



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Arquitectura
Seminario de Titulación Intersticios

TRANSFORMADOR HÍDRICO URBANO

EL AGUA EN EL PAISAJE URBANO DE MÉRIDA, YUCATÁN

Tesis que para obtener el título de arquitecto (a) presentan:

Ilse Karina López Govea
Andrea Olavarrieta de la Torre
Héctor Adrián Ramírez Eudave
Luisa Rizo González

Sinodales:

Presidenta: **Mtra. Elena Tudela Rivadeneyra**
Vocal: **Mtro. Armando Hashimoto Hongo**
Secretaria: **Marcela Delgado Velasco**

Ciudad Universitaria, Ciudad de México.
Enero, 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS



Como equipo del Seminario de Titulación Intersticios nos gustaría extender nuestros agradecimientos:

A la UNAM, que ha sido nuestro segundo hogar en los últimos años, por brindarnos una formación educativa de alta calidad, grandes oportunidades y otorgarnos apoyo como becarios dentro de sus programas, particularmente la estancia de movilidad en el extranjero que nos ha dejado valores y enseñanzas con un profundo significado. Esta institución ha ampliado nuestro panorama y nos ha forjado valores para nuestra vida profesional y personal.

A la Facultad de Arquitectura por ser el espacio donde dio inicio el trayecto que nos ha inmerso en el mundo de esta profesión y por poner a nuestra disposición sus servicios y oportunidades, muchas de ellas que van más allá de lo académico.

A los sinodales de esta investigación: Elena Tudela, Armando Hashimoto, Marcela Delgado, Emilio Canek y Francisco Hernández y a los profesores del seminario: Javier Garciadiago, Ale de la Mora y Carlos Farah, por su compromiso con el seminario, los conocimientos que nos han transmitido y todo el apoyo que nos han brindado para la realización de este documento, tanto en el ámbito académico como personal.

Gracias también a nuestros compañeros del seminario Intersticios: Iván, David, Kenia, Ale, Pao, Dani, Marcela, Uriel, Diana, Cons, Cynthia y Lau, por su amistad y el arduo trabajo compartido.

Agradezco principalmente a mi madre Ely, por su amor y su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, por ser un ejemplo de fortaleza y honestidad.

A mi padre Luis Rubén por demostrarme que todo se consigue con esfuerzo y dedicación, por transmitirme tantas enseñanzas y por ayudarme a perseguir mis metas.

A mi hermana Giannina, por su alegría y magia que la caracteriza, por enseñarme que no hay límites, más que nosotros mismos.

A mis compañeros de la Facultad de Arquitectura, en especial a Constanza, Héctor, Pablo, Andrés, Abril, Emmanuel y Valeria con los que compartí muchas alegrías, desveladas, experiencias y conocimientos.

Doy gracias a mi familia por apoyarme de forma tan incondicional, a mis padres Fermín y María que han sido las mejores personas del mundo por nosotros, me han transmitido la paciencia, el cariño y dedicación que los caracteriza ¡los quiero mucho!

A mis hermanos; Verónica, me has enseñado el valor de la perseverancia y de la convicción, estoy profundamente orgulloso de tí; y Rafael, tus palabras son enseñanzas de vida, has sido cómplice mío en mis grandes decisiones y has sabido darme consejo en cada ocasión.

Igualmente quiero agradecer a mis abuelitos José, María, Guadalupe y Salvador cuyas enseñanzas y alegría han orientado mi vida, pienso frecuentemente en ustedes; a mis tíos y primos, me divierto tanto con ustedes, no hay uno sólo del que no me inspiren sus virtudes.

A mi equipo de tesis Andrea, Ilse y Héctor por haber dado tanto esfuerzo para que este trabajo se llevara de la mejor forma posible, por sus horas dedicadas en cada página desarrollada.

A mis profesores que me acompañaron durante toda la carrera, por su compromiso y amor a la docencia y por empujarme a dar mi máximo en cada proyecto.

A Luisa, Alonso, Constanza y Josué, esos amigos que se han vuelto familia mía, por las aventuras que hemos compartido y por las que vendrán, en México, Francia o cualquier lugar.

A los amigos de toda la vida, Araceli y Brian, hemos crecido compartiendo grandes momentos y con ustedes cualquier día se vuelve un gran recuerdo; y a mis amigos liceanos Irina, Andrea, Pamela, Julio, Alexis, Roger, Weronika, nunca dejo de descubrir el mundo con ustedes.

Gracias a los que me demuestran la belleza de las cosas más simples de la vida: Débora, Paola, Fer; a los que me han demostrado que no existen fronteras en el mundo: Marianela, Leo y Tatiana; y a Ilse, Luisa y Andrea, por realizar este maravilloso trabajo conmigo a lo largo de un año y medio.



LUISA



HÉCTOR



ANDREA

Agradezco a todos aquellos presentes en las diferentes etapas de mi vida que han procurado con amor y cariño, consejos, hombros en los que recargarme, abrazarme y escucharme, y ser parte esencial en mi desarrollo personal.

A mi amorosa madre Lilliana, por darme la seguridad en momentos difíciles, el cariño y el apoyo constantes e inigualables y enseñarme del poder para quitar los miedos;

A mi hermano Arturo, por ser una guía cuando las dudas se presentan;

A mi hermano Jorge, por enseñarme acerca de las fortalezas y dignidad;

A mi familia por acompañarme en todo momento y ayudarme a alcanzar mis sueños;

A la Universidad Nacional Autónoma de México y Facultad de Arquitectura, por abrirme las puertas, brindarme oportunidades maravillosas para formarme como arquitecta, enseñarme sus valores y permitirme pertenecer a la comunidad;

A Luisa, Ilse y Héctor por el esfuerzo, el acompañamiento y los recuerdos que creamos juntos a lo largo del desarrollo de esta tesis;

A mis amigos, por el apoyo y el amor, las noches en vela y todos los cafés, las risas y las aventuras compartidas;

A mis maestros que ayudaron a mi formación y me mostraron los caminos y sus posibilidades.



ILSE

A mis padres y mi hermano Óscar, por el esfuerzo para otorgarme su apoyo en todo sentido y durante toda mi vida; por darme valores y mostrarme el camino adecuado cada día. A mi familia; mi abuelo, tíos y primos; mis hermanas elegidas Dalia, Marta y Lyssy que sin sus consejos y apoyo incondicional no podría haber superado los momentos más difíciles.

Alonso, que desde que lo conocí se ha dedicado a enseñarme, guiarme, apoyarme y seguirme en todo momento y lugar con mis ideales y metas.

Ari y Gio, que estuvieron para distraerme de los problemas cada que lo necesité. Julia, Gamaliel, Ivette y Caro con los que pase los mejores momentos de la carrera con risas y llanto.

A los profesores de la carrera que más lecciones me dejaron: Elena Tudela, Norma Susana Ortega, Germán Ortega y los profesores del taller Max Cetto; Paco de la Isla, Antonio Plá, Gabriel Kónzevik, Paco Hernández, Manu Reyes y Héctor Alier, del taller Jorge González Reyna al Dr. Antonio Turati.

Mis profesores en Madrid: Concha Lapayese y Emilio Tuñón; y mis compañeros en esa aventura: Uriel, Cris, Samid, Mariana y Richi.

Por último a mis compañeros en ésta investigación Andy, Héctor y Luisa, gracias por la increíble amistad, su entrega y esfuerzo máximo y la paciencia para conseguir juntos este éxito.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	8	3	ANÁLISIS ESCALA MUNICIPIO DE MÉRIDA	66
1.1	Seminario de titulación Intersticios		3.1	Introducción	
1.2	Península de Yucatán		3.2	Aspectos socio-económicos	
1.3	Planteamiento del problema y pregunta de investigación		3.2.1	Zona Metropolitana de Mérida	
1.4	Hipótesis		3.2.2	Crecimiento urbano	
1.5	Objetivos		3.2.3	Nivel socio-económico	
1.6	Metodología de investigación		3.2.4	Red de transporte	
1.7	Marco teórico		3.2.5	Patrimonio en Mérida	
2	ANÁLISIS ESCALA ESTADO DE YUCATÁN	34	3.3	Condiciones hídrico ambientales	
2.1	Introducción		3.3.1	Contaminación hídrica	
2.2	Análisis diagnóstico del medio físico y geográfico		3.3.2	Tratamiento de aguas residuales	
2.2.1	Geología		3.3.3	Afectaciones ambientales	
2.2.2	Regiones geohídricas		3.3.4	Ciclos históricos y actual del agua	
2.2.3	Hidrometeorología		3.3.5	Alternativa al ciclo actual del agua	
2.2.4	Uso de suelo ambiental		3.4	Trabajo de campo en el Municipio de Mérida	
2.2.5	Áreas naturales protegidas		3.5	Mapa de estrategias para la ciudad de Mérida	
2.2.6	Degradación ambiental		3.6	Conclusiones	
2.2.7	Demografía		4	ANTEPROYECTO TRANSFORMADOR HÍDRICO URBANO: CASO DE ESTUDIO CHUBURNÁ	104
2.2.8	Infraestructura hídrica		4.1	Introducción	
2.2.9	Ciclos ecosistémicos		4.2	Pregunta de investigación de anteproyecto	
2.2.10	Ecosistemas costeros		4.3	Hipótesis de anteproyecto	
2.3	Síntesis de problemáticas		4.4	Objetivos de anteproyecto	
2.3.1	Vulnerabilidad del acuífero		4.5	Utopías y distopías	
2.3.2	Contaminación del acuífero		4.6	Ciudades en búsqueda de soluciones basadas en la naturaleza	
2.4	Conclusiones		4.7	Transformador Hídrico Urbano	
			4.8	Sistema de Transformadores Hídricos Urbanos	
			4.8.1	Grandes Predios	
			4.8.2	Vías principales	
			4.8.3	Vías férreas	
			4.8.4	Agrupamiento de THU	
			4.8.5	Impacto de THU en Mérida	

4.9 Análogos	
4.10 Barrio de Chuburná	
4.11 IMPLAN	
4.12 Elección de sitio y su contexto	
4.12.1 Relación con el Centro Histórico	
4.13 Caracterización del sitio	
4.9.1 Equipamientos	
4.9.2 Usos Comerciales	
4.9.3 Dimensiones de predio	
4.14 Desarrollo del programa	
4.14.1 Agentes y usuarios	
4.14.2 Desglose del programa arquitectónico	
4.14.3 Uso eficiente del agua	
4.15 Conjunto	
4.15.1 Planta conjunto sur	
4.15.2 Planta conjunto norte	
4.15.3 Cortes conjunto sur	
4.16 Sistema hídrico de Chuburná	
4.16.1 Infraestructuras hídricas y espacio público	
4.16.2 Humedales	
4.17 Relación del proyecto con espacio público	
4.12.1 Intervención en calles	
4.12.2 Relación con el humedal	
4.18 Criterios generales de diseño	
4.13.1 Intervención en el contexto histórico	
4.13.2 Estrategias bioclimáticas	
4.19 Conclusiones	

5 PROYECTO ARQUITECTÓNICO 204

5.1 Introducción	
5.2 Planta de conjunto	
5.3 Etapas de desarrollo	
5.4 Conjunto sur	
5.4.1 Planta arquitectónica	
5.4.2 Corte arquitectónico	
5.5 Etapa A	
5.5.1 Planta arquitectónica	
5.5.2 Cortes y fachadas arquitectónicas	
5.5.3 Fachadas y humedales	
5.6 Conclusiones	

6 CONCLUSIONES 222

7 ANEXOS 226

8 GLOSARIO 258

9 REFERENCIAS 264

9.1 Bibliografía	
9.2 Índice de imágenes	

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta una tesis para la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), misma que se realizó en el Seminario de Titulación Intersticios. Es una investigación que pese a estar en el campo de la arquitectura, no sólo se limita a indagar en disciplinas dentro del campo del diseño, sino que también investiga de manera multidisciplinaria. Está enfocada en presentar una propuesta mediante un proyecto urbano-arquitectónico que responde y ayuda a mitigar problemáticas sociales, económicas y medio ambientales para la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

La investigación se desarrolla a lo largo de nueve capítulos. En el primer capítulo se presenta una introducción donde se explica el enfoque y objetivos generales del seminario, los ejes de investigación, la metodología a seguir y el lugar a intervenir. Se aborda principalmente el valor del sitio con su patrimonio natural, cultural y social. También en esta etapa se establecen el marco teórico, la pregunta de investigación, la hipótesis y los objetivos generales del seminario.

En los capítulos dos y tres se muestra la investigación realizada a diferentes escalas territoriales con mayor énfasis en el eje medio ambiental y social para identificar las posibles zonas a intervenir.

En el capítulo cuatro a cinco se expone la resolución de la propuesta, empezando por una explicación a partir de una conceptualización del proyecto, así como su inserción en una escala barrial y la integración con las problemáticas particulares encontradas a lo largo de la investigación.

En los capítulos seis y siete se concluye el proyecto de tesis y presentamos anexos de mapas e información. Los anexos, que se elaboraron como trabajo grupal en Intersticios, así como información proporcionada por Laboratorio de Entornos Sostenibles (LES UNAM) a cargo de la Mtra Adriana Lira, tienen como propósito mostrar lo realizado a lo largo del año para mejor comprensión de la investigación. Finalmente, en los capítulos ocho y nueve se incorpora un glosario de términos mencionados a lo largo del documento y una lista de referencias.

1.1 SEMINARIO DE TITULACIÓN INTERSTICIOS

El Seminario de Titulación Intersticios hace referencia a la búsqueda para operar en mediaciones entre el desarrollo urbano, la vivienda, el patrimonio y el paisaje, los cuatro ejes principales del mismo. En este caso el lugar de estudio elegido fue el estado de Yucatán. El seminario fue dirigido por la Mtra. Elena Tudela Rivadeneyra y el Mtro. Armando Hashimoto Hongo asesores de tesis de la UNAM, en colaboración con el Centro de Investigación para el Desarrollo Sustentable de INFONAVIT (CIDS) de la Ciudad de México y la Oficina de Resiliencia Urbana (ORU) también en la Ciudad de México como referencia.

Los objetivos planteados en Intersticios buscan retomar conciencia acerca de la consolidación urbana en la que vive la mayor parte de la población mexicana. (Grupo Banco Mundial, 2018). Mismo que, aunque ha demostrado mejorar la calidad de vida de las personas, también ha puesto en evidencia los problemas y desafíos que ésta plantea como son los daños ambientales, contrastes sociales, concentración de pobreza, estrés de las infraestructuras, carencia de servicios básicos, entre otros (CONEVAL, 2013).

Esta preocupación por el entendimiento urbano lleva a tener un enfoque territorial y multidisciplinario en búsqueda de soluciones urbano-arquitectónicas que tengan como consecuencia el desarrollo de ciudades resilientes y sostenibles. El seminario tiene la característica de realizar un análisis regional cada curso, en la búsqueda para entender diferentes territorios en más de una escala.

El ejercicio de esta tesis tiene además como meta reafirmar el compromiso del Seminario de Titulación Intersticios con los objetivos planteados por la UNAM desde lo arquitectónico y a través de una mirada social. Es por ello que, al trabajar en zonas urbanas, buscamos que el proyecto arquitectónico pueda impactar y beneficiar a la mayor cantidad de personas posibles.

Como ya se mencionó, la zona de estudio seleccionada para el año escolar 2018 - 2019 fue Yucatán, México, al ser una región que presenta oportunidades para el desarrollo de propuestas urbano-arquitectónicas



◀ fig. 1 Sesiones de trabajo grupal en el seminario Intersticios.

Fotografía por David Ramírez Peña

que se pueden enfocar en los cuatro ejes en los que se divide el seminario (más adelante abordamos con mayor énfasis las características del estado que lo presentan como una zona de estudio de interés para tales objetivos).

Con el propósito de acercar a los alumnos a un ambiente profesional donde se enfrenten a responsabilidades sociales y aporten alternativas a problemáticas reales del país, el Seminario busca desarrollar relaciones con agentes públicos y privados. Es por ello que la investigación se realizó en colaboración con la oficina gubernamental

del Instituto Municipal de Planeación de Mérida (IMPLAN) y el *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (Cooperación Alemana para la Cooperación Internacional o GIZ por sus siglas en alemán) una agencia del gobierno federal alemán enfocada en la cooperación para el desarrollo sostenible en todo el mundo con sede en Bonn, Alemania. Estos dos organismos nos apoyaron proporcionando datos y asesorías personales a lo largo del ciclo escolar, con el objetivo de presentar esta tesis como un documento que sea útil en futuras investigaciones y proyectos para la ciudad de Mérida.



fig. 2 Sesiones de trabajo grupal ►
en el seminario Intersticios.

Fotografía por David Ramírez Peña

1.2 PENÍNSULA DE YUCATÁN

Yucatán es una de las treinta y dos entidades que conforman la República Mexicana. Está ubicada en la región sureste limitando al Norte con el Golfo de México, al sureste con el estado de Quintana Roo y al suroeste con el estado de Campeche.

Es un estado que goza de una gran diversidad de paisajes naturales. Sus selvas, manglares, cenotes, ciénegas, suelos cavernosos, flora y fauna endémicas son los componentes de un complejo sistema natural que brinda a sus habitantes todos los recursos necesarios para su supervivencia.

Su historia también es testigo de la Civilización Maya, una de las culturas más antiguas y cuyo legado es perceptible aún en nuestros días. Este legado es visible a través de una gran cantidad de recintos arqueológicos, del lenguaje, de las tradiciones, de sus costumbres, de la gastronomía y en las ciudades a través de la huella en la traza urbana. Además de su historia maya, durante el siglo XIX, Yucatán se convirtió en un centro de gran importancia económica mundial gracias al auge de la producción henequenera en el estado teniendo como consecuencia el crecimiento urbano de Mérida, convirtiéndola en una de las ciudades más grandes en su momento. Actualmente es considerada una de las ciudades más ricas tanto en cultura como en turismo en el país (Villanueva, 2012).

La riqueza ambiental de este estado es favorecida particularmente por la disponibilidad de agua para

consumo humano gracias a la planicie del relieve, al clima tropical y a los suelos permeables. De igual manera, los ecosistemas costeros conservan la calidad del agua en el acuífero (Rodríguez, 2013).

Hoy en día, esta entidad enfrenta diversos conflictos. La fácil accesibilidad a los acuíferos demostró su vulnerabilidad a ser contaminados (Rodríguez, 2013). El suelo ambiental ha sido sustituido por suelo industrial, el ganadero, de cultivo y urbano. Los cenotes, como fuentes de agua dulce naturales más importantes de la región, han pasado de ser fuentes de agua sagradas a lugares para arrojar basura, aguas residuales e incluso, desechos industriales (Chávez, 2016). El crecimiento urbano ha dañado al patrimonio cultural y natural al crecer sin tomar en cuenta su contexto.

Por otro lado, Yucatán cuenta con diversidad biológica muy particular, especialmente por los ecosistemas de humedal que predominan en la costa. Estos ecosistemas tienen un valor ambiental de gran importancia, no sólo para la región, sino incluso a nivel internacional. Actualmente no tienen la protección y manejo adecuado para su conservación.

“En especies prioritarias de conservación, en la región biogeográfica de la Península de Yucatán, se reconoce la existencia de 17 especies de plantas endémicas, de 280 a 350 especies de plantas raras, 23 especies de plantas nativas enlistadas en la NOM-059

fig. 3 Mapa de la República Mexicana ► con localización de Yucatán.

Elaborado por Kenia Lira Colín



como en amenaza de peligro de extinción y/o bajo protección especial y en cuanto a la fauna de vertebrados: 44 especies endémicas y 125 especies consideradas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059.

Es importante mencionar que la mayor parte de las poblaciones de especies prioritarias de conservación se encuentran dentro de los límites de las áreas naturales protegidas del estado, sin embargo, se desconoce el estado de sus poblaciones en términos de distribución y abundancia y se carece de programas específicos para su manejo y conservación” (Durán, Arellano, & Méndez, 2010, pág. 485).

Frente a este escenario, surge la búsqueda de nuevas formas en que podemos relacionarnos con la naturaleza sin ponerla en peligro y que la naturaleza siga siendo el sustento de las actividades cotidianas de los yucatecos.

La ciudad capital del estado, Mérida, reúne la herencia de diversos momentos históricos en la región; de la antigua Ciudad Maya de T’Ho y de sus conocimientos sobre los recursos naturales del territorio que habitaban; de la época colonial cuando se impusieron ideologías nuevas en las ciudades sobre su forma de relacionarse con el entorno; en la actualidad, Mérida ha adoptado modelos de crecimiento estandarizados que no

buscan integrarse a su contexto físico por lo que la población se ha polarizado en un área norte rica contra un área sur pobre con una acentuación de la negación al pasado y con una serie de fenómenos que manifiestan la insostenibilidad de este modelo de desarrollo (Ayuntamiento de Mérida, IMPLAN Mérida, 2018) y (IMPLÁN Mérida, 2018).

Pese a ello, Mérida es el centro económico de Yucatán que brinda una gran diversidad de servicios a una población de alrededor de un millón de personas. Es innegable que unas de las grandes labores de los planificadores y gestores del desarrollo urbano en torno a la capital, es el cuestionamiento y la resolución sobre las estrategias que prevengan un crecimiento urbano ordenado y en congruencia con su entorno.

El escenario más perjudicial es aquel en el que aquellas decisiones erróneas se siguen presentando hasta llegar a un punto sin retorno. En el mejor de los casos entrará al discurso crítico el tema del diálogo con el paisaje natural, implementando sistemas que mitiguen sus problemáticas y con intervenciones puntuales que hablen del territorio y actúan en colaboración con éste y no a costa de él. Un Yucatán del futuro debe comprometer a sus ciudades con los diversos agentes y dinámicas sociales, con las particularidades del terreno, con sus potenciales y con el valor que tiene como estado en todo el país.

fig. 4 Mapa de la Península de Yucatán ► con relieve y división política estatal.



1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Como hemos mencionado, Yucatán cuenta con recursos ambientales de gran valor como sus suelos que propician la recarga de agua potable al acuífero y la existencia de los cenotes, de la selva y ecosistemas costeros que protegen a las ciudades de huracanes e inundaciones y aseguran la calidad del aire y del agua limpia en el acuífero. Por otro lado, también cuenta con un patrimonio cultural de importancia crucial para México puesto que gran parte del legado maya se encuentra en este estado y en la zona. Es un estado único que ha pasado por momentos históricos-culturales, como la sociedad maya y el auge henequenero y transformaciones naturales, como el impacto del meteorito en Chicxulub hace millones de años. Por lo mismo, la región cuenta con un paisaje característico y muy particular. Estos hechos no pueden ser ignorados por sus habitantes puesto que están inmersos en su cultura, sin embargo, el desarrollo urbano y la expansión de la mancha urbana se han caracterizado por tener poca relación con dichos momentos históricos.

El crecimiento urbano que ha experimentado Mérida en los últimos veinte años es consecuencia de un país integrado al mundo exterior. La gran mayoría de las ciudades son similares en cuanto a sus patrones de consumo y producción configurando una nueva identidad urbana que tiene muy poca relación con la identidad cultural y los valores patrimoniales naturales de la región (López R., 2014).

Existen grandes problemáticas relacionadas con el cambio del uso de suelo debido a la transformación

de los ecosistemas terrestres y al deterioro de la biodiversidad. Algunos de estos cambios de suelo se dieron durante el auge henequenero con el desarrollo e impulso de la actividad ganadera en el estado. La dispersión urbana y los desarrollos inmobiliarios aumentan cada vez más gracias a la demanda de vivienda en la ciudad. Las consecuencias han sido la deforestación de la selva con grandes pérdidas de vegetación nativa, una fragmentación y destrucción de la biodiversidad que repercute tanto en la atmósfera como en la calidad del aire y del agua potable en la región (Ramírez, 2011).

El desarrollo urbano actual está empezando a vivir las consecuencias de no reconocer ni tomar en cuenta para la proyección de las ciudades los beneficios ambientales, las características del suelo, el papel de las selvas o los ecosistemas costeros como dunas y manglares, el clima y la conservación del agua potable disponible en la zona. No se toma en cuenta el valor de los materiales para ayudar en el confort térmico que podría mitigar las altas temperaturas y la humedad que existe en el estado. En cuanto al patrimonio cultural, el abandono de recintos mayas por toda la región y el fomento a la actividad turística ha propiciado una explotación con poco control sobre el patrimonio cultural y natural.

¿Cómo generar un nuevo modelo de desarrollo urbano más integral, resiliente y que sea congruente con su contexto natural, cultural y socio-económico?

fig. 5 Transformación y urbanización de los ecosistemas costeros en Yucatán. ►

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave



1.4 HIPÓTESIS

Si hacemos visibles el valor cultural de la zona y los procesos naturales (definiendo valor como un conjunto de características y de condiciones de autenticidad que son únicas dentro del país), los entendemos como patrimonio y entendemos la interacción de este patrimonio con las ciudades y las personas, entonces en los espacios públicos se alcanzará una relación más armónica entre el desarrollo urbano y el medio ambiente.



1.5 OBJETIVOS

General

Crear paisajes urbanos que evidencien la relación de la ciudad con sus recursos naturales a través de un proyecto urbano-arquitectónico integrado a su entorno social y económico para fomentar una integración urbano-ambiental.

Particulares

- Hacer visible la mayor cantidad de procesos naturales, particularmente hídricos, para volver a valorar la función del medio ambiente en la ciudad.
- Integrar opiniones e información de agentes de diversos sectores como la academia y el gobierno así como participar en conferencias y reuniones con institutos y organizaciones que puedan brindarnos apoyo en la investigación durante el viaje de campo a Mérida.
- Definir un proyecto urbano arquitectónico que visualice los procesos naturales de los cuales depende el desarrollo de la zona.

fig. 7 Tipología de vivienda popular en Mérida ►

En la manzana maya tradicional existía una interacción directa con los espacios verdes por medio de jardines comunes interiores.

Fotografía por Andrea Olavarrieta de la Torre



1.6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El proceso de investigación dentro del seminario se dividió en cuatro grandes ejes: (1) vivienda y procesos de urbanización, (2) patrimonio natural, (3) procesos económicos/demográficos y (4) patrimonio cultural. Estos a su vez se trabajaron en diferentes escalas territoriales. A través de cada eje se realizó un compendio de la información que nos permitió entender la situación actual y los procesos que han llevado a la formación de las urbes dentro del estado así como entender las dinámicas sociales y económicas que las caracterizan.

Las reuniones del seminario estuvieron compuestas por: clases teóricas y prácticas. Las teóricas nos permitieron el análisis de textos enfocados principalmente a entender algunos conceptos de economía urbana. Las clases prácticas consistieron en el análisis geográfico a partir de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG por sus siglas en español) con mapeos, gráficas y análisis con conclusiones grupales con ayuda de los asesores del seminario e invitados. También se llevó a cabo la asistencia a conferencias, charlas y talleres que hablaban de temas relacionados.

La investigación y el proyecto se llevaron a cabo a lo largo de dos semestres escolares. El primer semestre consistió en el análisis estatal y regional, la visita al sitio, así como la propuesta de las problemáticas sobre las cuales buscamos actuar para poder proyectar un objeto urbano-arquitectónico que fuera congruente con las condiciones de su entorno. Se hizo uso de ArcGIS (SIG) para manipular información obtenida de bases de datos como INEGI, CONABIO y SEDUMA (todos por sus siglas en español) para realizar mapeos en diferentes escalas enfocados a los cuatro ejes ya mencionados. Lo anterior con el objetivo de llegar a conclusiones a una gran escala y entender las principales problemáticas y cualidades del estado.

Durante la visita de sitio se obtuvo información fotográfica, se realizaron levantamientos de sitio, se hicieron entrevistas con las personas locales y se llevaron a cabo asesorías con el IMPLAN y la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano (Oficina gubernamental en la Ciudad de Mérida). Por otro lado, el grupo del Seminario de Titulación: Intersticios asistió como oyente y como ponente en la Jornada Académica “Nuevas Urbanidades para Mérida. Intervenciones complejas para un tejido en crecimiento” impartida en la Universidad Anáhuac Mayab en colaboración con la UNAM y la Universidad Marista de Mérida en Yucatán. Se recibió asesorías personales de diferentes académicos de las universidades participantes mencionadas. Esta visita tuvo como objetivo llegar a

entender en qué zonas puntuales se podrían atender problemáticas a nivel estatal encontradas dentro de la ciudad de Mérida.

Para concluir el semestre, el grupo completo del Seminario de Intersticios se dividió en cuatro equipos de cuatro integrantes cada uno que presentaron posibles zonas de intervención a escala municipal y urbana buscando mitigar las problemáticas en diferentes regiones del estado. Se encontraron cuatro principales problemáticas a



escala estatal: (1) la contaminación del acuífero, (2) el abandono de recintos patrimoniales, (3) el desarrollo urbano con modelos desconectados del contexto natural y (4) el desaprovechamiento de la economía apícola. Cada equipo se enfocó en una problemática cubriendo así los cuatro puntos mencionados.

El segundo semestre consistió en un análisis municipal general que concluyó con el desarrollo de un proyecto a menor escala y con

alcances más específicos. Se utilizó una metodología similar a la del primer semestre, con un análisis a partir de mapeos, de datos, de gráficos y de esquemas. Agregado a las características de la escala de la ciudad, se hicieron análisis de trazas, de imagen urbana, de tipologías, de vialidades principales, de precios del suelo, etc.

Éstas se reflejaron en un mapa de estrategias para la ciudad de Mérida. Nuestra postura como equipo, a partir de ese momento, estuvo dirigida hacia la problemática (1), ya que la contaminación del acuífero es suceso que ocurre en todo el estado y que afecta, no sólo a los ecosistemas, sino también a la salud y calidad de vida de la mayoría de la población.

De esta manera y con la información obtenida del IMPLAN, cada equipo eligió una zona de estudio de la cual hizo un análisis barrial. Se desarrolló una propuesta urbana arquitectónica grupal en donde cada equipo analizó su problemática a escala municipal y estatal y se desarrolló un mapa de estrategias para entender el impacto que los proyectos en conjunto tienen sobre la ciudad.

Posteriormente, cada equipo desarrolló un proyecto urbano-arquitectónico en relación a las problemáticas, las estrategias y zonas elegidas.



1.7 MARCO TEÓRICO

Como hemos mencionado anteriormente, Yucatán es un estado que cuenta con una riqueza ambiental poco ordinaria: sus suelos kársticos, su clima tropical y la escasa altitud crean temperaturas elevadas así como una poca precipitación y un paisaje plano sin cuerpos de agua superficiales. Debido a estas condiciones, los acuíferos tienen un papel fundamental para el suministro de agua en la región. Desafortunadamente, el desarrollo urbano ha afectado el ciclo hídrico natural de este sistema. Esto perjudica la calidad del agua y los ecosistemas naturales que dependen de ellos, mismos que resguardan especies de gran aporte ambiental, cultural y económica. Estas especies se encuentran en los manglares, las dunas costeras, los petenes, y en gran medida en los cenotes que se esparcen por toda la región.

Gran parte de esta degradación ha sido causada por actividades antropogénicas, un problema ambiental constante en las ciudades de México y de importantes consecuencias en Yucatán (Aguilar, 2015). Entre los factores indirectos más importantes se encuentra el crecimiento de las ciudades sin una planificación urbana que dialogue con su entorno; además de algunas actividades económicas como la ganadería extensiva y la intensificación agrícola (Eastmond & García de Fuentes, 2010).

El desarrollo económico actual pone en evidencia la falta de sensibilidad hacia el entorno y la desvalorización de los recursos naturales con los que se cuenta, creando ciudades que no son congruentes con sus propias necesidades ni con su contexto local. Esto se refleja

por ejemplo, en el énfasis que se ha dado al desarrollo de la industria porcina y bovina a costa de los cenotes y cambiando paisajes de la selva por pastizales. En la costa, además, está la construcción de edificaciones, carreteras y complejos turísticos sobre dunas costeras que protegen al estado de huracanes y a la conservación de manglares.

Se tiende a pensar que las ciudades se limitan a sus dimensiones sociales y económicas, cuando en realidad las actividades urbanas ocurren bajo los mismos mecanismos que cualquier otro proceso natural. Por lo tanto, hablar de urbanidades sin tomar en cuenta los procesos biológicos, hidrológicos y geológicos, entre otros, puede ser un error que lleve a las ciudades a sufrir problemas ambientales complejos con consecuencias graves para quienes las habitan.

“Human adaptations entail both benefits and costs, but natural processes are generally not attributed values; nor is there a generalized accounting system, reflecting total costs and benefits”(McHarg, 1969, pág. 65).

“Las adaptaciones humanas conllevan tanto beneficios como costos, pero los procesos naturales generalmente no son valores atribuidos; tampoco existe un sistema de contabilidad generalizado que refleje los costos y beneficios totales.”

▲ fig. 8 Esquema de metodología de investigación. (P.24 y 25)

Elaboración propia

La tendencia del desarrollo urbano en caer en este tipo de procesos errados con su contexto, hace que uno de los objetivos del urbanismo actual esté enfocado al reconocimiento del entorno natural como principal fundamento de análisis. Este tipo de urbanismo tiene como objetivo vincular la ciudad y la naturaleza de una forma más resiliente, es decir, que sea capaz de hacer frente a las adversidades presentes y futuras. Asimismo, buscamos implementar un proyecto sostenible que responda a las demandas urbanas y a las problemáticas ambientales, sociales y económicas.

Para ello, adoptamos criterios de diseño urbano-arquitectónico basados en diversos argumentos teóricos propuestos por investigadores y especialistas en temas de urbanismo ecológico, de economía urbana, de procesos naturales y aquellos que reconocen el entorno y características urbanas en el diseño, entre otros. Los postulados de estos trabajos nos sirven para sentar las bases y definir la dirección de una investigación en torno a los fenómenos ambientales, económicos y demográficos de Yucatán, así como a un proyecto urbano-arquitectónico en Mérida.



fig. 9 Vista de Calle 62 al norte del ►
Centro Histórico de Mérida, Yucatán.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

Ian McHarg (arquitecto, paisajista y escritor sobre planificación regional con uso de sistemas naturales) influyó fuertemente en una generación de arquitectos y urbanistas en la década de 1960, escribió un manual de cómo tomar en cuenta los procesos naturales en el diseño de entornos urbanos. En su libro *“Design with Nature”* hace una crítica al hombre moderno en un contexto de post-revolución industrial, caracterizado por la explosión demográfica en las ciudades con un desarrollo enfocado principalmente al crecimiento económico. Según Ian McHarg durante los 60's se forjó la visión de la naturaleza como algo que únicamente se podía encontrar lejos de la ciudad, como un lugar de turismo cuyas ventajas ambientales se ignoraban.

“A recognition of these social values, inherent in natural processes, must precede prescription for the utilization of natural resources.” (McHarg, 1969, pág. 104).

“El reconocimiento de estos valores sociales, inherentes a los procesos naturales, debe preceder a la prescripción de la utilización de los recursos naturales.”

En este contexto, reflexiona acerca de lo vulnerable que se vuelve la ecología del planeta y manifiesta que el hombre urbano es sensible a los procesos de la naturaleza. Menciona que, aunque sea de forma intuitiva, esta relación permite tener espacios mucho más agradables y seguros para el desarrollo social y las interacciones urbanas.

En Mérida hubo una gran expansión urbana en la segunda mitad del siglo XX que ha dejado como testimonio la carencia de espacios naturales al interior de la ciudad. Es por ello que encontramos que podríamos introducir la naturaleza en el diseño urbano de acuerdo con lo escrito de McHarg.

En este sentido, una aportación metodológica que tomamos como referencia de sus textos fue el denominado *“Overlay Mapping”* o cartografía mediante superposición de capas de información, a partir de la cual y gracias al avance de las herramientas informáticas, se desarrollaron potentes herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (Europe, Interreg Central, 2019). En este método cada una de las capas del paisaje es analizada de forma independiente y se esclarece la relevancia y función esencial de cada una de ellas. Así al superponer estas capas obtendremos información compleja para entender cómo se puede habitar un lugar aprovechando sus funciones ambientales sin comprometerlas o ponerlas en riesgo. El uso de estas técnicas nos fue especialmente útil en la etapa de investigación para entender el territorio desde sus diferentes dimensiones.

En esta misma línea de pensamiento, Gary L. Strang (arquitecto y arquitecto paisajista), en *“Infrastructure as Landscape”* sostiene que las infraestructuras son los intermediarios inherentes entre los procesos naturales y humanos, de manera que éstos constituyen un componente esencial del paisaje urbano. Defiende que dentro del panorama

de infraestructuras es fundamental el entendimiento de la hidrología para cualquier intervención urbana y expone que la hidrología ha sido relegada del lugar que debería tener en la ciudad. Los sistemas de drenaje y provisión de agua potable han surgido sin una lógica espacial, visual y sin cumplir funciones que aporten los servicios necesarios para las ciudades (Strang, 1996). L. Strang postula al igual que McHarg que las actividades humanas transforman el contexto natural intercambiándolo con uno “artificial” y el hecho de no tomar en cuenta la naturaleza al momento de conformar los espacios urbanos dificulta una mejor asociación de los tejidos sociales.

“An architectural method that exploits the unignorable marriage between nature and technology provides an opportunity for new spatial and visual possibilities that result from using infrastructure as a fundamental component of architectural design. Nature and infrastructure, working together, must both be allowed to express themselves as a major determinant of urban and regional form. It is up to architects, landscape architects, engineers and biologists to show the way” (Strang, 1996, pág. 15).



fig. 10 Manglar en Celestún. ►

La pérdida de manglar en la costa ha provocado el daño a ecosistemas así como el aumento de la intrusión salina en la costa.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

“Un método arquitectónico que aprovecha la inigualable unión entre la naturaleza y la tecnología ofrece una oportunidad para nuevas posibilidades espaciales y visuales que resultan del uso de la infraestructura como componente fundamental del diseño arquitectónico. La naturaleza y la infraestructura, trabajando juntas, deben poder expresarse como un determinante importante de la forma urbana y regional. Corresponde a los arquitectos, paisajistas, ingenieros y biólogos mostrar el camino”

Estos textos nos dan pauta para desarrollar una investigación y proyecto que sea caracterizado por la simbiosis entre lo natural y lo artificial a través del uso de infraestructuras que los incorporen en un sólo diseño.

Por otro lado, la idea de que los entornos rurales y naturales deben ser conservados por razones más complejas que el simple hecho de ser “naturales” es una postura propuesta por Edward Glaeser (economista estadounidense) en su libro “Triunfo de las ciudades, donde defiende que las ciudades son lugares ecológicos y sostenibles ya que en ellas el consumo de bienes y la provisión de servicios es más eficiente al estar sujetas a los principios de una economía de escala. El principal factor que hace a las ciudades atractivas es la proximidad, que beneficia tanto a las personas individualmente como a la industria, a las empresas, a proporcionar servicios públicos, a los recorridos que atienden a grandes poblaciones, a los medios de

producción que generan mayores beneficios y a las concentraciones que facilitan la especialización y la transferencia de conocimiento”(Glaeser, 2011).

En el capítulo “¿Hay algo más verde que el asfalto?” Glaeser, escribe:

“Puede que residir en el bosque sea una buena forma de demostrar el amor que uno siente por la naturaleza, pero en realidad es mucho menos perjudicial para el medio ambiente vivir en una jungla de asfalto [...] Si el futuro va a ser más verde, entonces también tendrá que ser más urbano. Las ciudades densas ofrecen una forma de vida que supone conducir menos y viviendas más pequeñas que calentar y refrigerar. Quizá algún día seamos capaces de conducir y refrigerar nuestras viviendas casi sin emitir carbono, pero de momento y hasta entonces no hay nada más verde que el asfalto. Por el bien de la humanidad y de nuestro planeta, en las ciudades está (y no puede ser de otro modo) el futuro” (Glaeser, 2011, pág. 305).

Además, Glaeser defiende que una de las características más importantes de las ciudades, es que la interacción y conjunto de talentos individuales hace que las economías crezcan, y dentro de este crecimiento existe un mayor desarrollo de investigación, especialización y defiende por lo mismo que las ciudades sean menos dispersas.

“Las ciudades facilitan la colaboración, sobre todo en lo referente a la producción conjunta de conocimiento, la crea creación más importante de la humanidad [...] hacen más fácil observar, escuchar y aprender. Dado que la característica fundamental de la humanidad es nuestra capacidad de aprender de los demás, las ciudades nos humanizan más”(Glaeser, 2011, págs. 451-452).

“Uno de los costos que tiene subvencionar la dispersión urbana es que las emisiones de carbono estadounidenses son mayores de lo que tendrían que ser. Las ciudades son verdes. Vivir en un medio de gran densidad y caminar mucho es mucho más respetuoso con el medio ambiente que vivir en un enclave residencial de baja densidad e ir en coche a todas partes” (Glaeser, 2011, pág. 491).

Este pensamiento nos lleva a tener como pauta para nuestra investigación el valor de trabajar inmersos en la vida urbana y entendiendo las lógicas económicas que existen, pues existe un gran beneficio ambiental con el correcto crecimiento de las ciudades. En la actualidad, el valor del suelo natural se mide principalmente por su valor monetario y siguiendo las lógicas del mercado. En muchas ocasiones esto tiene un impacto negativo sobre las ciudades. También es importante entender el valor que tiene un espacio natural, que depende de sus beneficios ambientales, los cuales hay que tener claros, para protegerlos y aprovecharlos dentro de intervenciones urbanas.

Buscamos entender el balance entre la protección del medio ambiente, el desarrollo económico y los beneficios socio-culturales para la zona a intervenir. Es por eso que un punto medio entre lo que Ian McHarg postula y lo que Glaeser nos revela sobre el desarrollo urbano, nos parece un referente a tomar en cuenta.

“[...]by abandoning absolute economic values that cover only a small range of once values, and employing a relative system of most to least. it is possible to include all the important factors that defy pricing by economists. [...] Although we are unable to fix precise money values on these, it is safe to assume that, in the absence of any supervening value, the concurrence of the majority of positive factors in any one location does indicate its intrinsic suitability for the land use in question”(McHarg, 1969, pág. 115).

“[...] abandonando los valores económicos absolutos que cubren sólo un pequeño rango de valores de una vez, y empleando un sistema relativo de la mayoría a lo menos. es posible incluir todos los factores importantes que desafían los precios de los economistas. [...] Aunque no podemos fijar valores monetarios precisos sobre ellos, es seguro suponer que, en ausencia de cualquier valor sobreveniente, la concurrencia de la mayoría de los factores positivos en cualquier lugar indica su idoneidad intrínseca para el uso de la tierra en cuestión”.

Por último, Alain Bertaud (urbanista), a lo largo de sus escritos, nos deja claro que es un error asumir que se puede controlar en su totalidad la forma en que se desarrollan las ciudades por medio del diseño urbano. Ignorar que el mercado define el crecimiento de las urbes y que existen fuerzas “invisibles” sobre las que no se tiene control puede derivar en acciones ineficaces o incluso contraproducentes para sus habitantes y su contexto. Postula que las ciudades son primordialmente lugares de trabajo que funcionan bajo las lógicas del mercado, donde los intereses privados definen en dónde y cómo ocurren ciertas actividades, y que, en muchas ocasiones, los planificadores urbanos no tienen injerencia en estas lógicas, sin embargo, pueden hacer un mejor trabajo atendiendo a las mismas. En su artículo “*Cities as Labor Markets*” Bertaud dice:

“Cities are primarily labor markets. This claim may seem terribly reductionist to the many among us who love cities. Certainly, the attractions offered by the amenities of a large city cannot be reduced such that the whole is seen merely as a place where firms are looking for labor and people are looking for jobs” (Bertaud, 2014, pág. 2).

“Las ciudades son principalmente mercados laborales. Esta afirmación puede parecer terriblemente reduccionista para muchos de nosotros que amamos las ciudades. Ciertamente, las atracciones que ofrecen los servicios de una gran ciudad no pueden ser

reducidas de tal manera que el conjunto es visto simplemente como un lugar donde las empresas están buscando trabajo y la gente está buscando trabajo”.

“Because planners lack information to make informed decisions about the difficult trade-offs between location and land consumption, they shouldn't have the authority to make these types of decisions. Only a free market allows households and firms to choose the trades-offs that best allow them to maximize their comfort and their participation in the labor market. To benefit fully from a large labor market, households and firms must have ease of mobility” (Bertaud, 2014, pág. 21).

“Debido a que los planificadores carecen de información para tomar decisiones informadas sobre las difíciles compensaciones entre la ubicación y el consumo de la tierra, no deberían tener la autoridad para tomar este tipo de decisiones. Sólo un mercado libre permite a los hogares y a las empresas elegir las compensaciones que mejor les permitan maximizar su comodidad y su participación en el mercado laboral. Para beneficiarse plenamente de un gran mercado laboral, los hogares y las empresas deben tener facilidad de movilidad”.

El proyecto desarrollado tomó como una de las mayores premisas el emplazamiento en una zona urbana

consolidada, por lo que la lectura de las dinámicas de mercado dio la posibilidad de aprovechar los procesos urbanos existentes y proponer otras nuevas que sean compatibles con los intereses de los habitantes. Las teorías urbanas recopiladas fueron el punto de origen para la comprensión de las ciudades como organismos complejos y biológicos que se adaptan a las necesidades de su momento histórico.

El arquitecto tiene una gran responsabilidad en el éxito de la vinculación de las sociedades con su entorno por medio de las infraestructuras que hacen habitables a nuestras ciudades. De de igual manera, es necesario aceptar que las condiciones

que tenemos en la actualidad, cercanas a una crisis ambiental en los entornos urbanos, conllevan a que las transformaciones espaciales no estén sujetas solamente a condiciones de diseño.

Analizar fenómenos externos a la arquitectura es una herramienta que puede ser aprovechada en proyectos que incorporan nuevas maneras de pensar las infraestructuras. De esta manera pasamos de una perspectiva totalmente aislada de la naturaleza a una que las incorpora y utiliza de forma inteligente, sin entorpecer el desarrollo urbano, preparando a las ciudades para recuperarse de la crisis y a la vez otorgando beneficios económicos y sociales.



fig. 11 Vías del tren en calle 90, Mérida. ►

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

ANÁLISIS ESCALA ESTADO DE YUCATÁN

2.1 INTRODUCCIÓN

El estudio multiescalar consiste en revisar constantemente la relación entre las diferentes escalas con diferentes perspectivas y disciplinas que nos permiten comprender el territorio de manera integral. Cada una de estas disciplinas pone en evidencia distintos fenómenos económicos, ambientales y sociales que explican el contexto en el que se planea hacer un cambio.

El contenido gráfico principal de este capítulo son mapas de elaboración propia creados a partir de información proveniente de bases de datos oficiales. Debido a que el análisis territorial a escala estatal y peninsular fue un trabajo realizado entre los cuatro equipos, se decidió organizar la búsqueda de información en los cuatro ejes previamente mencionados:

(1). Procesos de vivienda y urbanización: Aquí se muestra la forma en que se ha llevado a cabo la población de las localidades en Yucatán, las características básicas de los asentamientos humanos y las tipologías urbanas.

(2). Patrimonio natural: En esta categoría se encuentran todos los gráficos y mapas temáticos relacionados con las características físicas y naturales del territorio como son el clima, la precipitación o el tipo de suelo. Tras haber tomado la postura como equipo de hacer énfasis en la problemática de la contaminación del acuífero, la información obtenida en este eje temático fue clave esencial para poder investigar y desarrollar más a fondo nuestra propuesta de proyecto.

(3). Procesos económicos y demográficos: La información que pertenece a este rubro explica de forma general cómo vive la gente en la península, cuáles son los grandes asentamientos urbanos, de qué tamaño son, cuál es la proporción de la población urbana, cuáles las actividades económicas y cuáles son los servicios con los que cuentan los habitantes, entre otros.

(4). Patrimonio cultural: Comprende los aspectos sociales que caracterizan a la población, los sitios de valor histórico y los rasgos propios de las ciudades en la península.

2.2 ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

Para entender algunas de las características geográficas más importantes del estado es necesario hacer una lectura geológica ya que es un factor que define muchas otras cualidades de la Península de Yucatán.

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la existencia de un suelo de apenas 20 cm de profundidad del tipo leptosol. Está compuesto mayormente por rocas calizas duras que se forman por el calcio proveniente de conchas marinas.

Esta caliza superficial forma una coraza conocida localmente como laja o chaltún. Es de extrema dureza y forma parte de grandes superficies del terreno del estado. En otras zonas del estado también existen calizas blandas que favorecen la formación de diferentes cavidades en el subsuelo. Esta es la razón por la cual se pueden encontrar miles de cenotes en toda la península de Yucatán (Beddows&Blanchon, 2007).

Todas estas calizas están presentes en la mayor parte del estado y tienen como característica la falta de arcillas y margas sobre ellas, lo que provoca que en temporada de lluvias se infiltra rápidamente el agua disolviendo las rocas y provocando un relieve denominado karst que se caracteriza por ser plano (García & Graniel, Geología, 2010).

Desde la superficie hasta los 220 metros de profundidad se encuentran calizas masivas, recristalizadas y de buena permeabilidad. Después de los 220 metros se encuentran las capas impermeables de margas y calizas cuyos espesores

se extienden varios centenares de metros, que genera que los mantos acuíferos se encuentren cerca de la superficie, facilitando la accesibilidad al agua (Butterlin y Bonet, 1960)(Bonet y Butterlin, 1962).

De igual manera no hay cursos de aguas superficiales. Las lluvias saturan el terreno y se infiltran al subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades como grutas, cavernas o sumideros (García y Graniel, Geología, 2010).

La región costera es una franja paralela a la costa de más o menos 20 km de ancho en la que abundan principalmente suelos residuales, arenas, arcillas y turbas. Comprende playas de barrera y lagunas de inundación, así como una serie de bahías someras en las que se presenta el fenómeno de intrusión salina.

Los suelos calizos costeros conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación en el puerto llamado Carrillo Puerto creadas en los períodos geológicos Mioceno Superior al Plioceno. (García y Graniel, Geología, 2010).

Estas características físicas, tienen grandes implicaciones en el entendimiento de las dinámicas ecosistémicas de la región, ya que actualmente el ordenamiento e intervención con el territorio no son coherentes con el medio natural. En los siguientes mapas analizaremos estas características con el objetivo de entender las principales zonas problemáticas y las zonas potenciales del estado.



fig. 12 Muro de roca caliza. ►

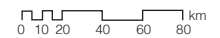
La escasez de tierra en el suelo propicia una capa vegetal tropical baja y muy poco densa.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave



Composición dominante de subsuelo

- Caliza de moluscos
- Caliza conquinoidal formación Carillo Puerto y Bacalar
- Marga, lutitas, calcarenitas
- Calizas arcillosas, miembro chumbec
- Caliza cristalina dolomitizada
- Caliza de cristalina folisífera



◀ Fuentes de mapa:

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1995). Edafología. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México. [shapefile.shp] [Conjunto de datos]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/información/gis/>

- CENOTES BASE. (2017,12 julio) Recuperado 24 octubre 2018, de <http://bitacoraordenamineto.yucatan.gob.mx/galeria/index.php?Offset=50>

- INEGI. (2018, febrero) MARCO GEOESTADÍSTICO. Recuperado 24 octubre, 2018, de http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463526636&fbclid=IwAR1iUCmxT-FD6K5AKPVL59IPH_scSmjHIAUIO3so1a-qaOUu-bX6AbVT0IXo

- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán. (2006). 21 diciembre-9. Cuerpos de agua [Conjunto de datos]. Recuperado de <http://bitacoraordenamineto.yucatan.gob.mx/documentos/detalles.php?IdArchivo=439>

fig. 13 Cenote bajo vivienda en Calle 27 ▶ al norte de Mérida, Yucatán.

Es común encontrar dentro de edificaciones privadas cenotes de los que los residentes utilizan el agua para actividades domésticas.

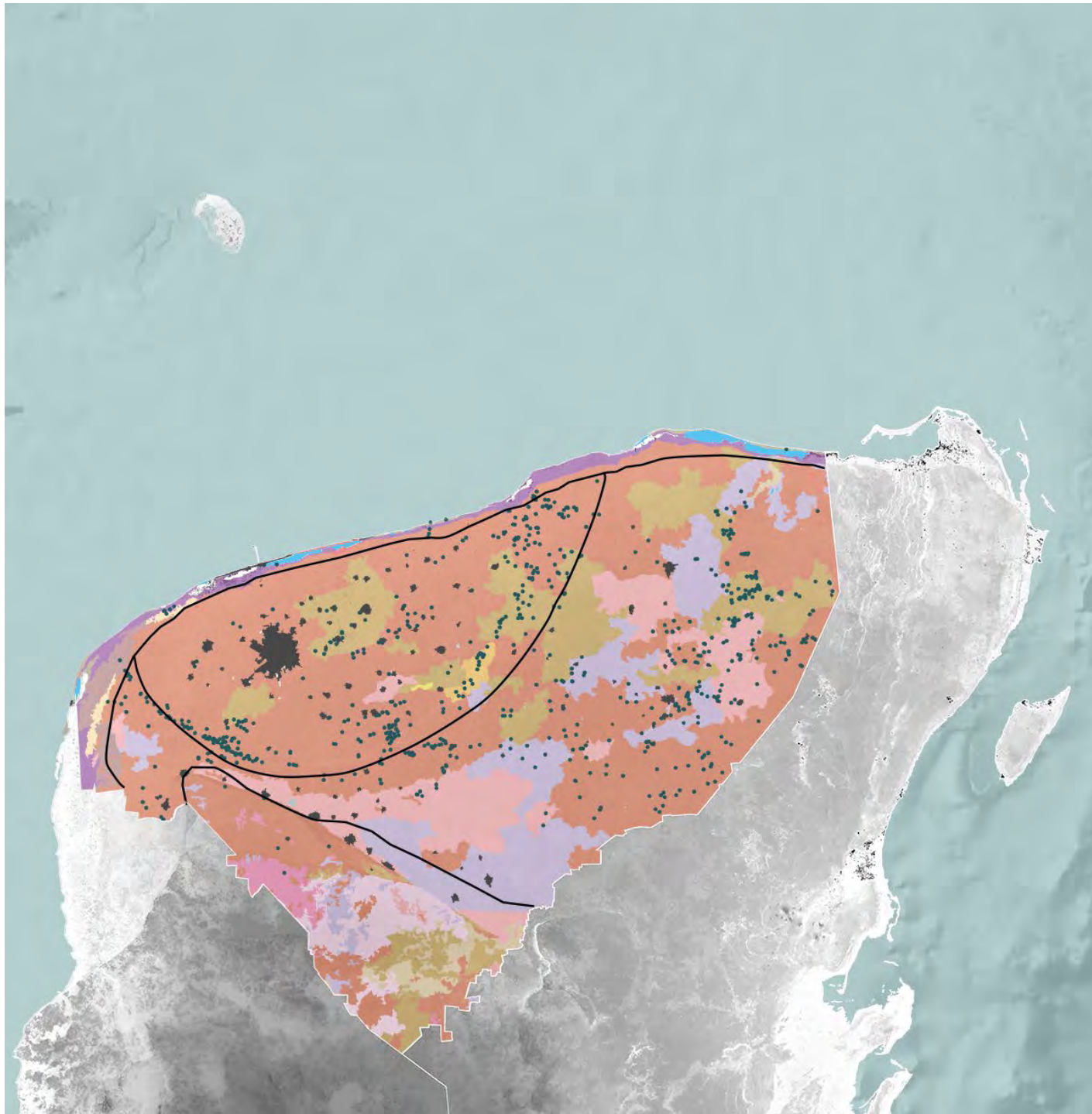
Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave



2.2.1 Geología

Las fallas geológicas y el tipo de suelo determinan en buena medida la flora, la fauna y el ciclo hidrológico en una región. La gran cantidad de fallas geológicas presentes en la península tienen como precedente la inmersión de la placa continental del agua y el choque del meteorito que sucedió hace más de 50 millones de años que formó un cráter cerca de la población de Chicxulub y que forma una curva de fracturas del suelo que conforman el Anillo de Cenotes al noroeste de la región.

El suelo geológico en la costa es de una composición menos caliza que la que se encuentra tierra adentro. El mayor componente del suelo son minerales kársticos altamente solubles, por lo que se crean cavidades subterráneas como los cenotes, que muchas veces contienen agua filtrada naturalmente apta para el consumo humano. Se estima que en Yucatán hay alrededor de 8,000 cenotes. Esta fragmentación del suelo explica la gran cantidad de fisuras geológicas y la ausencia de ellas en la región sur de la península, cuyo suelo tiene una composición menos propensa a la erosión (Beddows y Blanchon, 2007).



Tipo de suelo dominante

- | | |
|---|---|
|  Leptosol |  Nitisol |
|  Arenosol |  Phaeozem |
|  Calcisol |  Regosol |
|  Cambisol |  Solonchak |
|  Chernozem |  Vertisol |
|  Fluvisol |  Cuerpos de agua |
|  Gleysol |  Mancha urbana |
|  Histosol |  Cenotes |
|  Kastaozem |  Cuencas hidrográficas |
|  Lixisol | |
|  Luvisol | |



◀ Fuentes de mapa:

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1995). Edafología. Escalas 1:250000 y 1:000000. México. [shapefile.shp] [Conjunto de datos]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/información/gis/>

- INEGI. (2018, febrero) MARCO GEOESTADÍSTICO. Recuperado 24 octubre, 2018, de http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463526636&fbclid=IwAR1UCmxT-FD6K5AkPvLS9IPH_scSmjHtAUIO3so1a-qaOUu-bX6AbVT0IXo

- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán. (2006,21 diciembre-9).Cuerpos de agua [Conjunto de datos]. Recuperado de <http://bitacordeordenamineto.yucatan.gob.mx/documentos/detalles.php?IdArchivo=439>

fig. 14 Cenote X'kekén, Yucatán. ▶

En el Estado de Yucatán se estima que existen entre 7,000 y 8,000 cenotes.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave



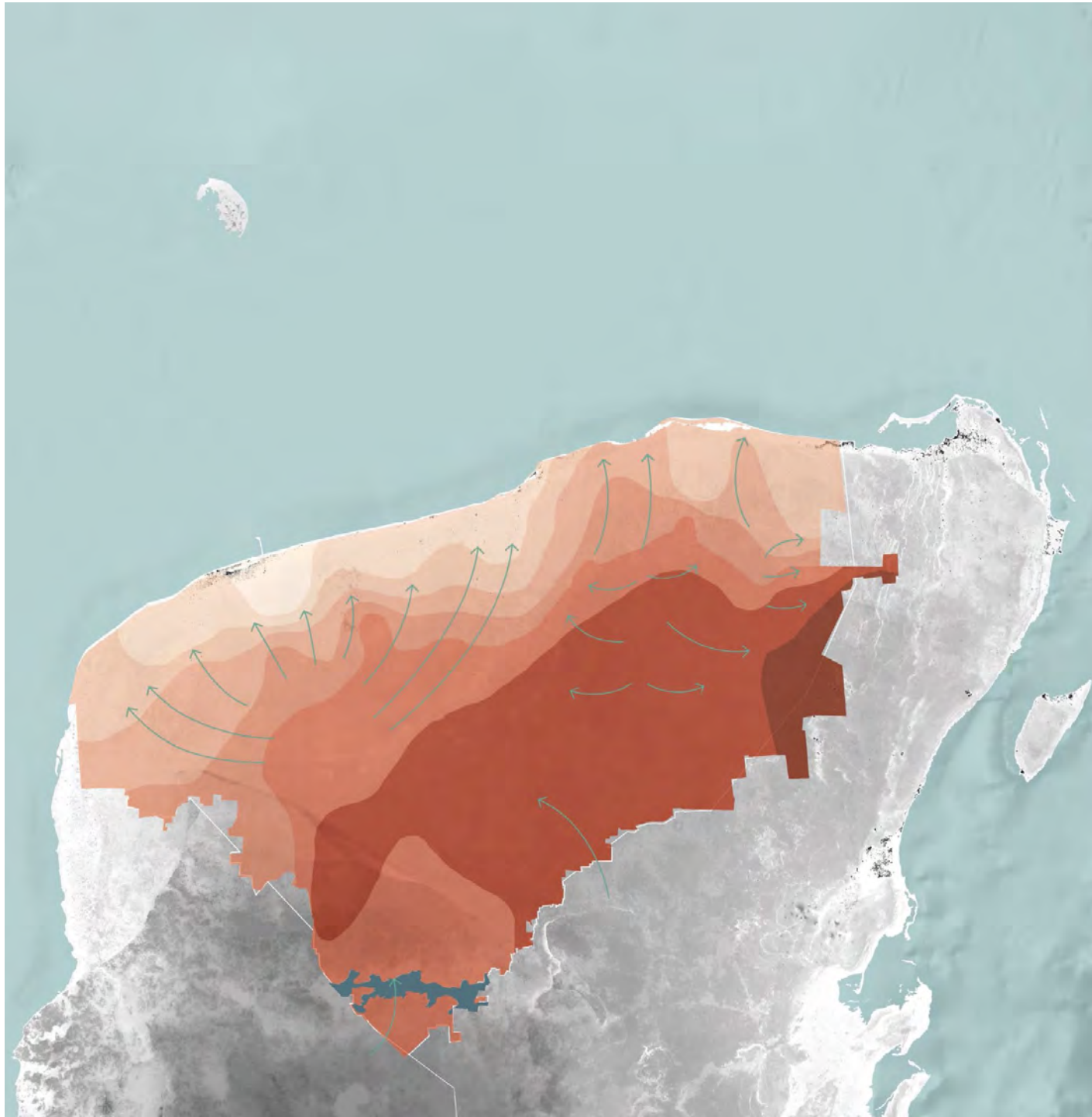
2.2.2 Regiones geohidrológicas

Las regiones geohidrológicas tienen una doble connotación. Por un lado, está el componente geológico definido por la conformación del suelo subsuperficial y por el otro las cualidades de la superficie.

En la Península de Yucatán predomina el suelo kárstico y un suelo de tipo leptosol, de muy poco espesor y no muy rico en nutrientes, lo que provoca que se filtren fácilmente los contaminantes al subsuelo y que sea poco apto para la agricultura. Estas características dominan en las dos regiones geohidrológicas centrales de Yucatán.

En la costa, existen menos componentes solubles en la roca y el suelo es más compacto y arcilloso, dando origen a una franja costera que contiene el agua dulce en el interior del continente y el agua salada en el mar. Este tipo de suelo lleva por nombre solonchak.

En la región de mayor altitud, al sur del estado, se encuentran suelos superficiales más espesos y aptos para el cultivo como el Luvisol y el Lixisol.



Hidrometeorología en Mérida

- 500 - 600 mm
- 500 - 700 mm
- 700 - 800 mm
- 800 - 900 mm
- 900 - 1000 mm
- 1,000 - 1,100 mm
- 1,100 - 1,200 mm
- 1,200 - 1,300 mm
- Flujos de agua
- Inundaciones



◀ Fuentes de mapa:

- Bitácora ambiental del programa de ordenamiento ecológico territorial del estado de Yucatán. (2006) dirección del flujo de agua subterránea. Recuperado 24 octubre, 2018, de <http://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/galeria?Offset=150#>

- Bitácora ambiental del programa de ordenamiento ecológico territorial del estado de Yucatán (2006) Precipitación media anual (CNA). Recuperado 20 octubre, 2018, de <http://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/documentos/detalles.php?IdArchivo=488>

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1995). 'Edafología'. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México. [shapefile.shp][conjunto de datos]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/información/gis/>



fig. 15 Vista de los bosques tropicales ►
(Selva mediana) al sur de Yucatán.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

2.2.3 Hidrometeorología

Los promedios de precipitación anual más altos se encuentran al sureste de Yucatán, donde el clima es más húmedo y hay selva media-alta: En estas zonas, caen hasta 1,300 mm de agua anuales y coincide con los suelos menos permeables, y por ende, mayores riesgos de inundación. Conforme la distancia es menor a la costa, el clima es más árido y las precipitaciones anuales son menores. Así, en Mérida se registran precipitaciones anuales de 800 – 900 mm y en la costa de 500 mm.

El flujo de agua subterránea recorre Yucatán de sur a norte y rodeando el Anillo de Cenotes. El sentido del recorrido está condicionado por factores como una mayor altitud en la Sierra de Ticul al sur del estado, por la precipitación media y por la profundidad de los mantos freáticos (INEGI, 2002).



Usos de suelo dominantes

- Tierra estéril
- Tierra de cultivo
- Bosque subtropical caducifolio de hoja ancha
- Bosque subtropical caducifolio de hoja perenne
- Pradera tropical o subtropical
- Matorral tropical o subtropical
- Cuerpos de agua superficial
- Humedales (tierra húmeda)



0 10 20 40 60 80 km

◀ Fuentes de mapa:

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999), 'Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO'. Escala 1:100000. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

- SEMARNAT, (2017). Áreas Naturales Protegidas Federales de México. [Conjunto de datos]. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/información/metadatos/gis/anpnov17gw.xml?_htptcache=&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no

- CONABIO, (14/10/2015). 'Áreas Naturales Protegidas estatales, municipales, ejidales y privadas de México 2015, edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Distrito Federal Tlalpan



fig. 16 Bosque subtropical observado ▶ desde pirámide en Uxmal.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

2.2.4 Uso de suelo ambiental

De forma general predominan las dunas costeras y los manglares en la zona de humedales. La selva baja inundable, las sabanas, los petenes, las comunidades hidrófilas y las zonas de vegetación secundaria se encuentran un poco más adentro del territorio. Finalmente la selva baja caducifolia y la selva mediana subperennifolia están al centro y sur de Yucatán (García & Durán, 2010).

Es importante destacar que la mayor parte del territorio al norte del estado ha pasado a ser tierras de cultivo principalmente para alimento del ganado, reemplazando la selva baja que existía anteriormente. Adicionalmente hacemos énfasis en la presencia de los únicos cuerpos de agua superficiales en los ecosistemas costeros donde el suelo es menos permeable y donde desembocan los flujos de agua subterráneos.

Bajo este panorama, la extracción de agua para consumo humano queda condicionada a los mantos freáticos y a los cenotes.



Áreas protegidas en la península

- Reservas Federales
- Reservas Estatales
- Reservas Ejidales
- Reservas Municipales
- Sitios Ramsar
- Uso de suelo ambiental



◀ Fuentes de mapa:

-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999), 'Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO'. Escala 1:100000. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

- SEMARNAT, (2017). Áreas Naturales Protegidas Federales de México. [Conjunto de datos]. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/información/metadatos/gis/anpnov17gw.xml?_htptcache=&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no

- CONABIO, (14/10/2015). 'Áreas Naturales Protegidas estatales, municipales, ejidales y privadas de México 2015, edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Distrito Federal Tlalpan



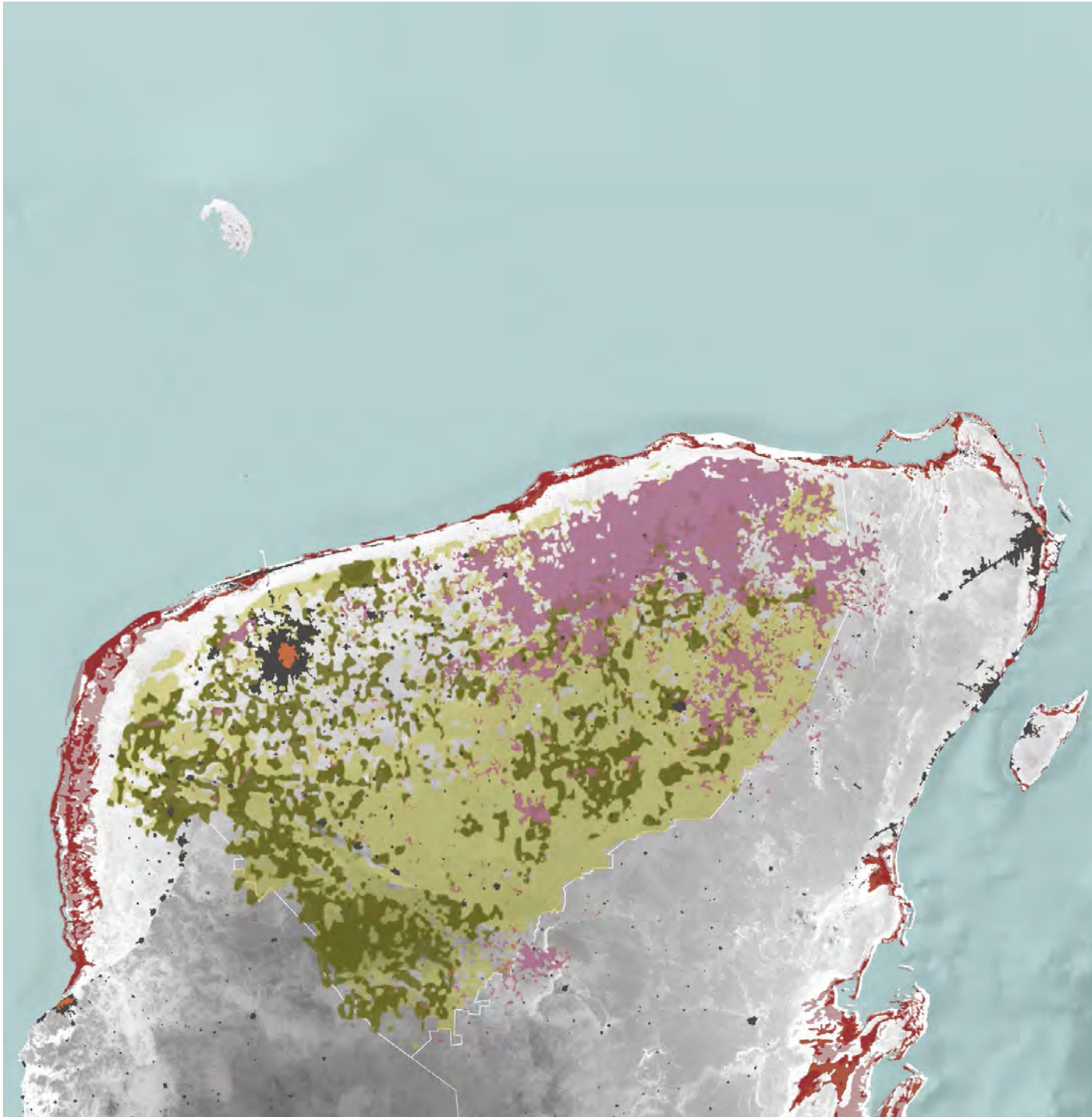
fig. 17 Reserva de la biósfera, Ría Celestún. ▶

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

2.5.5 Áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP, por sus siglas en español) más importantes se encuentran en el litoral de la península: Parque Natural Reserva Ría Lagartos y Parque Natural Reserva Ría Celestún. Los ecosistemas costeros como los manglares, las ciénegas, las lagunas y los petenes son valorados por las especies endémicas que ahí viven y por su gran capacidad de adaptación. Por esta razón han sido catalogados como Sitios Ramsar, una declaratoria internacional de valor patrimonial para la protección de los humedales y sus recursos. Además, son biomas clave en la preservación de la calidad del agua y previenen la intrusión salina (CONABIO, 2009).

Al sur de Mérida se encuentra la Reserva Ecológica Cuxtal, cuyo tamaño es similar a la extensión de la mancha urbana de la capital del estado de Yucatán (Ruiz & Arellano, 2010).



Degradación y cambios de uso de suelo

- Mancha urbana 1997
- Mancha urbana 2016
- Manglar 1997
- Manglar 2016
- Selva 1997
- Selva 2007
- Ganadería extensiva



◀ Fuentes de mapa:

-Durán R. y M. Méndez (Eds.) 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, 131 Y 133 pp.

- INEGI, 1997. Uso de suelo y vegetación serie I (continuo nacional). Dirección de Ordenamiento Ecológico General e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

- INEGI. 1997. Uso de suelo y vegetación serie VI (continuo nacional). Dirección de Ordenamiento Ecológico General e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

fig. 18 Producción bovina extensiva. ▶

Una de las principales causas de deforestación en Yucatán es el cultivo de pastizales para ganado en zonas de bosque tropical.

Fuente: Ecocosas. Autor anónimo.

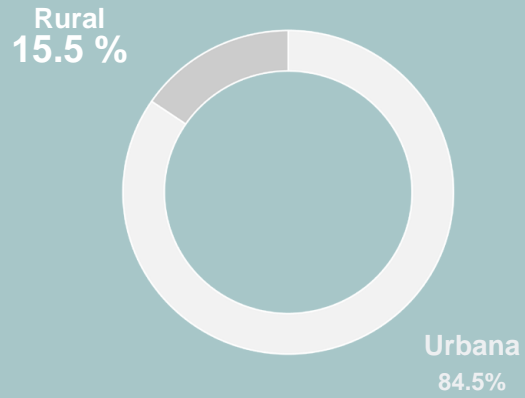


2.2.6 Degradación ambiental

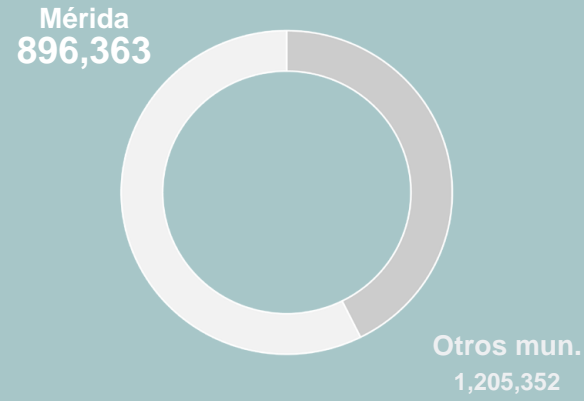
El crecimiento de la producción bovina en el estado ha causado la pérdida de grandes extensiones de ecosistemas naturales, principalmente la selva baja y los humedales. Estas afectaciones tienen además como causa la contaminación del agua en el caso de la costa y la tala clandestina para el uso de madera en la construcción en el resto del estado.

Muchos de los espacios deforestados se usan para la producción agrícola, principalmente los pastizales para consumo ganadero y la siembra de maíz. Esto implica muchas veces el uso de pesticidas y fertilizantes que junto con los desechos animales se filtran fácilmente a las cavidades subterráneas por donde corre el agua (Eastmond y García de Fuentes, 2010).

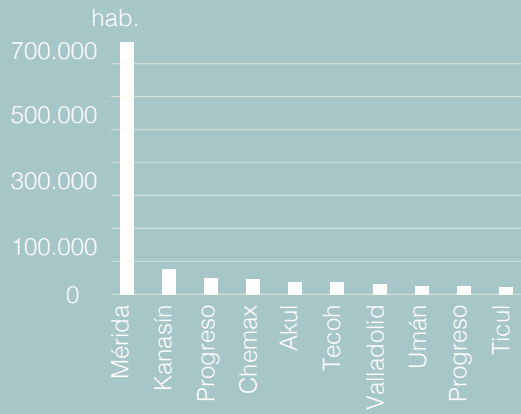
Población Urbana y Rural



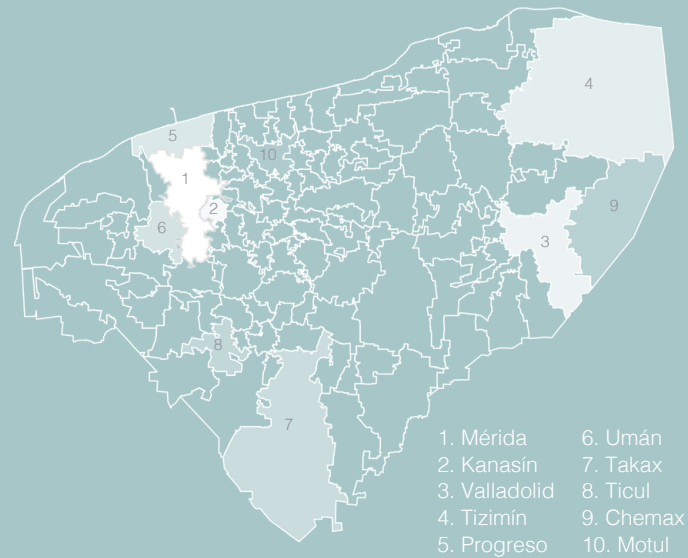
Población en Mérida y resto de los municipios



Tasas de crecimiento más altas (2010 - 2015)



Municipios más poblados en Yucatán



◀ Fuente de gráficos y mapa:

1. INEGI. Encuesta Intercensal 2015.
<http://www.beta.ine>



fig. 19 Nuevos fraccionamientos residenciales al norte de Mérida. ▶

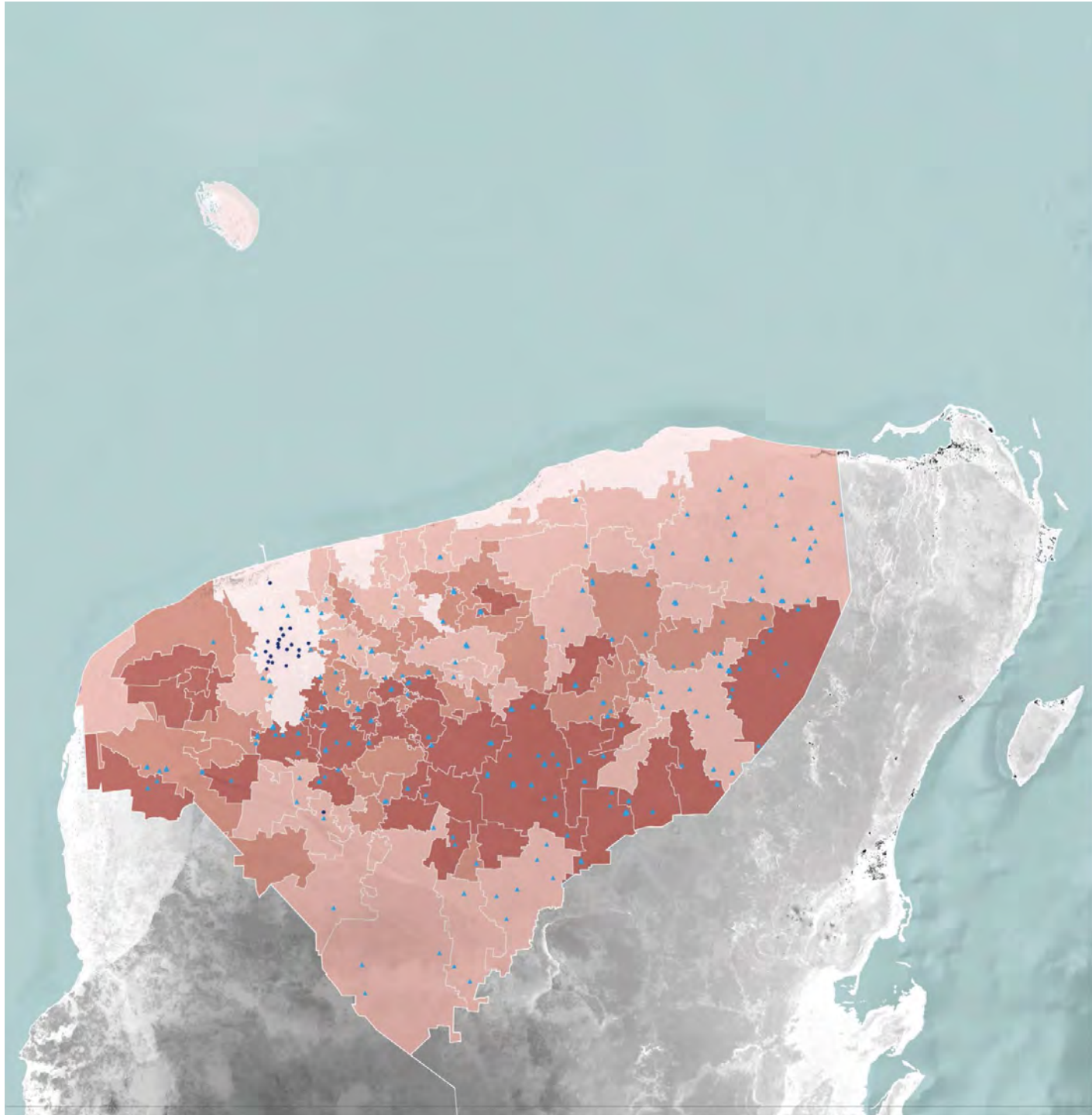
Son frecuentes los nuevos conjuntos de vivienda de baja densidad que se construyen en zonas de bosque tropical.

Fuente: Metropolimid. Autor anónimo.

2.2.7 Demografía

Aproximadamente la mitad de la población yucateca vive en la zona metropolitana de Mérida. Los tres municipios más poblados del estado, Kanasín, Umán y Progreso, forman parte de esta aglomeración. La población dentro de este conjunto conforma el 51.43% de los habitantes de todo el estado (Córdoba y García, 2010).

Las altas tasas de crecimiento poblacional de Kanasín, Conkal, Mérida y Progreso revelan que la región urbana de la capital se encuentra en pleno desarrollo y, por lo tanto, requieren de acciones orientadas a proporcionar las condiciones de vida adecuadas para los habitantes actuales y futuros (Córdoba y García, 2010).



Tasa de viviendas sin drenaje por municipio

- 48.2 - 85.8%
- 32.7 - 48.1%
- 16.1 - 32.6%
- 2.2 - 16.0%
- ▲ Pozos
- Plantas de tratamiento de agua residual (PTAR)



◀ Fuentes de mapa:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013, 26 junio). Censo de población y Vivienda 2010 [Conjunto de datos shapefile.shp]. 'Sistema para la consulta de información censal [SCINCE, Versión 06/2012]'. Recuperado 24 octubre, 2018 de <http://www.inegi.org.mx/est/scince2010.aspx>

- SEMARNAT, (2015). INVENTARIO NACIONAL DE PLANTAS MUNICIPALES DE POTABILIZACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES [Conjunto de datos]. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/197610/Inventario_2015.pdf?fbclid=IwAR3iVW-aLLA96R-x011xexKeKeQRiv7XPoGsZk1jwNQEktIRO2VRSUZJY8



fig. 20 Sumidero utilizado como alcantarilla. ▶

Fotografía por Andrea Olavarrieta De La Torre

2.2.8 Infraestructura hídrica

El rezago de infraestructura hídrica es uno de los mayores problemas de Yucatán. Se trata del estado con menor cobertura de drenaje, el cual consiste principalmente de fosas sépticas y sumideros que no cuentan con un tratamiento de agua adecuado antes de su desecho directo al acuífero.

A pesar de que más de la mitad de la población vive en la capital y existen plantas de tratamiento al sur de la ciudad, se podría pensar que el drenaje es adecuado. La realidad es que no se tiene un buen sistema para el tratamiento de aguas antes de su desecho al acuífero.

Esto genera problemas de contaminación y de salud creando un círculo vicioso de extracción, desecho y reuso que genera cada vez un sistema de aguas más contaminado. Los municipios más rezagados que se encuentran al este del estado, están en condiciones aún más precarias de lo que los valores nos muestran (CONAGUA, 2016).

2.2.9 Ciclos ecosistémicos

A manera de síntesis, en un corte esquemático, podemos entender la interacción entre las características del suelo, el clima, las regiones hidrológicas, la precipitación y las zonas vegetadas.

Este esquema permite entender el particular contexto en el que se encuentra inmersa la ciudad de Mérida y de forma más general todo el estado. Nos permite constatar que el agua está sujeta a un ciclo natural inusual, de difícil acceso para el consumo y vulnerable a la contaminación por las actividades humanas y por la composición caliza de la roca. Tanto los mantos acuíferos como los cenotes que están presentes en toda la península son las fuentes naturales de agua en ausencia de ríos o lagos.

Por otro lado, Yucatán goza de una gran variedad de recursos naturales, la flora y la fauna son vastas y diversas, el agua es abundante pese a estar a profundidad y los ecosistemas costeros realizan funciones ambientales que favorecen el desarrollo de las actividades humanas en la península.

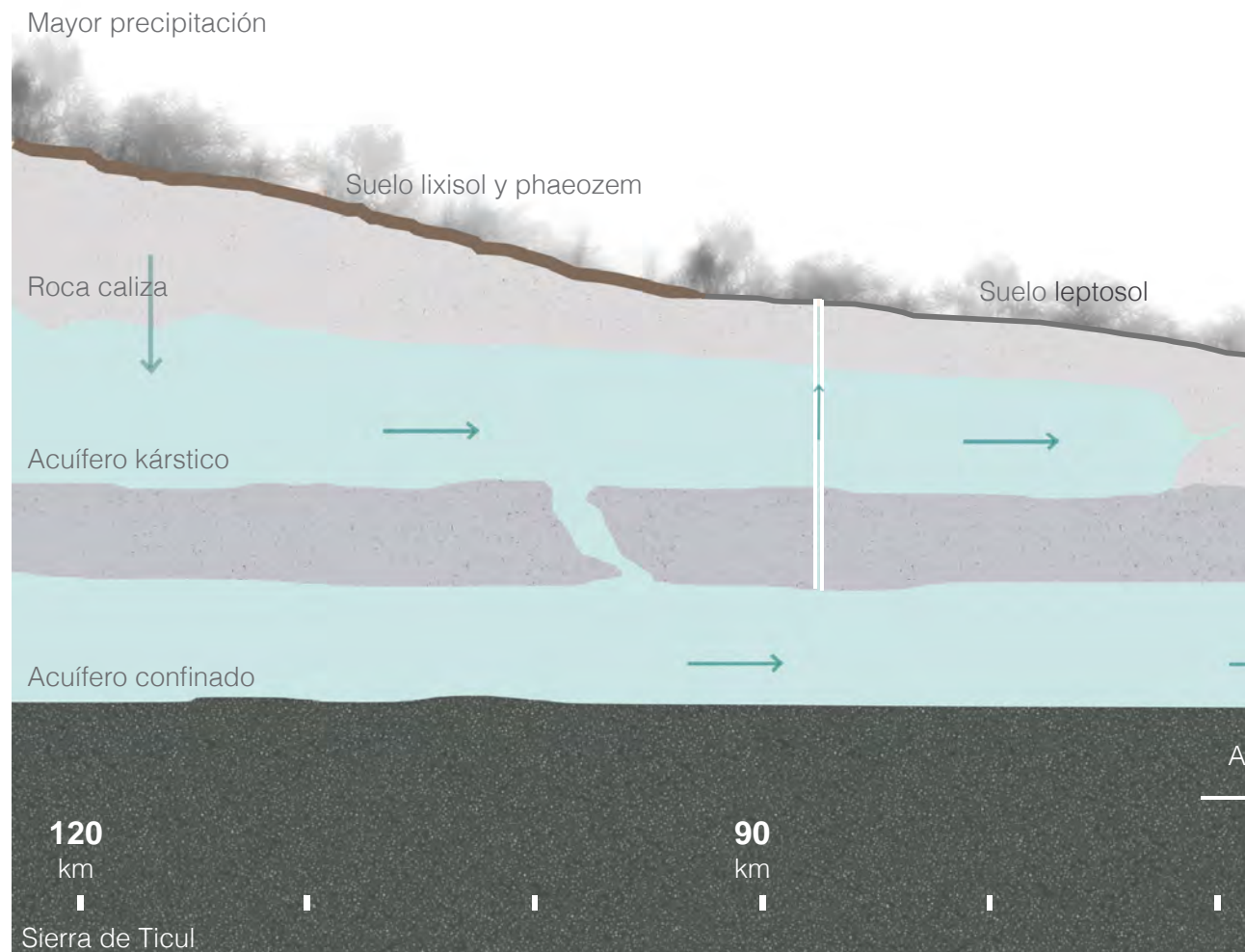
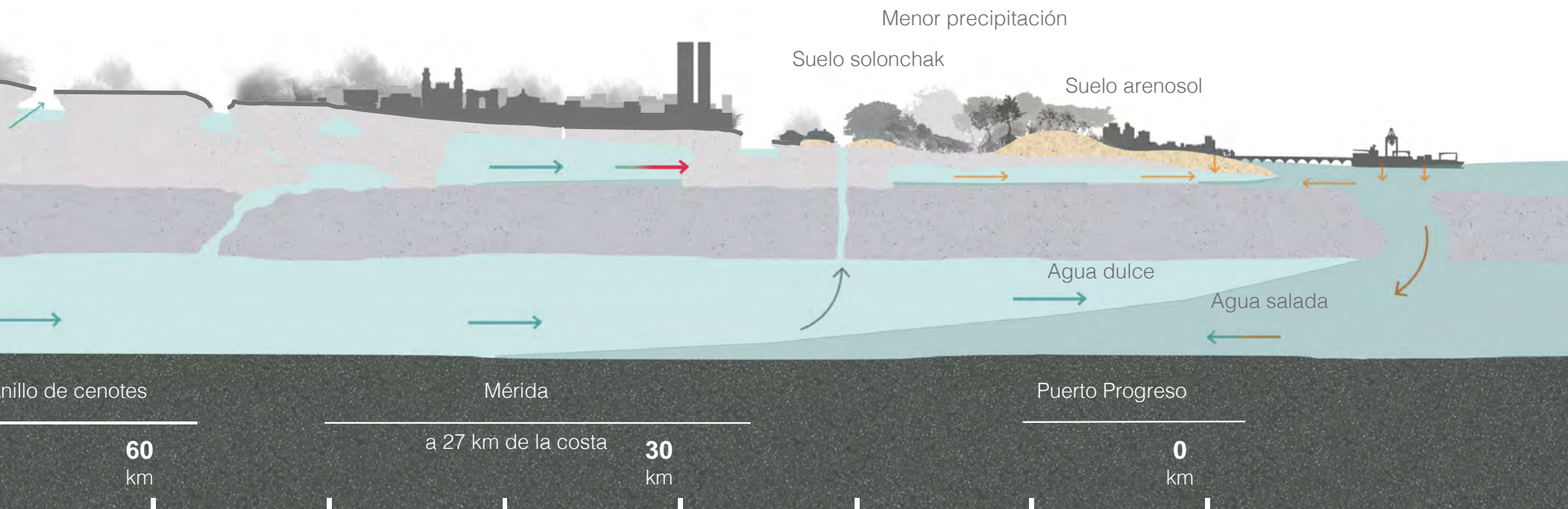
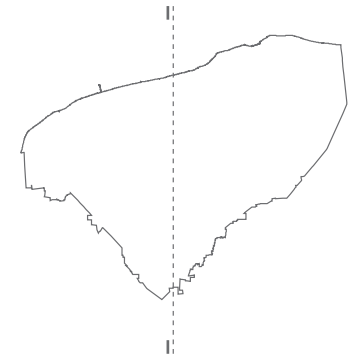


fig. 21 Corte esquemático de Yucatán. ▼

Se enfatiza el relieve, capas de suelo, ecosistemas y flujos de agua en el estado.

Elaboración propia



2.2.10 Ecosistemas costeros

Entre los ecosistemas de la franja costera destacan las lagunas, las ciénegas y los manglares. Se distinguen porque en ellos se mezcla el agua salada del mar y el agua dulce proveniente de los petenes, de los mantos freáticos y de los ojos de agua, por lo que la vida en ellos es altamente adaptable. La franja costera conforma una barrera natural de transmisión entre el agua dulce y el agua de mar.

Los petenes, son cuerpos de agua de formación circular que se alimentan de una manantial de agua dulce que se localiza en el centro del petén. Éstos se encuentran en las ciénegas, que son cuerpos alimentados por agua de mar, por lo que la combinación de agua dulce y salada sólo es soportada por la flora y la fauna endémica, como los manglares blancos, los rojos, y el botoncillo.

Por otro lado, la vegetación que se encuentra en las dunas costeras, como el tabaquillo y el abrojo, en conjunto con un suelo prácticamente impermeable, actúa como una barrera que impide el movimiento del agua subterránea hacia el mar. Esta franja es estrecha y va paralela a la costa con una extensión de 250 km de entre 2 a 20 km de ancho y 0.5 a 1.40 m de espesor (CONABIO, 2011) y (Zúñiga, Palacio, & Aponte, 2005).

Los ecosistemas costeros tienen una gran importancia en cuanto a los servicios ambientales que ofrecen puesto que el nivel de intrusión de agua salada al acuífero depende de ellos. Desgraciadamente, la vegetación de dunas costeras en su porción central se ha reducido hasta perder casi 85% de su

cobertura original debido al cambio de uso de suelo, reemplazando las dunas por edificaciones y dejando la costa desprotegida ante la erosión (Chávez, 2016).

En la costa, los manglares y las marismas forman un cinturón que amortigua el efecto de las tormentas y huracanes. Las plantas pueden morir durante un huracán, pero las raíces o las semillas sobrevivirán y volverán a poblar el sitio si las condiciones son adecuadas.

El factor más importante para la conservación de la productividad de los humedales es mantener los patrones de circulación de agua, es decir, no poner bordos o carreteras que confinen el agua (Pozo, Canto, Calmé, & (Eds.), 2011)..

Actualmente, se busca revertir el desgaste costero con la declaratoria de áreas naturales protegidas que cubren todo el litoral y la designación de Sitios Ramsar que abarcan 8 de las 13 reservas costeras.

► Fuentes de detalles esquemáticos:

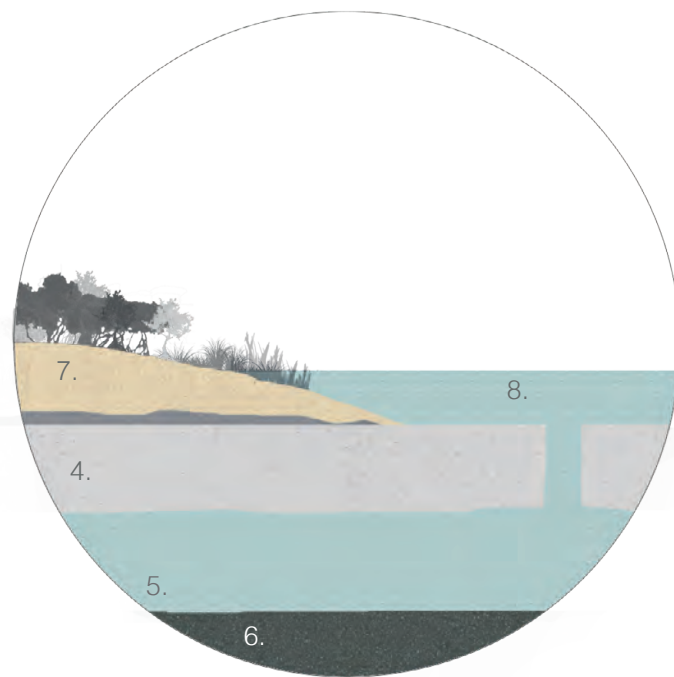
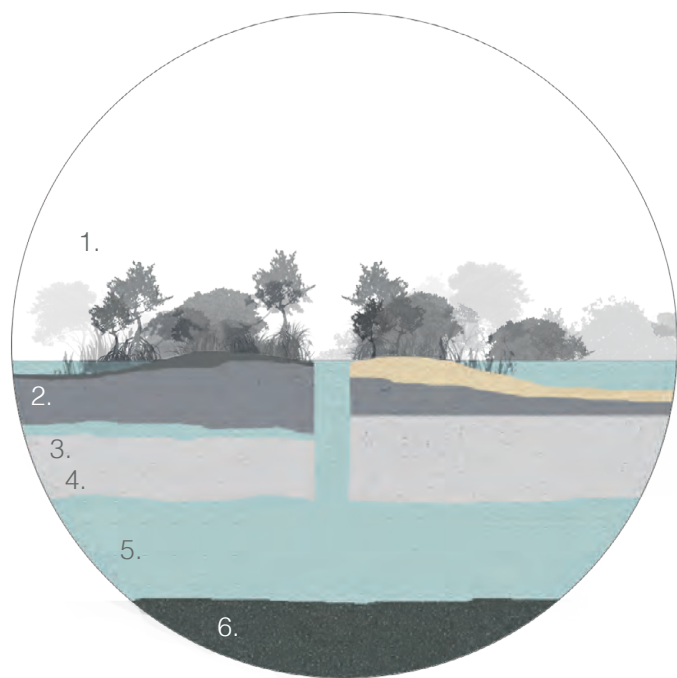
- Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán (2013). *Las raíces del agua*, Mérida, Yucatán.
- Universidad Autónoma de Yucatán (2016). *El manejo del agua a través del tiempo en la Península de Yucatán*, Mérida, Yucatán. Liro de Piedra Editores.
- CONABIO.(2009). *Manglares de México: Extensión y distribución*. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_de_Mexico_Exten

fig. 22 y 23 Detalle esquemático de un ►
Petén e isla de barrera en Yucatán.

Cortes esquemáticos de capas del suelo, flora y fauna en estos ecosistemas.

Elaboración propia

1. Vegetación manglar
2. Suelo Solonchak
3. Acuífero colgado
4. Plataforma continental
5. Acuífero confinado
6. Capa impermeable
7. Areal/Dunas
8. Mar Caribe



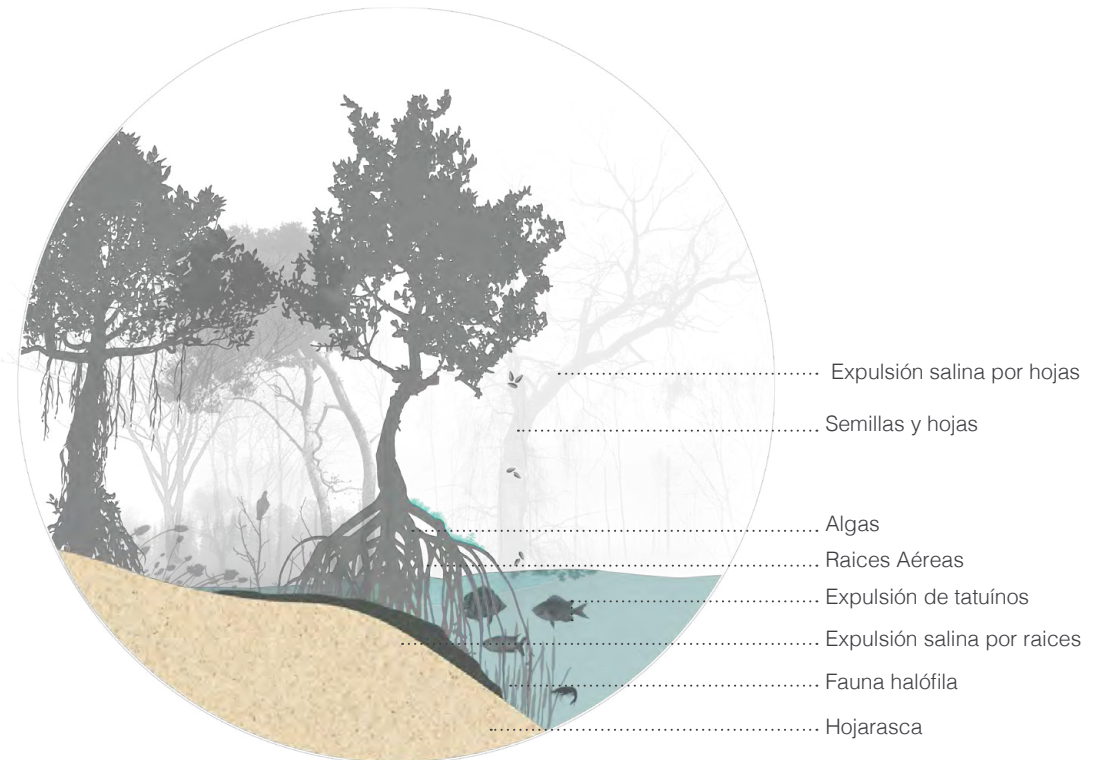
Humedales

Un humedal es un ecosistema que surge cuando una inundación produce suelos sin oxígeno que obligan a las plantas con raíces y a los animales a presentar adaptaciones para tolerar la inundación, como pueden ser los lirios acuáticos y las ranas (Keddy, 2000).

Es un lugar inundable con agua dulce, salobre o salada y la profundidad puede variar entre apenas unos centímetros como un gran encharcamiento hasta un máximo de seis metros. Esta inundación tiene como característica no permitir que el suelo llegue a tener suficiente oxígeno. La condición extrema de los humedales provoca que para que la flora y fauna que los habitan puedan sobrevivir, tomen el oxígeno del agua y el aire. Es el caso por ejemplo de los nenúfares y de los manglares, que tienen adaptaciones en sus hojas y raíces, lo que los hace altamente resistentes a condiciones extremas. De la misma manera, los peces, las ranas, los sapos, los cocodrilos y una gran diversidad de aves de humedal tienen características físicas y de supervivencia que los hacen especiales por su resistencia (Pozo, Canto, Calmé, & (Eds.), 2011).

La función principal del humedal, aparte de ser un gran ecosistema y un importante hábitat para muchos seres vivos, es que actúan como filtradores naturales de agua. Esto se debe a que sus plantas hidrófitas, gracias a sus tejidos almacenan y liberan agua, y de esta forma comienzan con el proceso de filtración. Son de gran importancia para la conservación de la calidad del agua en los acuíferos y sirven de amortiguadores en las costas cuando la marea comienza a subir.

La importancia de los humedales reside en dos funciones ecológicas de máxima importancia: la primera es la captura del bióxido de carbono; y la segunda es su cualidad de amortiguadores en la costa cuando la marea comienza a subir. Por otro lado, es importante recalcar que son de gran importancia para la conservación de la calidad del agua en los acuíferos

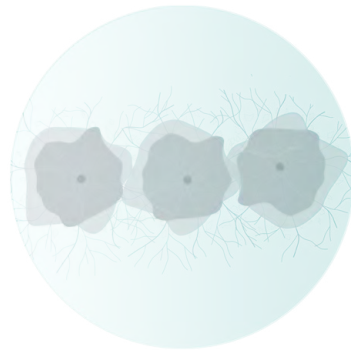


◀ fig. 24 Esquema en corte de manglar.

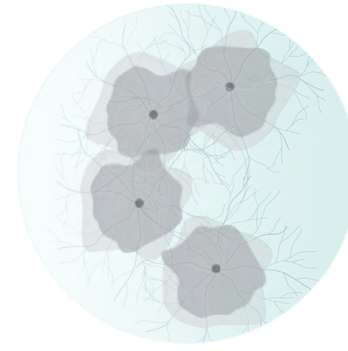
Los manglares son ecosistemas protegidos a nivel internacional por sus servicios biológicos.

fig. 25 Conformación de ecosistema ▶ costero en el litoral de Yucatán.

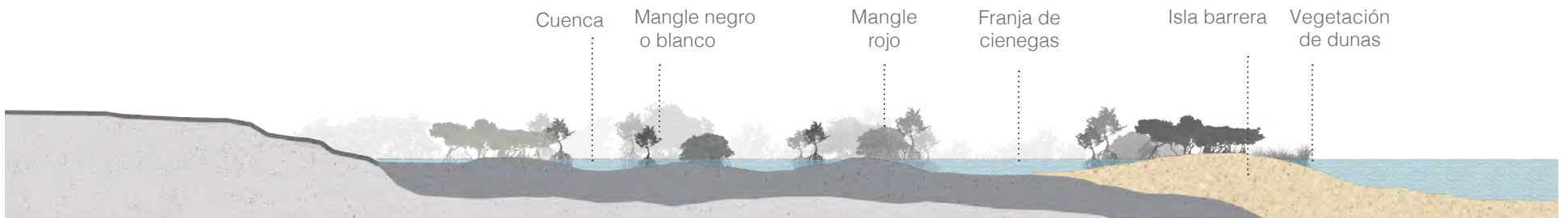
fig. 26 Corte esquemático de ecosistema ▼ costero.

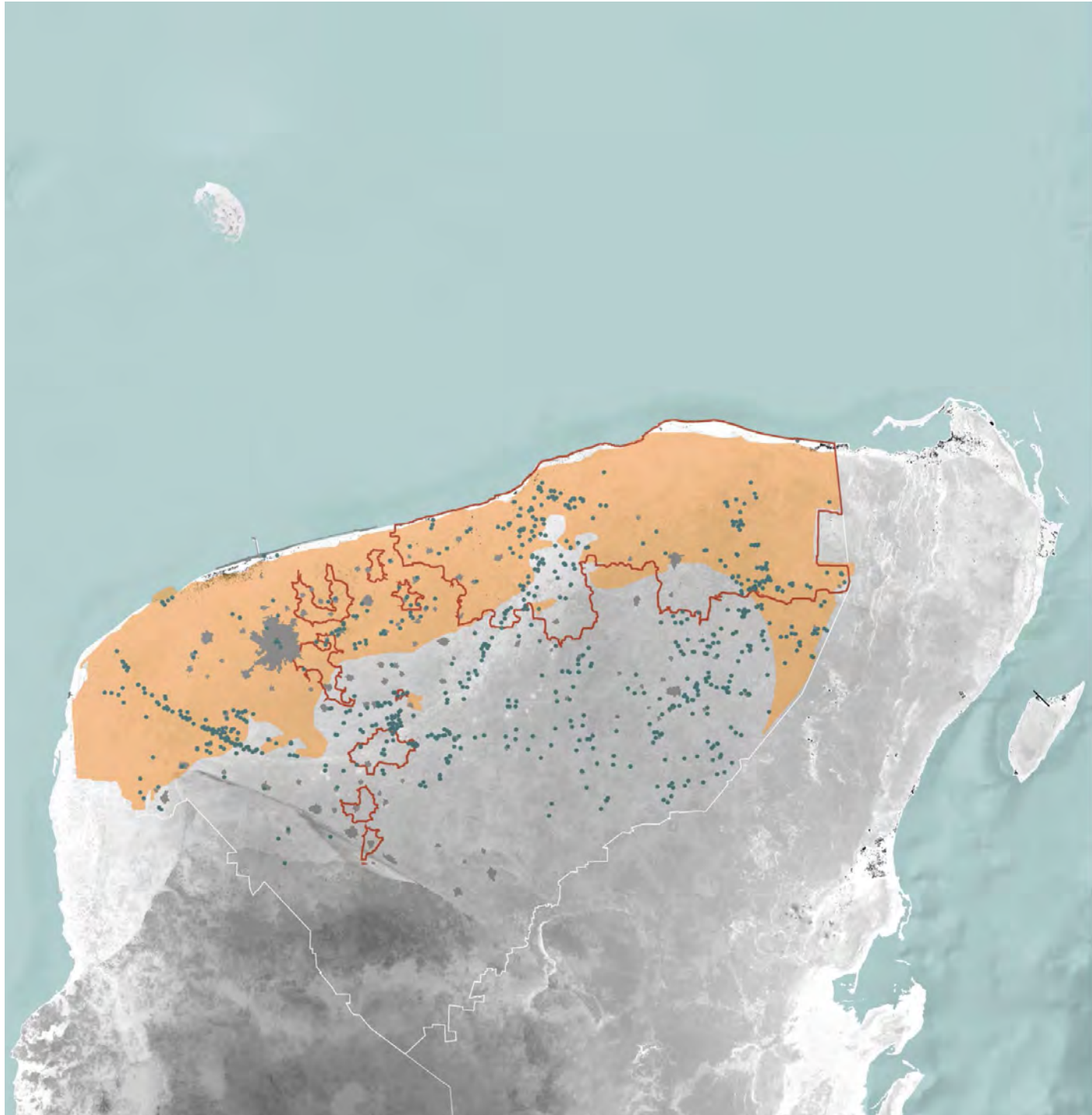


Esquema de plantación que no permite el correcto desarrollo de un ecosistema o una barrera para huracanes.



Esquema de plantación que permite el correcto desarrollo de un ecosistema y una barrera para huracanes.





Vulnerabilidad de contaminación hídrica

- 200> índice DRASTIC
- Ganadería bovina
- Mancha urbana
- Cenotes



2.3 SÍNTESIS DE PROBLEMÁTICAS

◀ Fuentes de mapa:

- Amarella Eastmond, Ana García de Fuentes, SEMARNART, (2007); Impacto de los sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad. Recuperado de http://www.secluma.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/02Parte1_El_Estado/Capitulo2/03Actividades_productivas/16Impacto_sistemas_agropecuarios.pdf

- CENOTES BASE.(2017,12 julio) Recuperado 24 octubre, 2018, de <http://bitacoraordenamineto.yucatan.gob.mx/galeria/index.php?Offset=50>

-Chávez -Guzmán, M. (ed.),(2016).El manejo del agua a través del tiempo en la península de Yucatán. Yucatán: Fundación Río Arronte IAP y la Universidad Autónoma de Yucatán.



fig. 27 Cenote contaminado. ▶

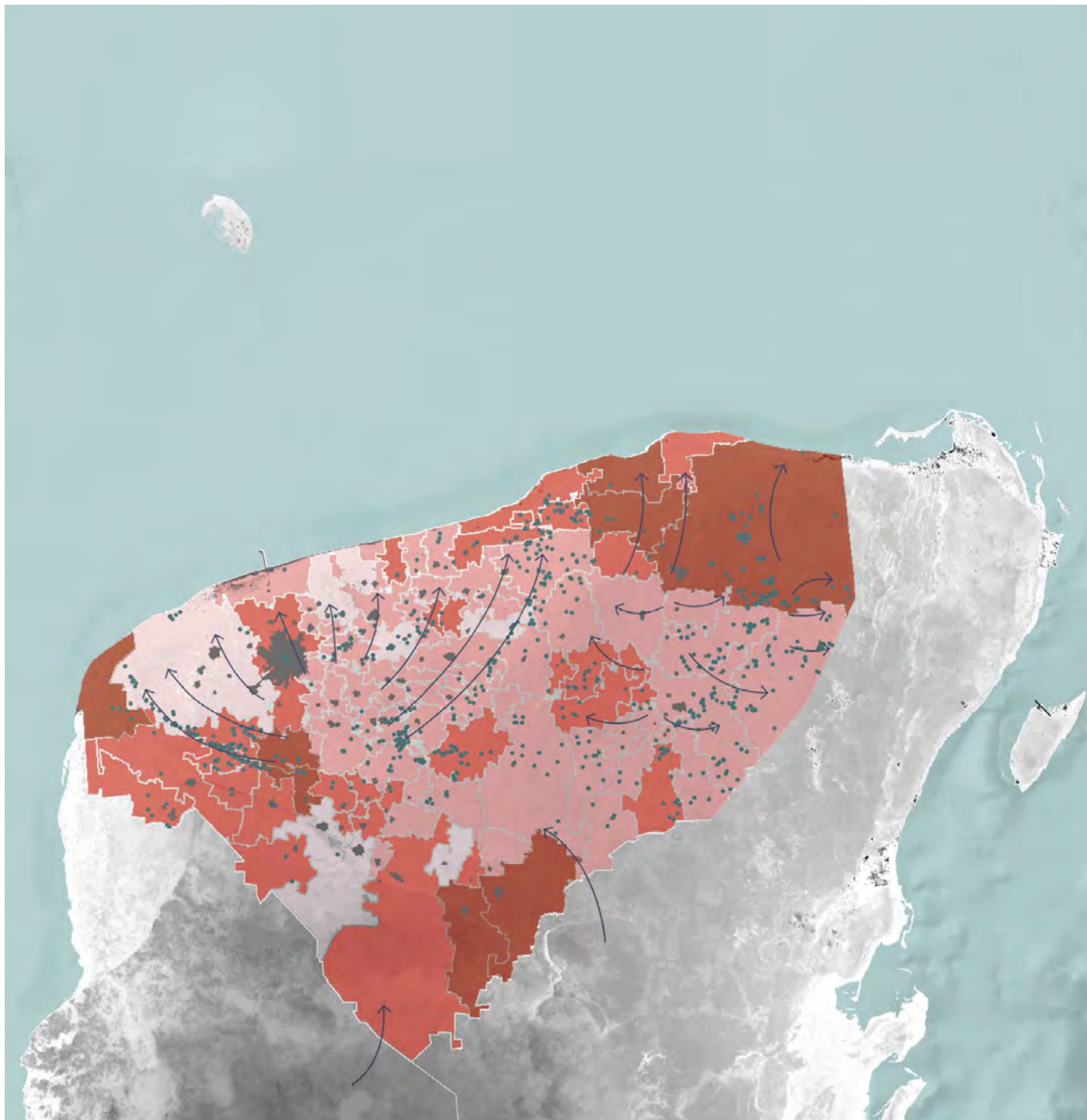
Se han encontrado muchos cenotes que se utilizan a diario como depósitos para basura.

Fuente: El punto sobre la i. Autor anónimo.

2.3.1 Vulnerabilidad del acuífero

La zona más vulnerable a la contaminación de acuífero se mide a través del índice DRASTIC que toma en cuenta la profundidad del agua subterránea, el tipo de suelo, la topografía, la zona vadosa, y la conductividad hidráulica del acuífero. Conociendo esta zona de vulnerabilidad dentro del estado, y considerando que las actividades como la ganadería o la vida urbana son grandes fuentes de contaminantes, podemos verificar que existe una gran problemática en torno a la ubicación de la mancha urbana de Mérida y las zonas de ganadería bovina.

La falta de sistemas eficientes para controlar los desechos en la ganadería y el drenaje de la ciudad hacen que el riesgo de contaminación de los acuíferos subterráneos sea mucho mayor (Chávez, 2016).



Sustancias contaminantes que rebasan los niveles de las NOM

- Más de tres sustancias (Contaminación alta)
- Dos sustancias (Contaminación media)
- Una sustancia (Contaminación baja)
- Sin sustancias contaminantes
- Cenotes
- Flujos de agua

La calidad microbiológica del agua subterránea puede clasificarse como aceptables en un 45%, contaminadas en un 14%. Las clasificaciones de la calidad química del agua subterránea en función al número de parámetros químicos que excedieron los límites permisibles por la NOM (nitratos, cloruros, sodio, dureza total y cadmio), fueron: "buena calidad", aquellos municipios que no rebasaron la norma; "calidad baja", los municipios en que únicamente un parámetro excedió la norma (13.21%); "calidad media", los municipios en donde 2 o 3 parámetros excedieron la norma (52.83%) y; "mala calidad", los municipios en los que se excede la norma en 4 o 5 parámetros (7.55%).



0 10 20 40 60 80 km

◀ Fuentes de mapa:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013, 26 junio). Censo de población y Vivienda 2010 [Conjunto de datos shapefile.shp] 'Sistema para la consulta de información censal [SCINCE, Versión 06/2012]'. Recuperado 24 octubre, 2018 de <http://www.inegi.org.mx/est/scince2010.aspx>

- CENOTES BASE. (2017, 12 julio) Recuperado 24 octubre, 2018, de <http://bitacoraordenamieto.yucatan.gob.mx/galeria/index.php?Offset=50>

- Bitácora ambiental del programa de ordenamiento ecológico territorial del estado de Yucatán. (2006) dirección del flujo de agua subterránea. Recuperado 24 octubre, 2018, de <http://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/galeria/?Offset=150#>

fig. 28 Embarcadero en puerto de Progreso. ▶

Las contaminación afecta también a actividades económicas como turismo y pesca.

Fuente: Inversión Turística. Isela García.



▼ fig. 29 Vista conceptual de humedales en zona de humedales costeros. (P. 57)

Elaboración propia

2.3.2 Contaminación del acuífero

Un estudio realizado por la UADY sobre la condición de contaminación de los acuíferos en la actualidad muestra los municipios donde el agua subterránea contiene más sustancias que rebasan los niveles permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM, por sus siglas en español). Gracias al mapeo de este estudio, es visible, que los municipios que presentan mayores niveles de contaminantes son aquellos donde hay mayores aglomeraciones urbanas (Mérida la más importante entre ellas), donde hay mayor presencia de actividad agrícola para cultivo de pastizales y donde se practica la ganadería bovina extensiva que es una de las actividades que desechan más contaminantes en los mantos freáticos (Pacheco, Sansores, & Pérez, 2004).

La gran concentración de habitantes, la ausencia de un drenaje entubado y de tratamiento de agua y la vulnerabilidad del acuífero hacen que la situación de calidad de agua en Mérida sea de particular interés.



2.4 CONCLUSIONES



Las características físicas de la Península de Yucatán son poco comunes. Las condiciones kársticas del suelo y el clima húmedo tropical propician una gran disponibilidad de agua sin que existan grandes riesgos de inundación. En la costa se ha consolidado una gran franja litoral de humedales que favorecen no solamente la diversidad de la flora y la fauna, sino la calidad del agua de los mantos acuíferos para el consumo humano. En otras palabras, Yucatán posee cualidades muy ventajosas para los asentamientos humanos.

Por otro lado, existen también muchos riesgos originados por las actividades antropogénicas: el impulso de la ganadería extensiva y las grandes concentraciones urbanas son focos de desechos y contaminación. Esta situación es más grave si se toma en cuenta la ausencia de sistemas eficientes de drenaje de forma general en todo Yucatán.

Hoy en día, el tema del manejo del agua es un problema al que se ha decidido postergar la aplicación de una solución integral. La implementación de sistemas de drenaje primario y la dependencia del sistema subterráneo de acuíferos para obtención del agua son respuestas temporales y poco eficientes a dicha problemática.

Resulta paradójico que una región que cuenta con todas las posibilidades de abastecerse adecuadamente en calidad y cantidad de agua se vuelva un problema el manejo de la misma. Yucatán se encuentra en una de las 12 regiones nacionales que cuentan con mayor volumen anual de agua disponible por persona (CONAGUA, 2017).

Más importante aún, la población se encuentra expuesta a riesgos de salud originados por la presencia de coliformes fecales, minerales y químicos usados en la industria, la ganadería y la agricultura. Se han hecho estudios que reportan altos niveles de contaminación en el acuífero y en los cenotes, que son las fuentes naturales de agua limpia de mejor accesibilidad en muchas zonas rurales. (CONAGUA, 2015).

“La vulnerabilidad se define como el riesgo de que las aguas subterráneas se contaminen con alguna sustancia, en concentraciones por encima de los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, por sus siglas en español) para la calidad del agua de consumo humano” (Foster & Hirata, 1991).

Uno de los principales problemas de la contaminación del agua subterránea en la península de Yucatán gira en torno a las descargas de aguas residuales, por la falta de un adecuado y suficiente drenaje sanitario. La poca infraestructura de tratamiento de frente al fecalismo al aire libre, con la consecuente contaminación por microorganismos patógenos, el arrastre de plaguicidas, los metales pesados, los fármacos, los hidrocarburos, los aceites de motor, el chapopote de la pavimentación de calles, las pinturas, los productos industriales, las hormonas y los antibióticos, entre otros, son los causantes de dicha problemática (Battlori, 2016).

ANÁLISIS ESCALA MUNICIPAL

3.1 INTRODUCCIÓN

Orientar el análisis hacia la ciudad de Mérida responde al interés de saber cuáles son las nuevas urbanidades a seguir, cómo son los modelos actuales y qué rumbo deben tomar. Para ello, es necesario antes que nada tener una lectura clara de los procesos urbanos actuales, sus causas y consecuencias en el territorio y la vida de las personas.

Mérida es la ciudad más grande del estado. Tiene un crecimiento poblacional importante que obliga a atender nuevos desafíos urbanos y es el motor económico de la entidad. Es por ello que un análisis de la capital es fundamental, representa una gran oportunidad para llegar materializar un proyecto que pueda ser utilizado por instancias como IMPLAN o GIZ a través de la implementación de infraestructuras verdes dentro de una zona urbana.

El estudio en la escala estatal manifiesta que uno de los problemas más importantes que enfrenta Mérida es la relación entre el consumo del agua, su obtención y su tratamiento además de la pérdida y degradación de los procesos ambientales, derivada de las actividades antropogénicas en relación a la gestión de los recursos naturales. En el estudio a escala municipal es posible observar cómo dichos

problemas se reflejan en la vida urbana. Para lograr este acercamiento es necesario distinguir los aspectos de la vida en la ciudad que se ven afectados.

Así, exponemos datos, gráficas y mapas de elaboración propia que brindan las características principales de Mérida, explican las dinámicas de desplazamiento, las zonas de contraste y los polos de empleo. Esto, para entender los problemas derivados y las zonas potenciales de intervención que puedan ofrecer soluciones con implicaciones para el municipio, pero también para el estado. Contar con esta información crea una herramienta que da sentido a un proyecto urbano sostenible y lo vuelve integral para responder a las dificultades no sólo de forma inmediata, sino a mediano y largo plazo.

¿Cuál es la población que vive en Mérida? ¿Qué actividades realiza? ¿Qué preexistencias deben ser tomadas en cuenta y qué aspectos deben indiscutiblemente mejorar?

Estos son ejemplos de cuestionamientos que se hicieron al enfocar la investigación en el Zona Metropolitana de Mérida. Las respuestas serán la vía de enriquecimiento para la propuesta urbano-arquitectónica que sea congruente con su contexto.

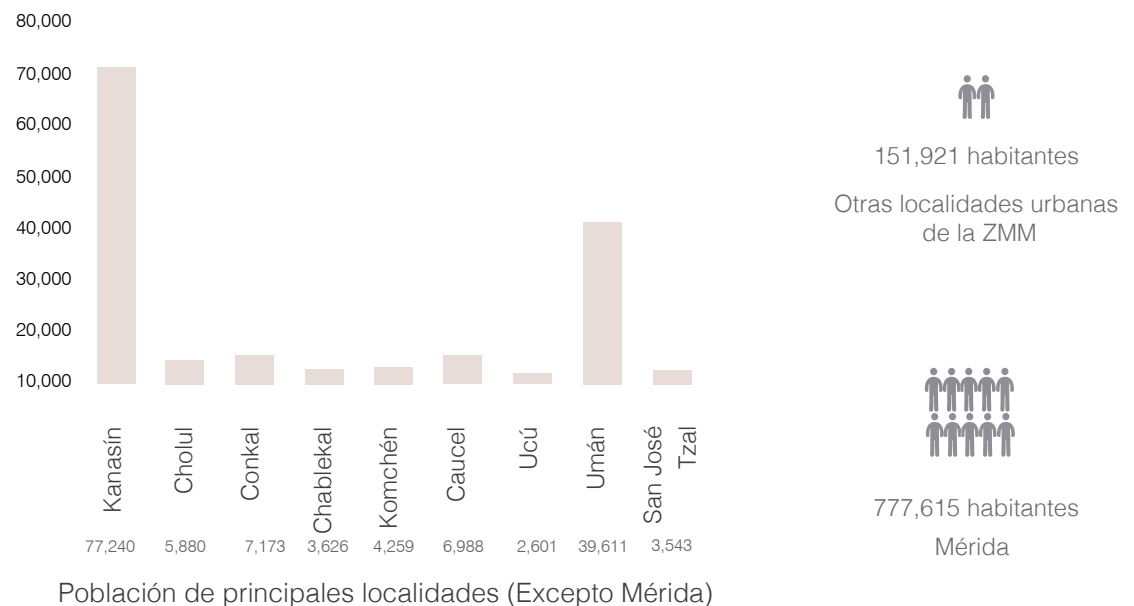
3.2 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

3.2.1 Zona Metropolitana de Mérida

La Zona Metropolitana de Mérida está conformada por el municipio de Mérida y los municipios conexos. La ciudad se encuentra en estrecha relación con otras cinco localidades consideradas como urbanas: Cauce, Chablekal, Cholul, Komchén y San José Tzal. En su conjunto conforman la doceava aglomeración más grande de México (ONU HABITAT, 2017).

El mayor crecimiento urbano se lleva a cabo en la zona norte de la ciudad, en los alrededores de la carretera que lleva hacia Progreso, único puerto de altura en la entidad.

Mérida es una ciudad mucho más consolidada al interior del Anillo Periférico. Fuera de éste la densidad de población es mucho menor. Es en estas zonas donde se pone en evidencia la evolución del crecimiento urbano.

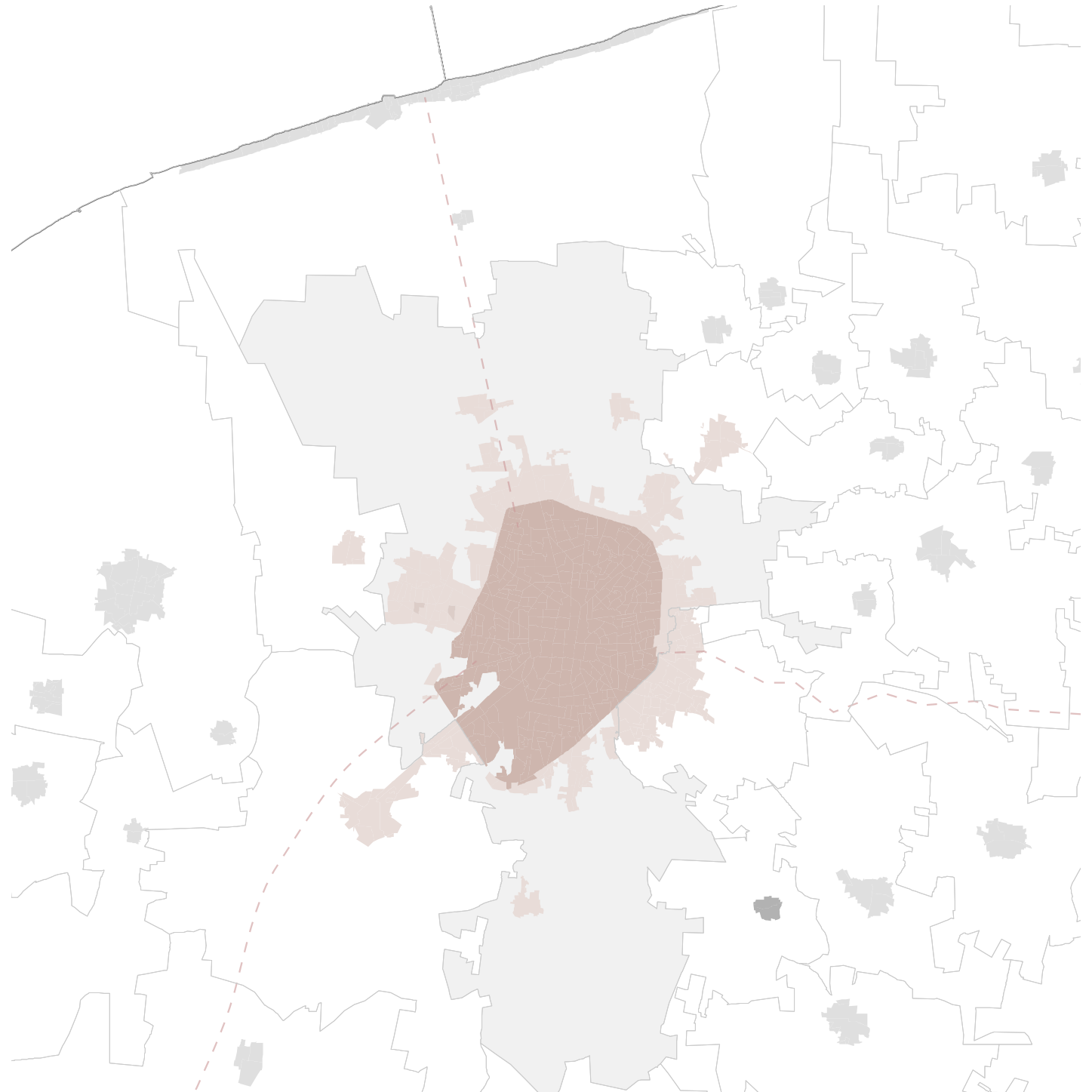


Entidades que conforman Mérida

- Localidad de Mérida
- Otras localidades que conforman la ZM
- Otras localidades urbanas
- Límite municipal
- Autopista principal

Fuente de mapa y gráfica:

-Ayuntamiento de Mérida. (2017, 16 octubre). Programa de Desarrollo Urbano Municipal de Mérida. Recuperado 4 de febrero, 2019 de <http://isla.merida.gob.mx/serviciointernet/ordenamientoterritorial/paginas/pmdu.php>



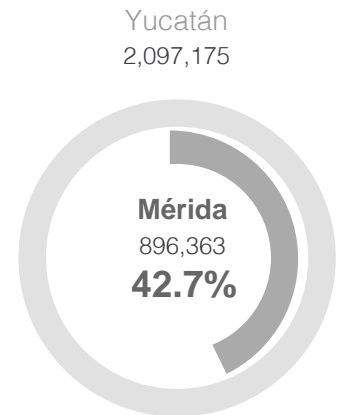
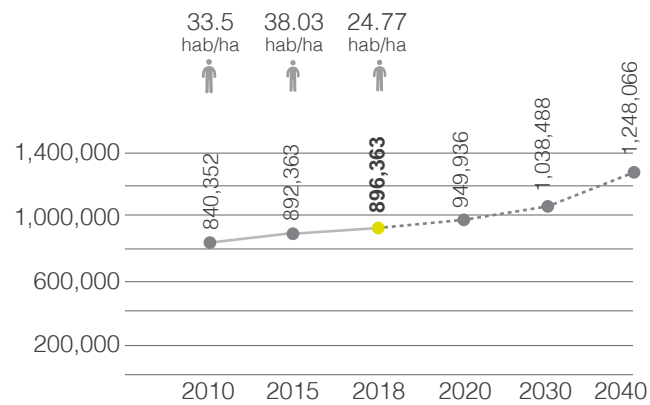
3.2.2 Crecimiento urbano

Históricamente, Mérida ha sido una ciudad de gran importancia económica en el país. Sobre todo desde el siglo XIX cuando Yucatán se convirtió en uno de los principales exportadores de henequén en el mundo. El henequén fue una de las fibras textiles más usadas en el mundo hasta los años 50's, cuando las fibras sintéticas desplazaron el mercado a otros países.

El abandono de las haciendas productoras de henequén provocó grandes éxodos rurales hacia Mérida, que a su vez fue abandonada por una gran población de la clase social alta. A partir de los años 50's Mérida crece rápidamente, los habitantes de estratos sociales más bajos se concentran al sur, mientras que los barrios de clase social más alta se desplazan hacia el norte.

Esta polarización sur-norte se puede apreciar también en la acumulación de barrios residenciales en zonas de mayor valor de suelo y el uso de la manzana maya en barrios populares.

Población y densidad en Mérida



Extensión urbana en Mérida por año

- 1950
- 1978
- 1998
- 2008
- 2010
- 2017

Fuentes de mapa y gráfica:

- Sistema de Gestión de Espacios Públicos de Mérida. Ayuntamiento 2015 - 2018.
- INEGI, 2018



3.2.3 Nivel socio-económico

Dos aspectos son destacables en cuanto a la distribución de los estratos sociales en Mérida. El primero es que el Anillo Periférico es un límite entre los sectores de clase baja local y los sectores de clase baja conformados principalmente por inmigrantes.

El segundo aspecto comprueba la polarización entre el sur y el norte. Los estratos sociales más altos se encuentran al norte y se conforman en buena medida por fraccionamientos. La clase media se localiza al centro, oriente y poniente de la ciudad y los barrios más pobres se encuentran al sur y oriente (Ayuntamiento de Mérida, 2017).

- 1 < \$ 9,000
Fraccionamientos residenciales
- 2 < \$ 5,000 - \$ 7,000
Manzanas del centro
- 3 < \$ 3,000 - \$ 5,000
Manzana típica del sur



◀ fig. 30 Zona sur de la Ciudad.

La baja calidad de las construcciones es ejemplo de los contrastes socio-económicos entre el norte y sur de la ciudad.

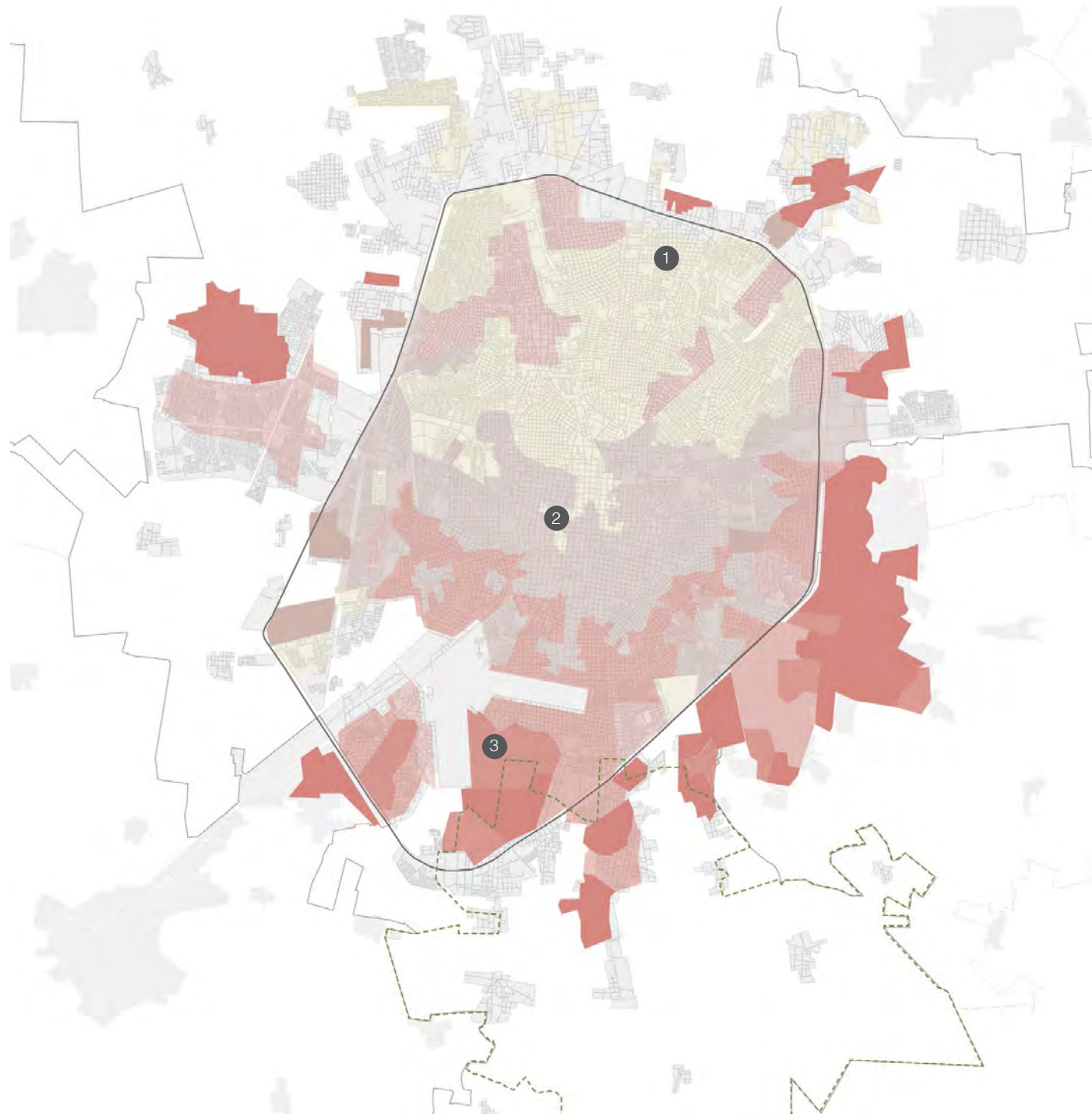
Fuente: Diario de Yucatán. Autor anónimo.

Nivel económico y origen

- Medio alto y alto
- Medio
- Medio inmigrante
- Mezcla de niveles
- Bajo
- Bajo inmigrante
- Bajo con origen étnico

► Fuentes de mapa:

-IMPLAN Mérida 2017



3.2.4 Red de transporte

Un proyecto que busca crear conciencia sobre el uso del agua puede tener un impacto mayor si se le da una buena visibilidad, si es accesible y se encuentra bien conectado con las zonas más transitadas de la ciudad.

Una forma de aprovechar los grandes flujos de personas es buscar localizaciones cercanas a las principales vías de transporte público, ya que este representa cerca de la mitad de los traslados realizados.

El centro de la ciudad concentra la mayoría de los lugares de trabajo, además de ser el símbolo turístico y económico de Mérida. Las rutas de transporte se organizan en forma radial y llegan siempre a este destino (Gobierno de Mérida, 2015).



46.92 % de los viajes
se realizan en transporte público.



35.15 min
El tiempo promedio de transporte diario



63% de los usuarios
realizan de 3 a 4 viajes diarios.



Estratos socio-económicos altos y medio alto usan más el automóvil que el transporte público y bicicleta.



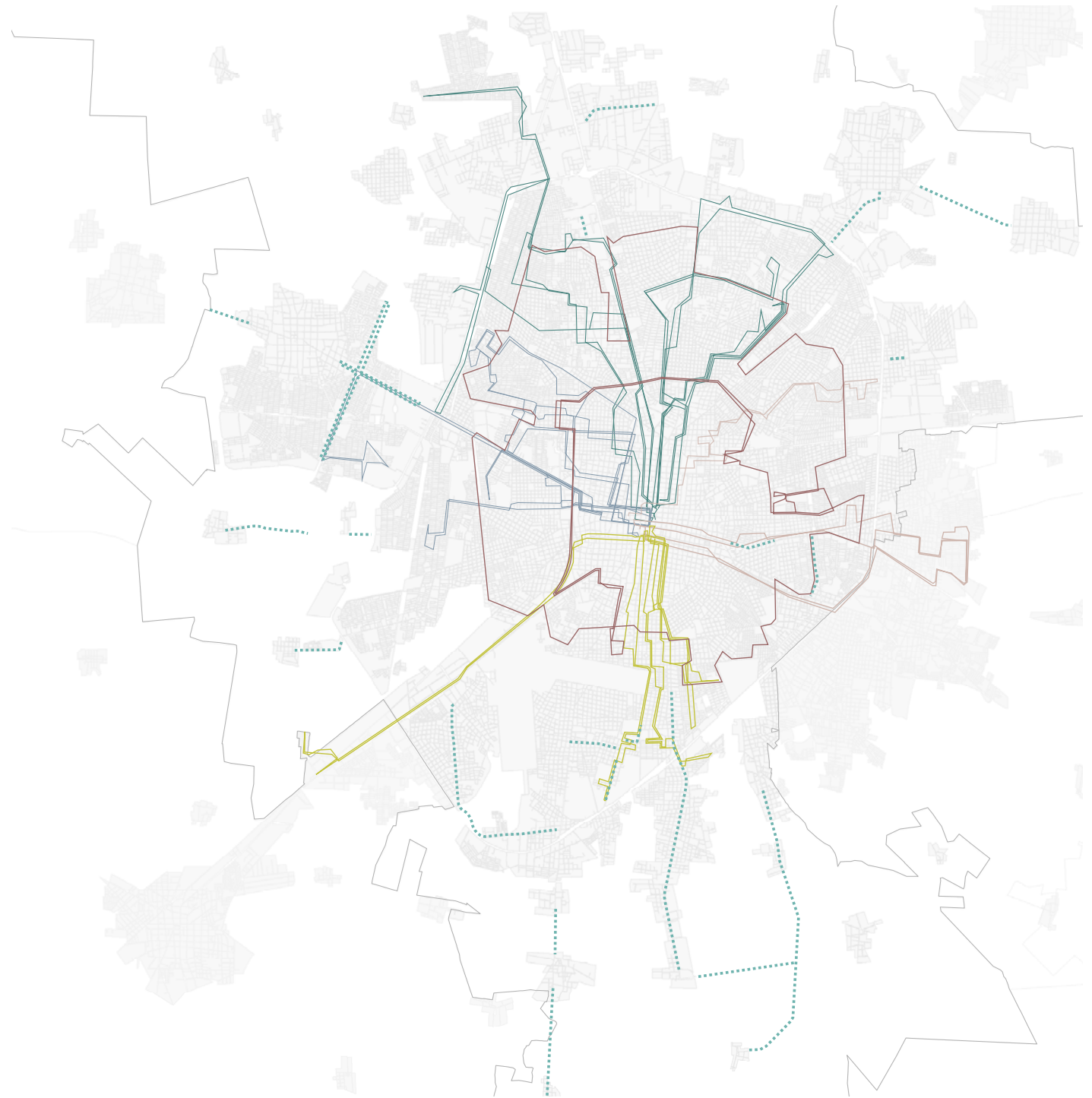
Estratos socio-económicos bajos usan más el transporte público, bicicleta o prefieren ir a pie.

Afluencia de rutas de transporte público

- 8 Rutas Norte
- 7 Rutas Poniente
- 3 Rutas Oriente
- 5 Rutas Sur
- 2 Circuitos
- Ciclo vías Nuevas
- Ciclo vías Existentes

Fuentes de mapa y esquema:

-IMPLAN Mérida 2017.





◀ fig. 31 Desarrollo inmobiliario al norte.

Los complejos habitacionales del norte para estratos económicos más altos contrastan con los sectores precarios del sur.

Fuente: Diario de Yucatán. Autor anónimo.



fig. 32 Estación informal de autobuses. ►

Las paradas informales en el centro histórico de la ciudad generan conflictos viales así como altas concentraciones de ruido y humo.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

3.2.5 Patrimonio en Mérida

Intervenir la zona centro de la ciudad resulta complicado debido a que toda la zona se encuentra dentro de las áreas catalogadas por el INAH, lo cual impide hacer cambios sustanciales a los espacios públicos (Gobierno de Mérida, 2016). Pese a ello, nuestro proyecto buscó lograr cambios en esta zona para que se relacione de forma más directa con un número mayor de habitantes.

Las zonas patrimoniales externas al perímetro de protección del centro son lugares con valor histórico, a veces sitios turísticos y normalmente barrios urbanos consolidados que reúnen las condiciones para poder replicar el efecto deseado de nuestro proyecto sin limitarse a las normas establecidas. El objetivo no es dañar el valor de estos sitios históricos, sino demostrar que la innovación con infraestructuras verdes puede empatar y potencializar el valor de un sitio y dotarlo de vida.





Más de 40 zonas patrimoniales
en todo su territorio.

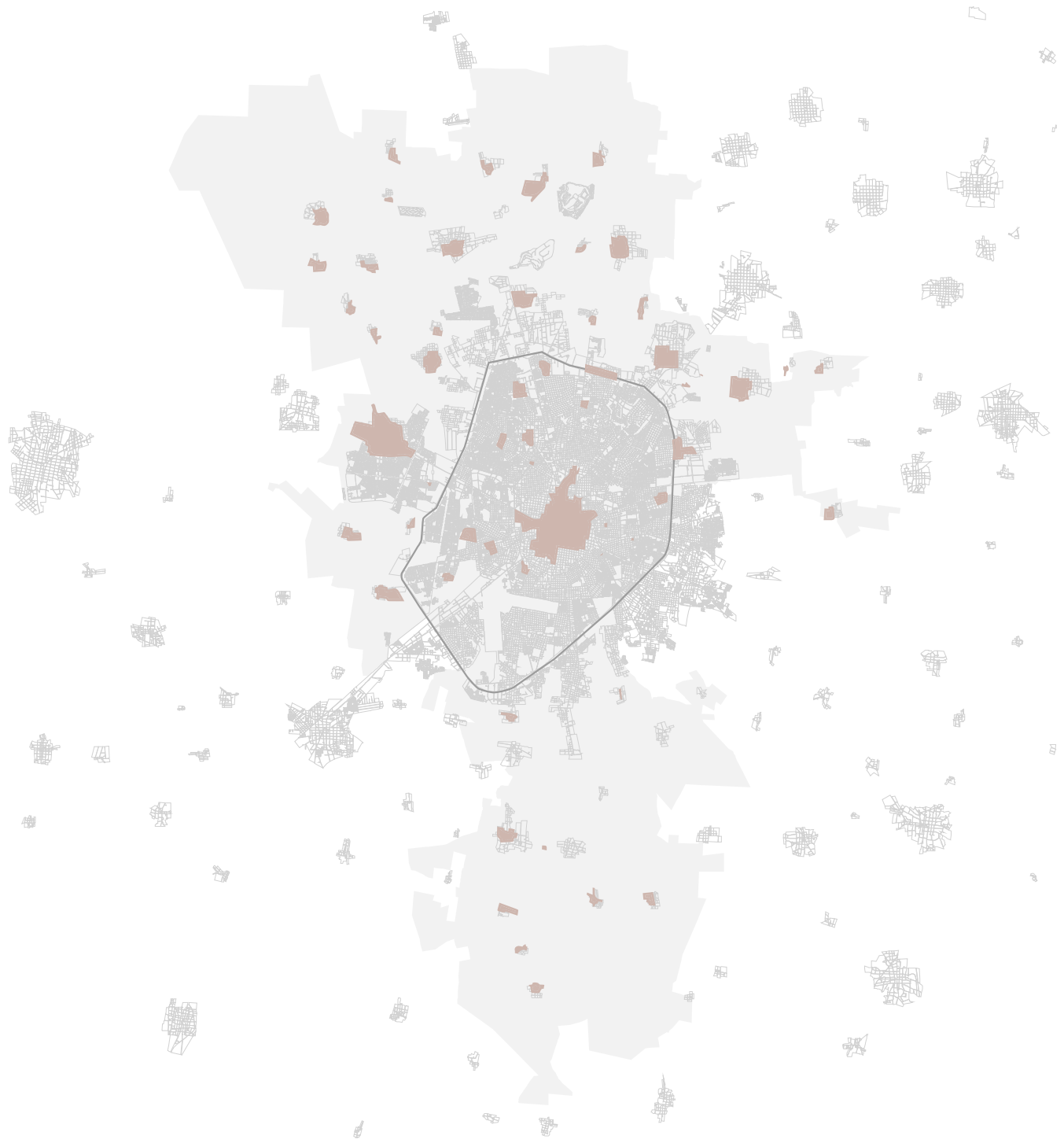
◀ fig. 33 Ruinas arqueológicas en Caucel.

Es común encontrar restos prehispánicos sin protección o integración urbana en Mérida.

Fuente: Grupo SIPSE. Milenio Novedades.

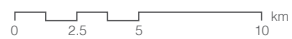
Zonas patrimoniales en Mérida

-  Zona patrimonial
-  Mancha urbana 2017



► Fuentes de mapa:

- Ayuntamiento de Mérida 2018 - 2021. Ordenamiento Territorial (s.f.) (Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida, Caracterización del municipio) Recuperado 2 diciembre 2018 de https://sla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial/docs/PMDUPDF?fbclid=IwAR3QKEUhJABrD20mprLb-NVMOFQLQnFucSxJKVgqysE_hgmac2TwCFxR_Jg



3.3 CONDICIONES HÍDRICO AMBIENTALES

3.3.1 Contaminación hídrica

El agua para consumo en Mérida se extrae de una planta potabilizadora al sur de Mérida y de tres plantas más ubicadas en municipios aledaños. De las tres parten sistemas entubados de agua potable hacia la ciudad. Las localizaciones de estas infraestructuras son cercanas a la Reserva Ecológica Cuxtal y toman el agua desde el subsuelo antes de su paso por la urbe, lo que garantiza que se obtenga en un estado relativamente apto para su consumo.

Por otro lado, no existe una red de drenaje que dirija el agua contaminada a una planta de tratamiento por lo que su desecho se hace en el acuífero, bajo toda la superficie urbana. (CONAGUA, 2016). Este hecho ocasiona que el agua absorba los contaminantes a su paso por la ciudad y llegue en este estado a los ecosistemas costeros, dañándolos irremediablemente. Más grave aún es que en muchas localidades rurales y barrios pobres de la ciudad se extrae el agua directamente del acuífero sin importar su calidad para el consumo.



10% de la población

cuenta con servicios de saneamiento adecuado



100% de los cenotes

presentan altos niveles de contaminación. 133 de 133.

(IMPLAN, 2018)



129 de 160 de los pozos comunitarios

de agua, clausurados por tener agua contaminada.



7.5% de las aguas residuales

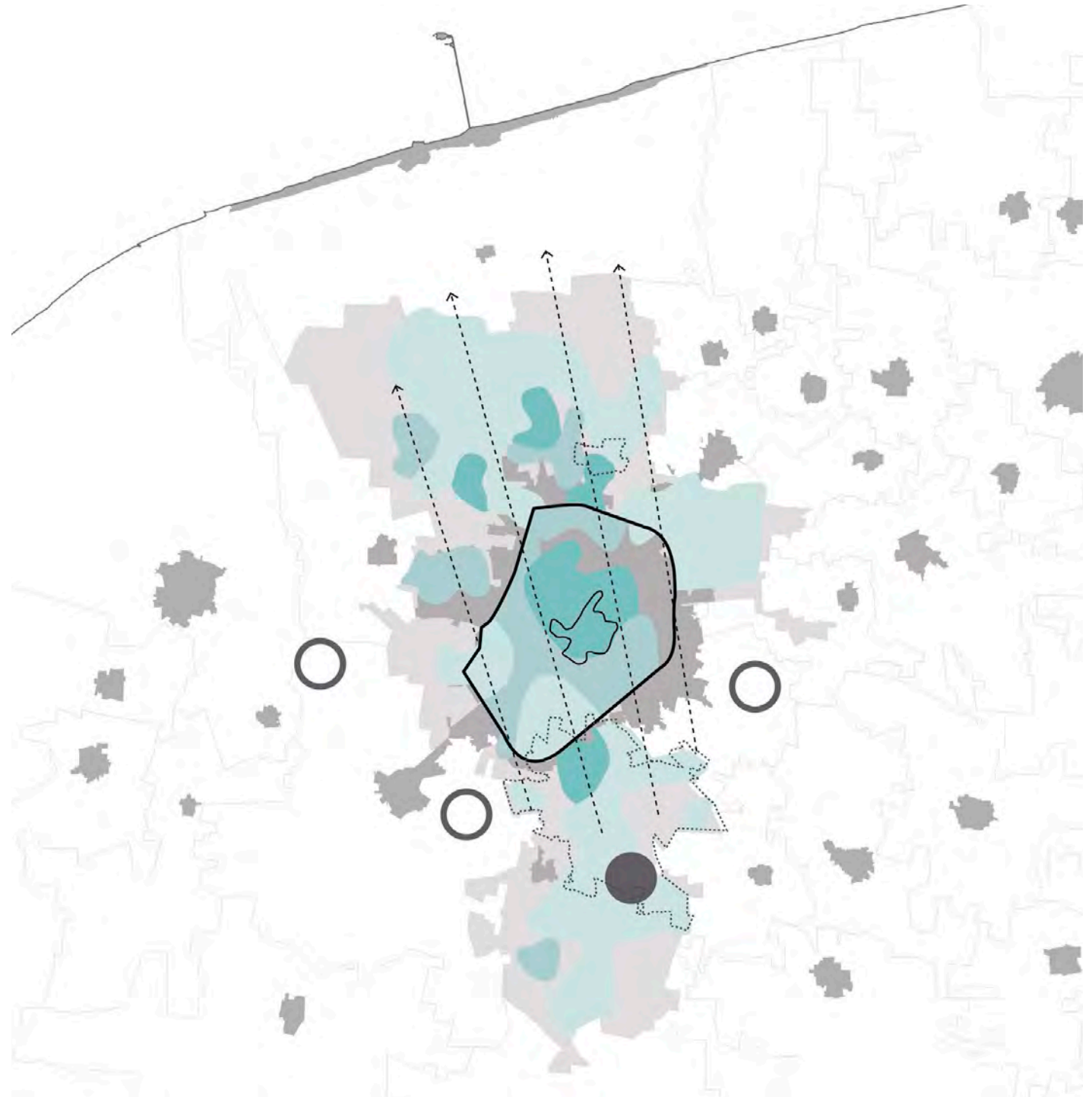
son tratadas.

Condiciones hídrico ambientales en Mérida

- Planta potabilizadora
- Planta potabilizadora Mérida - JAPAY
- Mancha urbana 2017
- Anillo del periférico
- ⋯ Reservas ecológicas
- Contaminación baja
- Contaminación media
- Contaminación alta

Fuentes de mapa y esquema:

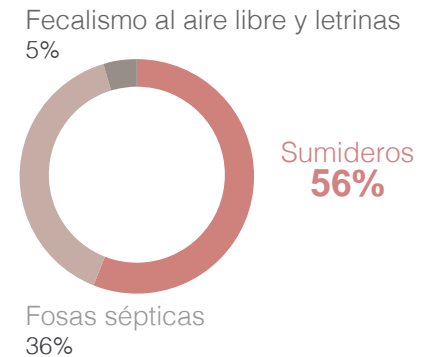
-Ayuntamiento de Mérida 2018 - 2021. Ordenamiento Territorial (s.f.) (Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida, Caracterización del municipio) Recuperado 2 diciembre 2018 de https://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamiento-territorial/docs/PMDUPDF?fbclid=IwAR3QkEUhJJABrD20m-prLbNVMOFQLQnFucSxJKVgqysE_hgmac2TwCFxR_Jg



3.3.2 Tratamiento de aguas residuales

La disposición de las aguas residuales de la región Metropolitana está ligada a la calidad del agua para consumo humano. Sin embargo, la sobreexplotación del acuífero, la falta de saneamiento, los efectos de las industrias y los procesos productivos que se realizan alteran el ciclo de agua, evitan su renovación natural y ponen en riesgo a todos los componentes del sistema hidrológico con afectaciones a los recursos naturales, muchas veces irreversibles.

El crecimiento urbano es un foco importante de contaminación del subsuelo, las descargas domésticas representan más del doble de descargas que los desechos de nixtamalización, los servicios municipales y los industriales juntos. En los fraccionamientos más recientes existen plantas locales de tratamiento de agua. A pesar de ello, en la mayor parte de Mérida prevalecen las fosas sépticas y los sumideros, especialmente en la zona del Centro Histórico de Mérida y las colonias de mayor marginación (Consejo de la Cuenca de la Península de Yucatán, 2012).



◀ fig. 34 Nuevos desarrollos de vivienda social.

El bajo porcentaje de zonas urbanas con plantas de tratamiento corresponde a desarrollos que muchas veces carecen de otros servicios urbanos.

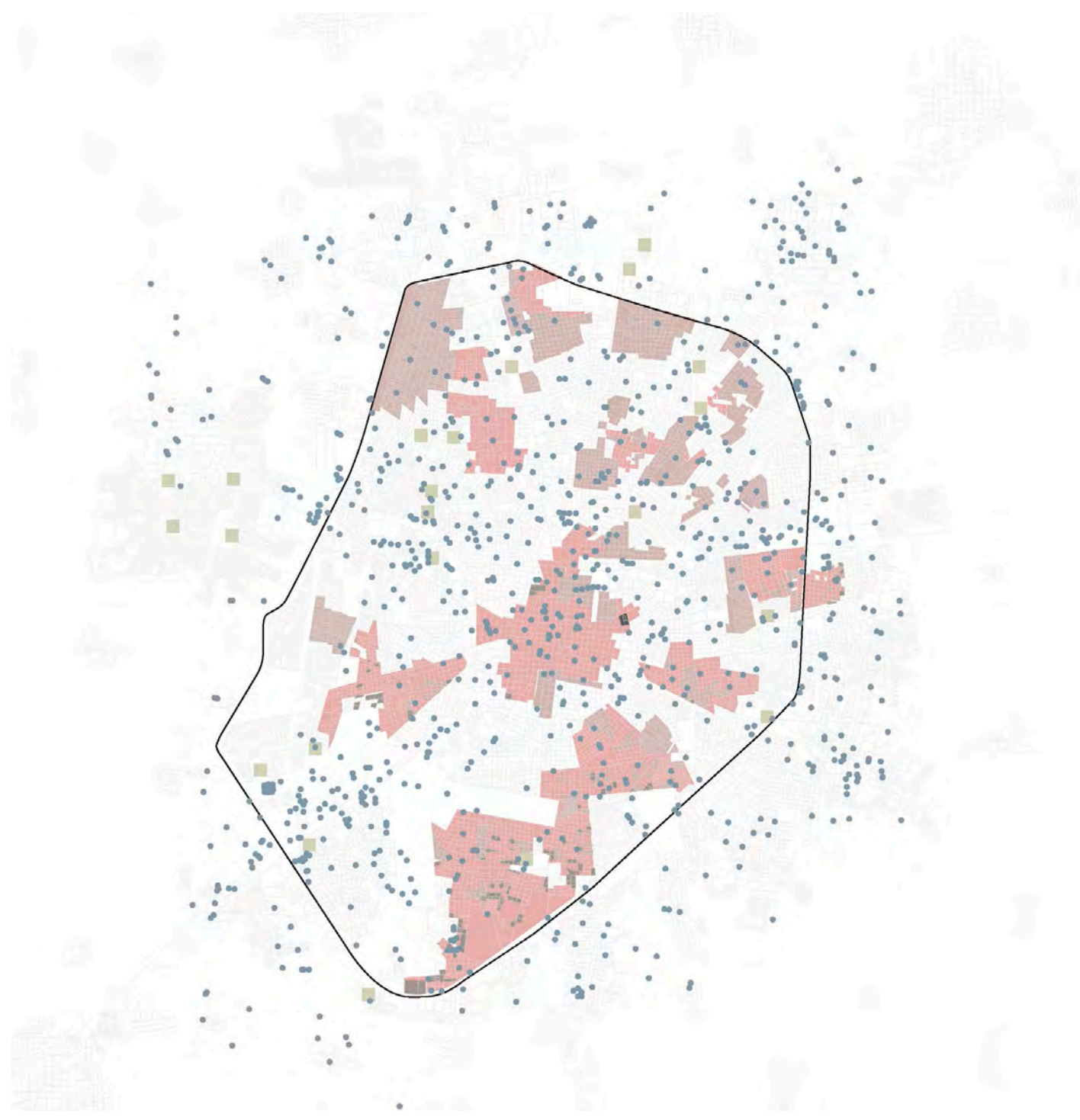
Fuente: Novedades Yucatán. Autor anónimo.

Aguas residuales en Mérida

- Anillo del periférico
- Planta de tratamiento
- Pozo
- Fosa séptica
- Sumidero
- Fecalismo al aire libre
- Letrina

Fuentes de mapa y gráfica:

- SEDUMA Yucatán (s.f.) . Zona Metropolitana de Mérida [Conjunto de datos]. Recuperado 3 de febrero, 2019., de <http://sds.yucatan.gob.mx/desarrollo-urbano/zona-metropolitana-merida.php>



La principal ventaja de un sistema tradicional de drenaje entubado es que permite encausar y concentrar las aguas grises y negras en un sólo sitio para su tratamiento, evitando así las infiltraciones de agua contaminada al subsuelo. El conjunto de tuberías para el drenaje representa solamente la parte del traslado entre los edificios y las plantas de tratamiento y posibilita el saneamiento de grandes volúmenes de agua. Es por eso, que este sistema es más eficiente y garantiza que toda el agua que entra a la red pueda regresar al acuífero suficientemente limpia como para no alterar el funcionamiento de los ecosistemas naturales.

La complejidad de la parte del traslado de aguas grises y negras se reduce a un sistema de fosa séptica tradicional debido a que es relativamente fácil disponer de una en cada edificio (como ocurre actualmente en Mérida). No obstante, es un dispositivo que únicamente decanta el agua para separar los sólidos, de manera que todos los agentes contaminantes disueltos o de menor tamaño continúan llegando al flujo de agua subterráneo.

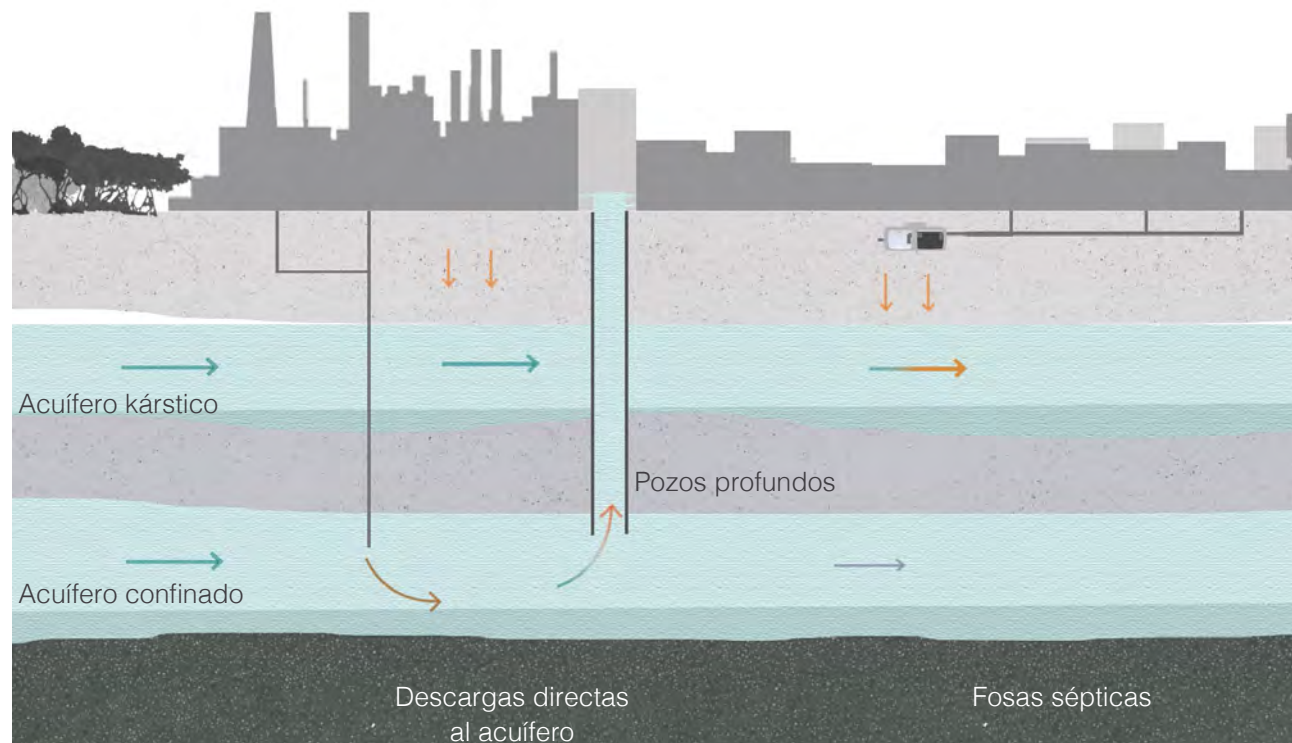
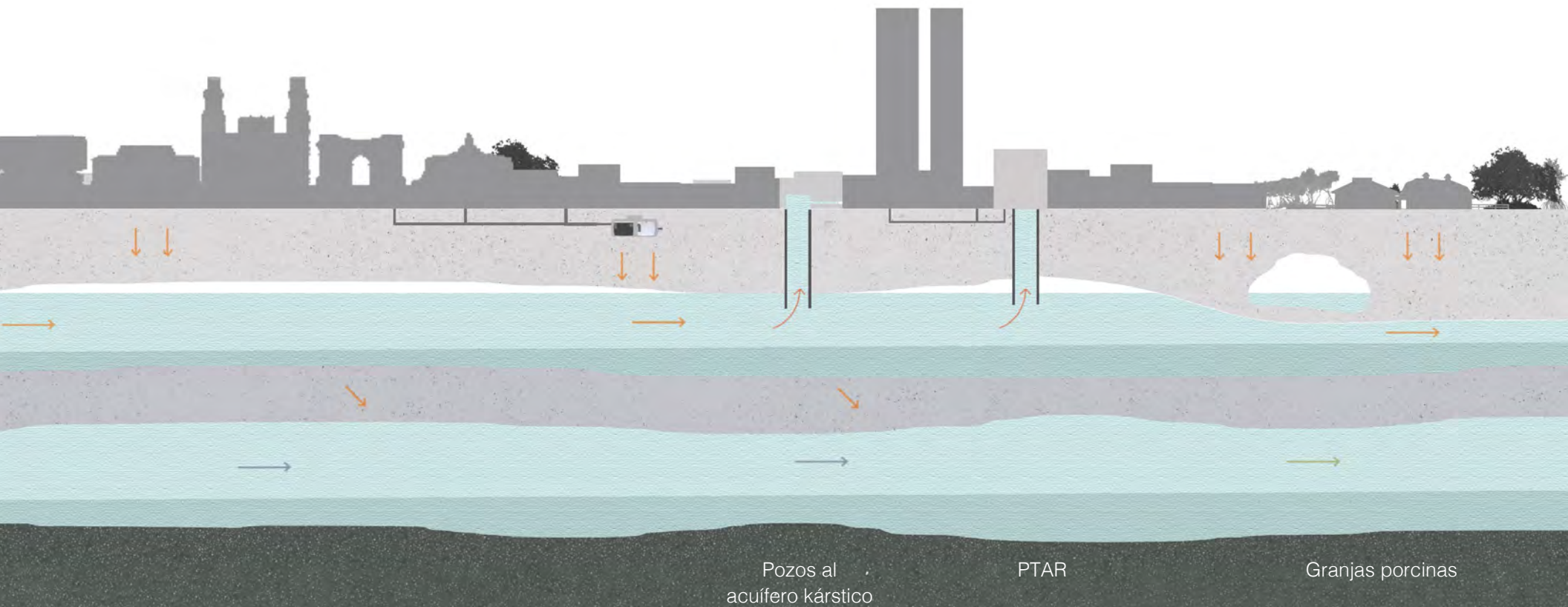
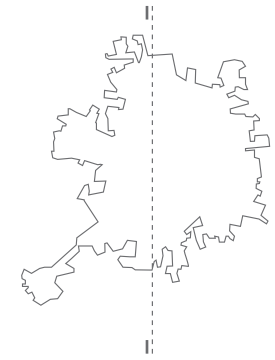


fig. 35 Corte conceptual del funcionamiento del acuífero y el drenaje en Mérida. ▼

Elaboración propia





El sumidero es otro dispositivo de drenaje muy común en Mérida y de funcionamiento similar al de la fosa séptica, sólo que en éste no existe la etapa de decantación. Ambos sistemas son ineficientes y no proponen una solución al problema de la contaminación del acuífero. Pese a que es sabida la necesidad de implementar un sistema de drenaje entubado, existen factores que limitan su implementación. Se requeriría abrir casi la totalidad de las calles y romper grandes cantidades de roca ya que como hemos mencionado anteriormente,

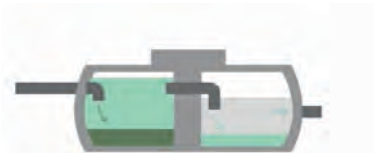


◀ fig. 36 Carencia de sistemas de drenaje.

Pese a la alta permeabilidad del suelo, la ausencia de drenaje e infiltración natural provoca encharcamientos frecuentemente.

Fotografiapor Andrea Olavarrieta De La Torre

los suelos son de extrema dureza y abrir el suelo en todos los edificios para conectarlos a la red, sería una obra de alta complejidad, de gran costo y de larga duración que generaría mucha molestia a la población. Otro factor es que el acuífero se encuentra en promedio a ocho metros de profundidad por lo que el margen de espacio para intervenir es muy reducido. Ante ello, es necesario plantear alternativas para la obtención y reúso del agua antes que buscar implementar un nuevo sistema de drenaje (Zúñiga, Palacio, & Aponte, 2005).



Fosa Séptica



fig. 37 Pozo de absorción para drenaje. ►

Fotografía por Andrea Olavarieta De La Torre

3.3.3 Afectaciones ambientales

El rápido crecimiento de Mérida en el territorio ha provocado la disminución de la cobertura vegetal (Ayuntamiento de Mérida, IMPLAN Mérida, 2018). El norte de la ciudad experimenta la mayor expansión de la mancha urbana y la depredación de la selva. En el centro de la ciudad las afectaciones ambientales tienen como principal causa la ausencia de un sistema eficaz de manejo de desechos y aguas negras. A pesar de que el mal desempeño en saneamiento y agua es sabido por instancias del gobierno, en la percepción de los habitantes no es de los problemas más importantes.

Ante una ciudad que crece a un ritmo acelerado y con una baja densidad de población, se busca incentivar la consolidación de las zonas urbanas actuales para densificarlas, contrarrestar la expansión sobre las zonas naturales y mejorar la calidad de vida en los espacios públicos. De esta manera la zona céntrica vuelve a ser un lugar ideal para la implementación de un sistema de infraestructuras verdes que responda a la problemática hídrica en la ciudad.

Sistemas con el peor desempeño
(con base en el CRI ARUP)

- 1  Mínima vulnerabilidad humana
 ...
 Viviendas seguras y accesibles
 Acceso inclusivo al agua potable
 Saneamiento Efectivo
- 2  Salud humana y la vida.
- 3  Economía sostenible

Sistemas con la peor percepción de
desempeño (con base en el CRI ARUP)

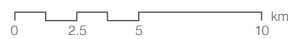
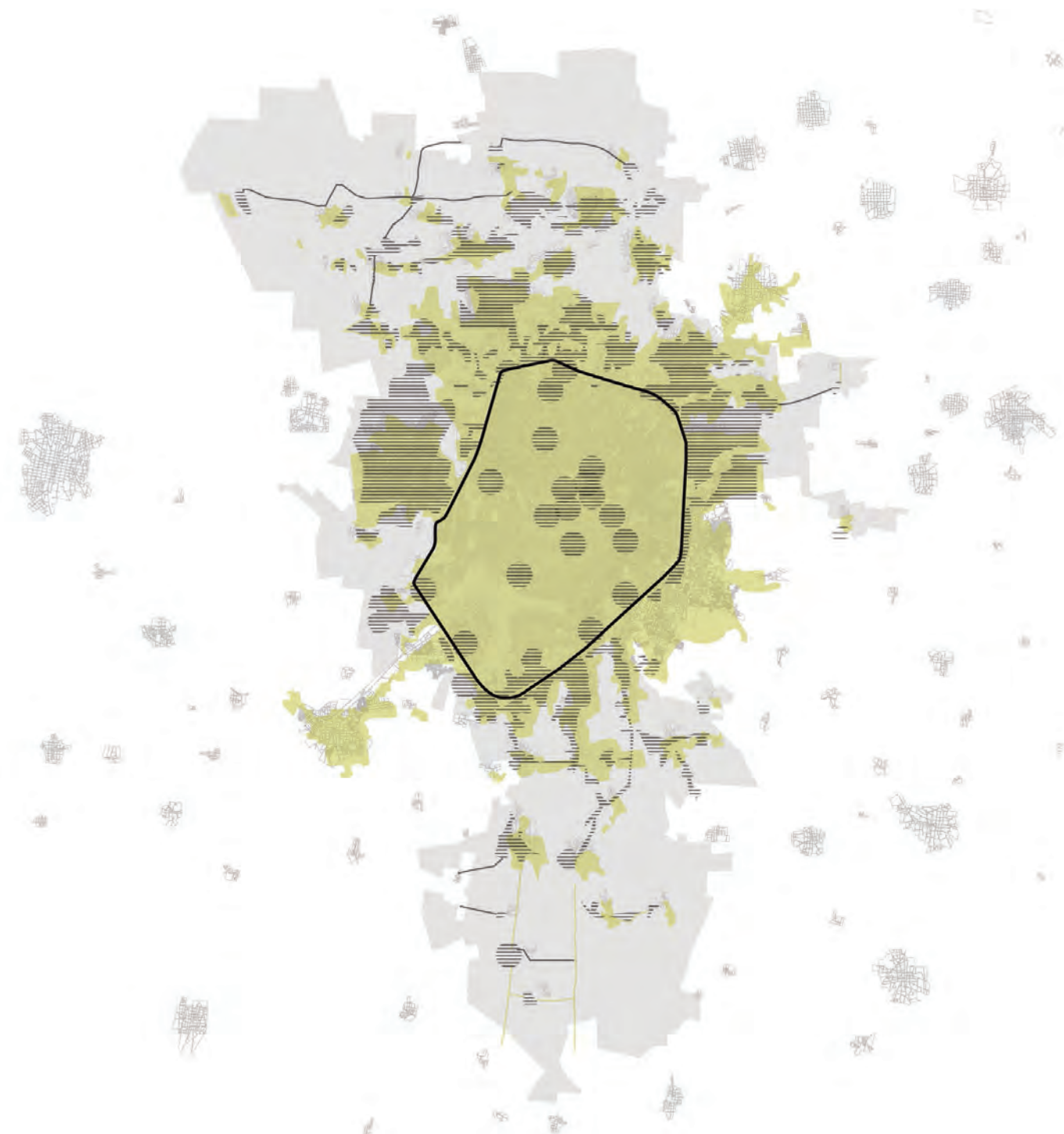
- 1  Movilidad y comunicaciones confiables
- 2  Economía sostenible
- 3  Salud humana y la vida

Afectaciones ambientales en Mérida

- Mancha urbana 2017
- Municipio
- ▨ Afectación ambiental. Riesgos por:
 - Disminución de la cobertura vegetal (deforestación y cambios de suelo)
 - Deficiencia en el manejo de los residuos sólidos
 - Contaminación hídrica

Fuentes de mapa y esquema:

- IMPLAN Mérida 2017 y 2018.



3.3.4 Ciclos históricos y actual del agua

Periodo Precolombino

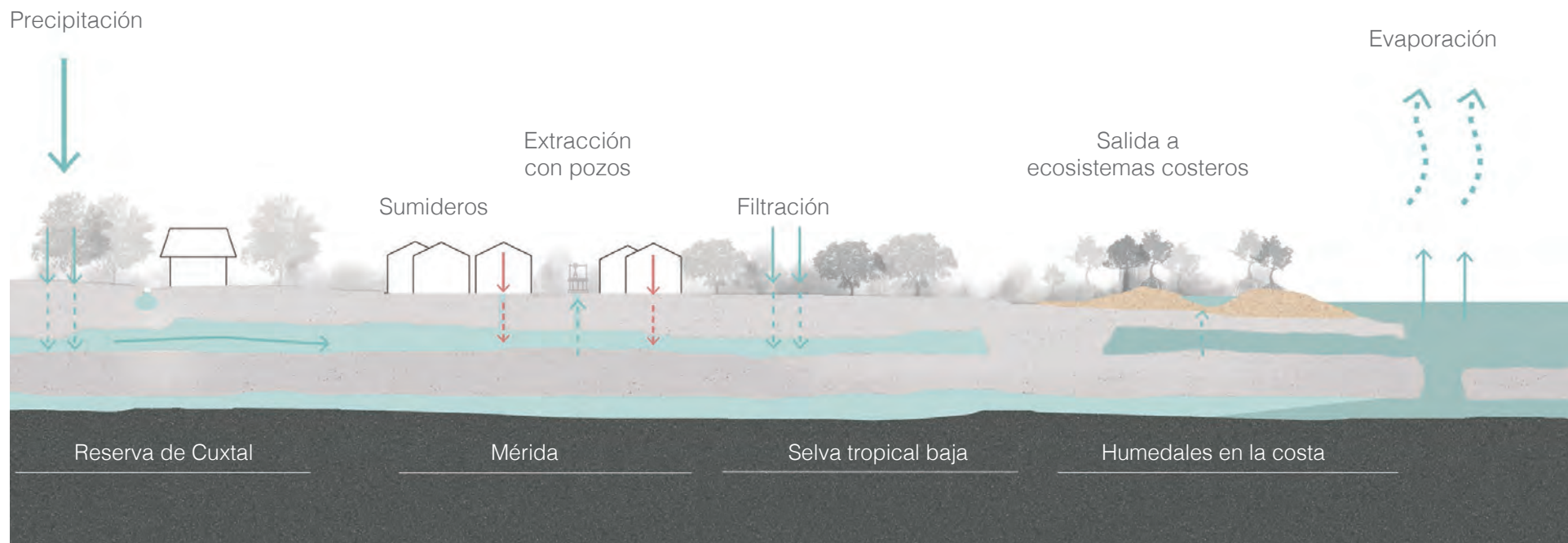
El uso del agua estaba muy ligado al ciclo natural del agua. Las afectaciones al acuífero eran mínimas ya que no se contaba con tecnología para perforar el suelo rocoso, de modo que la obtención de agua se lograba con la extracción desde cenotes y con captación pluvial en chultunes y aguadas. Además, existía un carácter sagrado en la naturaleza dentro de la Cultura Maya que garantizaba su cuidado por los pobladores (Duarte, 2016).

→ - - - → Agua limpia → - - - → Agua contaminada



Virreinato (1519-1810)

Este periodo significó la primera gran modificación al paisaje que inició los problemas hídricos que se viven en la actualidad ya que la tecnología explosiva con la que se contó gracias a la conquista española, permitió perforar los suelos y llegar fácilmente al acuífero para extraer agua a través de pozos. Este nuevo paradigma de la relación del hombre con el agua comenzó a tener consecuencias ya que las aguas residuales se desechaban en el acuífero.

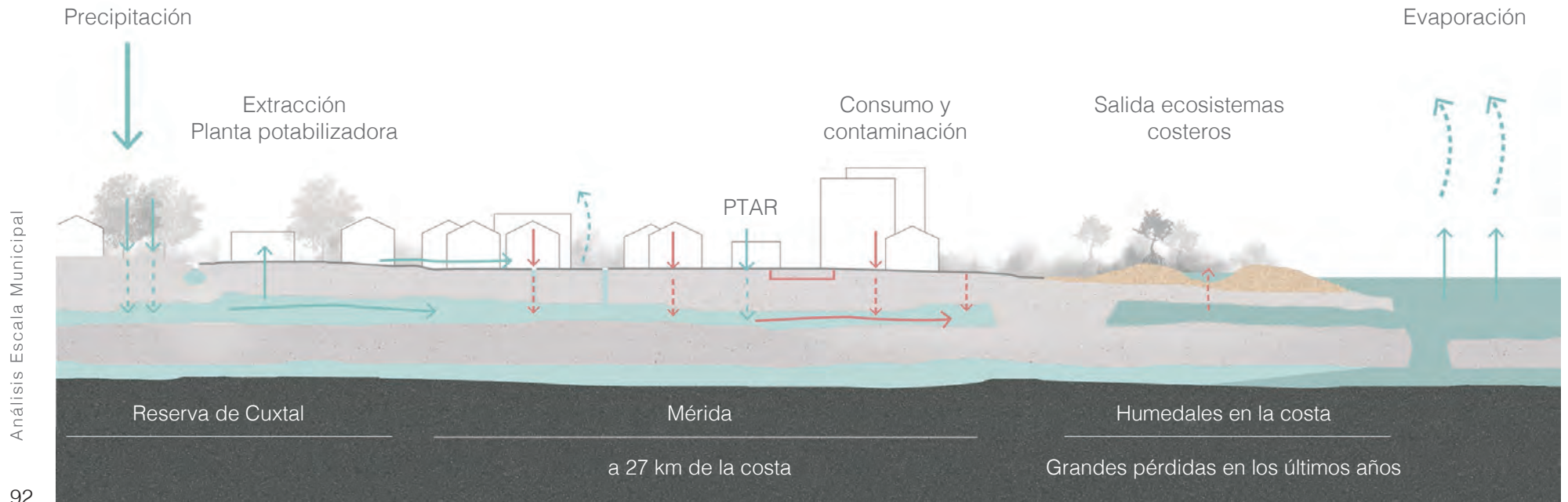


Actualidad

En la actualidad se sigue dependiendo de los mantos acuíferos para la provisión de agua potable, sin embargo, existe aún la costumbre desechar las aguas negras directamente al acuífero a través de sistemas de drenaje como sumideros, del mismo modo algunas industrias desechar sus aguas directamente en los cenotes. Los niveles de contaminación son más altos por el uso de químicos en la industria y en la agricultura. Finalmente, la demanda hídrica es mucho mayor y requiere de

plantas potabilizadoras que extraen el agua de la Reserva Ecológica Cuxtal, donde el agua todavía no se contamina por los usos urbanos en Mérida.

Estas condiciones aumentan la vulnerabilidad de la contaminación hídrica y elevan los niveles de agua salina que llega desde la costa, causando menor cantidad de agua dulce disponible (Zúñiga, Palacio, & Aponte, 2005).



¿Cómo se percibe el agua en Mérida?

En gran parte de las calles, de las plazas y de las áreas verdes de la ciudad se observa el agua como un obstáculo, como un residuo o un impedimento. A veces simplemente está completamente ausente. Los encharcamientos son comunes en tiempos de lluvia debido al uso excesivo del asfalto y del concreto, aun cuando el suelo natural es de una alta porosidad. Es por ello que resulta incongruente ver estacionamientos completos inundados en una región donde no existen cuerpos de agua superficiales. A pesar de que Yucatán cuenta con una gran disponibilidad de agua, los espacios verdes se

encuentran muchas veces abandonados y la vegetación está seca. El agua únicamente se entiende como un servicio de saneamiento, no hay una interacción lúdica al no existir cuerpos superficiales de agua, esto hace que el problema de contaminación se agrave ya que se vuelve imperceptible para los ciudadanos (Nava, 2015).

El proyecto que desarrollamos rechaza la normalización de estos problemas y propone devolver los procesos hídricos a un lugar fundamental para el bienestar de los habitantes y el goce de los espacios públicos.

fig. 38, 39 y 40 Esquema de procesos hídricos en diferentes momentos históricos. (P.90,91 y 92)

Elaboración propia

fig. 41 Encharcamientos en calles del centro de Mérida, Yucatán (izquierda).

Fotografía por Andrea Olavarieta De La Torre

fig. 42 Encharcamientos en calles del centro de Mérida, Yucatán (derecha).

Fotografía por Andrea Olavarieta De La Torre

fig. 43. Esquema de propuesta de procesos hídricos. (P. 94)

Elaboración propia



3.3.5 Alternativa al ciclo actual del agua

Un ciclo ideal para la ciudad se basaría en atender el tipo de suelo y vulnerabilidad del acuífero a la contaminación. Así, se propone un uso que limite desechar agua. Antes de desechar el agua, debería poder aprovecharse el agua gris y negra para algunos usos y sólo se desechará el agua si lleva un tratamiento previo para que el líquido no llegue contaminado al acuífero.

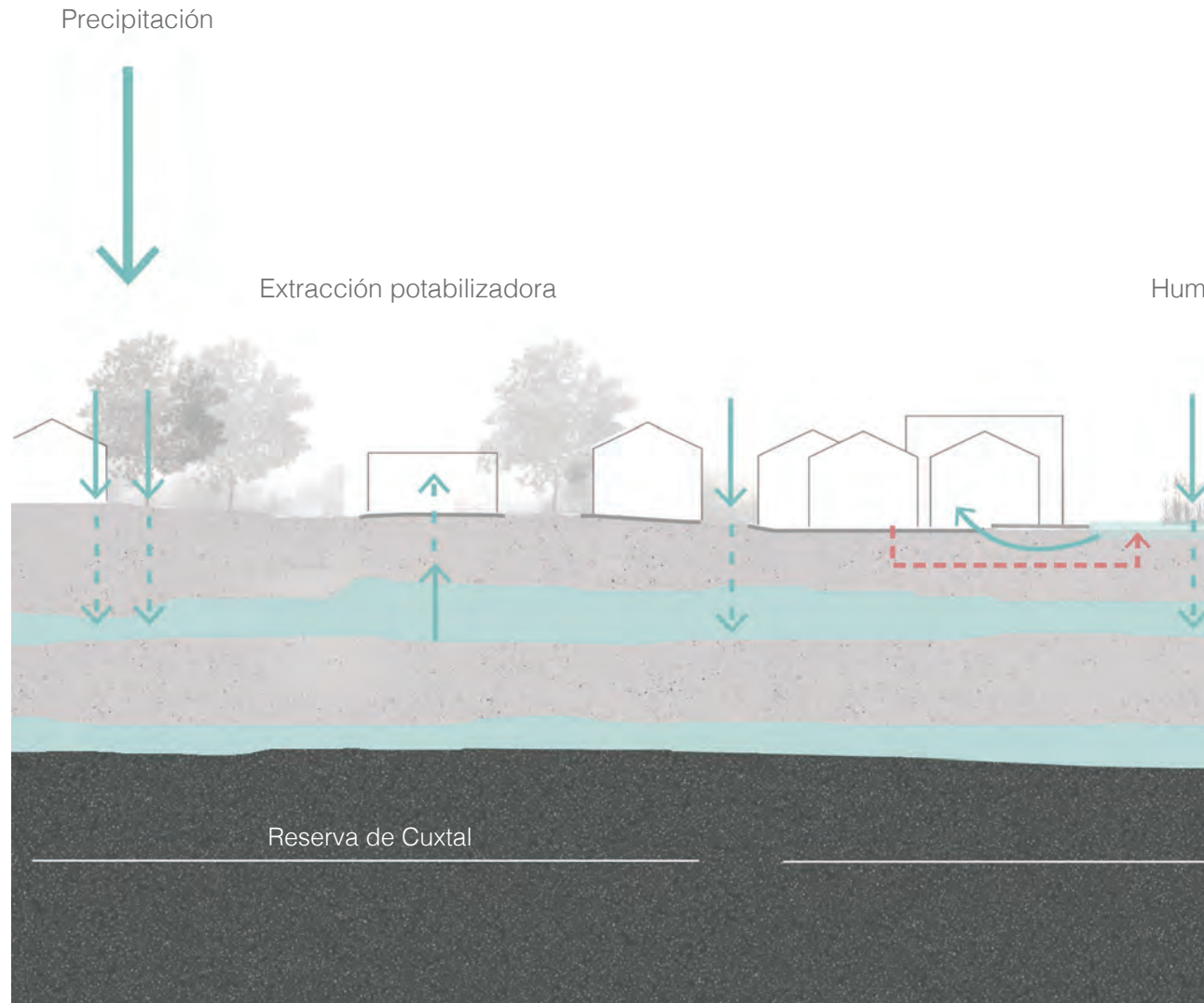
1 Agua de lluvia

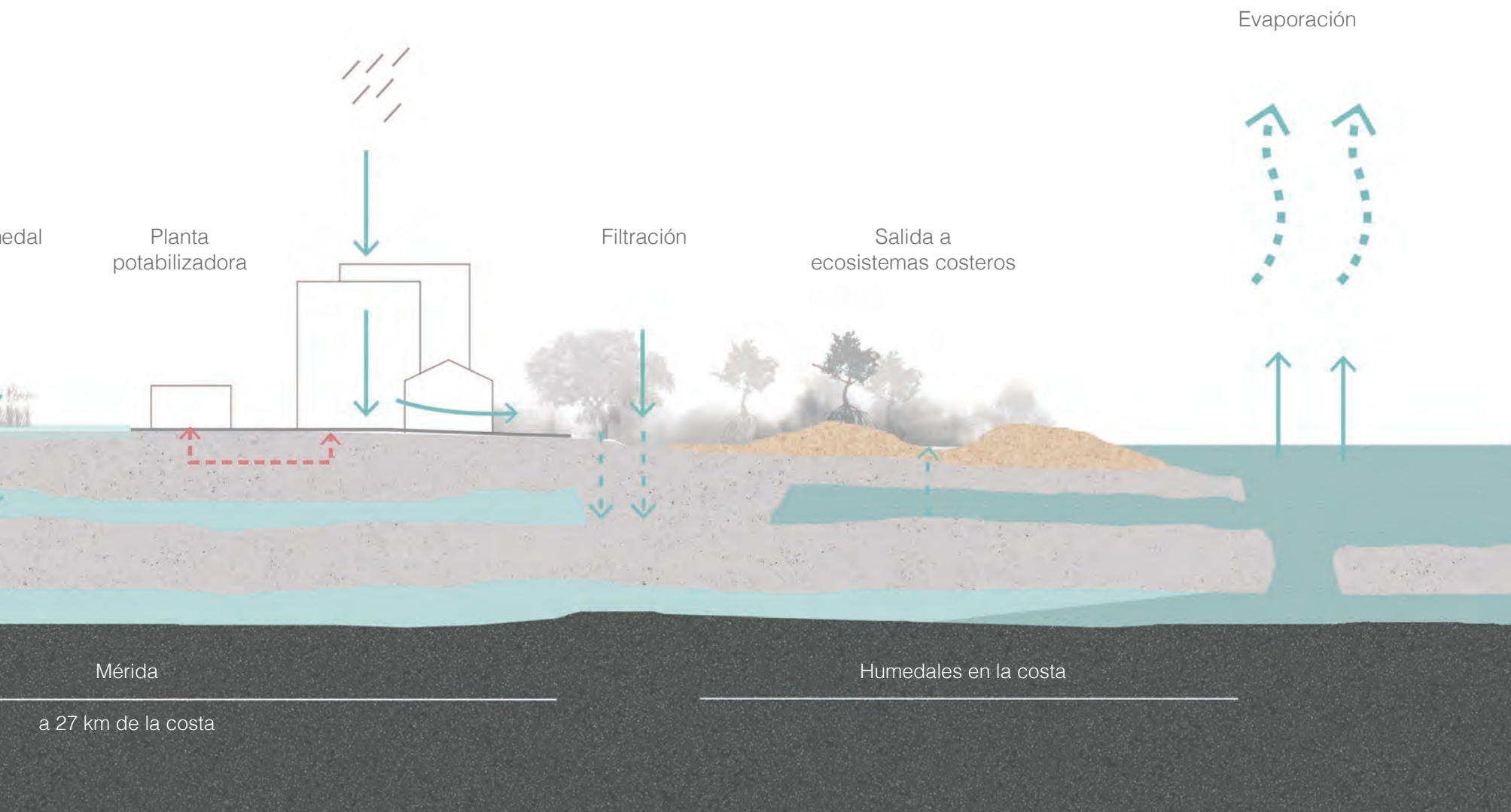


2 Aguas grises



3 Agua negra





3.4 TRABAJO DE CAMPO EN EL MUNICIPIO DE MÉRIDA

Una parte importante de la metodología del seminario consistió en entender el sitio y analizarlo con programas de cómputo especializados, con los cuales se llega a tener una visión amplia del territorio.

De igual manera, fue importante realizar una visita de campo para poder entender problemáticas que no son fácilmente mapeables o que sólo pueden ser notadas a escala humana. Por otro lado, otro de los objetivos del viaje fue presentar el análisis y las problemáticas encontradas por el seminario Intersticios ante autoridades locales y la comunidad académica de Mérida.

El viaje tuvo una duración de diez días. Los primeros cinco días fueron dedicados a mostrar el trabajo del seminario. En primer lugar, se presentó el trabajo en la Universidad Anáhuac del Mayab en la Jornada Académica “Nuevas Urbanidades para Mérida. Intervenciones complejas para un tejido en crecimiento” donde además recibimos retroalimentación de académicos de la institución como lo son la Dra. Sofía Fregoso Lomas, el Dr. Jaime Zaldívar Rae y el Arq. Edgardo Bolio Arceo, que ayudaron a tener mayor información y fuentes para el trabajo que se hizo durante el segundo semestre del seminario.



◀ fig. 44 Presentación de proyectos en sede del INFONAVIT en Mérida.

Fotografía por Elena Tudela Rivadeneyra

En segundo lugar, se mostró el trabajo al Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Mérida. Esta reunión significó un intercambio de información muy importante pues las primeras problemáticas encontradas coincidieron en varias ocasiones con el enfoque de nuestra investigación que la institución tiene actualmente en sus manos. Intersticios se comprometió a presentarles el trabajo final mientras que el IMPLAN nos proporcionó archivos y zonas que coincidían con los posibles proyectos que se tendrían en el futuro.

Se presentó el trabajo a GIZ que actualmente trabaja en conjunto con el IMPLAN para la gestión de proyectos con enfoque sostenible en la ciudad de Mérida. El encuentro con los representantes de GIZ nos mostró información acerca de los proyectos que actualmente se trabajan en la ciudad y que son cercanos en cuanto a la problemática, las zonas y la propuesta a los encontrados por Intersticios. A partir de estas reuniones, y con los equipos que anteriormente se habían dividido en cuatro problemáticas principales, cada equipo tuvo reuniones con el IMPLAN, la GIZ y la Universidad Anáhuac del Mayab para fortalecer



fig. 45 Visita a la planta potabilizadora ►
de la reserva natural de Cuxtal.

Fotografía por Andrea Olavarrieta de la Torre

las investigaciones y las zonas de acción. De esta manera nuestro equipo, enfocado en la problemática del agua, tuvo reuniones con la Licenciada en Administración de Recursos Naturales Angélica Escalante, directora de Educación Ambiental, quien dio una explicación acerca del manejo de residuos en Mérida e hizo sugerencias acerca del enfoque educativo que podría tener un proyecto con la problemática del agua contaminada en el acuífero yucateco.

Después de los días de reuniones, se tuvieron días de asesorías con los profesores del seminario, donde se concluyeron las zonas estratégicas de posible intervención para los proyectos urbano-arquitectónicos. Todas las zonas se eligieron partir de la investigación previa y de la recopilación de información llevada a cabo en los primeros días de la visita a Mérida.

Los días siguientes tuvieron como principal objetivo llevar a cabo entrevistas y un levantamiento fotográfico de las zonas potenciales a intervenir y de las zonas turísticas, de las avenidas principales, de las zonas verdes de importancia, entre otros. En estos días nuestro equipo se dedicó al levantamiento del barrio de Chuburná y la zona Xa'ac al norte y oriente del Centro Histórico de Mérida, respectivamente. Se identificaron los lugares de importancia de cada zona, su equipamiento e imagen urbana. Se recopilaron algunas entrevistas, se identificaron predios con espacio residual, el carácter de la zona y la forma de llegar a esta tanto en transporte público como a pie.

Por último, se hicieron dos visitas; una a la zona de manglares llamada Reserva de la Biósfera Ría Celestún, donde se aprendió acerca de las características de los manglares, el manejo que se tiene dentro de esta Reserva, el cuidado y cómo se lleva a cabo el ecoturismo en la misma.

La segunda visita realizada fue a la zona patrimonial cercana a Mérida, Uxmal, donde como equipo se recopiló información acerca del funcionamiento de los antiguos chultunes y de forma general sobre el manejo de zonas arqueológicas declaradas por el INAH.



fig. 46 Derivas en zonas de estudio. ►

Los mapeos y registros realizados sirvieron de fundamento en el proyecto a escala urbana y barrial.

Fotografía por Andrea Olavarrieta de la Torre

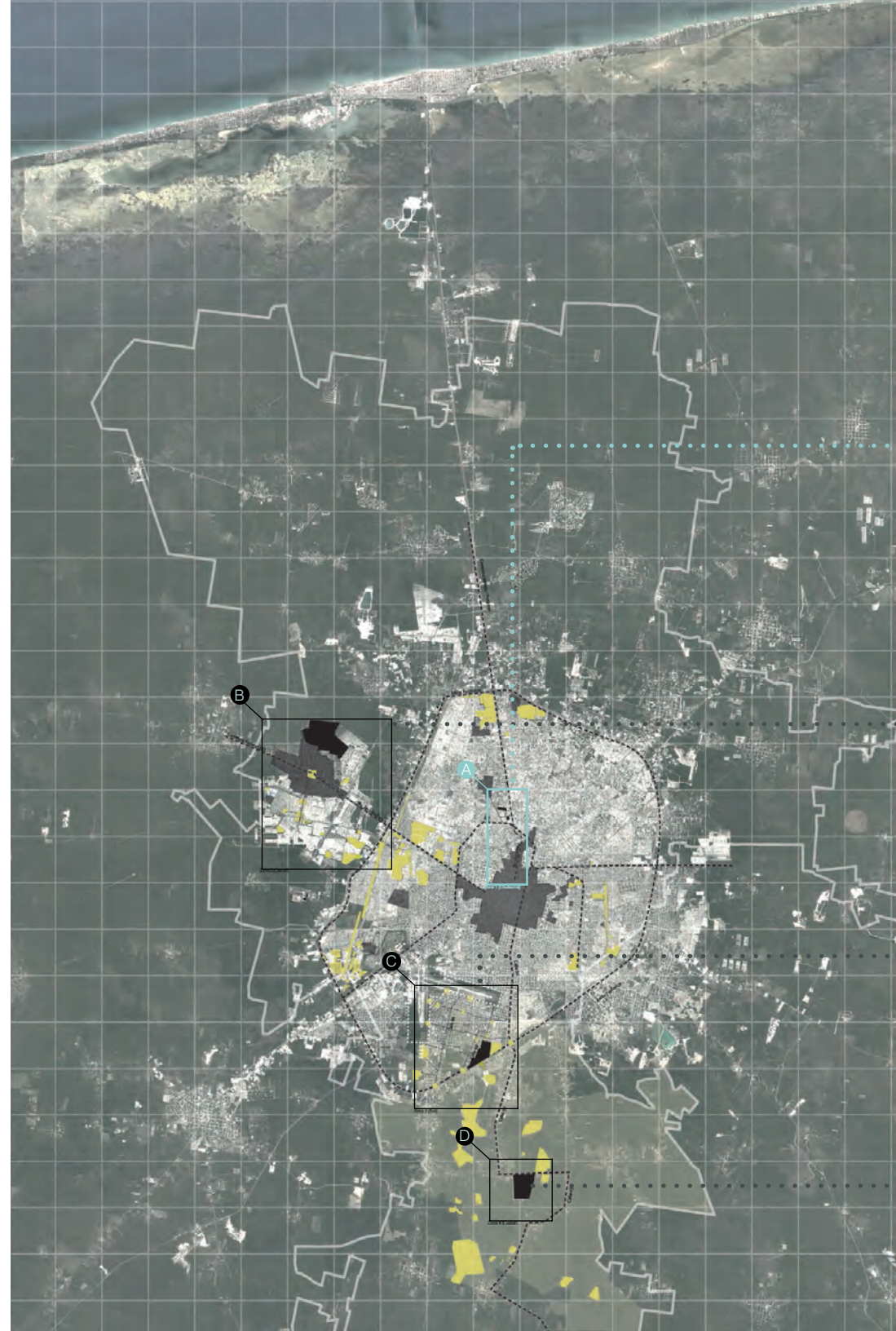
3.5 MAPEO DE ESTRATEGIAS PARA LA CIUDAD DE MÉRIDA

Proyectos desarrollados

Como consecuencia de la investigación realizada y el trabajo de campo, con los integrantes de Intersticios se prosiguió al desarrollo de un mapeo de estrategias para la ciudad de Mérida que contempló las conclusiones obtenidas de la investigación estatal y municipal. De esta manera, se identificaron las zonas potenciales a intervenir en toda la ciudad y las zonas detonantes que más adelante se convertirían en los proyectos de cada uno de los equipos. En este caso, la zona detonante para nuestro equipo se encuentra marcada en azul.

Estas zonas detonantes se ligan entre ellas con intervenciones en las avenidas principales que las conectan, así como con intervenciones en los espacios residuales, los parques, las zonas patrimoniales y los predios en desuso.

Finalmente se obtuvo un mapa en el que se localizan todas las zonas potenciales que se podrían desarrollar a futuro, con proyectos individuales y crecimiento paulatino a largo plazo. Sin embargo, las zonas detonantes representan proyectos a un mediano plazo, y son las esenciales para dar inicio a una transformación de Mérida hacia una urbanidad sostenible.





A Sistema urbano de unidades con infraestructuras verdes hídricas y equipamiento urbano barrial.



B Creación de un nuevo modelo de conjuntos de vivienda en zonas con vestigios arqueológicos.



C Conformación de un nuevo tejido urbano entre el límite sur de Mérida y la reserva de Cuxtal.



D Reactivación económica de las localidades en la reserva con nuevos espacios de producción.

- ... Vialidad secundaria a intervenir
- Vialidad principal a intervenir
- Reserva Cuxtal
- Predios principales a intervenir
- Zonas secundarias de intervención
- Aeropuerto
- Zonas secundarias de intervención
- Zonas detonantes
- Zonas Chuburná

◀ fig. 47 Plan maestro para Mérida

Elaboración propia

▼ fig. 48 Vista conceptual de humedales en zona de ecosistemas costeros. (P. 102)

Elaboración propia



3.9 CONCLUSIONES

La alta concentración de contaminantes en el Centro Histórico de la ciudad de Mérida, se explica por el uso predominante de sumideros y por la ausencia de un sistema de tratamiento adecuado antes de regresar el agua al acuífero. Inclusive fuera del Centro Histórico, la presencia de este tipo de dispositivos es alta, de modo que las afectaciones directas al manto acuífero ocurren en una buena porción de la ciudad.

Otra problemática reside en la fuerte tendencia de crecimiento hacia el norte de la mancha urbana. Si bien los nuevos fraccionamientos suelen contar con pequeñas plantas locales de tratamiento, sigue siendo un problema que se resuelve solamente en conjuntos residenciales privados, mientras que, en los lugares públicos, las zonas de vivienda tradicional y las áreas de servicios generales no se ha implementado ninguna solución al problema de drenaje y de tratamiento del agua.

Una posible solución que se encontró es la reducción de extracción del acuífero gracias al uso de alternativas de obtención de agua. De igual manera, se exploraron los ciclos semicerrados de uso del agua para reducir su desecho luego de su consumo. Dado el análisis a escala estatal en donde se destacaron como problemáticas principales la degradación ambiental a causa de incongruencias en el manejo del uso de suelo y derivada de ésta, la contaminación hídrica en el acuífero. En el análisis municipal fue de gran interés conocer las dinámicas urbanas que traen consigo estas problemáticas.

En el ámbito social, Mérida es una ciudad que a lo largo de la historia ha tenido tendencia hacia el crecimiento al norte

de la ciudad. En esta zona se concentra la gran mayoría de fraccionamientos residenciales con nivel socio-económico medio a alto. Por el contrario, el sur de la ciudad tiende a un nivel socio económico de bajo a muy bajo. Uno de los problemas urbanos destacables es que el crecimiento de la ciudad tiende a ser horizontal, lo que ha llevado a un crecimiento de la mancha urbana sobre el patrimonio natural y cultural. El desarrollo urbano no ha sido congruente con un desarrollo sostenible.

Como se ha mencionado anteriormente, es importante recalcar que el problema más importante que se tomó en cuenta después de analizar las dinámicas urbanas y sociales, es la contaminación del acuífero causada por varios factores. Entre ellos se consideran la falta de conciencia del tema de la contaminación y la falta de drenaje que han causado que los recursos ambientales han sido afectados. A grandes rasgos, se extrae el agua al sur de la ciudad de la Reserva Ecológica Cuxtal, donde la calidad del agua sigue siendo buena para la potabilización y la distribución en toda la ciudad. Después de su uso, el agua en el caso más afortunado pasa por una fosa séptica y en el menos afortunado se desecha directamente en el acuífero. En ambos casos la contaminación sobre el recurso hídrico es directa y por los flujos de agua, no sólo afecta a la ciudad de Mérida, sino que lleva las consecuencias hasta la costa del estado donde afecta a los ecosistemas costeros.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, en la realización del mapa de estrategias se tomaron en cuenta las zonas más afectadas por la contaminación. Dichas zonas son: el Centro Histórico de Mérida, las vías principales y los predios potenciales para el desarrollo de un proyecto que proporcione una alternativa al manejo actual del agua en la ciudad.



ANTEPROYECTO TRANSFORMADOR HÍDRICO URBANO:
CASO ESTUDIO CHUBURNÁ

4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo está enfocado en el desarrollo de un proyecto urbano arquitectónico que responda a la problemática de la contaminación del acuífero y al manejo del agua, presentando una alternativa urbana con un enfoque sostenible.

Previo al análisis, se resume la problemática de la ciudad, en un ejercicio lúdico que expone las posibilidades futuras de Mérida por un camino distópico y uno utópico. Posteriormente, analizaremos estrategias que se han implementado en otras ciudades como China con su proyecto Sponge City y Estados Unidos con las Low Impact Development (LID, por sus siglas en inglés) para tener un manejo más sostenible de los recursos hídricos (ARCADIS, Mesut, & al., 2018), (Arcadis, 2017; Yang, 2016).

El primer paso hacia el proyecto, fue entender las zonas con mayor potencial e impacto que faciliten la implementación del mismo, generando un proyecto que presente una alternativa factible para la ciudad. Una vez elegidas las zonas potenciales para intervención, se analizaron proyectos análogos particulares con objetivos similares, como aquellos que se hayan enfocado en realizar intervenciones que toman en cuenta infraestructuras verdes.

El siguiente paso fue la elección de un barrio donde existiera la posibilidad de una intervención. Para entender el carácter del lugar se hizo un análisis de sitio, su conexión con otras zonas de importancia en la ciudad, su accesibilidad, las posibilidades que presenta y las problemáticas particulares a tomar en cuenta.

Por último, se realizó un anteproyecto que presenta una propuesta urbano-arquitectónica barrial en correspondencia con la problemática principal a escala municipal y estatal. Esta propuesta responde de igual manera a las características particulares de la zona

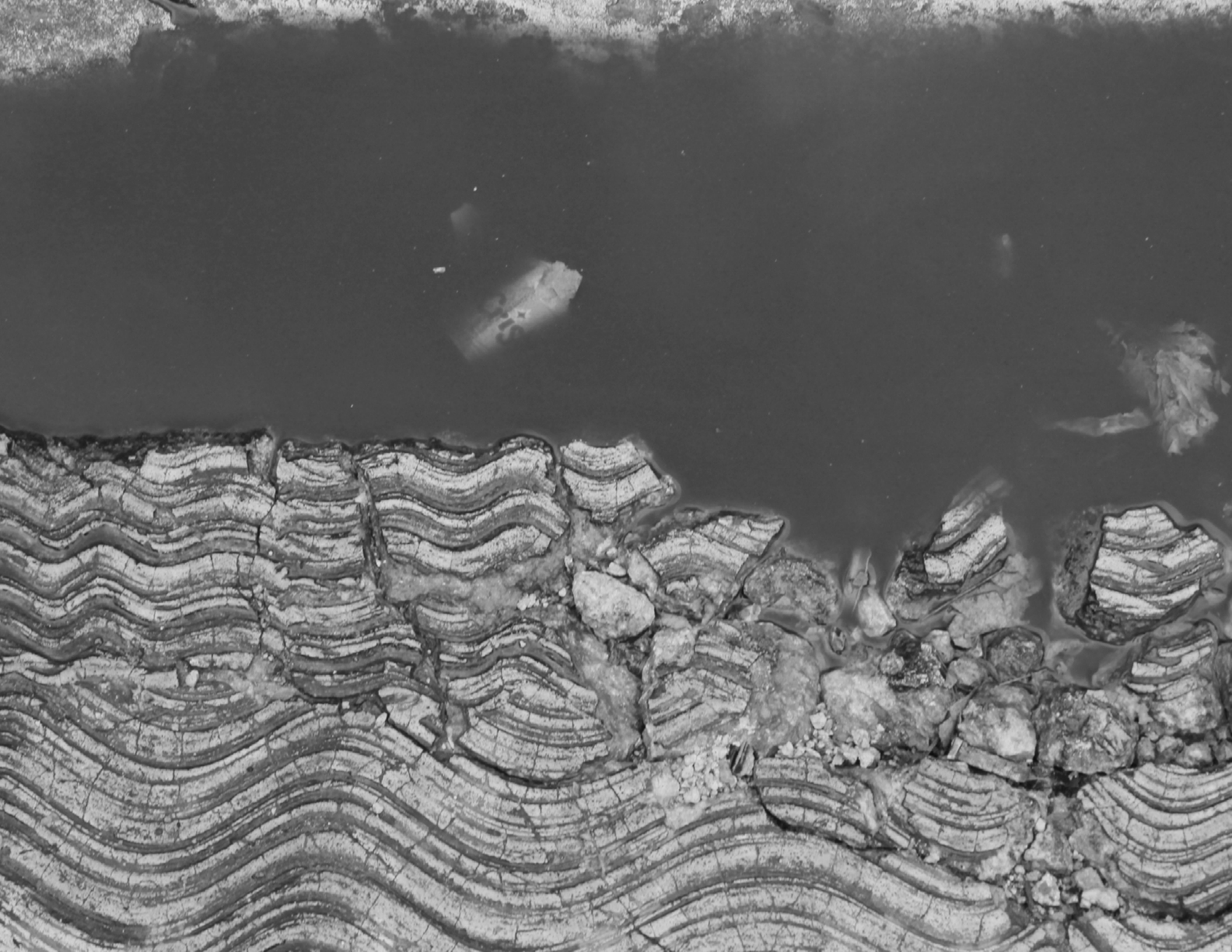
4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN DE ANTEPROYECTO

¿Cómo podemos generar un sistema de infraestructuras verdes integradas al desarrollo de una zona urbana consolidada?



4.3 HIPÓTESIS DEL ANTEPROYECTO

Si volvemos visibles los procesos del agua (Captación, conducción, tratamiento y reúso), se expondrán alternativas resilientes al manejo del agua y mejorará el modelo de desarrollo urbano de la ciudad de Mérida



4.4 OBJETIVOS DEL ANTEPROYECTO

- Proponer una red de espacios públicos integrados a su contexto inmediato.
- Integrar intereses públicos y privados para beneficios comunes.
- Visualizar la mayor cantidad de procesos para dar lugar al agua en la ciudad.
- Integrar microclimas adecuados para reducir gastos energéticos y tener espacios de mayor confort.



4.5 UTOPIÁS Y DISTOPÍAS: NUEVAS URBANIDADES



El análisis territorial y urbano es el instrumento que permitió observar las características físicas y sociales de Yucatán. La lectura de cualquiera de las dimensiones que componen la vida cotidiana en este estado y su capital hacen evidente los aciertos y las incoherencias del modelo actual de desarrollo. El Seminario de Titulación: Intersticios

puso en práctica una dinámica de caracterización de estos factores en Mérida por medio de la ilustración de escenarios utópicos y distópicos.

El panorama que se creó enfatiza aquello que, de seguir replicándose tal y como ocurre actualmente, podría llevar a Mérida a un futuro prometedor o a uno poco esperanzador.



fig. 53 Ilustración de utopía en Mérida. ►

Elaborado por Ilse Karina López Govea



La narrativa imaginaria de estos lugares tiene algunos ejes principales: hacer resonar el carácter de la naturaleza en la ciudad, el uso y forma de los espacios públicos, el modelo de desarrollo inmobiliario y los sistemas de gestión de agua y basura, y principalmente cómo vive la gente inmersa en este contexto.

◀ fig. 54 Ilustración de distopía en Mérida.

Elaborado por Luisa Rizo González

La utopía es la vía de expresión de lo que creemos que se hace de forma correcta o que tiene potencial para funcionar de una mejor forma. Se piensa que a través de este ejercicio, la utopía es además el mejor sitio para proponer modelos urbanos alternativos para la ciudad.



fig. 55 Ilustración de utopía en Mérida. ►

Elaborado por Luisa Rizo González



La finalidad de la tarea fue poner en discusión cuál es el mejor destino para Mérida, qué medidas debemos tomar y qué acciones perjudiciales hay que evitar. En conjunto, todo el imaginario recabado en estas ilustraciones conforma nuestra idea de la búsqueda de las “nuevas urbanidades” para Mérida.

◀ fig. 56 Ilustración de distopía en Mérida.

Elaborado por Héctor A. Ramírez Eudave

Posterior al ejercicio imaginario de utopías y distopías, sacamos conclusiones al respecto de lo que para todos los integrantes era evidente en cuanto a problemática, errores e incoherencias y en cuanto a beneficios y potencial de un futuro para Mérida.

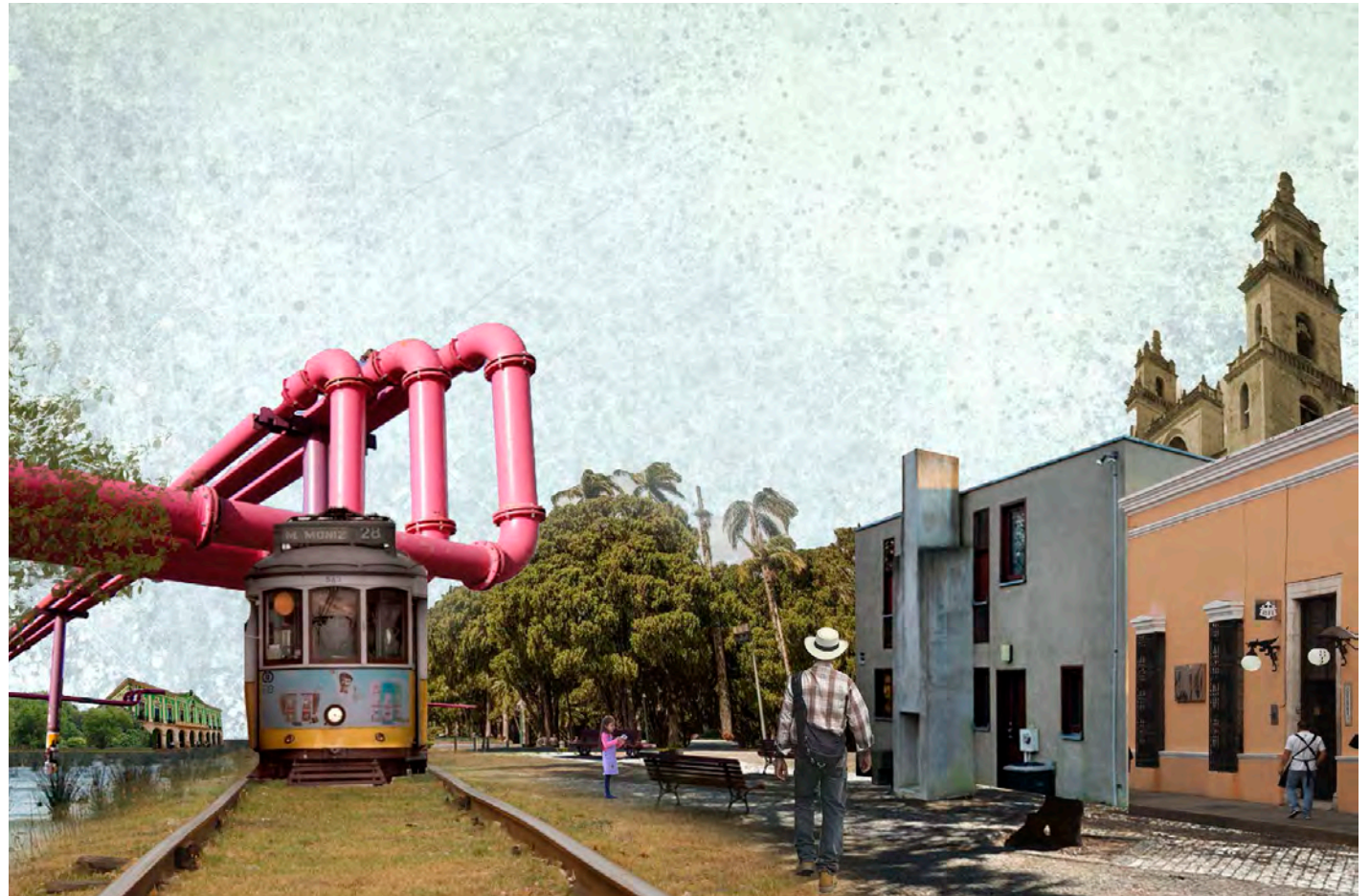


fig.57 Ilustración de utopía en Mérida. ►

Elaborado por Héctor A. Ramírez Eudave

Éste primer ejercicio ayudó a tener claros los objetivos generales que se buscarían en el proyecto que se planteó posteriormente.

Como había quedado claro en las conclusiones del capítulo 3, la mayor problemática en cuanto al agua en el estado de Yucatán es el drenaje, que puede ser considerado prácticamente como inexistente, ya que el sistema de sumidero y el de fosa séptica únicamente apartan a la población de los desechos. Sin embargo, no tienen ningún papel en el tratamiento del agua residual y se nota una gran preocupación por las consecuencias de estos sistemas con el medio ambiente.

Dentro del ejercicio utópico, se presenta como un tema importante el hacer evidente el agua en el espacio público con el objetivo de crear conciencia y proponer una solución física visible.

Otro de los temas que se mostraron como una inquietud, es respecto a las tendencias que se dan actualmente en la ciudad hacia una polarización social, donde las zonas residenciales al norte son un reflejo de la falta de

consciencia del territorio yucateco que tienen mucho más parecido con una urbanización extranjera.

Además, se vuelven un modelo a seguir incluso para las zonas más pobres, en donde las urbanizaciones mayas antiguas e incluso las zonas patrimoniales, están viviendo un proceso de intercambio hacia estándares extranjeros, fuera de coherencia con el territorio.

Por último, se hizo manifiesto la falta de espacio público que fuera habitable para el tipo de clima en Mérida, (altas temperaturas y asoleamiento), por lo que fue necesario el uso de vegetación alta, sombra y espacios frescos presentes en la ciudad.

Todos estos puntos sirvieron como referencia a tomar en cuenta incluso teniendo como principal problemática la contaminación hídrica. Es importante que el proyecto fuera integral e incluyera alternativas ambientales, de habitabilidad, sociales y culturales diferentes a las que actualmente vive la urbanización de la ciudad.

fig. 58 Distopía de vivienda maya actual. ►

Elaborado por Ilse Karina López Govea

fig. 59 Cronología de SbN. (P.120-121) ▼

Elaboración propia



“Modelo de vivienda maya, densa y compacta”

4.6 CIUDADES EN BÚSQUEDA DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

En diferentes países han surgido programas que tienen como objetivo crear soluciones urbanas basadas en procesos naturales. En 1990 en Estados Unidos surgió el concepto de desarrollo de bajo impacto (Low Impact Development LID – por sus siglas en inglés) para el control y gestión de la escorrentía, de agua pluvial y mitigar los impactos negativos de la urbanización (es decir, aumento de la superficie impermeable) que conducen a más escorrentía urbana. Las medidas de LID tienen como principales fundamentos:

- 1.- Conservar las áreas naturales lo más posible (no pavimentar todo el sitio si no es necesario).
- 2.- Minimizar el impacto en el desarrollo hidrológico.
- 3.- Mantener la tasa y la duración de la escorrentía en la zona (no permitir que el agua abandone el sitio).
- 4.- Implementar prácticas integradas de gestión en todo el terreno. Estas prácticas son controles descentralizados a microescala que pueden infiltrar, almacenar, evaporar o detener la escorrentía cercana a la fuente.
- 5.- Implementar campañas de prevención en cuanto a la contaminación, el mantenimiento adecuado y los programas de educación pública.

También se han propuesto conceptos similares en el Reino Unido, en Australia y en otros países desarrollados (Yang, 2016; Li, Ding, Ren, Li y Wang, 2017).

Al observar estas diferentes políticas, quedó claro que todos tienen un punto en común: todos intentan lograr un desarrollo sostenible a través de la gestión de aguas pluviales mediante el uso de medidas LID. (también llamadas medidas azul-verde) para abordar la lluvia excesiva.

Las medidas LID incluyen bioswales, dispositivos de biorretención, estanques, techos verdes y franjas con vegetación y filtros naturales. El enfoque LID también incluye medidas como diseños alternativos de carreteras y edificios para minimizar la impermeabilidad y maximizar el uso de pavimento permeable y vegetación, reducción de fuentes contaminantes y educación sobre comportamientos alternativos (ARCADIS, Mesut, & al., 2018).

La ONU plantea el concepto equivalente a LID como una SbN (Soluciones basadas en la naturaleza-por sus siglas en español).

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) utilizan o imitan los procesos naturales para contribuir a la gestión mejorada del agua. Una solución basada en la naturaleza puede implicar la conservación o rehabilitación de los ecosistemas naturales y/o la mejora o creación de procesos naturales en ecosistemas modificados o artificiales. Se pueden aplicar a microescala (por ejemplo, un inodoro seco) o a macroescala (por ejemplo, el paisaje). Abordan el suministro de agua principalmente mediante la gestión de las precipitaciones, la humedad y el almacenamiento, la infiltración y la transmisión del agua, de modo que se llevan a cabo mejoras en la localización, temporización y cantidad de agua disponible para las necesidades humanas (UNESCO, 2018).

Entre los programas de SbN más importantes que existen en la actualidad está el Sponge City Design (SCD por sus siglas en inglés). Este es un programa que surgió en China en 2014 para ser implementado en sus ciudades y que, en 2030, 80% de ellas estén intervenidas para lograr los

1972

América:
Best Management
Practices (BMPs)



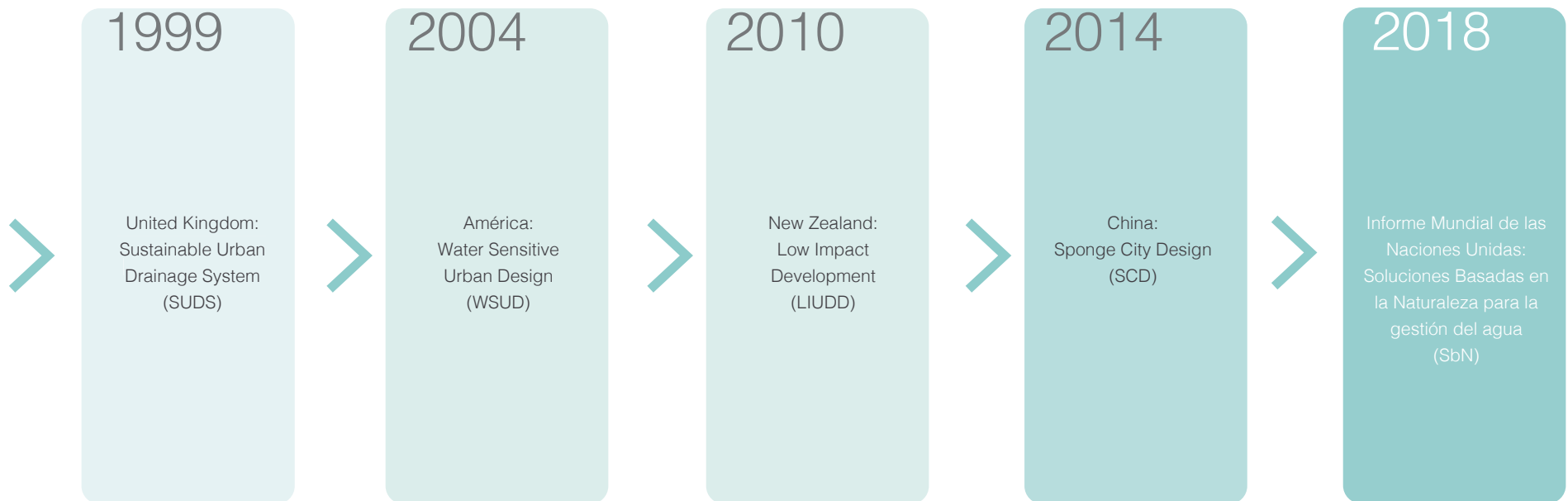
1990

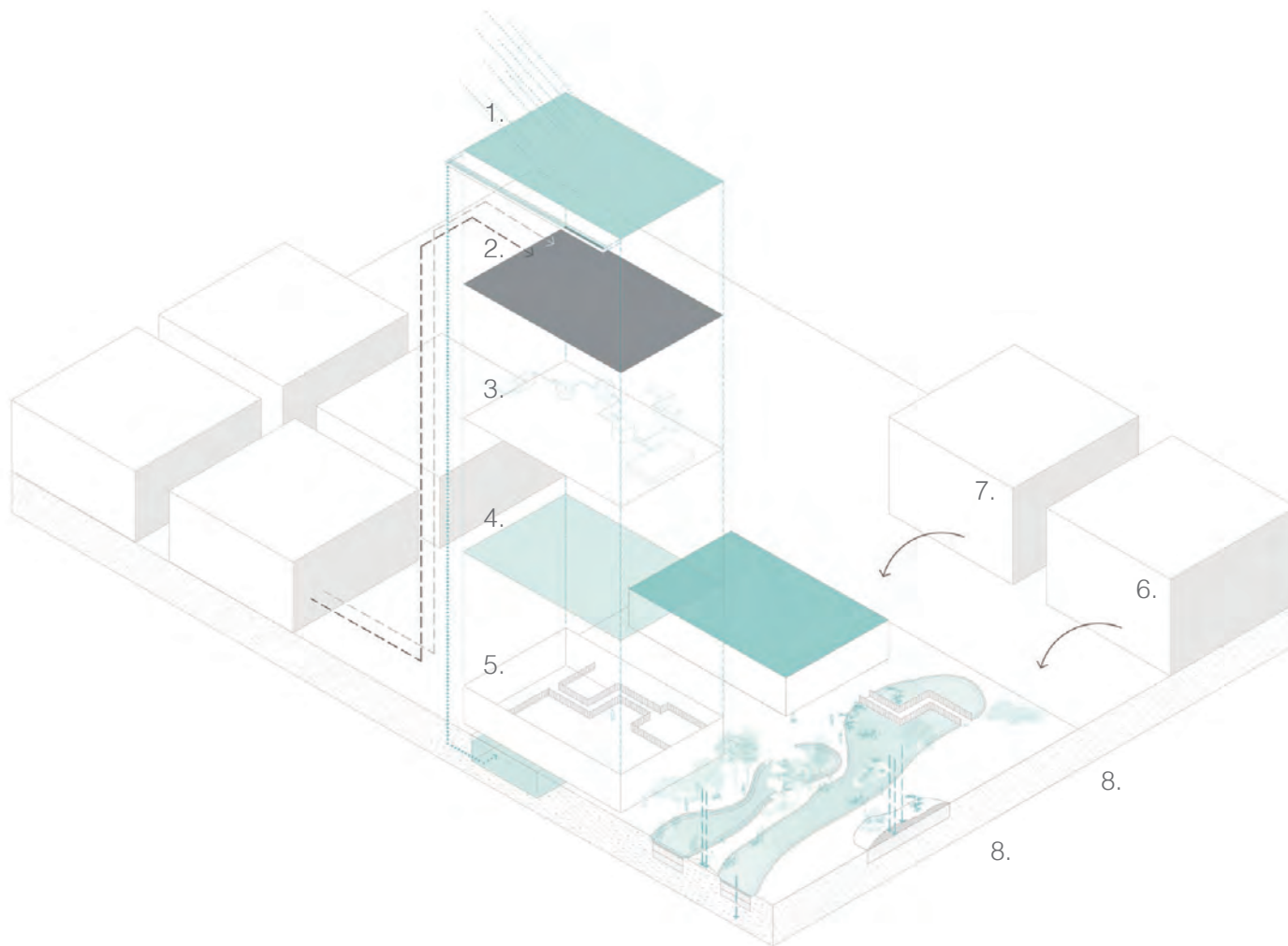
América:
Low Impact
Development (LID)

objetivos del programa. De igual manera busca promover ciudades sensibles al agua capaces de absorber y retener el agua de lluvia. El objetivo del SCD es crear una ciudad con un sistema de agua que funcione como una esponja en cuatro sentidos: absorber, almacenar, infiltrar y purificar el agua de lluvia para posteriormente liberarla para su reutilización cuando sea necesario (Arcadis, 2017; Yang, 2016).

De igual manera el SCD tiene como parte de su metodología el diseño multidisciplinario, tomando en cuenta principalmente la administración del agua, la ingeniería hidráulica, el urbanismo y la arquitectura

para lograr la implementación de los proyectos a diversas escalas. Por otro lado, retoma los principales conceptos en la aplicación a la resiliencia urbana y plantea que la capacidad de hacer frente a las crisis y proteger su entorno y los habitantes está directamente relacionada con la economía, con oportunidades y con la capacidad de atraer inversiones por lo que se requiere de cooperación entre ciudadanos, corporaciones y organismos gubernamentales a lo largo de un proceso dinámico y adaptativo que esencialmente nunca está realmente terminado. De esta manera entenderíamos a la resiliencia más como un proceso que como un destino.





◀ fig. 60 Esquema conceptual del THU.

Se ilustran los diferentes procesos hídricos que estas unidades agrupan.

Elaboración propia

4.7 THU (Transformador Hídrico Urbano)

1. Captación de agua pluvial



2. Almacenaje para agua tratada y pluvial



3. Separación de agua potable, gris y negra



4. Tratamiento de aguas con infraestructuras verdes y grises



5. Obtención de agua tratada



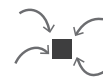
6. Uso de agua tratada en edificaciones y espacios públicos



7. Biofiltración directa de agua tratada y pluvial al acuífero



8. Espacios adaptados a los barrios



Posterior al desplegado de información y a las estrategias a tomar en cuenta para el proyecto, generamos un modelo general que nosotros llamamos, “Transformador Hídrico Urbano” (THU por sus siglas en español). La idea rectora del proyecto fue el correcto manejo del agua desde su captación, separación y distribución según sus diferentes calidades. En el Transformador Hídrico Urbano cada estado del agua puede ser aprovechado de diferentes formas; incluso las aguas residuales, las grises y las negras. Esta es una de las estrategias que contribuyen a que los habitantes puedan depender en menor medida del acuífero.

La captación pluvial tiene la virtud de ser un medio de obtención de agua fácil de potabilizar con un sistema de filtros. Durante los meses de lluvia en Mérida cae un volumen de agua significativo (en agosto, una superficie de 1000 m² puede proveer 146,000 lts de agua) (INEGI, 2002). Sin embargo, la temporada de precipitaciones es relativamente corta. Es por este motivo que la captación de lluvia es un componente del que no puede depender el consumo de agua pero que vale la pena implementar. En la actualidad existen en la zona concentraciones de edificios con superficies de cubierta con las que se podría aprovechar este sistema.

Los THU recolectan el agua residual y de lluvia de los equipamientos cercanos. Su tratamiento en infraestructuras grises y verdes actúan como un sistema integral que discrimina el agua según su calidad para tratarla con el método más adecuado.



fig. 61 Mapa de predios baldíos o sub-uti- ▶
lizados con mayor superficie en Mérida

Elaboración propia.

◀ fig. 62 Antiguas bodegas en Chuburná.

Fotografía por Andrea Olavarrieta de la Torre

4.8 SISTEMA DE TRANSFORMADORES HÍDRICOS URBANOS

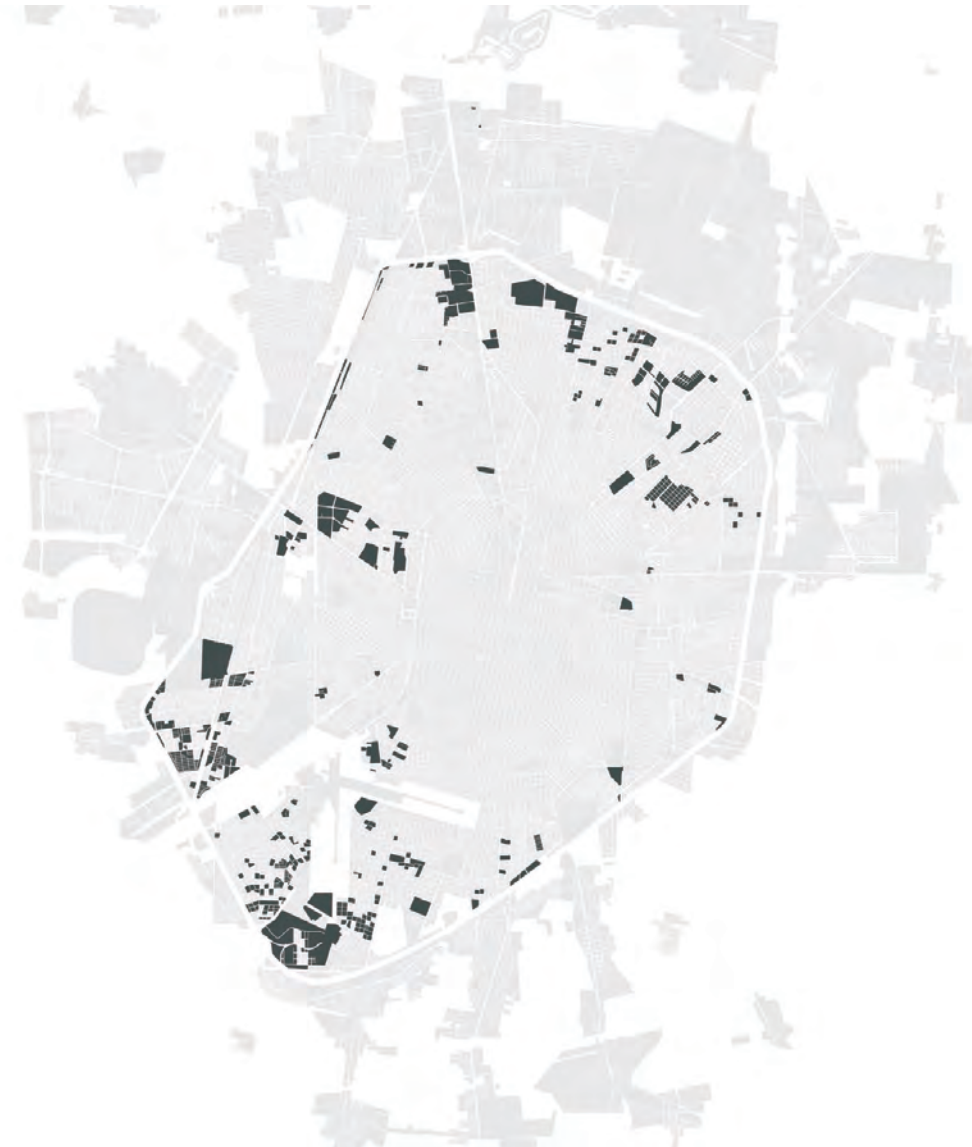
4.8.1 Grandes predios

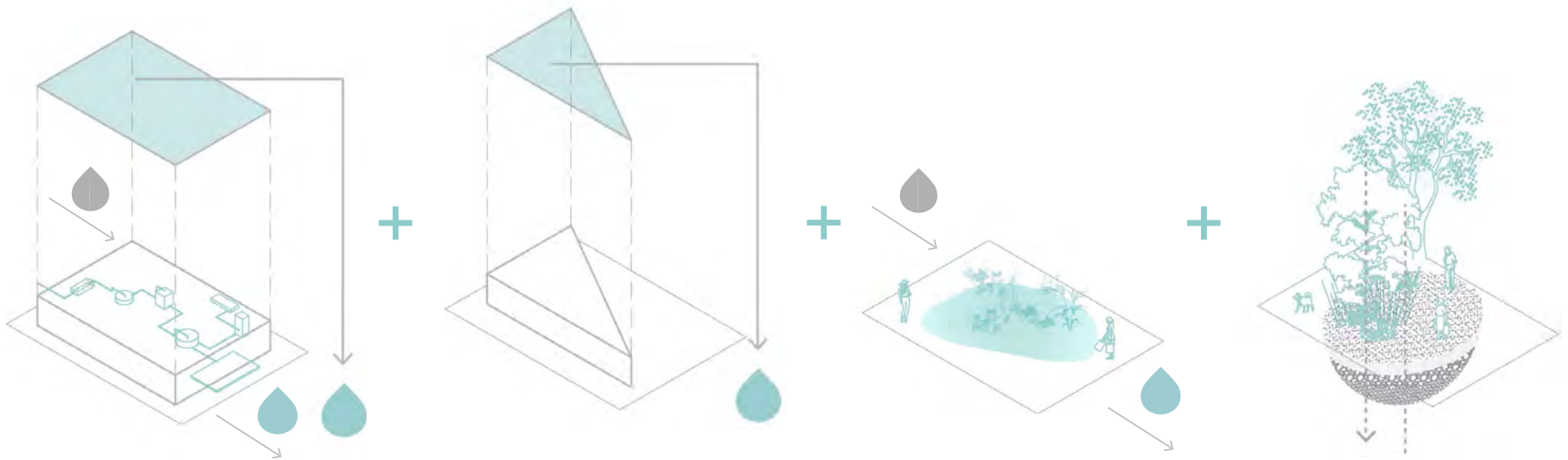
Uno de los criterios de selección de las zonas con potencial para la creación de los transformadores hídricos fue la disponibilidad de los predios baldíos municipalizados de mayor superficie.

Al contar con grandes espacios que pueden concentrar varios procesos hídricos se puede recolectar mayor cantidad de agua pluvial y residual, además de contar con mayor capacidad de tratamiento.

Los beneficios se multiplican de la misma forma en la que funciona una economía a escala en la que se comparten los medios y los recursos para una producción más eficiente. El mejor rendimiento de suelo permite incluso que además de las funciones de infraestructura de los THU, se incluyan usos públicos y recreativos.

Consideramos que cuando las infraestructuras hídricas funcionan como un sistema conformado por distintos mecanismos, éstos se pueden complementar, y es por esto que la búsqueda de grandes superficies disponibles en la ciudad se vuelve más atractiva. Muchas de estas superficies corresponden a zonas en procesos de consolidación urbana que en ocasiones carecen de servicios básicos, de modo que los THU podrían tener una importante función suplementaria social y económica.





Captación y tratamiento con infraestructuras grises

Captación pluvial

Tratamiento con infraestructuras verdes

Infiltración



Transformador Hídrico Urbano

Mayor capacidad de gestión hídrica

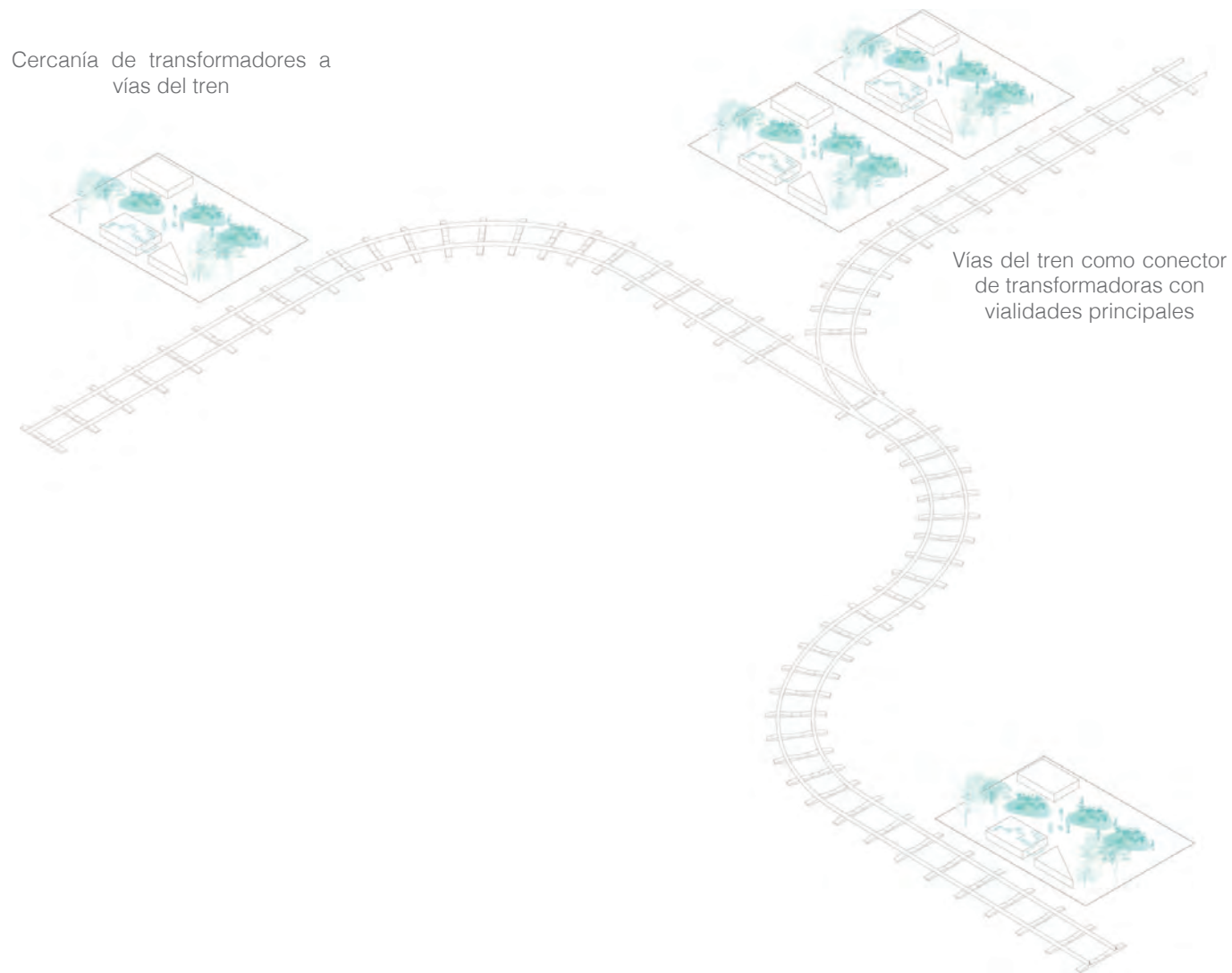


fig. 63 Esquema de agrupación de procesos ▲ y beneficios hídricos en THU. (P.126-127)

Elaboración propia

fig. 64 Mapa de vialidades con espacio ► intervenible y predios cercanos.

Elaboración propia

◀ fig. 65 Esquema de sistema urbano THU articulado por vialidades principales.

Elaboración propia

4.8.2 Vías principales

El segundo criterio de selección de zonas con potencial fue el de la proximidad a las vías de circulación principales. Algunas avenidas principales cuentan con condiciones favorables para servir como columna vertebral entre conjuntos de THU. Las vialidades escogidas conectan el centro de Mérida con: Ciudad Caucel (una zona urbana residencial densamente poblada), con el parque industrial en la salida a Umán (donde existe un fuerte consumo de agua para la industria y las colonias con más grado de marginación en Mérida), con el norte de la ciudad (cuyo crecimiento urbano es el más acelerado), con la carretera a Progreso y con el poniente de la ciudad.

La red ferroviaria que atraviesa la ciudad cuenta con tramos que ya no se utilizan, mientras que entre uno y seis convoyes circulan por el resto de la red diariamente, sobre todo en la noche y madrugada de acuerdo a información obtenida por medio de los habitantes. El interés por las vías del tren radica en que la frecuencia y hora de uso de las vías junto con el espacio libre disponible en sus camellones brindan la oportunidad de conexión que busca el proyecto y sirve además para recuperar espacios verdes. Las vías férreas coinciden con las vías principales que rodean al centro histórico y con aquellas que van hacia las distintas periferias de la ciudad. De esta forma identificamos los THU y las vías de conexión que conforman una primera etapa del sistema en Mérida.



Grandes Predios cercanos a las vías del tren

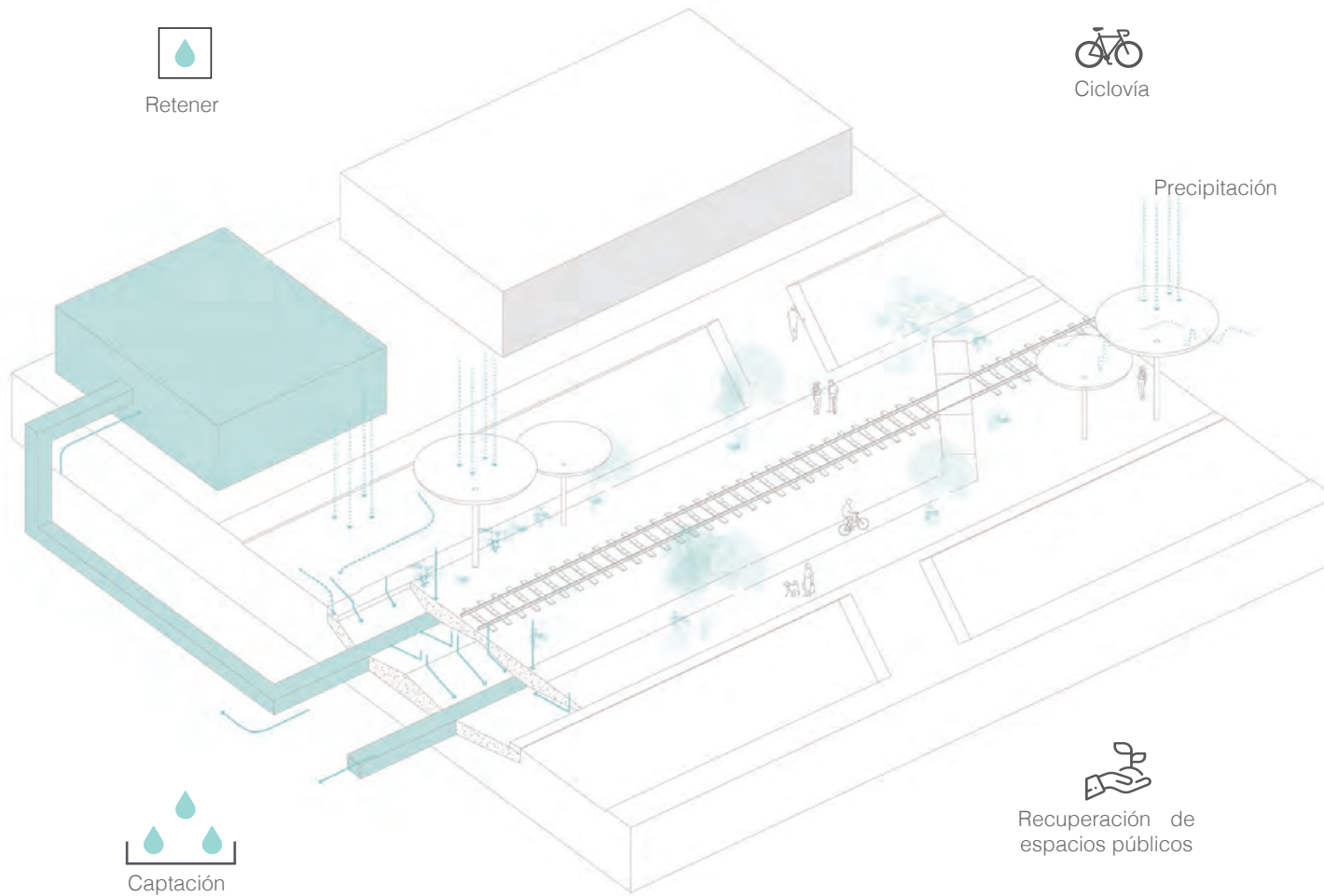


fig. 66 Vías del tren a su paso por calle 60 ► en Chuburná, Mérida.

Fotografía por Andrea Olavarrieta de la Torre

◀ fig. 67 Esquema de dispositivos hídricos y acciones implementados en vías principales.

Elaboración propia

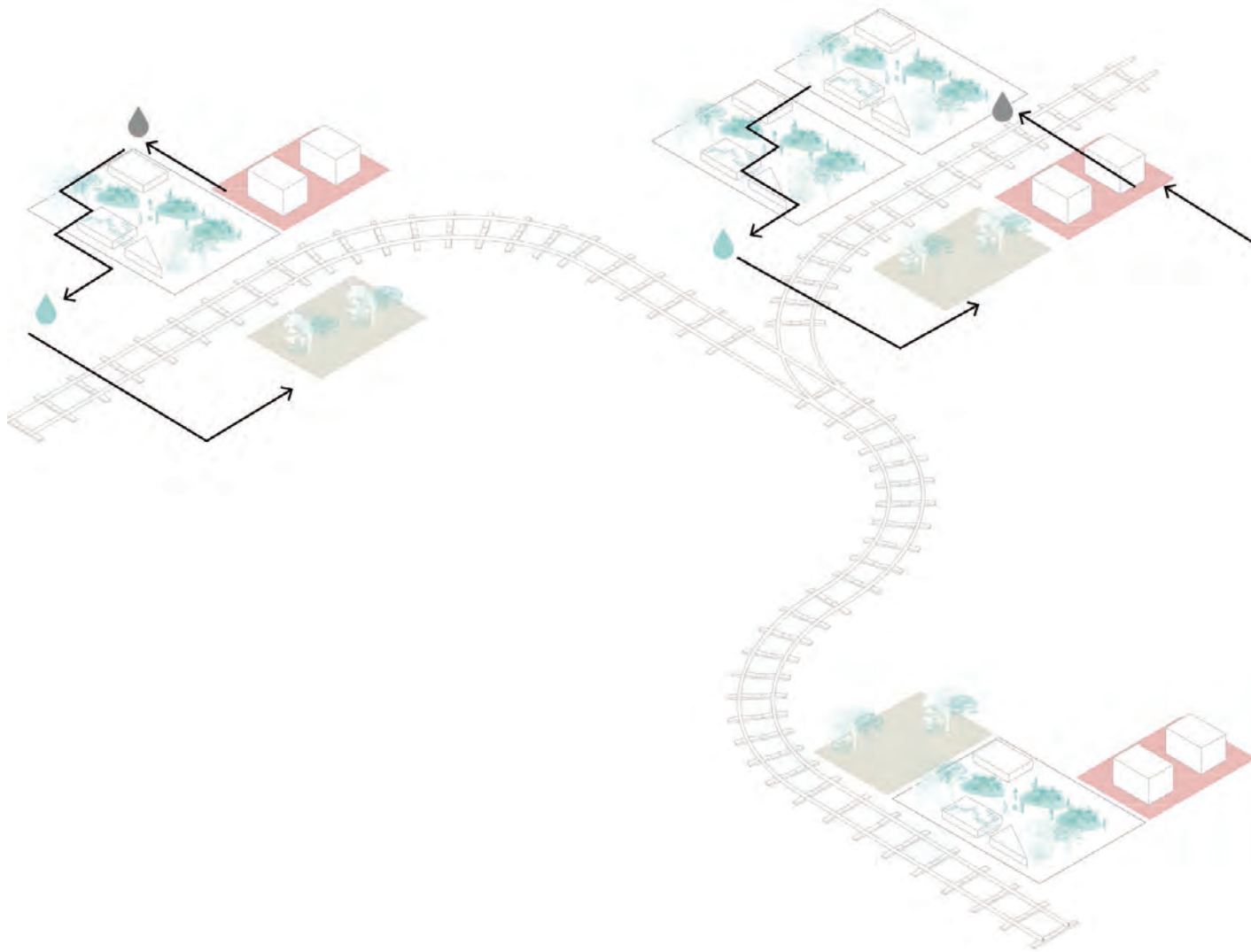


4.8.3 Vías férreas

Las vialidades escogidas como articuladores urbanos integran dispositivos y estrategias de manejo del agua tales como: captación pluvial por el mobiliario urbano, captación de escorrentías en jardines de lluvia, filtración al subsuelo para evitar inundaciones y traslado de agua en unidades de retención a los THU o bien su uso para riego de espacios verdes.

En los camellones más amplios se proponen también ciclo vías y arbolado urbano para que las personas puedan transitar en un espacio de mayor confort térmico. La mayor dificultad para caminar por las calles de Mérida es la falta de sombra y vegetación, lo que actualmente hace indeseable caminar en horas de sol y obliga a moverse en automóvil de ser requerido. Al mejorar la calidad espacial de las vías del tren en distintos puntos de la ciudad se enlazan los espacios públicos transitables con los THU como destino final.

Las vías del tren son un elemento casi inevitable de cruzar en cualquier trayecto hacia el centro de la ciudad. Intervenirlas en cuanto al paisaje le da mayor visibilidad al sistema que proponemos. También se revaloriza la infraestructura ferroviaria local, misma que fue clave en el desarrollo de Mérida desde el siglo XVII. En efecto, la vía Mérida-Progreso que se integra al proyecto fue la segunda ruta de tren construida en el país en 1881, por mencionar un ejemplo (Barceló, 2011).



◀ fig. 68 Esquema de “clústers” que pueden integrar el sistema urbano de THU.

Elaboración propia.

fig. 69 Mapa de “clústers” que pueden ▶ integrar el sistema urbano de THU.

Elaboración propia

fig. 70 Esquema de agrupación de procesos y beneficios hídricos en THU. (P.136) ▼

Elaboración propia

4.8.4 Agrupamiento THU

Finalmente, para fortalecer el nexo entre los THU y su entorno, cada “cluster” hídrico busca recolectar las aguas residuales de los grandes equipamientos cercanos. Al mismo tiempo se identificaron zonas a las cuales se puede aportar agua tratada como parques, jardines e industria.

El Transformador se integra a su entorno ofreciendo servicios ambientales comunes y complementando el equipamiento carente para los habitantes. Además, genera una sinergia a partir del flujo del agua entre algunos edificios existentes y los espacios verdes. De esta manera el agua se mantiene en un circuito antes de regresar al acuífero.

Como resultado final, se tiene un sistema constituido por equipamientos que consumen y desechan grandes volúmenes de agua, por Transformadores Hídricos Urbanos, por espacios verdes, por zonas industriales y por un conjunto de vialidades con espacios públicos recuperados que tienen la función de ejes conectores.



■ Grandes Predios cercanos a las vías del tren

■ Equipamientos cercanos a grandes predios

■ Espacios Verdes cercanos a grandes predios



4.8.5 Impacto THU

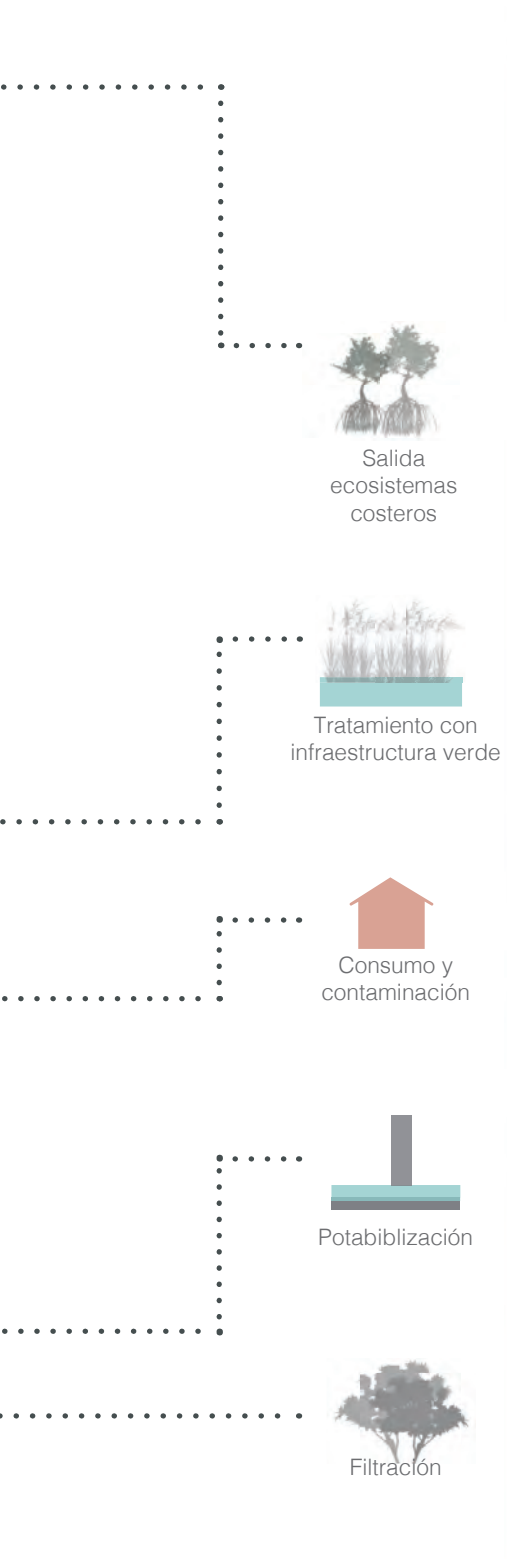
El desarrollo que ha tenido Mérida ha convertido a esta urbe en un organismo que requiere cada vez de mayores cantidades de agua y que al mismo tiempo tiene un impacto ambiental más importante en los mantos acuíferos, de donde actualmente se obtiene toda el agua para consumo humano. Dicho de otra forma, la tendencia de crecimiento provoca una menor oferta de agua mientras que la demanda aumenta.

El sistema de Transformadores Hídricos Urbanos revierte las afectaciones bajo los principios de reducción de extracción del agua desde el acuífero (con métodos alternativos de obtención), de reúso y tratamiento de agua dentro de un circuito semicerrado.

El beneficio más fuerte del proyecto sería la mejora de la calidad de agua en las zonas intervenidas, además, la forma en que se inserten los procesos hídricos en la vida cotidiana demostraría que existe una conciencia colectiva sobre la presencia del acuífero que está por debajo de Mérida, de su importancia ecológica y del cuidado que requiere.

Así, tras la implementación de las estrategias que planteamos, la ciudad de Mérida podría proponerse como una ciudad que no contamine el agua a su paso por el subsuelo, sino que la aproveche responsablemente y permita que llegue en un buen estado a la costa, en donde se integrará a los ecosistemas costeros sin comprometerlos.





PREVENIR

la pérdida de los ecosistemas costeros y la intrusión salina en el acuífero.

COLECTAR






agua de lluvia y algunos equipamientos para su reúso y tratamiento.

MEJORAR

la calidad del agua a través de infraestructuras verdes integradas a su medio urbano.

REUTILIZAR

el agua lo más posible antes de su desechos al acuífero o centros de tratamientos.

-  Vialidad secundaria a intervenir
-  Vialidad principal a intervenir
-  Reserva Cuxtal
-  Predios principales a intervenir
-  Zonas secundarias de intervención

4.9 ANÁLOGOS

Parque Lineal Ferrocarril de Cuernavaca. CDMX. 2016

El tercer lugar de Concurso Internacional Parque Lineal Ferrocarril de Cuernavaca fue otorgado al proyecto de las oficinas portuguesas STILL y Praxis. El proyecto tiene como objetivos la recuperación, generación y creación de espacio público del viejo Ferrocarril de Cuernavaca, así como el entendimiento del paisaje en su unión con la infraestructura del agua. Para el desarrollo de la propuesta, los estudios consideraron el fenómeno hídrico que sucede a diario en la cuenca del Valle de México dentro de la cual se localiza la capital.

Para un mejor manejo del agua, se proponen dos elementos principales: (a) espacios públicos que ayuden a crear un ciclo del agua cerrado diseñando así un sistema municipal de purificación de agua cada kilómetro y (b) un sistema de captación de agua pluvial que ayude a reforzar la obtención y la calidad del agua.

El ciclo del agua toma como premisas los siguientes puntos:

- 1.- Durante la estación de sequías se realiza el “reciclaje” del agua, lo que ayuda a que se mitiguen los efectos de la evapotranspiración y las olas de calor. Se utilizan las aguas municipales que se purifican a través de jardines de tratamiento y de bio-purificación.
- 2.- Durante la temporada de lluvias se realiza una “gestión” de las aguas que permite una recarga del acuífero y la reducción del volumen de la escorrentía. Se hace uso de grandes plazas y jardines que ayudan a infiltrar, retener, almacenar, retardar y reutilizar el agua de lluvia y al mismo tiempo alienta el cambio de usos y funciones durante todo el año.

Se tratan los temas de integración a partir de la accesibilidad y movilidad, de un buen plan de alumbrado público, de la importancia de una paleta vegetal de las plantas nativas que respondan a las necesidades para el tratamiento de agua, de la proyección del desarrollo del proyecto a futuro y de la consideración de diseño de áreas habitables para el desarrollo de actividades sociales y colectivas.



◀ fig. 71 Vista de Parque Lineal Ferrocarril de Cuernavaca. Tercer lugar.

Elaborado por Sofia de Oliveira, Sónia Pinto y Tiago Pinto de Carvalho.



fig. 72 Corte de vegetación para ►
jardín pluvial e infiltrante.

Elaborado por Elaborado por Sofia de Oliveira,
Sónia Pinto y Tiago Pinto de Carvalho.

Parc Clichy-Batignolles. París. 2014.

Este proyecto de intervención urbana se emplaza en una zona antiguamente destinada a la logística para transporte ferroviario y el boulevard periférico de París, el objetivo principal fue la consolidación urbana en una zona fragmentada por el uso industrial de estos terrenos, además de contribuir a la oferta de vivienda social para alivianar la demanda de suelo en la ciudad.

Es un proyecto de grandes dimensiones (54 ha) que incluye usos diversos (3,400 viviendas nuevas, oficinas, cultura, comercio, ocio, infraestructura pública y parque).

Los nuevos espacios verdes crean una condición de accesibilidad desde cualquiera de los barrios adyacentes.

Los nuevos edificios de vivienda incorporan medidas de eficiencia energética acordes a los manuales de construcción locales, implementan dispositivos tecnológicos, pero privilegia el diseño bioclimático por medio de estrategias pasivas como el uso de materiales aislantes, dobles fachadas, ventilaciones por pozos canadienses y una orientación solar adecuada. Además del gran parque central en el corazón del proyecto



◀ fig. 73 Espacios peatonales en Parc Clichy Batignolles.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

se han diseñado pequeños espacios verdes en terrazas, techo y pequeños patios de los edificios de vivienda, de forma que existe una continuidad biológica fuera del espacio destinado al parque.

Esta diversidad biológica no solamente contribuye al hábitat de una mayor diversidad de especies, sino que amplía las actividades que las personas pueden hacer en su interior. Algunos de los espacios verdes constituyen jardines pluviales que captan el agua de escorrentías para uso de riego dentro del parque. En el interior del parque existe un gran cuerpo de agua que sirve como humedal artificial con

capacidad de limpieza y tratamiento de aguas grises, pero que también es el hogar de una gran gama de especies animales y vegetales.



fig. 74 Humedal urbano en ►
Parc Clichy Batignolles.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

Relación de los análogos con el proyecto.

Si bien cada predio con potencial de intervención supone el desarrollo de un Transformador Hídrico Urbano, tomamos un caso de estudio que pudiera ser representativo de las cualidades que podría caracterizar al sistema en su totalidad. Al exponer las cualidades y beneficios de un primer proyecto éste se vuelve el detonante de un conjunto cada vez más amplio.

Existen diversos criterios para la elección del sitio de un primer caso de estudio. Por tratarse de un modelo para el resto la ciudad una de las cuestiones importantes es la cercanía con la gente. La visibilidad de los procesos hídricos puede conseguir que los beneficios sean tangibles para una mayor cantidad de personas y fomentar más rápido una cultura sensible al agua. El centro histórico de Mérida es ideal en este sentido, pues es un lugar de trabajo, de comercio, de estudio, de turismo, de administración y de ocio. Por consiguiente, un THU en el centro estaría al alcance de cualquier persona en cualquier momento. En cambio, las normativas de intervención en la zona de monumentos históricos del INAH dificultan la realización de un proyecto urbano de gran impacto ecológico, por lo que un proyecto dentro de esta demarcación podría no cumplir con el carácter socio-ambiental que plantea el sistema.

Para la elección de otro sitio ideal tomamos en cuenta la Nueva Agenda Urbana de Mérida, un documento elaborado por el Instituto de Planeación Municipal (IMPLAN) de Mérida en conjunto con ONU-Hábitat. Dentro de esta agenda se enumeran las estrategias a seguir para orientar el desarrollo urbano hacia la sustentabilidad, sobre todo hallamos de gran interés el análisis de algunos barrios de Mérida con posibilidad de intervención. Se resaltan sus virtudes y se explican las estrategias puntuales que se proponen en cada uno de estos sitios.

fig. 75 Bodega henequenera abandonada. ►

Fotografía por Andrea Olavarrieta de la Torre

fig. 76 Corte esquemático de Mérida. (P.143) ▼

Distribución urbana esquemática de la ciudad a inicios del siglo XX.

Elaboración propia



4.10 BARRIO DE CHUBURNÁ

Antiguamente Chuburná fue un pueblo que basó su economía en el cultivo de maíz.

A principios del siglo XX, estaba inmerso dentro de la zona henequenera en auge, sin embargo fue una sociedad que se mantuvo distante y decidió mantener sus tierras y un gobierno propio. A pesar de esto, fue un pueblo que mantuvo una relación de dependencia económica con la ciudad de Mérida, puesto que la mayoría de la producción milpera y hortícola tenía como destino Mérida.

En 1920, la vida comunitaria en torno al cultivo de la milpa se vio revitalizada ya que se fomentó la economía de autoconsumo, lo que hizo que se dependiera menos de la economía hacendaria del henequén.

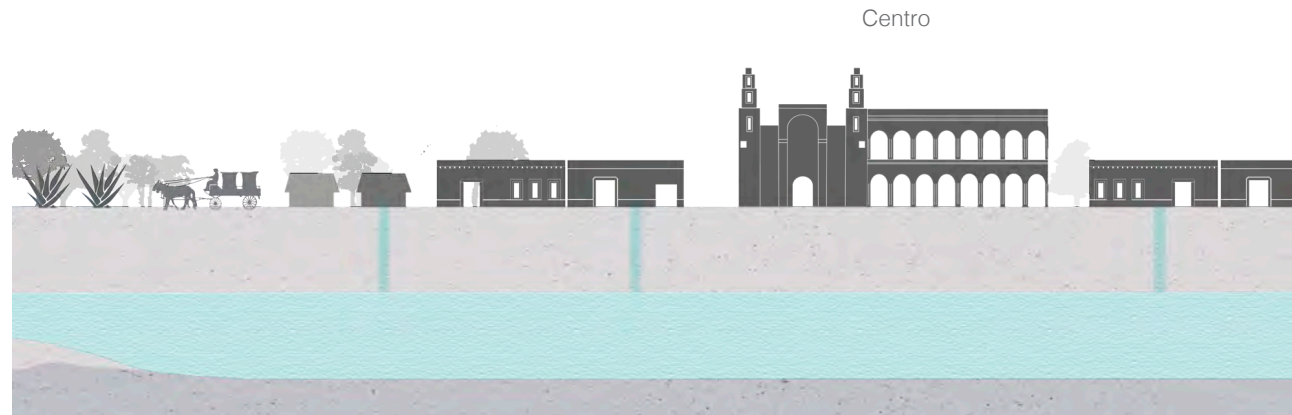
En la década de 1930 cambió la forma de organización de los pueblos, predominando la ejidal, por lo que la organización comunitaria sobresalió en todos los aspectos de la sociedad en los pueblos.

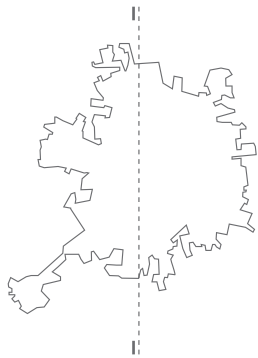
Entre 1936 y 1937 Chuburná, a través del Banco de Crédito Ejidal, dota de tierras para el cultivo de henequén, sin embargo, el pueblo de Chuburná siguió firme con la producción milpera, la cual al poco tiempo comenzó a tener decadencia económica.

A partir de 1955 el número de ejidatarios henequeneros creció hasta llegar a su punto máximo en 1977 ya que los ciudadanos se volcaron sobre el cultivo henequenero para salir de la crisis.

“El caso de Chuburná es un tanto diferente al de la mayor parte de los pueblos henequeneros, debido a su cercanía con la ciudad de Mérida. El proceso acelerado de expansión espacial de la ciudad de Mérida hacia tierras ejidales y terrenos con la proliferación de los fraccionamientos de interés social afectó a la población de Chuburná que de pronto encontró su espacio físico, económico y social prácticamente invadido por la vivienda urbana” (Cebada, 2019).

La crisis de la producción henequenera comienza en la década de 1950 la cual coincide con la especulación de los terrenos ejidales.



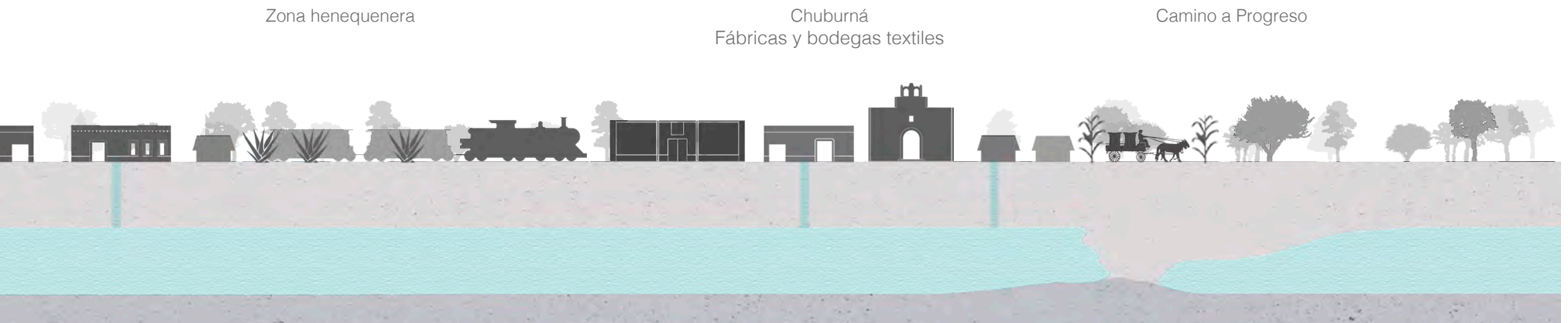


Esta especulación trajo consigo la incorporación de Chuburná a la mancha urbana de Mérida, en parte por su cercanía y su ubicación al norte de la ciudad. La parte norte siempre ha estado caracterizada por ser la zona de residencias privilegiadas de estrato medio y alto, por lo que se convirtió en un espacio atractivo para el negocio inmobiliario y se convirtió progresivamente en un área de fraccionamientos transformando la zona a nivel económico, social, cultural y espacial.

pasaron a formar parte de la clase trabajadora citadina. Actualmente Chuburná es una colonia de la ciudad de Mérida, donde se localizan predominantemente viviendas de la clase media urbana. Hasta hace algunas décadas, Chuburná de Hidalgo era un pueblo perteneciente al municipio de Mérida” (Cebada, 2019).

“Los habitantes del pueblo de Chuburná conformaban una población indígena rural que al ser absorbidos por la vida urbana

El pueblo originario Chuburná de Hidalgo, es actualmente una zona patrimonial catalogada por el INAH.



4.11 IMPLAN

El Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) investiga, realiza estudios y prepara proyectos para el desarrollo urbano, ambiental económico y social. Durante la visita realizada a Mérida tuvimos reuniones con miembros de la entidad para exponer nuestras investigaciones, compartir experiencias y opiniones para poder contribuir con nuestros respectivos trabajos.

El IMPLAN nos brindó información actualizada para complementar el análisis de Mérida, pero más importante aún fue su punto de vista sobre los problemas que habíamos identificado y la invitación a apoyarnos en el estudio de algunos barrios en Mérida aptos para una intervención urbana. El documento “Implementando la Nueva Agenda Urbana en Mérida” elaborado por el Ayuntamiento de Mérida en conjunto con la ONU-Hábitat es un esfuerzo por establecer una metodología que implemente los objetivos planteados por la ONU para llegar a ciudades prósperas y sostenibles (Ayuntamiento de Mérida, IMPLAN Mérida, 2018).

En el marco de las estrategias propuestas se concluye que existen 9 zonas en Mérida que cumplen con condiciones para albergar un proyecto urbano-arquitectónico de gran impacto ambiental. Nos concentramos en aquellas que coincidieron tanto en ubicación como en estrategias con el sistema municipal de Transformadores Hídricos Urbanos que habíamos propuesto. Al final el barrio de Chuburná destacó en estos criterios sobre el resto.

El barrio de Chuburná se encuentra en el sector centro-norte de Mérida y es descrito por el IMPLAN como una

zona con potencial para recolección de agua pluvial y residual con propuestas para el tratamiento de agua. Se enfatiza además la necesidad de apertura de calles para dar prioridad al peatón y disminuir la fragmentación barrial. En Chuburná destacan dos predios a intervenir, se trata de dos conjuntos de bodegas industriales y fábricas que datan de inicios del siglo XX durante el auge henequenero. En la agenda urbana se recomienda la recuperación de estos espacios subutilizados para integrarlos a la ciudad como un pulmón verde incluyendo otras acciones como la adaptación de carriles para bicicletas y conexiones con las diferentes modalidades de transporte (Cebada, 2019).



fig. 77 Zonas de intervención propuestas por el IMPLAN. ▶

Elaboración propia

◀ fig. 78 Vista de la zona de bodegas y fábricas en Chuburná, Mérida.

Muchos de estos edificios datan de hasta 100 años de antigüedad.

Fotografía por Luisa Rizo González.

fig. 79 Mapa de localización de Chuburná ▼
en Mérida. (P.146-147)

Elaboración propia

fig. 80 Mapa de relación urbana de la ▼
zona intervenida con el centro de Mérida.
(P.148-149)

Elaboración propia

1. Equipameinto educativo y cultural



2. Equipameinto educativo y cultural



3. Recuperación de espacios verdes



4. Tratamiento de agua



5. Paradero/ciclovia



6. Apertura de calles



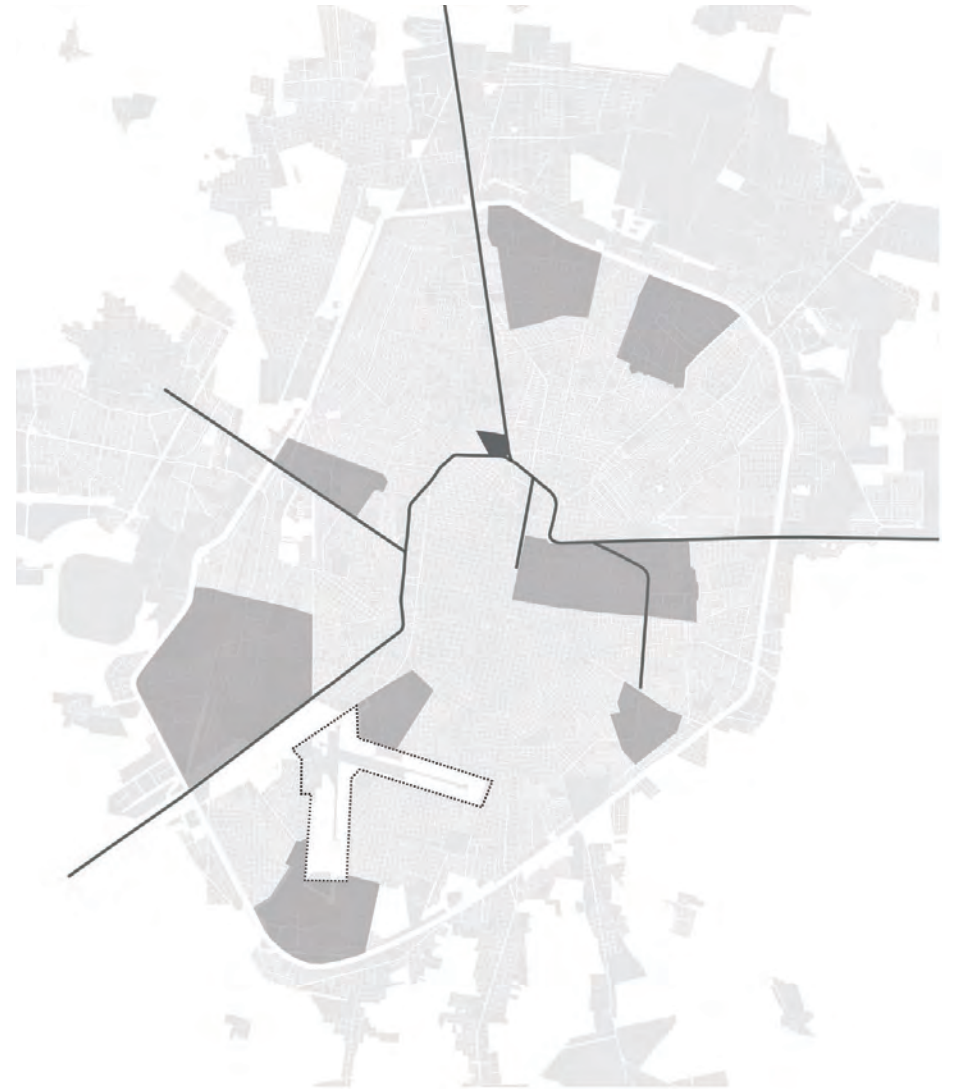
Chuburná de Hidalgo



Avenidas principales



Aeropuerto





Circuito Colonias
(Al aeropuerto)

Av. Jacinto Canek
(A Cauce)

Barrio antiguo
de Chubut

Plaza de armas

Paseo Montejo

Zona de Monumentos
declarada por el INAH

Circuito Colonias

Calle 39

Av. José Díaz Bolio

4.12 ELECCIÓN DEL SITIO Y SU CONTEXTO



Zona de monumentos
declarada por el INAH

Distrito Hídrico de Chuburná

Avenidas Principales



Aprovechando el diagnóstico realizado por el IMPLAN decidimos que este barrio podría albergar un modelo de THU a escala distrital replicable en lo general en otras partes de la ciudad. Esta elección queda sustentada sobre todo por los criterios establecidos para un primer caso de estudio. Chuburná se encuentra en el límite del polígono de la zona de monumentos del Centro Histórico y del Barrio Antiguo de Chuburná (considerada como una zona patrimonial cuya historia se remonta a tiempos precolombinos) Goza de una buena conectividad al situarse junto al Paseo Montejo (Avenida más emblemática de la ciudad que conecta con el centro histórico) y junto a la Calle 60 que se convierte en la carretera al Puerto Progreso, conecta con el Circuito Colonias que va al aeropuerto, a Umán y a la reserva Cuxtal. Estas dos últimas son además parte de la red ferroviaria que pretende articular el sistema de transformadores hídricos.

Estas características permiten la articulación del uso de estrategias resilientes, de visibilidad, de conexión y de reciclaje urbano en el Transformador Hídrico Urbano de Chuburná, reforzando así la noción de la consolidación de la ciudad antes que su expansión, pero demostrando también que las nuevas normativas deben considerar la intervención urbana en el centro para mejorar la calidad de vida de las personas.





A

B



Zona de monumentos
declarada por el INAH

Conjuntos de bodegas
a intervenir

A. Centro Histórico de Mérida

B. Monumento Paseo Montejo

C. Conjunto de Bodegas

A - B : 5 km de distancia



4.12.1 Relación con el centro histórico

Como se ha manifestado anteriormente, uno de los objetivos principales de la propuesta reside en la relación del proyecto con el Centro Histórico. El Paseo Montejo es la imagen turística más popular de la ciudad, en ella se concentra una gran cantidad de hoteles, de oficinas, de actividades recreativas y de atracciones turísticas.

El Monumento a La Patria, centro de reunión de los meridenses, se encuentra a tan sólo 600 m. del Instituto del Deporte de Yucatán y 1,300 m. de uno de los conjuntos de bodegas industriales a intervenir. De igual modo se estiman 10 minutos en bicicleta para llegar desde este punto a la plaza principal en el Centro Histórico.

Es por ello que una de las virtudes más importantes del proyecto es la conexión con el Centro Histórico a través del Paseo Montejo, de la Calle 19 y de la Calle 60, facilitando la llegada de turistas, de comerciantes, de empleados, y de vecinos entre otros.

El corredor creado con estas vialidades aprovecha las buenas condiciones existentes para los peatones en el Paseo Montejo y prolonga esta experiencia hasta el barrio de Chuburná. El valorar de esta manera los espacios públicos es el medio detonante del mejoramiento de otros espacios urbanos desaprovechados.



Cuando el crecimiento de Mérida alcanzó e integró a Chuburná en su mancha urbana se convirtió en un barrio atractivo para las clases media y alta. A partir de entonces (inicios del siglo XX) la parte norte se ha caracterizado por ser el sector de la ciudad donde viven las clases sociales de estratos económicos más altos. Chuburná experimentó junto con el Centro Histórico un éxodo de muchos habitantes (sobre todo de familias adineradas) durante la decadencia de la industria del henequén en los años 40's y 50's (Cebada, 2019).

Como resultado, Chuburná es hoy en día un barrio económica y socialmente mixto. En algunos sectores es muy evidente la

◀ fig. 81 Catedral de San Idelfonso, Mérida.

Fotografía por Andrea Olavarrieta de la Torre

evolución de un mercado mobiliario que se esfuerza con éxito por hacer volver a una población de mayor capacidad económica como se puede observar en los mapas de caracterización del equipamiento y usos comerciales presentado en este capítulo. También es posible observar zonas donde vive un estrato social medio-bajo cuya traza urbana rompe por completo con la manzana maya y cuyas casas siguen la tipología de los fraccionamientos residenciales, en ocasiones con carencia de buen mobiliario urbano o con infraestructura abandonada. Finalmente, hay una zona popular cercana al antiguo barrio de Chuburná que guarda su carácter y traza urbana histórica.



fig. 82 Monumento a la Patria, Mérida. ►

Fuente: Flickr. Marisol Cota.

4.13 CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

4.13.1 Equipamientos

En Chuburná existen pequeños espacios verdes acondicionados como parques. Actualmente estos parques están descuidados, son pequeños y muchas personas no los usan durante el día por el calor que hace en el exterior. Además, la experiencia que tuvimos en nuestro recorrido en Chuburná nos ha dejado claro que la falta de sombra en las calles es un factor que vuelve agobiante el recorrido.

La presencia de una gran cantidad de equipamientos educativos es una de las cualidades principales que encontramos. Existe una gran población estudiantil de niveles básico, medio-superior y superior repartidos en 28 escuelas en un radio máximo de 1 kilómetro desde el conjunto de las bodegas del norte.

Esta lectura de sitio nos permitió deducir que el Transformador Hídrico Urbano de Chuburná puede incorporar espacios de recreación y actividades para los estudiantes, vinculando las necesidades locales con los beneficios ambientales, sociales y económicos que se ofrecen para toda la ciudad.



▲ fig. 83 Instituto Tecnológico de Mérida.

Fuente: Mapio. José Manuel Repetto Menéndez

-  28 Escuelas
-  2 Hospitales
-  5 Iglesias
-  3 Parques
-  3 Centro comercial

fig. 84 Mapa de ubicación de equipamientos en zona de intervención. ▶

Elaboración propia

fig. 85 Alzados en Calle 60 con predios de uso comercial. (P. 154) ▼

Elaboración propia

fig. 86 Predios con uso de suelo comercial en calle 60. ▼

Elaboración propia



4.13.2 Usos comerciales

Además de observar los tipos de equipamiento que son más frecuentes, decidimos examinar qué actividades económicas tienen más presencia. El objetivo es aprovechar la existencia de estas actividades para darle más factibilidad al proyecto y que al mismo tiempo responda a las necesidades de la zona.

Los tramos de la Calle 60 y el Circuito Colonias que limitan con Chuburná tienen una característica comercial muy definida: la mayor parte de los locales y tiendas se dedican a la venta de aparatos domésticos y materiales de acabados para la construcción. Es el caso de los edificios que aún tienen uso de suelo

comercial en alguno de los dos conjuntos de bodegas industriales. Recientemente se ha diversificado el tipo de comercio y cada vez es más frecuente encontrar centros comerciales, restaurantes y concesionarias automotrices, entre otros.

Para lograr que un proyecto de infraestructuras verdes resulte una inversión más atractiva se suele recurrir a los usos mixtos. El THU es una oportunidad para conciliar el espacio público con usos económicamente más redituables. El proyecto aprovecha que existe una vocación comercial dominante para integrarla dentro de su programa.







◀ fig. 87 Zonas residenciales en barrios de clase media.

Fotografía por Luisa Rizo González



fig. 88 Espacios residuales abandonados en Chuburná. ►

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

4.13.3 Dimensiones de predios

En el proyecto, cada uno de los dos conjuntos industriales se encuentra conectado con edificios que aportan grandes volúmenes de agua residual, ya sea porque son lugares de gran afluencia o porque sus actividades requieren un alto consumo de agua como es el caso del deportivo Salvador Alvarado. Posterior a la obtención del agua, se tratará ésta en el THU con infraestructuras verdes y grises.

El objetivo de captar el agua de los edificios que tienen mayor consumo es provocar un impacto inicial más significativo, lo que implica que en etapas posteriores se pueda extender el servicio ofrecido por este proyecto

a cualquier hogar. Las aguas negras de las escuelas y de algunos comercios son canalizadas al conjunto industrial norte, mientras que el conjunto sur recibe las del deportivo y las de las tiendas departamentales más próximas.

El agua tratada en cada conjunto retorna a estos equipamientos y comercios y también puede usarse en áreas verdes y espacios públicos. Las calles y parques que conectan son intervenidos para rehabilitarlos como lugares accesibles al peatón combinados con funciones hídricas.

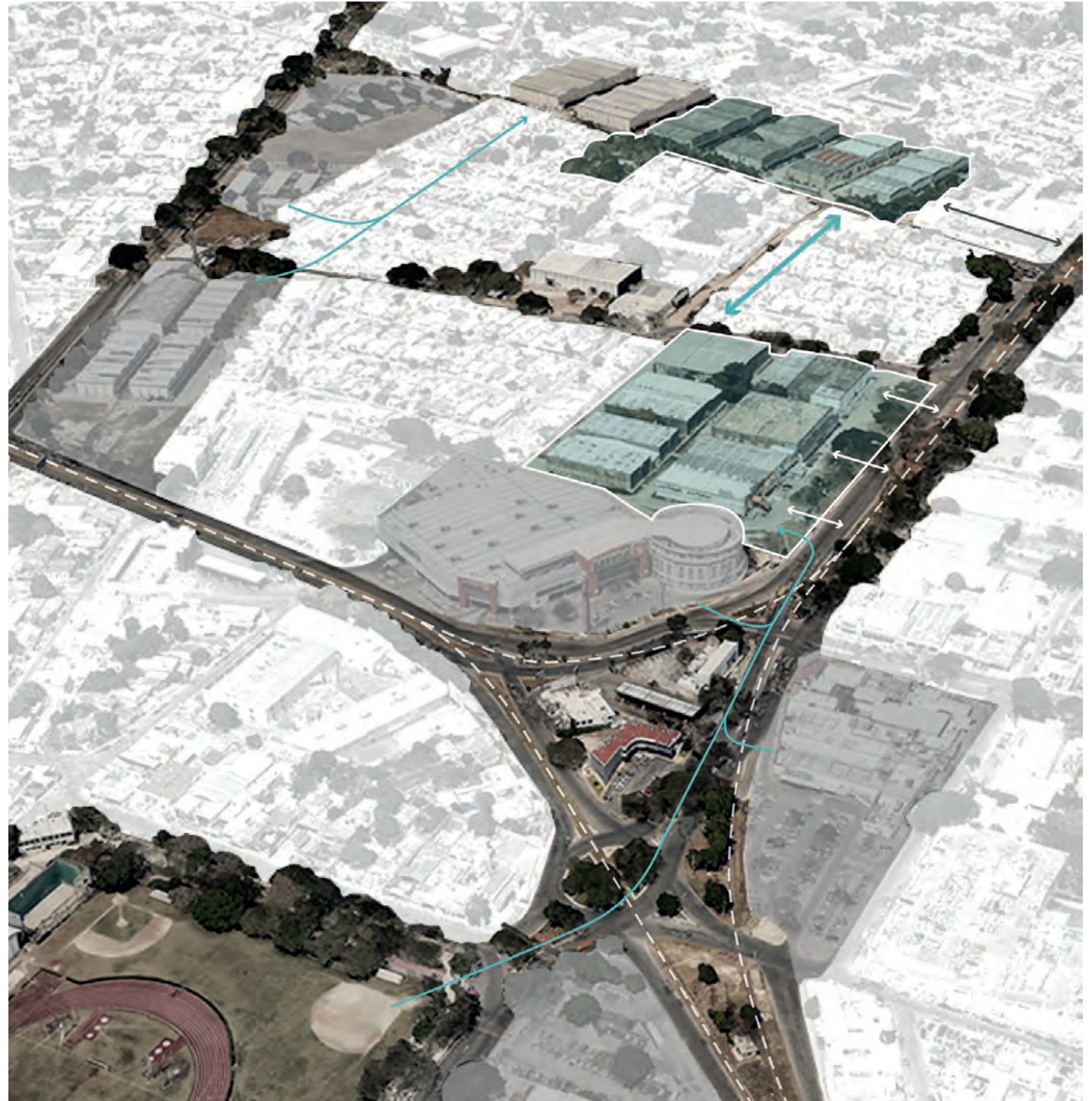


◀ fig. 89 Vista aérea de barrio Chuburná con azoteas potenciales para captación de aguas pluviales.

Elaboración propia

fig. 90 Vista aérea de barrio Chuburná ▶ con áreas potenciales para intervenir y su relación con vías.

Elaboración propia

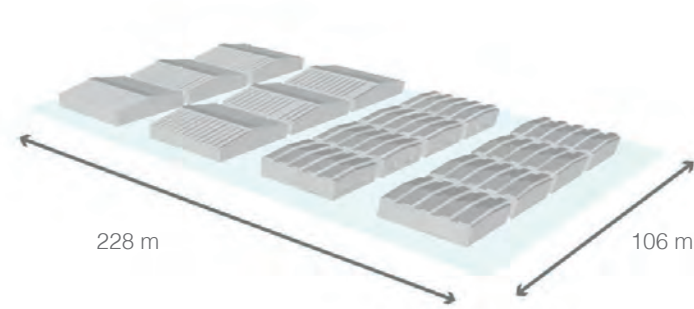


Encontramos que tres calles podrían tener una intervención más relevante: 1) la Calle 60 cuenta con un camellón con áreas verdes desaprovechadas y actualmente es más una barrera que un lugar para estar; 2) la Calle 37 atraviesa el barrio de oriente a poniente y es un paso obligado por los habitantes de la zona; 3) finalmente la Calle 12 se vuelve peatonal y aunque hoy en día es de terracería se trata de la única conexión de sur a norte del barrio y entre los dos conjuntos industriales.

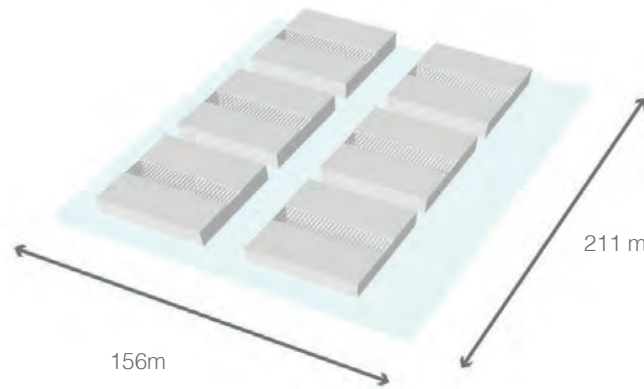
La disponibilidad de grandes superficies en los dos predios industriales es una gran ventaja puesto que un humedal tiene más capacidad de tratamiento del agua según sea mayor su extensión. Otra virtud es que facilita la creación de áreas verdes de mayor dimensión para uso recreativo. Por último, se puede captar un volumen mayor de agua de lluvia gracias a los grandes techos de las bodegas.

En resumen, lo ideal es disponer de un predio que tenga un área suficiente para albergar espacio público recreativo y de otros usos que generen ingresos para asegurar la operatividad de las infraestructuras verdes y grises de gran capacidad para el tratamiento del agua.

Los dos conjuntos industriales (sur y norte) suman 57,058 m², es decir, más de cinco veces la superficie de la plaza central de Mérida; más del doble de la superficie de la explanada del Zócalo de la Ciudad de México y poco menos de la extensión del Parque Centenario, que es actualmente el parque más grande de Mérida.



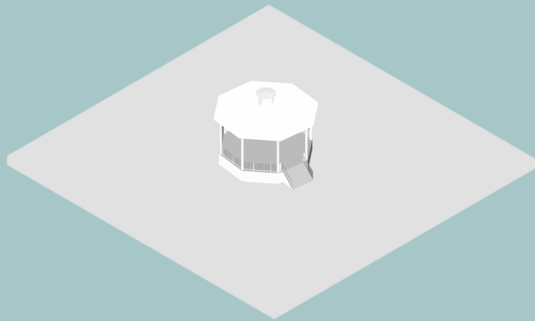
24,168 m²



32,916 m²

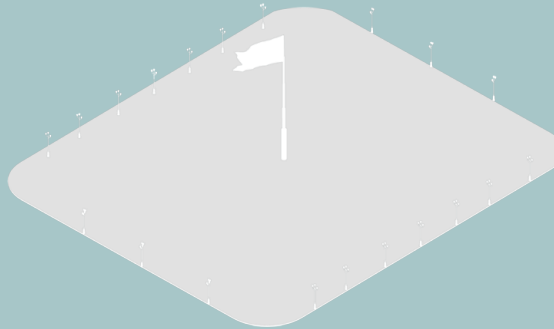
Total
57,058 m²

11,000 m²



Zócalo de Mérida

22,250 m²



Zócalo CDMX

70,000 m²



Parque Centenario

Si bien no existe un parámetro preciso para definir qué superficie es óptima para nuestro proyecto, podemos apreciar que el margen de acción en los conjuntos de bodegas es amplio y sugerente.

La escala en la que hemos abordado el THU de Chuburná pretende que el proyecto no se reduzca al diseño arquitectónico dentro de los dos predios de bodegas ya que al involucrar calles, camellones, escuelas, deportivos, comercios y parques estamos tejiendo un pequeño sistema que multiplica las ganancias y las extiende a más personas.

El distrito es una escala que permite dar congruencia al proyecto a partir de su entorno. También permite tener una lectura más amplia del paisaje urbano y las dinámicas socio-económicas que se convierten en indicios del rumbo que debe tomar el diseño desde sus primeros esbozos.

Habiendo determinado los factores que caracterizan el sistema que proponemos procedimos a una etapa proyectual de mayor definición arquitectónica. Durante la formación académica suele existir un trabajo enfocado en esta parte del proceso de diseño. En el Seminario de Titulación “Intersticios” partimos del análisis multiescalar para crear un camino cuya dirección se va haciendo más precisa en la medida que se estudian los factores ambientales, sociales y económicos de un sitio determinado.

Algunas perspectivas de la lectura tomaron mayor peso para justificar los objetivos y fortalezas del proyecto. Estos objetivos son:

PRIMERO.- Los estudiantes, vecinos, comerciantes y usuarios de las bodegas son los agentes que más se relacionan con el transformador hídrico aunque cualquier tipo de persona puede hacer uso de los espacios mencionados. Involucrarlos es una oportunidad de consolidar el tejido social.

SEGUNDO.- El impacto de tratamiento y aprovisionamiento de agua es mayor si se integran los edificios que requieren más cantidades de agua para su funcionamiento.

TERCERO.- El uso de ciertas vías de comunicación como espacio público recuperado es a la vez una estrategia de conexión y de mejoramiento urbano.

▲ fig. 91 Esquema de forma y escala de predios a intervenir. (P.162)

Elaboración propia

▲ fig. 92 Esquema de comparación de escala del predio con otros sitios. (P.162)

Elaboración propia

fig. 93 Bodegas industriales abandonadas y en malas condiciones. ▶

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

fig. 94 Vista aérea de barrio de Chuburná. ▼
(P.165)

Elaboración propia





A

B

C

D



4.14 DESARROLLO DEL PROGRAMA

4.14.1 Agentes y usuarios

- A. Monumento Paseo Montejo
- B. Centro deportivo Salvador Alvarado
- C. Conjunto de bodegas sur
- D. Conjunto de bodegas norte
- E. Centro histórico de Chuburná

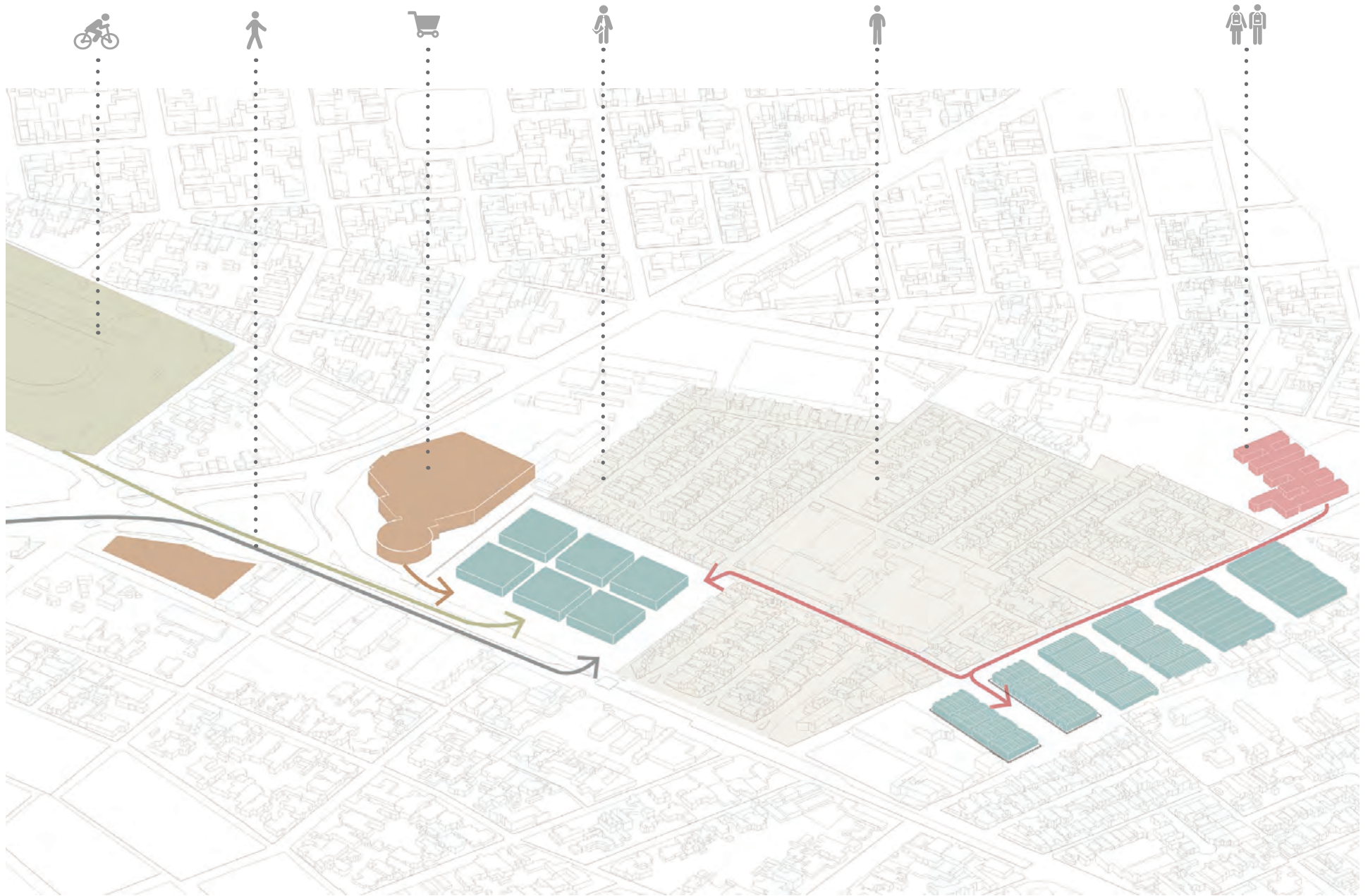
Los procesos hídricos conforman una parte del programa arquitectónico: la captación pluvial, la obtención de aguas grises, el almacenamiento, la planta de tratamiento de aguas residuales, el tratamiento secundario o terciario con filtros y el humedal artificial. Estas actividades son la característica fundamental de cualquier THU.

Se considera agentes a quienes son participes en hacer que el proyecto cumpla sus objetivos y funciones. Así, quedan involucradas personas morales como los centros comerciales cercanos, administración de parques, el comercio existente, el ayuntamiento, etc; y personas físicas como los usuarios del proyecto, habitantes del barrio de Chuburná, de los barrios lejanos, turistas, entre otros. Todos en conjunto impulsan el funcionamiento del proyecto.

El programa arquitectónico se complementa con las particularidades de su contexto, es decir, por las necesidades y potencialidades de los agentes locales. Adicionalmente considera usos que ocupan grandes cantidades de agua tratada. Un gimnasio, un comercio, una librería, un centro cultural, unas bodegas y un mercado gastronómico ofrecen actividades y servicios de interés para los deportistas, los estudiantes, los vecinos, los arrendatarios y los turistas en Chuburná.

En esta zona de la ciudad ya existen comercios de este tipo, de forma que el Transformador Hídrico Urbano puede desarrollarse bajo un esquema de asociación público-privada que favorece el uso y mantenimiento de las instalaciones. Al final, el abanico de usos procura la eficiencia hídrica y el involucramiento de todos los grupos sociales.





4.14.2 Desglose de programa arquitectónico

En los espacios públicos se proyectan las áreas recreativas, las ampliaciones para circulación peatonal, las ciclopistas y los dispositivos que ponen en evidencia los procesos del agua (torres de agua, acequias, espejos de agua, jardines filtrantes, etc.).

Cada uno de los dos conjuntos intervenidos tienen un carácter distinto según su programa. El conjunto norte no se encuentra sobre una avenida principal sino en el interior del barrio, de forma que podría ser más frecuentado por los habitantes de Chuburná. También se encuentra más cerca de las escuelas y es por estos motivos que aquí se tiene la librería, la cafetería, un parque para patinar inundable y pequeños locales comerciales.

En cuanto al conjunto sur, las actividades de las bodegas que aún se utilizan se trasladan al conjunto norte para darle un uso más público a estos espacios. En este predio se espera la llegada de más personas desde cualquier parte de la ciudad debido a las avenidas y al transporte público que lo rodean. Existen más espacios para el comercio, una zona gastronómica, un gimnasio, un anfiteatro inundable y un centro cultural. Cabe remarcar que tanto el centro cultural como la librería son recintos educativos situados en los extremos de la calle peatonal que vincula a ambos conjuntos de bodegas.

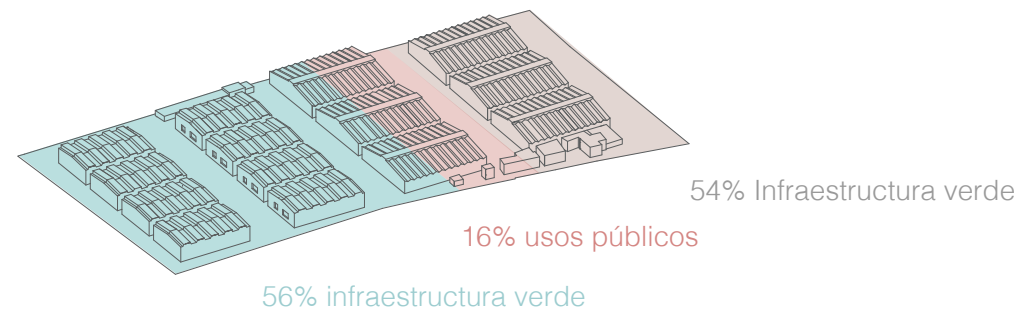
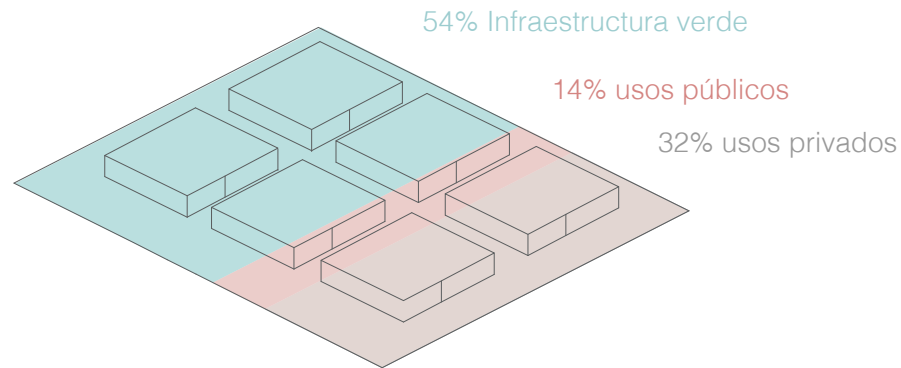


fig. 95 y 96 Esquema y localización
de agentes en Chuburná. ▲

Elaboración propia

fig. 97 Bodegas industriales en Chuburná. ►

Foto tomada por Héctor A. Ramírez Eudave

fig. 98 Porcentaje de uso de programa
arquitectónico. ►

Elaboración propia

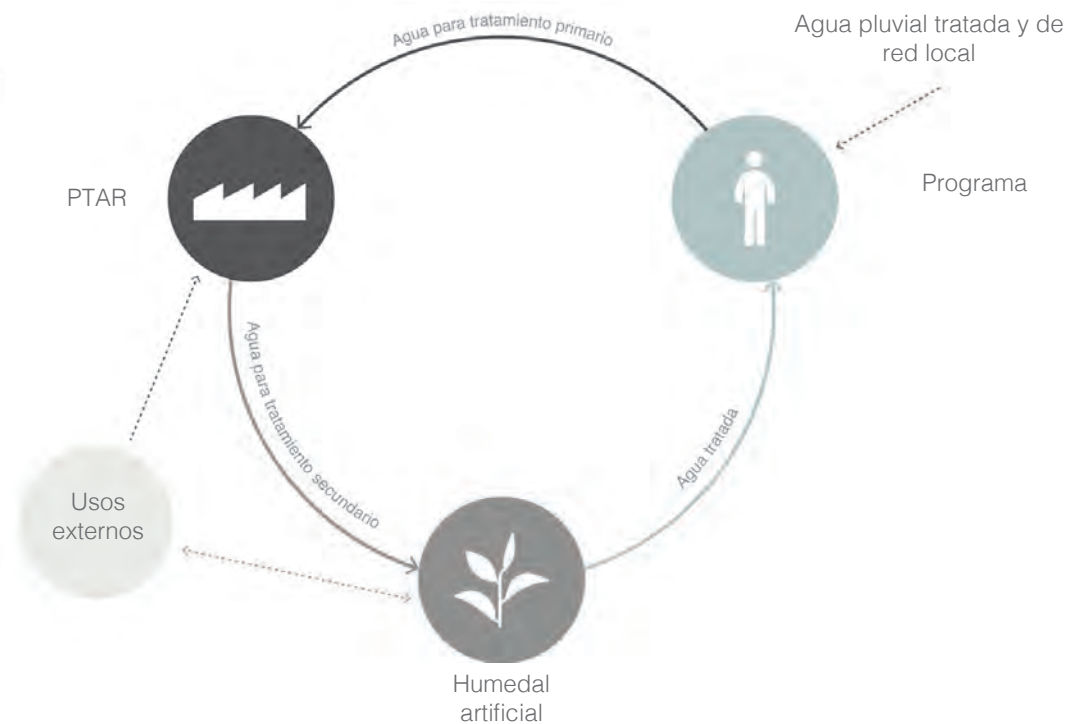


4.14.3 Uso eficiente del agua

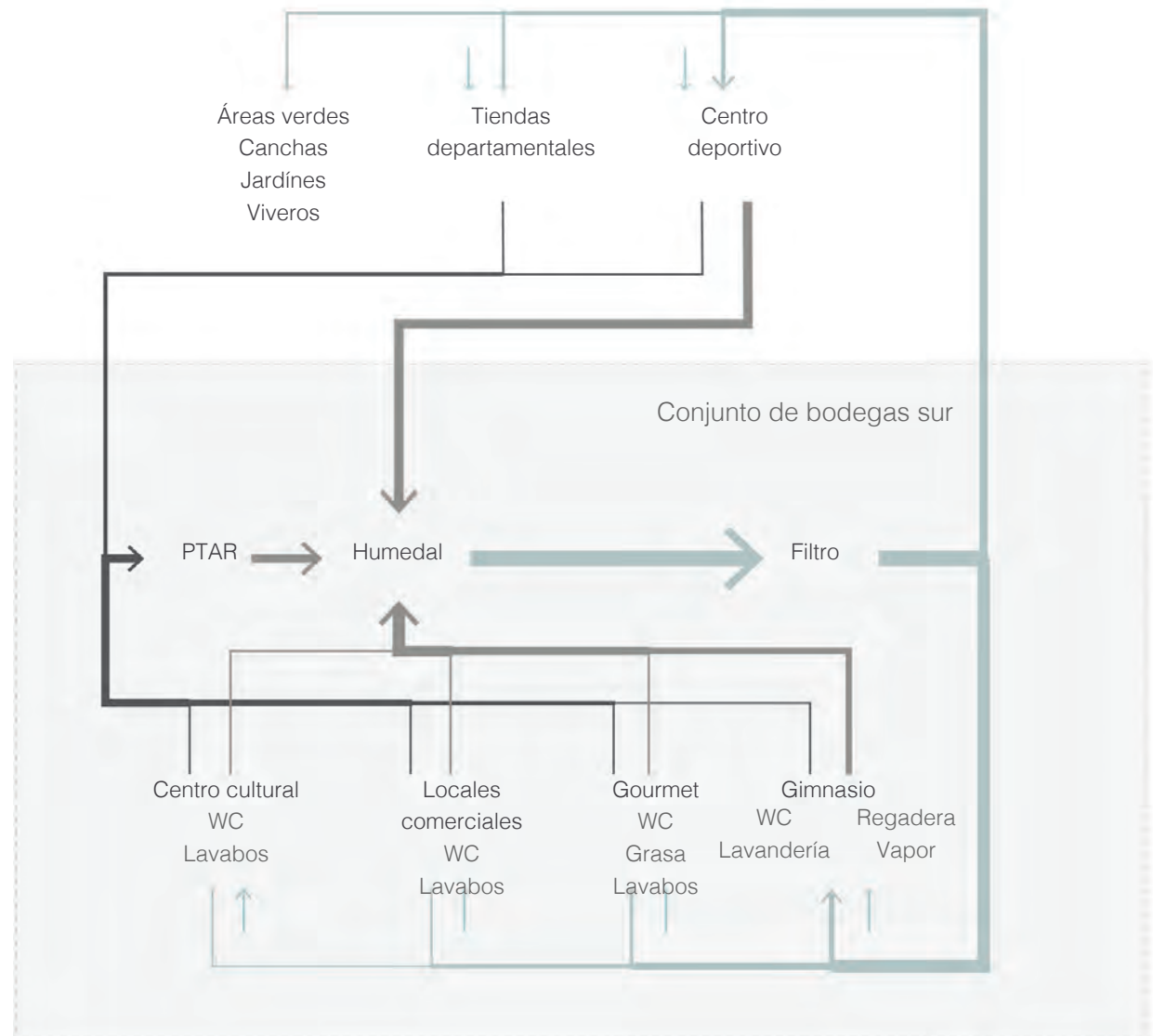
De manera esquemática el agua se mantiene circulando en un circuito formado por el consumo, el tratamiento primario y los tratamientos complementarios. Después de este proceso, el agua está en condiciones para almacenarse y reusarse en el mismo edificio de donde se obtuvo. Con esta estrategia se reduce la cantidad de agua que debe extraerse de la red municipal y se disminuye la cantidad de agua residual que regresa al acuífero, además de procurar su reingreso al subsuelo en una condición adecuada de limpieza.

No obstante, el agua tratada no puede reutilizarse para todo consumo pues requeriría de un proceso de potabilización a gran escala cuya operación es más cara y compleja que el tratamiento de agua con humedales y filtros. Distinguir agua potable y tratada es un punto importante en el razonamiento del proceso que proponemos. Por esta razón, hemos integrado al programa, usos que requieran de grandes cantidades de agua tratada, como lo son el gimnasio, el mercado gastronómico o el huerto. Es necesario contar con otras fuentes de provisión de agua potable, una de ellas es el agua de lluvia que será más o menos abundante según la temporada. El volumen necesario restante se obtendrá de la red municipal de agua potable.

De igual forma podría haber excedentes de agua tratada, misma que puede utilizarse en otros espacios públicos para baños, refrigeración, riego o en procesos de producción industrial.



- Transformador Hídrico Urbano
- Agua para tratamiento primario
- Agua para tratamiento secundario
- Agua tratada no potable
- Agua potable (pluvial y red pública)



◀ fig. 99 Síntesis de flujos del agua.

Elaboración propia

fig. 100 Esquema de etapas, calidades y flujos del agua en el conjunto sur. ▶

Elaboración propia

4.15 CONJUNTO

4.15.1 Planta conjunto sur

El conjunto sur posee más espacio destinado a plazas y parques públicos sobre las avenidas. Desde el camellón de la Calle 60 hasta los edificios que conforman la fachada oriente existen parques, rampas de acceso y explanadas combinadas con espacios verdes. La zona comercial y el mercado gastronómico se encuentran en el costado oriente del humedal, cerca de la vida urbana y en el exterior.

Las personas pueden adentrarse al conjunto a través de amplios caminos que atraviesan el humedal, uno que pasa al costado del huerto y otro desde el patio interno de la zona comercial. También es posible internarse a través de la explanada del centro cultural en el acceso de la calle peatonal.

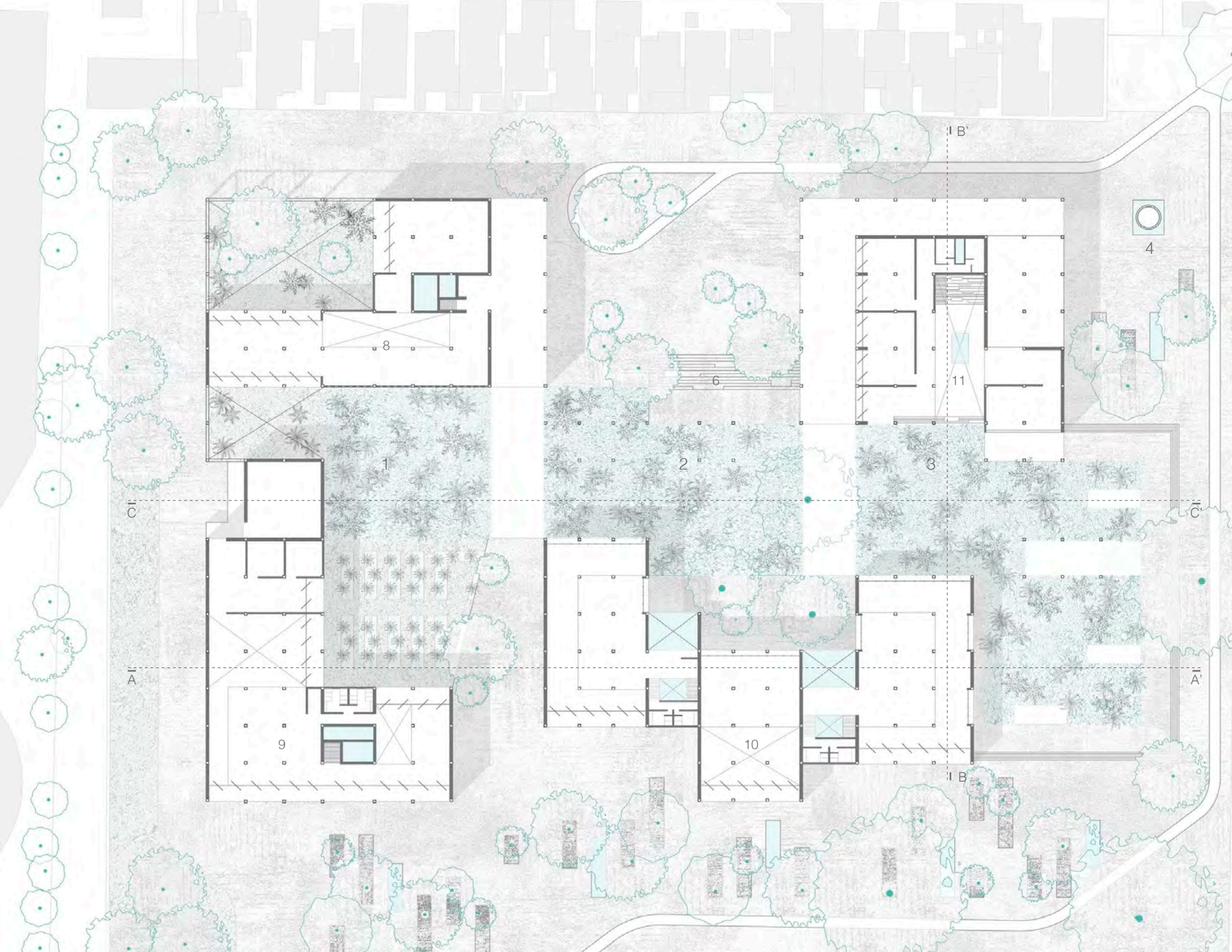
Tanto el gimnasio como el centro cultural interactúan con el espacio abierto en la parte trasera del predio ya que existe menos bullicio de la vida urbana, menos

ruido y menor flujo de personas. Aun así, ambos edificios cuentan con sus propios patios internos como forma de inclusión de los espacios públicos a los privados en las actividades realizadas.

Respecto a las infraestructuras hídricas, es posible percibir las diferentes formas en que se relaciona el conjunto con el humedal: la contemplación desde el interior del gimnasio, la fuente de agua para el huerto, el fondo de escena en el anfiteatro, el patio de la zona comercial, el graderío del centro cultural y las plataformas en el interior en la tercera etapa de tratamiento. Adicionalmente, cada edificio cuenta con un núcleo de circulaciones verticales, almacenamiento de agua y servicios donde existe un mayor consumo hídrico. Este elemento genera una relación entre los volúmenes que configuran cada edificio, dando origen a la forma de “L” de éstos.

1. Humedales 1ra fase
2. Humedal 2da fase
3. Humedal 3ra fase
4. Torre de agua
5. PTAR
6. Gradas/Cisterna
7. Huerto
8. Gimnasio
9. Mercado gourmet
10. Zonas de comercio
11. Centro cultural





4.15.2 Planta conjunto norte

En el conjunto norte, el principal espacio público recuperado es el de la Calle 35 y la Calle 10, donde las banquetas se amplían e integran espacios verdes para mejorar el espacio peatonal en los frentes norte y oriente del predio.

Los edificios intervenidos rodean el nuevo parque de patinaje inundable y el humedal, que se extiende hasta llegar al parque en la parte sur del conjunto. Este parque se conecta con otro parque que existe actualmente y crea un corredor que permite el paso a través del transformador hídrico en sentido oriente-poniente. En este espacio seminatural existen canchas, espejos de agua y la pista de trote que parte desde el conjunto sur.

En este conjunto destaca el carácter popular, brindando una mayor cantidad de espacios públicos y las actividades son principalmente recreativas y culturales. El comercio es más local, enfocándose a necesidades específicas del barrio. En cuanto a las infraestructuras verdes, el humedal funciona de la misma manera que en el conjunto sur; se recolectan las aguas residuales de edificios cercanos, pasan por una PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) para posteriormente pasar por tres niveles de humedal.

Por otro lado, en los parques hay jardines de lluvia y fuentes que tienen la capacidad de recoger agua pluvial, al igual que en el parque para patinar.

1. Humedales 1ra fase
2. Humedal 2da fase
3. Humedal 3ra fase
4. Torre de agua
5. Zona de cancha
6. Parque de skate/Cisterna
7. Parque actual
8. Extensión de parque
9. Locales comerciales
10. Zonas de comercio
11. Centro cultural





5

2

3

8

9

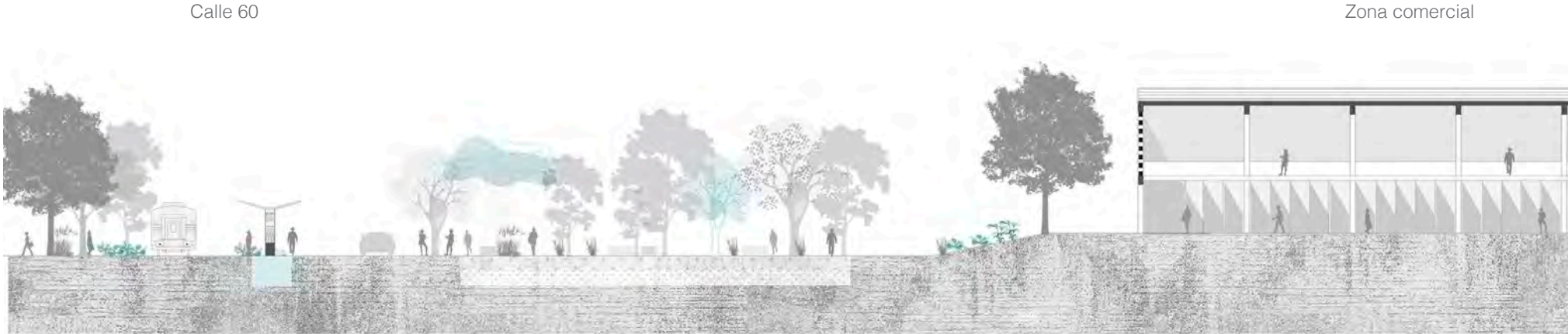
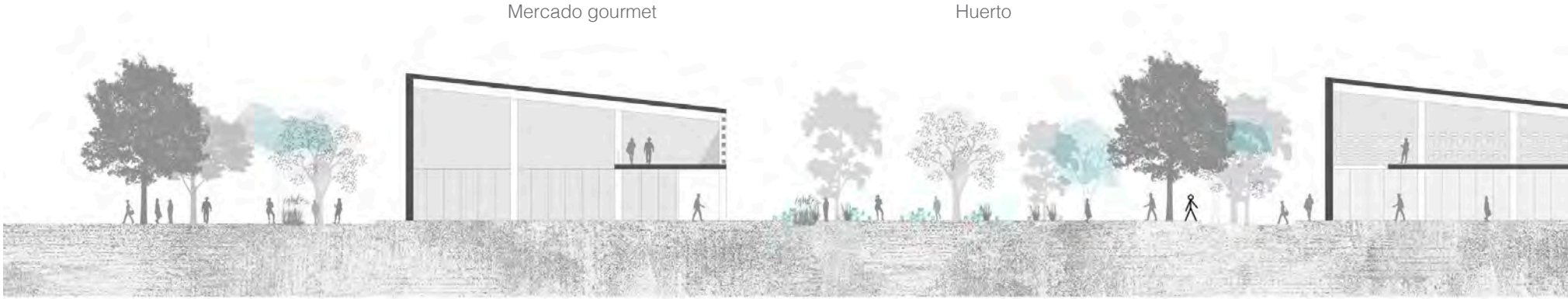
9

11

4

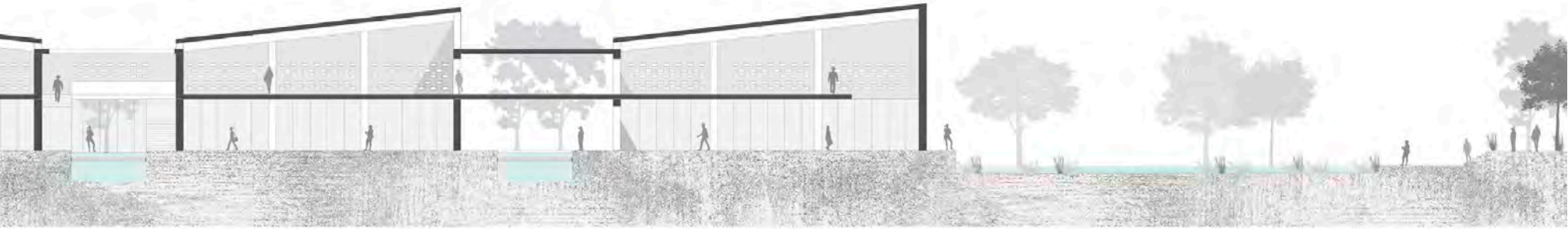
7

4.15.3 Cortes conjunto sur



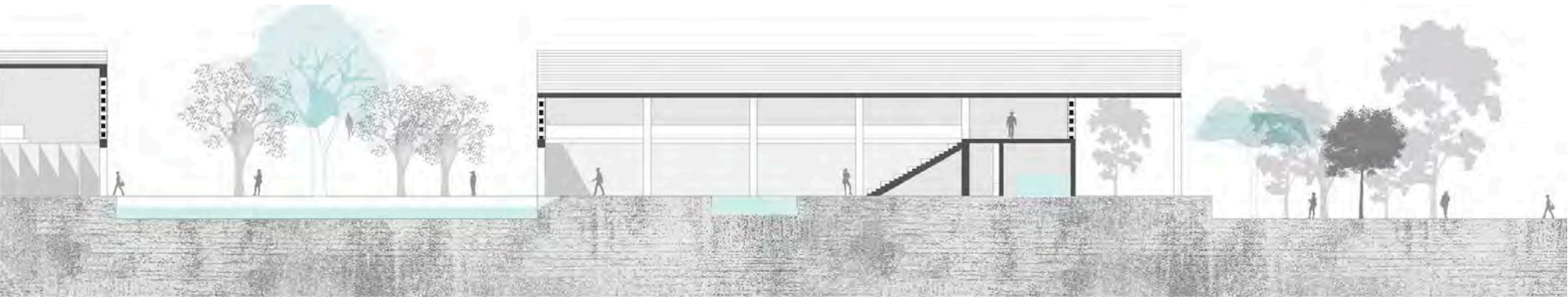
Corte A - A'

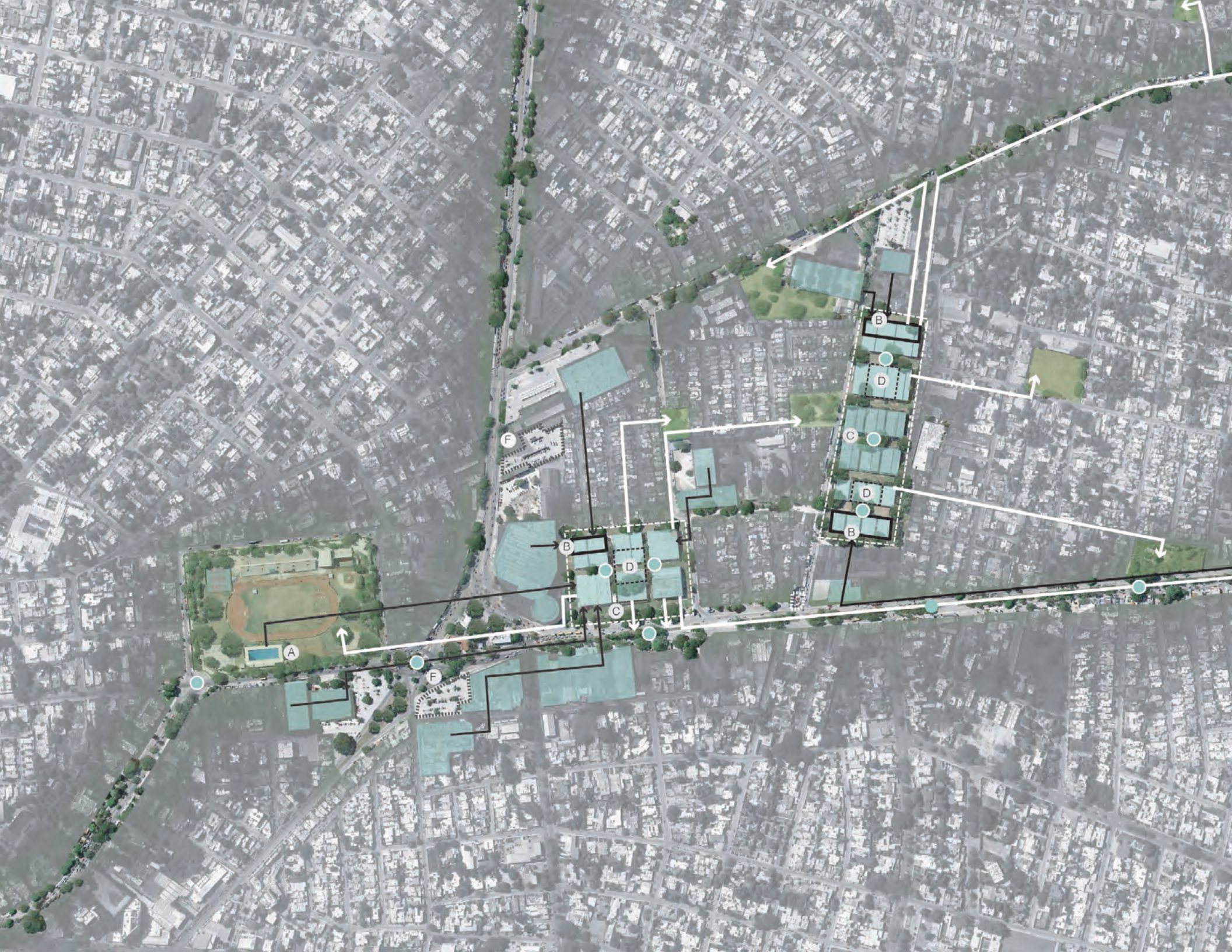
Zona comercial



Corte B - B'

Centro cultural





4.16 SISTEMA HÍDRICO DE CHUBURNÁ



■ Captación de agua pluvial y gris

■ A Captación de agua gris

■ B PTAR

■ C Tratamiento de aguas residuales con humedales

■ D Almacenamiento pluvial y agua tratada

■ E Filtración

■ Reforestación espacio público y jardines de lluvia

● Torres de agua pluvial/hito de agua



◀ fig. 101 Sistema hídrico barrial en Chuburná.

Elaboración propia



El componente principal del sistema a escala distrital es el de los procesos hídricos. Como parte del desarrollo del sistema del Transformador Hídrico Urbano se localizaron los equipamientos que generan mayor cantidad de aguas residuales para recolectarlas y transportarlas a una zona de tratamiento dentro de cada uno de los predios de bodegas intervenidas, donde el agua circula primero por una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y posteriormente por humedales artificiales y filtros. El agua tratada para consumo se almacena entonces en núcleos dentro de cada edificio y tras su consumo vuelve al ciclo de tratamiento.

Por otro lado, se identificaron las azoteas más amplias para captar el agua pluvial en ellas y posteriormente almacenarla en el núcleo de agua de los edificios o en las torres de agua localizadas en los espacios públicos y en el eje peatonal propuesto para la Calle 60.

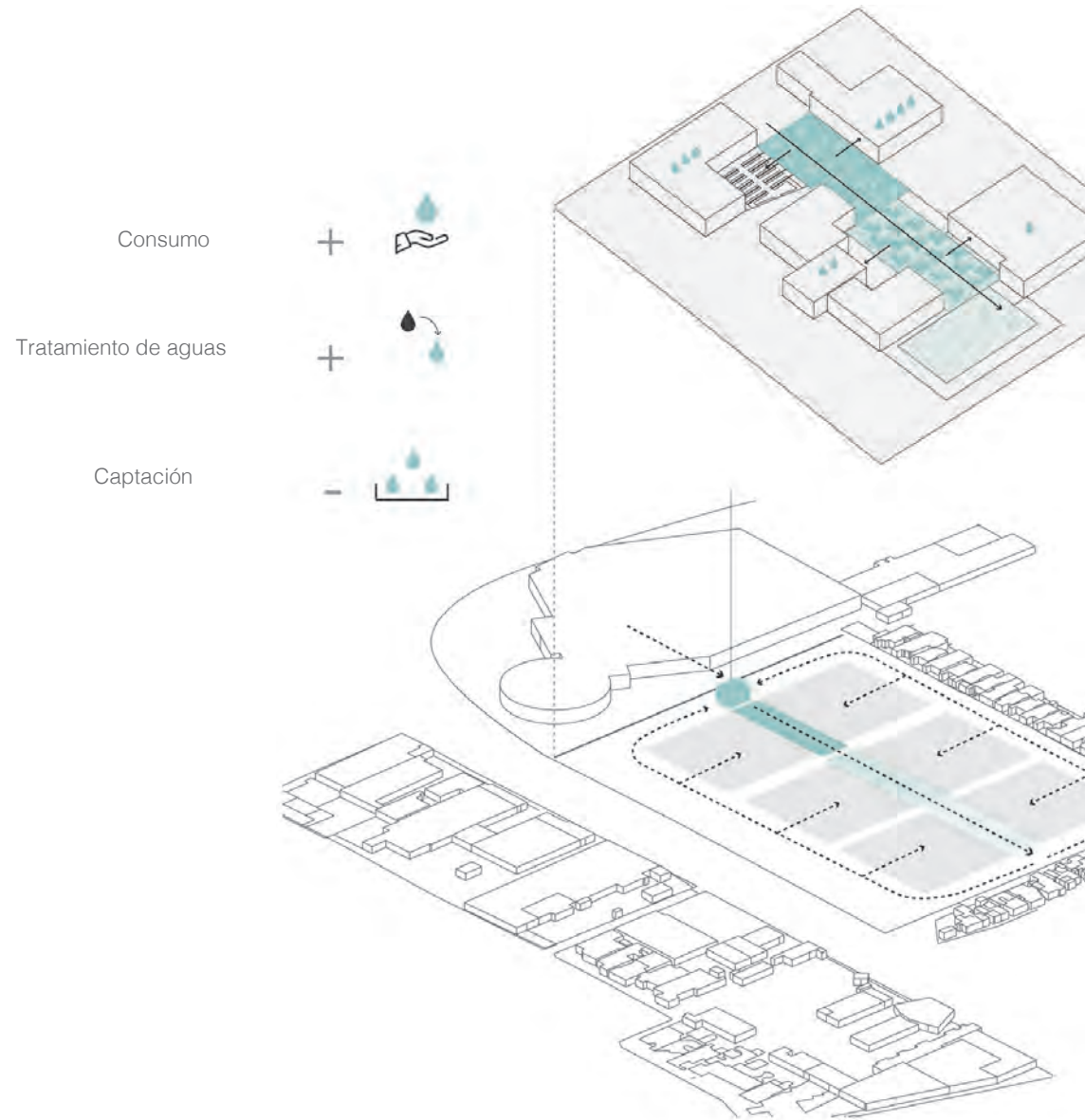
Finalmente, se identificaron las áreas verdes cercanas, en las cuales el agua tratada excedente puede ser aprovechada para riego o enfriamiento, evitando gastos adicionales de agua potable en la zona.

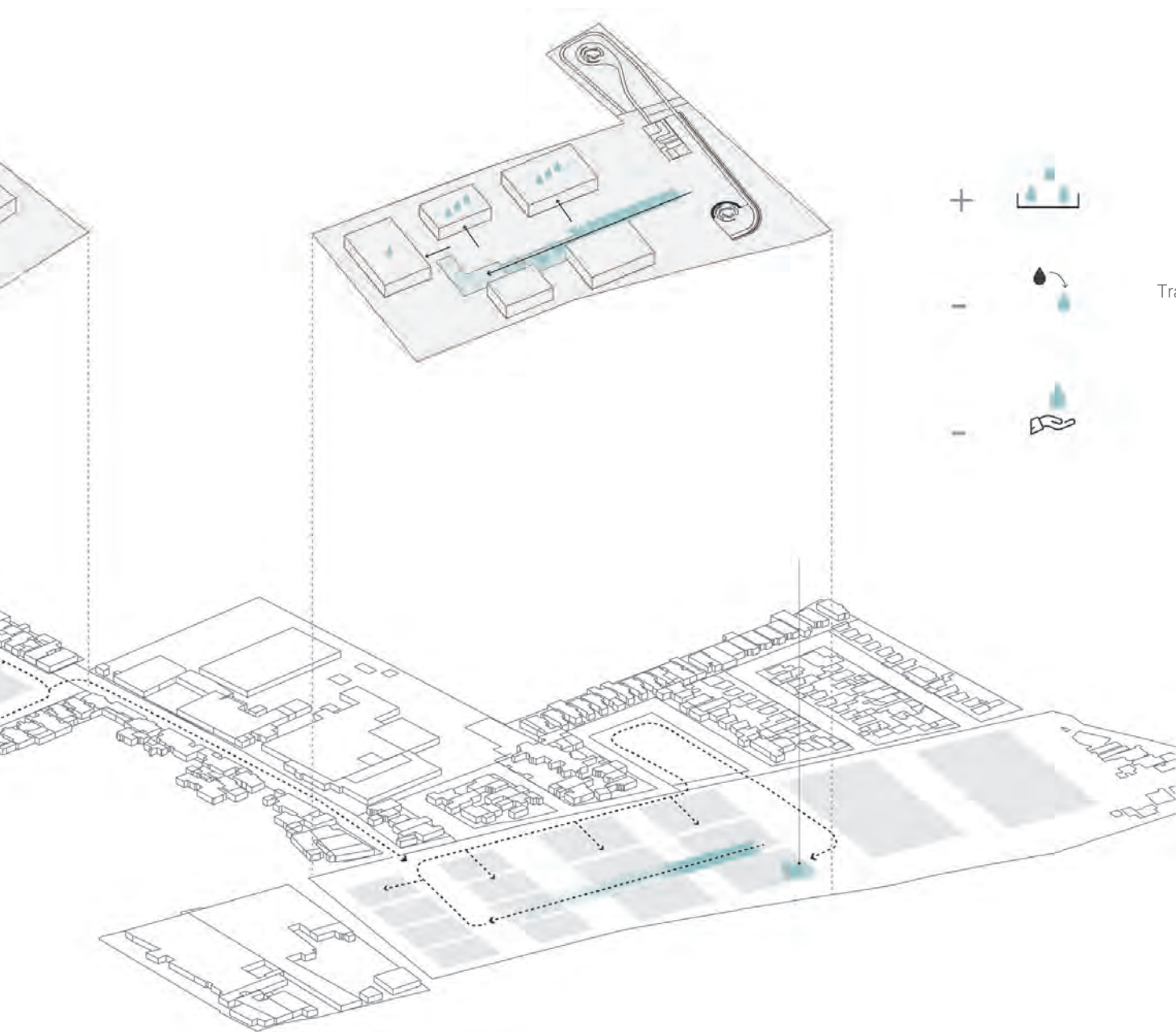
Cabe mencionar que la implementación de infraestructuras verdes como humedales, filtros y jardines filtrantes, entre otros, son las estrategias que distinguen el procesamiento de agua en los THU en comparación con la mayoría de los sistemas hídricos de las ciudades en México.

4.16.1 Infraestructuras hídricas y espacio público

Los humedales están dispuestos de forma semilineal en el sentido longitudinal de ambos predios. La planta de tratamiento de agua residual, así como la primera etapa del humedal se encuentran orientadas hacia los puntos donde llega un mayor flujo de aguas negras de los equipamientos externos. Los edificios se sitúan en los costados de las distintas etapas del humedal bajo un criterio de niveles de tratamiento. Los usos que tienen mayor consumo de agua se encuentran al lado de la primera etapa de tratamiento y de la PTAR. El huerto se encuentra en este punto ya que no requiere de agua con mayor tratamiento de agua. Los usos que requieren de menores cantidades de agua se encuentran cerca de la última etapa de flujo en el humedal. Cuando el agua termina su recorrido por todas las etapas del humedal es canalizada a los núcleos de almacenamiento en los edificios para poder ser utilizada de nuevo.

El humedal del conjunto sur recibe un mayor volumen de agua residual desde los equipamientos cercanos que el del conjunto norte; en buena medida explicado por la presencia de una alberca olímpica en el deportivo Salvador Alvarado. Por este motivo el humedal del sur tiene mayor superficie y en este predio se encuentran usos en donde se puede usar más agua tratada (gimnasio, comercio y mercado). Por otro lado, el conjunto norte suma mayor superficie de cubiertas, lo que le permite captar más agua de lluvia y proveer más agua potable que el conjunto sur.





- +  Captación
-  Tratamiento de aguas
-  Consumo

4.16.2 Humedales

El elemento medular del tratamiento de agua en el transformador hídrico es el humedal artificial. Estos dispositivos cuentan con múltiples ventajas: funcionan de forma pasiva, su mantenimiento es sencillo, tiene gran capacidad de procesamiento de agua, no necesita estar aislado de las personas, permite el uso de vegetación local y puede servir como intervención paisajística.

Dentro de los distintos tipos de humedal hemos decidido utilizar uno subsuperficial, cuyo funcionamiento consiste en una red no expuesta de tuberías por donde fluye el agua. Visualmente esto significa que el humedal se asemeja más a una marisma densamente vegetada que a un cuerpo de agua completamente visible. El principal motivo por el cual usamos este sistema es que debido a su gran superficie una parte del humedal quedaría expuesta al sol aumentando la ya saturada concentración de vapor en el aire.

Una ventaja adicional es que al quedar el agua en un circuito bajo tierra disminuye la concentración de mosquitos (Fernández, 2019).

El curso de agua en el humedal se divide en etapas que dan forma a los distintos cuerpos del humedal, cada uno con especificaciones distintas de dimensiones, vegetación, composición de suelo, etc. A medida que avanza el agua en estas etapas su nivel de contaminación disminuye. En el THU las personas pueden relacionarse de forma más o menos directa con el humedal según la etapa de tratamiento en la que se encuentre el agua.



fig. 102 Composición de conjunto a partir de funcionamiento hidráulico. (P. 180-181) ▲

Elaboración propia

fig. 103 Detalles de humedal sub-superficial. ►

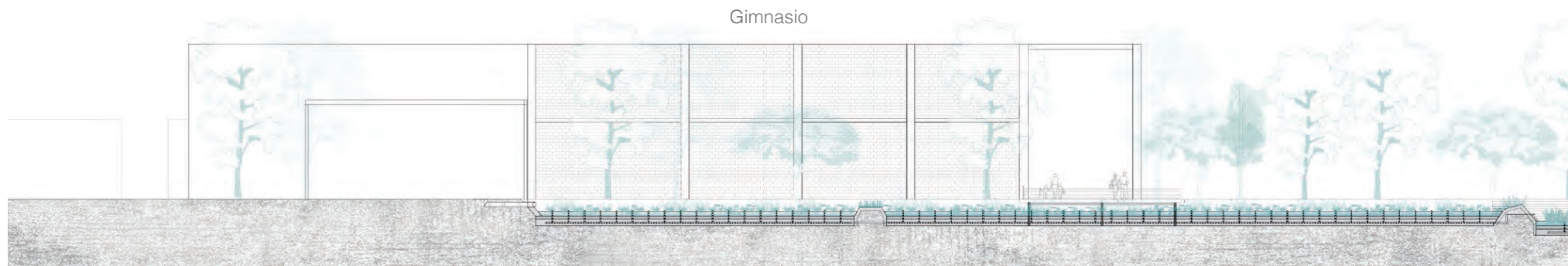
Elaboración propia

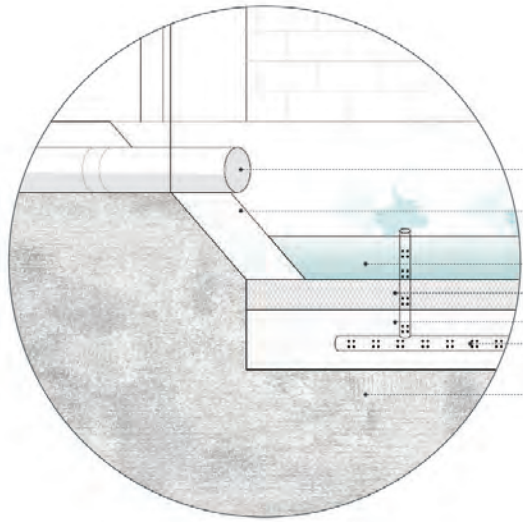
fig. 104 Corte arquitectónico a través de humedal del conjunto sur. ▼

Elaboración propia

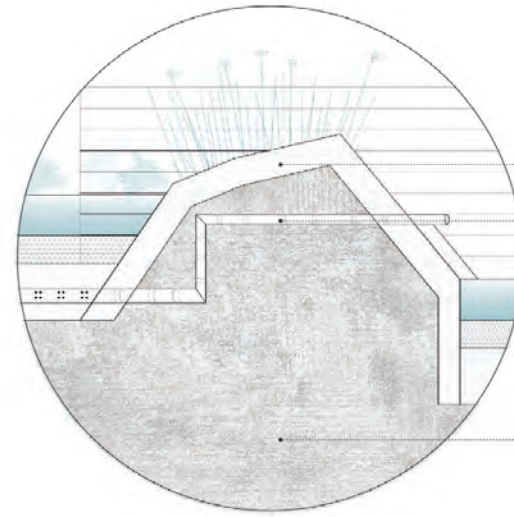
fig. 105 Composición del conjunto a partir de circulaciones y áreas libres. (P.184-185) ▼

Elaboración propia

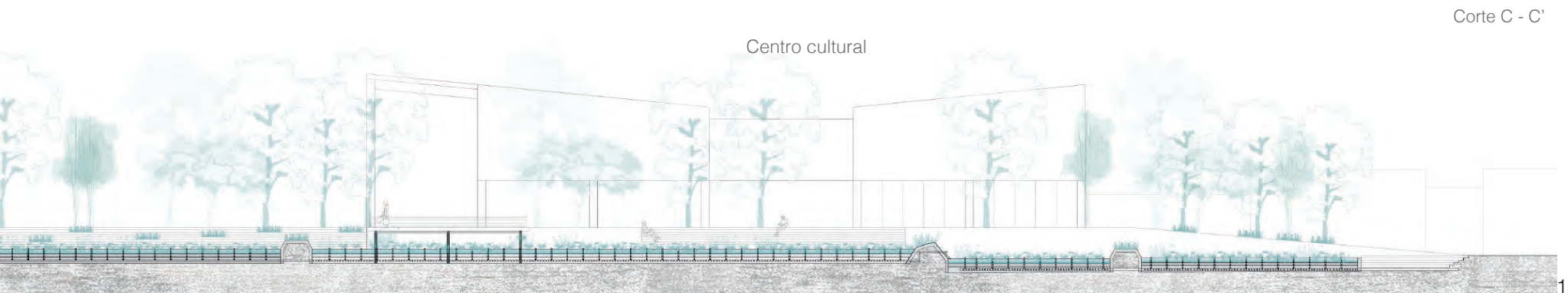




- Tubería desde PTAR de 30.5cm (12in)
- Grava
- Tubería perforada de 12.5cm (6in)
- Tierra de 20.3cm (8in)
- Grava
- Tubería perforada de 12.5cm (6in)
- Suelo



- Grava
- Tubería para conectar niveles de 12.5cm (6in)
- Suelo



4.17 RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL ESPACIO PÚBLICO

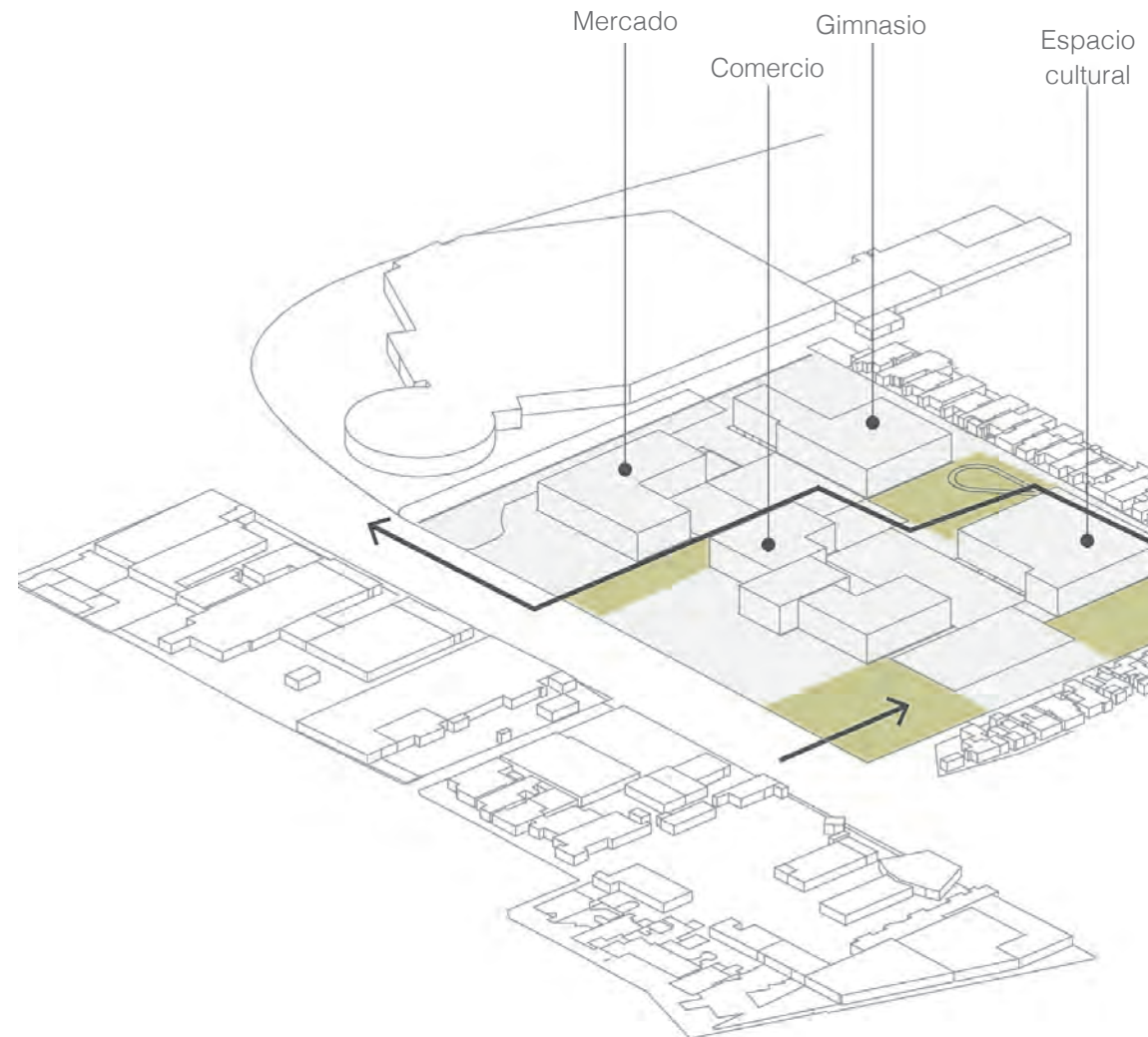
4.17.1 Intervención en calles

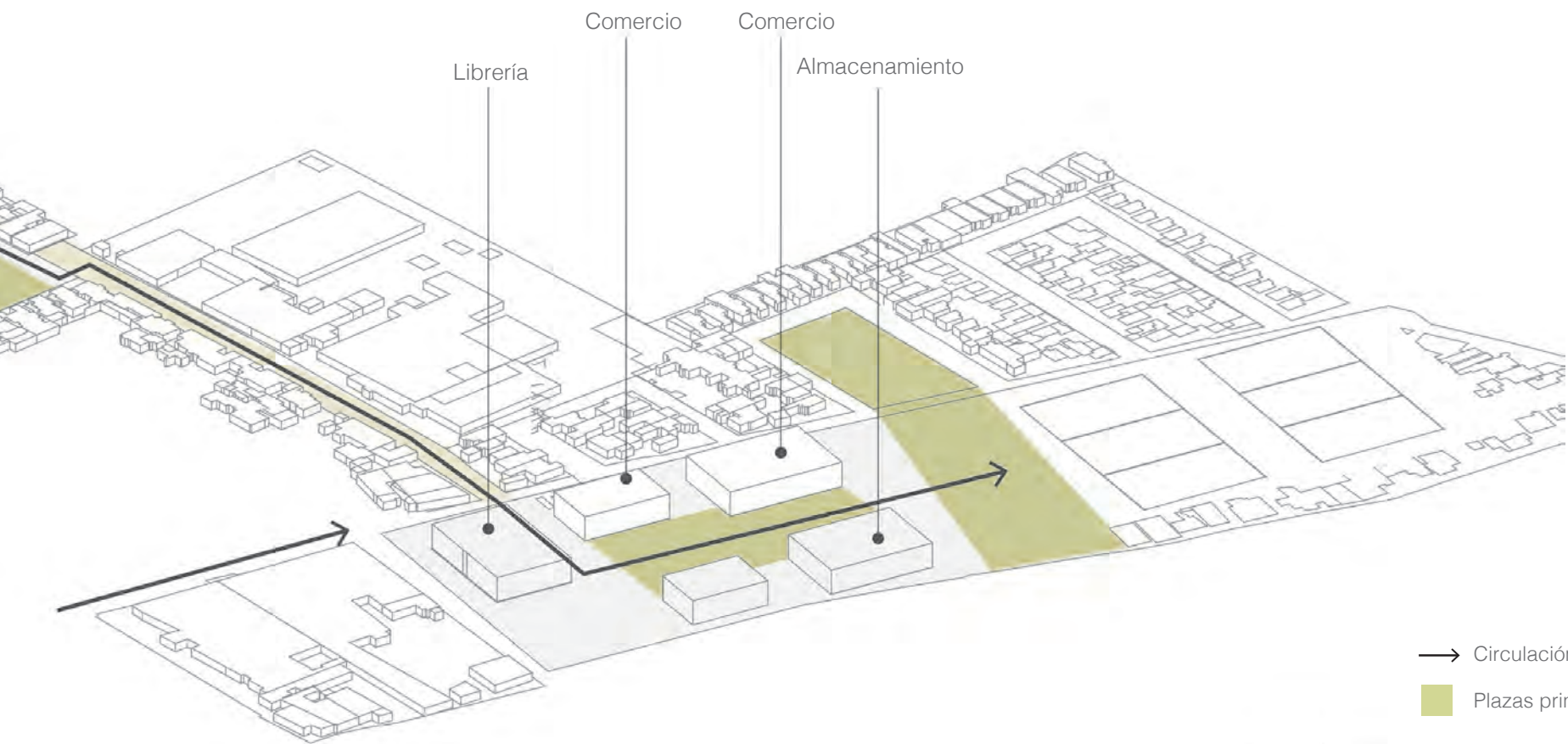
El conjunto sur se relaciona de forma más directa con los vecinos cercanos por medio de la intervención urbana de la Calle 60 y su camellón.

Antes que nada, se le da prioridad al peatón por medio del crecimiento, de la demarcación y del aseguramiento del espacio peatonal, de la integración de patios delanteros y de la rehabilitación de cruces peatonales seguros a nivel de banqueta.

La implementación de vegetación endémica tanto en el camellón como en la explanada frente al transformador hídrico vuelven más agradable el caminar por estos espacios donde el peatón puede desplazarse por caminos seguros aislados de la circulación vehicular y con una sombra agradable. El camellón es un espacio de descanso con una ciclovía, pero integra además jardines de lluvia que captan las escorrentías de las calles para su almacenamiento en cisternas dentro del conjunto sur. El agua captada puede utilizarse para tratamiento en el humedal, para W.C., limpieza o riego. Para evitar las inundaciones que se llegan a presentar en esta zona en épocas de lluvia existen además jardines y pavimentos filtrantes.

La Calle 12 es la vía peatonal que conecta a ambos conjuntos de bodegas, no solamente es el paso para las personas que estacionan sus vehículos al norte y se desplazan al conjunto sur, sino que también conecta el interior de la colonia con las avenidas principales.





Cuando existe un desbalance entre oferta y demanda de agua tratada en los humedales ésta puede ser conducida de un conjunto a otro por medio de una tubería soterrada. Esta instalación es aprovechada para emplazar un sistema de riego y fuentes a lo largo de la calle peatonal. Además del tránsito de las personas existe una pista de trote que atraviesa todo el Transformador Hídrico Urbano, hay plataformas en deprimido para las fuentes con gradas que las delimitan, se hace un arbolado general y se implementan jardineras para filtración de agua para evitar inundaciones.

El objetivo de la diversificación del espacio público es el fortalecimiento de la unidad entre los vecinos, anteriormente los vínculos comunitarios eran más fuertes debido a la configuración de la manzana maya, en donde las casas y otros edificios delimitaban un espacio verde central para uso común. La desaparición de esta tipología urbana implicó el debilitamiento de la vida pública y su re-emplazamiento por un modelo suburbano de ciudad “moderna” donde las personas se relacionan más con lo que ocurre al interior de la vivienda que fuera de ella.



▲ Composición de conjunto a partir del espacio público. (P. 184-185)

Elaboración propia

◀ fig. 107 Vista de calle 12 en Chuburná.

La mayoría de ellas se encuentran en abandono y malas condiciones.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

◀ fig. 108 Vista de calle 12 en Chuburná.

La mayoría de ellas se encuentran en abandono y malas condiciones.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

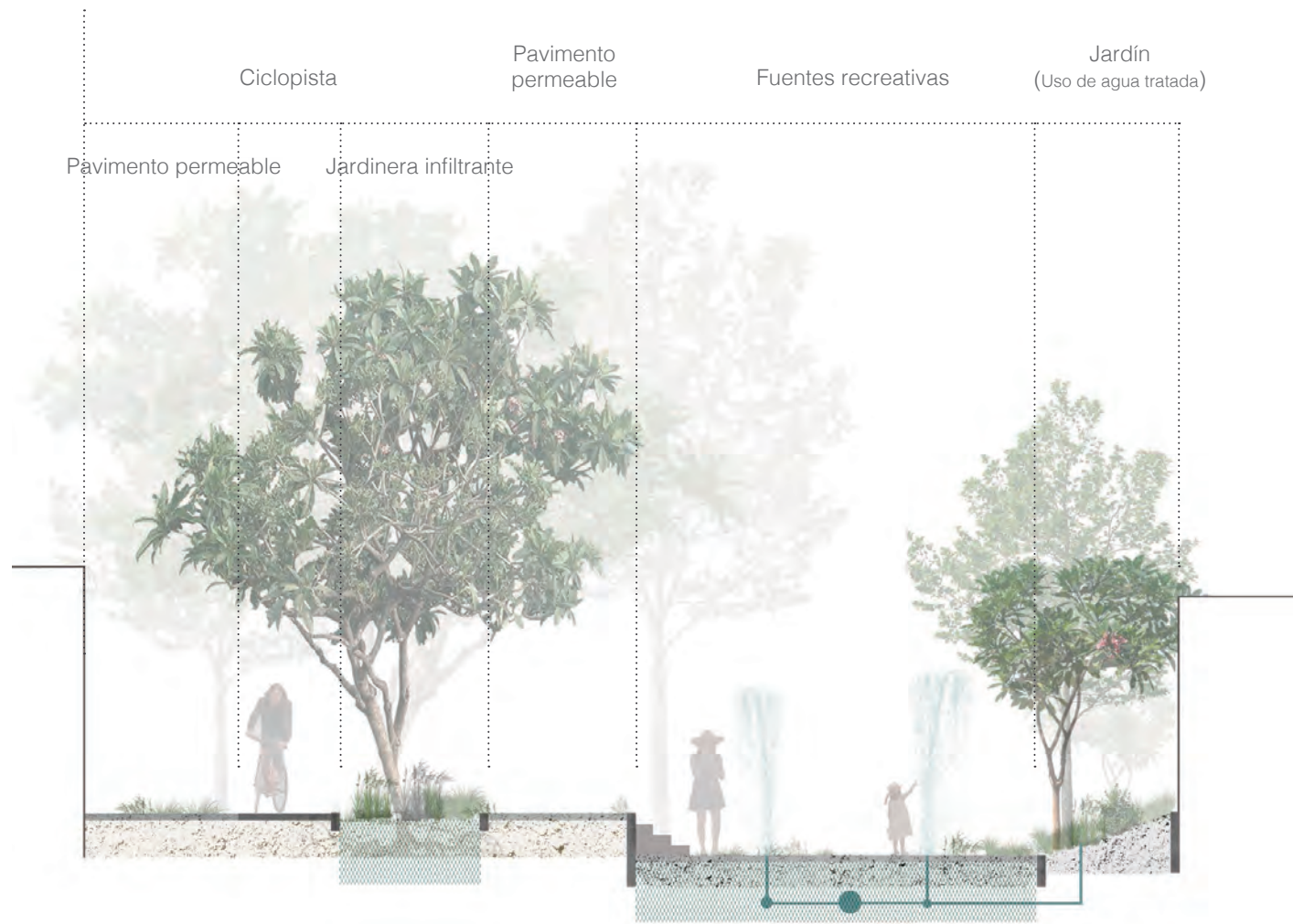


fig. 109 Intervención en calles aledañas. ▶
Corte esquemático por Calle 12

Elaboración propia

fig. 110 Intervención en calles aledañas. ▼
Corte esquemático por Calle 60 (P.190)

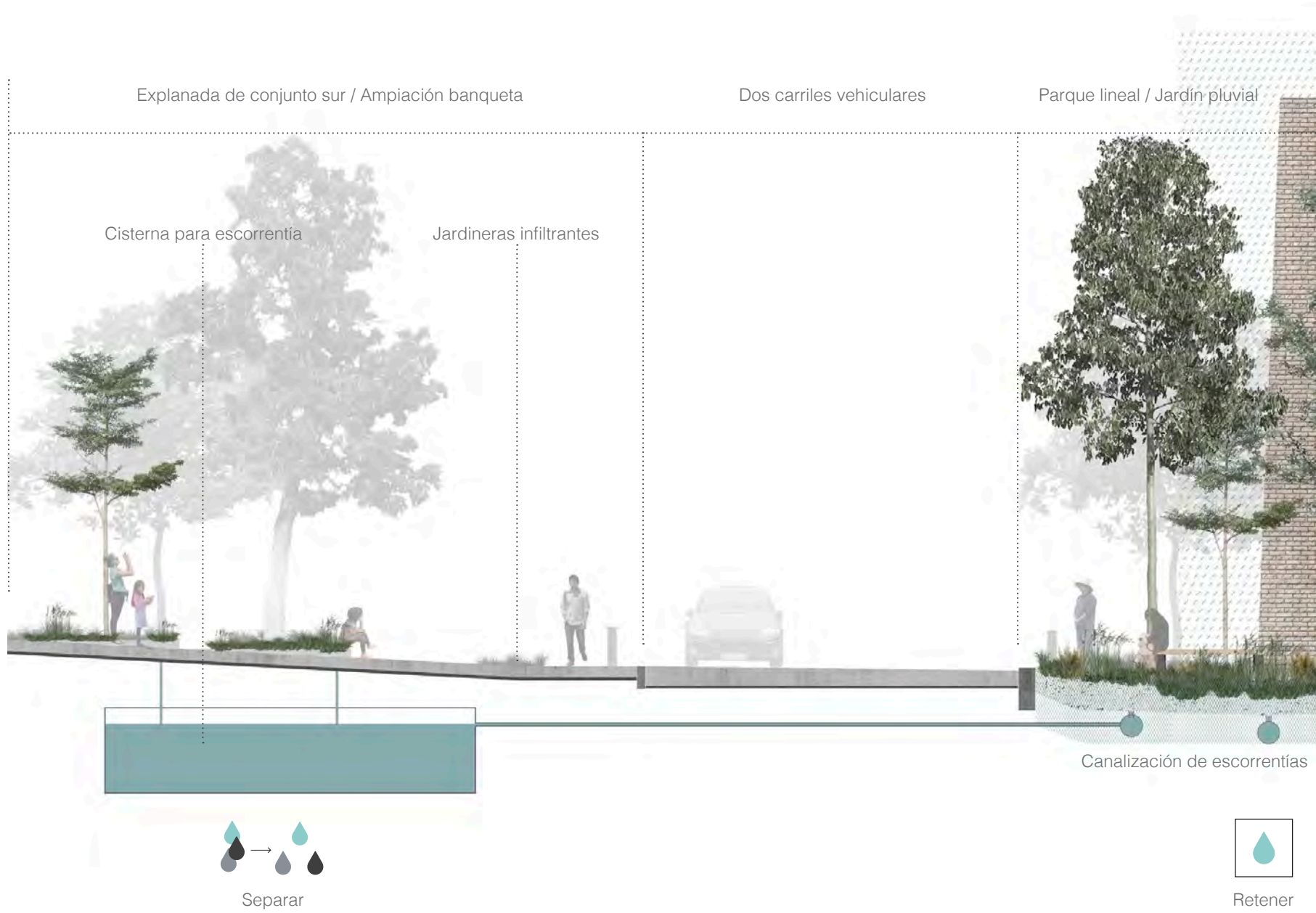
Elaboración propia



Filtración



Retener





4.17.2 Relación con el humedal

Además de tratar grandes volúmenes de agua, el humedal sirve como espacio natural lúdico al centro del conjunto. Si bien las personas no pueden transitar o estar directamente en el mismo sitio por donde corre la instalación hidráulica, todos los visitantes pueden interactuar con éste según el lugar donde se encuentran, de esta manera en las actividades características de cada edificio se integra la interacción con el agua y los sistemas de tratamiento, de forma directa e indirecta.

Durante la primera etapa de limpieza, la relación entre las personas y el humedal está limitada a la vista. El proceso de limpieza se puede contemplar desde el gimnasio y sus patios. Por otro lado, la canalización

del agua para riego en el huerto está expuesta y hace evidente la función del humedal en la producción. Los vegetales y las frutas que se cultivan aquí pueden utilizarse en el mismo mercado gastronómico mientras que las plantas y árboles que crezcan fomentarán la arborización y recuperación de espacios verdes en la ciudad.

En la segunda etapa de tratamiento en el humedal es posible utilizar los desniveles al lado del humedal. Tanto el patio interno de la zona de comercio como el anfiteatro en la parte posterior del conjunto son lugares de estar que utilizan el humedal como vergel contiguo.

▼ fig. 111 Relación entre usuario y humedal. Corte esquemático.

Elaboración propia

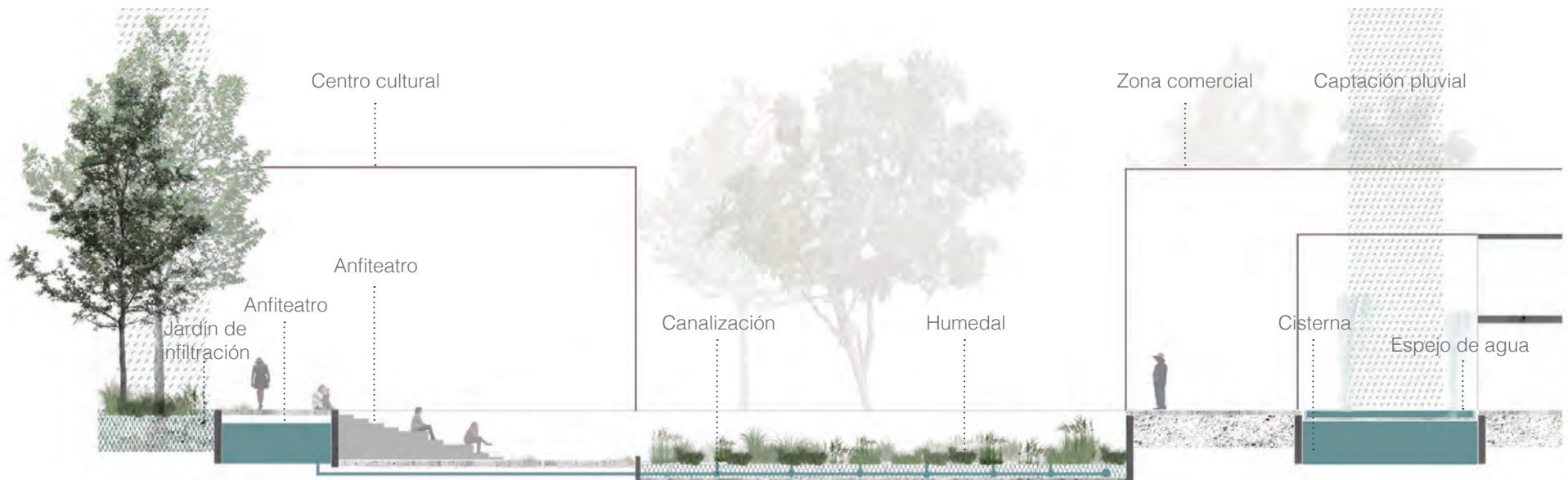
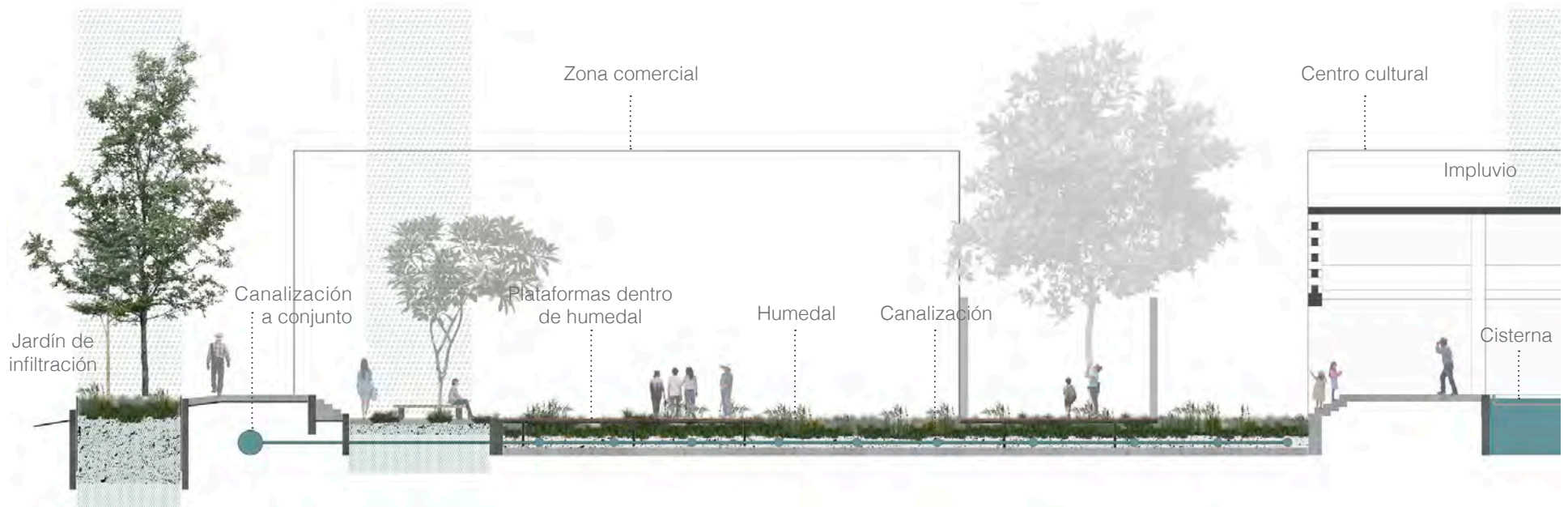
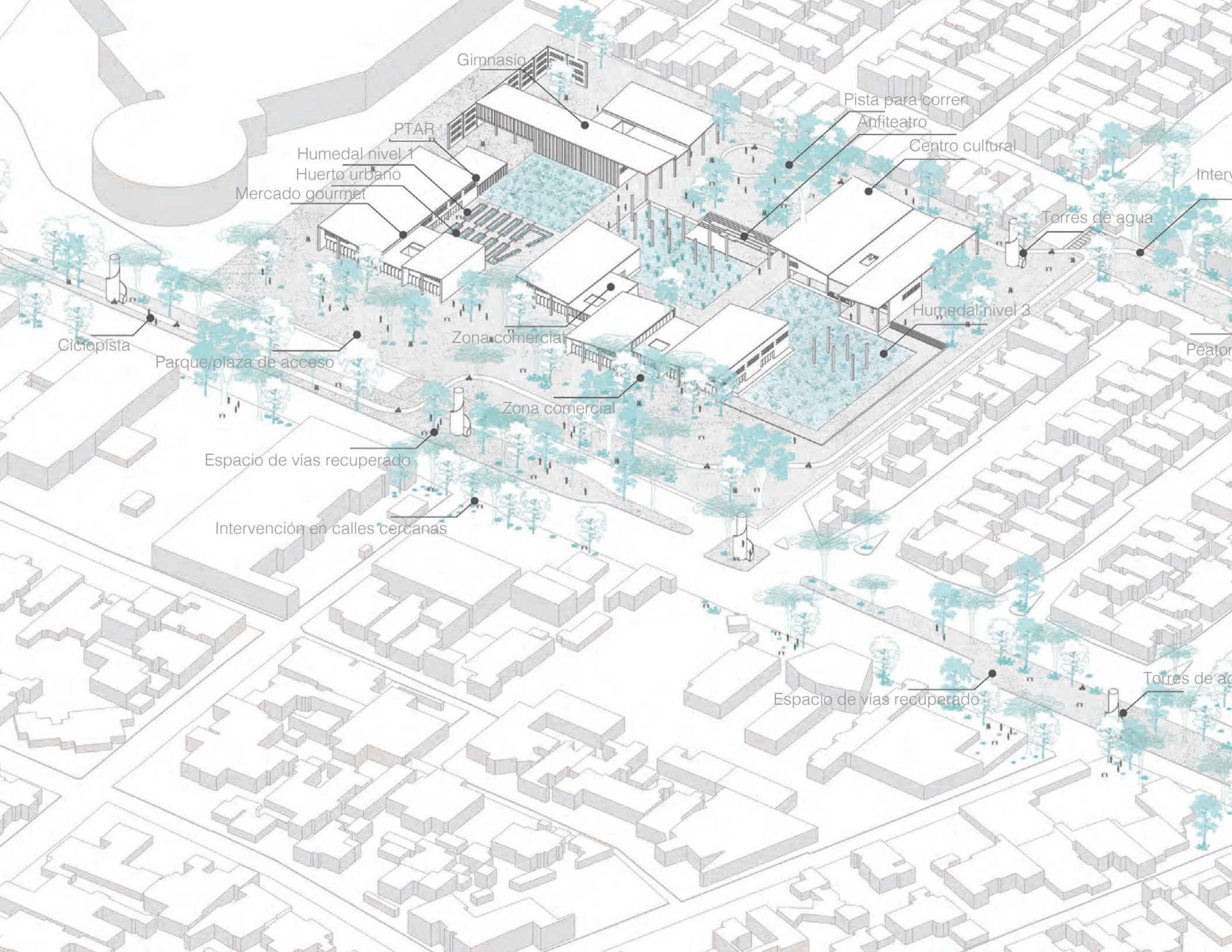


fig. 112 Relación entre usuario y humedal. ▼
Corte esquemático.

Elaboración propia

El centro cultural aunque se encuentra en la tercera etapa del humedal, se vincula más bien de la misma forma que ocurre en la etapa anterior, una grada interior transforma el borde del humedal en un lugar agradable para estar. Sin embargo, este graderío se extiende más allá del edificio del centro cultural y forma un corredor que rodea al humedal. Aquí se encuentran accesos a algunas plataformas que se elevan sobre el humedal en la última etapa de tratamiento. Los usos en las plataformas son muy diversos: el baile, las artes marciales, la música, el juego o convivencia son algunas de las muchas actividades que se pueden realizar en ellas.





Gimnasio

PTAR

Humedal nivel 1

Huerto urbano

Mercado gourmet

Zona comercial

Zona comercial

Espacio de vías recuperado

Intervención en calles cercanas

Pista para correr

Anfiteatro

Centro cultural

Torres de agua

Humedal nivel 3

Ciclopista

Parque/plaza de acceso

Espacio de vías recuperado

Torres de agua

Intervención en calles cercanas

Rehabilitación de calles en abandono

Agua

Intervención en parque existente

Intervención en calles cercanas

Extensión de
parque existente

Intervención en calles cercanas

Humedal
nivel 3

Zona comercial

Skatepark

Librería y cafetería

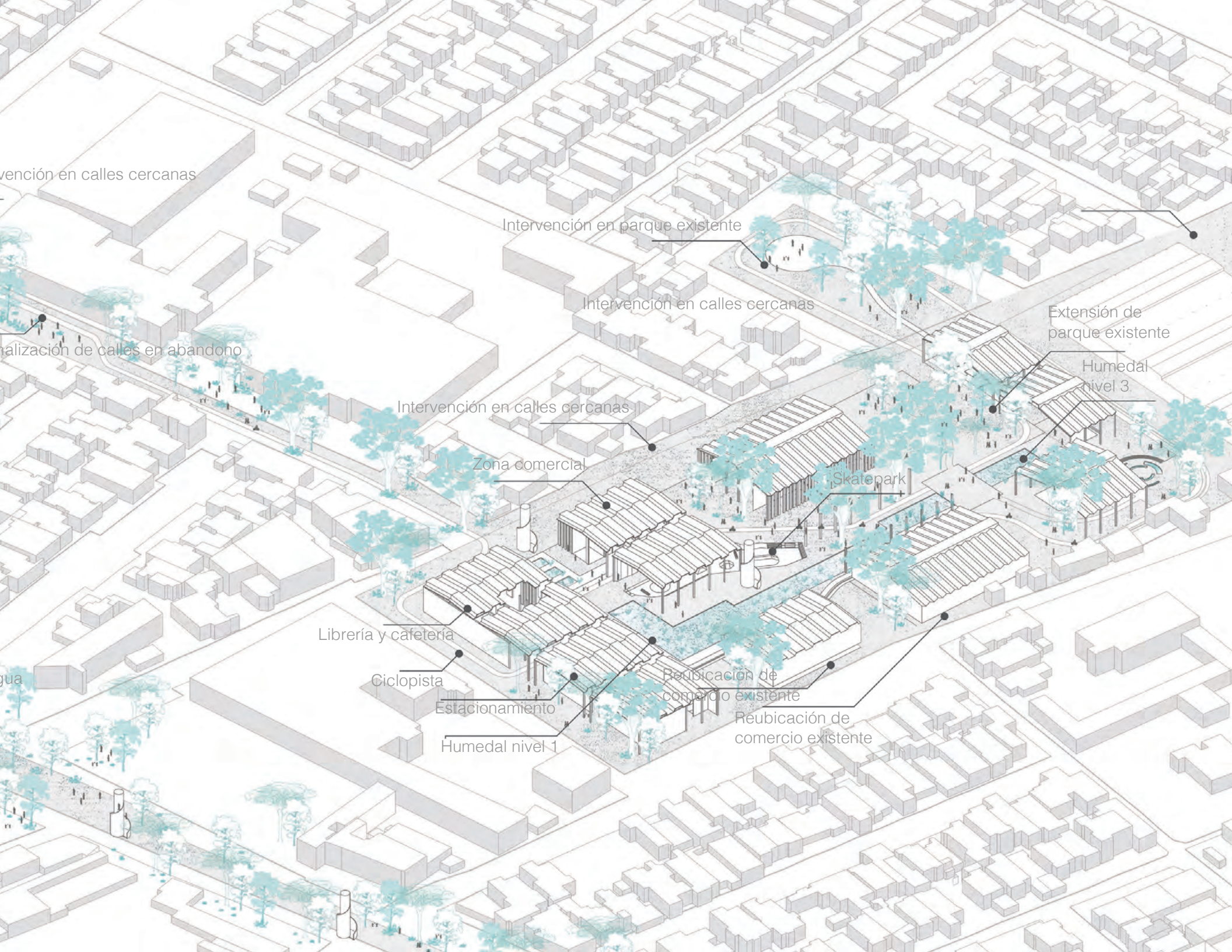
Ciclopista

Estacionamiento

Humedal nivel 1

Reubicación de
comercio existente

Reubicación de
comercio existente



4.18 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

4.18.1 Intervención en el contexto histórico

Las bodegas que se encuentran en ambos conjuntos datan en su mayoría de inicios del siglo XX y no cuentan con ninguna protección patrimonial, por lo que han sido alterados sin ningún criterio de conservación (Cebada, 2019). Sin embargo, durante nuestra visita observamos algunas cualidades que nos impulsaron a no desdeñar del todo el valor de estas estructuras.

Primeramente, Chuburná se consolidó como una localidad económicamente importante gracias a la industria henequenera en el siglo XX. Su cercanía a las vías del tren que transportaba mercancía entre Mérida y el Puerto Progreso la convirtieron en un punto

logísticamente privilegiado para la producción en fábricas y el almacenamiento en bodegas. Hoy en día estos predios simbolizan algunas de las pocas evidencias históricas que han trascendido hasta la actualidad, dando testimonio del esplendor de Chuburná en aquellos años (Cebada, 2019).

En segundo lugar, los edificios de ambos conjuntos son bodegas cuya tipología es poco frecuente en Mérida, pues las normativas de conservación no suelen ser tan rigurosas con edificios de uso industrial y esto ocasiona que sean fácilmente demolidos para edificar un nuevo edificio.



▲ fig. 113 Isométrico de conjuntos sur y norte.

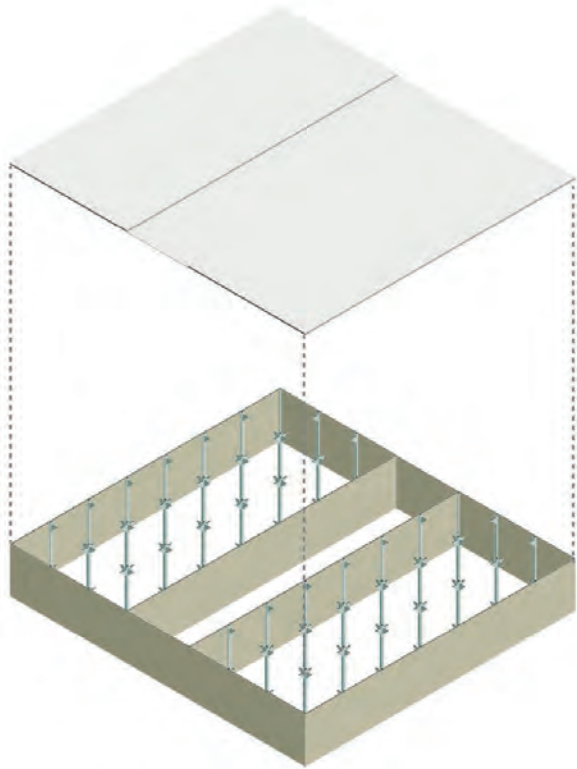
Elaboración propia

◀ fig. 114 Espacios disponibles entre bodegas.

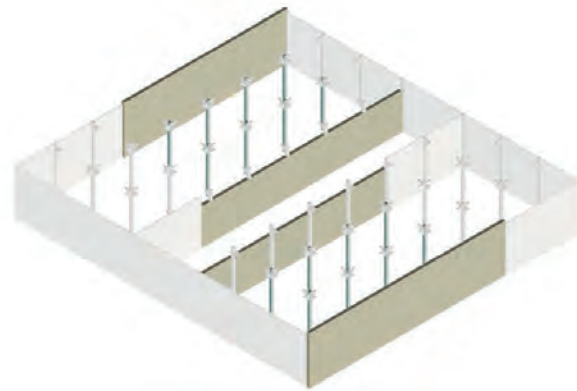
Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

fig. 115 Esquema de elementos arquitectónicos originales conservados. ▶

Elaboración propia



- Muros originales
- Columnas originales



- Muros a intervenir
- Columnas a intervenir
- Muros y columnas retirados



- Muros intervenidos
- Columnas intervenidos
- Muros y y estructura nuevos



Finalmente, consideramos que tratándose de un caso de estudio modelo, el THU de Chuburná debería demostrar todas las virtudes que podría tener si se desarrollara en otras partes de la ciudad, tanto en gestión de recursos hidráulicos como en inserción urbana.

Al retomar elementos arquitectónicos de los edificios actuales estamos pensando en cómo un proyecto similar puede desarrollarse en zonas de valor histórico como el Centro Histórico de Mérida.

Sobre la integración de las estructuras preexistentes hay que enfatizar que nos hemos apoyado en la identificación de aquellos edificios que conservan sus elementos originales.

◀ fig. 116 Fachadas de bodegas industriales en Chuburná.

Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

De aquellos que se mantienen en un estado más cercano al original nos interesó la posibilidad de conservar algunas columnas y muros de piedra calcárea con acabado de yeso, sobre todo aquellos que se encuentran al sur y que impiden una radiación solar directa desde esta dirección. Los techos se reemplazaron debido a que su pendiente mínima no es ideal para la captación pluvial. Los muros y columnas que se retiran, dan forma a nuevas volumetrías. Los muros, los suelos y los techos nuevos son de materiales cuya textura contrasta con la de los materiales antiguos, haciendo visible lo que se llevó a cabo. Las columnas se refuerzan con una camisa de acero y que deja parcialmente a la vista las columnas originales.



fig. 117 Interior de bodegas industriales en Chuburná. ▶

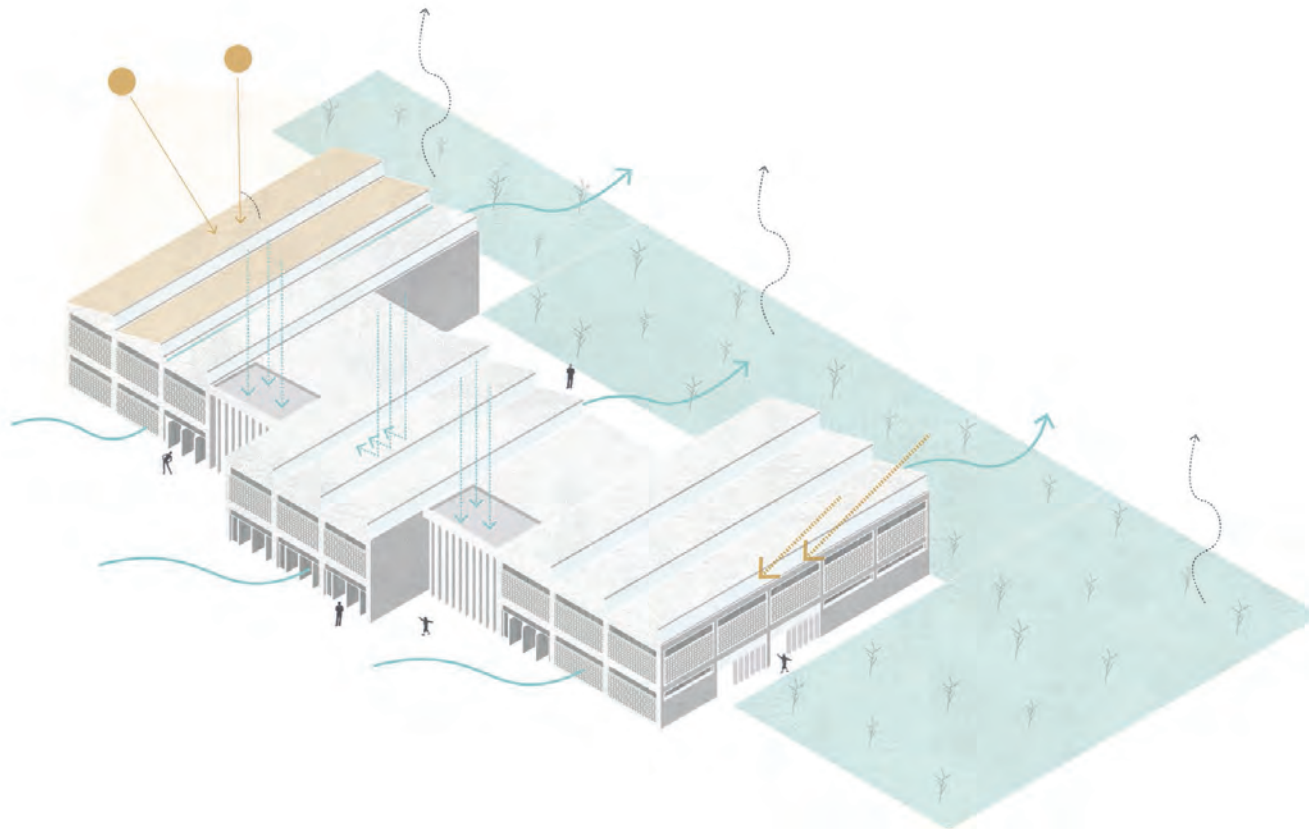
Fotografía por Héctor A. Ramírez Eudave

4.18.2 Estrategias bioclimáticas

Uno de los mayores desafíos para la construcción en zonas de clima como el de Mérida es la disminución de gasto energético para crear ambientes interiores confortables. El aire se encuentra saturado de vapor durante el día la mayor parte del año. Los vientos provenientes del sureste, son los más intensos, sin embargo, es viento cálido y con baja velocidad y la radiación solar es

intensa. (a partir del análisis bioclimático proporcionado por el Laboratorio de Entornos Sostenibles LES-UNAM [ver en anexos, P.244]).

Los volúmenes de los edificios se desfasan entre ellos para generar patios. Algunos de ellos reciben la sombra de las construcciones contiguas y otros del arbolado. Se



◀ fig. 118 Estrategias bioclimáticas en el THU de Chuburná.

Elaboración propia






- 
 Asoleamiento principal sur-este: sombreado con fachada de celosías.
- 
 Incidencia solar directa: Protección por cubiertas inclinadas
- 
 Evaporación de humedad: Disminución por uso de vegetación alta y sistema hídrico sub-superficial
- 
 Viento dominante del este: Aprovechamiento con el uso de celosías en el este y ventanas al oeste para generar ventilación cruzada
- 
 Luz solar del norte: Se aprovecha con los dientes de sierra con cristales esmerilados
- 
 Captación pluvial a través de techos amplios e impluvios para refrescar el interior

fig. 119 Materiales principales en el THU de Chuburná. ▶

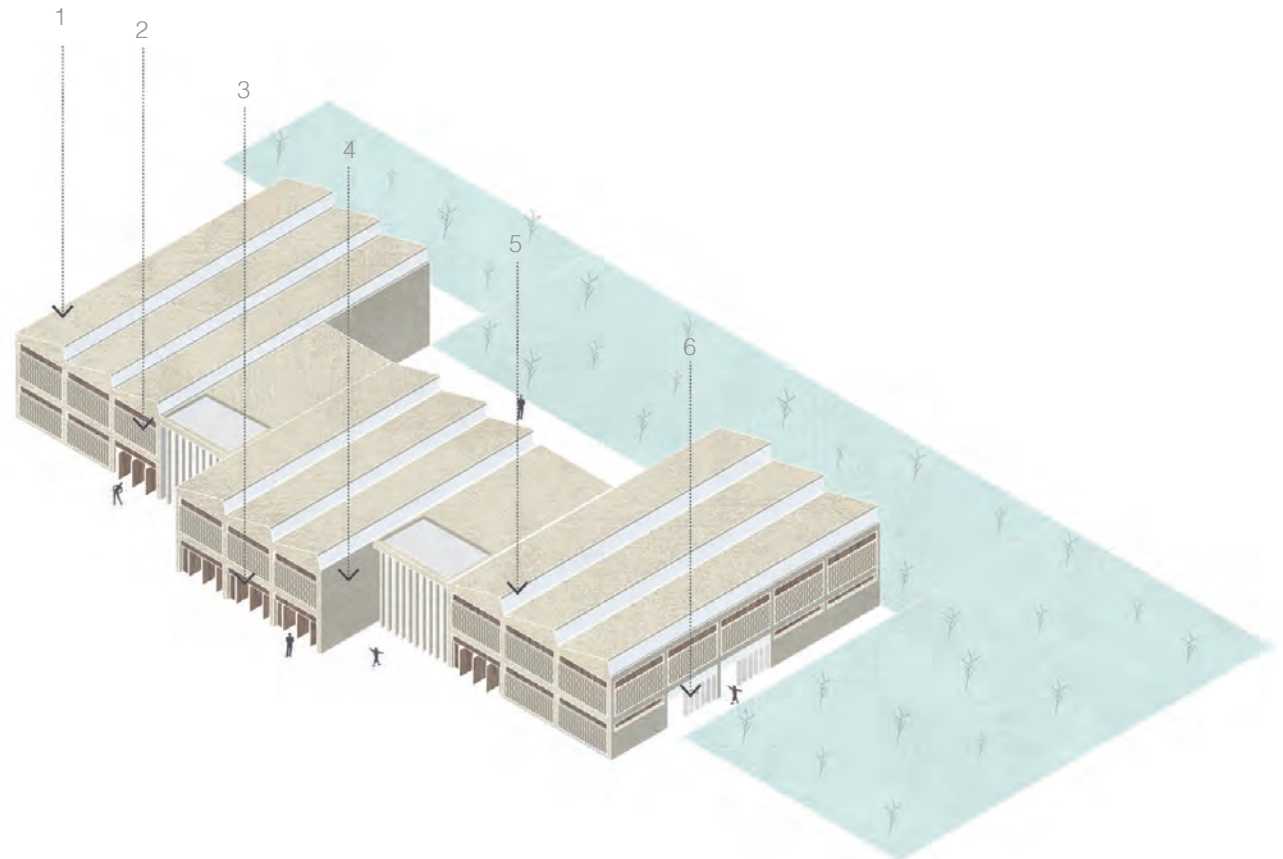
Elaboración propia

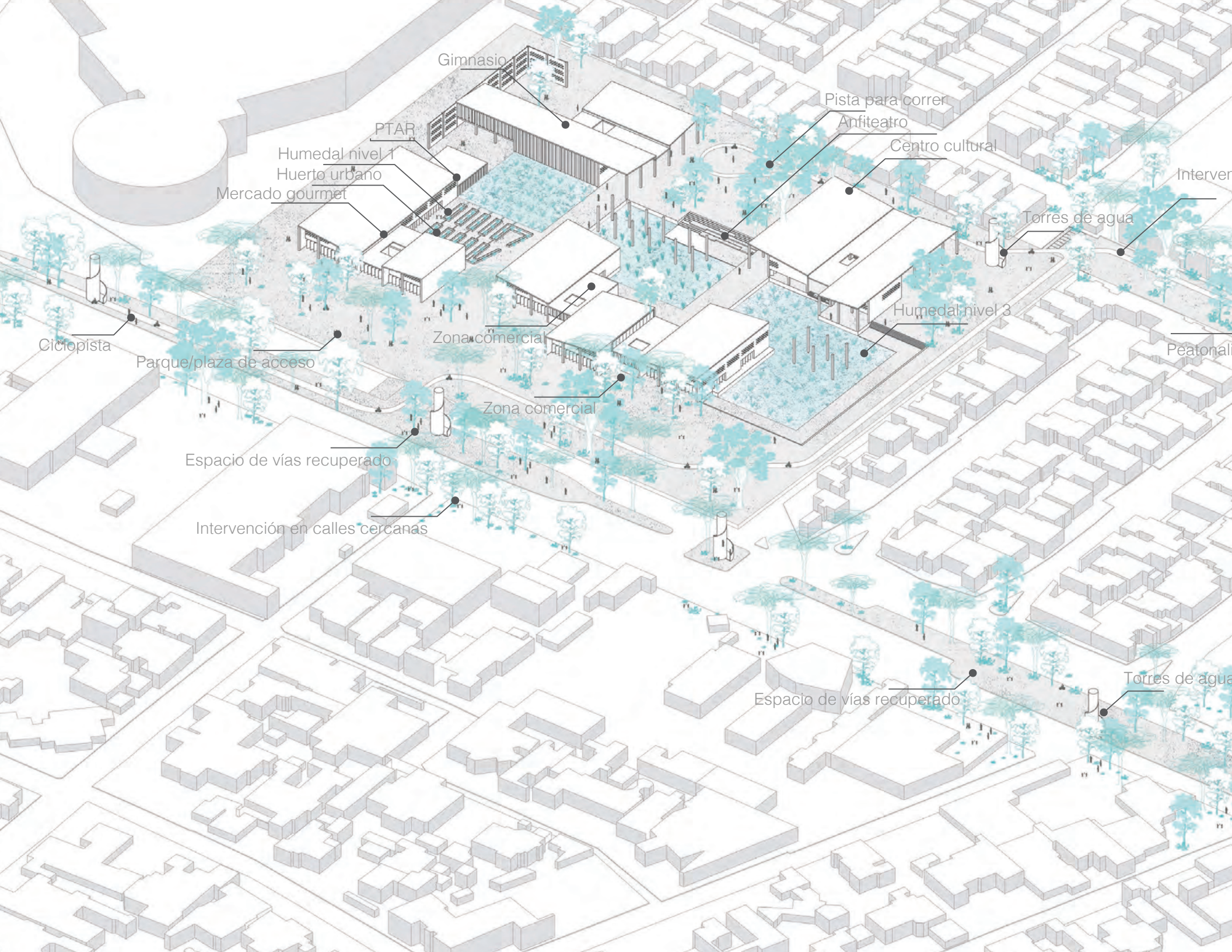
hace uso de techos con dientes de sierra con aberturas orientadas hacia el norte para permitir la entrada de luz natural y vientos.

Adicionalmente existen remetimientos de fachada en accesos y se utilizan soleras verticales para inhibir los rayos del sol.

Los techos tienen una pendiente pronunciada para disminuir la absorción del calor por radiación solar directa. El flujo natural del aire proviene del sureste, por este motivo, las fachadas oriente y poniente suelen tener vanos de acceso o celosías que permiten la entrada de aire fresco desde abajo y que es conducido a los puntos más altos del edificio donde vuelve a salir.

- 1. Concreto aireado con acabado de impermeabilizante / chukum en lecho superior para facilitar la recolección pluvial
- 2. Celosía cerámica cuadrada 30x30 cm que permite el acceso del aire al Este y protege de la radiación solar
- 3. Madera tsalam de origen local con alta resistencia a la humedad
- 4. Concreto aireado para mejor rendimiento térmico al absorber menos calor y retrasar su absorción / Enlucido de chukum que refleja la radiación solar, altamente impermeable y de origen local
- 5. Vidrio templado esmerilado que permite la entrada de luz natural del norte
- 6. Puertas plegables con paneles de cemento prefabricadas





Gimnasio

Pista para correr

Anfiteatro

Centro cultural

PTAR

Humedal nivel 1

Huerto urbano

Mercado gourmet

Torres de agua

Interven

Ciclopista

Parque/plaza de acceso

Zona comercial

Zona comercial

Humedal nivel 3

Peatonal

Espacio de vías recuperado

Intervención en calles cercanas

Espacio de vías recuperado

Torres de agua



Para el desarrollo del proyecto del conjunto sur se reconoció la necesidad de contar con una gran diversidad de espacios públicos. Cada uno de ellos se diseñó con un carácter distinto de acuerdo a la relación con sus alrededores y las actividades planeadas.

Cada etapa del humedal se identifica de forma distinta con los espacios públicos y es accesible por medio de gradas, plataformas, huertos o patios. Los cambios a lo largo del recorrido en el interior del conjunto son evidentes gracias al contraste entre el carácter tectónico de los edificios y la fluidez de los espacios al aire libre. Los edificios tienen una lectura distinta según la perspectiva del peatón. Los accesos principales, los rematamientos y los tratamientos en fachada indican si los recorridos desde la calle o desde las circulaciones interiores son primarios, secundarios o terciarios.

El lenguaje arquitectónico de los edificios es una constante en todo el conjunto y enfatiza las estrategias bioclimáticas adoptadas: Los techos inclinados hablan de un tipo adecuado para el clima del trópico además de permitir la captación pluvial. Por otro lado, las grandes alturas en entrepisos, las soleras y los muros sólidos en fachadas expuestas a la radiación solar exaltan la necesidad de un modelo que reduzca la transferencia térmica hacia el interior (Instituto de Energías Renovables, 2019).

Los espacios públicos al oriente del conjunto son los más concurridos debido a su cercanía con la Calle 60 y a los usos comerciales del programa arquitectónico. Mientras, aquellos que quedan en la parte posterior del conjunto cerca del gimnasio y del centro cultural son más íntimos y están pensados para una estancia más prolongada.



4.14 CONCLUSIONES

El Transformador Hídrico Urbano es un proyecto que cuestiona la forma en que la ciudad gestiona sus recursos hídricos. El uso de dispositivos alternos para el tratamiento del agua es una implementación poco común a pesar de la existencia de casos análogos en todo el mundo que demuestran sus ventajas.

En el THU de Chuburná predomina la creación de un sistema hídrico que armoniza la rigidez de los procesos tradicionales de tratamiento del agua con las técnicas pasivas de infiltrado y limpieza del agua. El discurso de una mejor gestión de los recursos hídricos es uno de los temas centrales del proyecto y se complementa con una propuesta de usos urbanos que atienden a las necesidades de todos los agentes mencionados anteriormente que están presentes en los barrios más próximos. De esta manera el proyecto adquiere una dimensión socialmente responsable, económicamente rentable y ambientalmente necesaria y efectiva. Es un modelo de cómo Mérida debe integrar la búsqueda de estrategias resilientes en su desarrollo como ciudad sustentable.

El desarrollo de un proyecto urbano-arquitectónico que atienda la problemática del agua en Mérida responde a la visión del Seminario de Titulación de Intersticios sobre las nuevas urbanidades a las que la ciudad debe aspirar para mejorar la calidad de vida de las personas sin comprometer los recursos naturales.

▲ fig. 120 Isométrico de los conjuntos sur y norte del THU de Chuburná. (P.200-201)

Elaboración propia

◀ fig. 121 Vista conceptual de interior del Centro Cultural.

Elaboración propia

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

5.1 INTRODUCCIÓN

El siguiente capítulo tiene como objetivo presentar una parte del anteproyecto a mayor detalle, principalmente dejando claras las etapas de desarrollo para que sea factible su implementación en Mérida. A partir de asesorías con el IMPLAN y GIZ se tomaron en cuenta para el desarrollo de una primera etapa a los agentes privados, los agentes públicos, los agentes locales y la importancia de los procesos ambientales, con mayor énfasis en los procesos hídricos.

El proyecto se dividió en dos zonas que corresponden a los conjuntos norte y sur. Se decidió desarrollar arquitectónicamente éste último con apoyo en el análisis de sitio previamente realizado, del que se destaca su ubicación sobre una avenida económicamente activa. Esta primera etapa tiene como objetivo presentar una propuesta de un modelo de desarrollo que se pueda retomar para el resto del proyecto (THU Chuburná).

5.2 PLANTA GENERAL

La relación entre el contexto y los conjuntos norte y sur se puede apreciar en una planta general que incluye: el proyecto de los dos conjuntos, la intervención urbana en las vías del tren, la peatonalización de la Calle 12 que une ambos conjuntos, el diseño del espacio público al interior de los predios seleccionados y la intervención en parques cercanos como el Parque Colonial Chuburná. Es importante entender que el Transformador Hídrico Urbano no está aislado de su contexto inmediato y que, a su vez, forma parte de un sistema urbano con énfasis en su cercanía al Centro Histórico.

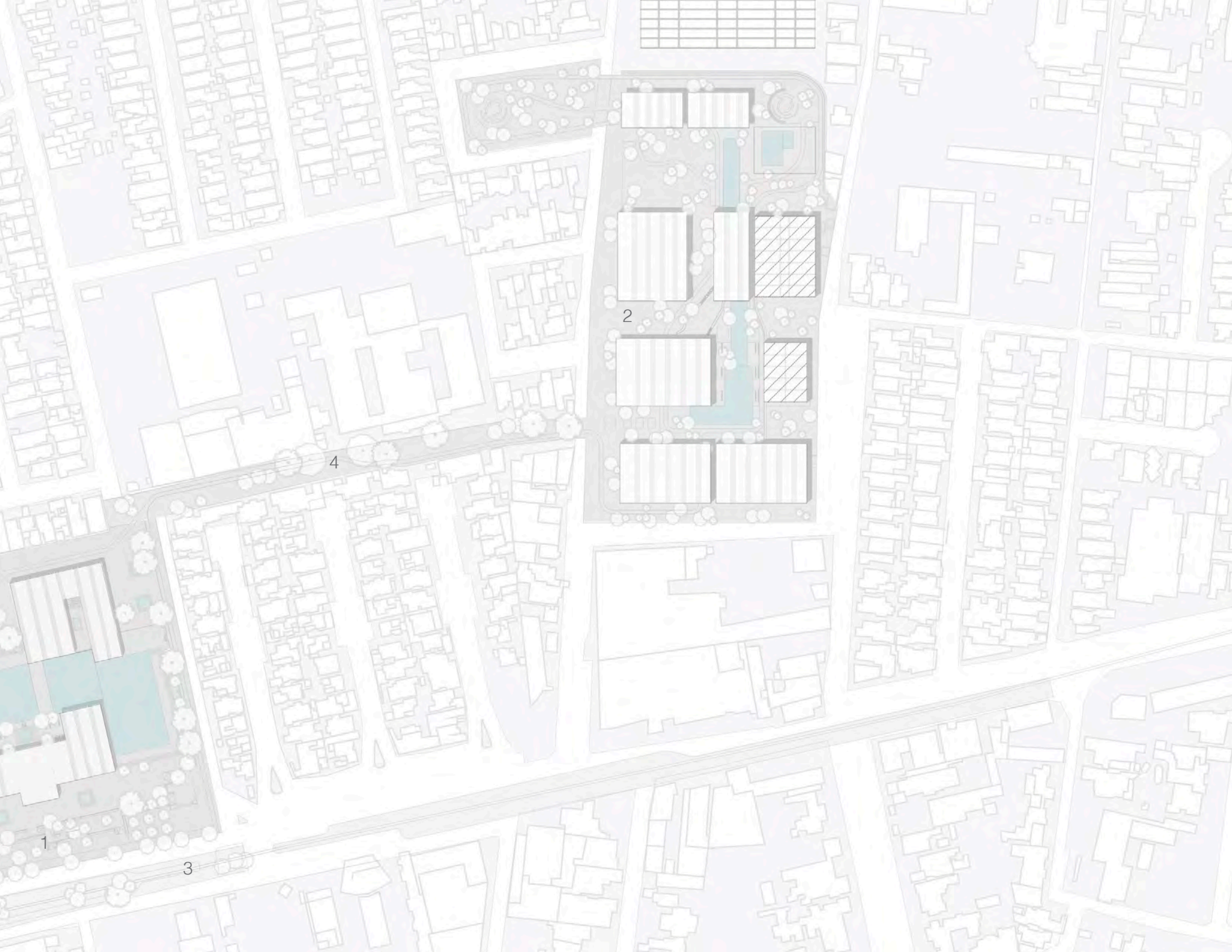
En el enfoque ambiental, estas conexiones también funcionan como infraestructuras a través de jardines pluviales, pavimentos permeables, y sombreado natural con las frondas de árboles. Ambos proyectos proveen además de tratamiento de aguas residuales con una PTAR y tres fases de humedal artificial que son ocupados por el mismo proyecto y las áreas verdes cercanas, además de un huerto urbano al interior del Conjunto Sur que de manera estratégica se encuentra a lado de un mercado gastronómico.

El proyecto en su totalidad es un conjunto de espacios que se aprovechan entre sí y proveen servicios ambientales al barrio.



1. Conjunto sur
2. Conjunto norte
3. Calle 60
4. Calle 12 (Peatonal)





2

4

1

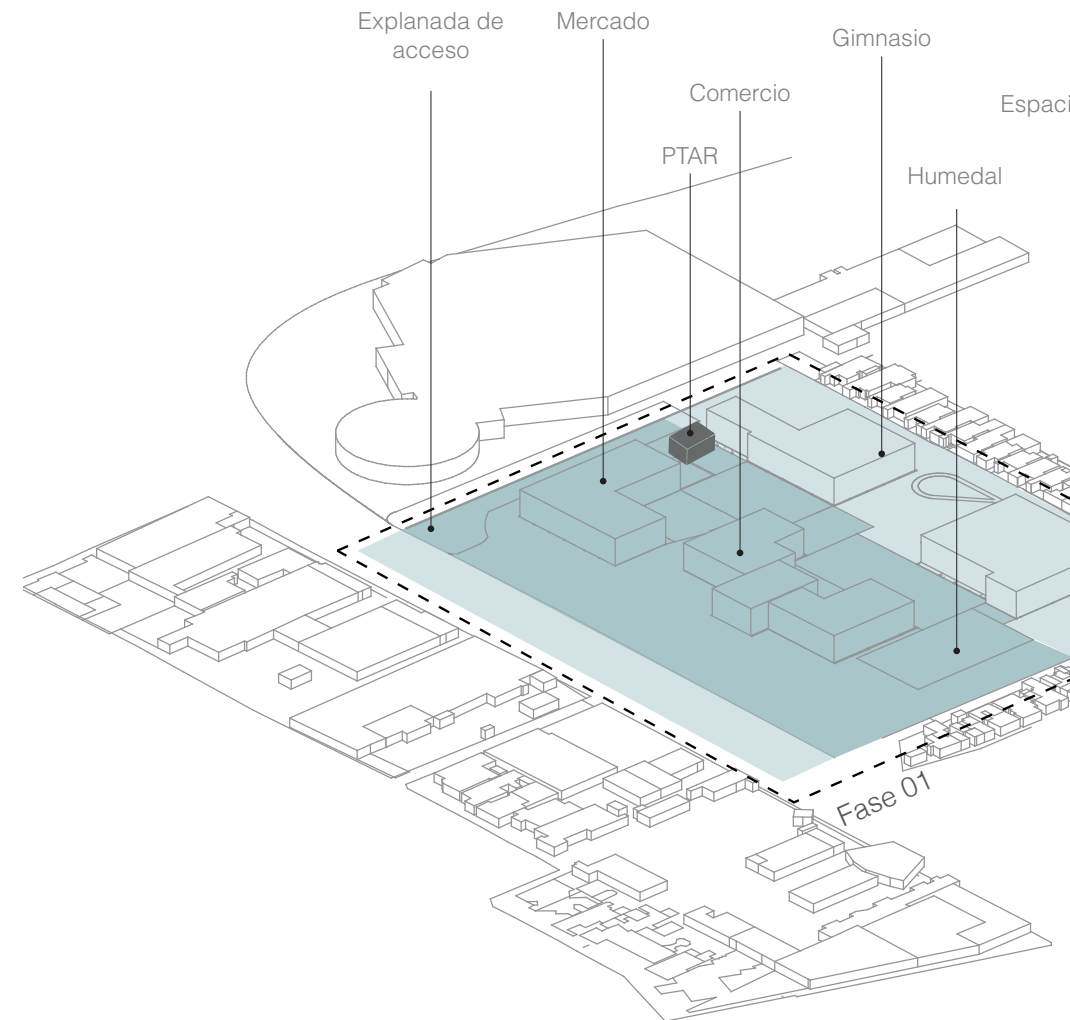
3

5.3 ETAPAS DE DESARROLLO

La primera etapa de desarrollo comprende cerca de la mitad de la superficie intervenida del conjunto sur. El espacio que ocupa la zona de comercio y el mercado corresponde a tres de las seis bodegas que existen actualmente en ese predio, ubicadas frente a la Calle 60. La intervención implementa también toda la infraestructura hídrica necesaria para el tratamiento del agua y los espacios públicos que se encuentran a lado de la avenida principal. Así, el proyecto asegura contar desde un inicio con usos que generen ingresos económicos, intervención en espacios públicos y la infraestructura necesaria para poner en marcha el sistema de procesos hídricos.

En la segunda etapa del conjunto sur se amplía el espacio público intervenido sobre el camellón donde se encuentran las vías del tren, se realiza la peatonalización de la calle 12 y se intervienen las bodegas traseras donde se encuentra el parque, el gimnasio y el centro cultural.

El conjunto sur en su totalidad está diseñado con la finalidad de poder funcionar de forma autónoma, pero se complementa y mejora su funcionamiento al realizarse el conjunto norte, estableciendo una conexión física y consolidando el sistema hídrico a escala barrial.



Comercio
17 locales
14 módulos
5,332.00 m2



Mercado
24 locales
1 huerto urbano
3,571.00 m2



Humedal
subsuperficial
3 fases
4,955.00 m2



Acceso
Circulaciones
Juegos infantiles
7,662.00 m2

io Cultural

Camino peatonal

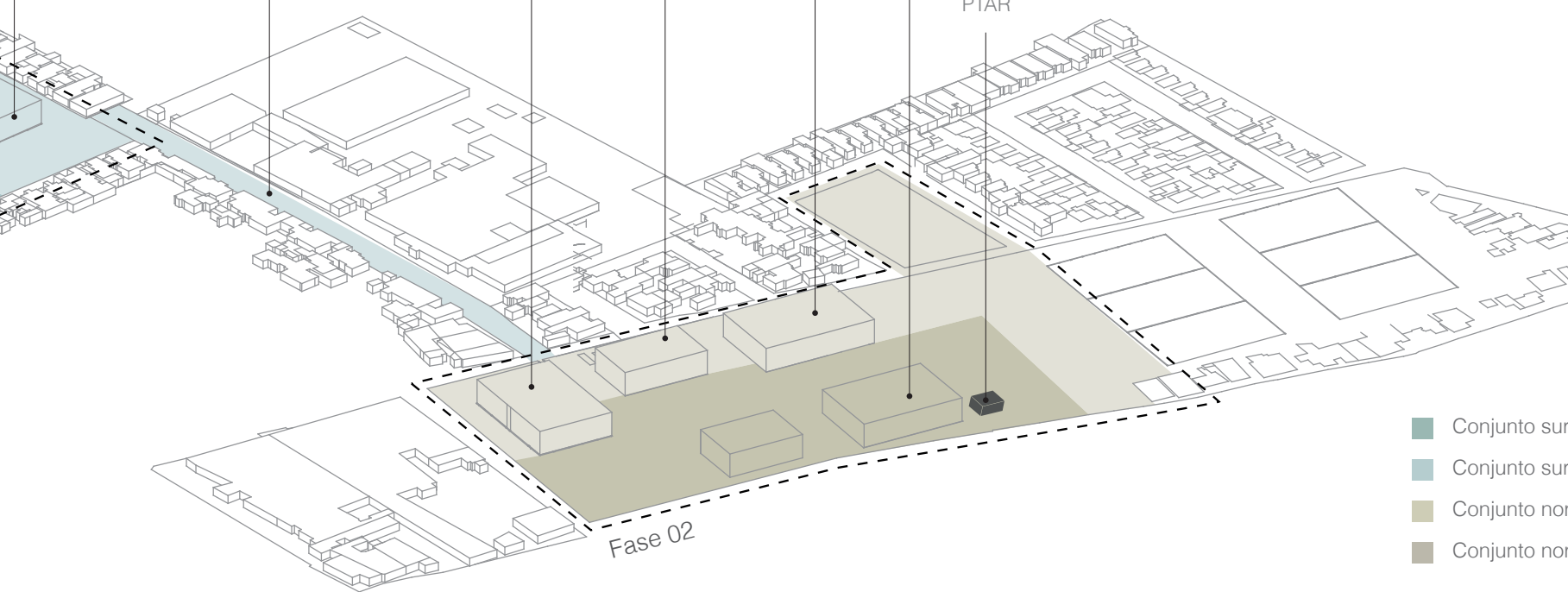
Comercio

Comercio

Librería

Almacenamiento

PTAR



Fase 02

- Conjunto sur etapa 1
- Conjunto sur etapa 2
- Conjunto norte etapa 1
- Conjunto norte etapa 2

5.4 CONJUNTO SUR

5.4.1 Planta arquitectónica

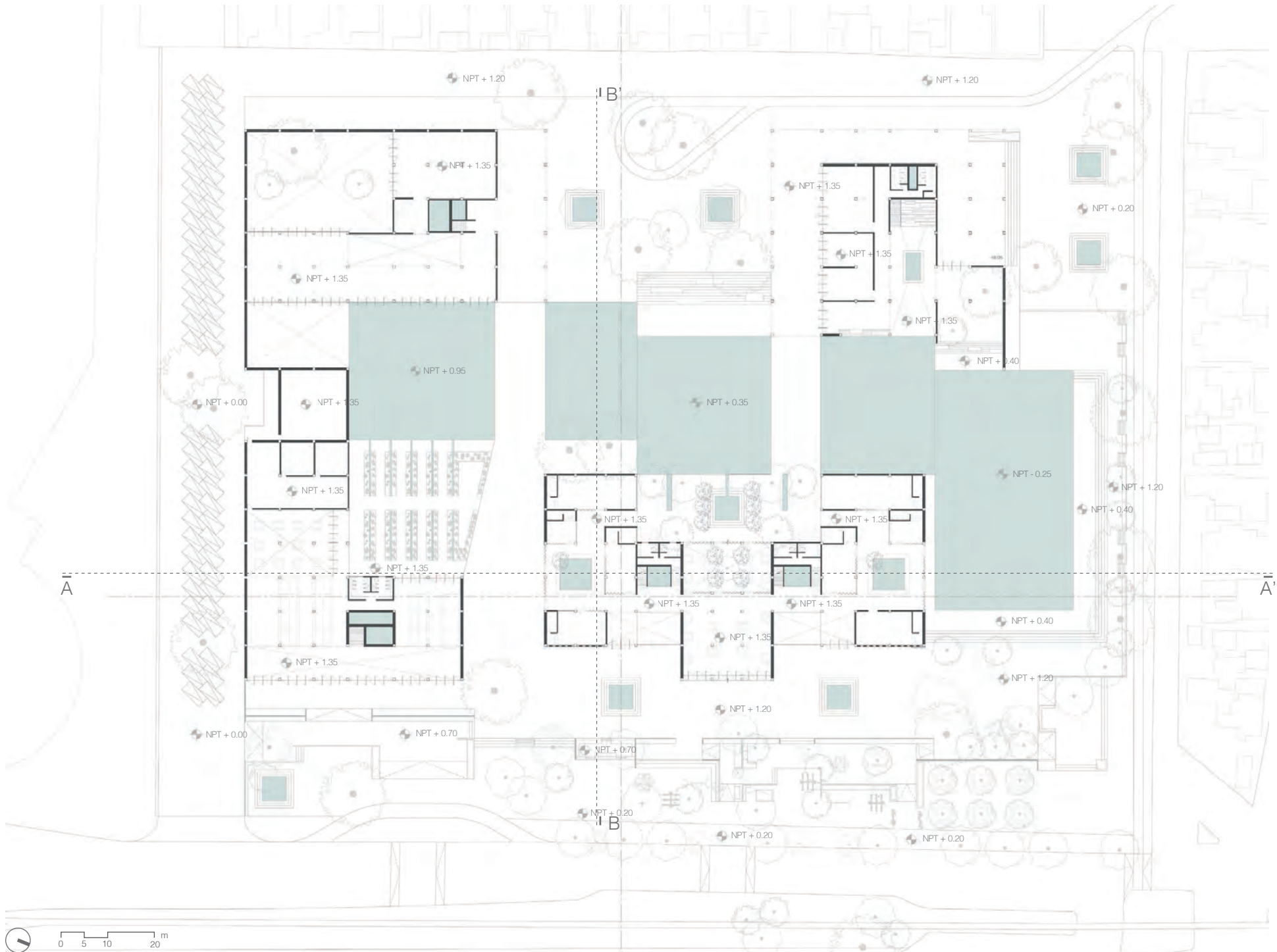


▲ fig. 122 Fases de desarrollo del THU en Chuburná. (P.213).

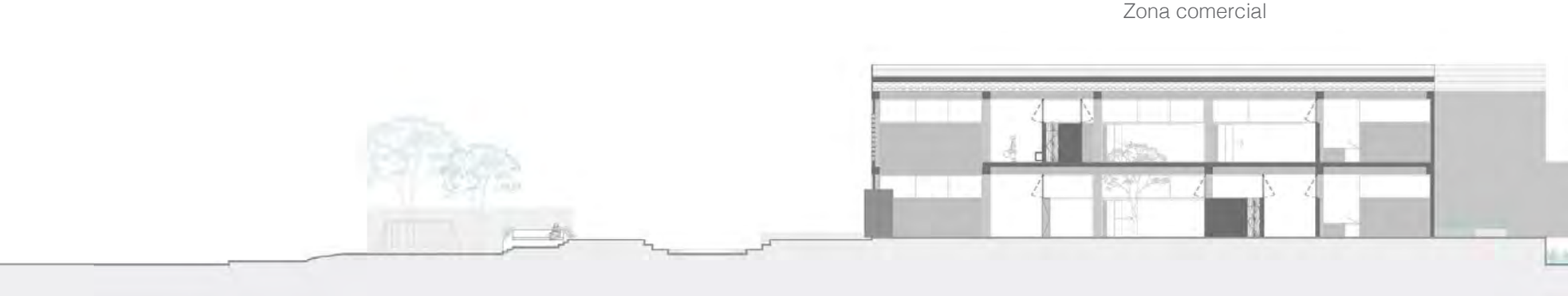
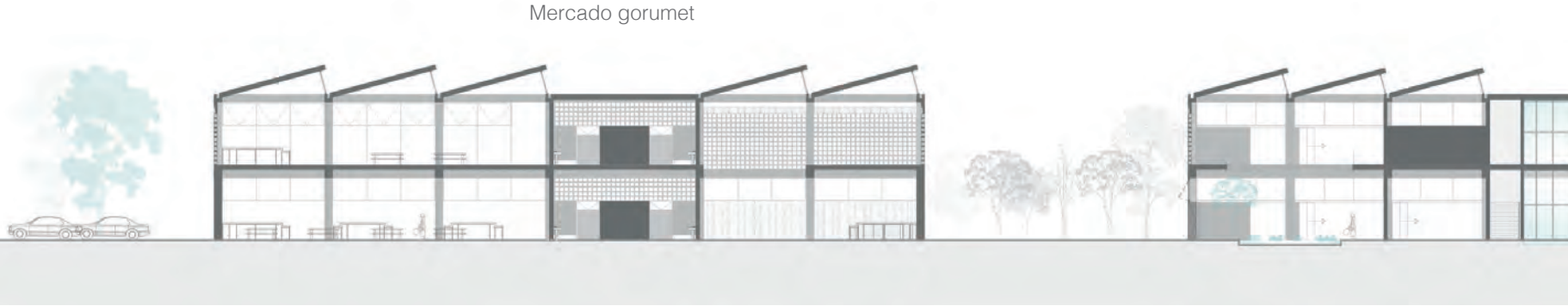
Elaboración propia

◀ fig. 123 Vista de anfiteatro y humedales en conjunto sur.

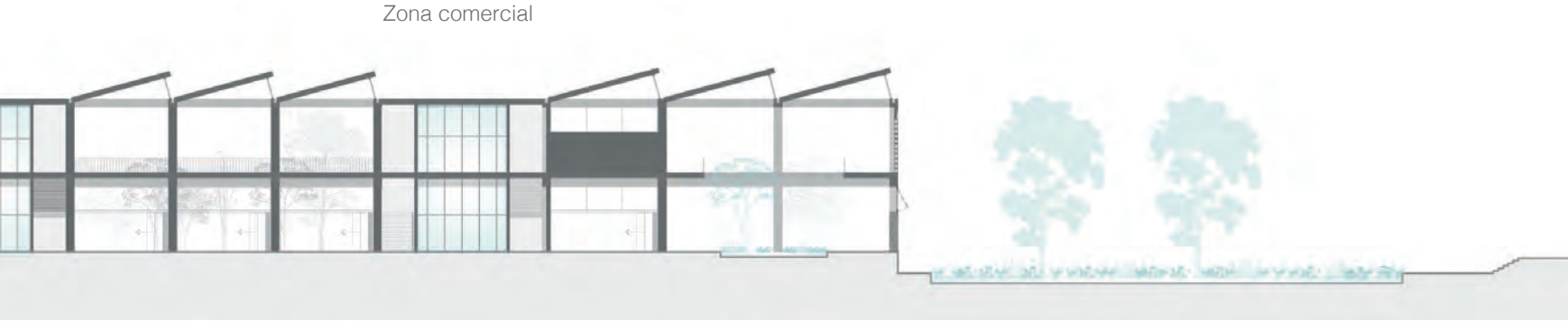
Elaboración propia



5.4.2 Corte arquitectónico



Corte A - A'



Corte B - B'



5.5 ETAPA A

5.5.1 Planta arquitectónica



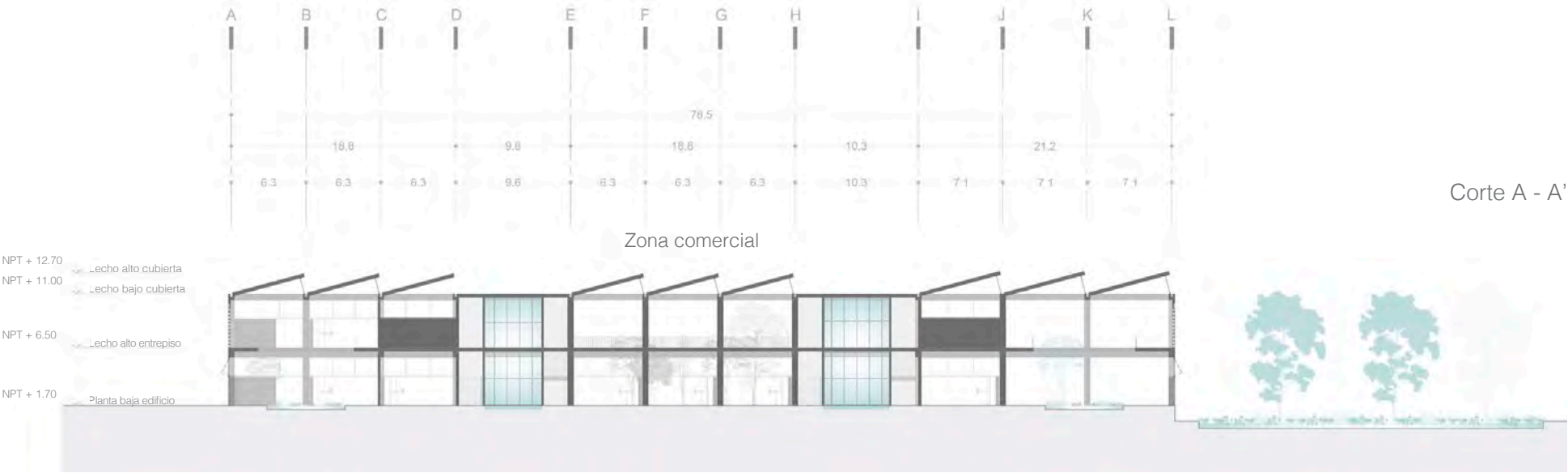
◀ fig. 124 Vista área del conjunto sur.

Elaboración propia



5.5.2 Cortes y fachadas arquitectónicas

Proyecto arquitectónico

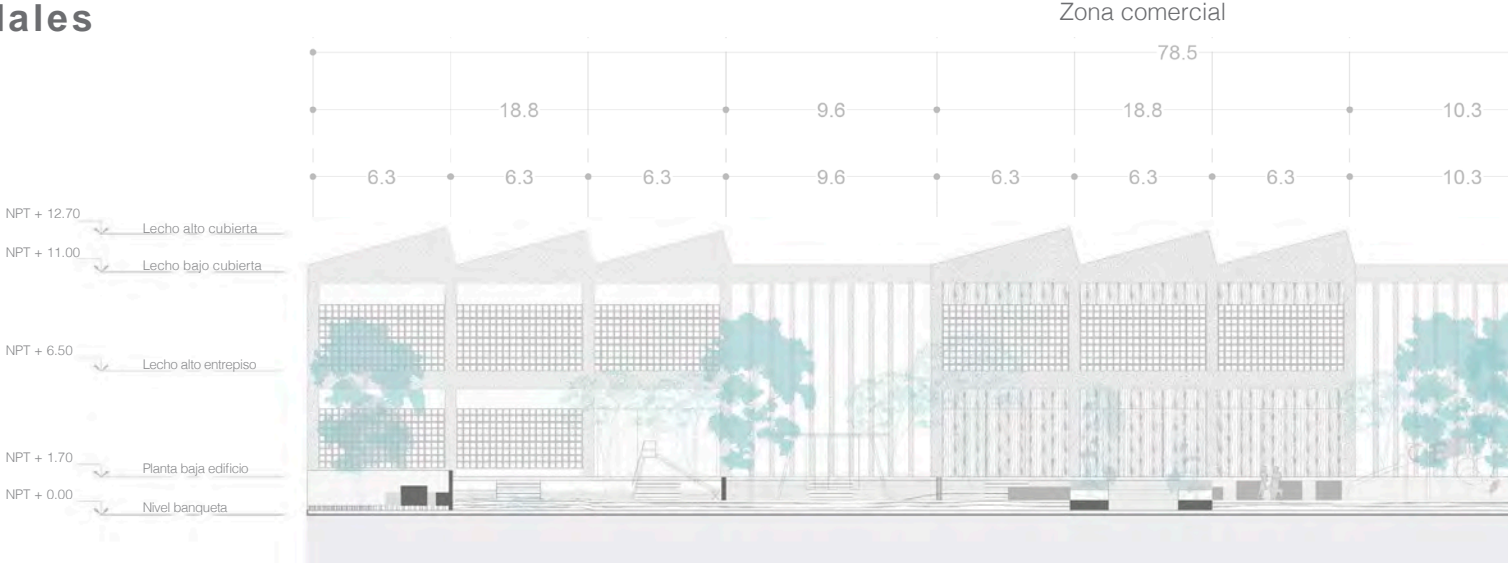


Corte A - A'

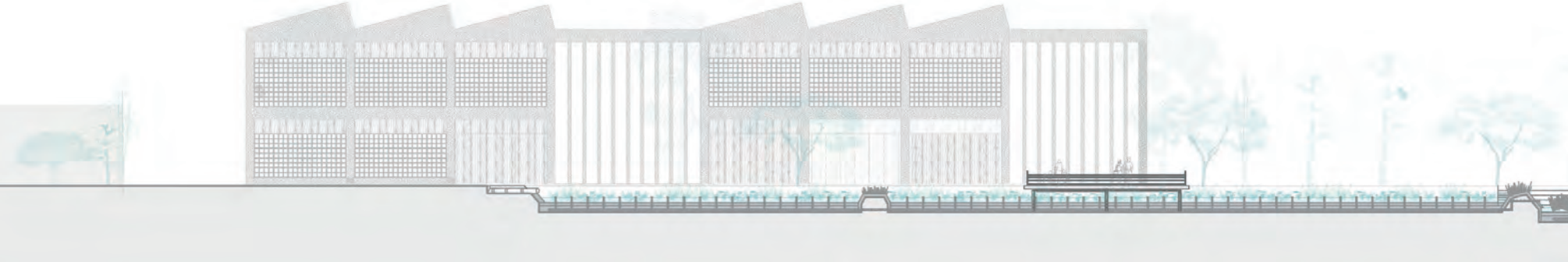


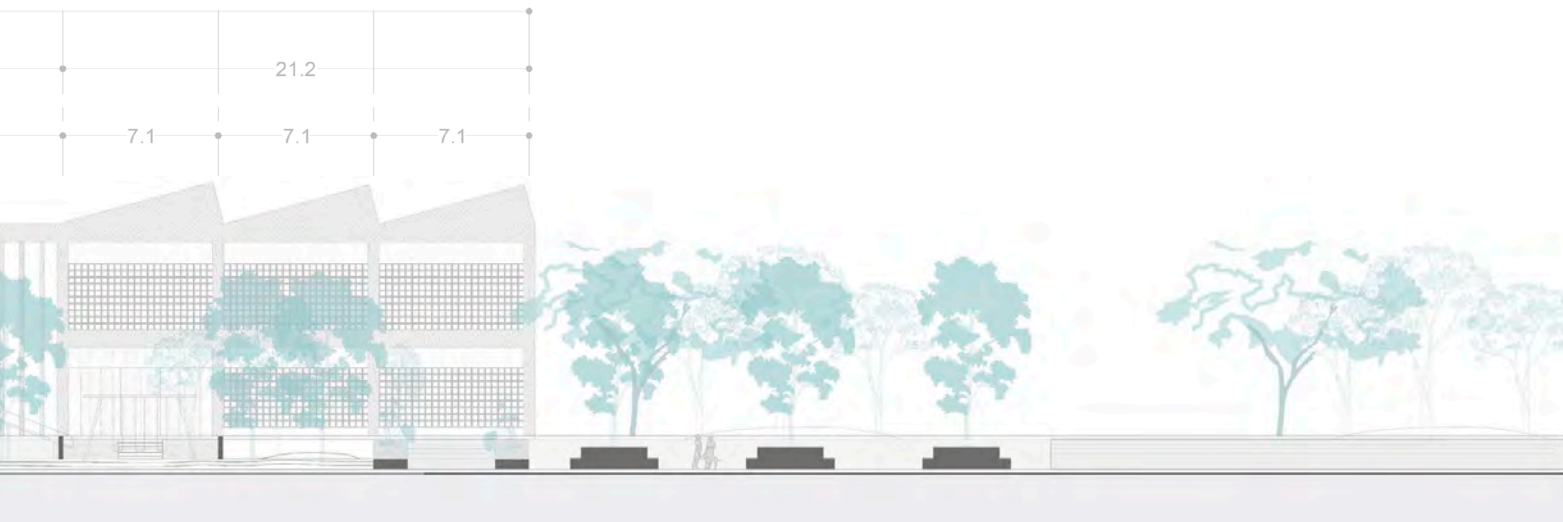
Corte B - B'

5.5.3 Fachadas y humedales

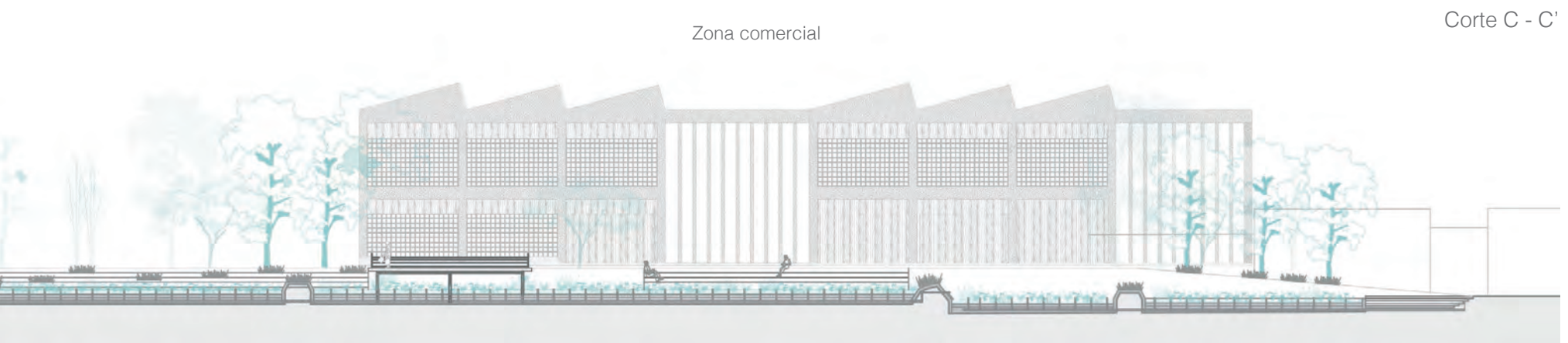


Mercado gourmet





Fachada sur



Zona comercial

Corte C - C'



5.6 CONCLUSIONES

Una de las conclusiones primordiales del desarrollo arquitectónico fue reconocer que la factibilidad de un proyecto a una escala barrial o mayor debe concebirse como un todo para llegar a lograr los objetivos planteados en materia urbana y ambiental.

Al mismo tiempo, es importante entender los componentes esenciales del proyecto, como los humedales, sin las cuales éste perdería sentido y dirección. Es ahí en dónde está la clave para plantear cómo debería de desarrollarse el proyecto y lograr que sea atractivo no sólo por sus beneficios sociales o ambientales sino por los beneficios económicos que puede traer la inversión privada para la zona.

El grado de definición alcanzado en el anteproyecto de la zona comercial nos permite tener un fundamento y análisis de cómo puede continuar el desarrollo del proyecto hasta llegar a un nivel ejecutivo, de esta manera sentamos las bases para que en un futuro sea posible llevar estas ideas a la realidad.



◀ fig. 125 Vista de humedal y huerto en conjunto sur.

Elaboración propia

CONCLUSIONES

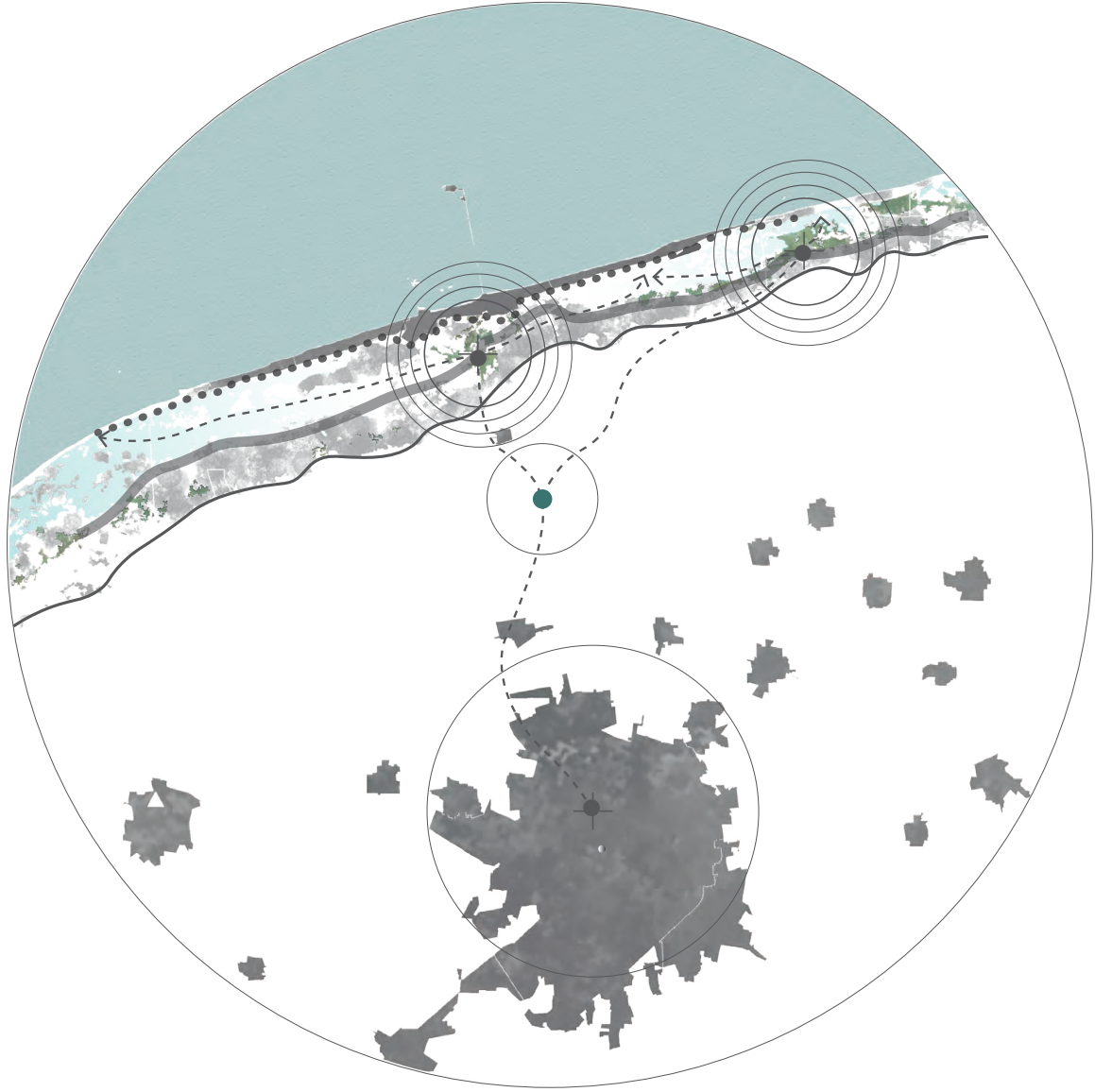
En México como en un amplio número de países existe una tendencia hacia la vida urbana, las ciudades ofrecen múltiples servicios y oportunidades al concentrar servicios y una mayor cantidad y variedad de empleos en comparación con las zonas rurales, dando como resultado que las personas aspiren a vivir en ellas. En este sentido la línea de pensamiento que estudia los patrones de desarrollo urbano nace de la necesidad de contar con ciudades más habitables, inclusivas y coherentes con su entorno físico. El seminario de titulación Intersticios ha realizado una lectura de todos los ámbitos que dan forma a la Mérida que conocemos, nuestro equipo encontró dentro de este análisis que la capital yucateca ha crecido sin tomar en cuenta las circunstancias especiales que definen su condición hídrica, volviéndola vulnerable a problemas de abastecimiento, contaminación, daños ambientales y alteración de los ciclos ecológicos. Una ciudad que no sabe gestionar este recurso está condenada a su desaparición, el agua como un bien esencial para la vida no se ha valorado debidamente durante la evolución de Mérida y hoy en día las consecuencias alcanzan dimensiones cada vez mayores.

El Transformador Hídrico Urbano se define como un dispositivo que incorpora infraestructuras verdes para fomentar una cultura sensible a los procesos ambientales, sobre todo aquellos relacionados con los recursos hídricos. Dicha intervención pone en escena la reciprocidad entre las actividades de la ciudad y el medio ambiente, es un llamado social a cuestionar la forma en que se viven nuestras ciudades y propone alternativas que apuestan por la resiliencia urbana.

Los proyectos urbano-arquitectónicos que consideran conexiones estratégicas en la ciudad tienen la capacidad de inducir efectos positivos a distintas escalas y ser socialmente más inclusivos, puesto que aprovechan las posibilidades que cada zona puede ofrecer y proponen soluciones integrales a los problemas comunes, es así que nuestra propuesta atiende incluso a situaciones aparentemente lejanas como la protección de humedales en la costa de la península.

Trabajar los THU en un sistema de tamaño distrital más específico fortalece el vínculo entre la experiencia de un sitio y la forma en que se vive la ciudad; bajo la premisa de hacer visible la importancia de los acuíferos como fuente principal de agua y su problemática en torno a la contaminación decidimos que el discurso del proyecto atendería a esta situación con un modelo de desarrollo público-privado fundamentado en soluciones sustentables. La interacción entre el proyecto arquitectónico y las infraestructuras verdes es la esencia de nuestra idea de una nueva "urbanidad" para Mérida, una que entiende que en el uso y protección adecuado de la naturaleza existen nuevas oportunidades y que no la reduce solamente a un ornamento como ocurre con frecuencia. El mensaje detrás del transformador hídrico es contundente: Ya no se puede pensar en ciudades que no consideren el paisaje natural como un elemento intrínseco, la simbiosis entre lo natural y lo artificial es una cualidad innata de las ciudades.

Actualmente las actividades profesionales tienden a la especialización de labores, lo que poco a poco ha

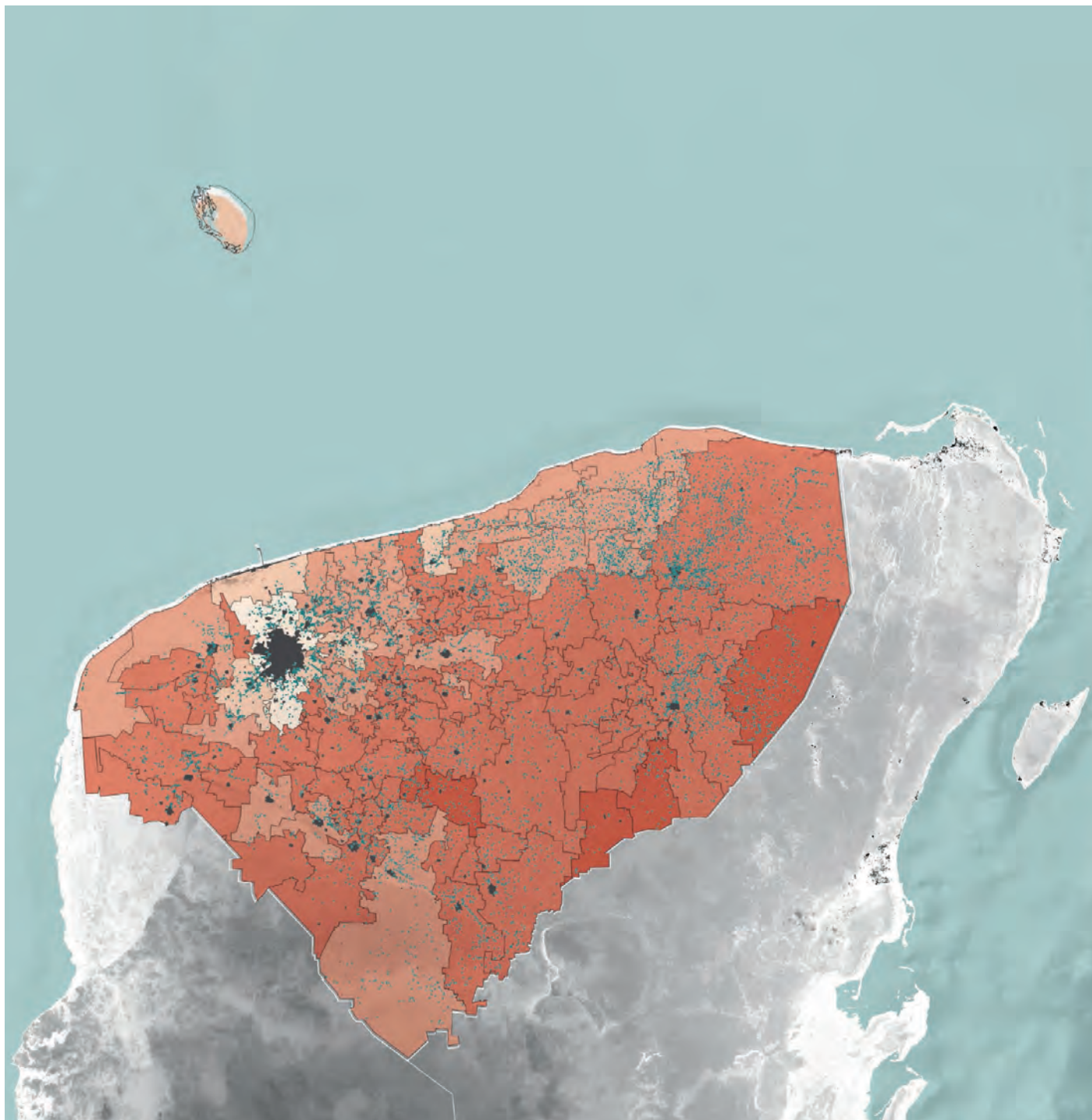


ANEXOS

Este capítulo tiene por objetivo mostrar e incluir como parte de la investigación algunos de los mapas que se elaboraron como trabajo grupal en el seminario Intersticios, tanto en la escala estatal como en la municipal, ya que éstos, aunque no formen parte directamente de nuestra investigación, nos ayudaron a tener una mejor comprensión de las condiciones de Mérida y en específico sobre Yucatán. Es importante mencionar que éstos mapas, de igual manera que los presentados en el capítulo 2 y 3, fueron creados con programa de Sistema de Información Geográfica (SIG), mediante el uso de bases de datos consultados en el INEGI, CONABIO, SEDUMA y la plataforma en línea del Gobierno de Yucatán, posteriormente la información obtenida fue editada para su mejor comprensión gráfica.

Por otro lado, incluimos también los gráficos y datos proporcionados por el Laboratorio de Entornos Sostenibles (LES) de la UNAM, a cargo de la Mtra. Adriana Lira, ya que en ellos encontramos información precisa sobre las características bioclimáticas de Mérida con los que trabajar el diseño del proyecto, especialmente en las fachadas y las cubiertas para lograr un diseño ambientalmente sostenible y agradable de habitar.

Niveles de marginación en Yucatán



Grados de marginación

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- Mancha urbana
- Localidades rurales

Fuentes de mapa:

- INEGI. (2018, febrero). MARCO GEOESTADÍSTICO. Recuperado 24 octubre, 2018, de [http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc.8894635266368\(fbclid=1wAR1UCmxTF-D6K5AkPvLS9IPH_scSmit-ItAU103so1a-qa0UJu-bX6Ab-VTOIXo](http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc.8894635266368(fbclid=1wAR1UCmxTF-D6K5AkPvLS9IPH_scSmit-ItAU103so1a-qa0UJu-bX6Ab-VTOIXo)

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013, 26 junio). Censo de Población y Vivienda 2010 [Conjunto de datos shapefile (.shp) `Sistema para la consulta de información censal (SCINCE Versión 05/2012)1 Recuperado 24 octubre, 2018, de <http://www.inegi.org.mx/est/scince/scince2010.aspx>



Análisis de riesgos

Superficie afectada por incendios forestales

- 271-601 m²
- 602-1505 m²

Índice por peligro de sustancias inflamables

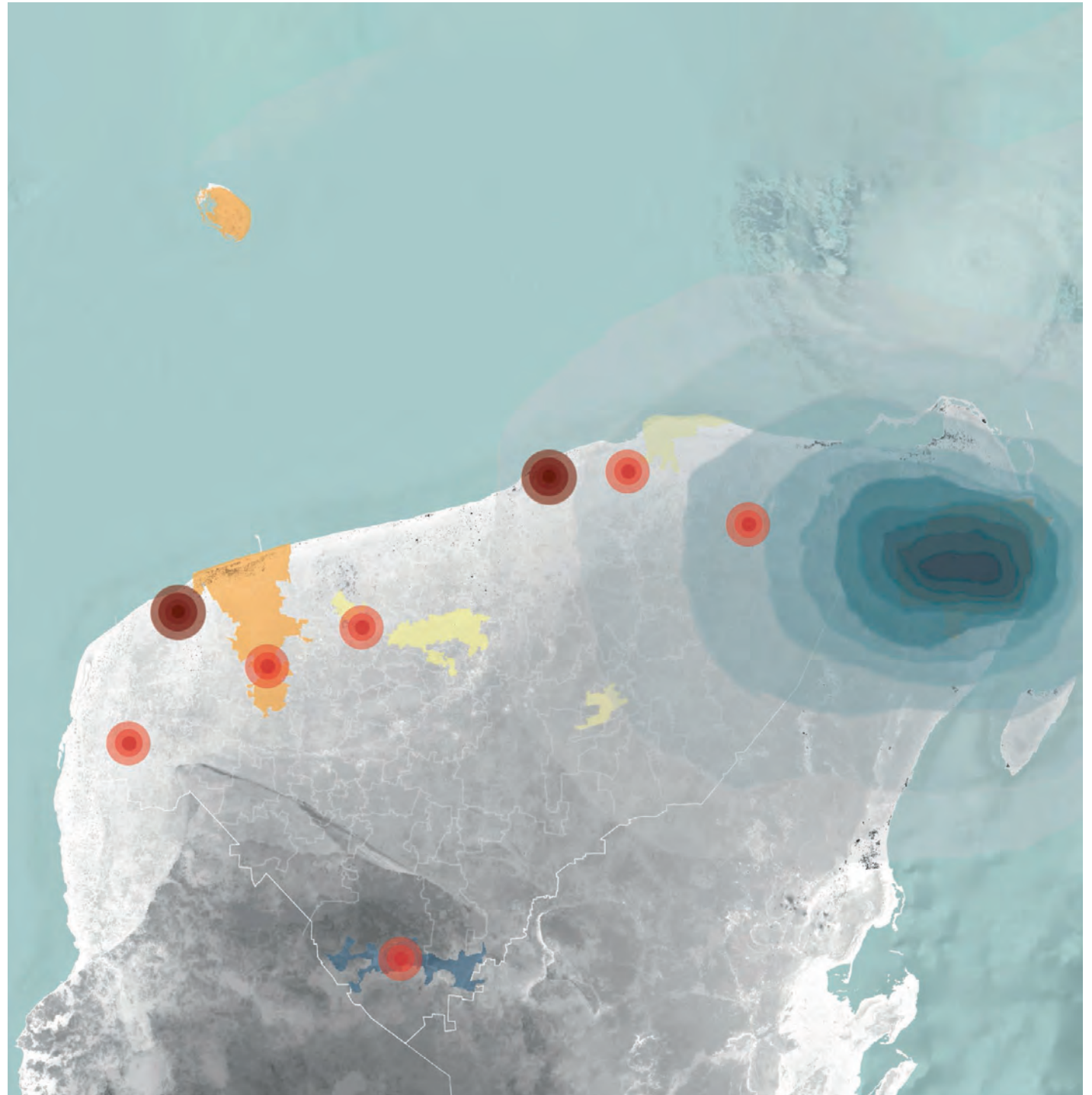
- 0.020 - 0.100
- 0.101 - 0.500

Probabilidad de ocurrencia de huracanes H3

- 0.021 - 0.100
- 0.101 - 0.140
- 0.141 - 0.220
- 0.221 - 0.300

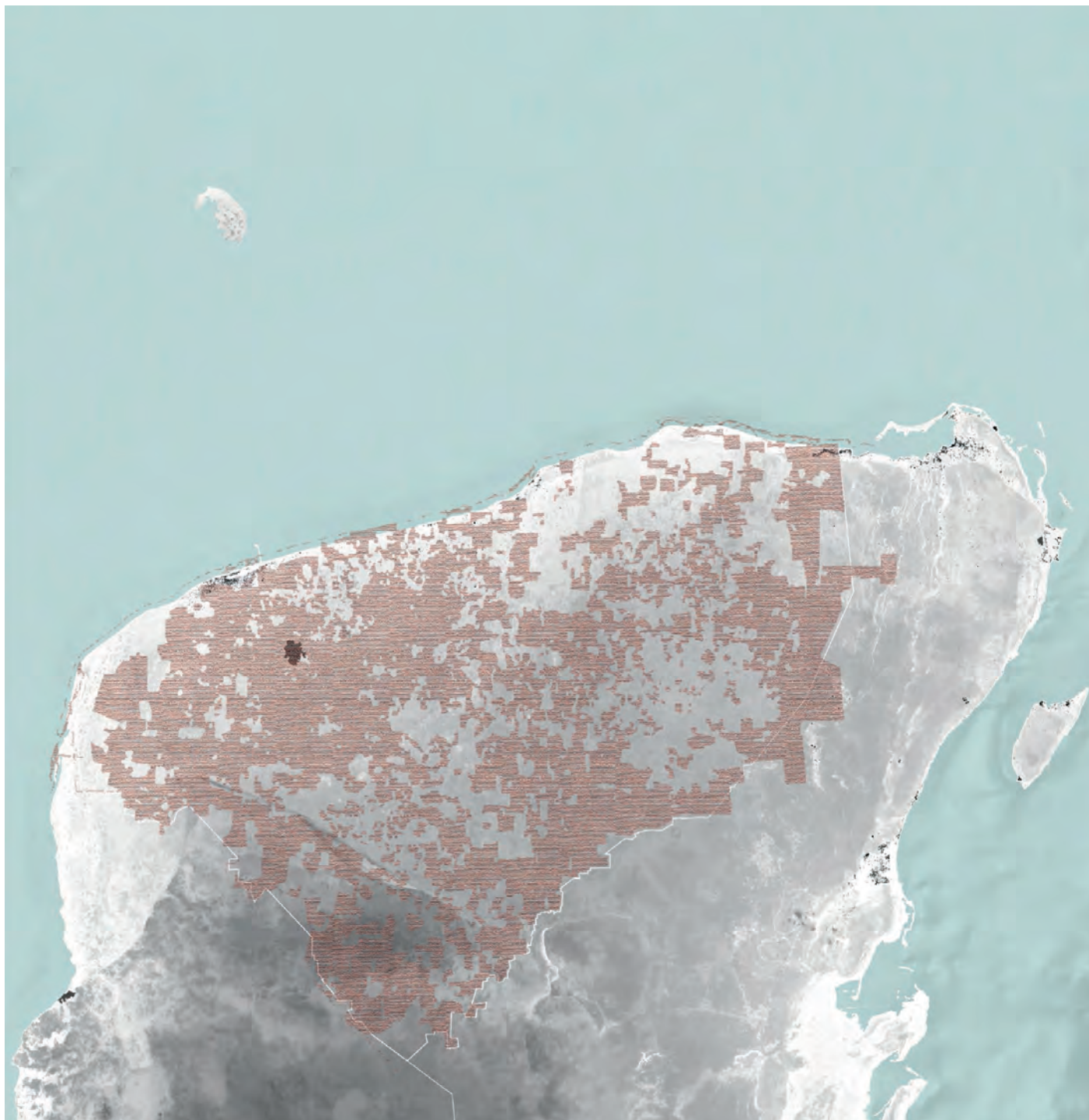
Fuente de mapa:

- INEGI. (2017b). Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2017. Recuperado 25 octubre, 2018, de http://internet.contenidosinegi.org.m/contenidos/Productos/prod_seMcontenidosiesPanolibvinegi_productosinueva_estrucianuarios_2017/7028250951



Ejidos y mancha urbana en 1997

- Mancha urbana
- Territorio ejidal 1990



Fuentes de mapa:

- Amarella Eastmond, Ana García de Fuentes, S. E. M. A. R. N. A. T. (2007). Impacto de los sistemas agropecuarios sobre Datos geográficos y perimetrales de los núcleos certificados agrarios, por estado - Perimetrales núcleos agrarios Entidad Federativa Yucatán - datos.gob.mx/busca. (s.t.-b). Recuperado el 29 de septiembre de 2018, de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-perimetrales-de-los-nucleos-agrarios-certificados-por-estado/resource/e4915568-32dd-4c62-8217-15edb16aa3ed>

- INEGI. 2016. Manchas urbanas y rurales, 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México



0 10 20 40 60 80 km

Ejidos y mancha urbana 2016

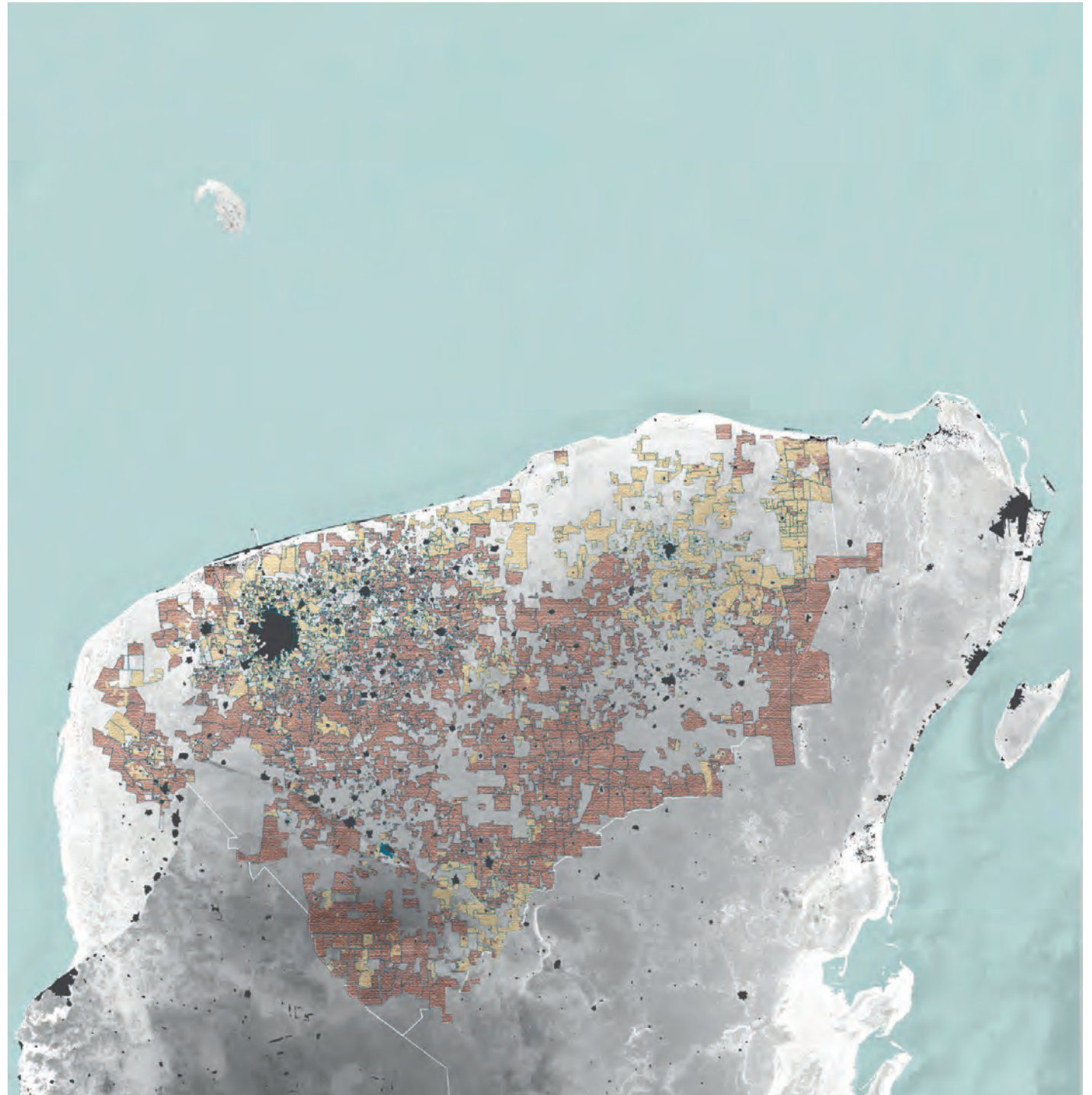
- Mancha urbana
- Área de uso común
- Área parcelada
- División ejidal

Fuentes de mapa:

- Amarella Eastmond, Ana García de Fuentes, S. E. M. A. R. N. A. T. (2007). Impacto de los sistemas agropecuarios sobre Datos geográficos y perimetrales de los núcleos certificados agrarios, por estado - Perimetrales núcleos agrarios Entidad Federativa Yucatán - datos. gob.mx/busca. (s.t.-b). Recuperado el 29 de septiembre de 2018, de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-perimetrales-de-los-nucleos-agrarios-certificados-por-estado/resource/e4915568-32dd-4c62-8217-15edb16aa3ed>

- INEGI. 2016. Manchas urbanas y rurales, 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México

0 10 20 40 60 80 km



Turismo y patrimonio arqueológico en la Península de Yucatán












- Vestigio arqueológico
- Zona Arqueológica declarada por el INAH
- Ruta turística Gran Península Maya
- Ruta turística arqueológica PUUC
- Más de 2 millones de visitas
- Más de 200,000 visitas
- Más de 50,000 visitas
- Menos de 2000 visitas
- Carretera principal
- Carretera secundaria

Fuentes de mapa:

- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (2018, 5 septiembre). Red de Zonas Arqueológicas del INAH. Recuperado 27 octubre, 2018, de <http://www.inah.gob.mx/-/2015-06-12-00-10-09/catalogo>
- José de Calasanz Ligorred Perramón. octubre 2013). La gestión de los sitios arqueológicos en las áreas urbanas del estado de Yucatán. México (Tesis de doctorado en Gestión de la Cultura y el Patrimonio).
- Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH. (2018, julio). Sistema Institucional, Estadística de Visitantes. Recuperado 30 octubre, 2018, de [https://www.estadisticas.in-ah.gob.mx//Gobierno del estado de Yucatán, Yucatán Travel](https://www.estadisticas.in-ah.gob.mx//Gobierno%20del%20estado%20de%20Yucat%C3%A1n,%20Yucat%C3%A1n%20Travel)
- SEFOTUR. Mapa de rutas turísticas: Destinos turísticos de naturaleza, 2017. Recuperado de: <http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/gener-al/de5e91693e8244d10c2899fc0eeb68df.pdf>

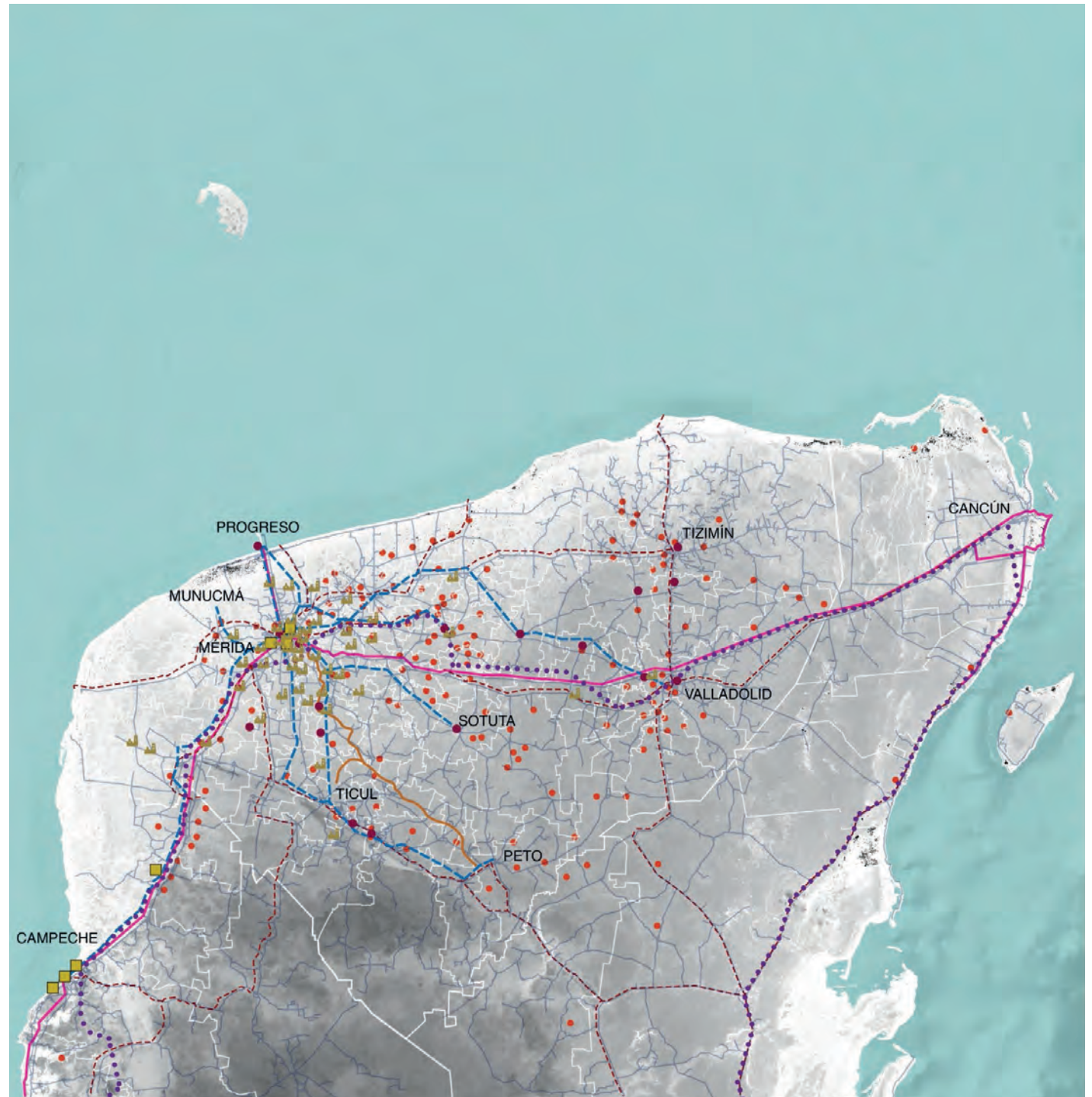


Turismo y patrimonio colonial y de siglos XVIII, XIX Y XX

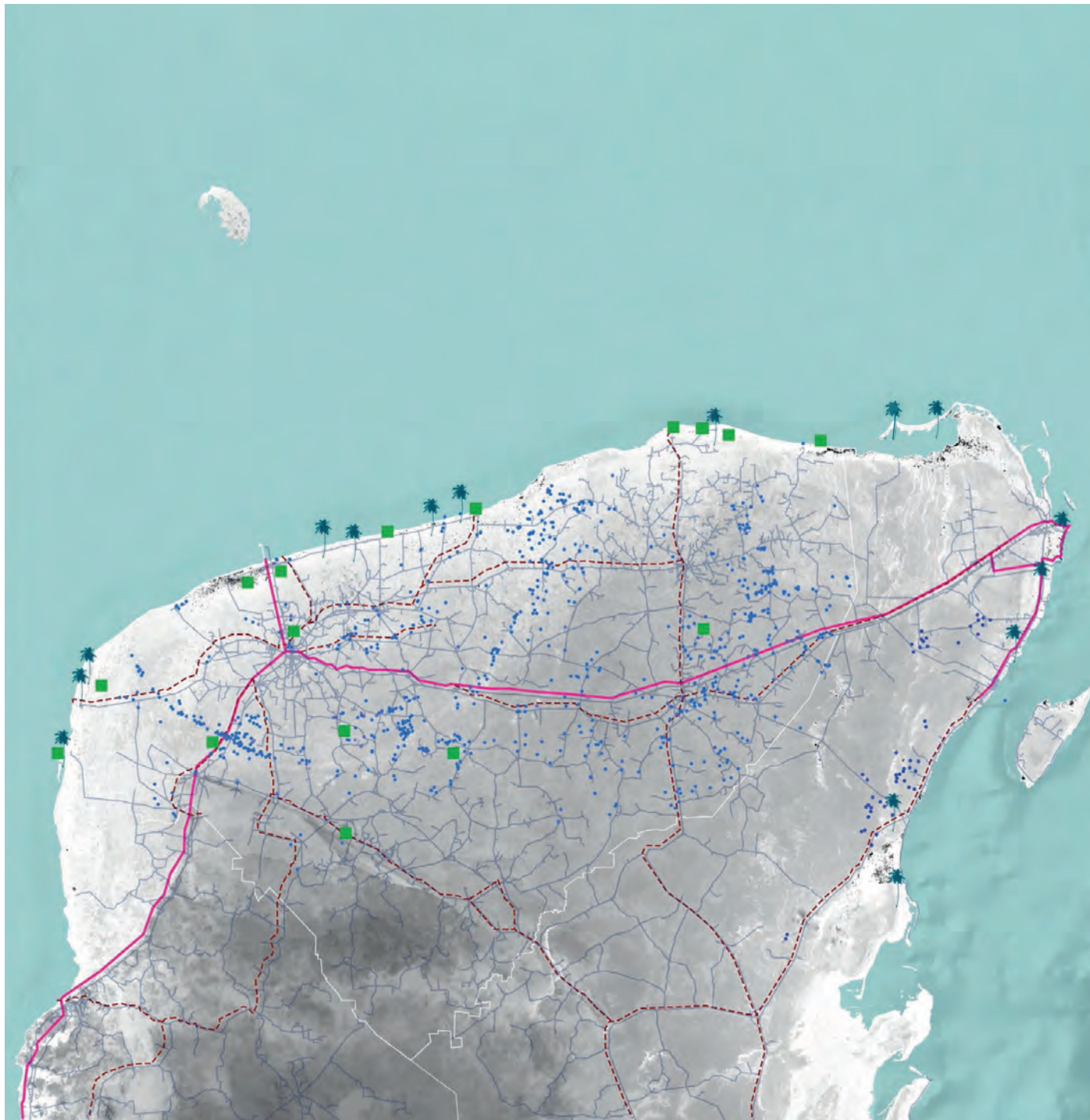
-  Ex-hacienda henequenera
-  Rutas ferroviarias 1910
-  Patrimonio ferrocarrilero declarado por INAH
-  Propuesta de ruta de Tren Maya
-  Museo S. XVIII, XIX, XX INAH
-  Arquitectura colonial (ex conventos franciscanos)
-  Carretera principal
-  Carretera secundaria
-  Carretera terciaria

Fuentes de mapa:

- Gobierno del estado de Yucatán. Yucatán Travel
- Gobierno Estatal 2018-2024. Yucatán (s.f.) Municipios de Yucatán Recuperado 30 octubre, 2018. de <http://www.yucatan.gob.mx/estado/municipios.php>
- Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (Sección Cartografía y Dibujo) (1910) Carta de los Ferrocarriles de la
- Península de Yucatán Recuperado 30 octubre, 2018. de <https://amedioteca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/mapa:319>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH (2018, julio) Sistema Institucional, Estadística de Visitantes Recuperado 30 octubre, 2018 de <https://www.estadisticas.inah.gob.mx/>
- Red Nacional de Información Cultural. SIC México (2010, 11 octubre) Patrimonio Ferrocarrilero Recuperado 30 octubre, 2018. de [http://www.yucatan.travel/turismo-denaturaleza/ecoturismo](http://sic.gob.mx/Inf-cna/PHP?table=finne&table_id=149&tblcol=ARitVpny71KM1YVCSKt5TDnTBYVwS3P01,111y-V5zV8W0EIEKw8ABmht477 Yucatan Travel, Secretaría de Fomento Turístico (s.f.) Ecoturismo Recuperado 30 octubre, 2018. de <a href=)
- Gloria Espinoza Espindola. Universidad de Granada. Cuadernos de Arquitectura Virreinal. Facultad de Arquitectura, UNAM. (s.f.) Aplicación del análisis cluster a los complejos conventuales franciscanos en Yucatán (S XVI) Recuperado 28 octubre, 2018. de http://arquitectura.unam.mx/up-loads/8/1/1/Q8110907/cuaderno_14.pdf
- Yucatán Travel (s.f.) Mapa de la Ruta de los Conventos Recuperado 30 octubre, 2018. de <https://www.yucatan.com.mx/ruta-de-los-conventos/mapa-de-la-ruta-de-los-conventos.php>



Patrimonio natural y turismo en la Península de Yucatán



- Cenote
- 🌴 Costas turísticas
- Ecoturismo
- Carretera principal
- - - Carretera secundaria
- Carretera terciaria

Fuentes de mapa:

- Bitácora de ordenamiento, Yucatán Gobierno del estado de Yucatán, Yucatán Travel SEFOTUR, Mapa de rutas turísticas: Destinos turísticos de naturaleza, 2017. Recuperado de: <http://w-ww.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/de5e9169ae8244d10c2899f-c0eeb68dtpdf>

- Yucatan Travel, Secretaría de Fomento Turístico. (s.f.). Ecoturismo. Recuperado 30 octubre, 2018, de <http://www.yucatan.travel/turismodenaturaleza/ecoturismo>



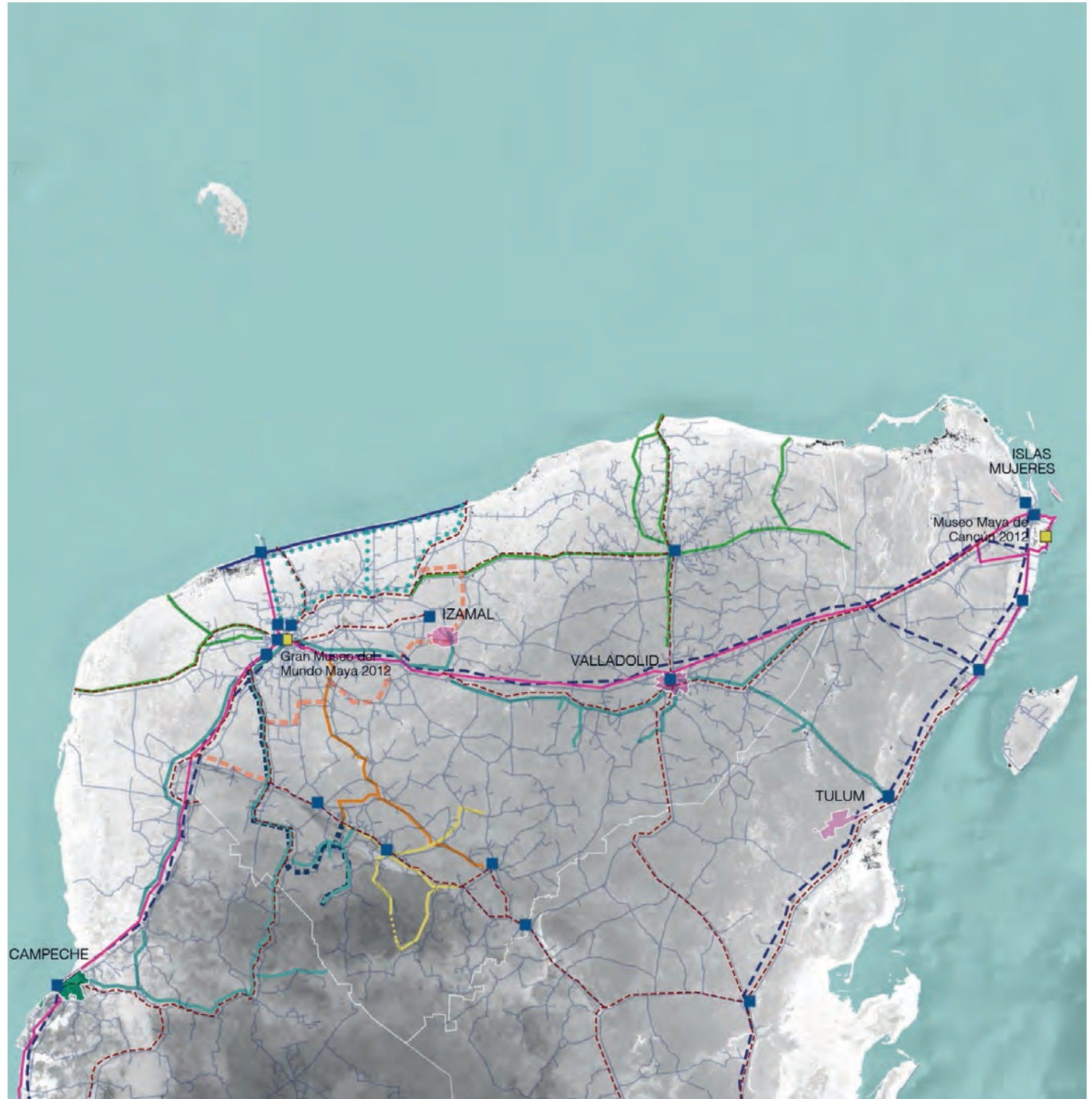
0 10 20 40 60 80 km

Rutas turísticas de la península de Yucatán

- Ruta turística de la cultura
- Ruta turística Flamingos
- Ruta turística Costa Esmeralda
- - Ruta turística PUUC
- ⋯ Ruta turística aventura en manglar
- - - Ruta turística del Anillo de Cenotes
- - - Ruta turística Gran Península Maya
- Ruta turística arqueológica
- Ruta turística Sur extremo
- Pueblo mágico
- Ciudad patrimonio por la UNESCO
- Museo Contemporáneo
- Carretera principal
- - - Carretera secundaria
- Carretera terciaria

Fuentes de mapa:

- SEFOTUR, Mapa de rutas turísticas: Destinos turísticos de naturaleza, 2017. Recuperado de: <http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/de5e9169ae8244d10c2899fcGeeb68df.pdf>
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (2006, 19 diciembre). Aeropuertos. Recuperado 24 octubre, 2018, de <http://bitacoracordeamiento.yucatan.gob.mx/documentos/detalles.php?dArchivo=407>
- Auto Progreso. (s.f.). Bus Station. Recuperado 29 octubre, 2018, de <https://autoprogreso.square-space.com/location/>
- Travel Yucatán. Bus Station Locations
- Secretaría de Fomento Turístico, SEFOTUR 6. Gran Península Maya. (s.f.). Acerca de Gran Península Maya. Recuperado 30 octubre, 2018, de http://www.granpeninsulamaya.com/acercaDe/acerca_de_gran_peninsula_maya/
- Gobierno del estado de Yucatán, Yucatán Travel
- Gobierno Estatal 2018-2024, Yucatán (s.f.) Municipios de Yucatán Recuperado 30 octubre, 2018, de <http://www.yucatan.gob.mx/estado/municipios.php>
- Pueblos de México Mágicos (s.f.). 111 Pueblos Mágicos de México Recuperado 30 octubre, 2018, de <http://www.pueblosmexico.com.mx>
- Ciudades Patrimonio Mundial, UNESCO. (Declarado en 1999) Campeche, sus fuertes y baluartes componen el atractivo principal de este magnífico lugar. Recuperado 30 octubre, 2018, de <http://ciudadespatrimonio.mx/campeche/>



Ganadería porcina y bovina

Porcentaje de concentración ganadera por municipio

- 64% concentración de ganadería bovina
- 11% concentración de ganadería bovina
- 52% concentración de ganadería porcina
- 28% concentración de ganadería porcina
- Concentración de ganadería bovina y porcina en 64% y 52% respectivamente.



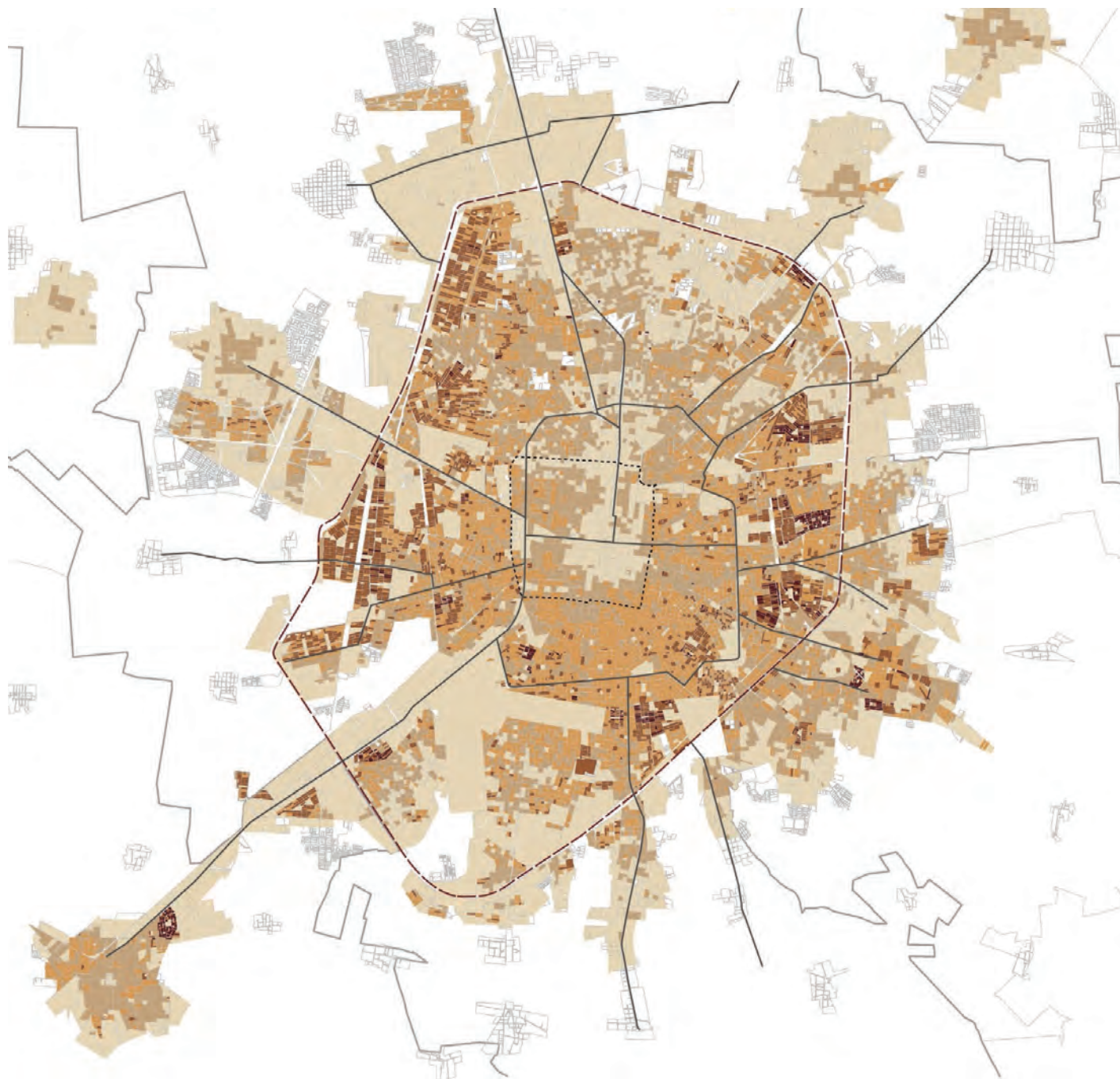
Fuente de mapa:

- Amarella Eastmond, Ana García de Fuentes, SEMARNAT. (2007). Impacto de los sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad Recuperado de http://tillpl/wwwsedu-ria.yucalan.gob.mx/Piorlivernidad.yucalart/O2ParteI_FI_Estado/Capitulo2/03Actividades_productivas/161r-mpacto_sistemas_agropecuarios.pdf



0 10 20 40 60 80 km

Densidad de población



Densidad de población por (hab/ha2)

- 0 - 25
- 26 - 70
- 71 - 130
- 131 - 220
- 221 - 260
- - - anillo periférico

Fuente de mapa:

- INEGI. (2013). Censo de Población y Vivienda 2010 (Versión 06/2013). Recuperado de <http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html> CONAPO. (2010b). Población, superficie y densidad urbana en zonas metropolitanas. Recuperado de <http://www.conapo.gob.mx/es/CO>

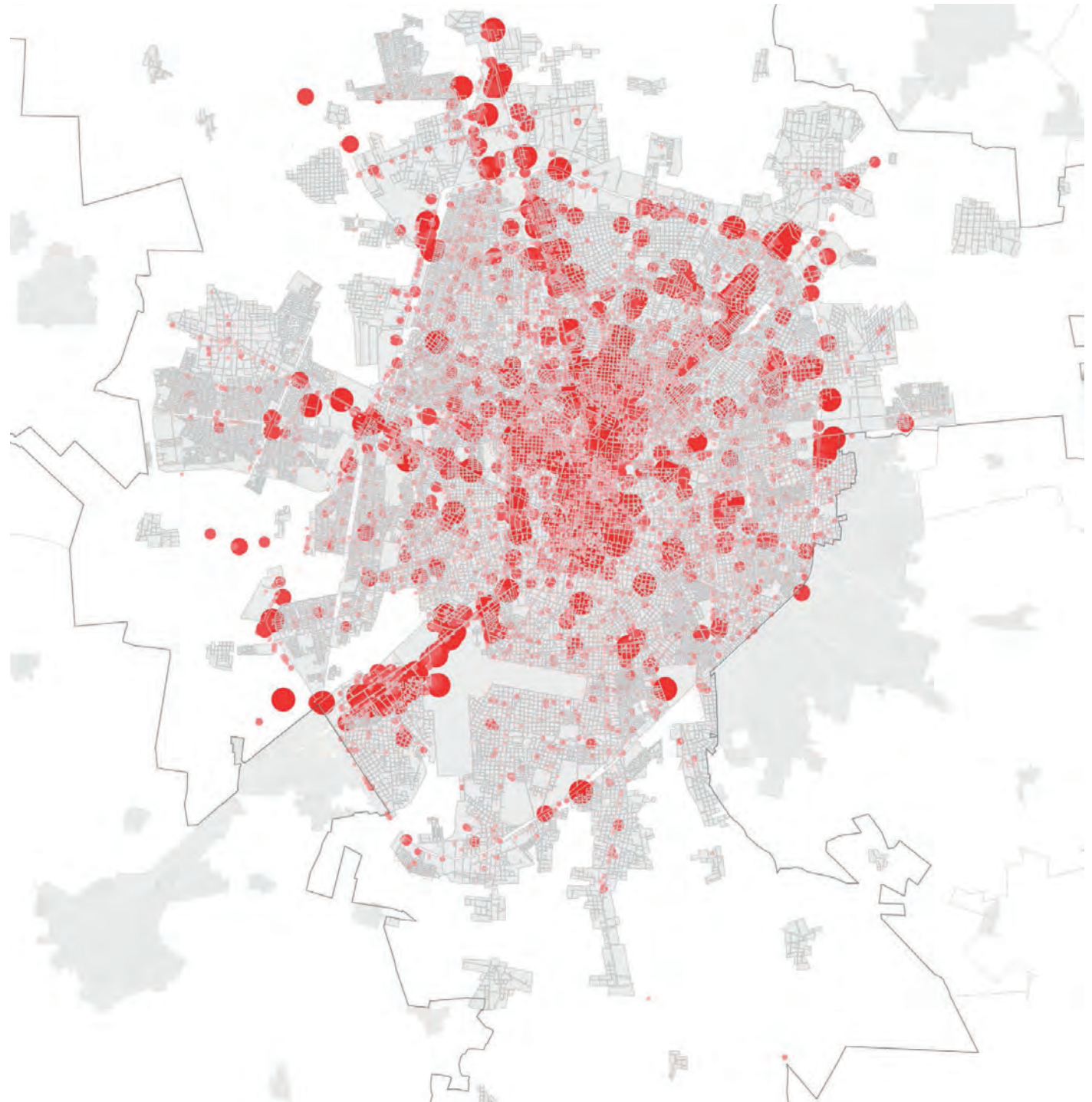


0 1.25 2.5 5 km

Concentración de empleos

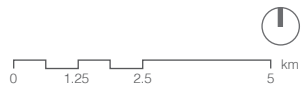
Número de empleados por unidad económica

- 6 - 10
- 11 - 30
- 31 - 50
- 51 - 100
- 101 - 250

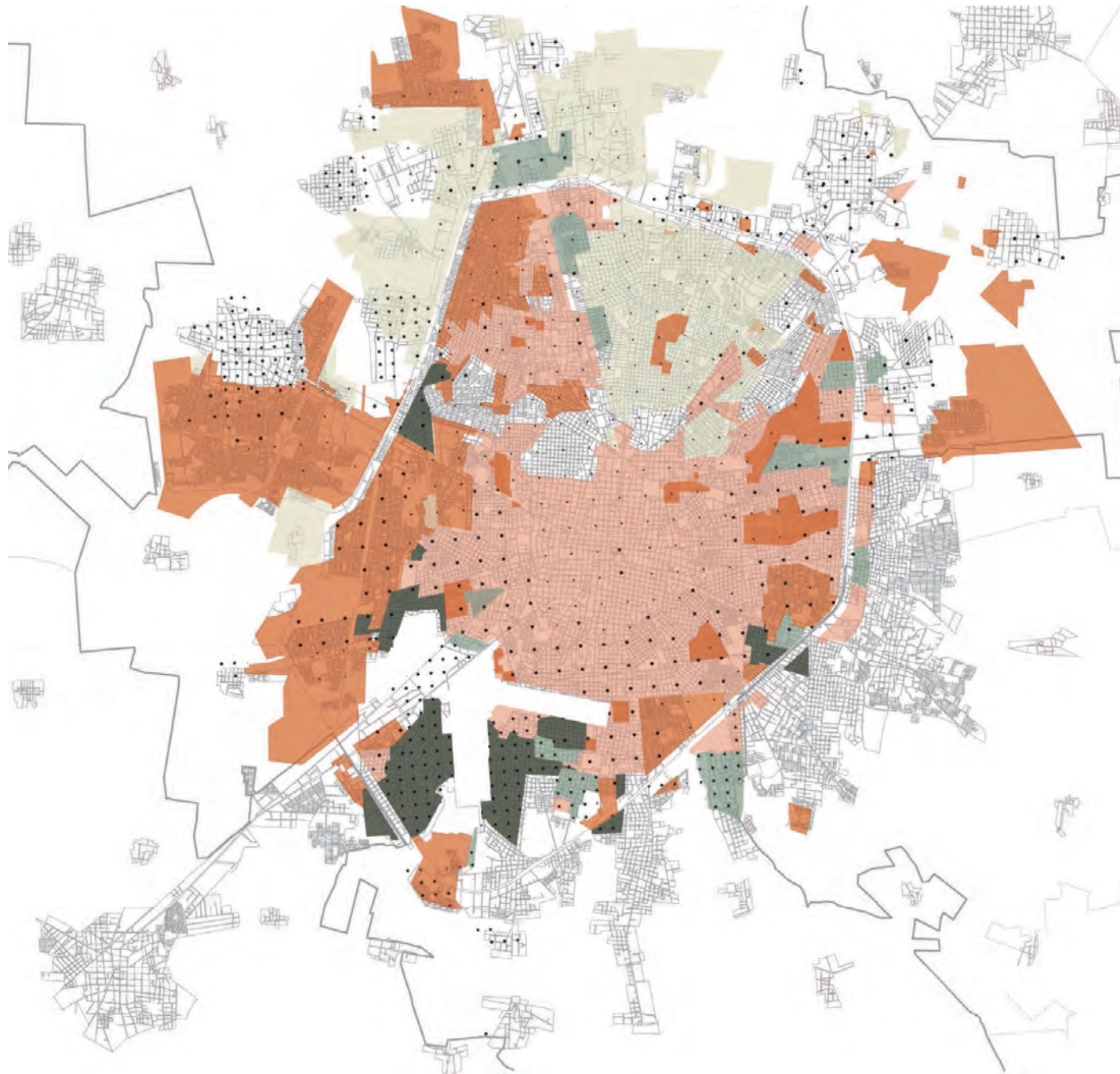


Fuente de mapa:

- DENUE. (2018). Unidades económicas DENUE [Conjunto de datos]. Recuperado 25 octubre, 2019, de <https://en.www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>



Tipología de vivienda



- Vivienda popular
- Vivienda de interés social
- Vivienda residencial
- Vivienda precaria
- En consolidación

Fuente de mapa:

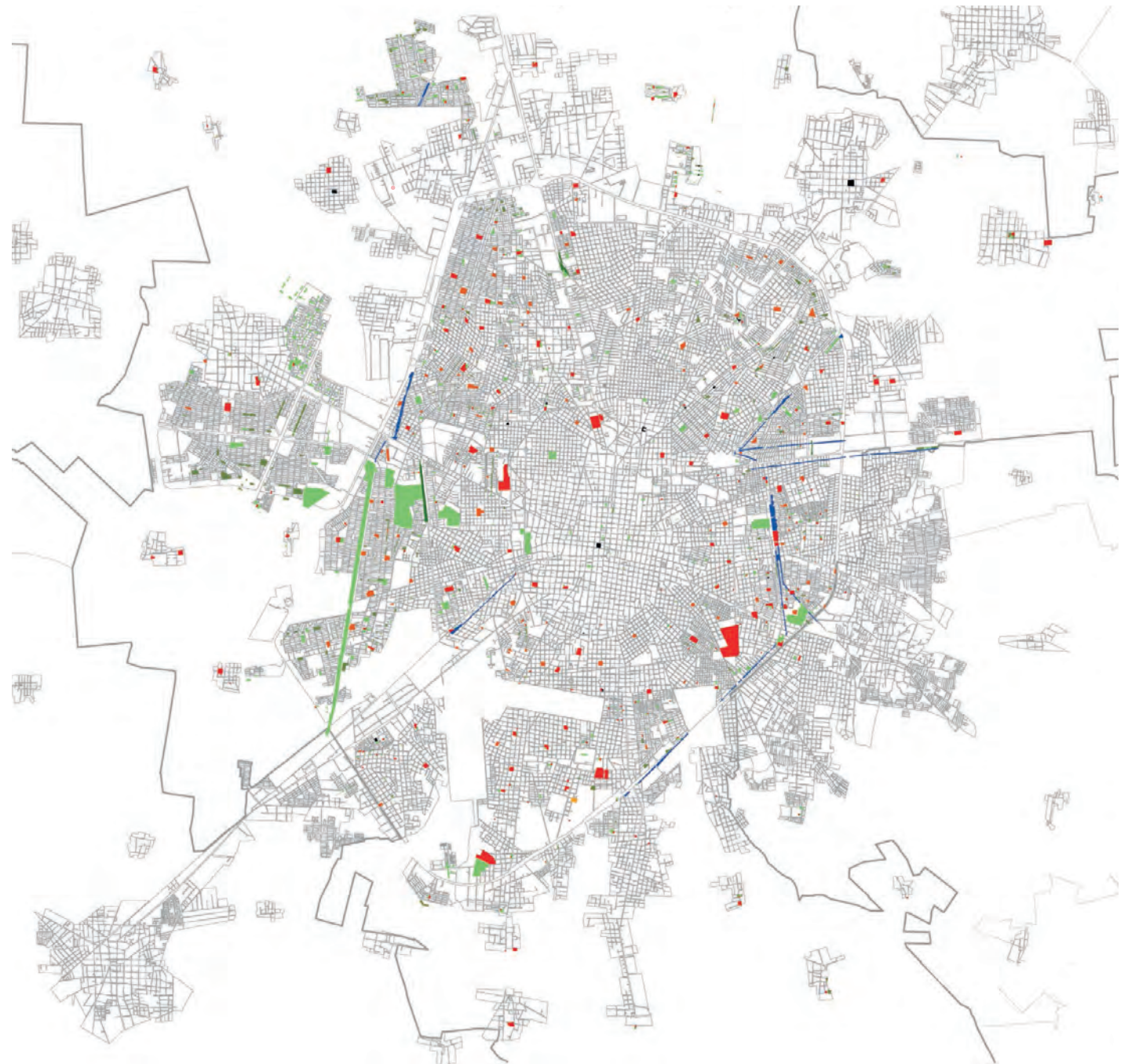
- INEGI. (2013). Censo de Población y Vivienda 2010 (Versión 06/2013). Recuperado de <http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html> CONAPO. (2010b). Población, superficie y densidad urbana en zonas metropolitanas. Recuperado de <http://www.conapo.gob.mx/es/CO>



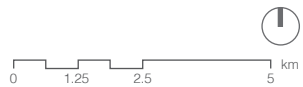
0 1.25 2.5 5 km

Equipamiento

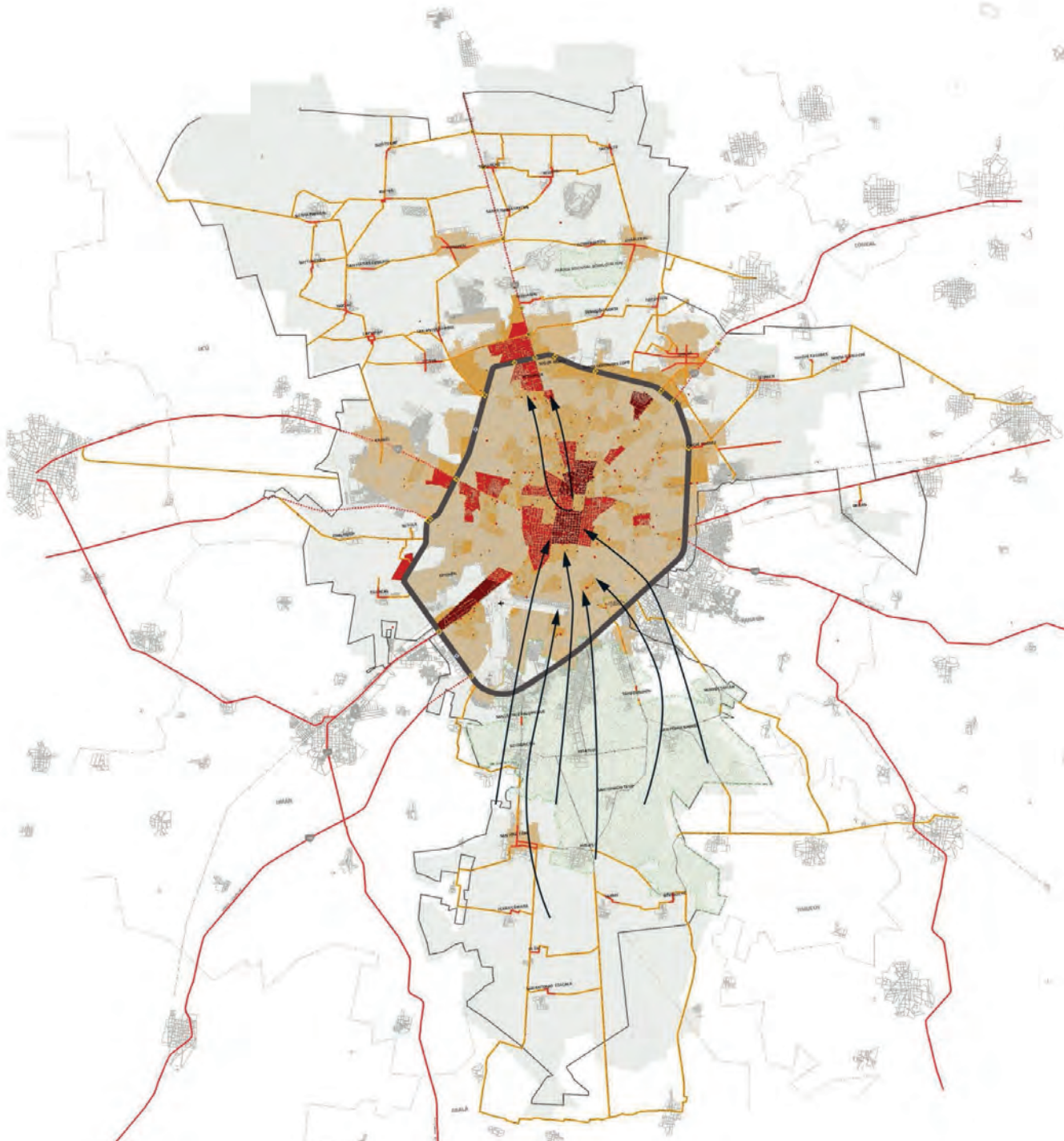
- Parque
- Jardín
- Camellón
- Derecho de vía
- Plaza
- Centro deportivo
- Parque andador
- Parque hundido



Fuente de mapa:
- IMPLAN Mérida 2019



Unidades económicas medianas y grandes



14.0 - 27.0

6.0 - 14.0

1.0 - 6.0

0.0 - 0.1

→ Flujo migración pendular

Fuentes de mapa:

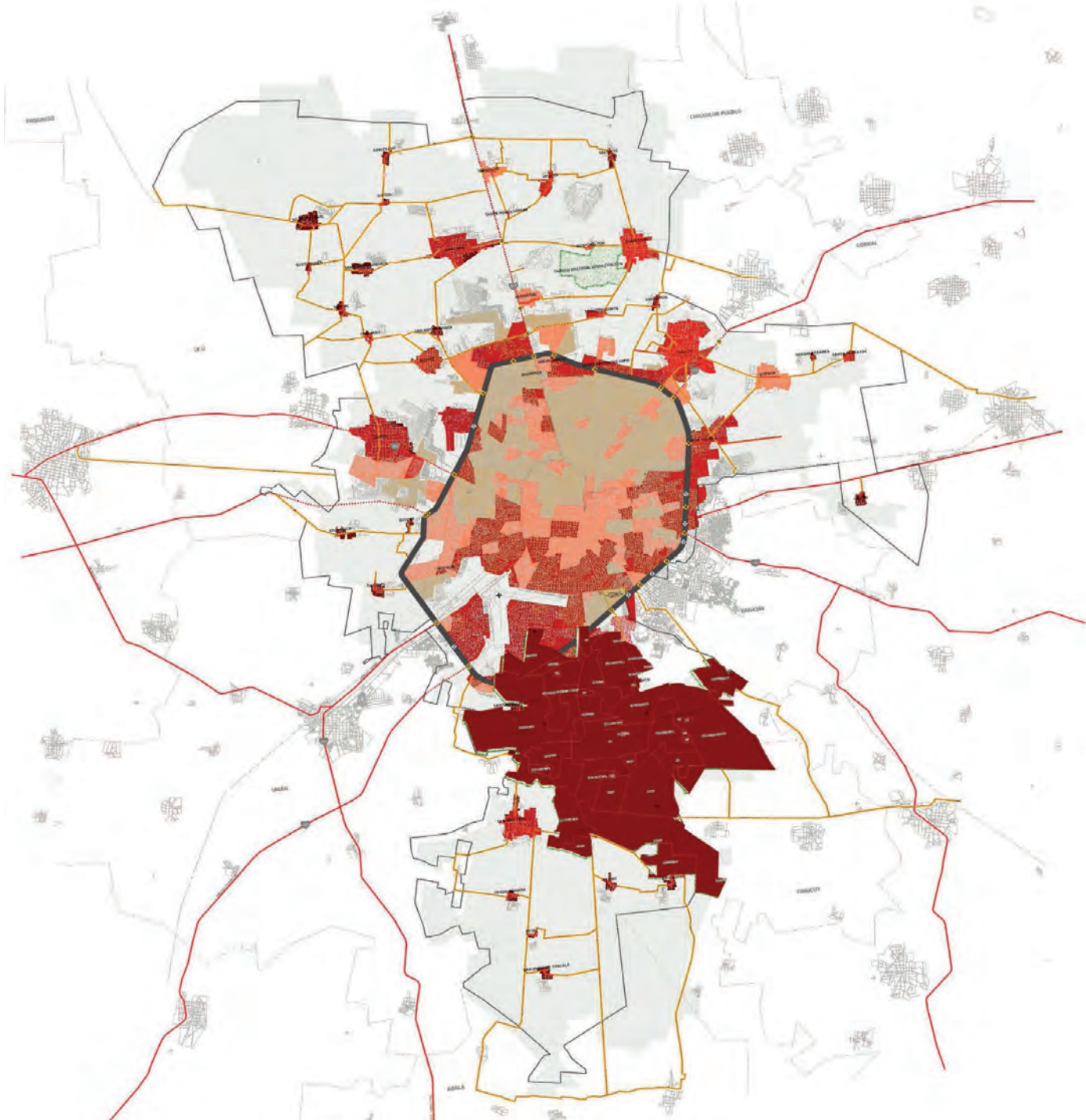
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida
- Programa de Manejo de la Reserva Cuxtal



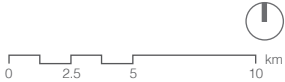
0 2.5 5 10 km

Concentración de empleos

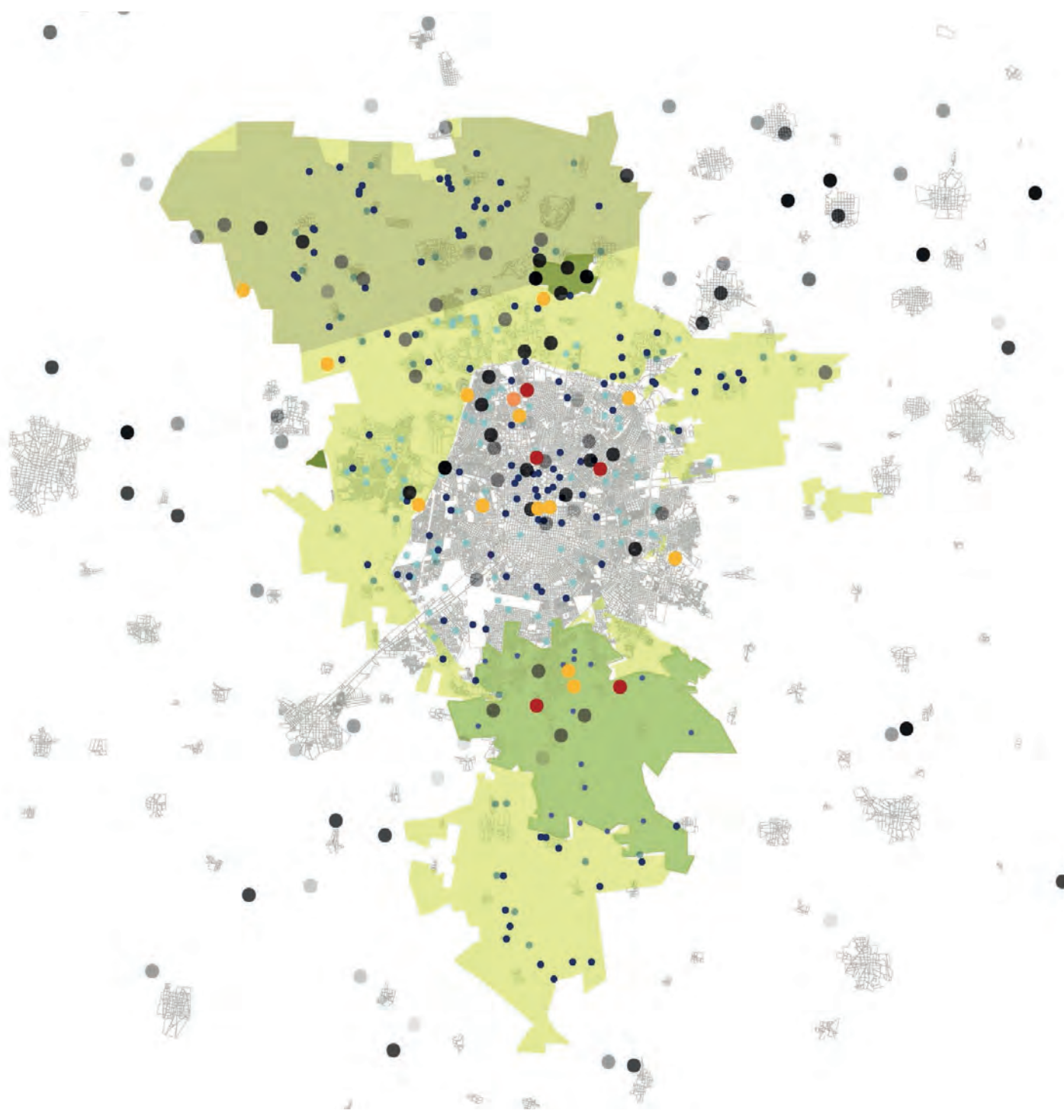
- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo



Fuentes de mapa:
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida
- Programa de Manejo de la Reserva Cuxtal



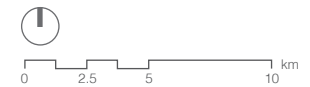
Patrimonio Natural






- *Bursera simaruba* (indio desnudo)
- *Piscidia piscipula* (barbasco)
- *Metopium Brownei* (chechem)
- *Mimosa Bahamensis* (balché)
- *Lysiloma Latisiliquum* (tsalam)
- *Gymnopodium Floribundum* (dzidzilché)
- Cenotes
- Zonas de captación de agua
- Sistemas de agua potable (JAPAY)
- Abeja Melífera (europea)
- Abeja Melípona (especie sin aguijón)
- Unidad de Gestión Ambiental (UGA)
- Vegetación
- Poligonal declaratoria de la zona sujeta a conservación ecológica "ZSCE Reserva Cuxtal y Parque Nacional Dzibilchaltún"
- Zona de preservación ecológica SEMARNAT

Fuentes de mapa:

- CONABIO 2018



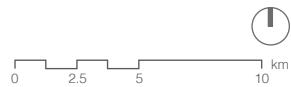
Industria

-  Banco de materiales: calera
-  Banco de materiales: parea de extracción
-  Banco de materiales: terreno total
-  Parque industrial
-  Industria
-  Granja porcícola
-  Granja avícola

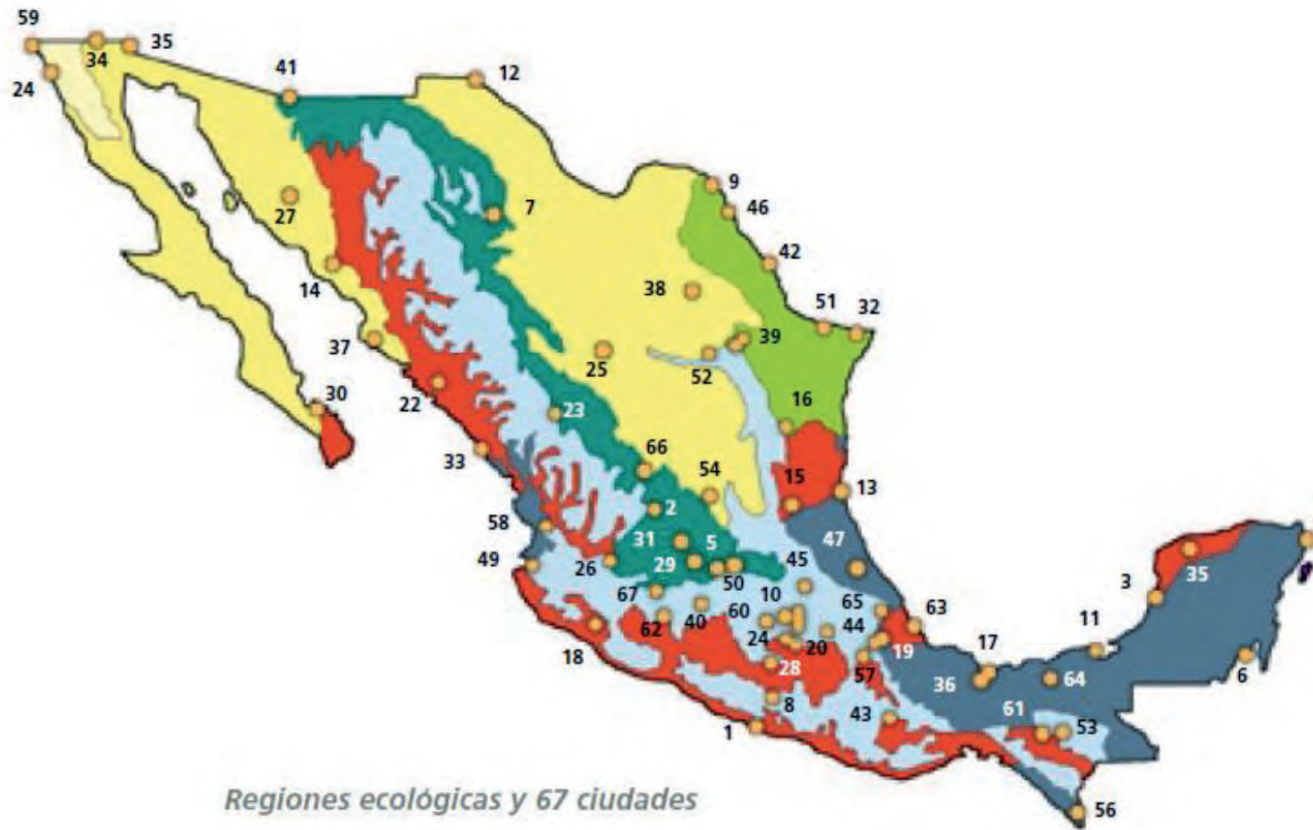


Fuente de mapa:

- SEDUMA Yucatán. (s.f.). Zona Metropolitana de Mérida [Conjunto de datos]. Recuperado 3 febrero, 2019, de <http://sds.yucatan.gob.mx/desarrollo-urbano/zona-metropolitana-merida.php>



Regiones ecológicas en la República Mexicana y ubicación de 67 ciudades



- Grandes Planicies
- Desiertos de América del Norte
- California Mediterránea
- Elevaciones Semiáridas Meridionales
- Sierras templadas
- Selvas Cálido-secas
- Selvas Cálido-húmedas

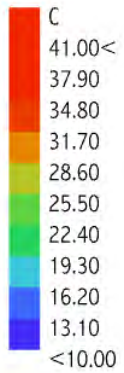
Regiones ecológicas y 67 ciudades

1 Acapulco	18 Colima	35 Mérida	52 Saltillo
2 Aguascalientes	19 Córdoba	36 Minatitlán	53 San Cristóbal de las Casas
3 Campeche	20 Cuautla	37 Mochis, Los	54 San Luis Potosí
4 Cancún	21 Cuernavaca	38 Monclova	55 San Luis Río Colorado
5 Celaya	22 Culiacán	39 Monterrey	56 Tapachula
6 Chetumal	23 Durango	40 Morelia	57 Tehuacán
7 Chihuahua	24 Ensenada	41 Nogales	58 Tepic
8 Chilpancingo	25 Gómez Palacio-Torreón	42 Nuevo Laredo	59 Tijuana
9 Ciudad Acuña	26 Guadalajara	43 Oaxaca	60 Toluca
10 Ciudad de México	27 Hermosillo	44 Orizaba	61 Tuxtla Gutiérrez
11 Ciudad del Carmen	28 Iguala	45 Pachuca	62 Uruapan
12 Ciudad Juárez	29 Irapuato	46 Piedras Negras	63 Veracruz
13 Ciudad Madero-Tampico	30 La Paz	47 Poza Rica	64 Villahermosa
14 Ciudad Obregón	31 León	48 Puebla	65 Xalapa
15 Ciudad Valles	32 Matamoros	49 Puerto Vallarta	66 Zacatecas
16 Ciudad Victoria	33 Mazatlán	50 Querétaro	67 Zamora
17 Coahuila	34 Mexicali	51 Reynosa	

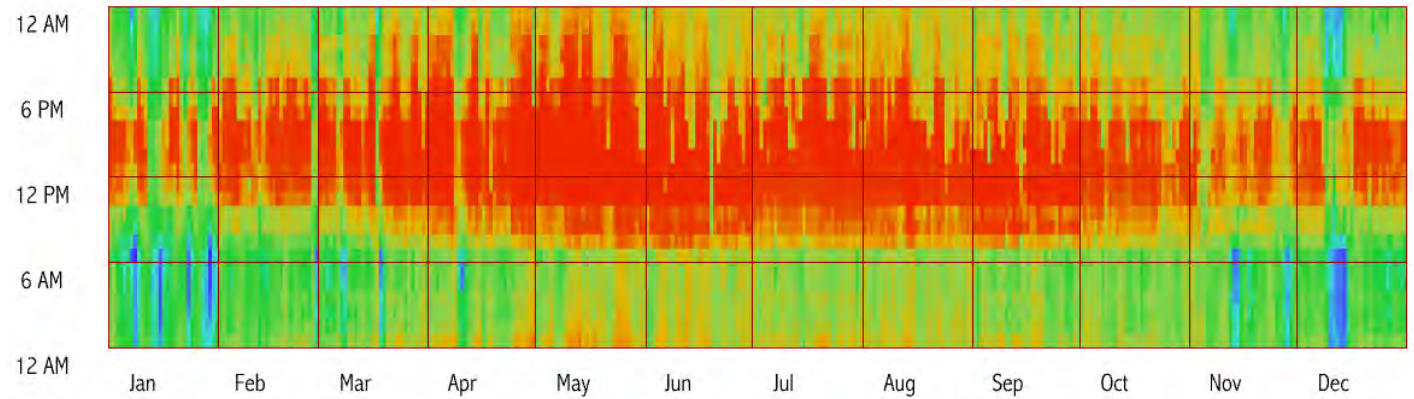
Fuentes de mapa y gráficas:

- Laboratorio de Entornos Sostenibles, UNAM. (2019).
Gráficas Climáticas de Mérida. Ciudad de México.

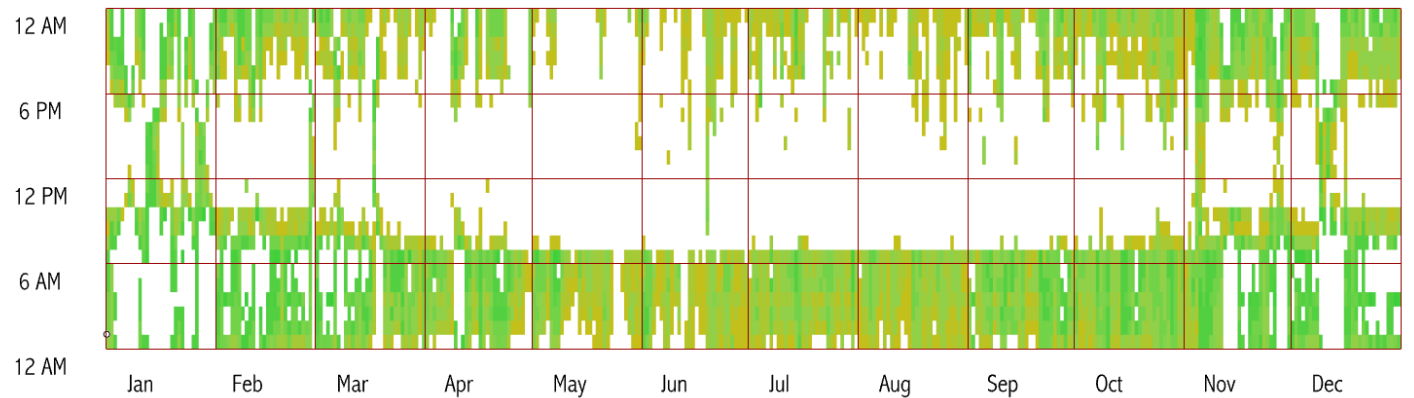
Gráfica de temperatura ambiente media anual y horas de confort anual



Temperatura de Confort anual: 23.7°C
 Límite superior: 26.2°C
 Límite inferior: 21.2°C

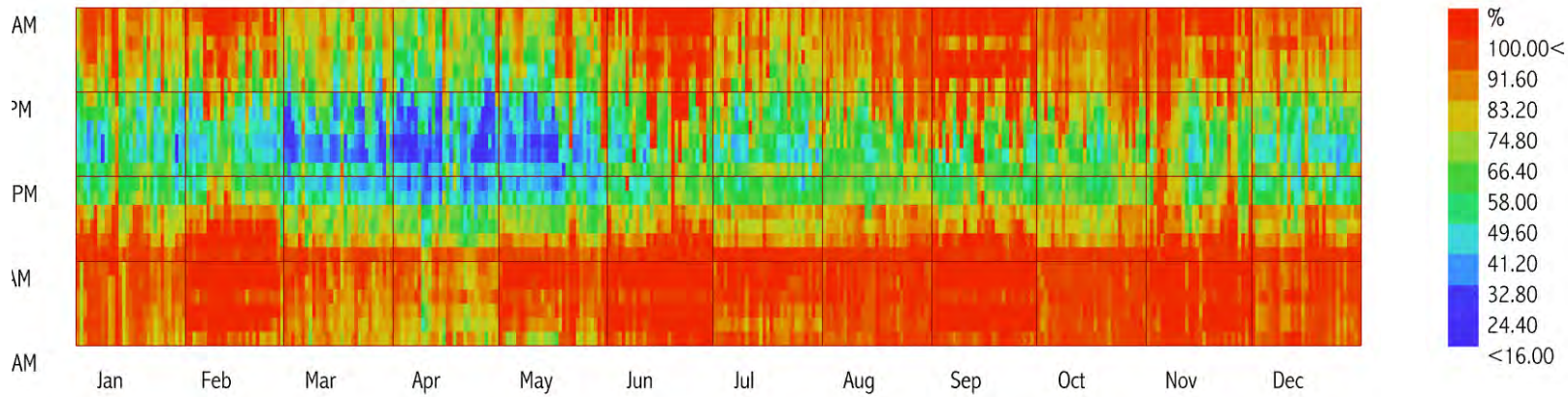


Dry Bulb Temperature (C) - Hourly
 Merida Rejon Intl AP_YUC_MEX
 1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

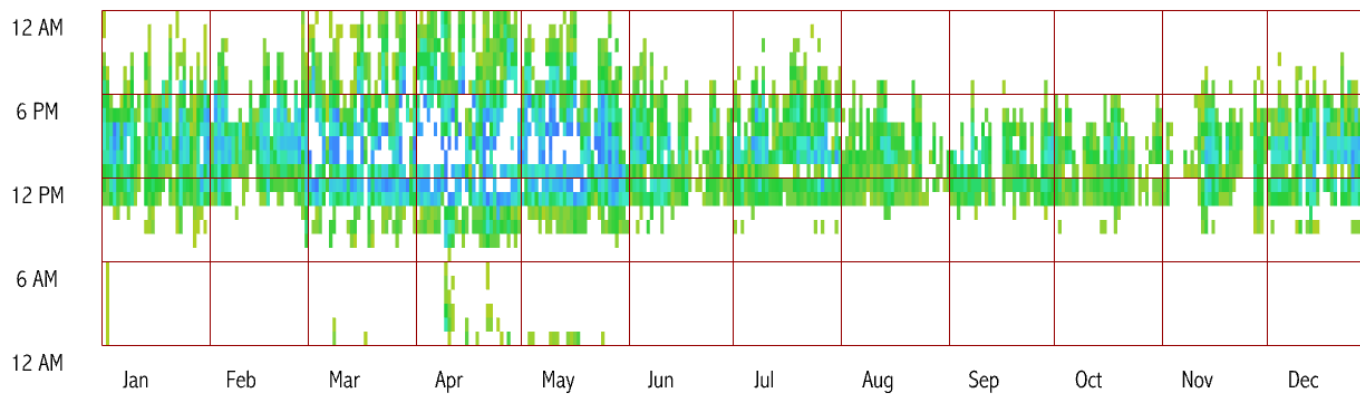


Dry Bulb Temperature (C) - Hourly
 Merida Rejon Intl AP_YUC_MEX
 1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

Gráfica de unidad relativa media anual y confort de humedad anual



Relative Humidity (%) - Hourly
Merida Rejon Intl AP_YUC_MEX
AN 1:00 - 31 DEC 24:00

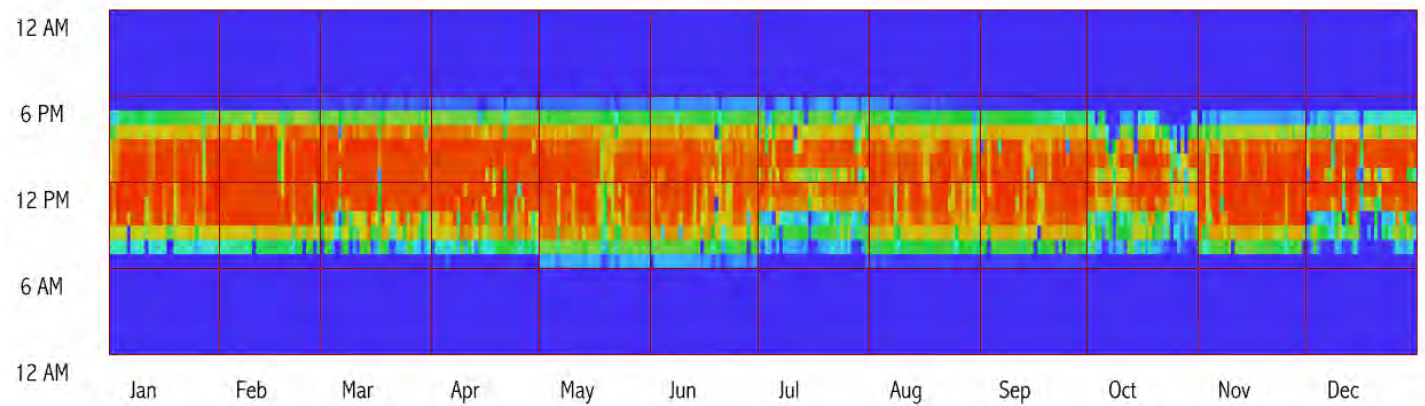
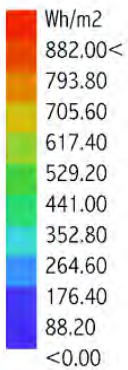
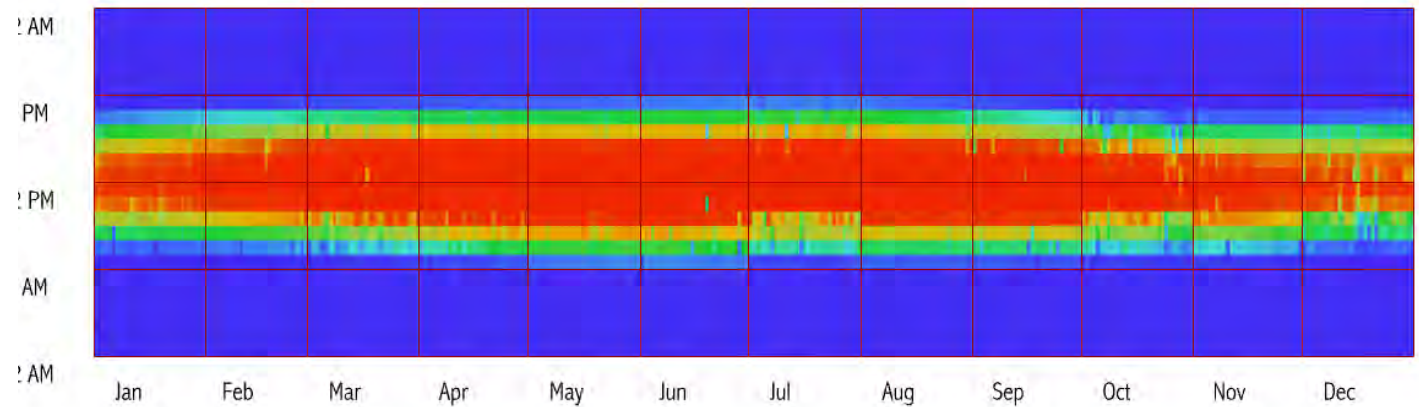
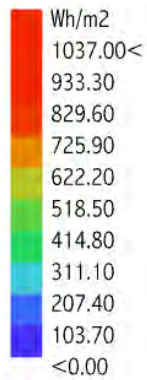


Relative Humidity (%) - Hourly
Merida Rejon Intl AP_YUC_MEX

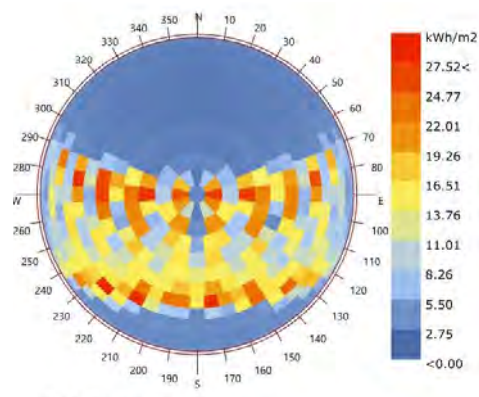
Fuentes de mapa y gráficas:

- Laboratorio de Entornos Sostenibles, UNAM. (2019). Gráficas Climáticas de Mérida. Ciudad de México.

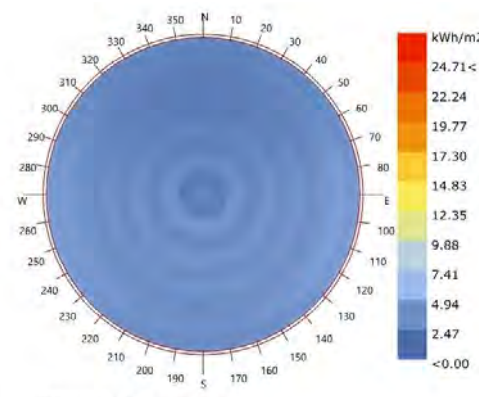
Radiación global horizontal horaria anual y radiación directa en un plano inclinado a la normal horaria promedio



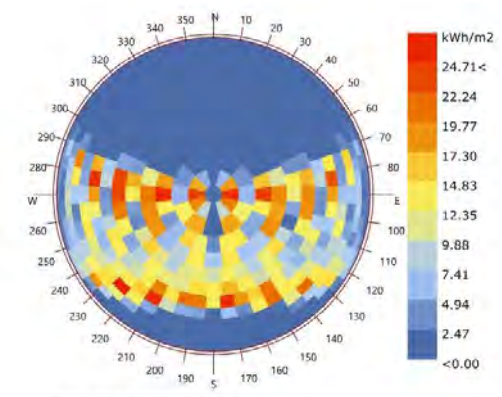
Radiación Global, difusa y directa en la bóveda celeste Mérida, Yucatán: periodo anual



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00



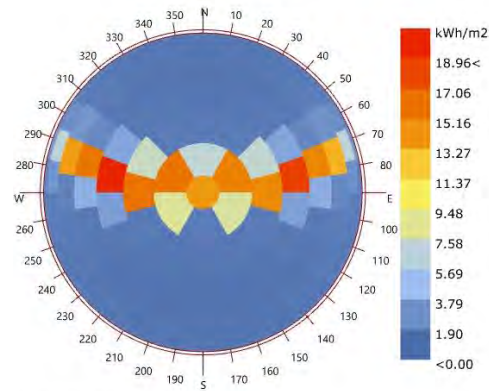
Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00



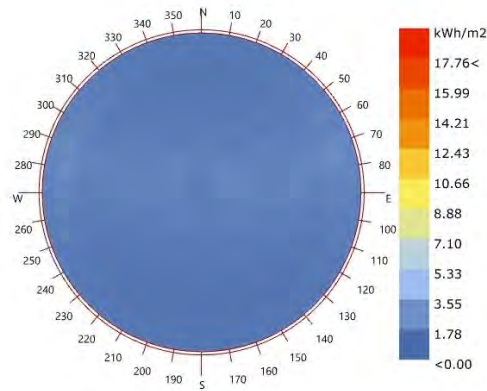
Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

Precipitación anual promedio acumulada: 1,233.4 mm

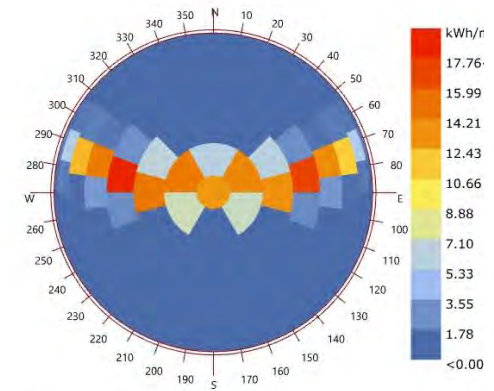
Radiación Global, difusa y directa en la bóveda celeste. Mérida, Yucatán: junio, mes más cálido



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00



Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00



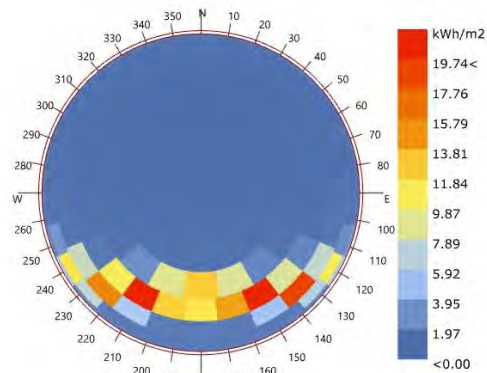
Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00

Precipitación mensual promedio acumulada: 170.2 mm

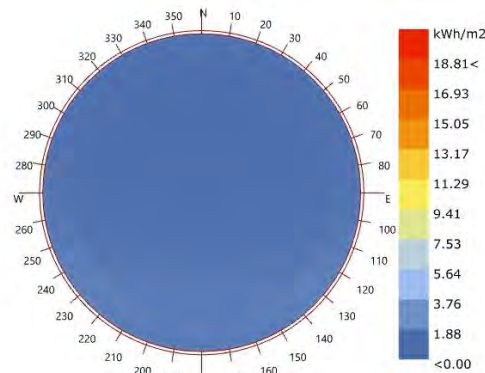
Fuentes de gráficas:

- Laboratorio de Entornos Sostenibles, UNAM. (2019).
Gráficas Climáticas de Mérida. Ciudad de México.

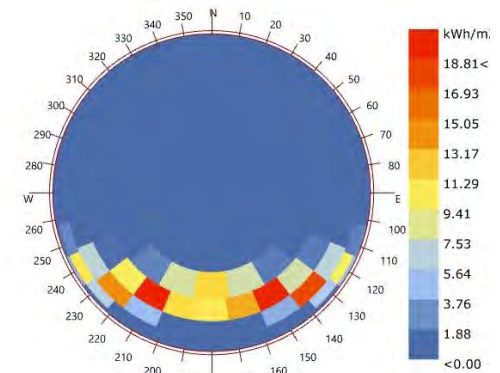
Radiación Global, difusa y directa en la bóveda celeste. Mérida, Yucatán: enero, mes más frío



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00



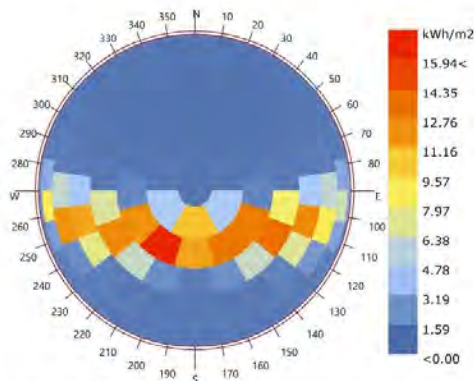
Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00



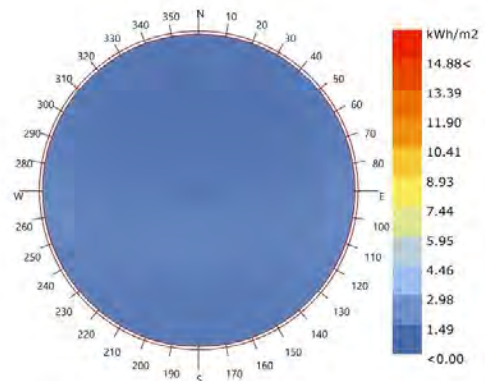
Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00

Precipitación mensual promedio acumulada: 37.1 mm
Máxima mensual histórica: 189 mm

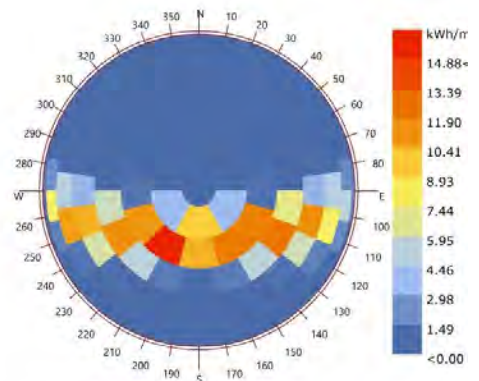
Radiación Global, difusa y directa en la bóveda celeste Mérida, Yucatán: septiembre, mes más lluvioso



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00



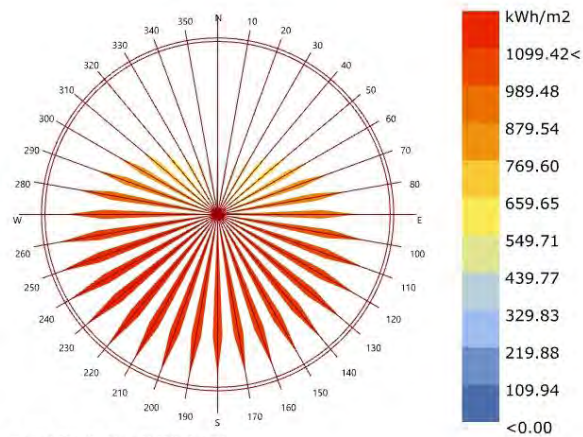
Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00



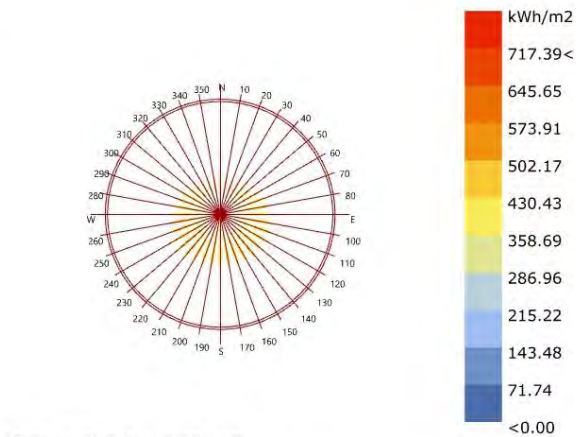
Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00

Precipitación mensual promedio acumulada: 220.8 mm
Máxima mensual histórica: 563.4 mm

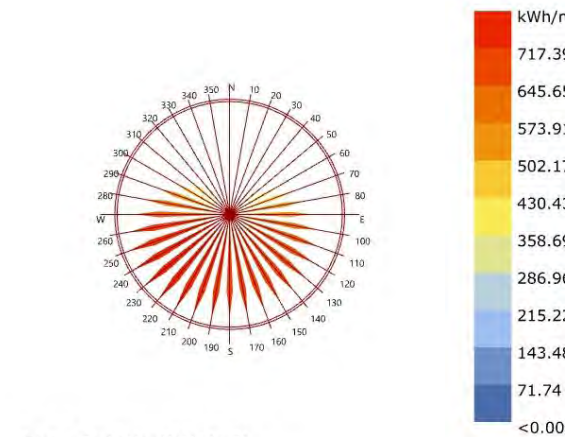
Rosas de radiación solar de Mérida, Yucatán: periodo anual



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

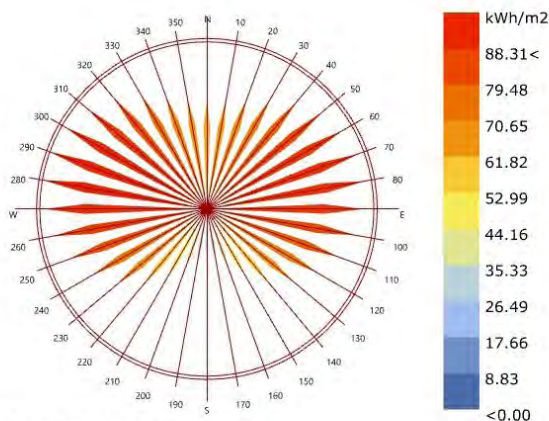


Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

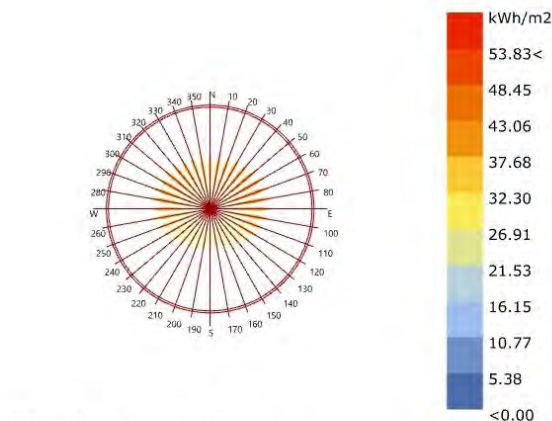


Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00

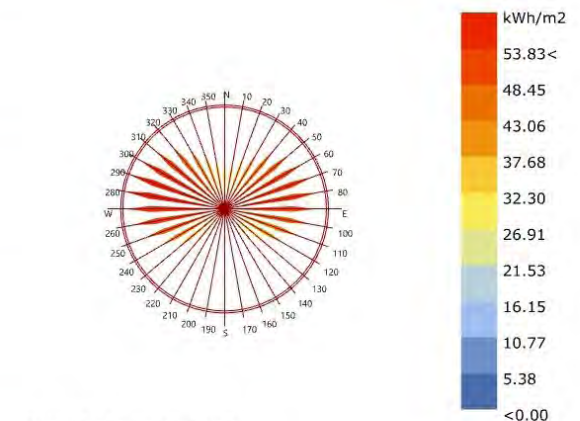
Rosas de radiación solar de Mérida, Yucatán: junio, mes más cálido



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00



Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00

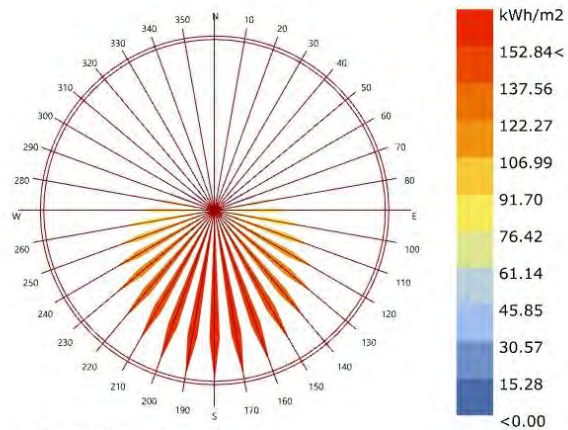


Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00

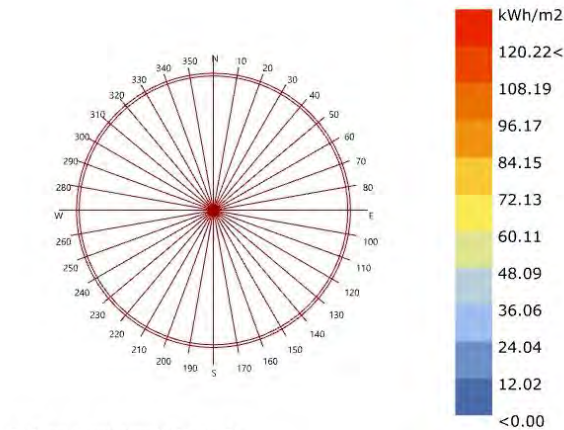
Fuentes de gráficas:

- Laboratorio de Entornos Sostenibles, UNAM. (2019). Gráficas Climáticas de Mérida. Ciudad de México.

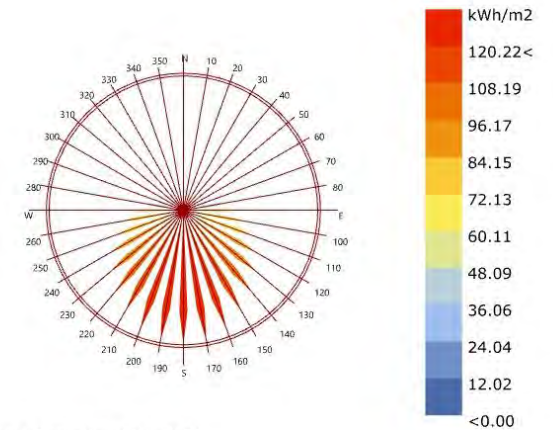
Rosas de radiación solar de Mérida, Yucatán: enero, mes más frío



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00

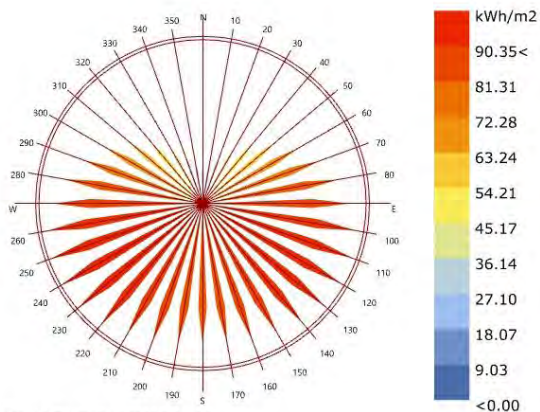


Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00

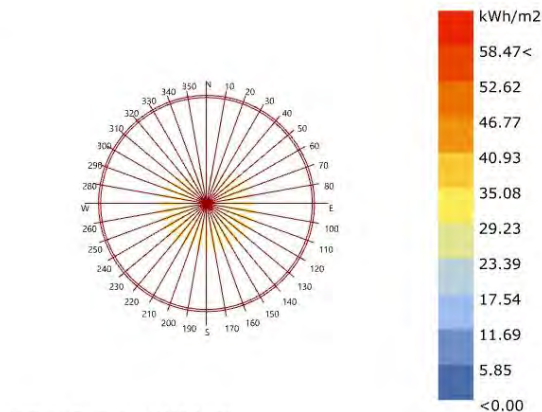


Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00

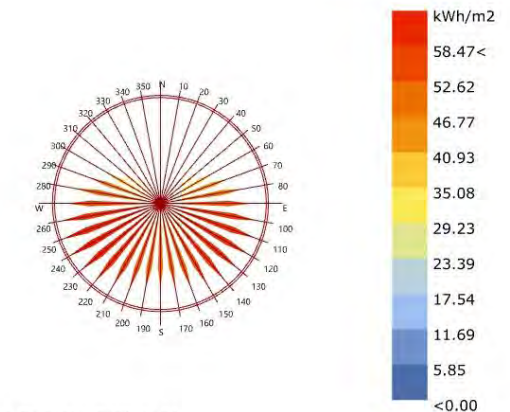
Rosas de radiación solar de Mérida, Yucatán: septiembre, mes más lluvioso



Total Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00

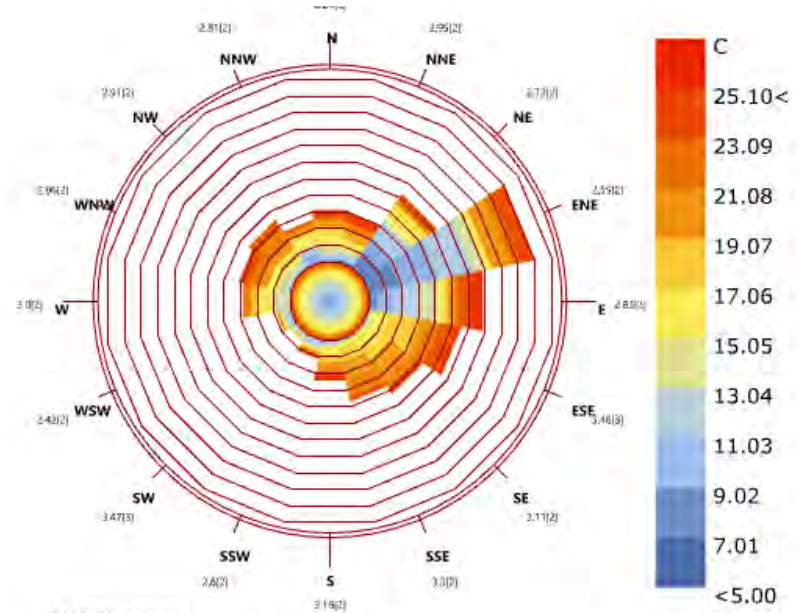
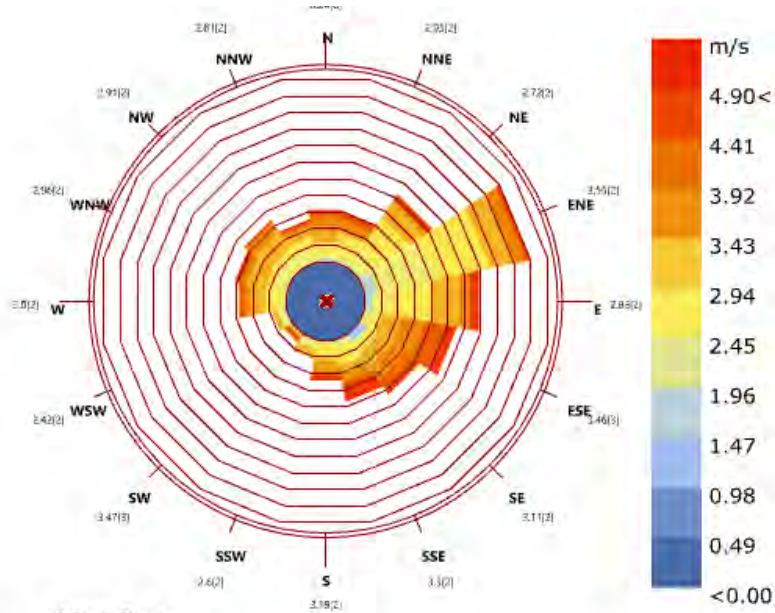


Diffuse Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00



Direct Radiation(kWh/m2)
Merida_Rejon_Intl_AP_YUC_MEX_2017
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00

Rosas de viento y temperatura: enero



Wind-Rose
 MEXICO CITY_MEX
 1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00
 Hourly Data: Wind Speed (m/s)
 Calm for 35.75% of the time = 266 hours.
 Each closed polyline shows frequency of 0.9%. = 7 hours.

Wind-Rose
 MEXICO CITY_MEX
 1 JAN 1:00 - 31 JAN 24:00
 Hourly Data: Dry Bulb Temperature (C)
 Calm for 35.75% of the time = 266 hours.
 Each closed polyline shows frequency of 0.9%. = 7 hours.

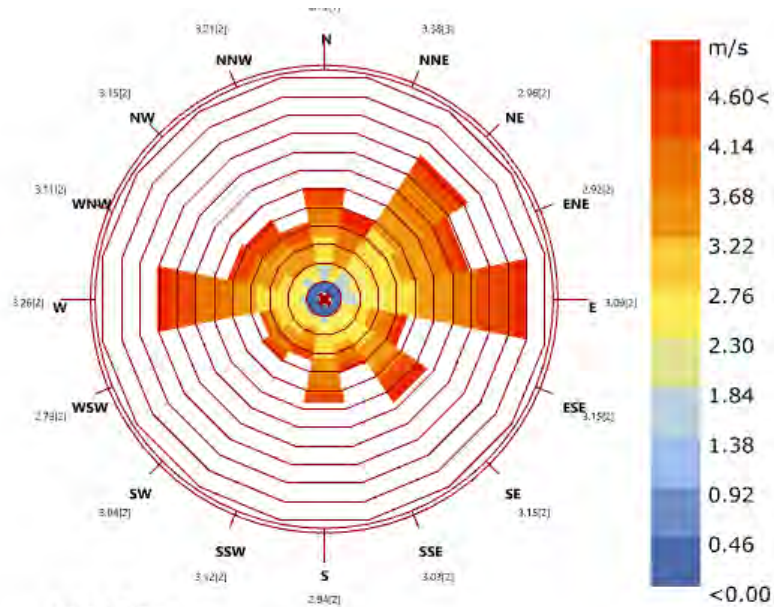
...
 Conditional Selection Applied:
 Wind Speed<5
 678.0 hours of total 8760.0 hours (7.74%).
 678.0 hours of analysis period 744.0 hours (91.13%).
 ...

...
 Conditional Selection Applied:
 Wind Speed<5
 678.0 hours of total 8760.0 hours (7.74%).
 678.0 hours of analysis period 744.0 hours (91.13%).
 ...

- [0] : This wind is totally calm.
Smoke rises vertically.
- [2] : At this wind speed, wind is felt on exposed skin.
Leaves rustle and wind vanes begin to move.
- [3] : At this wind speed, leaves and small twigs constantly move.
Light flag can be extended.

- [0] : This wind is totally calm.
Smoke rises vertically.
- [2] : At this wind speed, wind is felt on exposed skin.
Leaves rustle and wind vanes begin to move.
- [3] : At this wind speed, leaves and small twigs constantly move.
Light flag can be extended.

Rosas de viento y temperatura: junio



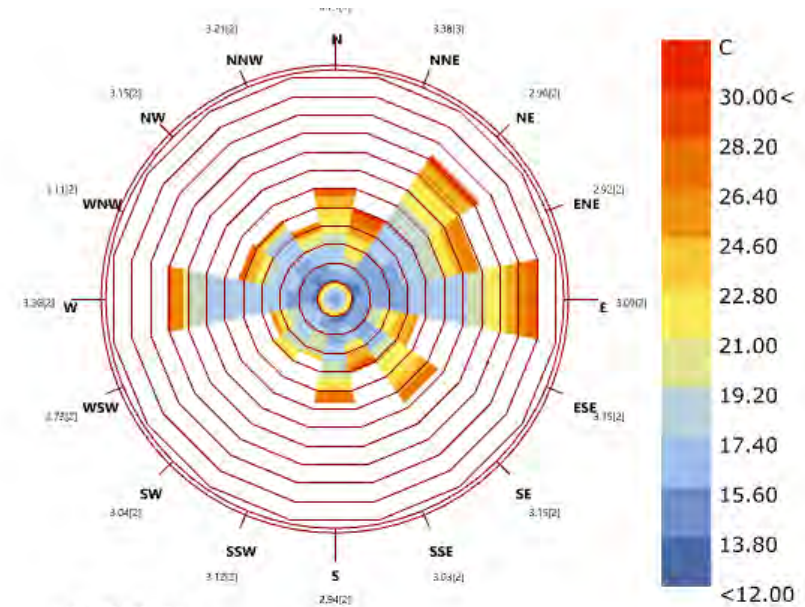
Wind-Rose
MEXICO CITY_MEX
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 11.94% of the time = 86 hours.
Each closed polyline shows frequency of 0.8%. = 5 hours.

...
Conditional Selection Applied:
Wind Speed<5
545.0 hours of total 8760.0 hours (6.22%).
545.0 hours of analysis period 720.0 hours (75.69%).
...

- [1] : At this wind speed, smoke drift indicates wind direction.
However, Leaves and wind vanes are still stationary.
[2] : At this wind speed, wind is felt on exposed skin.
Leaves rustle and wind vanes begin to move.
[3] : At this wind speed, leaves and small twigs constantly move.
Light flag can be extended.

Fuentes de gráficas:

- Laboratorio de Entornos Sostenibles, UNAM. (2019).
Gráficas Climáticas de Mérida. Ciudad de México.

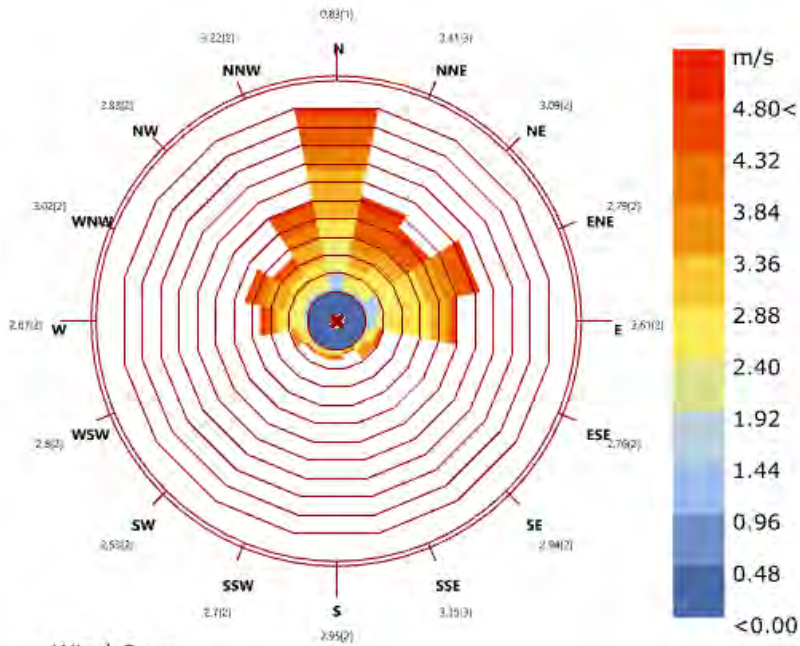


Wind-Rose
MEXICO CITY_MEX
1 JUN 1:00 - 30 JUN 24:00
Hourly Data: Dry Bulb Temperature (C)
Calm for 11.94% of the time = 86 hours.
Each closed polyline shows frequency of 0.8%. = 5 hours.

...
Conditional Selection Applied:
Wind Speed<5
545.0 hours of total 8760.0 hours (6.22%).
545.0 hours of analysis period 720.0 hours (75.69%).
...

- [1] : At this wind speed, smoke drift indicates wind direction.
However, Leaves and wind vanes are still stationary.
[2] : At this wind speed, wind is felt on exposed skin.
Leaves rustle and wind vanes begin to move.
[3] : At this wind speed, leaves and small twigs constantly move.
Light flag can be extended.

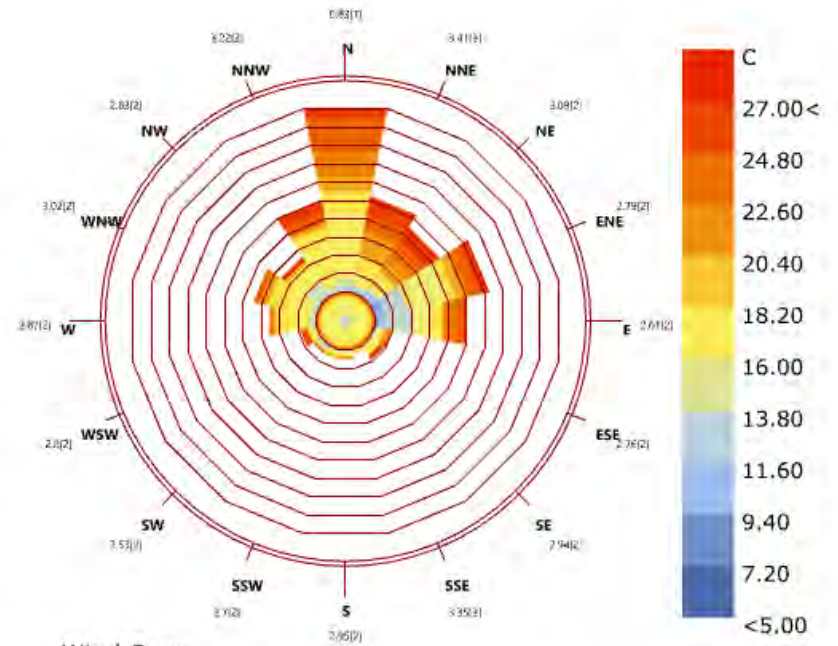
Rosas de viento y temperatura: septiembre



Wind-Rose
MEXICO CITY_MEX
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 27.36% of the time = 197 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.1%. = 7 hours.

Conditional Selection Applied:
Wind Speed<5
581.0 hours of total 8760.0 hours (6.63%).
581.0 hours of analysis period 720.0 hours (80.69%).

- ***
- [1] : At this wind speed, smoke drift indicates wind direction.
However, Leaves and wind vanes are still stationary.
 - [2] : At this wind speed, wind is felt on exposed skin.
Leaves rustle and wind vanes begin to move.
 - [3] : At this wind speed, leaves and small twigs constantly move.
Light flag can be extended.



Wind-Rose
MEXICO CITY_MEX
1 SEP 1:00 - 30 SEP 24:00
Hourly Data: Dry Bulb Temperature (C)
Calm for 27.36% of the time = 197 hours.
Each closed polyline shows frequency of 1.1%. = 7 hours.

Conditional Selection Applied:
Wind Speed<5
581.0 hours of total 8760.0 hours (6.63%).
581.0 hours of analysis period 720.0 hours (80.69%).

- ***
- [1] : At this wind speed, smoke drift indicates wind direction.
However, Leaves and wind vanes are still stationary.
 - [2] : At this wind speed, wind is felt on exposed skin.
Leaves rustle and wind vanes begin to move.
 - [3] : At this wind speed, leaves and small twigs constantly move.
Light flag can be extended.

GLOSARIO

8

Acuífero. Es el conjunto de rocas que permiten la permeabilidad del agua y la pueden acumular en sus poros o grietas. A esta agua retenida en las estructuras rocosas se la conoce como agua subterránea y puede llegar a presentar manifestaciones de hasta dos millones de kilómetros cuadrados de tamaño. (USGS, s.f.)

Aguada. Las aguadas son depresiones naturales en suelo, algunas de las cuales los antiguos mayas acondicionaron con piedras o arcilla impermeable para almacenar y suministrar agua. (Duarte, 2016)

ANP. Área Natural Protegida. Son espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por las actividades antropogénicas (humanas), o que requieren ser preservadas y restauradas, por su estructura y función para la preservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.

Hay distintos tipos de áreas naturales protegidas, entre las que se encuentran las reservas de la biosfera, los parques nacionales, los monumentos naturales, las áreas de protección de recursos naturales, las áreas de protección de flora y fauna y los santuarios. (SEDEMA, s.f.)

ArcGIS. Es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica (Wikipedia, 2019).

Arcilla. La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta, constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato (como el granito). Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el blanco (cuando es pura) hasta el rojo anaranjado.

Una de sus características más importantes es su plasticidad, que es diferente en cada tipo de arcilla. Se produce cuando se agrega una cantidad de agua determinada, con la que se hace moldeable para adquirir casi cualquier forma. También, es característico en la arcilla que, al evaporarse el agua en el proceso de secado, la pieza se encoge. Las arcillas pueden resistir temperaturas altas sin mostrar cambios. (EcuRed, s.f.)

Baldío. Terreno de dominio público, improductivo, concedido habitualmente por el Estado para su ocupación y laboreo. (RAE, DEJ-RAE, 2019)

Bioma. Gran área geográfica donde se comparte fauna, flora y condiciones climatológicas. (Bioenciclopedia, 2019)

Caliza masiva. Una roca masiva es un término de clasificación geotécnica de rocas propuesto para las rocas duras, homogéneas e isotrópicas. Elementos típicos de esta categoría son granitos, gabros, basaltos, calizas, mármoles y areniscas cuando no se encuentran interestratificadas con otras rocas. (Diccionario de geotecnia online, s.f.)

Celosía La Celosía, palabra proveniente del Latín zelus (celo), como elemento arquitectónico decorativo es un “tablero calado para cerrar vanos”, como ventanas y balcones, que impide ser visto pero permite ver y deja penetrar la luz y el aire. Su aspecto habitual es el de un enrejado de finos listones de madera, pero puede ser de otros materiales como piedra, madera sintética, plástico o metal. También se consideran celosías los dibujos en piedra u otros materiales de obra que cierran parcialmente una ventana o hueco similar. (Wikipedia, 2019)

Chaltún. Voz maya. Laja superficial. Si presenta pequeñas hondonadas que el agua de las lluvias llena, dichas hondonadas ya con agua reciben el nombre de sartenejas y en maya se llaman haltún. (Gamboa, 1999)

Chultún. Aljibe o silo abierto en peña para guardar maíz o recoger agua movediza. (Gamboa, 1999)

Ciénega. Lugar o paraje lleno de cieno o pantanoso. (RAE, Diccionario RAE, 2020)

Cluster. Es la adaptación al español de este tecnicismo inglés. La traducción literal al español es racimo, conjunto, grupo o cúmulo. En Industria es un grupo de empresas e instituciones interrelacionadas, concentradas geográficamente, que compiten en un mismo negocio. Generalmente incluyen: Empresas situadas en varios escalones de la cadena de valor, e empresas iproductoras de bienes y servicios complementarios, Instituciones y organizaciones relacionadas: universidades, centros de investigación, agencias gubernamentales, etc. Es un modo de desarrollo económico sectorial del territorio, también conocido por Agrupación Innovadora, Distrito Industrial o Polo de Competitividad. (IDEPA, 2019)

CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Es una comisión intersecretarial integrada por diez secretarías: Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Bienestar, Economía (SE), Educación Pública (SEP), Energía (SENER), Hacienda y Crédito Público (SHCP), Relaciones Exteriores (SRE) Salud y Turismo (SECTUR). Tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades relacionadas al conocimiento de biodiversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad. (CONABIO, s.f.)

Escorrentía Conjunto de corrientes superficiales que aparecen a consecuencia de las precipitaciones. El caudal de agua en un río o corriente, habitualmente expresado en metros cúbicos por segundo. (RAE, Diccionario RAE, 2020)

Estereotómica Entendemos por arquitectura estereotómica aquella en que la gravedad se transmite de una manera continua, en un sistema estructural continuo donde la continuidad constructiva es completa. Es la arquitectura masiva, pétreo, pesante. La que se asienta sobre la tierra como si de ella naciera. Es la arquitectura que busca la luz, que perfora sus muros para que la luz entre en ella. Es la arquitectura del pódium, del basamento. (Campo Baeza, 1996)

Ganadería extensiva. La ganadería extensiva, es aquella práctica de la ganadería realizada en terrenos de gran extensión para que dichos animales puedan pastar, es decir se trata de un procedimiento relacionado a la crianza de ganados en grandes territorios de tierra, que podría equivaler de hasta dos animales por hectárea. (ConceptoDefinición.de, 2019).

Ganadería intensiva. Es aquella en donde las reses se hallan cercadas, además casi siempre en condiciones de humedad, con luz y temperaturas creadas de forma artificial, para que de esta forma aumente la producción en el menor periodo de tiempo posible. Este procedimiento o forma de crianza del ganado generalmente se realiza en áreas o terrenos poco extensos, que podría abarcar alrededor de cuatro a treinta animales por hectárea (ConceptoDefinición.de, 2019).

Geohidrología. Se encarga de estudiar el comportamiento del agua en el ambiente geológico según las leyes de la hidráulica. Comprende la hidráulica de pozos, es decir de perforaciones para obtener agua con diferentes fines y el control de su comportamiento en el entorno, según el tipo de material perforado. (Servicio Geológico Mexicano)

Geología. Es la ciencia de la tierra y tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas. Es considerada como una ciencia histórica ya que parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta (Servicio Geológico Mexicano).

GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Corporación Alemana para la Cooperación Internacional) o GIZ es una agencia del Gobierno Federal Alemán, especializada en la cooperación técnica para el desarrollo sostenible en todo el mundo. Su sede se encuentra en Bonn, Alemania. (GIZ, s.f.)

Henequén. Planta de hojas radicales largas, triangulares, carnosas, terminadas en un fuerte aguijón, y flores amarillentas en ramillete sobre un bohordo central; es originaria de México; se emplea en la fabricación de fibras textiles y en la elaboración de pulque, mezcal y tequila. (Google)

Hidrología Disciplina que estudia las aguas de la Tierra. (RAE, Diccionario RAE, 2020)

Hidrometeorología. Es la ciencia (estrechamente ligada a la meteorología, la hidrología y la climatología) que estudia el ciclo del agua en la naturaleza. Abarca el estudio de las fases atmosférica (evaporación, condensación y precipitación) y terrestre (intercepción de la lluvia, infiltración y derramamiento superficial) del ciclo hidrológico y especialmente de sus interrelaciones. Comprende la observación, procesamiento y análisis del comportamiento de los elementos hídricos, fundamentalmente las descargas de los ríos y los volúmenes almacenados en embalses naturales y artificiales, así como de los factores meteorológicos (Centre de Recerca Aplicada en Hidrometeorología, s.f.)

Hidráulica. Rama de la física que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos. (RAE, Diccionario RAE, 2020)

Hídrico Perteneciente o relativo al agua como elemento de la naturaleza. Recursos hídricos. (RAE, Diccionario RAE, 2020)

IMPLAN. Instituto Municipal de Planeación Urbana. Instituto Municipal de Planeación Urbana. Es una institución municipal que depende del gobierno municipal, en donde sectores de la sociedad están representados para opinar y participar de los planes estratégicos para el crecimiento urbano de la ciudad. (Ayuntamiento de Mérida, s.f.)

Índice DRASTIC. Indica el grado de vulnerabilidad de un acuífero considerando las características físicas propias del marco hidrogeológico que afectan a la potencial contaminación del agua. El método DRASTIC (Aller et al., 1987) clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio. DRASTIC valora como parámetros: D (depth) profundidad del nivel piezométrico, R (recharge) recarga, A (aquifer) litología del acuífero, S (soil) tipo de suelo, T (topography) pendiente del terreno, I (Impact) naturaleza de la zona no saturada y C (hydraulic conductivity) permeabilidad (Aller, Bennet, & et al, 1987)

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Organismo público que normaliza y coordina el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. De igual manera capta y difunde información de México en cuanto al territorio, los recursos, la población y la economía para dar a conocer las características del país para la ayuda de toma de decisiones. (INEGI, s.f.)

INFONAVIT. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. Instituto encargado de proveer financiamiento para satisfacer las necesidades de vivienda de los trabajadores derechohabientes. (CON SAR, s.f.)

Infraestructura verde. Red estratégicamente planificada de áreas naturales y seminaturales con otras características ambientales diseñadas y administradas para ofrecer una amplia gama 261

de servicios ecosistémicos. Incorpora espacios verdes (o azules, si se trata de ecosistemas acuáticos) y otras características físicas en áreas terrestres y marinas. En espacios terrestres, se presenta en el ámbito rural y urbano y permite proveer múltiples beneficios en forma de apoyo a la economía verde, mejora de la calidad de vida, protección de la biodiversidad y mejora la capacidad de los ecosistemas para prestar servicios como la reducción del riesgo de desastres, la purificación del agua, la calidad del aire, espacios recreativos, mitigación y adaptación al cambio climático. (EUR-LEX, 2013)

Intrusión salina Proceso que se debe a la mayor densidad del agua del mar (debido a que contiene más solutos) que el agua dulce. Esta diferencia de densidades provoca que la presión en el fondo de una columna de agua salada sea mayor que la de una columna de agua dulce de la misma altura. Si se conectaran ambas columnas por debajo, el agua salada fluiría hacia la columna de agua dulce. El proceso se detiene cuando la columna de agua dulce se hace mayor, la presión aumenta y consigue igualar a la intrusión de agua de mar. Si se extrae toda el agua dulce, el agua salada inunda el acuífero y resulta muy difícil de recuperar (EcuRed, s.f.)

Karst La palabra “karst” se utiliza para designar a un paisaje caracterizado por la presencia de diversos tipos y tamaños de hoyos o depresiones. El Karst es un lento proceso de disolución que tarda en desarrollarse millones de años, cada cien años el avance en la roca es de unos 5mm aproximadamente, abundante sobre todo en las rocas calizas, pero también en otras como las evaporitas, como el yeso y la sal o las cuarcitas y las dolomitas.

Este proceso pasa por tres estados principales. El primero se conoce como juvenil donde se produce la disolución del macizo de caliza creando bicarbonato cálcico, después las aguas superficiales y subterráneas penetran en las grietas de las rocas, y por último se disuelven poco a poco hasta crear cuevas y otras formas características de este relieve como simas, dolinas, gargantas y cañones (Fundación Aquae, s.f.)

Leptosol Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos Lítico del orden Entisol (Estados Unidos de Norteamérica); Leptic Rudosols y Tenosols (Australia); y Petrozems y Litozems (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas, y aquellos sobre otras rocas, a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2008)

LID Low Impact Development (Desarrollo de Bajo Impacto por sus siglas en inglés)LID Low Impact Development (Desarrollo de Bajo Impacto por sus siglas en inglés). Es un conjunto de sistemas y prácticas que usan o imitan procesos naturales que resultan en la infiltración, evapotranspiración o uso de aguas pluviales para proteger la calidad del agua y el hábitat acuático asociado. Se presentó y aplicó por primera vez durante la década de 1990 en Estados Unidos y es seguido en este país y Canadá. (United States Environmental Protection Agency, s.f.) (ARCADIS, 2018)

Lixisol Los Lixisoles comprenden suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) llevando a un horizonte árgico en el subsuelo. Los Lixisoles tienen alta saturación con bases y arcillas de baja actividad a ciertas profundidades. Muchos Lixisoles se incluyen en: Red Yellow Podzolic soils (e.g. Indonesia); Argissolos (Brasil); sols ferralitiques faiblement desaturés appauvris (Francia); y Red and Yellow Earths, Latosols o Alfisoles con arcillas de baja actividad (Estados Unidos de Norteamérica). (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2008)

Luvisol. Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades. Muchos Luvisoles son o fueron conocidos como: suelos texturales-metamórficos (Federación Rusa), sols lessivés (Francia), Parabraunerden (Alemania), Chromosols (Australia), Luvissolos (Brasil), GreyBrown Podzolic soils (terminología antigua de los Estados Unidos de Norteamérica), y Alfisoles con arcillas de alta actividad (Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos). (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2008)

Manglar Terreno que en la zona tropical cubren de agua las grandes mareas, lleno de esteros que lo cortan formando muchas islas bajas, donde crecen los árboles que viven en el agua salada. (Real Academia Española, s.f.)

Manzana Maya/ solar Maya Tradicionalmente, el solar maya yucateco es el predio o terreno, de entre 250 y 1,000 metros cuadrados, donde se realizan la mayor parte de las actividades de

la familia maya en Yucatán, separados del exterior por medio de una albarrada. Se constituye principalmente por la casa habitación, algunas construcciones pequeñas y un área abierta, que se delimita por las actividades que en ella se realizan. Según diversos autores (Aké et al., 1999; Tello, 1995; Chico, 1995; Estrada et al., 1998; Ayllón, 2003; Sánchez et al., 2011), el solar se conforma tradicionalmente con los espacios descritos a continuación: El hogar, la cocina, el troje, el semillero, el chiquero, el gallinero, el pozo, la batea y la letrina. (Cabrera Pacheco, 2014)

Marga Roca compuesta por un 35 a 65 % de carbonato cálcico y el resto por minerales arcillosos, a veces con algo de yeso e incluso sal. Su aspecto y propiedades son semejantes a la arcilla: tacto untuoso, se disgrega al ser sumergida en agua, adquiere gran plasticidad y adherencia, etc.

Se puede confundir con la arcilla, de la que se diferencia por su contenido en carbonato cálcico. La marga efervece fuertemente con ácido clorhídrico al 10 %, mientras que una arcilla lo hace más débilmente o puede no llegar a efervescer si carece de carbonato. (del Ramo & Guillén, s.f.)

Marisma Son ecosistemas de tipo húmedo con una importante presencia de agua, así como también de una vegetación baja y de tipo superficial que cubre el agua, pero sin secarla. Suelen encontrarse en regiones cercanas al mar. (ECURED, 2019)

Mioceno Es una división de la escala temporal geológica que pertenece al período Neógeno; dentro de este, el Mioceno precede al Plioceno. Comenzó hace 23 millones de años y terminó hace unos 5 millones de años. En este período continuó la elevación de cordilleras como los Pirineos, los Alpes y el Himalaya. La erosión favorecida por estas orogénesis originó sedimentos y depósitos de petróleo en zonas que eran cuencas marinas de poca profundidad. Durante el Mioceno temprano el clima era relativamente cálido, pero durante el Mioceno medio, desde hace 16,4 Ma (Langhiense) hasta hace 8,4Ma (Tortonense), se produjo una bajada de las temperaturas y se originaron las masas de hielo en la Antártida (Wikipedia, s.f.).

NOM Normas Oficiales Mexicanas. Son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. (GOBMX, 2019)NOM

OMS Organización Mundial de la Salud. Es la autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas. Es la organización responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales. (UNY, 2019)

ONU-habitat Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos. Recibió el mandato de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1978 para abordar los problemas del crecimiento urbano en colaboración con gobiernos y socios locales para definir visiones urbanas a futuro. (ONU Habitat, 2019)

Parque Natural Reserva Ría Celestún: Esta Reserva se ubica en la desembocadura de la cuenca de agua subterránea más importante de Yucatán, que coincide con el anillo de Cenotes y con el Ría Lagartos. Al mismo tiempo, se encuentra dentro del corredor costero de humedales con la mejor conservación de la parte occidental de la península yucateca. Es una de las reservas con mayor riqueza de especies y ecosistemas interdependientes, a saber, manglares, dunas, petenes, selva baja y pastizales. Bajo la premisa de proteger los procesos evolutivos del patrimonio natural, se ha puesto especial cuidado en la conservación de este hábitat.

Uno de los principales atractivos de la reserva es la observación de aves ya que Ría Celestún es uno de los principales sitios para el descanso, la alimentación y reproducción de una gran variedad de especies migratorias, especialmente del flamenco rosado. Aquí se han contado 300 especies de aves, tanto aves de bosque como carpinteros, colibríes, y motmots como aves acuáticas: fragatas, garzas, patos además del flamenco rosado. (Mundo Maya, s.f.)

Parque Natural Reserva Ría Lagartos: Esta Reserva se encuentra en el extremo oriental de la franja litoral de Yucatán. Contiene una alta diversidad de flora y fauna gracias a los diferentes ecosistemas que subsisten ahí, llámese selva baja, sabana o manglares. De este último, hay que mencionar que Ría Lagartos posee una de las zonas manglares más importante y extensa de todo Yucatán, sus aguas albergan gran variedad de moluscos, crustáceos y peces. Así mismo está considerado como uno de los humedales principales ya que representa, entre otras cosas, los primeros hábitats de parada disponibles para aves migratorias provenientes de Estados Unidos y Canadá. (Mundo Maya, s.f.)

Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos. Recibió el mandato de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1978 para abordar los problemas del crecimiento urbano en colaboración con gobiernos y socios locales para definir visiones urbanas a futuro. (ONU Habitat, 2019)

Petén Ecosistema que consiste en islas de vegetación baja inundable cercanos a la costa, por lo general con un manantial de agua dulce en su centro. (Batlori, 2016)

Plioceno El Plioceno es una división de la escala temporal geológica que pertenece al período Neógeno; dentro de este, el Plioceno sigue al Mioceno. Comienza hace 5,33 millones de años 263

y termina hace 2,59 millones de años. Anteriormente comprendía también el Gelasense (finalizando hace 1,8 millones de años), pero una revisión en 2009 de la Comisión Internacional de Estratigrafía ha pasado esta etapa al Pleistoceno.

Las fronteras del Plioceno no están establecidas como un evento mundial fácilmente identificable, sino como una serie de fronteras regionales entre el Mioceno cálido y el Plioceno más frío. La barrera superior al principio estaba ubicada al comienzo de las glaciaciones del Pleistoceno, pero actualmente se cree que dicha fecha es demasiado reciente. (Wikipedia, s.f.)

PTAR Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Las aguas residuales pueden provenir de actividades industriales o agrícolas y del uso doméstico. Los tratamientos de aguas industriales son muy variados, según el tipo de contaminación, y pueden incluir precipitación, neutralización, oxidación química y biológica, reducción, filtración, ósmosis, etc.

En el caso de agua urbana, los tratamientos de aguas residuales suelen incluir la siguiente secuencia:

Pretratamiento-Tratamiento Primario-Tratamiento Secundario. (Mobius, 2019)

Puerto de altura Un puerto de altura se le asigna a aquel que está en condiciones de recibir embarcaciones de gran calado, es decir, de grandes cantidades de carga, esto por su alto Dragado, así como mantener relaciones comerciales, se caracteriza por enviar y recibir embarcaciones internacionales. (Cruz, 2020)

Ramsar La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar, es el tratado intergubernamental que ofrece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

La Convención se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975. Desde entonces, casi el 90% de los Estados miembros de las Naciones Unidas de todas las regiones geográficas del planeta se han adherido al tratado.

La Convención aplica una definición amplia de los humedales, que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas. (RAMSAR, 2019)

Recristalizar Es una técnica empleada en el laboratorio cuando un sólido se separa de un crudo de reacción que suele ir acompañado de impurezas, por lo que es necesario someterlo a un proceso posterior de purificación. (EcuRed, s.f.)

Reserva ecológica Dentro de las clasificaciones de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se encuentran las Reservas Ecológicas. Las reservas ecológicas contienen una o varias zonas núcleo y zonas de amortiguamiento. La zona núcleo es un área que se caracteriza por tener un alto grado de conservación y diversidad que debe ser preservada en su totalidad, sujeta a protección estricta y estar alejada de las fuentes de perturbación. Las zonas de amortiguamiento son la frontera entre la zona núcleo y las zonas exteriores a la reserva; permiten reducir el efecto de las perturbaciones causadas por los seres humanos sobre la zona núcleo.

Las reservas deben contar con plan de manejo, que es un instrumento que permite establecer los lineamientos básicos para las actividades que se pueden desarrollar en la zona protegida y las acciones necesarias para la administración de la reserva. En algunas reservas los planes de manejo son muy estrictos y no se permite el acceso a las personas, otras tienen planes de manejo más flexibles que permiten actividades como el excursionismo, la caza o la pesca. En las zonas de amortiguamiento pueden realizarse actividades productivas que no alteren en forma significativa el ecosistema y que promuevan el desarrollo de los habitantes de la región. (Cervantes, 2009)

Resiliencia urbana. El concepto resiliencia describe la habilidad de cualquier sistema urbano de mantener continuidad después de impactos o de catástrofes mientras contribuye positivamente a la adaptación y la transformación hacia la resiliencia. Por tanto, una ciudad resiliente es aquella que evalúa, planea y actúa para preparar y responder a todo tipo de obstáculos, ya sean repentinos o lentos de origen, esperados o inesperados. De esta forma, las ciudades están mejor preparadas para proteger y mejorar la vida de sus habitantes, para asegurar avances en el desarrollo, para fomentar un entorno en el cual se pueda invertir, y promover el cambio positivo (ONU-Habitat, 2018).

SBN Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). Se refiere a aquellas Conjunto de prácticas que están inspiradas y respaldadas por la naturaleza y utilizan o imitan los procesos naturales para contribuir a la gestión mejorada del agua. Una solución basada en la naturaleza puede implicar la conservación o rehabilitación de los ecosistemas naturales y/o la mejora o creación de procesos naturales en ecosistemas modificados o artificiales. Se pueden aplicar a microescala (por ejemplo, un inodoro seco) o a macroescala (por ejemplo, el paisaje). (WWAP, 2018) (UNESCO/ONU, 2018)

SCD Sponge City Design. (Diseño de Ciudades Esponja por sus siglas en inglés) Son una serie de prácticas implementadas en ciudades chinas a partir del año 2003. Una ciudad esponja

es aquella que tiene la capacidad de integrar la gestión del agua urbana en la ciudad a través de políticas y diseños de planificación adecuada y con marcos legales y herramientas para implementar, mantener y adaptar los sistemas de infraestructura para recolectar, almacenar y tratar los excesos de agua de lluvia. Además, una Ciudad Esponja no solo podrá lidiar con “demasiada agua” sino que también podrá reutilizar el agua de lluvia para ayudar a mitigar los impactos de falta de agua y agua contaminada (Zevenbergen, Fu, Pathirana, & (Eds), 2018)

SEDUMA. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (Yucatán). Participa en la elaboración, implementación y evaluación de las políticas públicas y acciones que generen un desarrollo equilibrado en términos ambientales, sociales y económicos para el fomento de la sustentabilidad en el Estado mediante el uso eficiente de los recursos. (SEDUMA Yucatán, s.f.)

SIG Un sistema de información geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.

En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. (e-sig, s.f.)

Solonchak Los Solonchaks son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. Nombres comunes internacionales son suelos salinos y suelos afectados por sales. En sistemas nacionales de clasificación de suelos, muchos Solonchaks pertenecen a: suelos halomórficos (Federación Rusa), Halosols (China), y Salides (Estados Unidos de Norteamérica). (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2008)

Sostenibilidad. El desarrollo sostenible se define como la satisfacción de «las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. El desarrollo sostenible ha emergido como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo. Consta de tres pilares, el desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente. (ONU, 1987)

Suelo residual La definición de “suelo residual” varía de un país a otro, pero una definición razonable podría ser la de un suelo derivado de la meteorización y descomposición de la roca in situ, el cual no ha sido transportado de su localización original (Blight, 1997) /Los suelos residuales son los que se forman en el sitio por procesos de meteorización física y química y se desarrollan principalmente, en condiciones tropicales húmedas, de meteorización química intensa (Reading, 1999)

Tectónica Entendemos por arquitectura tectónica aquella en que la gravedad se transmite de una manera discontinua, en un sistema estructural con nudos donde la construcción es sincopada. Es la arquitectura ósea, leñosa, ligera. La que se posa sobre la tierra como alzándose sobre puntillas. Es la arquitectura que se defiende de la luz, que tiene que ir velando sus huecos para poder controlar la luz que la inunda. Es la arquitectura de la cáscara. La del ábaco. Es, para resumirlo, la arquitectura de la cabaña. (Campo Baeza, 1996)

Turba Material orgánico compacto, de color pardo por lo general oscuro y rico en carbono. Constituye la primera etapa del proceso por el que la vegetación se transforma en carbón mineral. Se forma como resultado de la putrefacción y carbonificación parcial de la vegetación en el agua ácida de pantanos, marismas y humedales, etc. La formación de una turbera es relativamente lenta como consecuencia de una escasa actividad microbiana, debida a la acidez del agua o la baja concentración de oxígeno. El paso de los años va produciendo una acumulación de turba que puede alcanzar varios metros de espesor, a un ritmo de crecimiento que se calcula de entre medio y diez centímetros cada cien años. (EcuRed, s.f.)

UADY Universidad Autónoma de Yucatán. Es una institución pública de educación media superior y superior, a través de una educación humanista. (UADY, 2019)

REFERENCIAS

9

9.1 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. (2015). Trayectorias de Urbanización e Implicaciones ambientales en México. Obtenido de INEGI sitio web: <https://www.inegi.org.mx/eventos/2015/poblacion//doc/p-GuillermoAguilar.pdf>
- Aller, L., Bennet, T., & et al. (1987). DRASTIC, a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic setting. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, Ada, OK, EPA.
- ARCADIS. (2018). ErQi sponge city final report. Wuhan, China: TU Delf, Arcadis.
- Ayuntamiento de Mérida. (2017). Promedio de valor unitario de terreno por colonia. Obtenido de ISLA Mérida web: http://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial/paginas/analisis_isai.php
- Ayuntamiento de Mérida. (s.f.). Ordenamiento territorial. Obtenido de <http://isla.merida.gob.mx/>: <http://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial/paginas/nosotros.php>
- Ayuntamiento de Mérida. (s.f.). Ordenamiento Territorial. Obtenido de <http://isla.merida.gob.mx/>: <http://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial/paginas/nosotros.php>
- Ayuntamiento de Mérida, IMPLAN Mérida. (2018). Prosperidad Urbana: Implementando la Nueva Agenda Urbana en Mérida. Mérida, México: IMPLAN Mérida.
- Barceló, R. (2011). Los ferrocarriles en Yucatán y el henequén en el siglo XIX. Mérida, México: Mirada ferroviaria.
- Batlóri, E. (2016). Condiciones actuales del agua subterránea en la Península de Yucatán. En M. (. Chávez, El manejo del agua a través del tiempo (págs. 201-261). Mérida, México: UAY, CIR Dr. Hideyo Noguchi, Unidad de Ciencias Sociales, Fundación Gonzalo Río Arronte, Consejo de la Cuenca de la Península de Yucatán.
- Bautista, F. (2010). El suelo. En R. Durán, & M. Méndez, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (págs. 14-16). Mérida, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Beddows, P., & Blanchon, P. (2007). Los cenotes de la Península de Yucatán. *Arqueología Mexicana* 14(83), 32-35.
- Bertaud, A. (19 de february de 2014). Cities as labor markets. Obtenido de Marron Institute educational web: https://marroninstitute.nyu.edu/uploads/content/Cities_as_Labor_Markets.pdf
- Bioenciclopedia. (2019). Que son los biomas. Obtenido de <https://www.bioenciclopedia.com/que-son-los-biomas/>
- Blight, G. (1997). *Mechanics of residual soils*. Rotterdam: Balkema.
- Bonet, F., & Butterlin, J. (1962). *Statigraphy of the northern part of the Yucatan Peninsula*. New Orleans, U.S.A: New Orleans Geological Society.
- Butterlin, J., & Bonet, F. (1960). *Información básica para la interpretación geohidrológica del estado de Yucatán*. D.F., México: Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- Cabrera Pacheco, A. J. (2014). *ESTRATEGIAS DE SUSTENTABILIDAD EN EL SOLAR MAYA*. Geographos. Obtenido de <https://elsolarmaya.wordpress.com/>
- Campo Baeza, A. (1996). *CAJAS, CAJITAS, CAJONES*. Madrid: La Idea Construida.
- Cebada, L. (8 de octubre de 2019). Etnicidad y courbación: Lo maya en chuburná. Obtenido de Mayas UADY sitio web: <http://www.mayas.uady.mx/articulos/laracecilia.html>
- Centre de Recerca Aplicada en Hidrometeorología. (s.f.). ¿Qué es la hidrometeorología? Obtenido de <http://www.crahi.upc.edu/>: <http://www.crahi.upc.edu/>

- crahi.upc.edu/index.php?option=com_content&view=article&id=75%3Aque-es-la-hidrometeorologia-&catid=36&Itemid=85&lang=es
- Cervantes, A. (2009). ¿Qué es una reserva ecológica? Obtenido de www.repsa.unam.mx: http://www.repsa.unam.mx/documentos/Cervantes_2008_Reserva.pdf
- Chávez, G. M. (2016). El manejo del agua a través del tiempo en la península de Yucatán. Mérida, México: UADY.
- CONABIO. (2009). Manglares de México, extensión y distribución. Ciudad de México, México: CONABIO.
- CONABIO. (2011). La costa de Yucatán en la perspectiva del desarrollo turístico. Obtenido de Biodiversidad, Gobierno de México: https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/DOC/costa_yucatan_desarrollo_turistico.pdf
- CONABIO. (s.f.). Qué hacemos. Obtenido de www.gob.mx: <https://www.gob.mx/conabio/que-hacemos>
- CONAGUA. (2015). Actualización de a disponibilidad media anual de agua en el acuífero en la Península de Yucatán. Obtenido de CONAGUA sitio web: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/yucatan/DR_3105.pdf
- CONAGUA. (2016). Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Obtenido de CONAGUA sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184667/DSAPAS_2016_web_Parte1.pdf
- CONAGUA. (2017). Estadísticas de agua en México. Obtenido de CONAGUA sitio web: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf
- ConceptoDefinición.de. (18 de Julio de 2019). Definición de ganadería extensiva. Obtenido de ConceptoDefinición.de: <https://conceptoDefinicion.de/ganaderia-extensiva/>
- ConceptoDefinicion.de. (18 de Julio de 2019). Definición de ganadería intensiva. Obtenido de ConceptoDefinicion.de: <https://conceptoDefinicion.de/ganaderia-intensiva/>
- CONEVAL. (2013). Pobreza urbana y de las zonas metropolitanas en México. Obtenido de CONEVAL sitio web: https://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza%20urbana/Pobreza_urbana_y_de_las_zonas_metropolitanas_en_Mexico.pdf
- CONSAR. (s.f.). Glosario del Sistema de Ahorro para el Retiro. Obtenido de <https://www.gob.mx/>: <https://www.gob.mx/consar/articulos/glosario-del-sistema-de-ahorro-para-el-retiro>
- Consejo de la Cuenca de la Península de Yucatán. (2012). Comité técnico de aguas subterráneas para la Zona Metropolitana de Mérida. Obtenido de Gobierno de Yucatán web: <http://acervo.yucatan.gob.mx/contenidos/COTASMEY.pdf>
- Córdoba, J., & García, A. (2010). Población y Regionalización. En R. Durán, & M. Méndez, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (págs. 57-62). Mérida, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Cruz, C. (Enero de 2020). Aduana en México. Obtenido de Puertos de cabotaje y altura mexicanos: <https://aduaenmexico.wordpress.com/2011/03/15/puertos-de-cabotaje-y-altura-mexicanos/>
- del Ramo, A., & Guillén, F. (s.f.). Tipos de Rocas. Obtenido de www.regmurcia.com: https://www.regmurcia.com/servlet/si?sit=c,365,m,108&r=ReP-8167-DETALLE_REPORTAJESABUELO
- Diccionario de geotecnia online. (s.f.). Roca Masiva. Obtenido de www.diccionario.geotecnia.online: <https://www.diccionario.geotecnia.online/diccionario/roca-masiva/>
- Duarte, A. (2016). La "Santa Agua" en la cultura maya en Yucatán. En M. Chávez, El manejo del agua a través del tiempo en la Península de Yucatán (págs. 137-153). Mérida, México: UAY, CIR Dr. Hideyo Noguchi, Unidad de Ciencias Sociales, Fundación Gonzálo Río Arronte,

Consejo de la Cuenca de la Península de Yucatán.

Durán, R., Arellano, J., & Méndez, M. (2010). Hacia la estrategia estatal de biodiversidad. En R. Durán, & M. Méndez, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (pág. 485). Mérida, México.: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Eastmond, A., & García de Fuentes, A. (2010). Impacto de los sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad. En R. Durán, & M. (. Méndez, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (pág. 98). Mérida, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

EcuRed. (Octubre de 2019). Marismas. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Marismas>

EcuRed. (s.f.). Arcilla. Obtenido de [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu/Arcilla): <https://www.ecured.cu/Arcilla>

EcuRed. (s.f.). Intrusión Salina. Obtenido de www.ecured.cu/: https://www.ecured.cu/Intrusi%C3%B3n_salina

EcuRed. (s.f.). Recristalizar. Obtenido de www.ecured.cu: <https://www.ecured.cu/Recristalizaci%C3%B3n>

EcuRed. (s.f.). Turba. Obtenido de www.ecured.cu: <https://www.ecured.cu/Turba>

e-sig. (s.f.). Software SIG. Obtenido de [e-sig.info](http://www.e-sig.info/): <http://www.e-sig.info/software-sig/>

EUR-LEX. (2013). Green Infrastructure (GI). Obtenido de eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013DC0249&from=EN Europe, Interreg Central. (25 de Septiembre de 2019). Overlay Mapping. Obtenido de Interreg Central Europe web site: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/Benefit/Platform/1.1-Overlay-Mapping.html>

Fernández, J. (6 de octubre de 2019). Humedales artificiales para depuración. Obtenido de Fundación Global Nature web: <https://www.fundacionglobalnature.org/macrophytes/documentacion/Cap%EDtulos%20Manual/Cap%EDtulos%206.pdf>

Foster, S., & Hirata, R. (1991). Determinación del Riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Fundación Aquae. (s.f.). Qué es un kars. Obtenido de www.fundacionaquae.org: <https://www.fundacionaquae.org/aquaetv/que-es-un-karst/> Gamboa, J. (1999). Vocabulario del uayeísmo en la cultura de Yucatán. Mérida, Yucatán: UADY.

García, G., & Durán, R. (2010). Distribución espacial de la vegetación. En R. Durán, M. Méndez, & (Eds), Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. (págs. 131-135). Mérida, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

García, G., & Graniel, E. (2010). Geología. En R. Durán, & M. (. Méndez, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (págs. 4-6). Mérida, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

GIZ. (s.f.). México. Obtenido de [giz.de](http://www.giz.de/): <https://www.giz.de/en/worldwide/33041.html>

Glaeser, E. (2011). Triunfo de las ciudades: Cómo nuestra gran creación nos hace más ricos, más listos, más sostenibles, más sanos y más felices. New York: Taurus.

Gobierno de Mérida. (2015). Diagnóstico estadístico y estacional del Municipio de Mérida . Obtenido de Gobierno de Mérida web: <http://www.merida.gob.mx/municipio/portal/umaip/contenido/poas/2010/diagnostico2010.pdf>

Gobierno de Mérida. (2016). Programa Municipal de Desarrollo Urbano, visión 2040. Obtenido de Gobierno de Mérida web: <http://www.merida.gob.mx/municipio/portal/especiales/pmdu/pdf/02PatrimonioCultural.pdf>

GOBMX. (Octubre de 2019). Normas oficiales mexicanas. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>

- Grupo Banco Mundial. (2018). Población urbana (% del total). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>
- Guzmán, S. (2006). Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México. Obtenido de Centro PAOT ORG: http://centro.paot.org.mx/documentos/conafor/catalogo_maderas.pdf
- IDEPA. (Noviembre de 2019). Obtenido de Que es un cluster: <https://www.idepa.es/innovacion/clusteres/que-es-un-cluster>
- IMPLÁN Mérida. (2018). Estrategias municipales para la Resiliencia Urbana. Mérida, Yucatán.: IMPLAN, Mérida.
- INEGI. (2002). Estudio hidrológico del Estado de Yucatán. Aguascalientes, México: INEGI.
- INEGI. (s.f.). Quiénes somos. Obtenido de www.inegi.org.mx: https://www.inegi.org.mx/inegi/quienes_somos.html
- Instituto de Energías Renovables. (2019). Evaluación térmica de la envolvente arquitectónica. Obtenido de enerhabitat UNAM: <http://www.enerhabitat.unam.mx/Cie2/>
- Keddy , P. (2000). Wetland ecology. Principles and conservation. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Koriander S de RL de CV. (2019). Ficha técnica, base de Chukum. Obtenido de Chukum web: https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/18147/FICHA_TECNICA_CHUKUM.pdf
- López , R. (2014). Crecimiento urbano y cambio social: escenarios de transformación de la zona metropolitana de Mérida. Mérida, México: Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales.
- López, R. (2014). Crecimiento urbano y cambio social : escenarios de transformación de la zona. Obtenido de Red de bibliotecas virtuales de ciencias sociales de América Latina y el Caribe: http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/cephcis-unam/20170504053237/pdf_1332.pdf
- McHarg, I. (1969). Design with Nature. New York, USA: American Museum of Natural History [by] the Natural History Press.
- Mobius. (Diciembre de 2019). Obtenido de Que es una PTAR: <http://mobius.net.co/que-es-una-ptar/>
- Mundo Maya. (s.f.). Parque Natural Reserva Ría Celestún. Obtenido de mundomaya.travel: <http://mundomaya.travel/es/naturaleza/espacios-naturales/item/reserva-de-la-biosfera-ria-celestun.html>
- Mundo Maya. (s.f.). Parque Natural Reserva Ría Lagartos. Obtenido de mundomaya.travel: <http://mundomaya.travel/es/naturaleza/espacios-naturales/item/reserva-de-la-biosfera-rio-lagartos.html>
- Nava, V. (2015). Percepción, conocimiento local y descripción de la calidad del agua en cenotes de interés turístico y recreacional. Obtenido de Cinvestav Unidad Mérida web: <https://www.mda.cinvestav.mx/FTP/EcologiaHumana/maestria/tesis/13TesisNavaV15.pdf>
- ONU. (1987). Nuestro Futuro Común. ONU.
- ONU HABITAT. (2017). Mérida, iniciativa de las ciudades prósperas. Informe de Prosperidad Urbana. Ciudad de México, México.: ONU HABITAT.
- ONU Habitat. (Noviembre de 2019). Obtenido de <https://www.onuhabitat.org.mx/index.php/nosotros>
- ONU-Habitat. (octubre de 2018). Ciudades Resilientes. Obtenido de [onuhabitat.org.mx](https://www.onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-resilientes): <https://www.onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-resilientes>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (2008). Base referencial mundial del recurso del suelo. Un marco conceptual para correlación, clasificación y comunicación internacional. Roma: FAO.

Pacheco, Sansores, & Pérez. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán. Obtenido de Revista de Ingeniería, UADY: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/diagnostico.pdf>

Pozo, C., Canto, N., Calmé, S., & (Eds.). (2011). Riqueza biológica de Quintana Roo. Una análisis para su conservación. Tomo I. D.F., México: Ecosur, CONABIO, Gobierno del Estado de Quintana Roo y PPD.

RAE. (Diciembre de 2019). DEJ-RAE. Obtenido de <https://dej.rae.es/lema/bald%C3%ADo>

RAE. (2020). Diccionario RAE. Obtenido de <https://dle.rae.es/>

Ramírez, L. (2011). Las relaciones peligrosas: sociedad, naturaleza y construcción de la modernidad. En R. Durán, & M. Méndez, Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán (págs. 29-34). Mérida, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

RAMSAR. (2019). Acerca de la convención de RAMSAR. Obtenido de <https://ramsar.org/es/acerca-de-la-convencion-de-ramsar>

Reading, A. (1999). Stability of tropical residual soils from Dominica, West Indies. Cambridge, UK: Anglia Polytechnic.

Real Academia Española. (s.f.). Manglar. Obtenido de <https://dle.rae.es>: <https://dle.rae.es/manglar>

Rodríguez, R. (2013). Las raíces del agua: el agua como paisaje en Yucatán. Mérida, México.: Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán.

Ruiz, H., & Arellano, J. (2010). Áreas Naturales Protegidas. En R. Durán, & M. Méndez, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (págs. 414-419). Mérida, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

SEDEMA. (s.f.). Areas Naturales Protegidas. Obtenido de sedema.cdmx.gob.mx: <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/areas-naturales-protegidas>

SEDUMA Yucatán. (s.f.). Quienes somos. Obtenido de sds.yucatan.gob.mx: <http://sds.yucatan.gob.mx/quienes-somos/index.php>

Servicio Geológico Mexicano. (s.f.). ¿Qué es la geología? Obtenido de www.gob.mx: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>

Servicio Geológico Mexicano. (s.f.). ¿Qué es la Hidrogeología? . Obtenido de www.gob.mx: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157801/Que-es-la-Hidrogeologia.pdf>

Strang, G. (1996). Infrastructure as Landscape. Obtenido de UC Berkeley Places, digital journal: <https://escholarship.org/uc/item/6nc8k21m#main>

Tipos de suelo de Yucatán. (2015). Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/267479447/Yucatan-Tipos-de-Suelo>

UADY. (2019). Nuestra Universidad. Obtenido de <http://www.uady.mx/nuestra-universidad/>

UNESCO/ONU. (2018). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la Naturaleza para la Gestión del Agua. París, Francia: UNESCO.

United States Environmental Protection Agency. (s.f.). Urban Runoff: Low Impact Development. Obtenido de www.epa.gov: <https://www.epa.gov/nps/urban-runoff-low-impact-development>

UNY. (Octubre de 2019). Uniting for Youth. Obtenido de OMS: <https://www.un.org/youthenvoy/es/2013/09/oms-organizacion-mundial-de-la-salud/>

USGS. (s.f.). Aquifers and Groundwater. Obtenido de USGS Science for a changing world: <https://www.usgs.gov/special-topic/water->

science-school/science/aquifers-and-groundwater?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Villanueva, E. (2012). Yucatán, historia y cultura henequenera. Mérida, México: Eric Villanueva Mukul.

Wikipedia. (diciembre de 2019). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Celos%C3%ADa_\(arquitectura\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Celos%C3%ADa_(arquitectura))

Wikipedia. (1 de Agosto de 2019). ArcGIS. Obtenido de Wikipedia, la enciclopedia libre.: <https://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

Wikipedia. (s.f.). Mioceno. Obtenido de es.wikipedia.org: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mioceno>

Wikipedia. (s.f.). Plioceno. Obtenido de es.wikipedia.org: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mioceno>

WWAP. (2018). Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. WWAP.

Zevenbergen, Fu, Pathirana, & (Eds). (2018). Sponge Cities: Emerging Approaches, Challenges and Opportunities. Basel, Switzerland: MDPI.

Zúñiga, F., Palacio, A., & Aponte, A. (2005). Caracterización y Manejo de los suelos de la Península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, fo