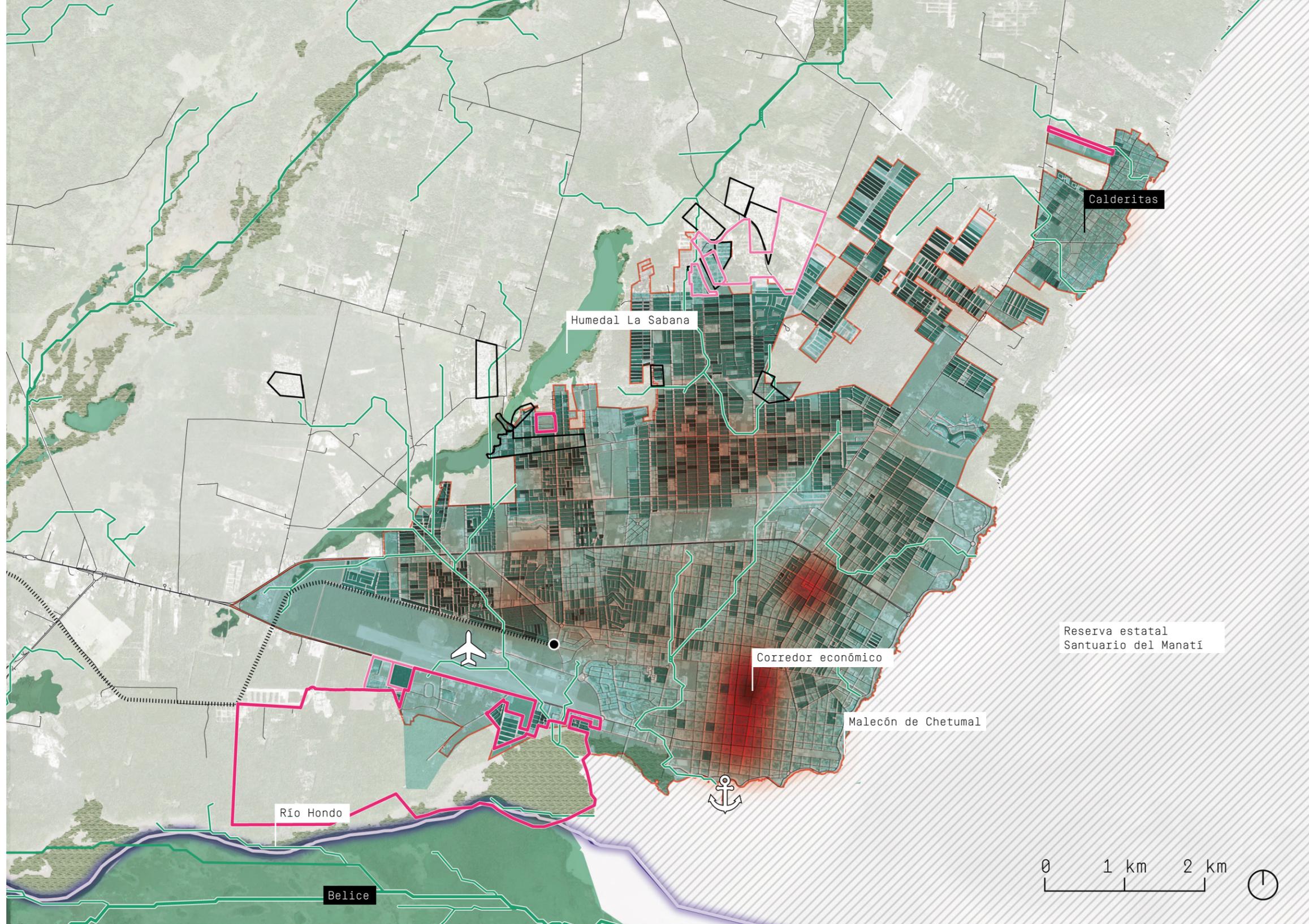
Centro demográfico
Chetumal es la capital del Estado de Quintana Roo, con **169,028 habitantes**, el **72% de la población del Municipio de Othón P. Blanco**, es el segundo centro de población después de Cancún (INEGI, 2020). El aeropuerto es el 2do del Estado en números de pasajeros, recibió **1,756,045 visitantes** en 2019 (SEDETUR, 2019).



Corredor urbano comercial
La Avenida Los Héroes es una de las principales vialidades y una de las más emblemáticas de Chetumal. En el pasado fue el principal punto comercial durante el tiempo que Chetumal fue Zona Libre. Recientemente, este **corredor urbano comercial ha perdido su atractivo como área de espacio público** (Murillo Pantí et al., 2020).



Asentamientos irregulares
Existen **14 asentamientos irregulares** identificados hasta el 2014, ocupan 110.24 ha y corresponden a **5640 habitantes** aproximadamente, según el PDU 2018 (HAOPB y SEDATU, 2018).



Simbología

Localidades urbanas	Aeropuerto	Asentamientos irregulares	Densidad poblacional [habitantes/km ²]
Red vial	Puerto	Posible estación del Tren Maya	
Área natural protegida	Marginación Alta	Concentración de unidades económicas +	0-3750
Escorrentías	Marginación Muy alta	-	3750-9000
Cuerpos de agua			9000-16000
Ruta proyectada del Tren Maya			+16000

Mapa 2.8 de aspectos socioeconómicos y calidad de vida. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con datos de INEGI 2020, DENUE 2021 y CONAPO 2020.

Aspectos de riesgo, resiliencia y vulnerabilidad

Las personas que viven en los asentamientos irregulares en colindancia con las lagunas son particularmente vulnerables a inundaciones en períodos de lluvia intensa y principalmente después del paso del huracán (Fragoso-Servón, 2018).



Inundaciones por tormentas y crecimiento del río
Chetumal se ubica en una situación de **riesgo** alto por estar en la **trayectoria de huracanes** que se producen en el Atlántico (Monroy, 2019). Sin embargo, la frecuencia de impacto de huracanes no es tan alta como en la zona norte del Caribe.

El Atlas de Riesgos de la Ciudad de Chetumal muestra una **serie de colonias afectadas por los riesgos hidrometeorológicos** (ciclones tropicales, inundaciones, explosión de gasolineras y hundimientos) (Universidad de Quintana Roo, 2011).



Riesgos asociados a la gestión de residuos y aguas residuales
Provocan incendios que se originan en el relleno y son una amenaza para las colonias aledañas con implicaciones para la salud pública.



Los vertimientos clandestinos de aguas residuales a la bahía y cuerpos de agua conllevan la contaminación de mantos freáticos y del sistema Lagunar. De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano, existen vertederos hacia la bahía de aguas residuales domésticas clandestinas, así como vertido de descargas de la planta de tratamiento hacia la laguna la Sabana, representan riesgos de pérdida de la biodiversidad, contaminación de las aguas e implicaciones a la salud pública de la población y turistas (HAOPB, 2018; SEDATU, 2018).



Simbología

Localidades urbanas	Aeropuerto	Ciclones y huracanes históricos 1998-2020	Riesgo por inundación 10 años
Red vial	Puerto	Asentamientos irregulares	+
Área natural protegida	Posible estación del Tren Maya		-
Escorrentías	Terreno sujeto a inundación CENAPRED		Depósito de desechos
Cuerpos de agua			Planta de tratamiento de aguas residuales
Ruta proyectada del Tren Maya			Albergues
			Inundación costera

Mapa 2.9 de aspectos de riesgo y resiliencia y vulnerabilidad. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con datos de INEGI 2021, CENAPRED 2016 y Geoalternativa 2019.

IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VERDE

Contenido

3.1 Proceso de identificación de proyectos de IV para Chetumal

3.2 Identificación de proyectos y medidas de IV en Chetumal

3.3 Priorización de los proyectos de IV identificados

3.4 Proyectos seleccionados

PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS DE IV EN CHETUMAL

3.1

El proceso de identificación de proyectos de infraestructura verde para la localidad consta de 3 pasos, un primer paso que consiste en una investigación de escritorio de los proyectos existentes referentes a la infraestructura verde, seguido por una retroalimentación con el Municipio, en donde se suman nuevos proyectos. El ejercicio finalmente concluye en una dinámica en la que se califican los proyectos, en conjunto con las contrapartes y actores relevantes, para obtener un listado de las medidas que se consideran más beneficiosas y viables.

1 Identificación de proyectos y medidas de infraestructura verde

Revisión de programas y proyectos existentes

Como etapa inicial, ORU llevó a cabo la recopilación de programas y proyectos presentes en documentos oficiales a nivel metropolitano, estatal y municipal relacionados con el desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y la planificación ecológica. Durante este proceso, se identificaron proyectos con un potencial significativo para la implementación de medidas de infraestructura verde. Estos proyectos se evaluaron en colaboración con las partes interesadas locales para confirmar su viabilidad y determinar su interés en su aplicación y desarrollo.

Identificación de proyectos a partir de reuniones con el municipio

Tras la etapa inicial de identificación preliminar de proyectos, se llevaron a cabo reuniones con el municipio y la Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable (SEDETUS) y la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDE) para examinar detenidamente las propuestas de proyectos detectadas. El propósito fundamental es generar un listado preliminar de acciones y proyectos que fomente un proceso de revisión integral.

Durante una serie de reuniones de trabajo, se evaluaron tanto las propuestas formuladas por el equipo consultor como aquellas planteadas por los municipios. El objetivo central de estas reuniones fue discernir los sitios y proyectos que aportan beneficios significativos en términos de aspectos sociales, ambientales, económicos, robustez, flexibilidad y viabilidad financiera e institucional. Este análisis cualitativo se basó en el consenso de todos los actores involucrados y condujo al desarrollo de medidas e intervenciones concretas.

Todo este proceso se desarrolló en colaboración con un equipo multidisciplinario y multisectorial, con el enfoque claro de incorporar Soluciones basadas en la Naturaleza y atributos de Infraestructura Verde que fueran pertinentes y valiosos para las dinámicas urbanas.

2 Priorización y selección de los proyectos de infraestructura verde identificados

Matriz multicriterio para la priorización y selección de proyectos estratégicos

Con la finalidad de evaluar los proyectos planteados en la etapa anterior, en función de priorizar aquellos proyectos con mayor cantidad de beneficios para la población y el entorno, se plantean los siguientes criterios para ser evaluados de forma cualitativa y con el apoyo y conocimiento del territorio con el que cuentan los actores locales:

- Viabilidad institucional: existencia de arreglo institucional, coordinación entre actores y voluntad para realizar el proyecto.
- Viabilidad financiera: existencia de fuentes de financiamiento y costos asequibles en relación con los beneficios.
- Beneficios económicos: relación costo / beneficio [población que impacta y plazo de recuperación de la inversión].
- Beneficios sociales: beneficia a toda la población o sólo a algunos sectores definidos de manera sectorial.
- Beneficios ambientales: afectación positiva o negativa en la protección, conservación o mantenimiento de los ecosistemas de forma directa o indirecta.
- Robustez: desempeño adecuado en una serie de escenarios distintos, considera sistemas sólidos y contruidos para garantizar que las fallas sean predecibles, seguras y proporcionadas en relación con la causa [100 Resilient Cities, 2018].
- Flexibilidad: capacidad de adaptación y extensión en relación con los impactos positivos del proyecto [100 Resilient Cities, 2018].

Esta matriz de priorización, desarrollada en conjunto con Deltares [2021], se lleva a cabo dando una calificación a cada criterio, usando una escala numérica que va desde -2 a 2, siendo -2 el menor beneficio, +2 un alto beneficio positivo y considerando el 0 como un impacto neutro. Una vez que se realiza la puntuación de cada criterio para cada proyecto, los proyectos que tengan un puntaje mayor corresponden a las medidas o proyectos más beneficiosos y, por lo tanto, priorizados. Todos los criterios cuentan con el mismo peso. Para ver más detalles, ver el Anexo 7.2.

Mesa de trabajo para priorización de proyectos con el Municipio

En esta etapa del proceso metodológico, se fomenta la participación activa de los actores locales en la priorización

de los proyectos previamente propuestos. Para llevar a cabo este proceso, se utiliza la matriz de priorización que se presentó en el paso anterior, la cual se ha discutido y compartido previamente con los actores locales. Durante las reuniones de trabajo, se detallan los objetivos, descripciones, ubicaciones y aspectos principales y secundarios de la infraestructura verde de cada proyecto. También se identifican los aliados y actores involucrados en la ejecución de cada proyecto a evaluar. Como resultado de estas sesiones, se obtiene una lista priorizada de proyectos con el objetivo de seleccionar entre 2 y 4 proyectos por municipio.

Para preparar adecuadamente estas reuniones de trabajo, se ha recopilado una amplia cantidad de información sobre los proyectos que serán evaluados. Se ha analizado su potencial para incorporar medidas de infraestructura verde, y en caso de que no presenten tales medidas, se han considerado opciones para su inclusión. Se ha realizado un cuestionario en línea utilizando Google Forms que abarca todos los aspectos incluidos en la matriz de evaluación, y se ha proporcionado una breve introducción a cada proyecto en cada sección del cuestionario para facilitar la comprensión de todos los participantes. Finalmente, se ha preparado una presentación en la que se exponen los objetivos de la actividad, se ofrece una breve explicación de los beneficios de la infraestructura verde en entornos urbanos y se detallan los criterios que se utilizarán para evaluar los proyectos.

3 Resultados de la priorización

Luego de calificar cada criterio para cada proyecto, en formato de cuestionario en Google Forms, junto con las contrapartes y actores relevantes, se obtuvieron los resultados de la priorización de proyectos, que se desarrollarán de manera conceptual en el capítulo 4.

Los proyectos identificados, hayan sido seleccionados o no, que resultaron positivamente calificados, pueden ser retomados para ser revisados nuevamente y considerados para incluirse en planes o programas de ordenamiento territorial, desarrollo urbano; planes de infraestructura verde o planes de movilidad integral sustentable.

IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS Y MEDIDAS DE IV EN CHETUMAL

3.2

Se identificaron los proyectos para Chetumal través de un proceso de revisión documental y la retroalimentación con las contrapartes. Las tablas completas se encuentran en el anexo 7.1 y cuentan con las siguientes características:

[Descripción](#)

[Ubicación](#)

[Estatus](#)

[Presupuesto](#)

[Responsable/s](#)

[Referencia](#)

[Ejes de Infraestructura Verde](#)

[Plazo de implementación](#)

Identificación preliminar de proyectos o programas

● Prolongación del Malecón

- Plan maestro para el Malecón de Chetumal en el tramo Río Hondo-Chetumal-Calderitas y diseño de una intervención.

- Continuación de la prolongación oeste del Blvd. Bahía (en el boulevard Río Hondo, tramo Rafael Melgar/ fraccionamiento La Herradura III).

● La Sabana

- Propuesta de "Estudio hidrológico para la identificación de acciones y obras para la recuperación, el control y aprovechamiento sustentable de La Sabana".

-La Sabana: Área Natural Protegida municipal y Gran Parque Urbano.

- Plan maestro urbano paisajístico para el humedal "La Sabana".

● Calles y espacios públicos esponja

- Programa de reforestación urbana en Chetumal y Calderitas.

- Plan de redes de "calles y espacios públicos esponja" en Chetumal y diseño de proyecto.

Identificación de proyectos a partir de reuniones con el municipio y con la SEDETUS

● - Plan maestro para el Malecón de Chetumal en el tramo Río Hondo-Chetumal-Calderitas y diseño de una intervención.

- La Sabana: Área Natural Protegida municipal y Gran Parque Urbano.

- Rehabilitación del Parque Ecológico Zazil.

- Rehabilitación del Zoológico Payo Obispo.

- Intervención a la zona inundable por la antigua estación ADO.

- Mitigación de inundación y rehabilitación de Parques Hábitats.

PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS DE IV IDENTIFICADOS EN CHETUMAL

3.3

Matriz multicriterio para la priorización de proyectos

- **La Sabana: Área Natural Protegida y Gran Parque Urbano.**
- **Rehabilitación del Parque ecológico Zazil.**
- **Rehabilitación del Zoológico Payo Obispo.**
- **Malecón de Chetumal: Integración de soluciones.**
- Intervención a la zona inundable por la antigua estación ADO.
- Corredores verdes o esponja en avenidas.
- Mitigación de inundación y rehabilitación de Parques Hábitats.

Estatus de la medida	Escala de la medida	Superficie	Plazo de implementación				Viabilidad Institucional	Viabilidad Financiera	Beneficios Económicos	Beneficios Sociales	Beneficios Ambientales	Robustez	Flexibilidad	Puntuación Final
			2023	2026	2029	2032								
Proyecto conceptual	Ciudad	587.5 hectáreas					2	0	2	1	2	2	1	1.43
Proyecto conceptual	Ciudad	5.62 hectáreas					1	1	2	2	2	1	2	1.57
Proyecto conceptual	Barrial	11.5 hectáreas					1	0	2	2	1	0	1	1.00
Proyecto conceptual	Ciudad	10 km					0	0	2	2	2	2	1	1.00
Proyecto conceptual	Barrial	174,306.59 m ²					1	0	1	1	1	1	1	0.86
Proyecto conceptual	Ciudad	NA					1	0	0	1	2	1	1	0.86
Proyecto conceptual	Barrial	NA					0	0	0	1	0	1	1	0.43

PROYECTOS SELECCIONADOS EN CHETUMAL

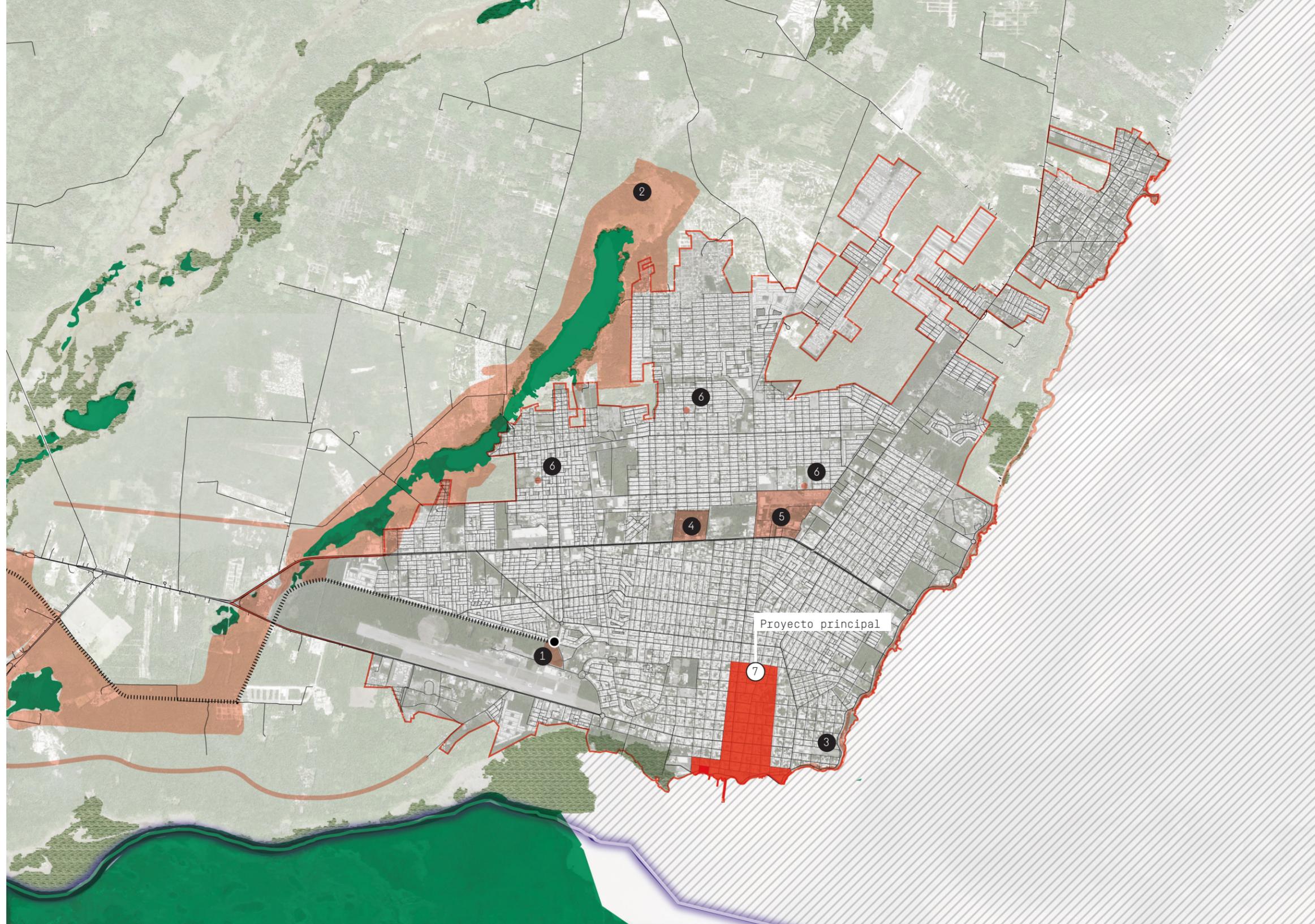
3.4

Los proyectos de infraestructura verde evaluados y seleccionados con las contrapartes fueron los siguientes:

- 1 Rehabilitación del Parque ecológico Zazil
- 2 La Sabana: Área Natural Protegida municipal y Gran Parque Urbano
- 3 Integración de soluciones para la reducción de la contaminación en la Bahía Malecón de Chetumal
- 4 Rehabilitación del Zoológico Payo Obispo
- 5 Intervención a la zona inundable por la antigua estación del ADO
- 6 Mitigación de inundación y rehabilitación de los parques Hábitat

Proyecto principal

- 7 Propuestas de infraestructura verde para El Barrio Mágico



Simbología

Localidades urbanas	Vegetación secundaria arbórea de selva baja
Red vial	Ruta proyectada del Tren Maya
Área natural protegida	Posible estación del Tren Maya
Escorrentías	Proyectos identificados
Cuerpos de agua	
Maglar	

Mapa 3.1 Proyectos seleccionados en Chetumal. Fuente: Elaboración propia INEGI 2020 y 2021, CONABIO 2017 y Geoalternativa 2019.

PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VERDE PARA CHETUMAL

Contenido

- 4.1 Síntesis a los proyectos seleccionados para la localidad de Chetumal
- 4.2 Integración de IV en el área del Barrio Mágico
- 4.3 Recomendaciones para la implementación de IV en el Barrio Mágico



SÍNTESIS DEL PROYECTO SELECCIONADO PARA CHETUMAL

4.1

En Chetumal, el proyecto ha sido seleccionado a partir de discusiones entre la GIZ y la Secretaría de Desarrollo Económico Quintana Roo (SEDE) para aportar al proyecto existente de Barrio Mágico insumos para el desarrollo del proyecto seleccionado. En noviembre del 2022, el centro histórico de Chetumal ha sido elegido para formar parte de la iniciativa "Barrios Mágicos de México" llevada por la Secretaría de Turismo (SECTUR). A partir del proyecto existente que se tiene contemplado, se elaboran una serie de sugerencias para integrar infraestructura verde al proyecto y mejorar los criterios de diseño de movilidad, espacio público, agua y biodiversidad.

Propuestas de Infraestructura Verde para el Barrio Mágico

Tipología del sitio de implementación: Barrio.

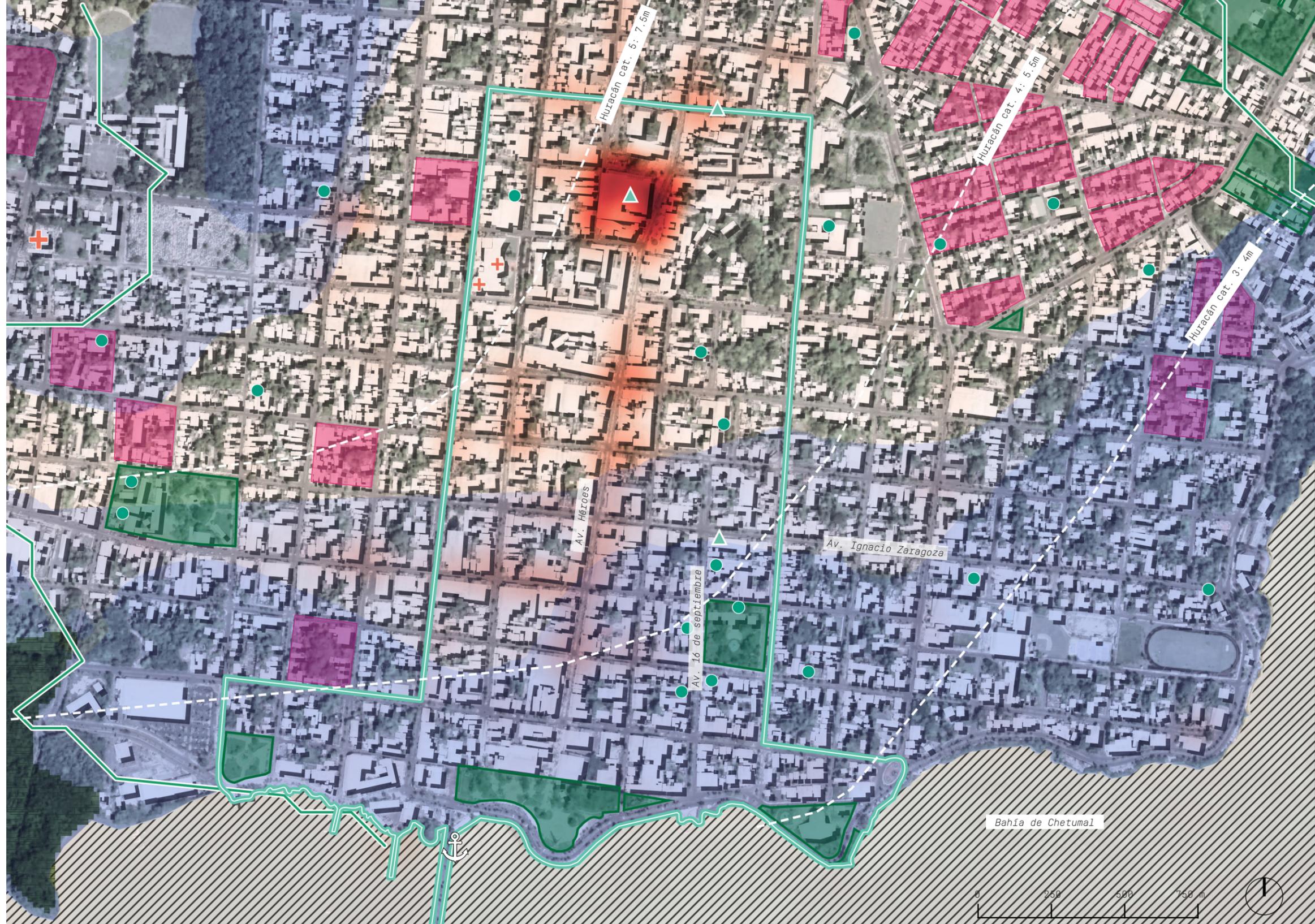
Objetivo general: Adecuación de ciertas avenidas del Barrio Mágico con integración de soluciones de Infraestructura Verde y criterios de movilidad sostenible.

Figura 4.1 Fotografía aérea de la Avenida Los Héroes.
Fuente: Dirección de Desarrollo Turístico, Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2018-2021.

Caracterización del área del Barrio Mágico

Síntesis de la caracterización

- La Avenida de los Héroes es un eje central para el centro, está conformada por varios locales comerciales, mercados y espacios públicos, así como su cercanía con el puerto naval, consolidándose como uno de los corredores económicos más importantes de Chetumal.
- El centro está conectado al malecón de Chetumal a través de la Explanada de la Bandera.
- El centro está expuesto a riesgos por inundación debido a su cercanía con la bahía.
- En épocas de lluvia, las escorrentías arrastran basura y contaminantes, los que terminan acumulados en la bahía, siendo una de las problemáticas más importantes en la localidad.
- Sobre la Avenida Los Héroes, al Norte del centro, se encuentra una concentración de unidades económicas que corresponde a mercados municipales y el Museo de la Cultura Maya.
- La densidad poblacional en el centro de Chetumal, es menor a la densidad en sus periferias.



Simbología

	Ubicación del proyecto		Vegetación secundaria arbórea de selva baja		Escuela		Concentración de unidades económicas +
	Área natural protegida		Puertos		Planta de tratamiento de aguas residuales		-
	Escorrentías		Espacio público		Densidad 9000-1600 hab/km²		Riesgo por inundación +
	Manglares		Mercado		Inundación costera		-
	Centro de asistencia médica						

Mapa 4.2 Caracterización del Barrio Mágico de Chetumal. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con datos de INEGI 2020, SCINCE 2023, DENU 2022, CONABIO 2020, Geoalternativa 2019, CONAGUA 2021 y Climate central 2023.

Retos del estado actual en el área del Barrio Mágico



Simbología
— Ubicación de los proyectos
— Línea de corte A-A'

Mapa 4.3 Centro de Chetumal con la ubicación del perfil topográfico A-A'. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023.

Perfil topográfico A-A'



Retos específicos del estado actual

Los principales retos destacados en el análisis de la situación actual pertenecen a las temáticas del agua, de la movilidad y del espacio público.

- ① En el diseño de las calles peatonales que conectan la Plaza Banderas con la Avenida Héroes, se identifica una falta de sombra por lo cual deducimos que los espacios verdes no son suficientes para crear un clima agradable para el peatón. Además, faltan pavimentos y espacios permeables que permitan al agua de lluvia evacuar, evitando así inundaciones.
- ② No hay cruces seguros en las avenidas y falta diseñar las avenidas para las bicicletas. El espacio dedicado al coche es muy generoso y podría ser reorganizado para compartirlo con otros modos de transporte (excepto en la avenida Héroes que tiene banquetas muy amplias).
- ③ Las avenidas amplias son una oportunidad para repensar la organización de la calle. Las banquetas no tienen sombra para fomentar el uso por el peatón, ya que la vegetación está colocada únicamente en el camellón central.



Figura 4.4 Fotografías del estado actual del centro de Chetumal. Fuente: Google Street view, 2023.

INTEGRACIÓN DE IV EN EL ÁREA DEL BARRIO MÁGICO

4.2

Intenciones:

El Barrio Mágico tiene como eje principal la Avenida Héroes, corredor comercial histórico del centro de la ciudad de Chetumal históricamente. La propuesta para la integración de Infraestructura Verde en el barrio propone dos tipologías para la transformación de las calles en corredores verdes alrededor de la avenida Héroes. Estas dos tipologías integran soluciones de infraestructura verde, mitigan las inundaciones, el efecto isla de calor, crean microclimas, fomentan la biodiversidad, mientras que potencializan el uso de las avenidas y de los comercios para activar la vida en las avenidas del centro. Además, las propuestas integran criterios de diseño de movilidad sostenible e integral para asegurar la accesibilidad universal y la seguridad en las avenidas intervenidas y proponer una experiencia urbana más atractiva.

Dos tipologías de avenida propuestas

La tipología 1 es la más ambiciosa, propone crear un microclima para fomentar el uso de las avenidas con espacios públicos y prioridad al peatón. Se sugiere colocar esta tipología en avenidas donde se ubican escuelas para potencializar su uso y fomentar la seguridad para los niños (p.ej. alrededor del Parque Caimanes) así como cercano a equipamientos que atraen mucha gente (como el Mercado municipal o el Museo de la Cultura Maya al Norte del polígono del Barrio Mágico).

La tipología 2 propone la integración de jardines de lluvia, así como estacionamientos con pavimento permeable para mitigar inundaciones. Además, reorganiza los espacios de la calle para poder dar sombra a las banquetas y así fomentar el uso peatonal. Esta tipología se propone a ambos lados de la avenida Los Héroes para activar las calles cercanas e incentivar los usuarios en llegar al corredor comercial.



Simbología

- | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------------|--|-------------------------|
| | Ubicación proyecto | | Museo de la Cultura Maya | | Parque del renacimiento |
| | Escuela | | Mercado municipal de Chetumal | | Explanada de la bandera |
| | Espacio público | | Callejón del arte | | Fuente del pescador |
| | Tipología 1: vialidad con espacios públicos y prioridad al peatón | | Parque de los caimanes | | |
| | Tipología 2: Vialidad con jardines de lluvia y estacionamientos | | Palacio de gobierno | | |
| | | | | | |

Mapa 4.5 Dos tipologías de calles con Infraestructura Verde en el Barrio Mágico de Chetumal. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con base al proyecto de la Secretaría de Economía del Estado de Quintana Roo.

Estrategias de intervención para la tipología 1 en la avenida 16 de Septiembre

Criterios de diseño para la propuesta de tipología 1

-  Captar e infiltrar las aguas pluviales en la Avenida
 - Captar y retener las escorrentías pluviales en la Avenida a través de jardines de lluvia para mitigar las inundaciones en ella y disminuir las escorrentías que llegan a contaminar la Bahía.
 - Permitir la conectividad entre el espacio superficial y el subsuelo con infraestructura verde.
-  Crear un microclima en el corredor verde para mejorar la experiencia de los visitantes y habitantes y fomentar su uso
 - Proponer espacios verdes generosos en la avenida para mitigar el calor y mejorar la experiencia del visitante.
 - Revegetar con especies nativas que participen en la polinización, y creen un hábitat de fauna local.
 - Integrar vegetación en los jardines de lluvia que contribuya con una gestión sostenible del agua.
 - Plantar algunos árboles altos de mínimo 5 metros para generar sombra.
 - Asociar vegetación trepadora con las pérgolas para mitigar el calor.
-  Reactivar la Avenida con espacios públicos de descanso y de juego para los niños
 - Diseñar la calle como un espacio inclusivo que invite a todos incluyendo personas mayores, niños así como personas en situación con discapacidad.
 - Generar espacios de juego seguros para los niños.
 - Integrar espacios con mesas bajo las pérgolas y bancas bajo los árboles que puedan fomentar la actividad en la Avenida.
-  Hacer de la calle un espacio privilegiado para el peatón
 - Disminuir la velocidad de los vehículos en la Avenida.
 - Transformar la mitad del ancho de la calle para el peatón.
 - Integrar cruces seguros.
 - Diseñar para la inclusión y diseño universal.
 - Proponer una calle compartida con prioridad a la bicicleta.



Simbología

- ① Cruces principales seguros elevados
- ② Cruces secundarios a nivel
- ③ Jardineras con especies nativas
- ④ Espacio seguro para área infantil
- ⑤ Pérgolas
-  Zona de vegetación nativa
-  Jardín pluvial de retención
-  Pavimento permeable para estacionamiento y reductores de velocidad

Figura 4.6 Axonométrico de la avenida 16 de Septiembre frente al Parque Caimanes ej. para tipología 1. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con base al proyecto de la Secretaría de Economía del Estado de Quintana Roo.

Especificaciones para la tipología 1 del Barrio Mágico
Calle 16 de Septiembre



Opciones de plantas y arbustos trepadores y enredaderas para la pergola



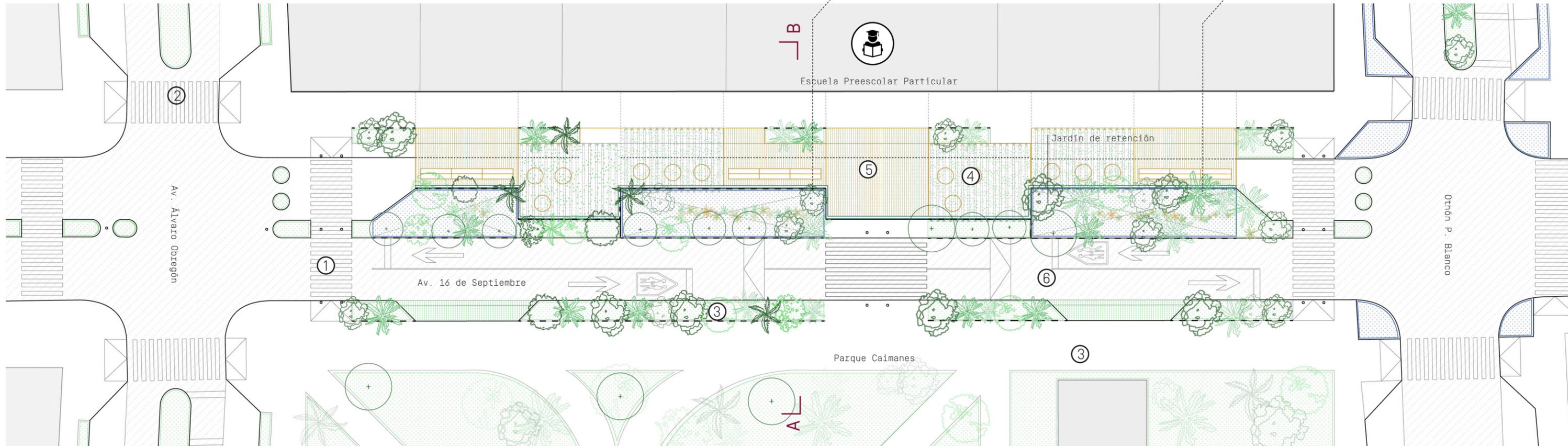
Cochliasanthus caracalla Frijol caracol
Navita - Planta trepadora - Pleno sol, media sombra - Ideal para pérgolas. Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores. Sus flores son polinizadas por abejas nativas y abejorros. Esta especie es hospedera de las mariposas "Coluda verdosa" (*Urbanus proteus*) y "Yuyera" (*Leptotes cassius*). Los insectos que frecuentan esta planta atraen a aves insectívoras.



Ipomoea carnea Campanilla, farafán (español); ke'e'ilil, choko kat (maya).
Nativa - Arbusto tipo árbol - Pleno sol
Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores.



Ipomoea cholulensis Cuna de amor.
Nativa - Planta trepadora - Pleno sol
Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores.



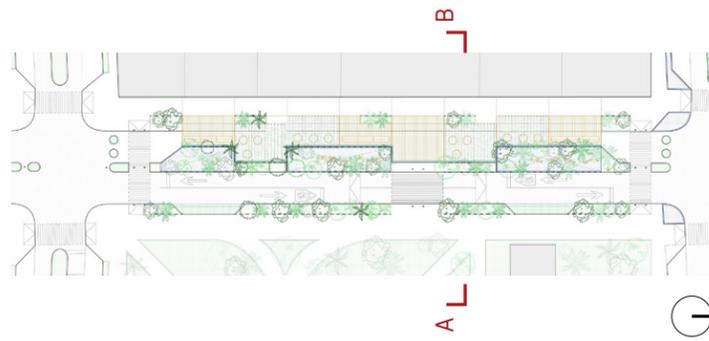
Simbología

- ① Cruces principales seguros elevados
- ② Cruces secundarios a nivel
- ③ Jardineras con especies nativas
- ④ Espacio seguro para juegos de niños
- ⑤ Pérgolas

- Edificaciones
- Equipamiento/ Mobiliario urbano
- Zona de vegetación nativa
- Jardín pluvial de retención
- Pavimento permeable para estacionamientos



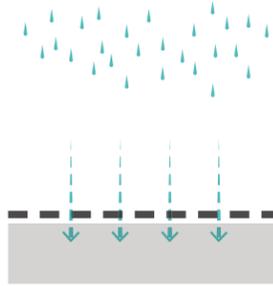
Figura 4.7 Planta de la avenida 16 de Septiembre frente al Parque Caimanes como ej. para tipología 1.
Fuente: Elaboración propia con base al proyecto de la Secretaría de Economía del Estado de Quintana Roo.



Categorías de Infraestructura Verde o mixta

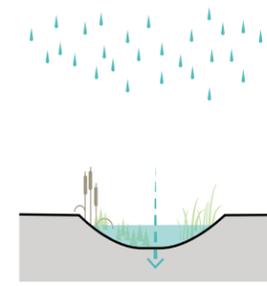
① Pavimento infiltrantes

En zonas de estacionamiento por ejemplo se puede colocar el pavimento filtrante como el adoquero o abierto. El agua atraviesa la superficie permeable, que actúa a modo de filtro, hasta la capa inferior que sirve de reserva, atenuando de esta forma las puntas del flujo de escorrentía superficial. En banquetas se recomienda el uso de ecocreto tipo EcoPerm de HOLCIM (ficha técnica en Anexo 7.3) o similares.



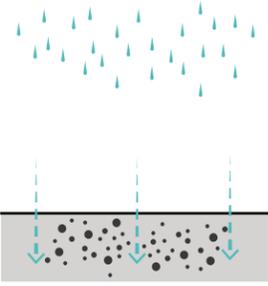
② Jardín de retención de aguas pluviales

Colocados de forma estratégica en la avenida, los jardines pluviales permiten retener e infiltrar las aguas pluviales, minimizando el flujo de escorrentías que llegan a contaminar la Bahía y mitigando las inundaciones.

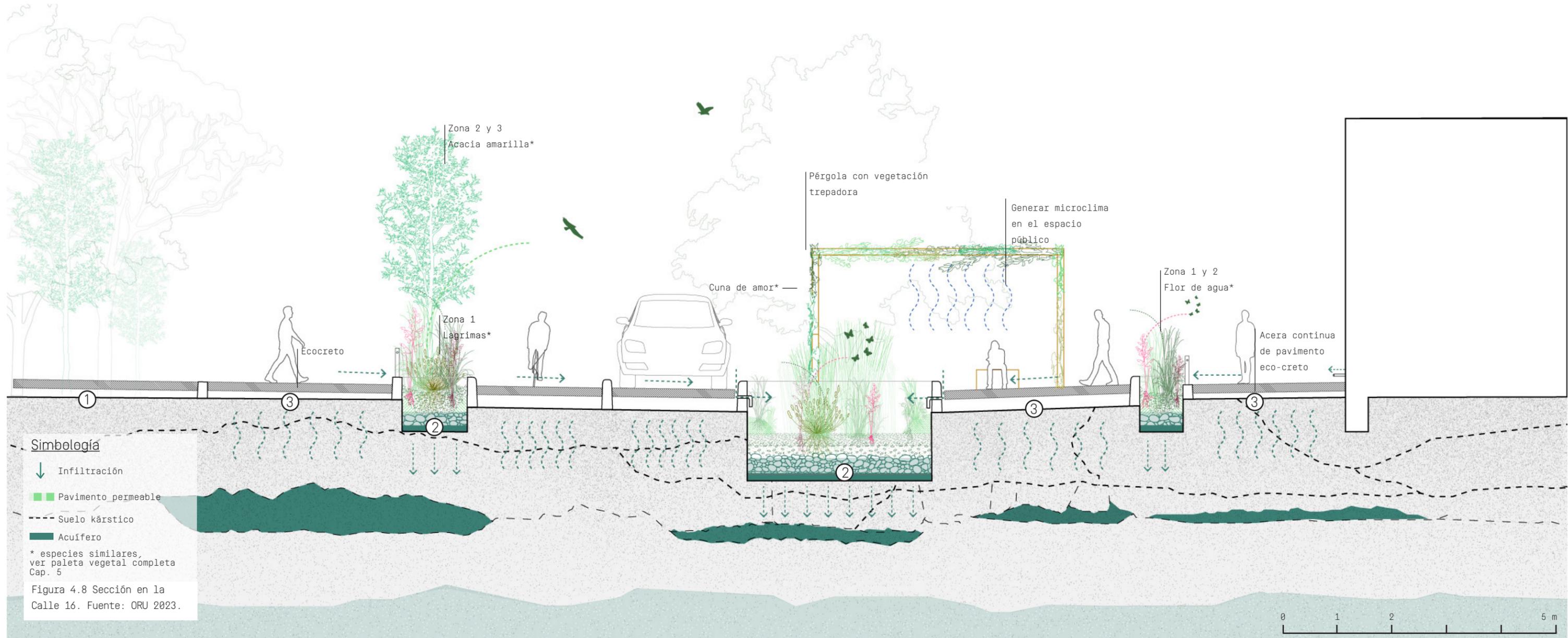


③ Pavimento técnico infiltrante

Solución de pavimentos de concreto permeable que permite la infiltración de aguas pluviales y minimiza el costo de mantenimiento a largo plazo, para la gestión de agusta de lluvia en calles, estacionamientos y caminos.



Sección transversal A-B



Estrategias de intervención para la tipología 2 en la avenida Ignacio Zaragoza

Criterios de diseño para la propuesta de tipología 2

 Captar e infiltrar las aguas pluviales en las avenidas transversales a la Avenida Los Héroes

- Captar y retener las escorrentías pluviales en la Avenida a través de jardines de lluvia para mitigar las inundaciones.
- Captar y dirigir las aguas pluviales en cubiertas de edificios privados hacia el drenaje de la calle.
- Infiltrar la mayor cantidad de aguas pluviales hacia los mantos acuíferos.

 Integrar jardines de infiltración en cada lado de la calle en las banquetas

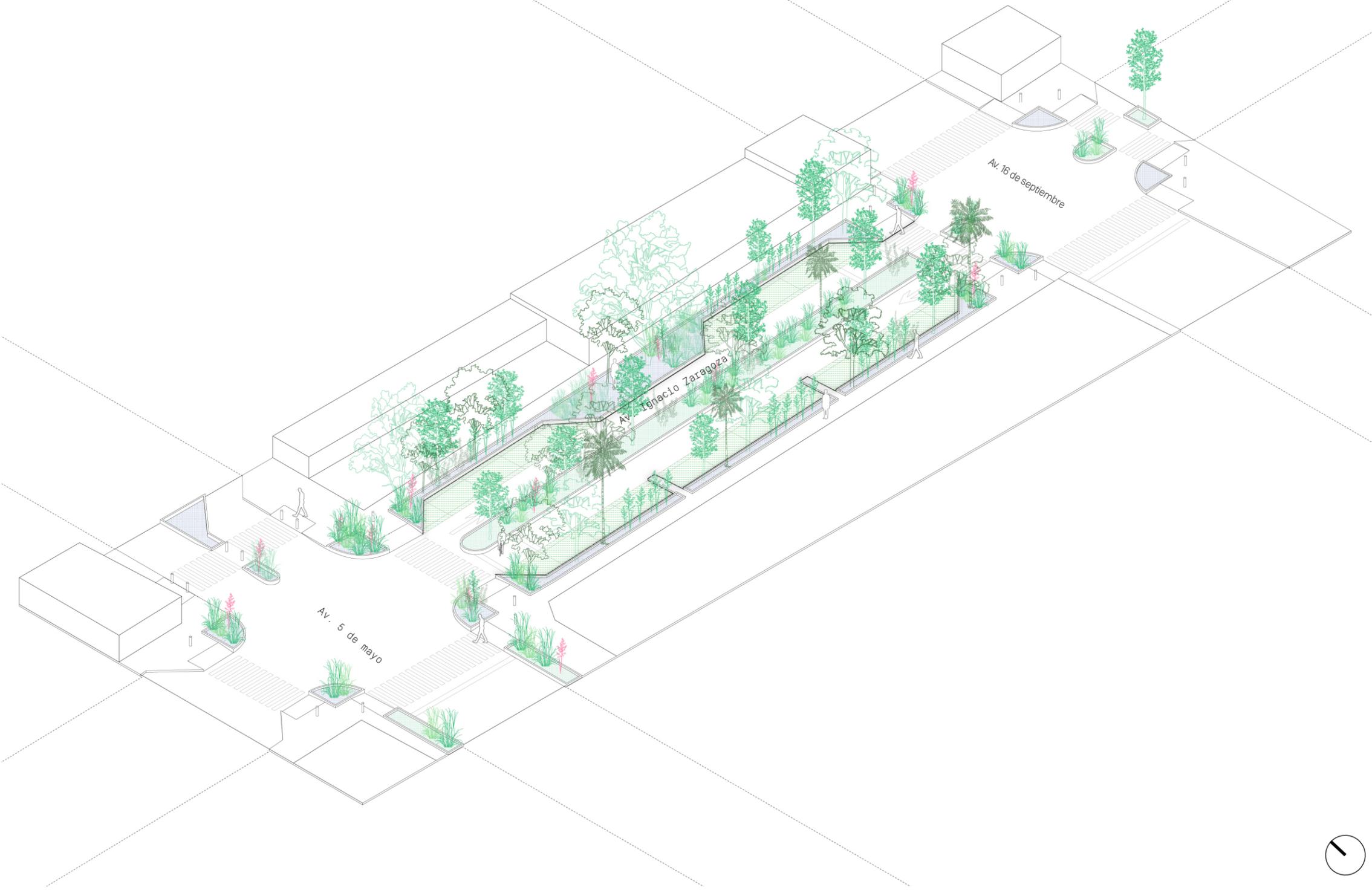
- Conservar el camellón central con los árboles existentes y convertirlo en jardín de lluvia central en sus espacios residuales.
- Proponer nuevos espacios verdes de jardines de lluvia en cada lado de la calle para gestionar las aguas pluviales, mitigar el calor para mejorar la experiencia de los habitantes o visitantes y fomentar la biodiversidad.
- Revegetar con especies nativas que participen en la polinización, y que creen un hábitat de fauna local.
- Integrar vegetación en los jardines de lluvia que contribuya con una gestión sostenible del agua.
- Plantar algunos árboles altos de mínimo 5 metros en banquetas para generar sombra para el peatón.

 Aumentar el ancho de banquetas puntualmente para ofrecer espacios públicos de descanso y de convivencia en las calles transversales

- Generar espacios públicos de descanso o convivencia acompañados por vegetación para mejorar la experiencia del habitante o visitante en la calle.
- Diseñar la calle como un espacio inclusivo que invite a todos incluyendo personas mayores, niños así como personas con alguna discapacidad.

 Aumentar la oferta de estacionamientos mejorando la experiencia del peatón y del ciclista

- Disminuir la velocidad de los vehículos en la Avenida al acercarse a la Av. Los Héroes.
- Integrar estacionamientos en línea con pavimento abierto o permeable acompañado de un jardín de lluvia a un costado. Se recomienda el uso de EcoPerm de HOLCIM o similares.
- Diseñar para la inclusión y diseño universal.
- Proponer una calle compartida con prioridad a la bicicleta.



Simbología

-  Zona de vegetación nativa
-  Jardín pluvial de retención
-  Pavimento permeable para estacionamientos

Figura 4.9 Axonométrico de la Avenida I. Zaragoza, transversal a la Av de Los Héroes, como ejemplo para la tipología 2. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con base al proyecto de la Secretaría de Economía del Estado de Quintana Roo.

Especificaciones para la tipología 2 del Barrio Mágico
Avenida Ignacio Zaragoza



Infraestructura verde en la calle



① Pavimento infiltrante en estacionamientos



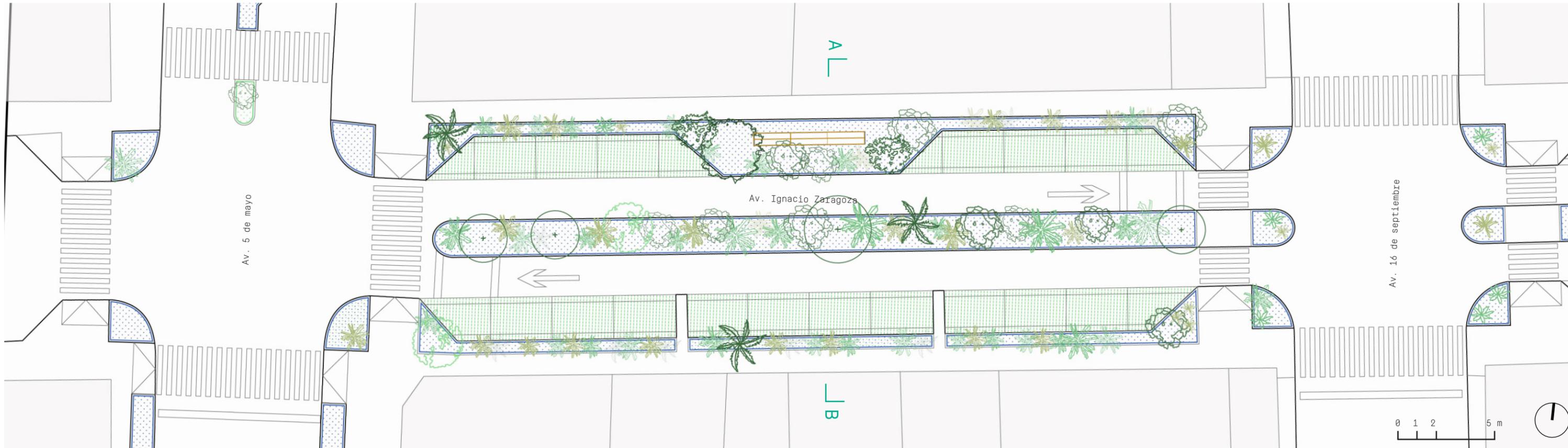
② Jardín de lluvia en esquinas



③ Jardín de infiltración en calles



④ Pavimento técnico infiltrante (ej: Holcim)



Simbología

- Edificaciones
- Equipamiento/ Mobiliario urbano
- Zona de vegetación nativa
- Jardín pluvial de retención
- Pavimento permeable para estacionamientos

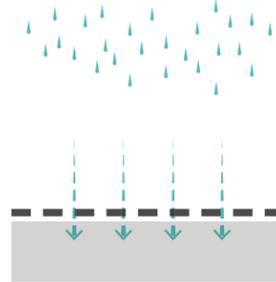
Figura 4.10 Planta de la Avenida I. Zaragoza, transversal a la Av de Los Héroes, como ejemplo para la tipología 2. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con base al proyecto de la Secretaría de Economía del Estado de Quintana Roo.

Especificaciones para la tipología 2 del Barrio Mágico
Avenida Ignacio Zaragoza

Categorías de Infraestructura Verde o mixta

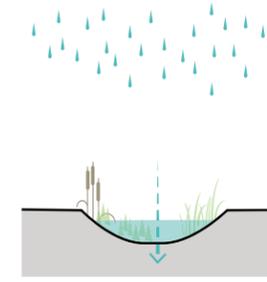
① Pavimento infiltrantes

En zonas de estacionamiento por ejemplo se puede colocar el pavimento filtrante como el adocreto o abierto. El agua atraviesa la superficie permeable, que actúa a modo de filtro, hasta la capa inferior que sirve de reserva, atenuando de esta forma las puntas del flujo de escorrentía superficial. En banquetas se recomienda el uso de ecocreto tipo EcoPerm de HOLCIM (ficha técnica en Anexo 7.31) o similares.



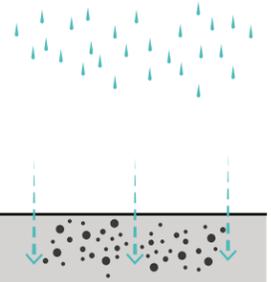
② Jardín de retención de aguas pluviales

Colocados de forma estratégica en la avenida, los jardines pluviales permiten retener e infiltrar las aguas pluviales.

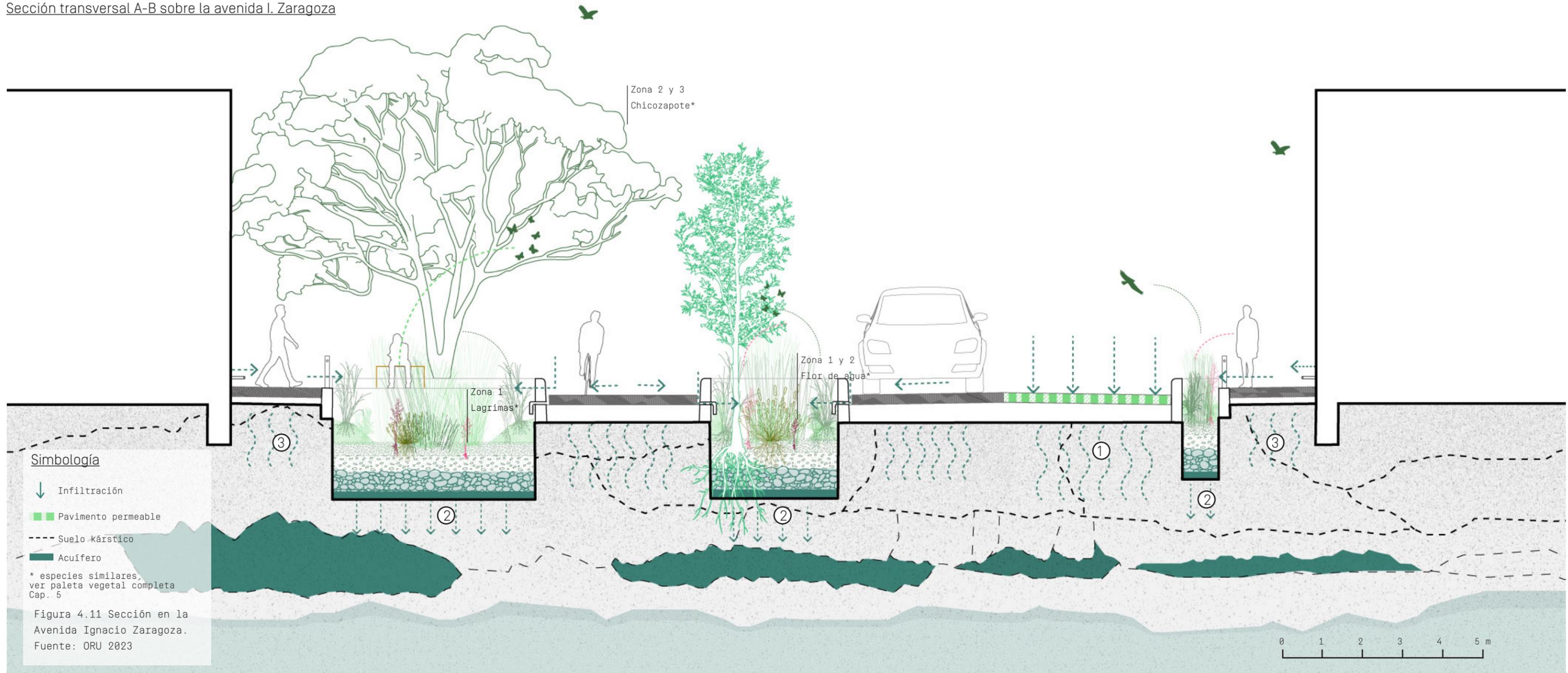


③ Pavimento técnico infiltrante

Solución de pavimentos de concreto permeable que permite la infiltración de aguas pluviales y minimiza el costo de mantenimiento a largo plazo, para la gestión de agua de lluvia en calles, estacionamientos y caminos.



Sección transversal A-B sobre la avenida I. Zaragoza



RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN EL BARRIO MÁGICO

4.3

Plazo de implementación:



Estudios existentes:

El proyecto es una iteración del proyecto de la Secretaría de Desarrollo Económico de Quintana Roo con la integración de infraestructura verde y criterios en torno a la movilidad integral, biodiversidad y espacio público.

En cuanto a la pérdida de atractivo de la Avenida de los Heroes existe un estudio nombrado: Percepción del espacio público: Pérdida de atractivo en el Corredor Urbano Comercial Avenida de los Héroes de Chetumal, Quintana Roo [Murillo et al., 2020].

Recomendaciones técnicas, normativas y estudios requeridos

Recomendaciones y especificaciones para la vegetación

Se sugiere diseñar corredores o áreas verdes interconectadas que faciliten la circulación de la vida silvestre y promuevan la migración de especies. Estos corredores también pueden desempeñar un papel crucial como barreras naturales contra la erosión y las inundaciones.

La plantación de árboles es una parte fundamental en cualquier programa de infraestructura verde, ya que proporcionan sombra, reduciendo el consumo de energía y contribuyendo a mejorar la calidad del aire. Los arbustos y cubiertas vegetales no arbóreas desempeñan un papel importante en la prevención de la erosión del suelo y en la mejora de la calidad del agua. Estas vegetaciones también pueden servir como hábitat para la fauna local.

La implementación de pérgolas con vegetación nativa dentro de los proyectos de infraestructura

verde en Chetumal se justifica desde una perspectiva de sustentabilidad. Estas estructuras proporcionan sombra y protección solar a los transeúntes, mejorando el confort térmico de los espacios urbanos y permitiendo que las personas hagan uso de estos espacios y se desplacen sin necesidad de vehículos motorizados.

Desde el punto de vista ambiental, las pérgolas con vegetación nativa ofrecen beneficios ecológicos al actuar como refugio y hábitat para polinizadores, promoviendo la biodiversidad local. La selección de una paleta vegetal compuesta por especies nativas es fundamental para garantizar la adaptación de las plantas al entorno local. Estas especies están adaptadas a las condiciones climáticas y ecológicas específicas de la región de Chetumal lo que les confiere mayor resistencia a factores adversos como sequías, altas temperaturas y enfermedades. Al utilizar vegetación nativa, se promueve la conservación de la flora autóctona, preservando la identidad y la diversidad biológica de la región.

A continuación se presentan algunas **opciones de arbustos trepadores y enredaderas que podrían colocarse dentro del proyecto de colocación de pérgolas**. Dentro de estas opciones, se recomiendan como las dos mejores opciones *Cochliasanthus caracalla* e *Ipomoea cholulensis*.

Es importante destacar que la selección de las plantas debe tener en cuenta factores como el espacio disponible, la disponibilidad de agua y los requerimientos de mantenimiento para garantizar la estabilidad y durabilidad de las pérgolas vegetadas a largo plazo.

Opciones de arbustos trepadores y enredaderas

Especie o familia	Nombre común	Tipo de especie de acuerdo a su distribución	Tipo de vegetación	Forma vegetal	Beneficios de su colocación
<i>Duranta erecta</i> L	Coroina de novia, velo de novia	Nativa	Arbusto tipo árbol	Pleno sol	Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores.
<i>Antigonon leptopus</i>	Flor de San Diego, rosa de mayo, corona de reina, hierba de Santa Rosa, San Miguelito	Nativa	Planta trepadora	Pleno sol	Importante para los polinizadores, especialmente colibríes, mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores.
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla, farafán [español]; ke'elil, choko kat [maya]	Nativa	Arbusto tipo árbol	Pleno sol	Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores.
<i>Cochliasanthus caracalla</i>	Frijol caracol	Nativa	Planta trepadora	Pleno sol, media sombra. No soporta heladas.	Ideal para pérgolas. Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores. Sus flores son polinizadas por abejas nativas y abejorros. Esta especie es hospedera de las mariposas "Coluda verdosa" (<i>Urbanus proteus</i>) y "Yuyera" (<i>Leptotes cassius</i>). Los insectos que frecuentan esta planta atraen a aves insectívoras. Flores perfumadas.
<i>Ipomoea cholulensis</i>	Cuna de amor	Nativa	Planta trepadora	Pleno sol	Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores.
<i>Ipomoea quamoclit</i>	Fin de amor	Nativa	Enredadera	Pleno sol	Importante para los polinizadores, especialmente mariposas y dípteros. Ornamental. Tiene muchas flores.

Consideraciones del contexto a nivel localidad

● Usos mixtos y destinos

1. Identificar usos de suelo y mapear los destinos importantes, como centros de trabajo, parques, instituciones culturales y educativas, estaciones de transporte público, equipamientos u otros hitos urbanos [NACTO, 2016].
2. Garantizar que las redes de calles proporcionen opciones de movilidad sostenible, considerando asentamientos irregulares, que suelen estar desconectadas de la red vial, y que conecten los destinos más significativos de la ciudad [NACTO, 2016].
3. Diseñar las calles para ofrecer una diversidad de usos y actividades, mejorar los usos adyacentes y convertirse en un destino en sí mismos [NACTO, 2016].

● Redes viales y conectividad

1. Considerar el papel existente y potencial que juega cada vialidad dentro de la red vial [NACTO, 2016].
2. Identificar cómo y dónde se superponen las redes de los diferentes medios de transporte público y privado [NACTO, 2016].
3. Identificar las conexiones críticas, nodos conflictivos dentro la ciudad y cómo cambian las necesidades a lo largo de los corredores con relación a los diferentes contextos que atraviesan [NACTO, 2016].
4. Planificar y organizar las redes de calles priorizando accesos directos y seguros para caminar, andar en bicicleta, y acceder al transporte colectivo [NACTO, 2016].

● Desastres naturales

1. Identificar y mapear áreas vulnerables frente a desastres naturales dentro de la localidad [NACTO, 2016].
2. Planificar la infraestructura y servicios de apoyo para el manejo adecuado de sequías y lluvias intensas [NACTO, 2016].
3. Identificar e implementar estrategias de resiliencia en áreas vulnerables frente a eventos hidrometeorológicos [NACTO, 2016].

Consideraciones del contexto inmediato

● Actividades sobre la vialidad

1. Registrar las diferentes actividades que suceden en la calle, considerando sus ubicaciones y la demografía de los usuarios [NACTO, 2016].
2. Analizar el sitio en diferentes horarios del día, días de la semana y del año, anotando cuánto tiempo pasa la gente allí y si están sentados, jugando, comprando o participando en otras actividades. Identificar si estas actividades obstruyen el camino [NACTO, 2016].
3. Planificar estratégicamente el espacio e instalaciones dentro de la calle para proveer una variedad de actividades que propicien un espacio seguro, saludable y accesible [NACTO, 2016].

● Mobiliario urbano

1. Ubicar y cuantificar el mobiliario urbano como asientos, luminarias, paradas formales de transporte público, señalética, y estacionamientos de bicicletas, entre otros [NACTO, 2016].
2. Planificar el diseño del mobiliario urbano y su ubicación para atender las necesidades de los usuarios y de las actividades que se pretende que se realicen, asegurando que su ubicación habilite caminos despejados y permita el movimiento sin obstrucciones en las banquetas o camellones [NACTO, 2016].

● Escala humana

1. Identificar los bordes de los edificios, el mobiliario urbano y la escala general de los elementos de la calle con relación a la escala humana [NACTO, 2016].
2. Diseñar la calle para responder a la escala humana. Alinear el alumbrado y señalización a nivel de ojo, y asegurar que el mobiliario urbano sea accesible para todos [NACTO, 2016].

● Infraestructura Verde

1. Ubicar los árboles existentes y las áreas vegetadas. Identificar las especies vegetales y sus temporadas de cultivo o floración [NACTO, 2016].
2. Identificar acumulaciones de agua, capacidad de infiltración y condiciones del subsuelo y sus posibles utilidades [NACTO, 2016].
3. Incluir árboles y áreas vegetadas en el diseño de la vialidad para mejorar la calidad del aire, proporcionar sombra, mejorar la gestión del agua, apoyar a los ecosistemas locales, y crear calles vivas. Usar especies nativas en las calles para mejorar el microclima [NACTO, 2016].

Identificación de beneficios

La infraestructura verde se destaca como un pilar fundamental de la sostenibilidad urbana, brindando una amplia gama de ventajas que mejoran la calidad de vida en las ciudades. Desde un enfoque ambiental, la presencia de vegetación tiene un impacto positivo en la calidad del aire, promueve la infiltración del agua y contribuye a la recarga de acuíferos, además de servir como refugio para la biodiversidad local. Asimismo, la implementación de infraestructura verde desempeña un papel crucial en la mitigación y adaptación de las ciudades al cambio climático. La vegetación regula el microclima urbano, atenuando las variaciones extremas de temperatura y brindando protección contra fenómenos climáticos severos como huracanes, vientos fuertes e inundaciones. Además, los árboles tienen la capacidad de capturar dióxido de carbono, un gas de efecto invernadero, contribuyendo así a combatir el calentamiento global.

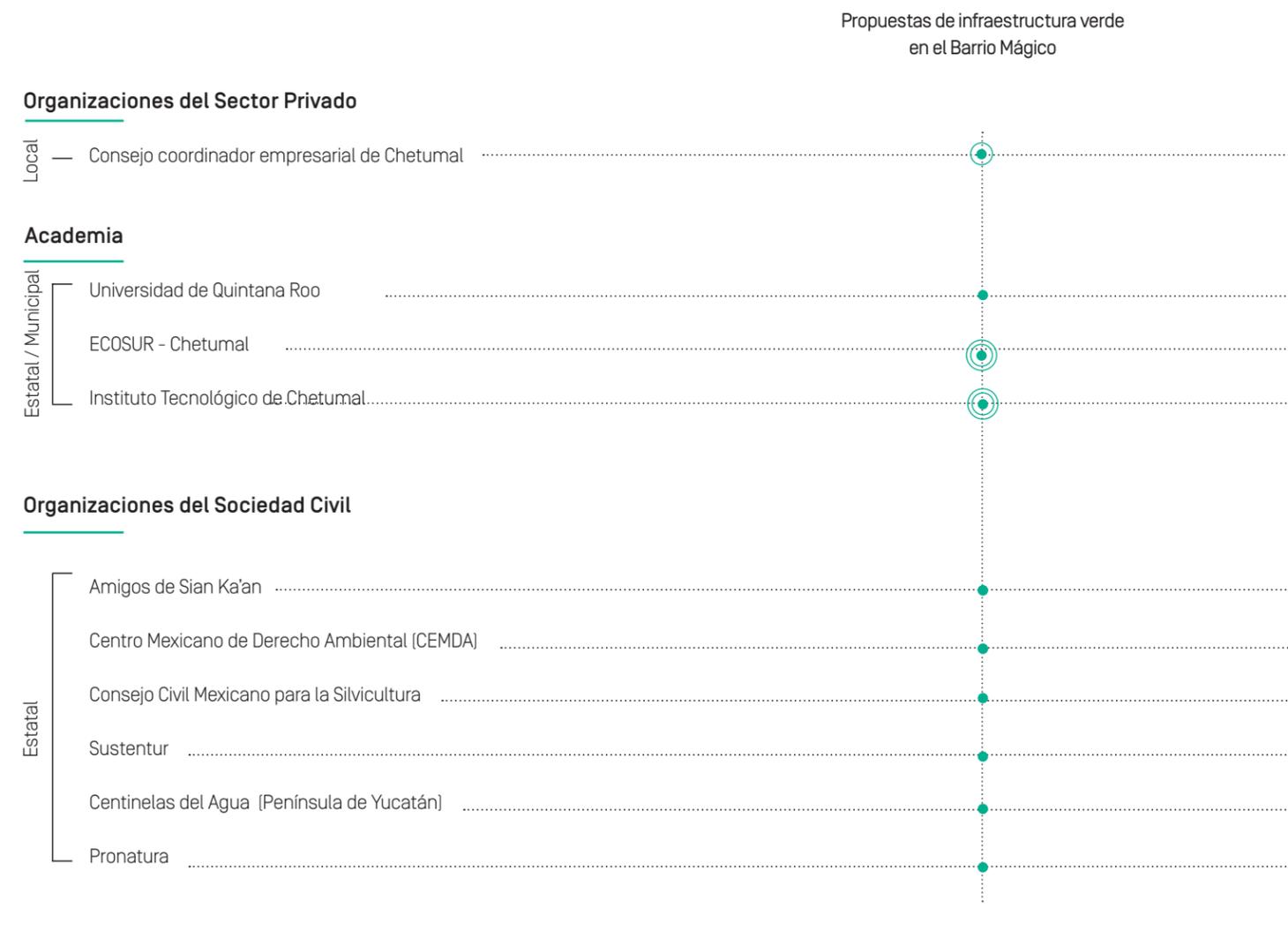
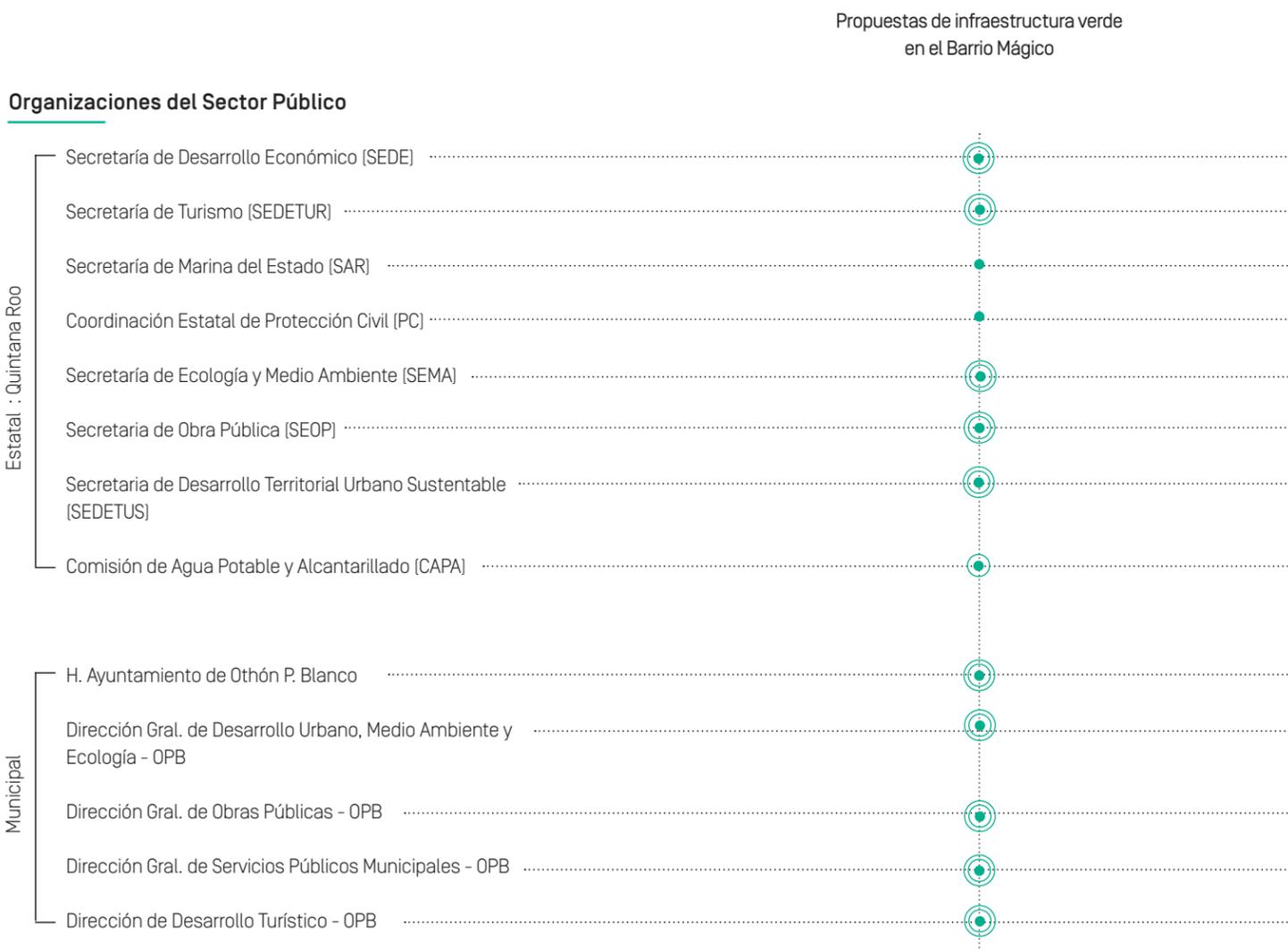
Desde una perspectiva social, la infraestructura verde bien diseñada promueve la accesibilidad, la inclusividad y la estética, fomentando así la interacción social y la cohesión comunitaria. Estos espacios pueden reducir el estrés de quienes los visitan y mejorar su bienestar físico y mental, incluso potenciando sus capacidades cognitivas y productividad.

La economía local también se beneficia gracias a la infraestructura verde, al promover la movilidad no motorizada y atraer a las personas a las calles, donde interactúan con negocios locales. Además, estas mejoras atraen visitantes y pueden aumentar el valor de las propiedades circundantes, incluso estimulando la creación de microempresas y empleo en la zona.



Figura 4.12 Vista aérea desde la bahía de Chetumal hacia la localidad de Calderitas. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2020.

Mapa de actores y aliados para la implementación de los proyectos en Chetumal



Influencia del actor:
 Capacidad percibida que tiene el actor en hacer cambios tangibles en el territorio

INSUMOS PARA EL PLAN DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN EL CARIBE

Contenido

5.1 Visión, objetivos y directrices

5.2 Mecanismo Integral de Diseño e Implementación

5.3 Ruta crítica para la herramienta de implementación de infraestructura verde

5.4 Criterios para escalas de operación

5.5. Criterios para definición de proyecto[s] y su ubicación

5.6. Matriz de evaluación y priorización de proyectos

5.7 Recomendaciones de diseño para promover la biodiversidad, servicios ecosistémicos y justicia ambiental

5.8 Catálogo de soluciones basadas en la naturaleza

VISIÓN, OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS

5.1

Visión

Chetumal: Una región ejemplo en México en la planeación integral y sustentable de la ciudad que incorpora infraestructuras verdes y azules sensibles a la estructura ecológica y social del territorio.

Objetivo General

Definir iniciativas bajo el enfoque de Infraestructura Verde que guíen la planeación del crecimiento urbano, de manera que sirvan de ejemplo y puedan ser replicables en contextos similares del sureste del país, en colaboración multisectorial y con una visión de perspectiva de género.

Objetivos específicos

- Promover la conservación activa y protección de los ecosistemas y sus servicios ambientales.
- Mejorar el ordenamiento y equilibrio entre el crecimiento de la mancha urbana y los ecosistemas para aumentar la resiliencia en el desarrollo urbano de la región.
- Incentivar la integración de TODA la población, buscando fomentar la participación e iniciativa, sobre todo de las poblaciones marginadas.

Directrices

1. Revisar los instrumentos de gestión ambiental existentes para redefinir los posibles alcances en acciones concretas en el territorio. Estas medidas, surgidas de herramientas como los planes de manejo, ofrecen oportunidades que van desde la actualización de información e integración de datos en planes de ordenamiento territorial y ecológico, planes municipales de desarrollo urbano, cartas urbanas y de zonificación, de generar planes locales y/o municipales de infraestructura verde, estrategias de resiliencia urbana, planes integrales de movilidad urbana sustentable, hasta la implementación de estrategias de conservación, regulación y monitoreo, abarcando los diversos sectores presentes en los municipios.
2. Integrar la caracterización gráfica de características y riesgos del territorio, actualizada regularmente, como un componente esencial para desarrollar planes de contingencia y gestión de riesgos, que permita consolidar una visión de resiliencia frente al crecimiento demográfico, el desarrollo urbano y el cambio climático, con la intención de desarrollar capacidades que promuevan transformaciones socio espaciales en el territorio.
3. Implementar medidas de infraestructura verde, alineadas a los instrumentos de gestión ambiental y urbana, que generen redes para integrar a los ecosistemas en las dinámicas de la ciudad con enfoque de resiliencia e impulso económico.

DIAGRAMA MECANISMO INTEGRAL DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

5.2

Diseño e implementación en el corto, mediano y largo plazo a través de metodología integral y colaborativa diseñada por ORU

**La consultoría abarca los pasos resaltados en color rojo.*

ORU desarrolló una metodología colaborativa llamada Mecanismo Integral de Diseño e Implementación (MIDI). Es una hoja de ruta de pasos técnicos, políticos, sociales, administrativos y financieros que contribuyen a implementar exitosamente un proyecto o un conjunto de proyectos. Esta metodología incorpora una variedad de insumos para asegurar que cada etapa se complete utilizando los mejores conocimientos, experiencia y talento disponibles.

El conjunto de etapas sucesivas y conectadas entre sí orienta un proceso de diseño en colaboración entre un grupo de expertos técnicos de alto nivel y los interesados locales, así como entidades públicas y privadas, la sociedad civil, el mundo académico y miembros clave de la comunidad. El proceso ayuda a crear un entendimiento y una confianza comunes para enmarcar una visión a largo plazo.

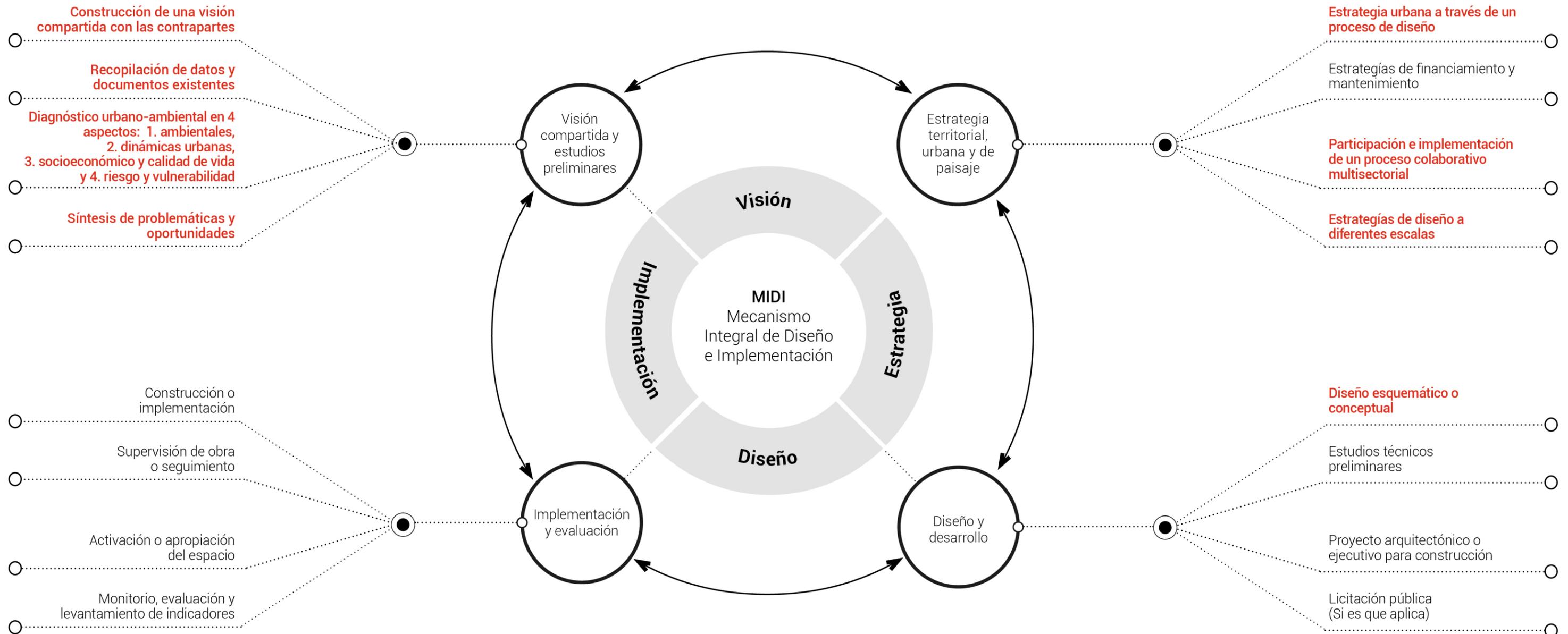


Figura 5.1 Diagrama MIDI. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2021.

RUTA CRÍTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDE

5.3

La ruta crítica para la implementación de medidas de infraestructura verde es una guía para la formulación, análisis, evaluación y priorización de proyectos de infraestructura Verde.

La aplicación de la herramienta que se presenta en este documento se plantea como un apoyo a las instituciones públicas que tienen incidencia en la toma de decisiones para la realización de proyectos.

i. Las escalas de operación engloban todo el proceso de la ruta crítica, considerando que la escala en la que operarán las medidas es lo primero que se debe dimensionar para poder hacer una caracterización del sitio y definición de proyectos adecuadas a su escala y contexto.

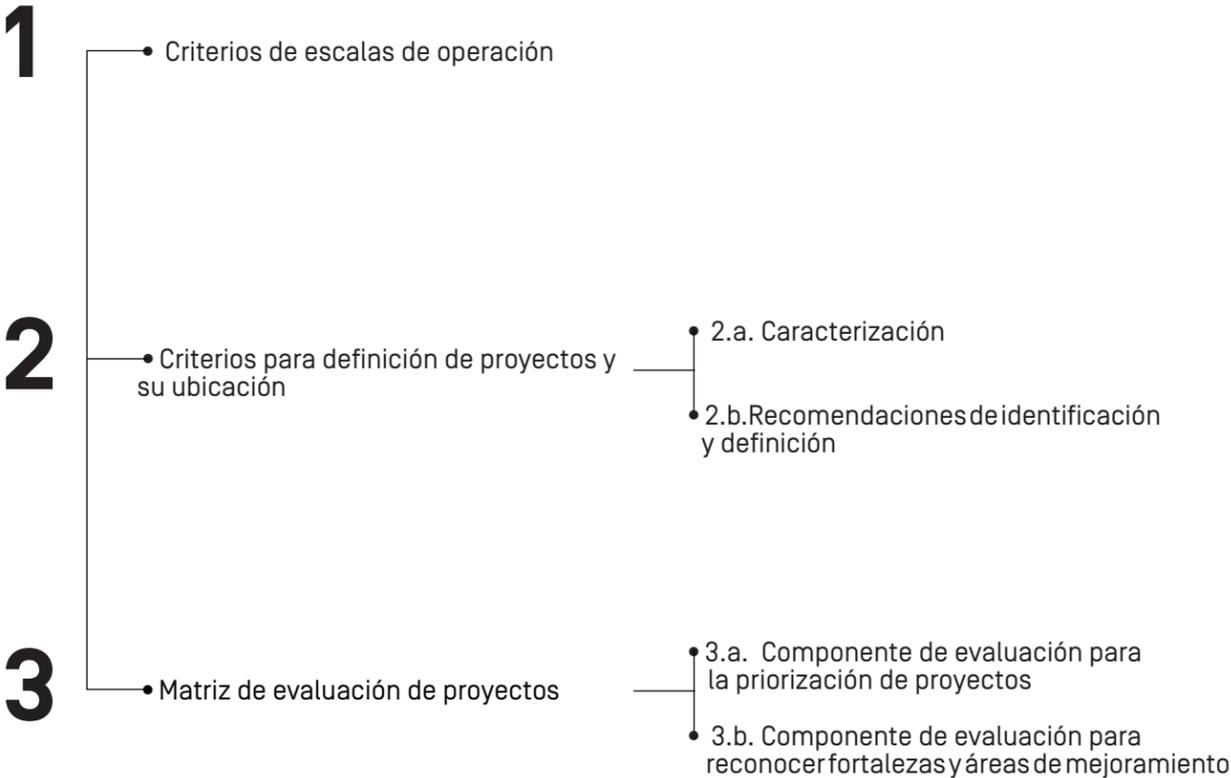
ii. En caso de no contar con un proyecto en un sitio específico, se indica que debe realizarse una caracterización del territorio para la identificación de áreas potenciales para la implementación de medidas de infraestructura verde, la caracterización propuesta, planteada en la metodología MIDI y diseñada por ORU Oficina de Resiliencia Urbana, se divide en cuatro aspectos: a. aspecto ambiental, b. aspecto de infraestructura y dinámicas urbanas, c. aspecto socioeconómico y de calidad de vida, y d. aspecto de riesgo, vulnerabilidad y resiliencia. La metodología se puede sustituir por cualquier otra metodología similar. El paso siguiente a la caracterización es la identificación de problemáticas y oportunidades para generar una cartera de proyectos acorde, en la que se tomarán en cuenta criterios de servicios ecosistémicos, resiliencia y usos de suelo para el análisis y posterior definición de proyectos potenciales.

iii. Habiendo seguido el procedimiento sugerido, el último paso consiste en la matriz de evaluación para la priorización de proyectos, con la que a partir de variables de evaluación enfocadas en criterios ambientales, sociales, de resiliencia y económicos, se busca identificar los proyectos más favorables para priorizar su implementación.

iv. En caso de contar con un proyecto en un sitio específico, se procede a revisar si el proyecto cuenta con una caracterización, actualizada y completa, que cumpla con los aspectos propuestos en la metodología MIDI [también se sugiere la revisión de documentos y normativas relevantes]. Si no se cuenta con dicha caracterización o no está actualizada y/o completa, se sugiere realizarla antes de pasar al siguiente paso de la ruta crítica. Si se cuenta con una caracterización acertada, el siguiente paso es revisar en que etapa de diseño se encuentra el proyecto o medida, si se trata de un proyecto nuevo, en fase inicial o conceptual, se procede a revisar si contempla medidas de infraestructura verde, en caso de contemplarlas, se procede a utilizar la matriz de evaluación para la priorización de proyectos, en caso de no contemplarlas y con la intención de no descartar esfuerzos, se evalúa utilizando el componente para reconocer fortalezas y áreas de mejoramiento de la matriz de evaluación de proyectos. De igual manera, si el proyecto está en etapa de proyecto ejecutivo, en proceso de construcción o construido, se procede a la evaluación con el componente para reconocer fortalezas y áreas de mejoramiento de la matriz de evaluación de proyectos.

v. Se recomienda realizar el ejercicio de la matriz de evaluación de proyectos en un taller o sesión de trabajo con los diferentes actores involucrados en la implementación de los proyectos y especialistas en los diferentes contenidos a evaluar.

La herramienta consta de 3 componentes:



Esquema de ruta crítica para la implementación de infraestructura verde en Chetumal

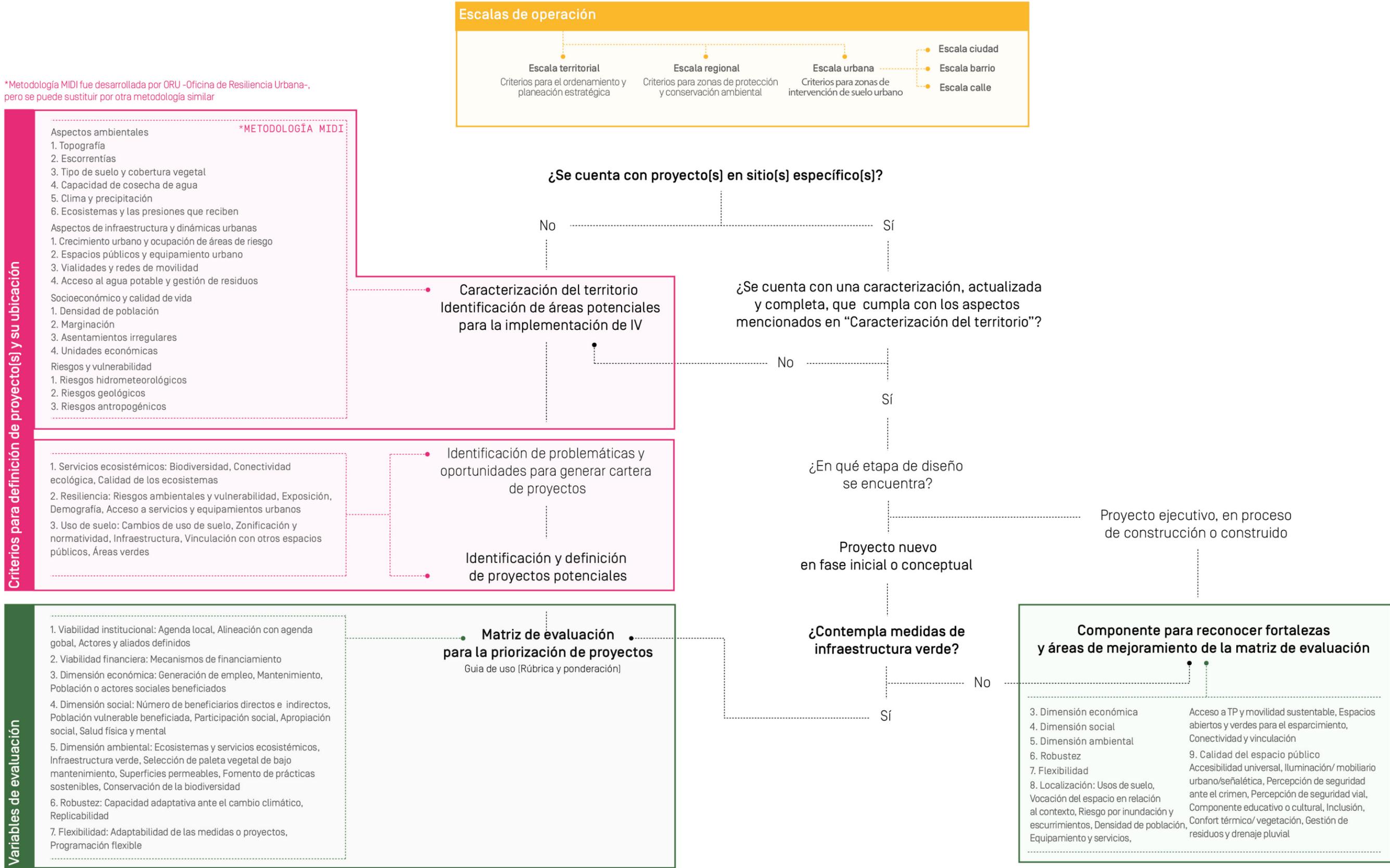


Figura 5.2 Ruta crítica para la implementación de infraestructura verde. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023.

CRITERIOS PARA ESCALAS DE OPERACIÓN

5.4

Objetivo: Contar con una visión clara y a largo plazo, alineada a las normativas, planes y programas, que considere las necesidades y características específicas del entorno, para la identificación de áreas prioritarias para la implementación de la infraestructura verde.

Las escalas de operación propuestas son: Escala territorial, escala regional y escala urbana.

Escala Territorial

En esta escala se busca la inclusión y alineación de programas y proyectos de infraestructura verde en Programas de Ordenamiento Territorial y Ecológico. Es el nivel más amplio de planificación y gestión del territorio.

Escala Regional

En la escala regional se incluye el análisis de un área mayor que una escala urbana (como podría ser una localidad o municipio) pero menor que el tamaño que una escala territorial, en la cual se contempla un análisis geográfico más amplio. En una escala regional, dentro del contexto de infraestructura verde, se permite abordar temas como la conservación del paisaje, la gestión de cuencas hidrográficas, la conservación y gestión de espacios naturales protegidos, así como la gestión de recursos naturales compartidos entre comunidades cuya delimitación se basa en fronteras políticas.

La implementación de infraestructuras verdes se alinea con muchos de los criterios ambientales en la planificación y ordenamiento territorial a nivel regional. Para construir un enfoque responsable de la planificación regional, estos factores deben guiar las decisiones de gestión del territorio, por lo tanto, los siguientes criterios son esenciales para lograr un desarrollo sostenible, ya que dan prioridad a la preservación del ambiente, mientras que potencian la resiliencia urbana y mejoran el nivel de vida de los residentes locales.

Escala Urbana

La escala urbana se aborda en tres subescalas sugeridas: a.Subescala ciudad, b.Subescala barrial y c.Subescala calle

a.Subescala ciudad

La escala urbana se refiere al nivel intermedio de planificación y gestión, centrándose en áreas urbanizadas o ciudades en su conjunto. En esta escala, la infraestructura verde se diseña para abordar los desafíos específicos de la urbanización, como la calidad del aire, el cambio climático, la escasez de espacios verdes y la mitigación de inundaciones. Se consideran los siguientes criterios:

b. Subescala Barrial

La subescala barrial se refiere a un nivel local de planificación y gestión, centrándose en un barrio o una comunidad específica dentro de una ciudad. En esta escala, la infraestructura verde se diseña para satisfacer las necesidades de los residentes a nivel local. La infraestructura verde a nivel barrial busca fomentar la cohesión social, fortalecer la identidad local, mejorar la calidad del entorno construido y proporcionar espacios de encuentro y convivencia para los residentes del área.

c.Subescala Calle

La subescala calle es el nivel más acotado y detallado de planificación y diseño urbano, centrándose en el espacio vial que se destina al tránsito de vehículos, peatones y otros usuarios. En esta escala se busca promover una interacción positiva entre los residentes, comerciantes y usuarios de la calle, fomentando la vitalidad y la calidad de vida en la comunidad.

Las referencias bibliográficas y normativas para las escalas de operación se ubican en el anexo 7.4.

ESCALA TERRITORIAL



CRITERIOS PARA EL ORDENAMIENTO Y PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

- Identificación de corredores ecológicos
- Identificación y análisis de cuencas hidrográficas
- Alineación y adecuación de la regulación del suelo

ESCALA REGIONAL



CRITERIOS PARA ZONAS DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL

- Identificación y definición de las zonas de importancia ecológica
- Creación y gestión de áreas naturales protegidas y otros lugares de importancia ecológica
- Evaluación de la importancia del espacio, debido a su conectividad con otros espacios verdes
- Análisis de la vulnerabilidad y riesgo a la que se enfrenta el ecosistema regional

ESCALA URBANA



CRITERIOS PARA ZONAS DE INTERVENCIÓN DE SUELO URBANO

- Análisis del contexto urbano para la prevención de riesgos por inundaciones
- Identificación de la concentración de actividades de impacto ambiental
- Oportunidades para establecer conexiones y continuidad de redes de infraestructura verde
- Análisis del suministro de agua
- Alinear las propuestas de infraestructura verde con los criterios de planeación
- Análisis de microclimas
- Identificación de oportunidades para movilidad sostenible
- Criterios de diseño y configuración del espacio público
- Análisis de las condiciones del drenaje pluvial a escala calle
- Aplicación de análisis fitosanitario
- Aplicación de estudio de permeabilidad del suelo

CRITERIOS PARA DEFINICIÓN DE PROYECTO(S) Y SU UBICACIÓN

5.5

Objetivo: A través del análisis de mapeo cartográfico, identificar problemáticas y oportunidades para definir los sitios específicos de implementación de medidas de infraestructura verde bajo cuatro criterios: 1. ecología y medio ambiente, 2. infraestructura y dinámicas urbanas, 3. socioeconómico y calidad de vida y, 4. riesgo, resiliencia y vulnerabilidad. La caracterización se deberá ajustar a la escala correspondiente una vez definida el área de intervención.

Aspectos ambientales

Recolección, procesamiento y análisis de información para identificar características y problemas ambientales, sus causas e impactos, permitiendo evaluar la magnitud de las alteraciones y afectaciones ambientales.

Aspectos de infraestructura y dinámicas urbanas

Recolección, procesamiento y análisis de información para identificar las características urbanas y las dinámicas que la transforman. Se encuentra conformada por elementos urbanos reconocidos como el sistema vial, espacios verdes, tramas, trazados y equipamientos que presentan características particulares en la conformación de cada ciudad.

Socioeconómico y de calidad de vida

Recolección, procesamiento y análisis de información acerca de factores sociodemográficos y socioeconómicos que desempeñan un papel importante en la percepción de calidad de vida.

Riesgos, vulnerabilidad y resiliencia

Recolección, procesamiento y análisis de información para conocer el grado de resistencia y adaptabilidad de un sistema, subsistema o componente de un sistema ante problemas medioambientales: el calentamiento global y la pérdida de biodiversidad.

Referencias en el anexo 7.5.

CARACTERIZACIÓN

ASPECTOS AMBIENTALES

Topografía

Escorrentías

Tipo de suelo y cobertura vegetal

Capacidad de cosecha de agua

Clima y precipitación

Ecosistemas y las presiones que reciben

ASPECTOS DE INFRAESTRUCTURA Y DINÁMICAS URBANAS

Forma urbana y crecimiento de la ciudad

Ocupación de áreas de riesgo

Áreas verdes

Espacios públicos y equipamiento urbano

Vialidades y redes de movilidad

Acceso al agua potable y gestión de residuos

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y DE CALIDAD DE VIDA

Densidad de población

Marginación

Asentamientos irregulares

Unidades económicas

ASPECTOS DE RIESGOS, VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA

Riesgos hidrometeorológicos

Riesgos geológicos

Riesgos antropogénicos

Criterios para definición de proyecto(s) y su ubicación

Objetivo: Posterior a la caracterización, identificar zonas en donde es más provechosa la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, según las diferentes oportunidades y tipologías identificadas, puede recomendarse la aplicación de medidas de infraestructura verde adecuadas al contexto identificado.

Los criterios para el análisis del territorio, para la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, se clasifican en tres temas principales: Servicios ecosistémicos, resiliencia y uso de suelo.

Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos se definen, en términos generales, como los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas [Daily 1997; MA 2003]. Este concepto permite hacer un vínculo entre el adecuado funcionamiento de los ecosistemas y el mantenimiento de su biodiversidad con el bienestar de la sociedad humana que manipula los ecosistemas.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA) clasifica los servicios ambientales en cuatro principales categorías: soporte, regulación, provisión y culturales.

Servicios de soporte: Proporcionan la base para el desarrollo de la vida, manteniendo así la diversidad genética y sin estos el resto de servicios no existiría.

Servicios de regulación: Es la forma en la que un ecosistema busca la estabilidad, hace referencia a todos aquellos componentes del medio ambiente que contribuyen a mantener la calidad del aire, purifican el agua, controlan la erosión y la pérdida del suelo y controlan enfermedades.

Servicios de provisión: Son todos aquellos beneficios tangibles que proporcionan los ecosistemas: Provisión de alimentos, materias primas, recursos minerales, recursos forestales, provisión de energía, entre otros.

Servicios culturales: Estos son producto de la construcción social del espacio, están relacionados con el esparcimiento, la recreación y el sentido de pertenencia.

Resiliencia

De acuerdo con ONU-Hábitat, la resiliencia describe la habilidad de cualquier sistema de mantener continuidad después de impactos o de catástrofes mientras contribuye positivamente a la adaptación y la transformación.

Uso de suelo

El uso de suelo determina las actividades permitidas al interior de un predio. Los Programas de Desarrollo Urbano y los Planes Parciales de Desarrollo Urbano establecen los usos de suelo autorizados en cada demarcación territorial.

Las referencias para los criterios de definición de proyectos y su ubicación se encuentran en el anexo 7.5.

CRITERIOS DE ANÁLISIS DEL TERRITORIO

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Biodiversidad

Conectividad ecológica

Calidad de los ecosistemas

Impacto antropogénico
Integridad ecológica
Formación del suelo y prevención de la erosión
Calidad del aire

RESILIENCIA

Riesgos ambientales y vulnerabilidad

Exposición

Demografía

Acceso a servicios y equipamientos urbanos

USO DE SUELO

Cambios en usos de suelo

Zonificación y normatividad

Infraestructura

Vinculación con otros espacios públicos

Áreas verdes

MATRIZ DE EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

5.6

Objetivo: Aplicar la herramienta de evaluación en proyectos existentes, para reconocer sus fortalezas y áreas de mejora, y en proyectos en fase de idea, identificando los más favorables para priorizar su implementación en la toma de decisiones.

Análisis multicriterio

El análisis multicriterio (AMC) es un método usado para evaluar y comparar diferentes medidas o proyectos, teniendo en cuenta un conjunto de criterios cualitativos y cuantitativos diversos que se integran en un proceso de evaluación para la toma de decisiones (Rastall, 2018). El AMC proporciona a los tomadores de decisión una metodología integrada para la selección de medidas replicables teniendo en cuenta diversos aspectos que engloban los intereses y percepciones de todos los actores involucrados mediante un proceso participativo.

Selección de criterios

La selección de criterios y subcriterios para el AMC implica escoger los elementos para juzgar los méritos de cada una de las medidas propuestas. Como este análisis apoya la priorización de medidas de infraestructura verde, se debe incluir una gama de criterios adecuada para la toma de decisiones que reflejen las prioridades de los actores principales y a la vez incluyan elementos diversos para evitar que las medidas no tengan impactos inesperados o no contabilizados (Brito and Evers, 2016).

Se definen los siguientes 9 criterios para la matriz de evaluación de proyectos:

Viabilidad institucional

Viabilidad financiera

Dimensión económica

Dimensión social

Dimensión ambiental

Robustez

Flexibilidad

Localización

Calidad del espacio público

La descripción de subcriterios, rúbrica y ponderación se puede encontrar en la guía de uso de la herramienta dentro del anexo 7.6.

Una vez seleccionados los proyectos priorizados, se sugiere el llenado de las fichas de proyectos para solicitar financiamiento ubicadas en el anexo 7.8.

NUEVAS INICIATIVAS

VIABILIDAD INSTITUCIONAL

Agenda local
Alineación con agenda gobal
Actores y aliados definidos

VIABILIDAD FINANCIERA

Mecanismos de financiamiento

DIMENSIÓN ECONÓMICA

Generación de empleo
Mantenimiento
Población o actores sociales beneficiados por el proyecto o intervención

DIMENSIÓN SOCIAL

Número de beneficiarios directos
Número de beneficiarios indirectos
Población vulnerable beneficiada
Participación social
Apropiación social
Salud física y mental

DIMENSIÓN AMBIENTAL

Ecosistemas y servicios ecosistémicos
Infraestructura verde
Porcentaje de terreno natural del proyecto
Selección de paleta vegetal de bajo mantenimiento y riego
Superficies permeables
Fomento de prácticas sostenibles
Conservación de la biodiversidad

ROBUSTEZ

Capacidad adaptativa ante el cambio climático
Replicabilidad

FLEXIBILIDAD

Adaptabilidad de las medidas o proyectos
Programación flexible

LOCALIZACIÓN

Uso de suelo
Vocación del espacio en relación al contexto
Riesgo por inundación y escurrimientos
Densidad de población
Acceso a TP y movilidad sustentable
Espacios abiertos y verdes para el esparcimiento
Conectividad y vinculación con otros espacios públicos

CALIDAD DEL ESPACIO PÚBLICO

Accesibilidad universal
Iluminación / mobiliario urbano / señalética
Percepción de seguridad ante el crimen
Percepción de seguridad vial
Componente educativo o cultural
Inclusión
Confort térmico
Gestión de residuos
Drenaje pluvial

PROYECTOS EXISTENTES

RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA PROMOVER LA BIODIVERSIDAD, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y JUSTICIA AMBIENTAL

5.7

El proceso de urbanización afecta negativamente a los ecosistemas naturales y la biodiversidad, por un lado, debido a la transformación de las zonas rurales en áreas urbanizadas y, por otro lado, debido al aumento del consumo de recursos. Esta modificación de los ecosistemas genera una disminución en la biodiversidad, contaminación, introducción de especies invasoras y la fragmentación de hábitats. En este sentido, la infraestructura verde juega un papel importante en la prestación de servicios ecosistémicos en las zonas urbanas (Palliwoda et al 2020). Del mismo modo, no todas las formas de infraestructura verde están diseñadas para propiciar y mantener altos niveles de biodiversidad.

Si bien es cierto que los distintos organismos muestran respuestas diversas a los efectos de la urbanización (Matthies et al., 2015, Murray et al. 2019) y que la respuesta de los individuos depende de sus dimensiones físicas, los recursos que necesitan y su capacidad de dispersión (Verboven et al., 2014; Yao et al. 2022), existen características comunes de la infraestructura verde urbana que parecen traer beneficios a la biodiversidad urbana, así como aumentar la capacidad de estos sitios de prestación de servicios ecosistémicos.

PRINCIPIOS DE DISEÑO PARA LA BIODIVERSIDAD

HETEROGENEIDAD

Los paisajes urbanos presentan un alto grado de heterogeneidad, lo cual representa una ventaja a la hora de albergar una alta diversidad de organismos (Lepczyk et al 2017; Callaghan et al 2019; Mohamad et al., 2013). Por lo mismo, diseñar la infraestructura verde pensando en la creación de una gama diversa de hábitats para proporcionar una disponibilidad constante de alimentos, refugio y oportunidades de forrajeo para diversas especies a lo largo de todo el año es esencial.

Se propone que se establezcan comunidades vegetales complejas, incorporando una variedad de plantas, con suficiente diversidad de formas y alturas, incluyendo tanto especies de hoja perenne como de hoja caduca, para proporcionar una gama de recursos que propicie una mayor abundancia y riqueza de especies (Chong et al., 2014, Filazzola et al 2019). Este enfoque garantiza la heterogeneidad estructural y facilita la provisión de hábitats.

TAMAÑO DEL PARCHES VEGETAL

No todos los tamaños de parches de vegetación benefician a todas las especies; las dimensiones de los parches dependen de la especie específica que se busque atraer. Se ha propuesto que los espacios verdes con un tamaño mínimo de 6 hectáreas logran promover la diversidad de plantas vasculares (Andersson y Colding, 2014; Amaya-Espinel et al. 2019). Sin embargo, los espacios más pequeños también ofrecen ventajas, especialmente a aquellas especies que poseen una gran capacidad de dispersión. Algunos autores han concluido que parches desde 0.01 km² (10,000 m²) tienen el potencial de mejorar la biodiversidad de aves tanto residentes como migratorias (Loss et al. 2009). Esto se ve incrementado si los espacios pequeños son altos en frecuencia y tienen un cierto nivel de complejidad vegetal, así como en su forma para maximizar las fronteras entre los parches. Algunos estudios han propuesto que aumentar solo una pequeña cantidad de espacio verde adicional a los pequeños parques de barrio aumentará considerablemente la riqueza de especies de aves (Strohbach et al. 2013; Mexia, 2018).

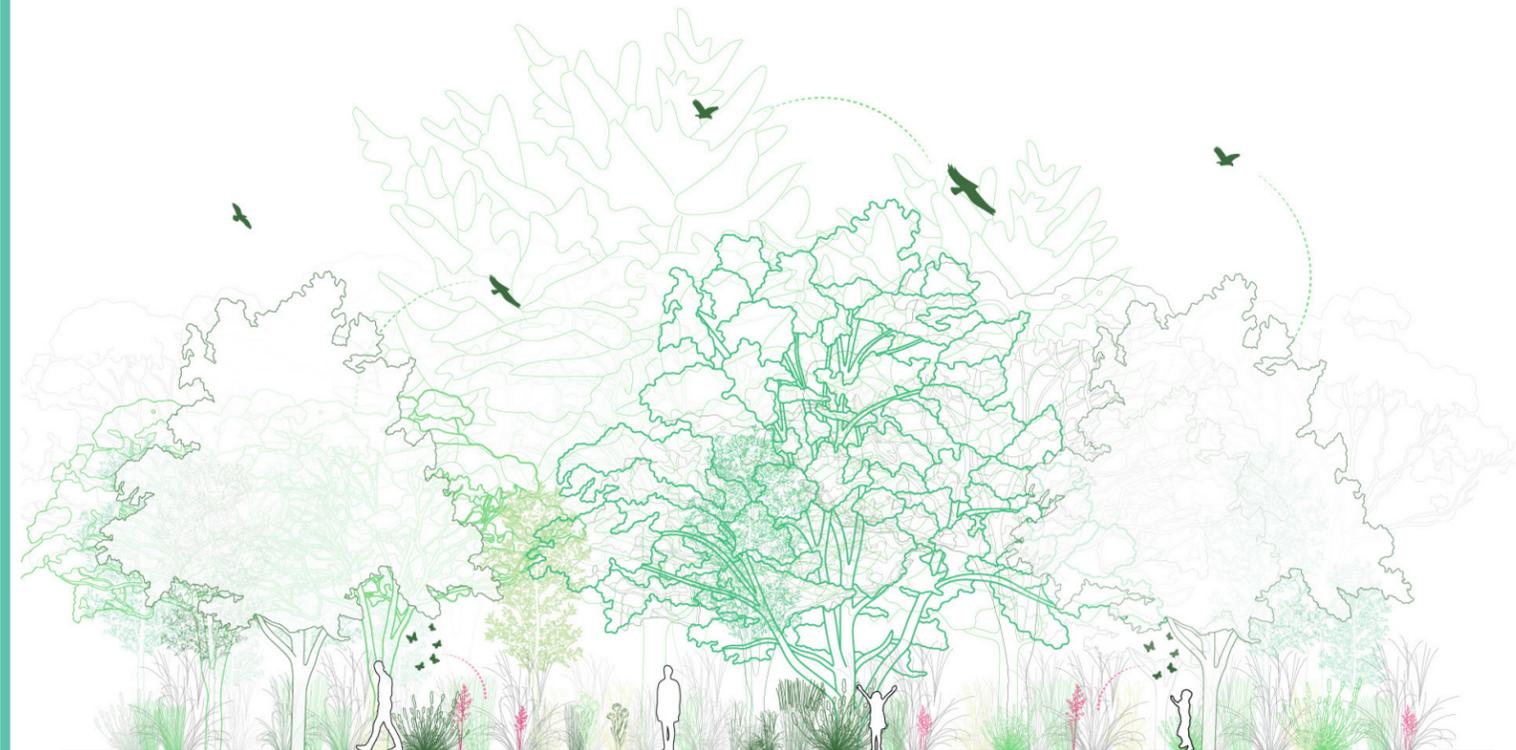


Figura 5.3 Heterogeneidad. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023.

CONECTIVIDAD

La conectividad entre parches y a su vez, con espacios naturales menos modificados permiten reducir los efectos de la fragmentación del hábitat (Nasehi, 2021). Dentro de la matriz urbana es posible crear corredores verdes que están formados por parches de distintos tamaños y donde aún los más pequeños forman parte de una red de vegetación que permite el tránsito de las especies. Incluso pequeños parches dentro de una ciudad tienen el potencial de conectar poblaciones de animales muy móviles y pequeños (por ejemplo, mariposas) con hábitats fuente en la zona periurbana (Chong, 2014; Ramirez-Restrepo y McGregor-Fors, 2017).

Un metaanálisis descubrió que en los lugares con corredores ecológicos la migración de especies aumenta aproximadamente un 50%, lo que subraya la importancia de los corredores para la adaptación de las especies al cambio climático (Fletcher et al 2018).

Como la lógica lo dicta, existe una mayor riqueza de especies en los espacios verdes más cercanos a la periferia de la ciudad, ya que es en estas zonas donde se diluye la urbanización y se mezcla con espacios naturales menos modificados (Matthies et al., 2015). Esto implica que, entre más cerca esté la infraestructura verde de espacios naturales con menor impacto antropogénico, mayor será la importancia de cuidar las especies que se utilizan.

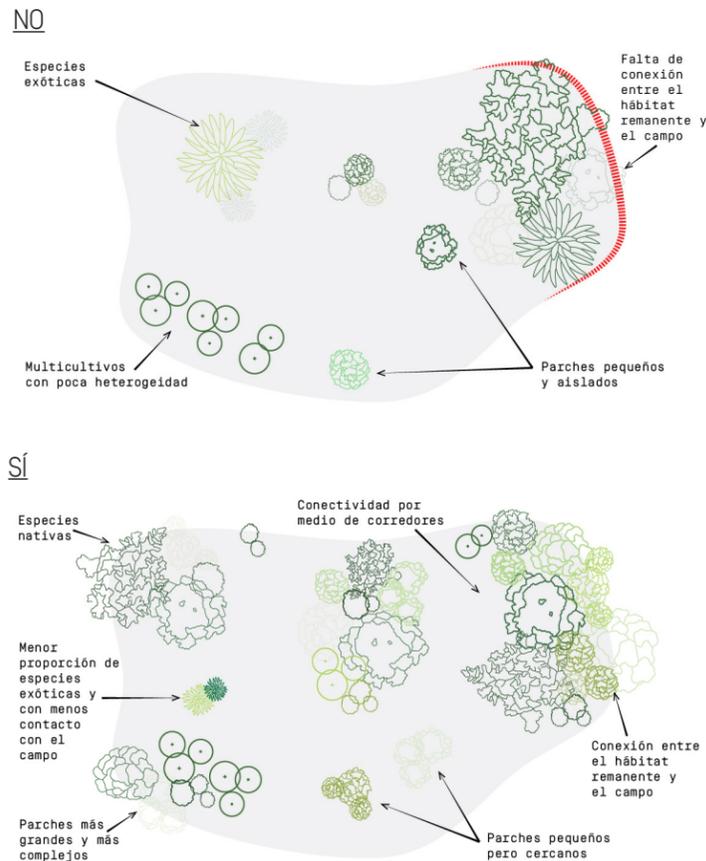


Figura 5.4 Conectividad.
Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023.

SELECCIÓN DE ESPECIES NATIVAS

Factores como el uso generalizado de especies exóticas en los espacios verdes urbanos pueden representar diversos riesgos para las interacciones entre plantas y animales (como la polinización y la dispersión), al poner en peligro el éxito reproductivo de las especies vegetales autóctonas, aumentar el riesgo de invasiones biológicas y, en consecuencia, perjudicar la conservación de la biodiversidad.

Al respecto, la evidencia científica es mixta. Por un lado, las especies de plantas exóticas son habituales en los entornos metropolitanos y en muchas ocasiones llevan cientos de años en ambientes urbanos. Además, se ha comprobado que las plantas exóticas aportan recursos florales adicionales en épocas de escasez en zonas urbanas densas, y aún se desconocen las ramificaciones en la dinámica estacional de estas redes (Zaninotto et al 2023), con lo cual son componentes significativos de las interacciones planta-polinizador en un contexto urbano congestionado.

Por otro lado, se ha demostrado que la presencia de especies no autóctonas tiene un impacto negativo en la diversidad de especies en varios taxones (Matthies et al., 2015). Los mecanismos para ello varían, pero pueden incluir cambios en los recursos para las especies autóctonas, la competencia directa con las especies autóctonas y la introducción de parásitos y enfermedades. Por ejemplo, es posible que la avifauna especializada no pueda sobrevivir si las plantas no autóctonas importadas con fines ornamentales no proporcionan los recursos necesarios (Mohamad et al., 2013). El efecto puede ser dramático; Dures y Colding (2010) descubrieron que la presencia de *Acacia* en los arenosos Fynbos de Cape Flats (Sudáfrica) superaba a todas las demás características del parque a la hora de explicar la reducción del número de especies de aves. Loss et al. (2009) descubrieron que los barrios más nuevos de Chicago que habían conservado más zonas naturales tenían una mayor diversidad de especies de aves que los barrios más antiguos que habían perdido zonas naturales. Del mismo modo, un estudio realizado en Pensilvania descubrió una mayor diversidad de aves y mamíferos en zonas con vegetación autóctona en comparación con las que no la tenían.

Algunas consideraciones sobre la selección de plantas para el embellecimiento urbano con el fin de fomentar la biodiversidad local son las siguientes:

- 1) Es importante proveer la selección de plantas nativas de la región, que además suelen ser una elección climáticamente inteligente, ya que, al estar adaptadas al ambiente local, suelen necesitar menos mantenimiento
- 2) A pesar de lo anterior, se ha comprobado que los recursos que proporciona una planta son más importantes que su origen. Esto quiere decir que, si bien hay que priorizar plantas nativas, es importante considerar también su capacidad de dar polen, sombra o recursos necesarios para que estos espacios sean verdaderos refugios para la fauna nativa
- 3) A pesar de priorizar la presencia de flora nativa, es importante la flexibilidad de procedencia de las plantas, ya que esto permite dar respuestas estratégicas a los cambios climáticos o a objetivos de diseño urbano contrapuestos.

CADA ESPECIE EN CADA SITIO

Además de distinguir entre especies autóctonas e invasoras, hay que reflexionar mucho sobre la selección de especies para cada emplazamiento único. La paleta de plantas propuesta incluye no sólo una diversidad de especies que enriquecen la infraestructura verde, sino también características distintivas de adaptación, crecimiento y utilidad. A la hora de determinar qué especies colocar en cada espacio, es necesario tener en cuenta características ambientales como la disponibilidad de luz, el tipo de suelo, la exposición al viento y la humedad, entre otras. Identificar qué especies son las más adecuadas para cada lugar asegura no sólo su supervivencia, sino también su prosperidad y capacidad para contribuir con éxito a la biodiversidad local y al funcionamiento general del entorno urbano.

Los árboles plantados en camellones o calles urbanas deben tener características especiales para prosperar en este entorno y cumplir su función de embellecer y mejorar el entorno urbano. Es vital seleccionar cuidadosamente los árboles con estas características para garantizar que puedan prosperar en un entorno urbano difícil y, al mismo tiempo, ofrecer ventajas estéticas y medioambientales a la población local. Por ejemplo, deben ser especies capaces de sobrevivir y filtrar la contaminación atmosférica provocada por el tráfico y la industria en las zonas metropolitanas. Del mismo modo, debe ser capaz de vivir y prosperar en suelos compactados con una superficie radicular limitada, sequía o riego esporádico y competencia de recursos con otras plantas urbanas.

En cada situación, debe elegirse el tamaño adecuado para el espacio disponible, teniendo siempre presente el tamaño final de la especie para evitar interferencias de líneas eléctricas o estructuras circundantes. Los árboles y arbustos, por su parte, deben tener un sistema radicular no invasivo que no dañe aceras, pavimentos u otras infraestructuras urbanas. Además, deben ser especies de bajo mantenimiento para ahorrar dinero en podas, riegos y abonos.

Es fundamental recordar que hay que plantar los árboles y la vegetación a una distancia adecuada entre sí para evitar una competencia excesiva por la luz y los recursos, dejando 8 y 12 metros entre árboles de tamaño grande (mayores a 15 metros); entre 6 y 8 metros entre árboles de tamaño medio (entre 6 y 8 metros) y de 4 a 6 metros entre árboles de tamaño pequeño (menores a 6 metros) (Beytia et al; 2012).

Por último, para evitar que la vegetación tenga un impacto negativo en la comunidad, es importante tener en cuenta un plan de mantenimiento, así como evitar la colocación de plantas y árboles alergénicos, cuyo polen no sea una fuente conocida de alergias para la población local, como por ejemplo una gran cantidad de gramíneas.

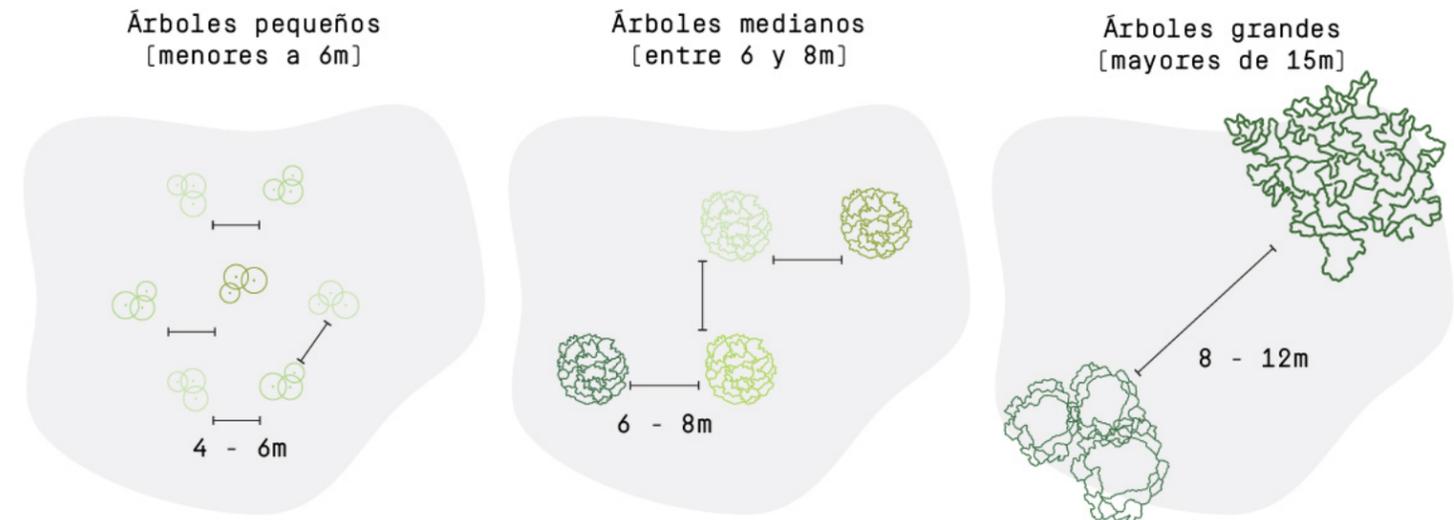


Figura 5.5 Cada especie en cada sitio. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023.

MANTENIMIENTO Y AUMENTO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

A una escala fina, se presta poca atención a la composición de las comunidades vegetales, a pesar de que esto es lo que define en última instancia el alcance del servicio prestado. Muchos paisajes urbanos se eligen únicamente por razones estéticas, sin tener en cuenta cómo la selección de las plantas proporciona servicios ecosistémicos. Sin embargo, la investigación científica ha demostrado que la composición de especies adecuada es capaz de proporcionar una variedad de servicios ecosistémicos, como la mitigación de las inundaciones y la reducción de la isla de calor, pero que no todas las especies tienen el mismo éxito [Cameron y Blanusa, 2016]. Por ejemplo, la infraestructura verde en contextos urbanos es fundamental para el suministro y control del agua. En este sentido, si la función principal de la infraestructura verde es la regulación de la cantidad de agua por su potencial para permitir la recarga de las aguas subterráneas y limitar las cantidades de escorrentía superficial, entonces se debe diseñar considerando dejar una gran cantidad de área permeable con vegetación que pueda contribuir a que el agua sea regresada a la atmósfera a través de la transpiración a través de la respiración de las plantas.

Por ejemplo, un diseño adecuado de infraestructura verde puede ayudar a prevenir los deslaves y erosión del suelo mediante la incorporación de vegetación con sistemas de raíces robustas y profundas que permita un buen anclaje de la vegetación y mantenga al suelo en su lugar. De igual forma, la vegetación debe proporcionar una cobertura densa del suelo para reducir la velocidad del agua de lluvia, permitiendo que el líquido se infiltre en el suelo en lugar de correr por la superficie. Sería importante también considerar la colocación de una variedad de especies vegetales con diferentes tipos de raíces, ciclos de vida y alturas para ayudar a capturar la humedad y a crear una barrera efectiva contra la erosión.

Otro ejemplo de la importancia de la selección de especies adecuadas es la función de estos espacios como barrera natural, estabilizando la tierra y protegiendo las ciudades de los efectos perjudiciales del viento y el agua. La vegetación seleccionada debe ser resistente a las condiciones locales, como la precipitación, el tipo de suelo y sobre todo, la exposición al viento, por lo que las especies nativas suelen ser una elección adecuada debido a que están adaptadas a las condiciones locales.

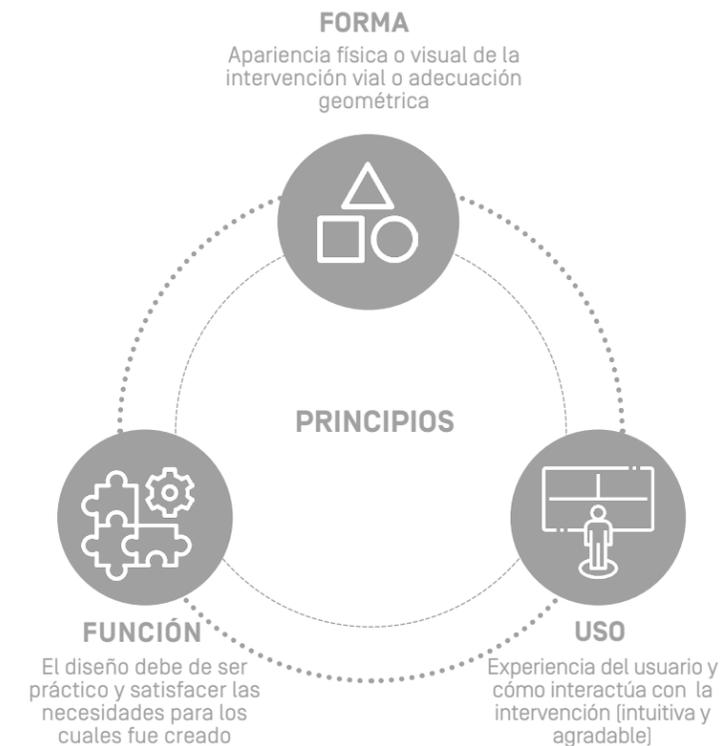
DISEÑO INCLUSIVO

La accesibilidad y el tamaño de la infraestructura verde son factores importantes que determinan su utilización y los beneficios que puede aportar a los habitantes de las ciudades. De acuerdo a diversos estudios, un mayor acceso a la infraestructura verde está relacionado con considerables mejoras en la salud mental [cita]. Se considera que un espacio es accesible para las personas cuando un lugar se encuentra a una distancia aceptable a pie o en bicicleta de los domicilios o lugares de trabajo de las personas, y se ofrecen rutas seguras y accesibles para llegar a él, se considera que es accesible. En ese sentido, se ha propuesto que la infraestructura verde debe estar a menos de 300 metros caminando de las casas de las personas [Gascon et al 2015]. Además, la accesibilidad indica que el espacio verde se crea para ser inclusivo, de modo que personas de todas las edades, capacidades y procedencias puedan disfrutar de sus ventajas sin limitaciones. Para esto, este tipo de infraestructura debe tener buena iluminación, senderos caminables y otras características que realmente permitan que los visitantes puedan tener bienestar [Ayala-Azcarraga et al 2019].

La cantidad y distribución de la infraestructura verde en la ciudad es una característica importante de su accesibilidad. La gente tiene diversas oportunidades de disfrutar de la naturaleza y de las actividades al aire libre gracias a la presencia de espacios verdes de distintos tamaños, desde pequeños parques locales hasta enormes regiones naturales. Esto no sólo mejora la calidad de vida de los habitantes urbanos, sino que también fomenta el sentido de comunidad y la conexión con el medio ambiente. Además, una infraestructura verde bien distribuida puede ayudar a minimizar la congestión del tráfico y la contaminación atmosférica, factores ambos que favorecen la salud pública. Los espacios más amplios fomentan la cohesión social al permitir la realización de múltiples actividades al mismo tiempo [Jennings y Bamkole, 2019]. Debido a su historia y modelo de desarrollo, las ciudades suelen tener un predominio de espacios verdes más pequeños, sin embargo, esta condición puede impedir la interacción entre grupos diversos, lo que repercute en la formación de comunidades cohesionadas.

MOVILIDAD

Para realizar adecuaciones y modificaciones se recomienda considerar las tres principales características del diseño urbano aplicables al ámbito de la movilidad para el desarrollo de intervenciones viales, ilustradas en la figura 5.6.



Principales recomendaciones:

Es recomendable diseñar las intervenciones viales a partir de la velocidad que permiten las vías; considerando que las calles para habitar funcionan de forma segura con un límite de 30 km/hr. Entre menor sea la velocidad permitida, mayores serán los parámetros de seguridad. Al diseñar es necesario considerar en todo momento la pirámide de movilidad, dando prioridad al peatón sobre cualquier otro modo de transporte. Considerando lo anterior, las tipologías de intervención base están en función de la reducción de velocidad y se puede clasificar en dos tipo:

- Normativa:** Sensores de velocidad (1) semáforos (2) o letreros y señalética (3) para indicar la velocidad máxima que debe evitarse o en algunos casos anunciar la presencia de zonas escolares y sitios donde es necesario reducir la velocidad.
- Física:** reductores por fricción como pavimentos con diferentes texturas (4), cambios en la geometría con orejas y rampas (6), reducción de carriles, elementos constructivos como revos y vados (5).

Tipología de intervención

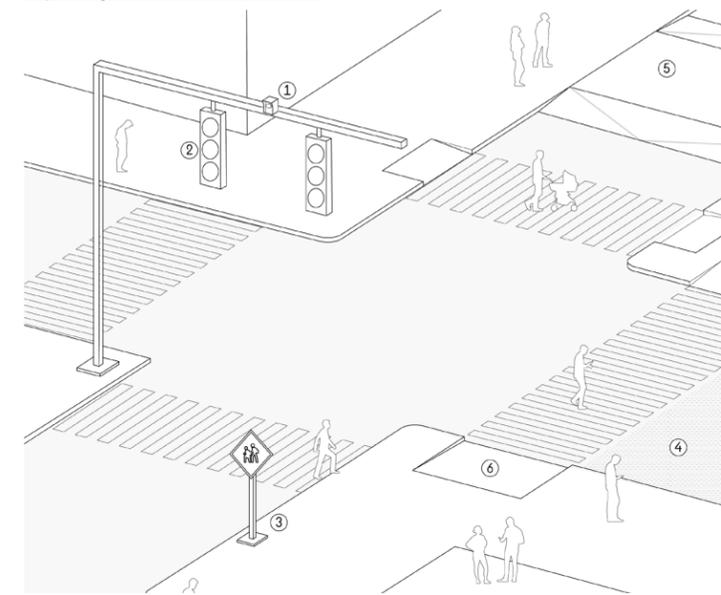


Figura 5.6 Tipología de intervención de movilidad. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023.

Señalética:

Restictiva: Informar a los conductores sobre las restricciones y normas específicas que deben seguir en una área determinada, para garantizar la seguridad vial y la fluidez del tránsito.



Prioridad de uso ciclista



Prohibida vuelta en U



Prohibido estacionarse

Preventiva: El objetivo principal es prevenir accidentes y promover la seguridad vial al proporcionar información anticipada sobre posibles riesgos en el camino.



Reductor de velocidad



Paso peatonal



Reducción simétrica

Turística y de servicios: Tienen la finalidad de informar sobre la ubicación de servicios, modalidades y facilidades disponibles.



Estacionamiento



Transporte público



Tránsito compartido

La región del Caribe, por su biodiversidad y belleza escénica, requiere una infraestructura verde diseñada específicamente para abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades únicas de la zona. En este sentido, la elección de las especies vegetales es esencial para el éxito de la infraestructura verde que se planea realizar, por lo cual, la paleta vegetal seleccionada se basa en la adaptación a las condiciones ambientales del trópico, así como en su capacidad de brindar servicios ecosistémicos valiosos.

La paleta vegetal propuesta incluye una amplia variedad de especies nativas y adaptadas a la región, como la *Ceiba pentandra* (Ceiba), el *Pouteria campechiana* (Mamey), el *Swietenia macrophylla* (Caoba), y el *Guazuma ulmifolia* (Cedro negro), las cuales están bien adaptadas al clima tropical, promueven la biodiversidad local y algunas brindan beneficios ambientales importantes. Por ejemplo, la Caoba (*Swietenia macrophylla*) es conocida por su capacidad de secuestrar carbono, lo que ayuda a mitigar el cambio climático. Por su parte, la Ceiba (*Ceiba pentandra*) proporciona hábitat y alimento para una variedad de aves y murciélagos, contribuyendo a la biodiversidad local. En el mismo sentido, tanto el Árbol Mamey (*Pouteria campechiana*) como el Cedro Negro (*Guazuma ulmifolia*) ofrecen sombra y ayudan a reducir la temperatura en áreas urbanas, mejorando el confort de los habitantes.

Dada la escasez de agua en la región, se recomienda la implementación de sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo, la captura y reciclaje de agua pluvial para el riego de áreas verdes. Esto garantiza un uso sostenible de los recursos hídricos y la supervivencia de la vegetación.

En el caso de que se considere la necesidad de establecer una estrategia de restauración de algún ecosistema terrestre, algunas especies propuestas en la paleta vegetal como *Lysiloma latisiliquum* (Palo de rosa) y *Cordia dodecandra* (Manzanillo) pueden ayudar a estabilizar el suelo y promover la recuperación de ecosistemas degradados.

Otra recomendación que vale la pena que se considere es la de integrar humedales artificiales a proyectos de infraestructura verde, ya que estos ecosistemas proporcionan hábitats cruciales para aves acuáticas, anfibios y otros organismos, al tiempo que mejoran la calidad del agua y pueden ayudar a regular inundaciones en la zona.

A continuación se presenta la paleta vegetal completa para la región del Caribe.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <u><i>Amate Sakahua Ficus tecolutensis, F. cotinifolia, F. máxima, F. obtusifolia</i></u>	Álamo	Tiene un valor y uso medicinal con sus hojas y corteza.	Árbol que estrangula a otras plantas.
 <u><i>Pouteria campechiana</i></u> Nativa	Kanistel / Zapote amarillo	Da frutos.	Se ha demostrado que las propiedades nutricionales del fruto disminuyen conforme madura el árbol.
 <u><i>Swietenia macrophylla</i></u> Exótica cultivada	Caoba	Estabiliza bancos de arena, mejora la fertilidad del suelo por su producción de hojarasca. Barrera rompevientos.	Responde positivamente a la entrada de mayor cantidad de luz. Tolera suelos con mal drenaje, pero no soporta encharcamiento.
 <u><i>Cedrela odorata</i></u> Nativa	Cedro	Mejora la fertilidad del suelo. Estabiliza bancos de arena. Recuperación de terrenos degradados. Control de la erosión, da buena sombra. Barrera rompevientos.	Es muy exigente en cuanto a luz, son incapaces de resistir sombra muy densa.
 <u><i>Ceiba pentandra</i></u> Nativa	Ceiba	Importante para polinizadores como abejas y murciélagos. Planta melífera de gran valor. Ofrece frutos, controla la erosión y mejora la fertilidad del suelo.	El tronco tiene muchas espinas, por lo que se recomienda colocar fuera del alcance de infantes y mascotas. Tiene riesgo de sufrir daño por viento.
 <u><i>Piscidia piscipula</i></u> Nativa	Jabin	Sombra moderada.	Sus troncos se vuelven quebradizos cuando el árbol está maduro. Es una especie de crecimiento lento.
 <u><i>Swartzia cubensis</i></u> Nativa	Katalox, corazón azul	Sombra moderada.	En suelos calcáreos con buen drenaje. De clima cálido.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <u>Caesalpinia gaumeri</u> Nativa	Kitanché	De importancia para lo polinizadores. Da sombra moderada.	La tasa de crecimiento está correlacionada con la temporalidad de crecimiento, la comparación entre la época de secas y la temporada de lluvias es de aproximadamente tres veces más del crecimiento en copa y el diámetro.
 <u>Tabebuia rosea</u> Nativa	Makulis rosa	Barrera rompevientos. Proporciona hábitat y alimento a la fauna silvestre. Importante para los polinizadores. Proporciona sombra moderada. Mejora la fertilidad del suelo al aportar materia orgánica de fácil desintegración. Proporciona acolchado al suelo para evitar la evaporación del agua. Ornamental por su gran densidad de flores.	Se presentan indiferentemente, en suelos de origen calizo, ígneo o aluvial, pero en general con algunos problemas de drenaje.
 <u>Tabebuia chrysantha</u> Nativa	Makulis amarillo	Importante para la polinización por abejorros, abejas, avispas y colibríes. Sombra moderada.	Es de media sombra.
 <u>Maclura tinctoria</u> Nativa	Mora de clavo	Gran productor de materia orgánica y atractor de fauna.	Tronco corto y con una copa abierta e irregular.
 <u>Enterolobium cyclocarpum</u> Nativa	Guanacaste / Oreja de elefante	Especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva. Ornamental. Es un árbol ideal para parques, campos de recreo y bordes de camino. Barrera rompevientos. Sombra.	Sistema radical extenso y profundo. Demandante a la luz, resistente a la sequía, la salinidad y inundación temporal y soporta algunos excesos de humedad en el suelo.
 <u>Pimenta dioica</u> Nativa	Pimienta gorda	Recuperación de terrenos degradados. Rehabilitar sitios donde hubo explotación minera. Barrera rompevientos. Sombra / Refugio.	Necesita suelos con buen drenaje.
 <u>Guazuma ulmifolia</u> Nativa	Bellota de cuautle	Se planta como árbol de sombra en calles, terrenos de cultivo y pastizales. Animales domésticos y silvestres que utilizan esta especie como alimento.	Se adapta a condiciones secas como húmedas y a un amplio rango de suelos. Tolerante a inundación temporal, al viento y suelos someros.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <u>Bucida burceras</u> Nativa	Pucté/ cacho de toro	Resistente a la contaminación ambiental y al rocío salino y crece bien en varios tipos de suelo, incluyendo el relleno de construcción, se lista como un árbol visitado por las abejas.	No es resistente a la polilla de mar o a las termitas de la madera húmeda. La madera no es durable cuando se encuentra en contacto con el suelo.
 <u>Brosimum alicastrum</u> Nativa	Ramón	Barrera rompevientos. Sombra / Refugio. Arbol de gran porte y densa copa durante todo el año. Muy común en solares, parques y avenidas. Se han identificado 39 especies de aves que se alimentan del fruto, es alimento de venados y jabalíes.	Tolera sombra en todas las etapas de su crecimiento, aún en juveniles. Rocío salino. Exposición constante al viento. Sequía.
 <u>Ehretia tinifolia</u> Nativa	Roble yucateco / Beek	Se emplea en casos de sufrir insolación o contra los malos vientos. También tiene uso medicinal por su corteza. Apto para el control de erosión, fijación de nitrógeno, mejorar la fertilidad del suelo y recuperar terrenos degradados.	En suelos arenosos, calizos y arcillosos, no soporta las inundaciones, exclusivo del clima cálido.
 <u>Pithecellobium dulce</u> Nativa	Pinzón / Guamuchil	Fijación de nitrógeno. Fijación de dunas. Recuperación de terrenos degradados. Barrera rompevientos. Ornamental. Se siembra a orilla de carreteras por sus frutos de color atractivo. Es resistente a la sequía. Tolerante a suelos arcillosos, someros y salinos. Tolera incluso tener sus raíces sumergidas en agua salada o salobre.	Es espinoso y contiene una savia irritante a los ojos y a la piel. Debido a que tiene una copa muy pesada y raíces poco profundas, los vientos fuertes pueden quebrar sus ramas o derribar el árbol.
 <u>Lysiloma latisiliquum</u> Nativa	Tzalam	Es una especie pionera que ocupa sitios que han sido incendiados y cumple la función de enriquecer la tierra con nitrógeno.	Es de esperar que las poblaciones que actualmente ocupan las áreas donde desaparecerá el hábitat climático propicio sufrirán gradualmente de mayor estrés.
 <u>Vitex gaumeri</u> Nativa	Ya'Ax Niik	Da frutos y tiene uso medicinal.	Maderable, aunque la madera se raja con facilidad.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <u>Manilkara zapota</u> Nativo/Cultivado/Silvestre	Chicozapote	Importante para polinizadores. Ornamental. Arbol de gran porte y amplia copa que brinda gran sombra y refugio. Muy resistente al daño por huracanes.	Tolera la inundación temporal y la sequía. Muy tolerante a condiciones secas bien marcadas. No tolera suelos salinos.
 <u>Bixa orellana</u> Nativo/Cultivado/Silvestre	Axioté	Importante para polinizadores como abejas. Existe una estrecha relación entre esta especie y las hormigas, éstas cuidan a la planta de daños extensivos, controlan las poblaciones de insectos parásitos. Barrera rompevientos. Las flores rosadas, conspicuas, y los frutos espinosos le dan un aspecto ornamental. Resistente a la sequía.	Las plántulas no soportan la luz directa del sol, pero de adulto no tolera sombra densa, se encuentra en campo abierto o bajo sombra escasa. No soporta el frío ni la inundación temporal. Las plántulas no soportan las fuertes lluvias.
 <u>Lonchocarpus longistylus</u> Nativa	Balché	Usados como insecticidas, maderables y ornamentales.	Dependiendo de la disponibilidad de agua puede ser perenne o caduco.
 <u>Bursera simaruba</u> Nativa cultivada	Chacah / palo mulato	Importante para la polinización. Las flores, cuya duración es de un día, son visitadas por gran cantidad de abejas, principalmente Trigona spp, Apies mellifera, ocasionalmente alguna Euglossinae. Ayuda al denaje de tierras inundables. Conservación de suelo / Control de la erosión. Estabiliza bancos de arena. Barrera rompevientos. Sombra / Refugio.	Tiene alto grado de tolerancia a la sal. Sobrevive en las islas muy áridas del Caribe. Bajo estas condiciones el árbol crece atrofiado y torcido. Tolera suelos someros y compactados así como exposición constante al viento aunque sus ramas se pueden desprender.
 <u>Talisia oliviaeformis</u> Nativa	Guaya	Los frutos son aprovechados por la fauna local,	Es conveniente realizar deshierbes frecuentemente para evitar plantas indeseables que compitan por agua, nutrientes o luz.
 <u>Guaiacum sanctum</u> Nativa	Guayacán	Tiene un valor y uso medicinal con sus hojas y corteza.	Es una especie considerada cercana a la amenaza y rara en toda su área de distribución, sobre todo por la pérdida de su hábitat. La especie está incluida en el Apéndice II de CITES y su comercio está sujeto a control.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <u>Sabal japa / sabal yapa</u> Nativa	Huano/Guano	Los individuos juveniles y adultos responden positivamente a las condiciones de mayor insolación de los sitios perturbados.	La compleja interacción de diferentes factores tales como el incremento en las tasas de deforestación, los cambios en el uso del suelo y el crecimiento demográfico, ha conducido durante las últimas décadas a una progresiva escasez, tanto de hoja madura para techar, como de cogollo para artesanía.
 <u>Byrsonimia crassifolia</u> Nativa	Nanche	Importante para la polinización. Ofrece densa sombra. Mejora la fertilidad del suelo al aporta materia orgánica de fácil desintegración. Proporciona hábitat y alimento a la fauna silvestre. Tolera suelos pobres y compactados.	Requiere suelos con buen drenaje y profundos.
 <u>Cocos nucifera</u> Exótica cultivada	Palmera de coco / Enano malayo	Se aprovecha como alimento y la madera se utiliza para la construcción, las fibras que rodean el fruto del coco se utilizan para hacer cepillos, colchones y cuerdas.	El número de raíces primarias se incrementa con la edad y varía en extensión, hasta 10 m, según la variedad, las condiciones del suelo y la disponibilidad de agua.
 <u>Roystonea regia</u> Nativa	Palma real cubana	Sus flores son una importante fuente de alimento para las abejas. Su fruto, el palmiche, cuelga muy abundantemente en racimos y brindan excelente alimento para la fauna.	En la NOM 059-SEMARNAT-2010 se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial (Pr). La pérdida de hábitat y aprovechamiento no sustentable pueden ser amenazas para su conservación.
 <u>Roystonea dunlapiana</u> Nativa	Palma real mexicana	Estos capturan 0.559 toneladas de carbono por hectárea. Su utilidad, aunada a su capacidad de tolerar suelos inundables y el manejo de pastizales.	En la NOM 059-SEMARNAT-2010 se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial (Pr). La pérdida de hábitat y aprovechamiento no sustentable pueden ser amenazas para su conservación.
 <u>Simarouba glauca</u> Nativo/Cultivado/Silvestre	Passak, Aceituno	Ornamental. Con su follaje persistente y verde brillante es muy decorativo. Sombra / Refugio. Los frutos son apetecidos por los animales silvestres.	Necesita sombra. Inundación temporal, la especie no soporta los excesos de humedad en el suelo.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <u><i>Gliricidia sepium</i></u> Nativa	Sakyab / Cacahuananche	Importante para polinizadores. La polinización primaria es llevada a cabo por abejorros [<i>Xylocopa fimbriata</i> y <i>Centris</i>]. Su capacidad de adaptación la ha llevado a ocupar dunas costeras, bancos ribereños, planicies inundables, faldas de montañas, entre otros. Fijación de nitrógeno. Recuperación de terrenos degradados.	En plantas provenientes de semillas el sistema radical es fuerte y profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En las plantas provenientes de estacas, las raíces son superficiales. Especie de muy rápido crecimiento y rápido desarrollo de la superficie foliar. Intolerante a suelos con problemas de inundaciones periódicas.
 <u><i>Cordia dodecandra</i></u> Cultivada	Siricote	Sus frutos son comestibles y con ellos se preparan conservas, dulces y jaleas. La polinización de las flores se debe a colibríes y murciélagos, en tanto que la dispersión de las semillas a aves y mamíferos.	Crece en áreas abiertas y perturbadas de forma relativamente lenta. Es muy difícil encontrar este tipo de árboles de forma silvestre dado a la destrucción de su hábitat y sobreexplotación.
 <u><i>Leucaena leucocephala</i></u> Nativa	Guaje	Proporciona hábitat y alimento a la fauna silvestre. Importante para los polinizadores. Proporciona sombra moderada. Evita la erosión del suelo y fija Nitrógeno.	Considerar que si nadie recoge sus frutos a tiempo, éstos podrían entorpecer el tránsito en patines o patineta, ocasionando accidentes.
 <u><i>Thevetia gaumeri</i>, <i>cascabela gaumeri</i></u> Nativa	Akit's	Tene un valor y uso medicinal con sus hojas, corteza y latex.	Árbol de 3 a 5m de altura, de tronco recto sin ramificar; toda la planta produce una sustancia blanca lechosa.
 <u><i>Thevetia peruviana</i>, <i>Cascabela thevetia</i></u> Nativa	Campanita	No suelen ser atacadas por plagas y enfermedades comunes. Se reproduce mediante esquejes en compost arenoso y con calor.	Son peligrosamente venenosas. Toda la planta contiene un jugo lechoso que es venenoso para humanos y especies animales salvo a algunos tipos de aves e insectos.
 <u><i>Muntingia calabura</i></u> Nativa/Cultivada	Capulín	Provee alimento a por lo menos 60 especies de vertebrados. Arbol para zonas donde sea urgente contar con sombra y para reforestación de aéreas erosionadas.	Los árboles pierden casi todas sus hojas durante la época seca. Tendencia a adquirir propagación malezoide invasora.
 <u><i>Caesalpinia pulcherrima</i></u> Nativa	Falso tabachín / Falso flamboyán	Tene un valor y uso medicinal con sus hojas y flores.	La toxicidad de esta planta obedece a que la ingestión de las hojas y raíces puede provocar gastroenteritis severa.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <u><i>Beaucarnea pliabilis</i></u> Nativa	Despeinada / pata de elefante	Las características botánicas, su variabilidad y su distribución geográfica, así como el uso que se les da a las especies de <i>Beaucarnea</i> , las convierten en recursos fitogenéticos de importancia para el país.	La NOM-059-SEMARNAT-2001 la registra con categoría de AMENAZADA debido a la destrucción de su hábitat y por el saqueo y venta clandestina de ejemplares adultos.
 <u><i>Plumeria alba</i></u> Nativa	Flor del cuervo	Tene un valor y uso medicinal con el latex que puede bridar.	Las ramas de gran tamaño caen cuando aumenta la sequía.
 <u><i>Plumeria rubra</i></u> Nativa	Flor de mayo	Ornamental, resistente a sequías y a alta salinidad en el suelo. Aromatizante.	Emplear esquejes de vástagos lignificados después de que el látex se haya secado, colocarlos en arena con escasa humedad, ya que la planta muestra facilidad a pudrirse.
 <u><i>Senna racemosa</i></u> Nativa	Anhabin	Es una especie altamente tolerante a la sequía y de crecimiento rápido.	Copa irregular con ramas quebradizas.
 <u><i>Pseudophoenix sargentii</i></u> Nativa	Palmera caribeña	Da frutos.	La extracción de individuos de su ambiente para usarse como planta ornamental y el desmonte de áreas naturales para la industria turística. Se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Amenazada (A).
 <u><i>Thrinax radiata</i></u> Nativa	Palmera Ch'lit	Constituyen un recurso clave para la fauna, especialmente en períodos de escasez de alimento.	Se considera Amenazada (A) por la Norma Oficial Mexicana 059. En la base presenta una gran cantidad de raíces muertas, que sobresalen por encima del suelo.
 <u><i>Coccothrinax readii</i></u> Endémica	Palmera Xnak	Tiene un buen crecimiento tanto en sol como en sombra. Resiste vientos fuertes y sequías. Los frutos de <i>Coccothrinax readii</i> son fuente de alimento de algunos animales. Escarabajos, abejas y moscas son los polinizadores principales.	Se encuentra en la categoría de especies endémica amenazadas (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido principalmente a la pérdida de su hábitat.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <i>Bauhinia divaricata</i> Nativa	Pata de cabra/ Árbol de orquídea	Importante para los polinizadores, principalmente las mariposas, sobre todo nocturnas, pero también abejas y otros insectos.	Asociada a vegetación perturbada derivada de bosque tropical caducifolio, subperennifolio y perennifolio.
 <i>Cordia sedestena</i> Nativa	Siricote de playa / Anacahuite	Tiene flores durante todo el año. Tiene un valor y uso medicinal con sus hojas y corteza. Ornamental sus hojas son usadas en el diseño de áreas públicas.	Tolera sequía, pero no heladas.
 <i>Tecoma stans</i> Nativa/Cultivada/Silvestre	Tronadora/ Xk'Aan Lool	Ornamental. Proporciona hábitat y alimento a la fauna silvestre. Importante para los polinizadores. Resistente a la sequía.	Requiere suelos bien drenados.
 <i>Hamelia patens</i> Nativa	Coralillo	Es una planta ornamental y medicinal importante de los trópicos, Es visitado frecuentemente por colibrís. Uso ornamental por la belleza y duración de sus flores.	Asociada a vegetación perturbada de bosques tropicales caducifolio, subcaducifolio, subperennifolio y perennifolio, además bosques de encino y de pino.
 <i>Pseudobombax ellipticum</i> Nativa	Amapola/Chac K'uxche	Ornamental, las flores se usan en parques y jardines. Sus atractivas flores son visitadas por fauna.	Sembrar a sol directo, de preferencia al inicio del periodo de lluvias para su establecimiento, posteriormente regar cada 15 o 20 días.
 <i>Jacaratia mexicana</i> Nativa	Bonete/ Ku'umche'	Usos culinarios y medicinales. Da fruto.	Especie vulnerable a la desaparición debido a la elevada tasa anual de devastación de su hábitat y su baja reproducción natural.
 <i>Chrysophyllum cainito</i> Exótica cultivada	Caimito	Da fruto, comestible.	Para su desarrollo requiere una temperatura de entre 20 y 25°C y lluvias abundantes, un mínimo de mil veinte hasta 3 mil 419 milímetros.
 <i>Apoplanesia paniculata</i> Nativa	Chulul/Arco negro	Ornamental. Uso medicinal por sus hojas.	Produce savia y resina roja parecida a sangre.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <i>Cochlospermum vitifolium</i> Exótica cultivada	Chu'um	Tolerante a la sequía.	Intolerante a la sombra.
 <i>Cassia fistula</i> Exótica	Lluvia de oro	Ornamental. Uso medicinal por sus hojas y fruto.	Suelo bien drenado y tenga un pH comprendido entre 5,5-8,5, gusta de una exposición soleada y de riegos moderados.
 <i>Samanea saman</i> Exótica	Algarrobo	Recomendado para la reforestación de zonas costeras degradadas, amenazadas por la erosión del suelo y la desertificación. Da fruto comestible.	Árbol de crecimiento lento, sus raíces son superficiales y es de vida larga.
 <i>Tamarindus indica</i> Exótica	Tamarindo	Sistema radical profundo que ayuda en la conservación de suelo, control de la erosión y estabilización bancos de arena. Sus ramas fuertes y flexibles se ven poco afectadas por el viento y se conoce que es un árbol resistente a huracanes. Tolerante a inundación temporal, suelos salinos.	Los residuos de las vainas constituyen una desventaja para su uso en calles y avenidas. Intolerante al frío.
 <i>Pouteria sapota</i> Silvestre/Cultivada	Sapotaceae	Da fruto comestible directo. Madereable.	La especie no tolera suelos con mal drenaje o donde la capa freática es muy alta, bajas temperaturas ni periodos prolongados de sequía, que induce la caída de hojas. La regeneración natural es escasa, aparentemente debido a la predación de las semillas por animales silvestres.
 <i>Diospyros digyna</i> Nativa	Zapote negro/ Tauch	Da fruto comestible. Da sombra abundante y ornato en parques y jardines.	Requerimiento de temperatura media anual máxima de 25 °C.
 <i>Cecropia obtusifolia</i> Silvestre	Guarumo	Sombra / Refugio. Sus frutos son consumidos por muchas especies de vertebrados e invertebrados. Se adapta fácilmente a sitios perturbados. Recuperación de terrenos degradados.	Tolera suelos mal drenados. Muy demandante de luz.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <i>Albizia lebbbeck</i> Exótica	Acacia amarilla	Es resistente a vientos constantes por lo que se utiliza como barrera rompevientos y estabilizador de dunas costeras. Ofrece sombra y al soltar muchas hojas se genera un acolchado que evita la erosión del suelo y lo ayuda a soportar poca agua. Altamente resistente a sequía (hasta 3 meses). Puede vivir en suelos pobres o anteriormente contaminados, salinos y someros.	Prospera y se adapta en sitios próximos al mar tolerando el salitre. Resistente a la sequía y a la inundación temporal.
 <i>Spondia purpurea</i> Nativa	Abal/Ciruela	Sombra / Refugio. Algunas especies de mamíferos, aves y hormigas se alimentan de los frutos.	Exhibe una pobre tolerancia a suelos salinos, por lo que no se recomienda su plantación en zonas costeras tropicales.
 <i>Averrhoa carambola</i> Exótica	Carambolo	Da fruto.	Es sensible a las heladas. Los suelos deben tener buena permeabilidad. Intoxicación si se consume en grandes cantidades.
 <i>Annona squamosa</i> Nativa	Saramuyo	Da fruto comestible directo. Las hojas y las semillas son vermícidas e insecticidas. La corteza es astringente. Las raíces son un purgante drástico.	Esta especie no soporta en ninguna circunstancia el frío, muere bajo unos pocos grados bajo cero. Aunque resiste moderadamente la sequía, no fructifica bien en períodos secos, requiere al menos unos 700 mm de precipitación.
 <i>Crescentia cujete</i> Nativa	Jícara	Ornamental por la buena sombra que genera y el atractivo de sus flores y follaje. Da frutos y semillas. Maderable. Es un árbol muy longevo y puede crecer en terrenos pedregosos. Soporta bien períodos prolongados de falta de agua.	Para su cultivo requiere clima cálido, exposición soleada y suelos bien drenados, no tolerando las sales ni la falta de riegos.
 <i>Parmentera edulis</i> Nativa	Pepino Kat	Da fruto comestible. Es un árbol muy apreciado como planta de sombra y ornato, usos maderables, medicinales y culinarios.	Habita zonas en climas cálido.

Especie o familia	Nombre común	Beneficios de su colocación	Consideraciones
 <i>Phyllanthus acidus</i> Exótica	Grosella	Da fruto. Ornamental. La copa es densa y espesa.	Puede soportar sólo por brevísimo período temperaturas apenas bajo cero grado.
 <i>Annona muricata</i> Nativa	Guanábana	Resistencia moderada al viento que ayuda a estabilizar dunas y como barrera rompevientos. Ayuda en la recuperación de terrenos degradados al mejorar la fertilidad del suelo. Tolerante a las inundaciones temporales.	Sensible a la sequía.
 <i>Ipomoea imperati</i> Nativa	Campanita de playa	Estabiliza dunas y sirve como cubresuelos. Es una planta perenne con raíces y rizomas gruesas. Tiene una raíz principal que puede alcanzar 1.8 m de profundidad. También tiene raíces adventicias (que se desarrollan en la base de la planta) fibrosas en los nudos y entrenudos. Es polinizada por mariposas.	Necesita recibir al menos unas 4 a 6 horas de luz solar directa al día para un crecimiento óptimo. Sin embargo, también puede tolerar cierta sombra y adaptarse a condiciones de luz más moderada. Requiere suelos bien drenados y con un nivel adecuado de humedad para prosperar.

Figura 5.7: Imágenes de vegetación.
Fuente: <https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&pagina=1#5/25.026/-93.076>

CATÁLOGO DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

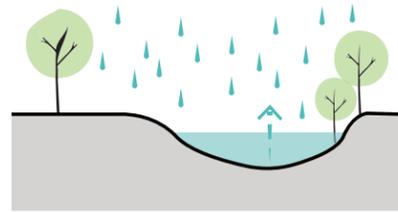
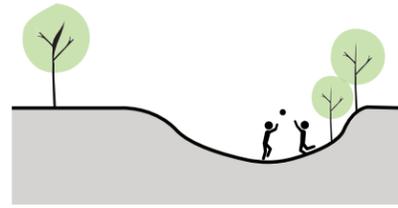
5.8

Zonas de biorretención

La biorretención es una solución basada en la naturaleza que sirve de apoyo a la infraestructura de alcantarillado y aguas grises. Las áreas de biorretención suelen diseñarse como depresiones con vegetación poco profunda que pueden interceptar, infiltrar, desviar y disminuir la velocidad del flujo de aguas pluviales, contribuyendo a eliminar contaminantes y favorece la recarga de mantos freáticos y acuíferos.

Existen diferentes soluciones para diferentes contextos y funciones, incluyendo medidas como espacios inundables, zanjas de infiltración, jardines de lluvia, lagunas de captación, humedales urbanos, pavimentos permeables, entre otros. Estas soluciones requieren un mantenimiento regular para evitar obstrucciones por sedimentos y basura.

Espacio Inundable



● Infraestructura verde

Descripción:

Permite un amortiguamiento temporal del agua pluvial al tener capacidad de retención e infiltración de agua. Los espacios inundables pueden ser diseñados para que tengan diferentes funciones con o sin agua. Los jardines y parques recreativos tienen mucho potencial para incluir espacios inundables.

Consideraciones técnicas:

Espacios exteriores con suelo permeable o poroso o con espacio para retener agua para su eventual evaporación. Pendientes no mayores a 30% para evitar accidentes cuando no contengan agua.

Ubicaciones posibles:

Jardines
Parques
Camellones
Plazas
Campos deportivos

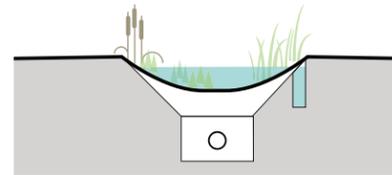
Beneficios:

Tiene la función de retener e infiltrar el agua. Los espacios inundables funcionan como espacios con una función que se convierte en espacio para el agua en temporada de lluvias. Ofrece más espacio para contener agua que se puede evaporar, infiltrar o drenar al sistema de drenaje.

Rango de costo:

Variable, depende de la función del espacio.

Bio-zanja



● Infraestructura verde

Descripción:

Las bio-zanjas tienen vegetación y fondo poroso hecho con grava o materiales que permitan el flujo de agua. Tienen la capacidad de ralentizar la escorrentía del agua en época de lluvias a la vez de drenar. En caso de lluvias intensas, las zanjas se pueden inundar.

Consideraciones técnicas:

Deben situarse junto a vialidades o espacios con pendientes dirigidas hacia ellas. El fondo de la zanja deberá ser de un material permeable. Las zanjas requieren de limpieza y mantenimiento regular.

Ubicaciones posibles:

Vialidades
Parques
Jardines
Camellones
Estacionamientos

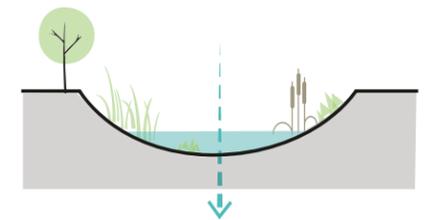
Beneficios:

Tiene la función de conducir, retener e infiltrar el agua. Pueden captar escorrentías de aguas cercanas a su área de captación y pueden servir como conductores, también para conectar con cisternas, pozos de absorción o el drenaje.

Rango de costo:

\$700 - \$2,000 MXN/m2.

Laguna de captación



● Infraestructura verde

Descripción:

Ralentizan las escorrentías de las precipitaciones. Los contaminantes biológicos (fosfatos, nitratos y metales pesados) son eliminados por la vegetación acuática que los sedimenta. Pueden funcionar por completo sin bombas o instrumentos ingenieriles similares.

Consideraciones técnicas:

Esta zona debe estar diseñada de tal manera que pueda pasar el agua a través de ella con facilidad para evitar el agua estancada y así disminuir el riesgo de presencia de mosquitos y otros insectos nocivos a la salud pública.

Ubicaciones posibles:

Jardines
Parques
Vasos reguladores

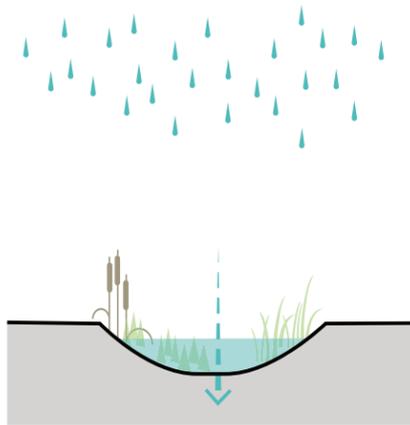
Beneficios:

Tiene la función de retener e infiltrar el agua. Dependiendo del espacio se pueden utilizar grandes superficies que en temporada de lluvias actúan como áreas verdes o recreativas.

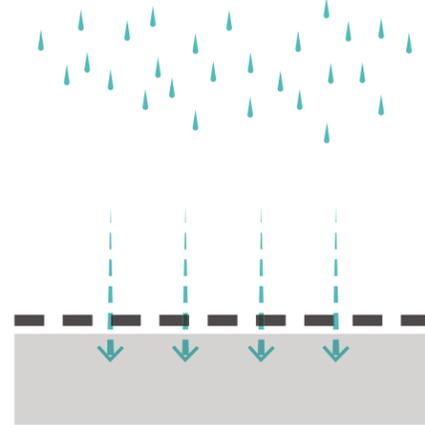
Rango de costo:

\$700 - \$1100 MXN/m2.

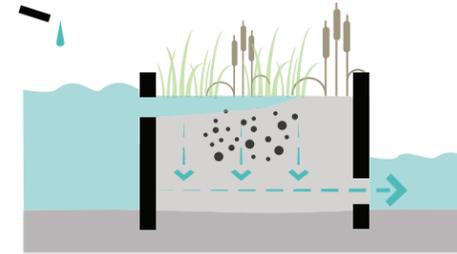
Jardín de lluvia o pluvial



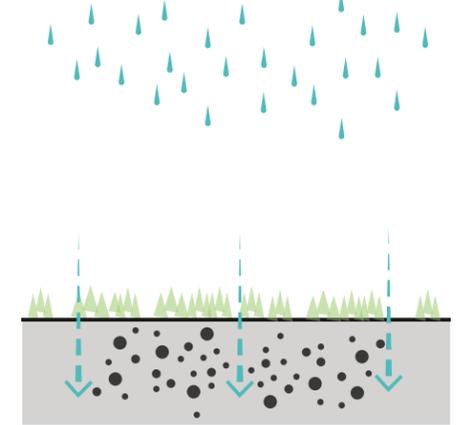
Pavimento permeable



Humedal urbano



Mejoramiento de suelo



● Infraestructura verde

● Infraestructura gris

● Infraestructura mixta

● Infraestructura verde

Descripción:

Compensan la impermeabilidad de superficies cercanas como banquetas y estacionamientos. La diferencia del nivel no debe exceder 30 cm para evitar accidentes. Para drenar correctamente, el área de las jardineras deberá ser de 10 a 20% del área impermeable con pendiente hacia la jardinera.

Descripción:

Superficies que permiten la infiltración superficial del agua para evitar la saturación del sistema de drenaje. Son pavimentos, continuos o modulares, que dejan pasar el agua. Permiten que ésta se infiltre por el terreno o sea captada y retenida en capas subsuperficiales para su posterior reutilización o evacuación.

Descripción:

Tratamiento y pulimento de calidad de aguas pre-tratadas por planta de tratamiento de aguas residuales que mejora la calidad del agua. También retienen y almacenan el agua.

Descripción:

Modificación del suelo para mejorar sus características y capacidad de infiltración.

Consideraciones técnicas:

Requieren recibir agua hacia ellos por gravedad y pendientes de pavimentos. Se deben encontrar en una hondanada o excavación para recibir escorrentías.

Consideraciones técnicas:

Si el firme se compone de varias capas, todas ellas deben tener permeabilidades crecientes desde la superficie hacia el subsuelo. El agua atraviesa la superficie permeable, que actúa a modo de filtro, hasta la capa inferior que sirve de reserva, atenuando el flujo de escorrentía superficial.

Consideraciones técnicas:

Requiere de un especialista en especies bióticas para proponer y mantener las especies requeridas.

Consideraciones técnicas:

Sustitución del suelo por suelo mejorado 50% arena gruesa, 25% composta y 25% tierra sobre capas de arena, gravas finas, gravas gruesas o piedra braza.

Ubicaciones posibles:

Jardines y parques
Camellones
Plazas
Banquetas
Estacionamientos

Ubicaciones posibles:

Senderos
Áreas de recreación
Estacionamientos
Ciclovías

Ubicaciones posibles:

Jardines
Parques
Vasos reguladores

Ubicaciones posibles:

En cualquier suelo vegetal en áreas verdes
Camellones
Banquetas

Beneficios:

Pueden captar escorrentías de aguas de forma cercana a su área de captación y pueden servir como conductores también para conectar con cisternas, pozos de absorción o al drenaje.

Beneficios:

Los espacios inundables funcionan como espacios con una función que se convierte en espacio para el agua en temporada de lluvias. Ofrece más espacio para contener agua que se puede evaporar, infiltrar o drenar al sistema de drenaje.

Beneficios:

Lleva a la sensibilización al agua. Es una propuesta de paisaje recreativo y ornamental y filtra el agua por medios naturales.

Beneficios:

Aumenta la permeabilidad del suelo para mejorar su capacidad de infiltración. Reduce el escurrimiento y la presión sobre el sistema de drenaje.

Rango de costo:

\$1,000 - \$3,000 MXN/m².

Rango de costo:

400 MXN/m².

Rango de costo:

\$1,800,000 MXN / 5000m².

Rango de costo:

\$500 MXN/m².

CONTRIBUCIONES

5.9

UNO

Ruta Crítica para la Implementación de Infraestructura Verde + Mecanismo Integral de Diseño e Implementación

Guiar el proceso de planeación e implementación de proyectos mediante tareas/actividades clave

Planeación

DOS

Recopilación de información bajo el enfoque de infraestructura verde + Análisis y caracterización

Complementar el diagnóstico del Plan de Desarrollo Urbano, del Plan Municipal de Desarrollo de Othón P. Blanco

Análisis del territorio, resiliencia, dinámicas urbanas, vulnerabilidad y riesgos, aspectos ambientales y sociales

TRES

Tablas de proyectos identificados en Chetumal

Retomar y evaluar la posibilidad de integrar proyectos identificados para su implementación o integración a la cartera de proyectos de las localidades

Infraestructura verde, movilidad y espacio público

CUATRO

Matriz de evaluación para la priorización de proyectos

Puede implementarse para la evaluación y selección de proyectos de la cartera de proyectos de las localidades

Desarrollo urbano, viabilidad, resiliencia

CINCO

Criterios para escalas de operación

Definir la escala y escalabilidad de proyectos, entendiendo la escala y contexto que cada dimensión representa

Ordenamiento y planeación estratégica, protección y conservación ambiental, intervención de suelo urbano

SEIS

Criterios para definición de proyecto(s) y su ubicación

Establecer la aptitud territorial para la formulación de proyectos a ser incorporados en las carteras de proyectos de las localidades

Caracterización de aspectos sociales, ambientales, urbanos y de riesgos, servicios ecosistémicos, resiliencia, uso de suelo

SIETE

Proyecto conceptual de infraestructura verde para Chetumal

Pueden retomarse estrategias y recomendaciones para llevar a cabo los proyectos o integrarse en el desarrollo de otros proyectos similares

Desarrollo urbano, infraestructura verde, movilidad sostenible e inclusiva, resiliencia

OCHO

Recomendaciones de diseño + Catalogo de SbN

Guiar el desarrollo de medidas de Infraestructura Verde y un Plan de Infraestructura Verde en Chetumal

Resiliencia, principios de diseño para la biodiversidad, diseño de medidas de infraestructura verde y movilidad sostenible

NUEVE

INSUMOS

Fichas de proyecto

UTILIDAD

Insumo que puede ser útil para la solicitud de financiamiento para los proyectos que se quieran impulsar

TEMA

Financiamiento

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

A

Amaya-Espinel, J. D., Hostetler, M., Henriquez, C., & Bonacic, C. (2019). *The influence of building density on Neotropical bird communities found in small urban parks*. Landscape and Urban Planning, 190, 103578

Andersson, E. and Colding, J. (2014), 'Understanding how built urban form influences biodiversity', Urban Forestry & Urban Greening, 13 (2), 221–26

Ayala-Azcárraga, C., Diaz, D., & Zambrano, L. (2019). *Characteristics of urban parks and their relation to user well-being*. Landscape and urban planning, 189, 27–35

B

Beytía, A., Hernández, C., Musalém, M., Prieto, F. y Saldías, M. (2012). *Guía de Arborización Urbana. Especies para la Región Metropolitana, Santiago de Chile*. Asociación Chilena de Profesionales del Paisaje AG. Corporación de Investigación, Estudio y Desarrollo de la Seguridad Social(CIEDESS). Santiago, Chile.

C

Callaghan, C. T., Bino, G., Major, R. E., Martin, J. M., Lyons, M. B., & Kingsford, R. T. (2019). *Heterogeneous urban green areas are bird diversity hotspots: insights using continental-scale citizen science data*. Landscape Ecology, 34, 1231–1246

Cameron, R. W., & Blanuša, T. (2016). *Green infrastructure and ecosystem services—is the devil in the detail?*. Annals of Botany, 118(3), 377–391

CONABIO. (n.d.). 109. *Humedales y Lagunas de la Bahía de Chetumal*. Conabio. Retrieved December 15, 2022, from http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_109.html

CONAFOR. (n.d.). *Análisis de los procesos de deforestación en Quintana Roo*. <https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/CuadernilloCONAFOR-una-pagina.pdf>

Comisión Europea [s/a]. *Green Infrastructure and Climate Adaptation*. Disponible en [https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infraestructure/GI climate adaptation.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infraestructure/GI%20climate%20adaptation.pdf)

D

Daltabuit Godás, M., García de Fuentes, A., & Marín Guardado, G. (2012). *Turismo, globalización y sociedades locales en la península de Yucatán, México*. (PASOS, Eds.). <http://www.pasosonline.org/Publicados/pasosedita/PSEdita7.pdf>

Data México. (2021). *Bacalar*. <https://datamexico.org/es/profile/geo/bacalar>

Dures, S.G. and Cumming, G.S. (2010), 'The confounding influence of homogenising invasive species in a globally endangered and largely urban biome: does habitat quality dominate avian biodiversity?', Biological Conservation, 143 (3), 768–77

F

Fragoso-Servón, P., & Pereira-Corona, A. (2018). *Suelos y Karst, origen de inundaciones y hundimientos en Chetumal, Quintana Roo, México*. European Scientific Journal, 14.

Fletcher Jr, R. J., Didham, R. K., Banks-Leite, C., Barlow, J., Ewers, R. M., Rosindell, J., ... & Haddad, N. M. (2018). *Is habitat fragmentation good for biodiversity?*. Biological conservation, 226, 9–15

Filazzola, A., Shrestha, N., & Maclvor, J. S. (2019). *The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta analysis*. Journal of Applied Ecology, 56(9), 2131–2143

G

García García, S. A., Alanís Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O., Treviño Garza, E., & Graciano Ávila, G. (2020). *Contenido de carbono y estructura horizontal de un bosque templado en Guadalupe y Calvo, Chihuahua*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 12(63). <https://doi.org/10.29298/rmcfv12i63.800>

Gascon, M., Triguero-Mas, M., Martínez, D., Davdand, P., Forns, J., Plasència, A., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2015). *Mental health benefits of long-term exposure to residential green and blue spaces: a systematic review*. International journal of environmental research and public health, 12(4), 4354–4379

GIZ. (2019). *Implementación de Infraestructura Verde como Estrategia para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en Ciudades Mexicanas Hoja de ruta*. SEDATU/SEMARNAT. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394115/Hoja de ruta IV Infraestructura Verde.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394115/Hoja_de_ruta_IV_Infraestructura_Verde.pdf)

Gómez Pech, E. H., Barrasa García, S., & García de Fuentes, A. (2018). *Paisaje litoral de la Laguna de Bacalar (Quintana Roo, México): Ocupación del suelo y producción del imaginario por el turismo*. Investigaciones Geográficas, 95. <https://doi.org/10.14350/rig.59594>

H

H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco. (2007). *Decreto por el cual se modifica el programa de desarrollo urbano de Mahahual, municipio de Othón P. Blanco*.

HAOPB & SEDATU. (2018). *Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente LópezHuay-Pix y Xul-Há*. Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo. <http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/transparencia/93/l/f/PDU2018/PDU%20integrado%2019012018-publicacion%20digital.pdf>

Hirales-Cota, M., Espinoza-Avalos, J., Schmook, B., Ruiz-Luna, A., & Ramos-Reyes, R. (2010). *Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak*. Ciencias Marinas, 36(2). <https://doi.org/10.7773/cm.v36i2.1653>

Horta-Puga, G., Alvarez-Filip, L., Cabral-Tena, R., López-Pérez, A., Ortiz-Lozano, L., Pérez España, H., & Reyes-Bonilla, H. (2019). *Coastal coral reefs in Mexico*.

I

Ibarra-Marigal, S. M., Hernández-Montero, Y. N., Nahuat-Sansores, J. R., Rejón-Parra, D. G., Sánchez-Quijano, M. Á., Mena-Rivero, R., Torrescano-Valle, N., Arellano-Guillermo, A., & Romero-Martínez, Á. I. (2022). *Diseño urbano sensible al agua para la zona kárstica de Bacalar, Quintana Roo, México*. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 9(2). <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.3236>

J

Jennings, V., & Bamkole, O. (2019). *The relationship between social cohesion and urban green space: An avenue for health promotion*. International journal of environmental research and public health, 16(3), 45

L

Lepczyk, C. A., Aronson, M. F., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., & Maclvor, J. S. (2017). *Biodiversity in the city: fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation*. BioScience, 67(9), 799–807

Loss, S.R., Ruiz, M.O. and Brawn, J.D. (2009), 'Relationships between avian diversity, neighbourhood age, income, and environmental characteristics of an urban landscape', Biological Conservation, 142 (11), 2578–85

M

Magaña Rodríguez, D., Tudela Rivadeneyra, E., Meza Pérez, M., & Suárez Bonilla, A. (2021). *Infraestructura verde en ciudades mexicanas*.

Mayo, R. I. R. (2012). *Perspectiva Geográfica [Review of Perspectiva Geográfica]. Chetumal: Problemática Urbana En Una Ciudad Media En La Costa Sur Del Caribe Mexicano.*, 147–168.

Marselle, M. R., Irvine, K. N., Lorenzo-Arribas, A., & Warber, S. L. (2016). *Does perceived restorativeness mediate the effects of perceived biodiversity and perceived naturalness on emotional well-being following group walks in nature?*. Journal of Environmental Psychology, 46, 217–232

Matthies, S.A., Rüter, S., Prasse, R. and Schaarschmidt, F. (2015), 'Factors driving the vascular plant species richness in urban green spaces: using a multivariable approach', Landscape and Urban Planning, 134 (February), 177–187

Mexia, T., Vieira, J., Príncipe, A., Anjos, A., Silva, P., Lopes, N., ... & Pinho, P. (2018). *Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass*. Environmental research, 160, 469–478

Murray, M. H., Sánchez, C. A., Becker, D. J., Byers, K. A., Worsley Tonks, K. E., & Craft, M. E. (2019). *City sicker? A meta analysis of wildlife health and urbanization*. Frontiers in Ecology and the Environment, 17(10), 575–583

Bibliografía

Mohamad, N.H.N., Idilfitri, S. and Thani, S.K.S.O. [2013], 'Biodiversity by design: the attributes of ornamental plants in urban forest parks', *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 105 [December], 823–39

Monroy, R. R. [2019]. *Acciones urbanas para la mitigación de riesgos por fenómenos meteorológicos en Chetumal*. [G. R. Correa & H. D. Poot, Eds.].

Murillo Pantí, A., Barrera Rojas, M. Á., & Campos Cámara, B. L. [2020]. *Percepción del espacio público: Pérdida de atractivo en el Corredor Urbano Comercial Avenida de los Héroes de Chetumal, Quintana Roo, México*. *Revista de Urbanismo*, 43, 79. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2020.57299>

N

Nasehi, S., & Imanpour namin, A. [2020]. *Assessment of urban green space fragmentation using landscape metrics [case study: District 2, Tehran city]*. *Modeling Earth Systems and Environment*, 6, 2405-2414

O

ONU. [2022, June 23]. *¿Qué son las Sbn?* CityAdapt. <https://cityadapt.com/que-son-las-sbn/>

P

Palliwoda, J., Banzhaf, E. & Priess, J.A. *How do the green components of urban green infrastructure influence the use of ecosystem services? Examples from Leipzig, Germany*. *Landscape Ecol* 35, 1127–1142 [2020]

PIGOO. [2021]. *Programa de indicadores de gestión de organismos operadores*. <http://www.pigoo.gob.mx/>

POET, R. L. B. [2004]. *Programa de ordenamiento ecológico territorial de la región de Laguna Bacalar, Quintana Roo, México*. *Gobierno del estado de Quintana Roo*.

Puc, Aguilar, A., Navarrete, Canto, M. N., Azamar, R., & Rivero, R. [2019]. *Diagnóstico del déficit de infraestructura urbana y viabilidad económica para resarcir la demanda en Bacalar*. *AvaCient, VII(v)*.

R

Ramírez-Restrepo, L., & MacGregor-Fors, I. [2017]. *Butterflies in the city: a review of urban diurnal Lepidoptera*. *Urban ecosystems*, 20, 171-182

Rodríguez-Alcalá, A., & Fregoso-Lomas, S. C. [2016]. *El Centro Histórico de Bacalar, México. Criterios y lineamientos para un escenario futuro*. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 11[121-134].

S

Sanderman, J. [2017]. *Global mangrove soil carbon: dataset and spatial maps*. Harvard Dataverse, V4.

Sangeado, P. [2022, September 10]. *Sedetur destaca crecimiento turístico en Bacalar Pueblo Mágico*. DRV Noticias. <https://drvnoticias.com/sedetur-destaca-crecimiento-turistico-en-bacalar-pueblo-magico/>

SEDESOL. [2010]. *Catálogo de localidades*.

SEDETUR. [2020]. *Diversificación y desarrollo del turismo en el sur del estado*.

SEDETUS. [2005]. *Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco*.

SEDETUS. [2016]. *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Bacalar, Quintana Roo*.

SEDETUS. [2021a]. *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mahahual*. <https://oportunidadesquintanaroo.com/wp-content/uploads/2021/07/PDUCP-Mahahual-Perio%CC%81dico-Oficial-del-Estado-7-Jul-2021.pdf>

Strohbach, M. W., Lerman, S. B., & Warren, P. S. [2013]. *Are small greening areas enhancing bird diversity? Insights from community-driven greening projects in Boston*. *Landscape and Urban Planning*, 114, 69-79

U

Universidad de Quintana Roo. [2011]. *Atlas de Riesgo de la ciudad de Chetumal Blanco, Quintana Roo*. SEDESOL. http://rimgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_23004_AR_OTHON_P_BLANCO.pdf

Universidad de Quintana Roo & SEDETUR. [2013]. *Agenda de competitividad de los destinos turísticos de México*. https://issuu.com/hitestudio/docs/acdtur_bacalar/212

V

Valdés, P., & Foulkes, M. D. [2016]. *La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana*. *Cuaderno urbano. Espacio, cultura, sociedad*, 20[20], 45-70

Vázquez, J. [2021, June 16]. *Confirman arribo de 4 cruceros a puertos de Quintana Roo*. *El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Confirman-arribo-de-4-cruceros-a-puertos-de-Quintana-Roo-20210615-0103.html>

Verboven, H.A.F., Uyttenbroeck, R., Brys, R. and Hermly, M. [2014]. *Different responses of bees and hoverflies to land use in an urban-rural gradient show the importance of the nature of the rural land use*, *Landscape and Urban Planning*, 126 [June], 31–41

Yao, H., Zhang, S., Shangguan, H., Li, Z., & Sun, X. [2022]. *Effects of urbanization on soil fauna community structure and diversity*. *Biodiversity Science*, 30[12], 22547

Zaninotto, V., Thebault, E., & Dajoz, I. [2023]. *Native and exotic plants play different roles in urban pollination networks across seasons*. *Oecologia*, 201[2], 525-536

ANEXOS

Contenido

7.1 Tablas de proyectos identificados

7.2 Criterios de evaluación de la matriz multicriterio para la priorización de proyectos

7.3 Ficha técnica EcoPerm

7.4 Criterios para escalas de operación

7.5 Criterios para definición de proyecto[s] y su ubicación

7.6 Guía de uso para la matriz de evaluación para la priorización de proyectos

7.7 Matriz base de evaluación y priorización de proyectos

7.8 Ficha de proyecto

Identificación proyectos y medidas de IV en Chetumal

7.1

Tabla - Revisión de programas y proyectos existentes

1. Prolongación del Malecón								
	Ubicación	Estatus	Presupuesto	Responsable/s	Referencia	Ejes	Descripción	
1.0	Plan maestro para el Malecón de Chetumal en el tramo Río Hondo-Chetumal-Calderitas y diseño de una intervención	Boulevard Bahía	Iniciativa complementaria al proyecto existente.	Presupuesto estimado \$3 millones de pesos	Dirección de Obras Públicas, Municipio de Othón P. Blanco, Gobierno Estatal de Quintana Roo, SEDATU	Plan de Acción para la Integración de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en el desarrollo urbano costero. III. Bacalar y Othón P. Blanco	Esta acción propone desarrollar un Plan Maestro de extensión y rediseño del malecón de Chetumal en el tramo Aeropuerto - Río Hondo - Chetumal - Calderitas. con enfoque de mitigación y adaptación a inundaciones derivadas de eventos hidrometeorológicos extremos y aumento del nivel del mar, con alcance de anteproyecto. El Plan Maestro se realizará a partir de estudios técnicos de diagnóstico y escenarios del cambio climático. El Plan también incluye diseño de estrategias de protección de las áreas naturales restantes [baldíos a lo largo del corredor Chetumal-Calderitas], así como la restauración de manglares en el Delta del Río Hondo, por ejemplo, para mitigar los efectos de tormentas y huracanes más frecuentes y con mayor fuerza.	
1.1	Continuación de la prolongación oeste del Blvd. Bahía [en el boulevard Río Hondo, tramo Rafael Melgar - fraccionamiento La Herradura III]	Boulevard Bahía	Iniciativa	Presupuesto estimado \$200.00 millones de pesos	Dirección de Obras Públicas, Municipio de Othón P. Blanco, Gobierno Estatal de Quintana Roo, SEDATU	Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal	Movilidad Espacio público	Construcción del tramo subsecuente [completo o por etapas] de aproximadamente 10Km de longitud, de la prolongación oeste del Blvd. Bahía, para interconectar el centro urbano con la futura zona de crecimiento surponiente; situado entre el Fracc. La Herradura III hasta entroncar con Subteniente López" (HAOPB y SEDATU, 2018)
2. La Sabana								
	Ubicación	Status	Presupuesto	Responsable/s	Referencia	Ejes	Descripción	
2.0	Propuesta de "Estudio hidrológico para la identificación de acciones y obras para la recuperación, el control y aprovechamiento sustentable de La Sabana"	Humedal la Sabana y sus alrededores	Presupuesto estimado \$5.5 millones de pesos		Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal -Calderitas -Subteniente LópezHuay- Pix y Xul-Há.	Agua Biodiversidad	Es necesario replantear la relación de la ciudad con La Sabana, de forma tal que al incorporarlo al desarrollo urbano, a través de un proceso ordenado de planeación, por una parte se resguarden y mantengan los procesos y servicios ambientales que el sitio aporta a Chetumal; y en segundo término generar un proyecto que manteniendo un alto componente ambiental, también permita generar otros proyectos en beneficio de la ciudad y de los habitantes, a través de áreas verdes, equipamientos culturales, deportivos, recreativos, entre otros.	
2.1	La Sabana: Área Natural Protegida municipal y Gran Parque Urbano	Humedal la Sabana y sus alrededores	Presupuesto estimado \$520 millones de pesos	H. Ayuntamiento Othón P. Blanco SEDETUS SEMA SEDATU SEMARNAT	Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal -Calderitas -Subteniente LópezHuay- Pix y Xul-Há.	Agua Biodiversidad		

2.2 Plan maestro urbano paisajístico para el humedal "La Sabana"	Humedal la Sabana y sus alrededores	Plan maestro urbano paisajístico para el humedal "La Sabana", Chetumal, Quintana Roo.	Agua Biodiversidad Espacio Público	Plan maestro: El humedal "La Sabana" integra actividades compatibles con su funcionamiento natural, rescatando los valores paisajísticos, culturales e identitarios del lugar. Proyectos estratégicos: Los proyectos más emblemáticos para el humedal, enfatizan la relación cultural y fomentan una integración armónica entre el hombre y la naturaleza. Estos se distribuyen en derredor de "La Sabana" conectados por paseos, parques quioscos y rodeados de paisaje. Las áreas verdes urbanas que colindan con el humedal se integran en un sistema de parques en una estructura lineal interconectados entre sí y con la ciudad.
--	-------------------------------------	---	--	--

3. Calles y espacio público esponja	Ubicación	Estatus	Presupuesto	Responsable/s	Referencia	Ejes	Descripción
-------------------------------------	-----------	---------	-------------	---------------	------------	------	-------------

3.0 Programa de reforestación urbana en Chetumal y Calderitas	Localidades Chetumal y Calderitas			H. Ayuntamiento Othón P. Blanco SEMA SEMARNAT CONAFOR	Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal -Calderitas -Subteniente LópezHuay- Pix y Xul-Há.		El programa de reforestación urbana tiene como objetivo revertir esta situación, por medio de campañas anuales encaminadas a la siembra de árboles y arbustos en camellones, banquetas, parques y áreas verdes públicas en general. El programa podrá expandirse para incluir áreas verdes dentro de terrenos de equipamientos urbanos amplios, como son los casos de las escuelas públicas, entre otros.
---	-----------------------------------	--	--	---	---	--	---

3.1 Plan de redes de "calles y espacios públicos esponja" en Chetumal y diseño de proyecto	Por definir	Estrategia	No cuenta con financiamiento.	H. Ayuntamiento Othón P. Blanco SEOP SEMARNAT FONATUR	Plan de Acción para la Integración de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos en el desarrollo urbano costero. III. Bacalar y Othón P. Blanco	Agua Biodiversidad Movilidad	Se propone generar una cartera de proyectos para calles y/o espacios públicos verdes en los espacios de las localidades Chetumal I identificando espacios vulnerables ante inundaciones y con espacio suficiente para la integración de SUDS. El Plan incluye el desarrollo de un proyecto piloto para la localidad de Chetumal con una estrategia de financiamiento para el diseño ejecutivo, construcción, operación y mantenimiento y la implementación de proceso de participación transversal.
--	-------------	------------	-------------------------------	---	--	------------------------------------	---

Tabla - Identificación de proyectos a partir de reuniones con el municipio

Proyectos identificados	Ubicación	Estatus	Financiamiento	Responsable/s	Temporalidad	Ejes	Descripción
1 Plan maestro para el Malecón de Chetumal en el tramo Río Hondo-Chetumal-Calderitas y diseño de una intervención.	Boulevard Bahía	Iniciativa existente En Construcción	No cuenta con financiamiento	H. Ayuntamiento Othón P. Blanco, Gobierno Estatal de Quintana Roo	Corto plazo	Espacio Público Movilidad	Esta acción propone desarrollar un Plan Maestro de extensión y rediseño del malecón de Chetumal en el tramo Aeropuerto - Río Hondo - Chetumal - Calderitas. con enfoque de mitigación y adaptación a inundaciones derivadas de eventos hidrometeorológicos extremos y aumento del nivel del mar, con alcance de anteproyecto. El Plan Maestro se realizará a partir de estudios técnicos de diagnóstico y escenarios del cambio climático. El Plan también incluye diseño de estrategias de protección de las áreas naturales restantes (baldíos a lo largo del corredor Chetumal-Calderitas), así como la restauración de manglares en el Delta del Río Hondo, por ejemplo, para mitigar los efectos de tormentas y huracanes más frecuentes y con mayor fuerza.
2 La Sabana: Área Natural Protegida municipal y Gran Parque Urbano	Humedal La Sabana y sus alrededores	Iniciativa existente En Construcción	No cuenta con financiamiento	H. Ayuntamiento Othón P. Blanco SEDETUS SEMA SEDATU SEMARNAR	Largo	Agua Biodiversidad Espacio Público	Establecer el Humedal La Sabana como Área Natural Protegida Municipal (10m federación), propuesta ya realizada y en proceso de promoción con la presidencia municipal. Consolidación de la reserva al crear y promover el humedal como un corredor natural y/o Parque Ecológico.
3 Parque Ecológico Zazil	Av. Revolución frente al Aeropuerto de Chetumal		No cuenta con financiamiento	H. Ayuntamiento Othón P. Blanco	Corto plazo	Agua Biodiversidad Espacio Público	Espacio potencial verde para la renovación, creación de nuevos espacios y promoción en la localidad. En la actualidad Chetumal carece de áreas verdes, siendo el humedal y el parque Zazil los espacios más destacados, sin embargo, este último requiere mantenimiento y/o regeneración. Este parque es un hito importante, ya que se encuentra frente al aeropuerto de Chetumal y próximo a la Estación proyectada para el Tren Maya. Se prevé como la futura "entrada a la ciudad" por su relación con el aeropuerto y Tren Maya. Potencial para proyecto de movilidad en conjunto de uso como área verde.
4 Zoológico Payo Obispo	Av Insurgentes s/n, 17 de Octubre		No cuenta con financiamiento	H. Ayuntamiento Othón P. Blanco	Corto PlazoW	Agua Biodiversidad Espacio Público	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MMC PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

7.2

Criterios y sistema de puntuación

Criterios v Puntuación >	-2	-1	0	1	2
Beneficios Económicos	La medida supone más coste económico que beneficio o beneficia solo a un sector de la población.	Los beneficios económicos de la medida son menores que los costos o benefician solo a un sector de la población.	Los beneficios económicos de la medida no están claros o son iguales a los costos.	Los beneficios económicos de la medida son positivos y a corto plazo.	Los beneficios y co-beneficios económicos de la medida son muy positivos, se extienden a largo plazo y están repartidos igualmente a toda la población.
Beneficios Sociales	La medida impacta muy negativamente a un sector de la sociedad o beneficia exclusivamente a un sector de la sociedad.	La medida impacta negativamente a un sector de la sociedad o captura los beneficios a un sector de la sociedad.	El impacto social de la medida es neutro.	La medida afecta positivamente y generalmente a la población en asuntos como uso y disfrute de los ecosistemas, mejora en medios de vida, o mejora en resiliencia.	La medida afecta muy positivamente a toda la población incluyendo grupos marginalizados en asuntos como uso y disfrute de los ecosistemas, mejora en medios de vida, o mejora en resiliencia.
Beneficios Ambientales	La medida tiene un impacto neutro o la causalidad con un impacto positivo es incierta.	La medida tiene un impacto positivo a un grado de separación de los ecosistemas – disminuyendo la presión – y a largo plazo.	La medida tiene un impacto positivo a un grado de separación de los ecosistemas – disminuyendo la presión.	La medida tiene un impacto positivo en los ecosistemas y contribuye a la protección, conservación y restauración de ecosistemas y sus servicios ambientales.	La medida tiene un impacto muy positivo y directo en los ecosistemas mediante la protección, conservación y restauración de ecosistemas y sus servicios ambientales.
Robustez	La medida no tendrá un desempeño positivo en distintos escenarios climáticos futuros.	No está claro si la medida tendrá un desempeño positivo en una variedad de escenarios climáticos.	La medida tiene un impacto positivo a un grado de separación de los ecosistemas – disminuyendo la presión.	La medida tiene un desempeño positivo en ciertos escenarios climáticos futuros.	La medida tiene un desempeño muy positivo en una variedad de escenarios climáticos futuros.
Flexibilidad	Esta medida no es adaptable y supone la limitación de medidas futuras con un alto costo e impacto.	Esta medida se puede adaptar en cierta manera con un alto costo e impacto y/o supone la limitación de medidas futuras.	No está claro si la medida se puede adaptar o limita la implementación de otro tipo de medidas.	La medida puede ser adaptada, con cierta implicación en presupuesto e impactos. Esta medida no limita o suponen una baja limitación en la implementación de otro tipo de medidas.	La medida puede ser adaptada, extenderse, o ser añadida a otra acción futura con un bajo costo y escasos impactos ambientales, sociales y económicos. No limita la implementación de otro tipo de medidas.
Viabilidad Institucional	La medida no tiene respaldo institucional, líder, coordinación o capacidad para la implementación.	La medida cuenta con el respaldo de algunas de las agencias responsables de su implementación, pero no todas. Necesidad de generar apoyo, coordinación y liderazgo.	La medida es aceptada, pero requiere de coordinación entre agencias y no hay un líder claro. Necesidad de fortalecimiento de capacidades.	La medida es aceptada y existe voluntad de coordinación, pero no hay un líder de implementación claro. Es la primera vez que se implementa una medida de esta clase o se necesita de fortalecimiento de capacidades.	Hay un arreglo de implementación claro, liderazgo, coordinación y capacidad para la implementación. Esta medida ya se ha implementado o forma parte de un programa en implementación.
Viabilidad Financiera	Los costos son altos y no hay financiamiento identificado.	Los costos son altos y se tiene que buscar financiamiento, pero las fuentes están identificadas.	Los costos son altos y cuenta con cierto nivel de financiación. Existen otras fuentes de inversión, pero la accesibilidad de los fondos es incierta.	La medida es aceptada y existe voluntad de coordinación, pero no hay un líder de implementación claro. Es la primera vez que se implementa una medida de esta clase o se necesita de fortalecimiento de capacidades.	La medida tiene un bajo costo y cuenta con financiación pública o privada. La medida está preparada a nivel de concepto o cuenta con estudios que justifican su factibilidad.

Concreto Permeable EcoPerm



¿Qué es?

Solución de pavimentos de concreto permeable que permite la infiltración de aguas pluviales y minimiza el costo y mantenimiento a largo plazo para la gestión de aguas de lluvia en calles, estacionamientos y caminos.

Aplicaciones

- Estacionamientos
- Ciclovías
- Alrededores de piscinas



Beneficios

- Minimiza el impacto ambiental sobre el ciclo natural del agua.
- Ofrece un sistema de recarga natural de los mantos freáticos en entornos urbanos.
- Menor contaminación del agua pluvial, ya que actúa como un filtro natural.
- Acabados estéticos con apariencia homogénea y limpia.
- Reducción de costos debido a una menor necesidad de construir infraestructura de drenaje pluvial.
- Superficie sólida y sin pérdida de agregado en la superficie.
- Pavimentos más seguros debido a la reducción de encharcamientos.
- Menor riesgo de inundación repentina.

Características de desempeño

- Colocación: tiro directo.
- Tamaño Máximo del Agregado (TMA): 10 a 12 mm.
- Revenimiento: 0 cm.
- Masa unitaria: $1,500 \leq MU \leq 1,900 \text{ kg/m}^3$.
- Edad de garantía: 28 días.
- Resistencia a flexión: $20 \leq MR \leq 30 \text{ kg/cm}^2$.
- Permeabilidad: 200 a 1,000 l/m²/min.
- Porosidad (factor de vacíos): 20% a 25%.

Recomendaciones

- Indicar claramente en su pedido las características del concreto que requiere.
- Es muy importante observar prácticas constructivas adecuadas para la colocación, compactación y acabado del concreto.
- Para mejores resultados contactar a su Asesor Técnico local del Centro de Innovación Tecnológica para la Construcción (CiTeC).
- Póngase en contacto con su gestor de ventas para estudiar su proyecto de manera personalizada.

Servicio Técnico

Interior de la República: 800 427 2726
Zona Metropolitana,
Ciudad de México: 5724 0144
www.holcim.com.mx
www.solucionesconcretas.com.mx

Av. Prolongación Vasco de Quiroga 4800,
Torre II Oficina 101 Piso 1
Colonia Lomas de Santa Fe
C.P. 05300
Alcaldía Cuajimalpa



Los datos e instrucciones que damos en la presente ficha técnica están basados en experiencia y pruebas realizadas en nuestro Centro de Innovación Tecnológica para la Construcción (CiTeC), de acuerdo a normas vigentes. Los métodos de operación y condiciones en que se aplique el concreto o mortero en la obra están fuera del alcance de Holcim. Para obtener mejores resultados siga las recomendaciones y consulte a su Asesor Comercial para obtener el apoyo y la asesoría correspondiente.

Potencial aportación a la Certificación LEED®*

Si tu proyecto está buscando una certificación LEED® este producto puede contribuir hasta en 5 créditos
* LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) del USGBC (United States Green Building Council) Versión 3.

CRITERIOS DE ESCALAS DE OPERACIÓN

7.4

Tabla de escalas de operación

Escala	Criterios	Subcriterios	Descripción	Documentos de consulta
Escala territorial	Criterios para el ordenamiento y planeación estratégica	Identificación de corredores ecológicos	Precisar cuáles son las franjas de territorio que conectan áreas naturales o ecosistemas que permiten el flujo de especies y el intercambio de recursos genéticos entre ellos. Estos corredores actúan como corredores de vida, facilitando la movilidad y la dispersión de animales, plantas e incluso microorganismos, promoviendo así la diversidad biológica y contribuyendo a mantener los procesos ecológicos y los servicios ambientales.	Universidad Nacional Autónoma de México. (2020) <i>El Futuro de la Península de Yucatán</i> . https://www.youtube.com/watch?v=YNZs9W0QnpM
		Identificación y análisis de cuencas hidrográficas	La identificación y comprensión de las cuencas hidrológicas son cruciales para una gestión adecuada del agua, la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible en una región determinada. Al tener en cuenta el flujo y comportamiento del agua, se pueden tomar decisiones más informadas y responsables para asegurar un uso sostenible de este recurso.	Comisión Nacional del Agua. (2012) <i>Programa Hídrico Regional Visión 2030, Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán</i> . Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/12-sgp-17-12py.pdf
		Alineación y adecuación de la regulación del suelo	El suelo es un recurso fundamental que puede ser clasificado en función de las actividades que se llevan a cabo en él. Tiene una función social y una propiedad jurídica, siendo un bien que se ve directamente impactado por el crecimiento de las ciudades. Además, está estrechamente relacionado con la ubicación de los asentamientos humanos y juega un papel crucial en el desarrollo urbano. Se deben considerar la alineación con los planes de manejo y decretos cuando el sitio en cuestión forma parte de una área natural protegida o un sitio Ramsar. Si el territorio cuenta con un Programa de Ordenamiento Territorial y Ordenamiento Ecológico, es recomendable considerar lo estipulado en las UGAs (Unidades de Gestión Ambiental) y UGTs (Unidades de Gestión Territorial).	1. Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable, SEDATUS Quintana Roo [Archivo PDF] https://sedetus.gob.mx/pdu/PEOTEDUS_01-03-2022.pdf 2. Gobierno de México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Ayuntamiento del Municipio Othón P. Blanco (2015) <i>Programa de Ordenamiento Ecológico (POEL) Local del Municipio de Othón P. Blanco</i> . [Archivo PDF] http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/2017/05/TRANSPARENCIA/ecologia/POE_OPB_2015.pdf
Escala regional	Criterios para zonas de protección y conservación ambiental	Identificación y definición de las zonas de importancia ecológica	Para ello, es necesario identificar zonas de importancia ecológica, como ecosistemas frágiles, hábitats importantes, corredores biológicos, zonas de recarga de acuíferos y zonas de gran biodiversidad (de especies y/o genética). También es necesario identificar zonas donde haya especies endémicas, especies raras (o únicas) y especies vulnerables a algún grado de adversidad. Debido a su conservación y gestión sensata, estas regiones deben recibir una consideración especial en el programa.	Universidad Nacional Autónoma de México. (2020) <i>El Futuro de la Península de Yucatán</i> . https://www.youtube.com/watch?v=YNZs9W0QnpM
		Creación y gestión de áreas naturales protegidas y otros lugares de importancia ecológica	El establecimiento, mantenimiento y conservación de áreas protegidas y parques naturales en el territorio regional debe tomarse en consideración cuando se hayan reconocido las áreas de interés ecológico. A través de la preservación del paisaje, estas regiones apoyan la prestación de servicios ecológicos y el turismo.	Gobierno de México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2016) <i>Programa de Manejo: Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano</i> .
		Evaluación de la importancia del espacio, debido a su conectividad con otros espacios verdes	Analiza la conectividad ecológica entre diferentes áreas naturales, lo cual permite la movilidad de las especies y el intercambio genético. Para esta evaluación es importante tomar en cuenta el tamaño del parche, así como la distancia a otros espacios verdes.	Universidad Nacional Autónoma de México. (2020) <i>El Futuro de la Península de Yucatán</i> . https://www.youtube.com/watch?v=YNZs9W0QnpM

Escala	Criterios	Subcriterios	Descripción	Documentos de consulta
Escala regional		Análisis de la vulnerabilidad y riesgo a la que se enfrenta el ecosistema regional	Evalúa el impacto ambiental y el estado de conservación del ecosistema ante presiones naturales y de actividades antropogénicas. Una vez realizada la evaluación, se debe proponer medidas de mitigación de los impactos, así como su vulnerabilidad al cambio climático y los consecuentes eventos extremos.	Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable, SEDATUS Quintana Roo [Archivo PDF] https://sedetus.gob.mx/pdu/PEOTEDUS_01-03-2022.pdf
		Reconocimiento y preservación de los ecosistemas que ofrecen protección frente a riesgos medioambientales	Análisis respecto a la importancia de proteger lugares estratégicos o crear nuevos espacios verdes que propicien servicios ambientales que beneficien a la población, particularmente en la reducción de riesgos asociados a desastres naturales que tienen repercusiones sociales. Por ejemplo, la infraestructura verde está vinculada a prácticas de conservación del suelo en las que la vegetación preservada frena la erosión del suelo y mejora la calidad del aire y del agua.	Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable, SEDATUS Quintana Roo. <i>PEOTEDUS</i> [Archivo PDF] https://sedetus.gob.mx/pdu/PEOTEDUS_01-03-2022.pdf
Escala Urbana a. Ciudad	Criterios para zonas de intervención de suelo urbano	Análisis del contexto urbano para la prevención de riesgos por inundaciones	Se recomienda llevar a cabo un análisis exhaustivo del contexto urbano y natural de la ciudad, identificando las áreas que podrían beneficiarse en mayor medida de la infraestructura verde, como espacios públicos, parques, riberas de ríos, lagunas y áreas susceptibles a inundaciones.	Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, SEDATU (2011). <i>Atlas de riesgos naturales del municipio de Othón P. Blanco</i>
		Identificación de la concentración de actividades de impacto ambiental	Es recomendable la priorización de infraestructura verde en aquellos puntos críticos donde las islas de calor y las emisiones de gases de efecto invernadero sean más pronunciadas. Esto incluiría áreas con alta concentración de tráfico vehicular, zonas industriales y áreas urbanas densamente construidas que contribuyen significativamente al aumento de la temperatura superficial.	Ayuntamiento del Municipio de Othón P. Blanco (2021). <i>Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mahahual</i> (PDU 2021-2050)
		Identificación de oportunidades para establecer conexiones y continuidad de redes de infraestructura verde	Conformar una red de infraestructura verde que esté conectada y continua en toda la ciudad. Esto ayuda a maximizar los beneficios ecológicos y sociales y asegura que un mayor número de ciudadanos tengan acceso a estos espacios. Además de espacios públicos, se pueden considerar áreas urbanas subutilizadas o desaprovechadas. Estos espacios podrían incluir lotes baldíos, áreas degradadas o zonas industriales abandonadas. Al convertir estas áreas en espacios verdes, se puede mejorar significativamente la calidad de vida de los ciudadanos, aumentar la conectividad entre diferentes partes de la ciudad y fomentar la biodiversidad local.	ONU Hábitat. (2021). <i>Lineamientos de Diseño y Planificación Urbana: Criterios para el desarrollo sostenible del sureste de México</i> . [Página Web] https://onuhabitat.org.mx/ . https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Lineamientos-de-disen%C3o-y-planificacio%C3%81n-urbana.pdf
		Análisis del suministro de agua	La disponibilidad de agua es esencial para el establecimiento y el mantenimiento de áreas verdes y espacios naturales. Se debe buscar garantizar un suministro adecuado de agua para el riego de árboles, plantas y áreas verdes en general. De tal manera que, se pueden explorar soluciones de captación y reutilización de agua de lluvia para reducir la dependencia de recursos hídricos externos.	Comisión Nacional del Agua. (2012) <i>Programa Hídrico Regional Visión 2030, Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán</i> . Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/12-sgp-17-12py.pdf
		Alinear las propuestas de infraestructura verde con los criterios de planeación	Debe tomarse en cuenta lo establecido en Programas Municipales de Desarrollo Urbano, Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable, Perfiles y Estrategias de Resiliencia, Planes o Programas de Infraestructura y servicios urbanos, entre otros ordenamientos que pueden aplicar a la zona de estudio. Al tomar en cuenta los programas y estrategias existentes, se orienta a que los proyectos para que se desarrollen de manera integrada y coherente, maximizando su impacto positivo en el entorno urbano y la calidad de vida de sus habitantes.	Ayuntamiento del Municipio de Othón P. Blanco. (2021). <i>Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mahahual</i> (PDU 2021-2050)

Escala	Criterios	Subcriterios	Descripción	Documentos de consulta
Escala urbana b. Barrio	Criterios para zonas de intervención de suelo urbano	Análisis de microclimas	Análisis de los microclimas urbanos a nivel barrial, identificando áreas con altas temperaturas y concentraciones de emisiones. Esto permitirá priorizar la implementación de infraestructura verde en aquellos lugares en donde los parámetros de confort se ven más afectados por los microclimas.	
		Identificación de oportunidades para propuestas de micro movilidad sostenible	Con la finalidad de incentivar el uso de medios de transporte sostenibles y apegados a los criterios de accesibilidad universal, como movilidad peatonal y ciclista, mediante la creación de infraestructura adecuada, como ciclovías, peatonalización de calles y aceras seguras. Reducir el uso de vehículos motorizados contribuirá a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire.	BikeNCity [2022]. <i>REACTIVA Una estrategia integral para transformar las calles de México</i> . https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/710677/REACTIVA_MX_doc-final-LINK-LOW.pdf [p35]
		Alineación con los criterios de planeación	Para el establecimiento de propuestas de medidas y proyectos de infraestructura verde, se recomienda considerar lo establecido en Planes o Programas de Mejoramiento Barrial, Planes o Programas de Mejoramiento Comunitario, Planes Maestros y Planes Parciales.	Ayuntamiento de Othon P. Blanco, <i>Dirección de Espacios Públicos</i> . https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5141408
Escala urbana c. Calle	Criterios para zonas de intervención de suelo urbano	Análisis de los criterios de diseño y configuración del espacio público	Analizar la configuración física de las calles, aceras, emplazamiento del mobiliario urbano, vegetación, señalética y condiciones de accesibilidad universal, ya que se considera que los proyectos y medidas de infraestructura verde buscan mejorar la experiencia y calidad de vida de los ciudadanos. Al analizar y mejorar la configuración física de las calles y aceras, se crea un entorno más amigable y atractivo para los residentes y visitantes de los espacios que conforman la ciudad.	SEDATU. <i>Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas</i> . https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/509173/Manual_de_calles_2019.pdf2 .
		Análisis de las condiciones del drenaje pluvial a escala de calle	Es importante considerar el sistema de drenaje pluvial para evitar problemas de inundaciones y encharcamientos en las áreas verdes. La infraestructura verde puede ayudar a mejorar la gestión del agua de lluvia y reducir la escorrentía, lo que contribuye a la prevención de inundaciones y la recarga de acuíferos.	NACTO. (2019). <i>Urban Street Stormwater Guide</i> . https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/
		Alineación de los criterios de planeación	Para el establecimiento de propuestas de medidas y proyectos de infraestructura verde es recomendable considerar lo planteado en Programas o Manuales de Imagen Urbana, espacio público y Reglamentos de construcción.	Municipio de Othon P. Blanco. (2009). <i>Reglamento de imagen urbana del centro de población de Mahahual</i> . Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado el 19 de marzo de 2009
		Aplicación de análisis fitosanitario	Aplicación de la evaluación técnica para mantener la salud y la productividad de la vegetación para prevenir la propagación de enfermedades y plagas, proteger la biodiversidad vegetal y cumplir con regulaciones fitosanitarias. Su aplicación adecuada ayuda a garantizar el manejo sostenible de los recursos vegetales y contribuye a la seguridad alimentaria y ambiental.	FAO. <i>Manual de Inspección Fitosanitario</i> . https://www.sfe.go.cr/Publicaciones/Manual%20de%20inspecci%C3%B3n%20fitosanitaria%20de%20la%20FAO.pdf
		Aplicación de estudio de permeabilidad del suelo	La permeabilidad del suelo determina cómo el agua se infiltra o fluye a través del terreno. Un suelo permeable permite una mejor infiltración del agua de lluvia, lo que ayuda a evitar problemas de inundaciones y encharcamientos. Para proyectos de infraestructura verde que incluyen áreas verdes, jardines pluviales, y sistemas de drenaje sostenibles, es crucial conocer la permeabilidad del suelo para planificar adecuadamente cómo se gestionará el agua y el tipo de vegetación que se puede implementar.	FAO. <i>Permeabilidad del Suelo</i> . https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s09.htm

CRITERIOS PARA DEFINICIÓN DE PROYECTO(S) Y SU UBICACIÓN

7.5

CHETUMAL

Tabla de Caracterización

Aspectos ambientales		Aspectos de infraestructura y dinámicas urbanas	
Descripción: Recolección, procesamiento y análisis de información para identificar características y problemas ambientales, sus causas e impactos, permitiendo evaluar la magnitud de las alteraciones y afectaciones ambientales.		Descripción: Recolección, procesamiento y análisis de información para identificar las características urbanas y las dinámicas que la transforman.	
Específicos	Referencias cartográficas	Específicos	Referencias cartográficas
Topografía	INEGI (2000) Modelos Digitales de Elevación. Chetumal. INEGI Topografía. Recuperado el 12 de septiembre 2023: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825548896	Forma urbana y crecimiento de la ciudad	INEGI (2023) Censo de población y vivienda 2020. Recuperado el 12 de septiembre: https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/
Escorrentías	INEGI (1988) Conjunto de datos vectoriales de la carta de Aguas superficiales. INEGI Hidrología. Recuperado el 12 de septiembre 2023: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825683269	Ocupación de áreas de riesgo	Temas referentes al agua: Se recomienda descargar la información de las escorrentías del área de estudio (se obtiene de la página de INEGI: Hidrología) para contraponer dicha información con la posible existencia de asentamientos humanos en las zonas cercanas a esta.
Tipo de suelo y cobertura vegetal	INEGI (1985) Conjunto de datos vectoriales de la carta Edafológica. INEGI Edafología. Recuperado el 12 de septiembre 2023: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825677718	Áreas verdes	INEGI (2023) Información Topográfica E16A66 Chetumal. INEGI Topografía. Recuperado el 12 de septiembre: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463867067
Capacidad de cosecha de agua	Solicitar al ayuntamiento correspondiente información sobre infraestructura para los servicios básicos (agua, drenaje) para mapear zonas con deficit. Así mismo puede emplearse la información sobre servicios básico en vivienda del Censo INEGI 2020	Espacios públicos y equipamiento urbano	INEGI (2023) Censo de población y vivienda 2020. Recuperado el 12 de septiembre: https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/
Clima y precipitación	Vidal-Zepeda, R. (1990) Precipitación media anual. CONABIO Climatología. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/precip/precia4mgw	Vialidades y redes de movilidad	INEGI (2023) Censo de población y vivienda 2020. Recuperado el 12 de septiembre: https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/ Instituto Mexicano del Transporte (2022) Red Nacional de Caminos. Recuperado el 12 de septiembre: https://www.gob.mx/imt/acciones-y-programas/red-nacional-de-caminos
Ecosistemas y las presiones que reciben	CONABIO, (2018) Índice de impacto antropogénico. CONABIO Biodiversidad: Índice de capital natural. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidincanat/iiagw	Acceso al agua potable y gestión de residuos	Solicitar al ayuntamiento correspondiente información sobre infraestructura para los servicios básicos (agua, drenaje, electricidad, recolección de residuos sólidos) para mapear zonas con deficit. Así mismo puede emplearse la información sobre servicios básico en vivienda del Censo INEGI 2020.

Aspectos socioeconómicos y de calidad de vida <small>Descripción: Recolección, procesamiento y análisis de información acerca de factores sociodemográficos y socioeconómicos que desempeñan un papel importante en la percepción de calidad de vida.</small>	Aspectos de riesgos, vulnerabilidad y resiliencia <small>Descripción: Recolección, procesamiento y análisis de información para conocer el grado de resistencia y adaptabilidad de un sistema, subsistema o componente de un sistema ante problemas medioambientales.</small>																								
Específicos	Específicos																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="55 469 770 469"></th> <th data-bbox="770 469 1547 469">Referencias cartográficas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="55 550 770 620">Densidad de población</td> <td data-bbox="770 550 1547 620">INEGI (2020) Censo de población y vivienda 2020. Recuperado el 12 de septiembre: https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/</td> </tr> <tr> <td data-bbox="55 731 770 802">Marginación</td> <td data-bbox="770 731 1547 802">CONAPO (2020) Índices de marginación. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372</td> </tr> <tr> <td data-bbox="55 913 770 983">Asentamientos irregulares</td> <td data-bbox="770 913 1547 983">Información no disponible en medios públicos. Posibilidad de obtener dentro de dependencias gubernamentales correspondientes al área de estudio.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="55 1094 770 1165">Unidades económicas</td> <td data-bbox="770 1094 1547 1165">INEGI (2020) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.inegi.org.mx/app/descarga/default.html</td> </tr> </tbody> </table>		Referencias cartográficas	Densidad de población	INEGI (2020) Censo de población y vivienda 2020. Recuperado el 12 de septiembre: https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/	Marginación	CONAPO (2020) Índices de marginación. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372	Asentamientos irregulares	Información no disponible en medios públicos. Posibilidad de obtener dentro de dependencias gubernamentales correspondientes al área de estudio.	Unidades económicas	INEGI (2020) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.inegi.org.mx/app/descarga/default.html	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1560 469 2275 469"></th> <th data-bbox="2275 469 3030 469">Referencias cartográficas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1560 550 2275 620">Riesgos hidrometeorológicos:</td> <td data-bbox="2275 550 3030 620"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1560 620 2275 691"> a) Huracanes</td> <td data-bbox="2275 620 3030 691">CENAPRED (2010) Probabilidad de ocurrencia de huracanes. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/riesgo/riehidmet/pohuro4gw</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1560 792 2275 862"> b) Incremento del nivel del mar</td> <td data-bbox="2275 792 3030 862">Climate Central (2021) Riesgos costeros. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://coastal.climatecentral.org/map/11/-97.3758/27.7659/?theme=water_level&map_type=water_level_above_mhhw&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&water_level=3.0&water_unit=ft</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1560 1014 2275 1084">Riesgos geológicos</td> <td data-bbox="2275 1014 3030 1084"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1560 1084 2275 1155"> a) Fracturas</td> <td data-bbox="2275 1084 3030 1155">INEGI (2023) Conjunto de datos vectoriales Geológicos. INEGI Geología. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825236748</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1560 1276 2275 1346">Riesgos antropogénicos</td> <td data-bbox="2275 1276 3030 1346">N/D</td> </tr> </tbody> </table>		Referencias cartográficas	Riesgos hidrometeorológicos:		a) Huracanes	CENAPRED (2010) Probabilidad de ocurrencia de huracanes. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/riesgo/riehidmet/pohuro4gw	b) Incremento del nivel del mar	Climate Central (2021) Riesgos costeros. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://coastal.climatecentral.org/map/11/-97.3758/27.7659/?theme=water_level&map_type=water_level_above_mhhw&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&water_level=3.0&water_unit=ft	Riesgos geológicos		a) Fracturas	INEGI (2023) Conjunto de datos vectoriales Geológicos. INEGI Geología. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825236748	Riesgos antropogénicos	N/D
	Referencias cartográficas																								
Densidad de población	INEGI (2020) Censo de población y vivienda 2020. Recuperado el 12 de septiembre: https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/																								
Marginación	CONAPO (2020) Índices de marginación. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372																								
Asentamientos irregulares	Información no disponible en medios públicos. Posibilidad de obtener dentro de dependencias gubernamentales correspondientes al área de estudio.																								
Unidades económicas	INEGI (2020) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.inegi.org.mx/app/descarga/default.html																								
	Referencias cartográficas																								
Riesgos hidrometeorológicos:																									
a) Huracanes	CENAPRED (2010) Probabilidad de ocurrencia de huracanes. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/riesgo/riehidmet/pohuro4gw																								
b) Incremento del nivel del mar	Climate Central (2021) Riesgos costeros. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://coastal.climatecentral.org/map/11/-97.3758/27.7659/?theme=water_level&map_type=water_level_above_mhhw&basemap=roadmap&contiguous=true&elevation_model=best_available&water_level=3.0&water_unit=ft																								
Riesgos geológicos																									
a) Fracturas	INEGI (2023) Conjunto de datos vectoriales Geológicos. INEGI Geología. Recuperado el 12 de septiembre 2023 de: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825236748																								
Riesgos antropogénicos	N/D																								

Tabla de Criterios de análisis del territorio

Criterios	Subcriterios	Descripción	Documentos de consulta y/o referencias cartográficas
Servicios ecosistémicos	Biodiversidad	Distribución potencial y registros de presencia de especies, hábitats de especies en riesgo y prioritarias, recursos biológicos colectivos, agrobiodiversidad y agroecosistemas y el índice de capital natural de CONABIO, 2018.	"Sexto Informe Nacional de México ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica CONABIO. [2019]. Sexto Informe Nacional de México ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica . [Archivo PDF]. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/planeta/internacional/files//SPM_WEB_espanol_CLOSE.pdf
	Conectividad ecológica	Distribución potencial y registros de presencia de especies, hábitats de especies en riesgo y prioritarias, recursos biológicos colectivos, agrobiodiversidad y agroecosistemas y el índice de capital natural de CONABIO, 2018.	Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México. CONABIO Coordinación de Análisis Territorial [2015] http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidcbmm/bidcblim/bidcblarin/cb_2015gw
	Calidad de los ecosistemas	<p><u>Impacto Antropogénico</u> El Índice de Impacto Antropogénico es empleado para determinar el impacto que genera la actividad humana en los ecosistemas y analizar los cambios en la biodiversidad generados por el ser humano. El Índice de Impacto Antropogénico está basado en una relación de causa-efecto, que permite determinar la huella que deja la actividad humana en el medio ambiente. La forma en la que este índice mide es a partir de un rango de 0 a 1, estableciendo relaciones entre factores de amenaza y presión al mismo tiempo que considera la condición de la vegetación, cambios en los usos de suelo que a la par generan fragmentación en los ecosistemas (CONABIO, 2022).</p> <p><u>Integridad ecológica</u> Debido a que México es un país con gran diversidad biológica, por lo cual es relevante implementar índices que evalúen la situación del medio ambiente; el Índice de Integridad Ecológica de CONABIO [2021] permite visualizar la pérdida de los hábitats naturales, así como la capacidad de que un ecosistema se mantenga diverso, funcional y estable, de tal forma que tenga la capacidad de recuperarse de un estado de perturbación.</p> <p><u>Formación del suelo y prevención de la erosión</u> Integra una identificación de la composición, textura, estructura y nutrientes del suelo y cobertura vegetal: La vegetación juega un papel crucial en la prevención de la erosión del suelo. Evaluar la cobertura vegetal y la diversidad de especies en un área determinada puede proporcionar información sobre la capacidad de la vegetación para proteger el suelo y reducir la erosión. Además de considerar la edafología del territorio.</p> <p><u>Calidad del aire</u> Este subcriterio integra datos sobre el monitoreo de la calidad del aire del Instituto Nacional de Ecología y cambio climático en el territorio y la emisión de gases de efecto invernadero GEIs.</p>	<p>Mapa de impactos antropogénicos a la biodiversidad 2010 http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidcambglo/bidcginimh/mexbio2010gw</p> <p>Índice de Impacto Antropogénico. CONABIO [2018] http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidincanat/iagw</p> <p>Índice de Integridad Ecológica IIE. CONABIO [2018] http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidincanat/iiegw</p> <p>Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección de Geomática [2004] http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw Indicadores de la calidad de aire. INECC, SINAICA</p> <p>Indicadores de la calidad de aire. INECC, SINAICA https://sinaica.inecc.gob.mx/scica/</p>

Criterios	Subcriterios	Descripción	Documentos de consulta y/o referencias cartográficas
Resiliencia	Riesgos ambientales y vulnerabilidad	Identificación de los principales riesgos presentes en el territorio, clasificados en naturales: hidrometeorológicos y geológicos; antropogénicos: químico – tecnológicos, sanitario – ecológicos y socio organizativos.	<p>CONABIO geoportal http://geoportal.conabio.gob.mx/</p> <p>Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/</p>
	Exposición	Identificación de los sistemas expuestos y agentes reguladores. Los sistemas expuestos son las personas o los bienes materiales de los que depende la vida de las personas que son susceptibles a ser dañados por un evento peligroso. Cada peligro afecta en diferentes grados a diferentes sistemas esto de acuerdo con la naturaleza de la amenaza y su probabilidad de ocurrencia en un territorio dado (Pérez Padilla , 2019).	Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad. CENAPRED http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadores-municipales.html
	Demografía	La Comisión de Atención a Grupos Vulnerables de la LXII Legislatura, define a los Grupos Vulnerables como aquellos grupos de individuos, ya sea organizados o no, que debido a sus circunstancias permanentes o transitorias se encuentran en situaciones de riesgo, inseguridad, falta de protección y desventaja. Usualmente se reconocen aspectos como la edad, el género, el estado de salud, el estado civil y el origen étnico como las principales condiciones o características directamente relacionadas con la vulnerabilidad de las personas. De esta manera, se considera como vulnerables a diversos grupos de la población entre los que se encuentran: niños, mujeres, personas con discapacidad, personas adultas mayores y la población indígena.	Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. CENAPRED, Sistema Nacional de Protección Civil (2010) http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/SocioOrganizativo.pdf
	Accesos a servicios y equipamientos urbanos	Identificación de la derechohabencia a servicios de salud pública; acceso a equipamientos de salud y asistencia social, educación y cultura, recreación y deporte, administración y servicios urbanos, en función de lo estipulado en el Sistema Normativo de Equipamientos Urbanos de SEDESOL y la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEDATU-2022, Equipamiento en los instrumentos que conforman el Sistema General de Planeación Territorial. Clasificación, terminología y aplicación.	<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-002-SEDATU-2022, Equipamiento en los instrumentos que conforman el Sistema General de Planeación Territorial. Clasificación, terminología y aplicación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5662152&fecha=23/08/2022#gsc.tab=0</p> <p>SIC https://sic.cultura.gob.mx/datos.php</p> <p>Catálogo CLUES http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/clues_gobmx.html</p> <p>SIGED SEP https://siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html</p> <p>Registro Nacional de Infraestructura Deportiva CONADE https://sistemas.conade.gob.mx/ConsultaCenso2015/Index.aspx</p>

Criterios	Subcriterios	Descripción	Documentos de consulta y/o referencias cartográficas
Uso de suelo	Cambios en usos de suelo	Identificación del proceso de expansión de la mancha urbana y el cambio de usos de suelo relacionados a las actividades productivas del territorio.	Cambios acumulados de cobertura de suelo de 2005 a 2011. CONABIO (2020) http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/otras/cambiosgw
	Zonificación y normatividad	Identificación de las zonificación primaria (zonas urbanas, naturales y rurales) además de la normatividad aplicable al territorio o sitio de implementación.	Revisar zonificación primaria y secundaria en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, Plan Municipal de Ordenamiento Territorial o Plan Parcial correspondiente
	Infraestructura	Redes de infraestructura para los servicios básico como: agua y drenaje, electricidad, recolección de residuos sólidos, movilidad sostenible y transporte.	Solicitar al ayuntamiento correspondiente información sobre infraestructura para los servicios básicos (agua, drenaje, electricidad, recolección de residuos sólidos) para mapear zonas con deficit. Así mismo puede emplearse la información sobre servicios básico en vivienda del Censo INEGI 2020
	Vinculación con otros espacios públicos	Identificación de la oportunidad de conexión con la red de espacios públicos del territorio o sitio de implementación. Se propone considerar la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021, Espacios públicos en los asentamientos humanos. Donde se establecen los criterios para la definición de los distintos tipos de espacios públicos, además de la cobertura que pueden ofrecer en función de su superficie y cercanía con otros espacios públicos.	Se recomienda mapear los espacios públicos presentes en el marco geoestadístico de INEGI 2020 https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469
	Áreas verdes	De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), se requieren de al menos 16m2 de áreas verdes por habitante para garantizar su bienestar. Se recomienda cuantificar las superficies de áreas verdes por habitante para identificar que zonas del territorio o sitio de implementación requieren de áreas verdes.	Se recomienda mapear los espacios públicos presentes en el marco geoestadístico de INEGI 2020 https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469

GUÍA DE USO DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN

7.6

0. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos con la información correspondiente a cada proyecto a priorizar o evaluar.

Filtro IV con base en definición de la GIZ (Sí/NO) Filtro para conocer si los proyectos son o cuentan con medidas de infraestructura verde y pueden proceder a ser evaluados.

Filtro caracterización e identificación de problemáticas y oportunidades (Sí/NO) Filtro para conocer si el proyecto cuenta con la caracterización e identificación de problemáticas y oportunidades que se sugiere en la ruta crítica.

Eje temático principal (IV) Eje de infraestructura verde de mayor relevancia en el proyecto y las medidas que contempla [agua, biodiversidad, espacio público, movilidad].

Eje temático secundario (IV) Eje o ejes secundarios de infraestructura verde que el proyecto contempla, aparte del eje principal [agua, biodiversidad, espacio público, movilidad].

Temporalidad de la medida Transcurso en el que se llevará a cabo el proyecto, puede variar en dependencia del estado en el que se encuentre.

Escala de la medida Escala de la medida, en proporción al tamaño y a la población beneficiada directamente.

Plazo de implementación Momento y en que se cree viable que la implementación del proyecto se lleve a cabo.

metros cuadrados / ha / metros lineales Tamaño del proyecto.

Estado Estado en el que se encuentra el proyecto [fase inicial, proyecto conceptual, proyecto arquitectónico, proyecto ejecutivo, proyecto en construcción, proyecto construido]

Costo calculado Costo que el proyecto va a representar.

Definición de IV: sistema de infraestructura que fortalece los socioecosistemas para hacer frente al cambio climático, mediante la implementación de iniciativas multifuncionales de planeación, gestión y diseño urbano que abordan diversas escalas. Se constituye por redes que integran estrategias y proyectos basados en la naturaleza para proveer servicios ecosistémicos y múltiples beneficios [Magaña Rodríguez, Tudela Rivadeneira, et al., 2021,p.20].

1. INDICACIONES GENERALES

Indicaciones generales:

Para evaluar proyectos nuevos: Llena los campos correspondientes, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los criterios de viabilidad institucional, viabilidad financiera, dimensión económica, dimensión social, dimensión ambiental, robustez y flexibilidad.

Para evaluar proyectos existentes: Llena los campos correspondientes, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los criterios de dimensión económica, dimensión social, dimensión ambiental, robustez, flexibilidad, localización y calidad del espacio público.

Al finalizar la calificación de todos los subcriterios, se suman y multiplican por el peso que aplica a cada criterio y se obtiene el promedio.

2. VIABILIDAD INSTITUCIONAL

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de viabilidad institucional

Agenda local (quien la esta llenando, dependerá de la agenda) Se relaciona con los objetivos que los sectores tengan de las prioridades establecidas.

Alineación con agenda gobal Alineación de la intervención o proyecto con los ODS, agenda urbana, entre otros.

Actores y aliados definidos Actores y aliados del sector público y/o privado definidos e involucrados en la implementación del proyecto.

Rúbrica VIABILIDAD INSTITUCIONAL

2	1	0	-1	-2
- Se relaciona con los objetivos que los sectores y cada uno de los consejos referentes a los proyectos tengan de las prioridades establecidas de la agenda local. - La intervención o proyecto se alinea considerablemente con los ODS, agenda urbana, entre otros. - Hay un arreglo de implementación claro, liderazgo, coordinación capacidad para la implementación. Esta medida ya se ha implementado o forma parte de un programa en implementación.	- Se relaciona con algunos de los objetivos que los sectores y cada uno de los consejos referentes a los proyectos tengan de las prioridades establecidas en la agenda local. - La intervención o proyecto se alinea parcialmente con los ODS, agenda urbana, entre otros. - La medida es aceptada y existe voluntad de coordinación, pero no hay un líder de implementación claro. Es la primera vez que se implementa una medida de fortalecimiento de capacidades.	- No es claro si se relaciona con los objetivos que los sectores y cada uno de los consejos referentes a los proyectos tengan de las prioridades establecidas en la agenda local. - No es claro, si la intervención o proyecto se alinea con los ODS, agenda urbana, entre otros. - La medida es aceptada, pero requiere de coordinación entre agencias y no hay un líder claro. Necesidad de fortalecimiento de capacidades.	- No se relaciona con los objetivos que los sectores y cada uno de los consejos referentes a los proyectos tengan de las prioridades establecidas en la agenda local. - La intervención o proyecto no se alinea con los ODS, agenda urbana, entre otros. - La medida cuenta con el respaldo de algunas de las agencias responsables de su implementación, pero no todas. Necesidad de generar apoyo, coordinación y liderazgo.	- Se contraponen con los objetivos que los sectores y cada uno de los consejos referentes a los proyectos tengan de las prioridades establecidas en la agenda local. - La intervención o proyecto se contraponen con los ODS, agenda urbana, entre otros. - La medida no tiene respaldo institucional, líder, coordinación o capacidad para la implementación.

Ponderación VIABILIDAD INSTITUCIONAL

Todos los subcriterios de viabilidad institucional tienen un peso de 0.6 pts.

Ejemplo de evaluación de VIABILIDAD INSTITUCIONAL

Viabilidad institucional

Agenda local Alineación con Agenda global Actores y aliados definidos

Puntuación de viabilidad institucional

Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados

..... 2 2 1 EJ: $[(2+2+1)*0.6]/3=1$ 1

3. VIABILIDAD FINANCIERA

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de viabilidad financiera.

Mecanismos de financiamiento

Disponibilidad de recursos, la madurez del mecanismo de financiamiento, y rapidez para acceder a los recursos

Rúbrica VIABILIDAD INSTITUCIONAL

2	1	0	-1	-2
- La medida tiene un bajo costo y cuenta con financiamiento público o privado. La medida está preparada a nivel de concepto o cuenta con estudios que justifican su factibilidad.	- La medida tiene un costo razonable y cuenta con cierto financiamiento público o privado. Necesidad de buscar fondos, pero los fondos están identificados y el acceso es razonable.	- Los costos son altos y cuenta con cierto nivel de financiamiento. Existen otras fuentes de inversión, pero la accesibilidad a los fondos es incierta.	- Los costos son altos y se tiene que buscar financiamiento pero las fuentes están identificadas.	- Los costos son altos y no hay financiamiento identificado.

Ponderación VIABILIDAD INSTITUCIONAL

Todos los subcriterios de viabilidad institucional tienen un peso de 0.6 pts.

Ejemplo de evaluación de VIABILIDAD FINANCIERA

Viabilidad financiera

Mecanismos de financiamiento

Puntuación de viabilidad financiera

Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados

..... 1 EJ: $(1*0.6)/1=0.6$ 0.6

4. DIMENSIÓN ECONÓMICA

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de la dimensión económica.

Generación de empleo

Empleos que el proyecto pueda generar.

Mantenimiento

Costo de mantenimiento del proyecto o medida una vez finalizado.

Población o actores sociales beneficiados por el proyecto o intervención

Los beneficios que la medida proporciona a la sociedad, una vez considerados los costos.

Rúbrica DIMENSIÓN ECONÓMICA

2	1	0	-1	-2
- El proyecto o medida genera empleos durante su desarrollo y una vez finalizado. - El costo de mantenimiento del proyecto o medida está planificado y es de bajo costo. - Los beneficios y co-beneficios económicos de la medida son muy positivos, se extienden a largo plazo y están repartidos igualmente a toda la población.	- El proyecto o medida genera empleos durante su desarrollo o una vez finalizado - El costo de mantenimiento del proyecto o medida es de bajo a medio, una vez finalizado. - Los beneficios económicos de la medida son positivos y a corto plazo, se identifican los beneficios que la medida proporciona a la sociedad, una vez considerados los costos.	- No es claro si el proyecto o medida podría generar empleos durante su desarrollo y/o una vez finalizado. - No se ha identificado cual es el costo de mantenimiento del proyecto o medida una vez finalizado. - Los beneficios económicos de la medida no están claros o son iguales a los costos, no son claros los beneficios que la medida proporciona a la sociedad, una vez considerados los costos.	- El proyecto o medida no genera empleos durante su desarrollo. - El costo de mantenimiento del proyecto o medida es alto una vez finalizado. - Los beneficios económicos de la medida son menores que los costos o benefician solo a un sector de la población.	- El proyecto o medida no genera empleos durante su desarrollo ni una vez finalizado. - No se asume el costo del mantenimiento del proyecto o medida una vez finalizado. - La medida supone más costo económico que beneficio o beneficia solo a un sector de la población

Ponderación DIMENSIÓN ECONÓMICA

Todos los subcriterios de dimensión económica tienen un peso de 0.9 pts.

Ejemplo de evaluación de DIMENSIÓN ECONÓMICA

Dimensión económica

Generación de empleo Costos de mantenimiento Población o actores sociales beneficiados por el proyecto o intervención

Puntuación de dimensión económica

Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados

..... 0 1 2 EJ: $[(0+1+2)*0.9]/3=0.9$ 0.9

5. DIMENSIÓN SOCIAL

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de la dimensión social.

Número de beneficiarios directos

Relación con el numero de personas a las cuales beneficia el proyecto directamente.

Número de beneficiarios indirectos

Relación con el numero de personas a las cuales beneficia el proyecto indirectamente.

Población vulnerable beneficiada

El criterio pretende asignar una distinción mayor a proyectos en zonas con carencias socioeconómicas. Según el CONEVAL la población vulnerable incluye a la población cuyo ingreso es igual o inferior a la línea de bienestar, así como la población que presenta carencias sociales. La ONU define a niñas/os en situación de calle, migrantes, personas con discapacidad, adultos mayores, población LGBTQIA+ y población indígena, etc.

Participación social	Incorporación de la ciudadanía o población cercana al sitio de implementación en la toma de decisiones.
Apropiación social	Sentimiento de pertenencia por parte de la sociedad y su conexión con el territorio, propician la apropiación y cuidado de los espacios por parte de la ciudadanía.
Salud física y mental	Beneficios a la salud que el proyecto puede generar

Rúbrica DIMENSIÓN SOCIAL

2	1	0	-1	-2
<ul style="list-style-type: none"> - La medida beneficia muy positivamente a la población asociada al proyecto directa e indirectamente, incluyendo grupos marginalizados en asuntos como uso y disfrute de los ecosistemas, mejora en medios de vida, o mejora en resiliencia. - Incorpora a la ciudadanía y población cercana al sitio de implementación en la toma de decisiones. - Genera un sentimiento de pertenencia por parte de la sociedad y su conexión con el territorio, propician la apropiación y cuidado de los espacios por parte de la ciudadanía. - Los beneficios a la salud que el proyecto puede generar son claros y altos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida afecta positivamente a la población asociada al proyecto directamente, incluye grupos marginalizados en asuntos como uso y disfrute de los ecosistemas, mejora en medios de vida, o mejora en resiliencia. - Incorpora algunos sectores de la ciudadanía o población cercana al sitio de implementación en la toma de decisiones. - El proyecto puede generar y propiciar cierto grado de apropiación y cuidado de los espacios por parte de la ciudadanía. - Se identifican algunos beneficios a la salud que el proyecto puede generar. 	<ul style="list-style-type: none"> - El impacto social de la medida es neutro, no se ha identificado si incluye grupos marginalizados en asuntos como uso y disfrute de los ecosistemas. - No está claro si incorpora a la ciudadanía en la toma de decisiones. - No es claro si existe la posibilidad de generar un sentimiento de pertenencia por parte de la sociedad. - No son claros los beneficios a la salud que el proyecto puede generar. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida impacta negativamente a un sector de la sociedad o captura los beneficios a un sector de la sociedad. - No incorpora a la ciudadanía en la toma de decisiones. - No se percibe la posibilidad de generar un sentimiento de pertenencia por parte de la sociedad. - Los beneficios a la salud que el proyecto puede generar son bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida impacta muy negativamente a uno o varios sectores de la sociedad. - No incorpora a la ciudadanía en la toma de decisiones y se contraponen a exigencias sociales. - La medida no genera un sentimiento de pertenencia por parte de la sociedad. - Los beneficios a la salud que el proyecto puede generar son nulos.

Ponderación DIMENSIÓN SOCIAL

Todos los subcriterios de dimensión social tienen un peso de 1 pto.

Ejemplo de evaluación de DIMENSIÓN SOCIAL

Dimensión social						Puntuación de dimensión social	
Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos	Población vulnerable beneficiada	Participación social	Apropiación social	Salud física y mental	Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados	
..... 1 0 1 0 1 2	EJ: $[(1+0+1+0+1+2)*1/6]=0.5$ 0.5	

6. DIMENSIÓN AMBIENTAL

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de la dimensión ambiental.

Ecosistemas y servicios ecosistémicos	La medida tiene un impacto en los ecosistemas mediante la protección, conservación y restauración de ecosistemas y sus servicios ambientales.
Infraestructura verde	Relación con el número de personas a las cuales beneficia el proyecto indirectamente.
Porcentaje de terreno natural del proyecto	Promueve que no se desmonte el área natural, ayuda a reducir tasas prediales.
Selección de paleta vegetal de bajo mantenimiento y riego	El proyecto implementa una vegetación adecuada, de preferencia nativa, que requiera bajo riego.
Superficies permeables	El proyecto considera pavimentos permeables en su implementación. Los pavimentos son continuos o modulares y dejan pasar el agua, permiten que se infiltre o sea captada y retenida para su posterior reutilización o evacuación.
Fomento de prácticas sostenibles	Acciones que ayudan a reducir el impacto negativo a nivel ambiental que se derivan de prácticas productivas o hábitos
Conservación de la biodiversidad (Fomento de fauna deseable - polinizadores, aves, protege alguna especie nativa o protegida, etc.-)	El proyecto no constituye una barrera para los desplazamientos de la fauna silvestre. Fomenta la aparición de polinizadores y aves endémicas y migratorias.

Rúbrica DIMENSIÓN AMBIENTAL

2	1	0	-1	-2
<ul style="list-style-type: none"> - La medida tiene un impacto muy positivo y directo en los ecosistemas mediante la protección, conservación y restauración de ecosistemas y sus servicios ambientales. - El proyecto incluye soluciones basadas en la naturaleza dentro de su propuesta. - El proyecto contempla que no se desmonte el área natural, conservando el mayor porcentaje posible de área natural. - El proyecto implementa una vegetación adecuada y nativa, que requiere bajo riego. - El proyecto considera pavimentos permeables en su implementación, dejan pasar el agua, permiten que se infiltre o sea captada y retenida para su posterior reutilización o evacuación. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida tiene un impacto positivo en los ecosistemas y contribuye a la protección, conservación y restauración de ecosistemas y sus servicios ambientales. - El proyecto incluye algunas soluciones basadas en la naturaleza dentro de su propuesta. - El proyecto contempla que no se desmonte un gran porcentaje del área natural. - El proyecto implementa una vegetación adecuada nativa y exótica adaptada a la zona de implementación. - El proyecto considera parcialmente el uso de pavimentos permeables, estos dejan pasar el agua y permiten que se infiltre. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida tiene un impacto positivo a un grado de separación de los ecosistemas - disminuyendo la presión. - No está claro el impacto y/o efectividad de las soluciones basadas en la naturaleza que el proyecto contempla. - No está claro el porcentaje de desmonte del área natural. - No está claro si la vegetación propuesta en el proyecto es la adecuada a su entorno. - El proyecto considera el uso de pavimentos permeables en pocas secciones, limitando la infiltración del agua. - No está claro si proyecto implementa acciones que ayudan a reducir el impacto negativo a nivel ambiental que se derivan de prácticas productivas o hábitos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida tiene un impacto neutro o la causalidad con un impacto positivo es incierta. - El proyecto incluye soluciones basadas en la naturaleza inadecuadas para su contexto de implementación. - El proyecto contempla el desmonte del área natural en porcentajes similares al área construida. - El proyecto implementa una vegetación inadecuada para la zona de implementación. - El proyecto no considera el uso de pavimentos permeables. - El proyecto implementa pocas acciones que ayudan a reducir el impacto negativo a nivel ambiental que se derivan de prácticas productivas o hábitos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida tiene un impacto negativo en los ecosistemas. - El proyecto incluye pocas soluciones basadas en la naturaleza y son inadecuadas para su contexto de implementación. - El proyecto contempla el desmonte del área natural en gran medida. - El proyecto implementa una vegetación escasa e inadecuada para la zona de implementación. - El proyecto no considera el uso de pavimentos permeables. - El proyecto no implementa acciones que ayudan a reducir el impacto negativo a nivel ambiental que se derivan de prácticas productivas o hábitos.

Rúbrica DIMENSIÓN AMBIENTAL

2	1	0	-1	-2
- El proyecto implementa acciones que generan un impacto positivo a nivel ambiental promoviendo prácticas productivas o hábitos favorables. - El proyecto contribuye a la conectividad para los desplazamientos de la fauna silvestre. Fomenta la aparición de polinizadores y aves endémicas y migratorias.	- El proyecto implementa acciones que ayudan a reducir el impacto negativo a nivel ambiental que se derivan de prácticas productivas o hábitos. - El proyecto no constituye una barrera para los desplazamientos de la fauna silvestre.	- No está claro si el proyecto constituye una barrera para los desplazamientos de la fauna silvestre.	- El proyecto constituye una barrera para los desplazamientos de la fauna silvestre en cierta medida.	- El proyecto constituye una barrera para los desplazamientos de la fauna silvestre.

Ponderación DIMENSIÓN AMBIENTAL

Todos los subcriterios de dimensión ambiental tienen un peso de 1.3 pts.

Ejemplo de evaluación de DIMENSIÓN AMBIENTAL

Dimensión ambiental

Ecosistemas y servicios ecosistémicos	Infraestructura Verde	Paleta vegetal de bajo mantenimiento y riego	% de terreno natural del proyecto	Superficies permeables	Fomento de prácticas sostenibles
2	1	2	0	1	2

Puntuación de dimensión ambiental

Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados

o 1 EJ: $[(2+1+2+0+1+2+1)*1.3]/7=1.7$ 1.7

7. ROBUSTEZ

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de robustez.

Capacidad adaptativa ante el cambio climático	Desempeño de la medida o proyecto en la adaptabilidad frente a una variedad de escenarios climáticos futuros.
Replicabilidad	Capacidad de la medida o proyecto de ser replicada siguiendo ciertos criterios.

Rúbrica ROBUSTEZ

2	1	0	-1	-2
- La medida tiene un desempeño muy positivo en una variedad de escenarios climáticos futuros. - La medida puede ser replicada fácilmente, siguiendo ciertos criterios.	- La medida tiene un desempeño positivo en ciertos escenarios climáticos futuros. - La medida puede ser replicada siguiendo ciertos criterios y con algunas adecuaciones.	- No está claro si la medida tendrá un desempeño positivo en una variedad de escenarios climáticos. - No está claro si la medida puede ser replicada.	- La medida no tendrá un desempeño positivo en distintos escenarios climáticos futuros. - La medida puede ser parcialmente replicada, pero representando menores beneficios.	- La medida supone un desempeño negativo en distintos escenarios climáticos futuros. - La medida no puede ser replicada.

Ponderación ROBUSTEZ

Todos los subcriterios de robustez tienen un peso de 1.1 pts.

Ejemplo de evaluación de ROBUSTEZ

Robustez

Capacidad adaptativa ante el cambio climático Replicabilidad

..... -2 1 EJ: $[(-2+1)*1.1]/2=-0.6$ -0.6

Puntuación de robustez

Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados

8. FLEXIBILIDAD

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de flexibilidad.

Adaptabilidad de las medidas o proyectos	La medida puede ser adaptada, puede extenderse o añadirse a a otra acción futura con un bajo costo y escasos impactos ambientales, sociales y económicos.
Programación flexible	El proyecto tiene la capacidad de cambiar su uso/programa sin necesidad de hacer cambios significativos a su estructura.

Rúbrica FLEXIBILIDAD

2	1	0	-1	-2
- La medida puede ser adaptada, puede extenderse, ser abandonada o añadida a otra acción futura con un bajo costo y escasos impactos ambientales, sociales y económicos. Esta medida no limita la implementación de otro tipo de medidas.	- La medida puede ser adaptada, con cierta implicación en presupuesto e impactos. Esta medida no limita o suponen una baja limitación en la implementación de otro tipo de medidas.	- No está claro si la medida se puede adaptar o limita la implementación de otro tipo de medidas.	- Esta medida se puede adaptar en cierta manera con un alto costo e impacto y/o supone la limitación de medidas futuras.	- Esta medida no es adaptable y supone la limitación de medidas futuras con un alto costo e impacto.

Ponderación FLEXIBILIDAD

Todos los subcriterios de flexibilidad tienen un peso de 0.8 pts.

Ejemplo de evaluación de FLEXIBILIDAD

Flexibilidad

Adaptabilidad de las medidas o proyectos Programación flexible

..... 0 1 EJ: $[(0+1)*0.8]/2=0.4$ 0.4

Puntuación de flexibilidad

Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados

9. LOCALIZACIÓN

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de la localización.

Uso de suelo	Determina las actividades permitidas al interior de un predio. Los Programas de Desarrollo Urbano y Parciales de Desarrollo Urbano establecen los usos de suelo permitidos en cada demarcación territorial. Se busca la variedad de usos de suelo.
Vocación del espacio en relación al contexto	Caracter propio de un lugar determinado, ya sea por sus características geográficas, usos y funciones y criterios con los que fue concebido.
Riesgo por inundación y escurrimientos	El proyecto se ubica en una zona que corre riesgo por inundaciones y escurrimientos pluviales que podrían aprovecharse ya sea para la infiltración, cosecha o almacenamiento de agua.
Densidad de población	Cantidad de personas que en promedio habitan por unidad de superficie, usualmente por kilómetros cuadrados.
Equipamiento y servicios en la zona de implementación	En los alrededores del proyecto hay equipamientos y acceso a servicios básicos.
Acceso a TP y movilidad sustentable	La zona de implementación del proyecto cuenta con rutas de transporte público y permite la movilidad sostenible (Infraestructura ciclista y/o peatonal).
Espacios abiertos y verdes para el esparcimiento	La zona de implementación del proyecto cuenta con espacios abiertos y verdes para la recreación y el esparcimiento en un buffer de 500 m.
Conectividad y vinculación con otros espacios públicos	El proyecto presenta la posibilidad de conectarse o vincularse con otros proyectos de características similares (generación de redes).

Rúbrica LOCALIZACIÓN

2	1	0	-1	-2
- La medida favorece, considerablemente, la diversidad de usos, actividades y propicia redes de conectividad. - La medida responde al contexto en el que se ubica atendiendo principalmente zonas de riesgo por inundación y zonas densamente pobladas.	- La medida favorece, en cierta medida, la diversidad de usos y actividades. - La medida responde, en cierto grado, al contexto en el que se ubica atendiendo principalmente zonas de riesgo por inundación y zonas densamente pobladas.	- No está claro si la medida favorece la diversidad de usos y actividades. - No está claro si la medida responde en alguna medida al contexto en el que se ubica. - La medida se ubica en una zona que cuenta con equipamientos y servicios, pero no es claro si se vincula a la propuesta.	- La medida favorece la diversidad de usos y actividades, pero no responde al contexto donde se ubica. - La medida no se ubica en una zona que cuenta con equipamientos y servicios, pero en su propuesta atiende esta carencia.	- La medida no responde al contexto en el que se ubica, ni favorece diversidad de usos y actividades. - La medida no se ubica ni vincula con zonas que cuenten con equipamientos, espacios públicos, ni zonas que contemplen movilidad sostenible y no promueve ninguna estrategia que atienda estas carencias.

2	1	0	-1	-2
- La medida se ubica en una zona que cuenta con equipamientos y servicios, vinculándose e incluyéndolos en su propuesta. - La medida se ubica en una zona que contempla la movilidad sostenible y se vincula a esta estrategia. - La medida se ubica en una zona que cuenta espacios abiertos y verdes, generando redes y vinculándose a la estrategia.	- La medida se ubica en una zona que cuenta con equipamientos y servicios, son considerados indirectamente en la propuesta. - La medida se ubica en una zona que contempla la movilidad sostenible, son considerados indirectamente en la propuesta. - La medida se ubica en una zona que cuenta espacios abiertos y verdes, son considerados indirectamente en la propuesta.	- La medida se ubica en una zona que contempla la movilidad sostenible, pero no es claro si se vincula a la propuesta. - La medida se ubica en una zona que cuenta espacios abiertos y verdes, pero no es claro si se vincula a la propuesta.	- La medida no se ubica en una zona que contempla la movilidad sostenible, pero en su propuesta atiende esta carencia. - La medida no se ubica en una zona que cuenta espacios abiertos y verdes, pero en su propuesta atiende esta carencia.	

Ponderación LOCALIZACIÓN

Todos los subcriterios de localización tienen un peso de 0.9 pts.

Usos de suelo	Vocación del espacio en relación al contexto	Riesgo por inundación y escurrimientos	Densidad de población	Equipamiento y servicios en la zona de implementación	Acceso a TP y movilidad sustentable
1	-1	0	-1	0	1
Puntuación de localización Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados EJ: $[(1+(-1)+0+(-1)+0+1+0+2)*0.9]/8=0.2$					0.2

10. CALIDAD DEL ESPACIO PÚBLICO

Indicaciones de llenado: Llena los siguientes campos, calificando del 2 al -2, tomando en cuenta la rúbrica y ponderación para los subcriterios de calidad del espacio público.

Accesibilidad universal	El proyecto permite que todas las personas puedan participar de manera autónoma y con las mismas oportunidades.
Iluminación / mobiliario urbano / señalética	El espacio cuenta con buena iluminación, mobiliario urbano y señaléticas para movilidad motorizada y no motorizada, así como de ubicación de sitios de interés
Percepción de seguridad ante el crimen	Sensación que tiene la población de ser víctima de algún hecho delictivo o evento que pueda atentar contra su seguridad, integridad física o moral, vulnerar sus derechos y conlleve al peligro, daño o riesgo.
Percepción de seguridad vial	Presencia o ausencia de medidas adoptadas para reducir el riesgo de lesiones y muertes causadas por el tránsito

Componente educativo o cultural	El espacio tiene componentes educativos o culturales [pueden ser acerca de los proyectos y sus beneficios, vegetación, sitios donde se ubican, entre otros].
Inclusión	El espacio presenta una variedad de visitantes y de actividades.
Confort térmico	El espacio presenta medidas para reducir el efecto de isla de calor [techumbres, vegetación].
Gestión de residuos	El espacio cuenta con un buen manejo de residuos y contempla el reciclaje de residuos.
Drenaje pluvial	El proyecto y la zona de implementación cuentan con instalaciones que recolectan agua de escorrentía de precipitaciones pluviales permitiendo su recolección y evitar daños materiales y humanos.

Rúbrica CALIDAD DEL ESPACIO PÚBLICO

2	1	0	-1	-2
<ul style="list-style-type: none"> - El espacio favorece y promueve la permanencia y participación de todas las personas en el y contiene componentes educativos, culturales y de accesibilidad. - El espacio cuenta con buena iluminación, mobiliario urbano y señalética adecuada. - La percepción de seguridad ante el crimen es muy positiva. - La percepción de seguridad vial es muy positiva. - El espacio cuenta con medidas para ofrecer sombras y para reducir el efecto de isla de calor. - El espacio cuenta con una buena gestión de residuos y su reciclaje. - El espacio cuenta con una buena gestión de aguas pluviales en caso de precipitación. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida favorece, en cierta medida, la permanencia de todas las personas en el y contiene componentes educativos, culturales y de accesibilidad. - El espacio cuenta con cierta iluminación, mobiliario urbano y señalética. - La percepción de seguridad ante el crimen es positiva. - La percepción de seguridad vial es positiva. - El espacio cuenta con algunas medidas para ofrecer sombras y para reducir el efecto de isla de calor. - El espacio cuenta con una gestión de residuos. - El espacio cuenta con una gestión de aguas pluviales en caso de precipitación. 	<ul style="list-style-type: none"> - No es claro si la medida favorece la permanencia de las personas. - El espacio cuenta con iluminación, mobiliario urbano y señalética en necesidad de rehabilitación. - La percepción de seguridad ante el crimen no es clara. - La percepción de seguridad vial no es clara. - El espacio cuenta con pocas medidas para ofrecer sombras. - No es claro si el espacio cuenta con una gestión de residuos adecuada. - No es claro si el espacio cuenta con una gestión de aguas pluviales adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida no favorece la permanencia de las personas, pero contempla componentes educativos y/o culturales en su propuesta. - El espacio cuenta con iluminación, mobiliario urbano y señalética inadecuada. - La percepción de seguridad ante el crimen es negativa. - La percepción de seguridad vial es negativa. - El espacio no cuenta con algunas medidas para ofrecer sombras, pero si con cierta vegetación para reducir el efecto de isla de calor. - El espacio no cuenta con una gestión de residuos adecuada. - El espacio no cuenta con una adecuada gestión de aguas pluviales en caso de precipitación. 	<ul style="list-style-type: none"> - La medida no favorece la permanencia de las personas, ni contiene componentes educativos o culturales en su propuesta. - El espacio no cuenta con iluminación, mobiliario urbano y señalética. - La percepción de seguridad ante el crimen es muy negativa. - La percepción de seguridad vial es muy negativa. - El espacio no cuenta con algunas medidas para ofrecer sombras, ni para reducir el efecto de isla de calor. - El espacio no cuenta con una gestión de residuos. - El espacio no cuenta con una gestión de aguas pluviales en caso de precipitación.

Ponderación LOCALIZACIÓN

Todos los subcriterios de calidad del espacio público tienen un peso de 0.9 ptos.

Accesibilidad universal	Iluminación / mobiliario urbano / señalética	Percepción de seguridad ante el crimen	Percepción de seguridad vial	Componente educativo o cultural	Inclusión (variedad de visitantes y de actividades)
2	2	1	0	1	2
Confort térmico	Gestión de residuos	Drenaje pluvial	Puntuación de calidad del espacio público Cada uno de los puntajes otorgados se multiplica por el peso que le corresponde y se divide entre la cantidad de subcriterios evaluados		
1	2	1	EJ: $[(2+2+1+0+1+2+1+2+1)*0.9]/9=1.2$		
			1.2		

MATRIZ BASE DE EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

Calificación de criterios según el estado del proyecto
 Nuevas iniciativas
 Proyectos existentes

7.7

Características generales												
Categoría del proyecto	Nombre de la medida o proyecto	Filtro IV con base en definición de la GIZ. (Sí/NO)	Cumple con la caracterización e identificación de problemáticas y oportunidades (Sí/NO)	Eje temático principal	Eje temático secundario	Temporalidad de la medida	Escala de la medida	Plazo de la implementación	m ² o lineales	Estado	Costo calculado	
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	

Viabilidad institucional			Viabilidad Financiera			Dimensión Económica			Dimensión Social			
Agenda local	Alineación con Agenda global	Actores y aliados definidos	Mecanismos de financiamiento	Generación de empleo	Costos de mantenimiento	Población o actores sociales beneficiados por el proyecto o intervención	Número de beneficiarios directos	Número de beneficiarios indirectos	Población vulnerable beneficiada	Participación social	Apropiación social	Salud física y mental
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Dimensión Ambiental							Robustez		Flexibilidad	
Ecosistemas y servicios ecosistémicos	Soluciones basadas en la naturaleza / IV	Selección de paleta vegetal de bajo mantenimiento y riego	Porcentaje de terreno natural del proyecto	Superficies permeables	Fomento de prácticas sostenibles	Conservación de la biodiversidad (Fomento de fauna deseable - polinizadores, aves, protege alguna especie nativa o protegida, etc. -)	Capacidad adaptativa ante el cambio climático	Replicabilidad	Adaptabilidad de las medidas o proyectos	Programación flexible
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Localización								Características del espacio público				
Uso de suelo	Vocación del espacio en relación al contexto	Riesgo por inundación y escurrimientos	Densidad de población	Equipamiento y servicios en la zona de implementación	Acceso a TP y movilidad sustentable	Espacios abiertos y verdes para el esparcimiento	Conectividad y vinculación con otros espacios públicos	Accesibilidad universal	Iluminación / mobiliario urbano / señalética	Percepción de seguridad ante el crimen	Percepción de seguridad vial	Componente educativo o cultural
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Inclusión (variedad de visitantes y de actividades)	Confort térmico / vegetación	Gestión de residuos	Drenaje pluvial
XX	XX	XX	XX
XX	XX	XX	XX

Puntuación Final (Media P.)
XX



Simbología

- Barrio Mágico
- Escuela
- Espacio público
- Tipología 1: vialidad con espacios públicos y prioridad al peatón
- Tipología 2: vialidad con jardines de lluvia y estacionamientos

Propuesta de Infraestructura Verde en el Barrio mágico de Chetumal. Fuente: ORU Oficina de Resiliencia Urbana 2023 con base al proyecto de la Secretaría de Economía del Estado de Quintana Roo.

Justificación

Adecuación de ciertas avenidas del Barrio Mágico con integración de soluciones de Infraestructura Verde y criterios de movilidad sostenible.

Intenciones

El Barrio Mágico tiene como eje principal la Avenida Héroes, corredor comercial histórico del centro de la ciudad de Chetumal históricamente. La propuesta para la integración de Infraestructura Verde en el barrio propone dos tipologías para la transformación de las calles en corredores

verdes alrededor de la avenida Heroes. Estas dos tipologías de avenidas, al integrar soluciones de infraestructura verde, mitigar las inundaciones, mitigar las islas de calor, al crear microclimas, fomentar la biodiversidad y así potencializar el uso de las avenidas y de los comercios en el fin de activar la vida en las avenidas del centro. Además, las propuestas integran criterios de diseño de movilidad sostenible e integral para asegurar la accesibilidad universal y la seguridad en las avenidas intervenidas y proponer una experiencia urbana más atractiva.

Dos tipologías de avenida propuestas

La tipología 1 es la más ambiciosa, propone crear un microclima para fomentar el uso de las avenidas con espacios públicos y prioridad al peatón. Se sugiere colocar esta tipología en avenidas donde se ubican escuelas para potencializar su uso y fomentar la seguridad para los niños (p.ej. alrededor del Parque Caimanes) así como cercano a equipamientos que atraen mucha gente (como el Mercado municipal o el Museo de la Cultura Maya al Norte del polígono del Barrio Mágico).

La tipología 2 propone la integración de jardines de lluvia, así como estacionamientos con pavimento permeable para mitigar inundaciones. Además, reorganiza los espacios de la calle para poder dar sombra a las banquetas y así fomentar el uso por los peatones. Esta tipología se propone a ambos lados de la avenida Los Héroes para activar las calles cercanas e incentivar los usuarios en llegar al corredor comercial.

Localización	Tiempo de ejecución	Beneficiarios	Monto
Centro de Chetumal	Mediano plazo	Comerciantes, habitantes y visitantes incluyendo niños y adultos mayores y personas con discapacidades.	Rango para propuesta de IV en el Barrio mágico: rango de 165,240,232 a 223,560,314 \$MXN

Metas [estrategias/programa]

La implementación de las dos tipologías con infraestructura verde y criterios de movilidad sostenible se desarrolla en tres etapas que corresponden a las etapas de implementación del Barrio Mágico definidas por la SEDE.

Ambiental: mejora la calidad de vida; regula el microclima urbano; contribuye así a combatir el calentamiento global
Social: promueve la accesibilidad la inclusividad y la estética, fomentando así la interacción social y la cohesión comunitaria; mejora el bienestar físico y mental de los visitantes
Económico: fomenta la economía local; estimula la creación de microempresas y empleo en la zona

Corresponsabilidades	Superficie de intervención	Estudios requeridos	Limitaciones
Secretaría de Desarrollo Económico de Quintana Roo (SEDE)	Metros lineales de intervención en avenidas: 1.44 kilómetro	Metros lineales de intervención en avenidas: 1.44 kilómetro	El proyecto solamente toma en cuenta la transformación de ciertas avenidas en la delimitación del polígono del Barrio Mágico.

Actores clave

Aliados de Gobierno del Estado de Quintana Roo
 Secretaria de Obra Pública (SEOP), Secretaría de Turismo (SEDETUR), ICA, Secretaría de Ecología y Medio Ambiente(SEMA)
 Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), Secretaria de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable (SEDETUS)

Dirección General de Obras Públicas; Dirección de Desarrollo Turístico; Dirección General de Servicios Públicos Municipales]

Aliados de Gobierno Municipal
 Ayuntamiento de Othón.P Blanco (Dirección General de Desarrollo Urbano, Medio Ambiente y Ecología; Dirección

Aliados externos
 Colegio de Arquitectos de Quintana Roo, Secretaría de Educación Pública, Tecnológico Nacional de México (TecNM), Institución Educativa Nacional (IPN), Cámara Mexicana de la Industria de la C

ÍNDICE DE FIGURAS Y MAPAS

01 Introducción

Figura 1.0 en portada: Fotografía aérea de la Bahía Chetumal.	01
Figura 1.1 Fotografía Laguna de Bacalar.	10
Figura 1.2 Fotografía aérea de Mahahual.	12
Figura 1.3 Fotografía aérea de Bacalar.	14
Figura 1.4 Diagrama de beneficios de la IV.	17

02 Quintana Roo en contexto

Figura 2.0 Puerto de cruceros, Mahahual.	24
Mapa 2.1 Contexto regional del sur de Quintana Roo.	26
Mapa 2.2 Municipio Othón P. Blanco.	28
Figura 2.3 Fotografía satelital de Chetumal.	30
Mapa 2.4 Síntesis de retos en la localidad de Chetumal	32
Mapa 2.5 Mapa de aspectos de ecología y medio ambiente.	34
Figura 2.6 Fotografía aérea de la Bahía de Chetumal.	36
Mapa 2.7 Aspectos de infraestructura y dinámicas urbanas.	38
Mapa 2.8 de aspectos socioeconómicos y calidad de vida	40
Mapa 2.9 de aspectos de riesgo y resiliencia y vulnerabilidad.	42

03 Identificación de proyectos de infraestructura verde en Chetumal

Mapa 3.1 Proyectos seleccionados en Chetumal.	52
---	----

04 Proyectos de infraestructura verde Chetumal

Figura 4.1 Fotografía aérea de la Avenida Los Héroes.	56
Mapa 4.2 Caracterización del Barrio Mágico de Chetumal.	58
Mapa 4.3 Centro de Chetumal con la ubicación del perfil topográfico A-A'.	60
Figura 4.4 Fotografías del estado actual del centro de Chetumal.	61
Mapa 4.5 Dos tipologías de calles con Infraestructura Verde en el Barrio Mágico de Chetumal.	62
Figura 4.6 Axonométrico de la avenida 16 de Septiembre frente al Parque Caimanes ej. para tipología 1.	64
Figura 4.7 Planta de la avenida 16 de Septiembre frente al Parque Caimanes como ej. para tipología 1.	66
Figura 4.8 Axonométrico de la Avenida I. Zaragoza, transversal a la Av de Los Héroes, como ejemplo para la tipología 2.	70
Figura 4.9 Planta de la Avenida I. Zaragoza, transversal a la Av de Los Héroes, como ejemplo para la tipología 2.	72
Figura 4.10 Vista aérea desde la bahía de Chetumal hacia la localidad de Calderitas.	80

05 Estrategia de infraestructura verde para Chetumal

Figura 5.1 Diagrama MIDI.	88
Figura 5.2 Ruta crítica para la implementación de infraestructura verde.	93
Figura 5.3 Heterogeneidad.	102
Figura 5.4 Conectividad.	104
Figura 5.5 Cada especie en cada sitio.	105
Figura 5.6 Tipología de intervención de movilidad.	107
Figura 5.7 Imágenes de vegetación.	109-119

ORU

Oficina de
Resiliencia Urbana

