



Universidad Autónoma
del Estado de México



Facultad de Planeación
Urbana y Regional

Facultad de Planeación Urbana y Regional
Maestría en Estudios de la Ciudad



Vulnerabilidad socioambiental a inundaciones. Los humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas

Tesis que, para obtener el grado de Maestro en Estudios de la Ciudad, presenta:

QFB. Ender Fabián Toledo Alcázar

Línea de generación y aplicación del conocimiento:
Ordenamiento Ambiental y Vulnerabilidad Urbana

Comité tutorial:

Tutor académico: Dr. en C. Salvador Adame Martínez
Tutores adjuntos: M. en D. M. Guadalupe Hoyos Castillo
Dr. en C. S. Arturo Venancio Flores

Toluca de Lerdo, Estado de México, octubre, 2023



CONAHCYT

El Programa de Maestría en Estudios de la Ciudad, pertenece al Sistema Nacional de Posgrados del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), por tal motivo esta investigación se ha realizado gracias a la beca escolar recibida.

Resumen

La vulnerabilidad socioambiental se refiere a las situaciones críticas antropogénicas irreversibles que ponen en riesgo al desarrollo humano y al medio ambiente. Particularmente, para el caso de los humedales de México, en las últimas décadas se han sufrido pérdidas y ha habido afectaciones en su ecosistema y sus funciones ambientales ya que también cumplen funciones de infiltración para la contención de inundaciones. Sin embargo, la intervención y gestión de los humedales no ha logrado la prevención de tales inundaciones.

Por el motivo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la vulnerabilidad socioambiental en los humedales de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Por lo tanto, se consideraron diferentes dimensiones como social, ambiental y jurídica, y se emplearon indicadores en cada una de estas con la finalidad de conocer el grado de vulnerabilidad en el que se encuentra la población y coadyuvar en la mitigación de riesgos.

La metodología utilizada fue la de CENAPRED (2012), para los aspectos socioeconómicos, así como la capacidad de respuesta de las dependencias y la percepción del riesgo de la población. En lo referente a los aspectos ambientales, se empleó la Guía de Evaluación de Humedales de la CONACYT-CONAGUA (2012), en la parte reglamentaria y jurídica.

El estudio se realizó en dos humedales urbanos, de un total de cuatro existentes: “La Kisst” que se encuentra en el centro de la ciudad y “María Eugenia” en el sur de la ciudad de San Cristóbal de las Casas. Ambos cuentan con decreto Ramsar desde 2008. La escala geográfica de la información fue la sección electoral, debido a que ofrece mayor detalle y con mejor factibilidad en la obtención de los indicadores socioeconómicos.

Los hallazgos generales del estudio encontrados fueron: 1) el cambio de uso de suelo es derivado del incremento de la actividad económica; 2) los pobladores son desplazados por cuestiones políticas y religiosas de los municipios rurales aledaños a la ciudad; 3) el sector inmobiliario se ha encargado de aumentar la plusvalía de estas zonas debido a la cercanía a zonas comerciales y de servicios; y 4) principalmente, las áreas presentan una tenencia de tierra de carácter privado y no se encuentran bajo propiedad social.

El índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los dos humedales estudiados registra situaciones de alta, media y baja vulnerabilidad. La alta vulnerabilidad corresponde a zonas cuya población está asentada de manera irregular desde hace 15 años, lo que pone en tela de juicio el actuar de las autoridades. Igualmente, se enfrenta a la problemática de la deforestación y el cambio del uso del suelo. Por otra parte, la vulnerabilidad media se presenta en partes donde no está permitido el cambio de uso de suelo, pero hay nuevos asentamientos humanos, además que se presentan inundaciones. Finalmente, la vulnerabilidad baja se observa en áreas donde no existen cambios de usos de suelo, ni nuevos asentamientos humanos y no presentan problemas de inundaciones.

En los humedales, existen zonas en el cual los propietarios promueven amparos para realizar cambios de uso de suelo, lo que genera conflictos con organizaciones civiles que promueven el cuidado de los humedales. Ambas situaciones son derivadas de los vacíos institucionales e incumplimiento de la gestión adecuada. Por lo que, es urgente definir medidas específicas en gestión de riesgos y protección ambiental.

Palabras clave: Vulnerabilidad socioambiental, humedales, inundaciones, ecosistemas, usos de suelos.

Abstract

Socio-environmental vulnerability refers to irreversible anthropogenic critical situations that put human development and the environment at risk. Particularly, in the case of wetlands in Mexico, in recent decades there have been losses and effects on their ecosystem and their environmental functions, since they also perform infiltration functions to contain floods. However, the intervention and management of wetlands has not succeeded in preventing such floods.

For the above reason, the objective of this research work was to evaluate the socio-environmental vulnerability in the wetlands of the city of San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Therefore, different dimensions such as social, environmental, and legal were considered, and indicators were used in each of these in order to know the degree of vulnerability in which the population is found and help in risk mitigation.

The methodology of CENAPRED (2012), for socioeconomic aspects, as well as for the response capacity of the dependencies and the perception of risk of the population was used. Regarding environmental aspects, the CONACYT-CONAGUA Wetland Evaluation Guide (2012) was used, in the regulatory and legal part.

The study was carried out in two out of four urban wetlands, "La Kisst" which is located in the center of the city of San Cristóbal de las Casas and "María Eugenia" in the south of it. Both have a Ramsar decree since 2008. The scale of the geographic information was the electoral section, because it offers greater detail and with better feasibility in obtaining socioeconomic indicators.

In the field work, a semi-structured questionnaire was applied to the residents of both wetlands and an interview with a key informant was conducted, which complements the reliability of the data collected.

The general findings of the study found were: 1) the land use change is derived from the increase in economic activity; 2) the inhabitants are displaced for political and religious reasons from the rural municipalities bordering the city; 3) the real estate sector has been in charge of increasing the surplus value of these areas due to the proximity to commercial and

service areas; and 4) mainly, the areas have private land tenure and are not under social ownership.

The socio-environmental vulnerability index to floods in the two wetlands studied registers situations of high, medium and low vulnerability. High vulnerability corresponds to areas whose population has been irregularly settled for 15 years, which calls into question the actions of the authorities. Likewise, it faces the problem of deforestation and land use change. On the other hand, medium vulnerability occurs in parts where land use change is not allowed, but there are new human settlements, in addition to flooding. Finally, low vulnerability is observed in areas where there are no land use changes, no new human settlements, and no flooding problems.

In the wetlands, there are areas in which the owners promote protection to make changes in land use, which generates conflicts with civil organizations that promote the care of wetlands. Both situations are derived from institutional gaps and non-compliance with proper management. Therefore, it is urgent to define specific measures in risk management and environmental protection.

Keyword: Socio-environmental vulnerability, wetlands, floods, ecosystems, land uses

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	9
1.1 Riesgos	9
1.1.1 Riesgos hidrometeorológicos	11
1.2 Vulnerabilidad	12
1.2.1 Vulnerabilidad social	14
1.2.2 Vulnerabilidad ambiental	15
1.2.3 Vulnerabilidad socioambiental	17
1.3 Medio ambiente y fenómenos hidrometeorológicos	19
1.4 Inundaciones.....	20
1.5 Humedales	22
1.6 Gestión de humedales.....	24
1.6.1 Gestión de humedales en México	25
Conclusión parcial	30
CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA Y DE NORMATIVIDAD	31
2.1. Referentes de estudios a nivel internacional.....	31
2.2. Referentes de estudios a nivel nacional.....	32
2.3 Referentes de estudios a nivel estatal	33
2.4 Referentes metodológicos para el desarrollo de la propuesta metodológica.....	36
2. 5 Marco normativo en materia hídrica y riesgos	44
2.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)	44
2.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	46
2.5.3 Ley de Aguas Nacionales.....	47
2.5.4 Ley General de Protección Civil.....	48
2.5.5 Ley Estatal de Protección Civil del Estado de Chiapas.....	49
2.5.6 Convención Ramsar para la conservación de humedales.....	52
Conclusión parcial	54
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	56
3.1 Caracterización de la zona de estudio.....	56
3.2 Recopilación de información documental, estadística y cartográfica	57
3.3 Elaboración de la base cartográfica de la zona de estudio	57
3.4 Construcción del proceso metodológico de indicadores	60
3.4.1 Dimensión social.....	60
3.4.2 Dimensión ambiental	68
3.4.3 Dimensión jurídica.....	71
3.5 Cálculo del índice de vulnerabilidad a inundaciones por asentamientos urbanos en zona de humedales.....	72

3.6 Instrumentos de aplicación de campo.....	73
3.7 Trabajo de campo, situación de los humedales según dimensiones de estudio.....	74
3.7.1 Dimensión social.....	75
3.7.2 Dimensión ambiental	83
3.7.3 Dimensión jurídica.....	87
Conclusión parcial	87
CAPÍTULO 4. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL A INUNDACIONES EN LOS HUMEDALES URBANOS DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS	
4.1 Aplicación del Índice de Vulnerabilidad Socioambiental a Inundaciones (IVSAI)...	89
4.2 Índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en humedales según la dimensión social	93
4.3 Índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en humedales según la dimensión ambiental.....	95
4.4 Índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en humedales según la dimensión jurídica	97
4.5 Análisis de Componentes Principales.....	99
Conclusión parcial	100
CONCLUSIONES.....	102
PROPUESTAS	103
REFERENCIAS	105
ANEXOS	114

INTRODUCCIÓN

La ciudad exhibe transformaciones que son observables a lo largo del tiempo; no obstante, esto no implica una completa sustitución de su morfología, sino más bien la adopción de nuevas configuraciones y la incorporación de distintas funciones. El tejido urbano se transforma constantemente con nuevos escenarios que dispone nuevas estructuras, entre otras formas asume el crecimiento hacia la periferia que se añaden al centro de las ciudades (Lefebvre, 1978).

Actualmente, las tendencias de la urbanización indican que hacia el 2050 la mayoría de las personas se trasladarán a vivir a la ciudad. Según sea el entorno geográfico la ocupación urbana propicia diversos impactos. La expansión de la urbe está relacionada principalmente con la proliferación de los asentamientos irregulares, mismos que carecen de los principales servicios públicos básicos y con derechos de propiedad precarios. Por otra parte, de acuerdo con la ONU-Hábitat, entre los años 1995 y 2014 se produjo un incremento cerca de dos puntos porcentuales en el año, por lo que el crecimiento poblacional aumentó en más de 200 millones (FOCO ECONÓMICO, 2012).

El crecimiento de las áreas metropolitanas conlleva a transformaciones socioeconómicas que al expandirse espacialmente generan interrelaciones internas y externas, dispersión de la población, actividades económicas nuevas, ofrecen servicios y requieren de infraestructura. Entre otras dinámicas, los movimientos pendulares y descentralización de actividades es un fenómeno en crecimiento en México (Hoyos et. al, 2018).

Tales procesos consumen recursos sociales y naturales, y generalmente no se respetan los ordenamientos de corte urbano y ambiental. Estas tendencias de crecimiento urbano incrementan la demanda de suelo urbano, en algunos casos suelen asentarse en humedales que, en muchos casos, son terrenos desocupados o baldíos, pero que en temporada de lluvias funcionan como vasos reguladores para absorber el exceso de lluvia; además de que los humedales funcionan como filtros de residuos industriales, domésticos (RAMSAR, 2018).

la ocupación derivada del desarrollado urbano en los humedales les causa inestabilidad e impacto ambiental, además de traer consigo déficit en cuanto a la calidad de vida de los habitantes por una ocupación no planificada y de forma no ordenada (Rangel, 2015).

No obstante, la ocupación de los humedales debido al aumento de la población en la ciudad, así como la expansión urbana genera la impermeabilización del suelo y el relleno de las zonas de humedales, y por ende altera el ciclo hidrológico de la lluvia, con la ocupación de humedales aumentan los niveles de escurrimiento y al estar ocupados los vasos reguladores (los humedales) aumenta el riesgo de inundación (Castillo y Vargas 2016).

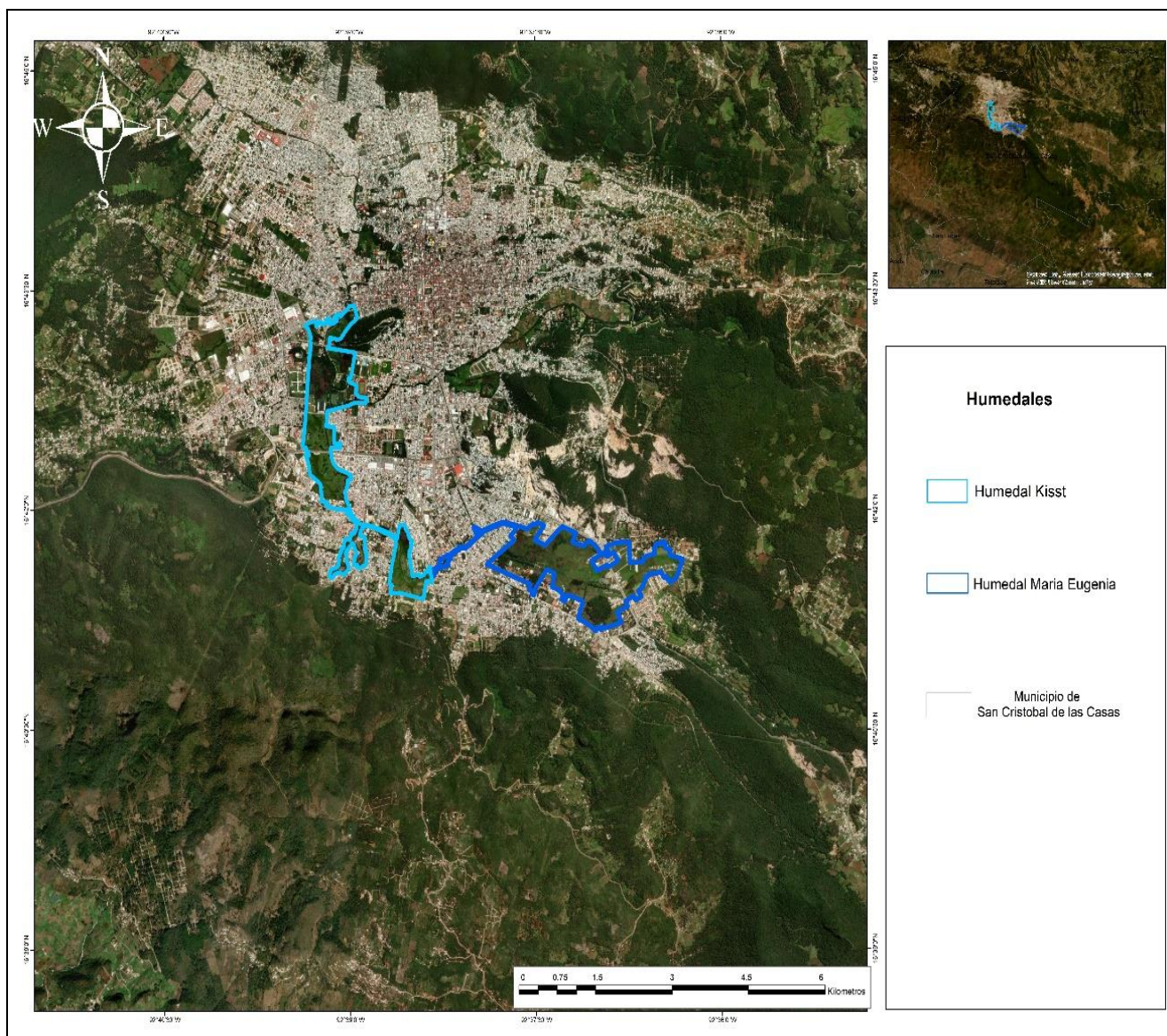
Por otro lado, el crecimiento urbano en los humedales implica riesgos de origen humano, lo cual violenta la naturaleza y puede generar “deslizamientos, inundaciones y sequías”, de esta manera no es posible realizar una separación de los riesgos naturales y los antropogénicos (Wilches, 1993).

El municipio de San Cristóbal de las Casas posee cuatro humedales de los cuales dos se encuentran en el área urbana: “La Kist” que se encuentra en el centro y “María Eugenia” en el sur de la ciudad (ver Figura 1), mientras que los humedales el “Encuentro” y “Rancho Nuevo” se localizan en el medio rural. La función de los humedales en el espacio urbano es proveer de recursos hídricos y funciones de ecosistemas a la ciudad.

En el caso específico de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, las zonas de humedales con asentamiento de la población generan aumento del riesgo por inundación. Desde su fundación en el año 1529, San Cristóbal de las Casas fue un lugar susceptible a inundaciones por el relieve montañoso. Por ejemplo, en el año 1973 la inundación alcanzó un metro de altura en la zona centro de la ciudad, lo cual con el tiempo derivó en la construcción de un túnel para drenar el agua. Para el año 2020, de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, existe una declaración de desastre natural a la ciudad como resultado de la inundación fluvial del 5 y 6 de noviembre de ese año (Atlas Municipal de Peligros y Riesgos de San Cristóbal de las Casas, 2021).

Figura 1.

Humedales la Kisst y María Eugenia



Nota: La imagen presenta a los humedales urbanos de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, con declaratoria RAMSAR. Fuente: Elaboración propia en base a SEMARNAT (2021). No se ven las coordenadas de la figura, no sé porque poner una imagen miniatura de la misma si es por los límites, se aprecian con mucho trabajo y no se puede leer lo que dice.

Por otra parte, en San Cristóbal clasificaron los humedales en: transformados (que perdieron características propias de humedal debido al crecimiento urbano), alterados (han perdido parcialmente sus características funcionales debido a la ocupación agrícola, ganadera o

urbana, pero que aún pueden ser restaurados) y humedales potenciales (preservan características de un humedal y son funcionales). Juntaría estos dos párrafos y la cita de rojas, para presentar a ir explicando cada uno con sus cifras. En los humedales de San Cristóbal de las Casas la ocupación se presenta de la siguiente forma: 14 colonias asentadas en humedales transformados con 18% del total de humedales los humedales alterados albergan a 15 colonias en 276.16 hectáreas con 51.52% del área total de los humedales y en los humedales potenciales lo forman cuatro áreas en 159.32 hectáreas con 29.72% del área total de humedales teniendo un total de 100.46 hectáreas en cuanto a humedales (Rojas, 2014).

De acuerdo con los datos anteriores, la mayor parte de los humedales están ocupados por asentamientos humanos. Los humedales alterados ocupan la mayor parte de los ecosistemas, mientras que en los humedales potenciales todavía presentan problemáticas significativas. Como la expansión de las áreas urbanas y con ello la contaminación de sus cuerpos de agua. Los humedales de la Kisst y María Eugenia cuentan con protección y conservación internacional Ramsar y registran problemas importantes.

De acuerdo con Ramsar (2008) el humedal la Kisst, se le otorgó decreto Ramsar en 2008, el sector inmobiliario aprovechó parte del humedal para construir viviendas, incluso en el área protegida También el gobierno construyó oficinas de Protección Civil, un edificio de la Guardia Nacional y un acceso vial con concreto hidráulico, además de la colonia Buganvilias en la parte poniente del humedal.

Por otra parte, el humedal María Eugenia, también cuenta con declaratoria Ramsar desde el 2012, aunque tiene propietarios particulares, explotado por las empresas inmobiliarias, y las autoridades otorgan permisos para construir en esa zona debido a que siguen construyendo casas habitacionales y negocios en el área de humedales y no se han clausurado o evitado a que los proyectos se lleven a cabo (Avila,2021).

La ocupación urbana, las inundaciones y los riesgos asociados en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, son claramente evidentes como resultado de la urbanización y la explotación de recursos hídricos de los humedales. Albergan población de escasos recursos y elevada

marginación que, al asentarse en zonas predispuestas a inundaciones, hace más propensa a la población a tener pérdidas materiales y condiciones de hábitat.

En algunas partes de los humedales estudiados de San Cristóbal los habitantes promueven amparos para poder realizar cambios de uso de suelo. Por lo que existen conflictos con organizaciones civiles que promueven el cuidado de estos, ambos intereses contrastantes se derivan de los vacíos institucionales e incumplimiento de la gestión adecuada (Ávila, 2021) por lo que es urgente para los tomadores de decisiones estudiar y definir medidas específicas en gestión de riesgos y protección ambiental

Del contexto descrito surge la pregunta de investigación ¿Cuáles son los sectores que tienen mayor vulnerabilidad socio ambiental a sufrir inundaciones en los humedales de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas?

La hipótesis de la investigación sostiene que la ciudad de San Cristóbal de las Casas tiende a ser inundable debido a la gran extensión de humedales que se encuentran en la zona urbana y el grado de vulnerabilidad socioambiental de las personas asentadas, provocado por la urbanización, cambios de uso de suelos y débil gestión de los humedales.

En esta investigación de tesis, el objetivo general es evaluar la vulnerabilidad socioambiental en los humedales de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, a través de indicadores y de trabajo de campo, para conocer el grado de vulnerabilidad en que se encuentra la población y coadyuvar en la mitigación de posibles riesgos.

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Elaborar un marco teórico conceptual y de referencia sobre vulnerabilidad, humedales e inundaciones.
2. Diseñar una metodología que permita la evaluación de la vulnerabilidad socioambiental de los asentamientos en los humedales urbanos de la ciudad.
3. Aplicar la metodología de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los dos humedales urbanos de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Estudiar la problemática de los humedales en las ciudades se justifica analíticamente en el marco de la política nacional sectorial y de investigación, especificar más. Es posible decir que la ciudad es un “ecosistema urbano” ya que se encuentra estructurado por diferentes tipos de sistemas, mismos que dependen mutuamente. Por la búsqueda de una mejor calidad de vida las personas emigran a la ciudad interactuando social y económicamente, de esta manera logran un desarrollo, aunque desencadena un impacto ambiental específicamente en las zonas de mayor índice de vulnerabilidad como lo son los humedales. Según Lenis y Bernal (2019) éstos presentan diferentes funciones ecosistémicas que ayudan a reducir los riesgos a inundaciones ya que funcionan como vasos reguladores.

Este trabajo de investigación coadyuvará al análisis de la problemática de inundaciones por asentamientos en humedales que se localizan en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, además de conocer la vulnerabilidad de los asentamientos humanos en los humedales. Además, se aborda la vulnerabilidad a nivel socioambiental, debido a las características de la población, la cual comprende factores que son “relativos a salud, accesibilidad, pobreza, educativos, habitacionales, económicos, ambientales, entre otros, cuyo grado de debilidad define distintos niveles de vulnerabilidad socioambiental frente al problema estudiado” (Cabral et. al, 2015, p.174).

Con lo anterior, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible promovidos por la Organización de las Naciones Unidas, este trabajo servirá en su ODS 15 para “Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad” en su indicador 15.1.1, el cual establece que se debe garantizar la conservación, así como la restauración y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y agua dulce en donde contempla a los humedales, cuyo compromiso obliga a México como firmante de los acuerdos internacionales.

En cuanto a la aportación al PRONACE de vivienda servirá para poder resolver problemas institucionales y fortalecer políticas públicas para tener viviendas sostenibles, así como la participación social y la colaboración de la población con las instituciones que se puede aplicar en un ámbito, local, estatal y nacional. Es el caso del hábitat en los humedales.

La finalidad de estudiar la vulnerabilidad socioambiental de inundaciones en los humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, es debido a que es un área de conexión entre la exposición de las amenazas a la integridad del ser humano que en este caso están en los humedales y la capacidad que tienen ellos para poderlos enfrentar (Ávila y Ávila, 2021).

Es importante además de la relación de los humedales con la ciudad, la contribución en materia normativa y cumplimiento de la gestión urbana y ambiental y propiamente la especificada en los humedales. De acuerdo con Rangel (2015) se puede analizar los ordenamientos y las legislaciones que permiten la relación y el desarrollo de unos con otros, así como las debilidades y fortalezas, para realizar propuestas estratégicas que permitan innovar y adaptar los prototipos desde la planeación y gestión. Según Montoya et. al. (2008) es parte esencial la participación ciudadana en los planes estratégicos de prevención, así como conocer su vulnerabilidad.

Para realizar políticas y normas que ayuden a reducir, minimizar o mitigar los riesgos a inundaciones además de la vulnerabilidad socioambiental en las ciudades, tales estudios requieren de tecnologías de análisis espacial como los SIG para relacionar actividades humanas y eventos hidrometeorológicos.

Por otra parte, la presente investigación se estructura en cuatro capítulos y conclusiones. El primer capítulo, corresponde al marco teórico conceptual y se reportan los conceptos de riesgo y sus tipos, la vulnerabilidad siguiendo autores clásicos y recientes quienes han contribuido en la discusión y comprensión sobre las inundaciones y la afectación a la población, así como los humedales, su gestión y ocupación. Se hace énfasis en los cambios de uso de suelo y las afectaciones de la población asentada en ellos.

El segundo capítulo, corresponde al del marco de referencia, donde se revisan investigaciones relacionadas con los humedales, además del marco normativo y legal. Los primeros aportan conocimiento de la normatividad los cuales se consideraron para el análisis de la investigación. Se analizó la legislación para conocer cuáles leyes protegen a los humedales y posteriormente indagar su cumplimiento.

El tercer capítulo, comprende la metodología, en la cual se formula el procedimiento para la evaluación. Se toma la evaluación el CENAPRED (2013), y se utilizó la “Metodología estandarizada para la evaluación de humedales en México a nivel cuenca hidrográfica” de CONACYT-CONAGUA (2012).

El capítulo cuarto, corresponde propiamente a los resultados y discusión y se aplica el Índice de Vulnerabilidad Socioambiental a inundaciones, se elabora la cartografía a partir del análisis de datos y se reportan los hallazgos del trabajo de campo. Finalmente, en la última parte se presentan las conclusiones del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

El presente capítulo aborda cuatro apartados, en los cuales se detalla el marco teórico conceptual de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones primeramente describiendo los riesgos, su significado y sus componentes. En el segundo apartado se describe la vulnerabilidad, así como su clasificación y su campo de aplicación. Posteriormente en el tercer apartado se dan a conocer las inundaciones, así como su clasificación, además de comprender la parte conceptual. Finalmente, en el último apartado se dan a conocer los humedales, en primera parte la conceptualización seguido de la clasificación que tiene cada uno de ellos y sobre todo el impacto que representan en un entorno urbano.

1.1 Riesgos

Douglas en su obra sobre “La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales” indica que la definición, para la evaluación de toxicidad de los productos químicos que utilizó la Organización de Naciones Unidas es: el riesgo como concepto estadístico se relaciona con “la frecuencia esperada de efectos indeseados que nacen de la exposición a un contaminante” (Organización Mundial de la Salud, 1978, citado por Douglas, 1996p44). Otra definición ampliamente aceptada en los trabajos de la época fue la definición de riesgo como la relación entre la probabilidad de un evento y la severidad del daño, el cual se puede ejemplificar mediante la ecuación 1.

$$R = P \times D \quad (1)$$

Donde:

R= riesgo

P= Probabilidad de un evento

D= Severidad del daño

Este producto puede expresarse a partir de la lógica riesgo-beneficio de Starr (Douglas,1996), que incluye una variable de riesgo voluntaria o aceptable.

Para Soldano (2009), el riesgo es una abstracción que tiene una raíz completamente humana, asociado con la iniciativa de porvenir sin certeza, ha estado presente a partir de constantemente en las comunidades humanas, su propia concepción involucra un devenir de los acontecimientos que caracteriza temporalmente la variabilidad que dificulta su predicción, de igual manera, un evento que crea un efecto no deseado sobre el ser humano

está asociado al espacio físico donde éste realiza sus ocupaciones. El reparto espacial de esta afectación sobre el territorio geográfico se caracteriza por su enorme variabilidad.

Lavell (2010) define el riesgo como la posibilidad de sufrir algún tipo de daño o pérdida, que de esta manera queda en claro el concepto de creer que existen dos factores para que se pueda dar los cuales son: la amenaza y vulnerabilidad, los cuales tienen una relación directa o indirecta en medio de estos dos tipos de componentes, cuyas propiedades y especificidades son demasiado heterogéneas. Para objetivos analíticos, los estudios separan los dos componentes, donde está establecido una aparente soberanía de los dos, sin embargo, en la verdad es imposible dialogar de amenaza sin la existencia de vulnerabilidad y viceversa.

La Ley General de Protección Civil (2012), define que los riesgos existen por su forma natural o los provocados por las actividades del hombre, de los cuales los antropogénicos, son consecuencia de los agentes perturbadores por lo que se prevé una participación por parte de los tres órdenes de gobierno, así como de la población y del sector privado, creando estrategias de prevención y medidas aplicables para salvaguardar la vida y la integridad de las personas.

Para el CENAPRED (2014), el concepto de riesgo va de la mano de tres factores importantes los cuales son: la probabilidad de que ocurra un evento potencialmente dañino, es decir, el peligro, la vulnerabilidad y el valor del activo exhibido. Esta definición se muestra en la ecuación (2).

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Exposición} \quad (2)$$

$$R = (P \times V \times E)$$

Peligro: es una situación que presenta un grado de amenaza para la vida, la salud, la propiedad o el medio ambiente. Se caracteriza por la posibilidad de supervivencia en caso de un evento potencialmente dañino, es decir, un evento susceptible de causar daño a la propiedad legal protegida.

Vulnerabilidad: es la incapacidad de resistir un evento amenazante o la incapacidad de recuperarse de un desastre.

Exposición: es la presencia de personas, medios de vida, servicios, recursos ambientales, infraestructura o bienes económicos, sociales o culturales en los lugares que puedan verse afectados.

Los riesgos de tipo hidrometeorológico son un detonante para las inundaciones. Por esta razón para esta investigación estos riesgos representan los de mayor relevancia debido a que se refiere de inundaciones en zona de humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, los cuales se describen con mayor detalle en el siguiente apartado.

1.1.1 Riesgos hidrometeorológicos

Un riesgo hidrometeorológico es causado por distintos elementos geográficos y/o climáticos (agua, suelo, vegetación y viento), se asocian a ciclones tropicales, lluvias externas, inundaciones pluviales y fluviales, costeras y lacustres, además de las tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad, heladas, sequías, ondas cálidas y gélidas, y tornados (CENAPRED, 2016).

Los riesgos hidrometeorológicos pueden o no causar daño, pero existen algunos que por su intensidad generan pérdidas materiales, económicas y humanas, tal es el caso de los ciclones tropicales que por su particularidad producen fuertes vientos, aumento de la marea, así como escurrimientos, los cuales cambian de acuerdo con su movimiento a su trayectoria. La estructura que ocupa en un lugar depende de la intensidad por la cual se desarrolla, la temporada en el cual ocurren en México se presenta generalmente de mayo a noviembre y se puede asociar a otros tipos de amenazas, los cuales pueden ser: frentes fríos, ondas tropicales, canales de baja presión, o incluso la interacción con otro ciclón (CONAGUA, 2017).

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2017), los clasifica como amenazas naturales, pero hace mención que mientras el hombre no intervenga el hábitat para que estos no se presenten, no existen condiciones para que estos se manifiesten, por lo que dentro de su clasificación comprenden las lluvias intensas, granizadas, desbordes e

inundaciones, temperaturas extremas y sequías. Todo lo anterior puede favorecer los deslizamientos, huaycos y aluviones.

En el Atlas Nacional de Riesgos Ambientales de España (2019), se clasifica en este tipo de riesgos dentro de los ambientales y los subclasifica como “meteorológicos” en los cuales incluyen a las sequías, inundaciones, tormentas, frentes fríos, granizo, viento e incluyen los procesos de avalancha, además de darle la importancia a la geomorfología la cual influye para poder sufrir este tipo de eventos.

La investigación realizada por Armas (2021), indica que las zonas afectadas por los riesgos hidrometeorológicos abarcan más del 60 % del territorio nacional, en donde las inundaciones son el segundo tipo de fenómeno que lo afectan, lo que genera pérdidas económicas, así como daños en infraestructura y vivienda, lo que aumenta a las personas su grado de vulnerabilidad. Por otra parte, el fenómeno que domina las encuestas es las sequias, en donde más del 70 % del país sufre dicho fenómeno, del cual el norte del país es el más afectado seguido por la costa y centro.

1.2 Vulnerabilidad

Para Wilches-Chaux (1993), la vulnerabilidad es la incapacidad de poder captar mediante un auto acomodamiento en función a los efectos de un determinado cambio en su entorno, es decir, la “inflexibilidad” o la incapacidad de adaptarse a tal cambio, que constituye un peligro para la comunidad local por las razones mencionadas. La vulnerabilidad determina el alcance del daño causado por la creación real de riesgo para la comunidad y la sociedad.

Blake (1996), refiere que la vulnerabilidad es un conjunto de amenazas naturales y antropogénicas, que además se da en una convivencia con otros seres vivos, las políticas públicas y el componente económico es causa del origen, así como el medio ambiente.

Para Blake et. al (1996), la vulnerabilidad es una característica de acuerdo con el tipo de localización y vivienda, principalmente en donde se encuentra su ubicación en el área urbana en la cual existe una desigualdad de la plusvalía que va incrementando de acuerdo con la expansión urbana y la disponibilidad de los materiales de la tierra por lo que su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse es directamente proporcional a ello.

Santana et. al (2010) mencionan que la vulnerabilidad es un proceso en el cual las personas están más expuestas a la marginación y la pobreza, que influye en el proceso socioeconómico de la población, incluyendo el número de habitantes que están asentados en un territorio además de las zonas económicas en las cuales se relacionan para poder considerarlos como una población vulnerable.

Rivera (2012), en un estudio sobre “la definición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo”, plantea que se define como la relación que existe entre las amenazas físicas en las cuales se encuentran: sequías, inundaciones, terremotos o amenazas causadas por el hombre como la contaminación, accidentes, hambrunas o pérdidas de empleo.

Para el IPCC (2012), la vulnerabilidad se define como la tendencia en donde el individuo se puede ver afectado desfavorablemente como lo manifiesta Turner II et. al (2003), el cual menciona que la exposición es parte de la vulnerabilidad, en el cual existen diferencias significativas. Un ejemplo podría ser la exposición de vivir en ciudades que tienen altas temperaturas como Mexicali o Hermosillo, en donde estas alcanzan hasta 50 °C, pero si se cuenta con aire acondicionado en los hogares reduce que las personas tengan un golpe de calor y eso ya forma parte de la vulnerabilidad como un indicador

La vulnerabilidad se define como el grado de exposición a un determinado peligro o exposición derivado de los índices de pobreza, desigualdad y deterioro ambiental, que incluye las “variables demográficas y socioeconómicas, políticas culturales; de la misma manera pueden estar en función de las características particulares como la clase edad y género o en variables culturales u sociales” (Campos, 2015:59). Dentro de los autores que aportan sobre la vulnerabilidad, Chaux (1993), es uno de los que se encuentra más citados en las revisiones bibliográficas, de donde se basan para poder realizar sus propias clasificaciones, Blaikie (1996) empieza a aportar estos conceptos en un trabajo enfocado a los riesgos, y el IPCC (2012) lo manifiesta en la aplicación de los riesgos, pero también indicando que es un problema antropogénico que hay que darle importancia.

En la revisión de literatura de acuerdo con Blaikie, Chaux y el IPCC retomamos los siguientes tipos de vulnerabilidad que nos servirán para poder analizar las inundaciones en la zona de humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

1.2.1 Vulnerabilidad social

El concepto de la vulnerabilidad social se compone de la inseguridad, la indefensión que experimenta la población y todos aquellos que viven en su entorno mismas que se ven reflejados en el medio en el cual habitan a raíz de un impacto negativo generado a través de eventos socioeconómicos. La vulnerabilidad social tiene su origen en dos líneas importantes, la primera se enfoca en el estudio de los desastres naturales y la segunda sobre los cambios de vida que sufren las comunidades rurales y pobres con condiciones socioeconómicas deplorables (Chambers, 1989; Bayliss-Smith, 1991).

De Armiño (1999) indica que este concepto apareció en la literatura científica en la década de 1970, en un intento por comprender algunos desastres naturales (sequías, huracanes, terremotos) y los problemas de recuperación de la población afectada. Los desastres son eventos especiales e inesperados, resultado directo de factores naturales imprevistos (meteorológicos, ambientales o demográficos), sin cuestionar específicamente la relación entre ambos. En el mejor de los casos, se tuvo en cuenta la interrelación entre el desastre y la mala gestión de los recursos naturales por parte de las víctimas (sobreexplotación, sobrepastoreo, sobre deforestación).

Según el mismo autor, de este enfoque completamente natural en los años setenta, en los ochenta se recurrió a un enfoque sociológico. Este enfoque acepta la importancia de los desastres naturales como posibles provocadores de desastres naturales, pero se enfoca en examinar “la estructura social y económica y los procesos de desigualdad y pobreza que son vulnerables a ser afectados” (De Armiño 1999: 2). De esta manera, una vez que se incluyen los factores sociales en la comprensión de los desastres, el concepto de vulnerabilidad se utiliza no solo para estudiar las respuestas de la población a los desastres naturales externos, sino también para comprender en qué medida las estructuras sociales definen a sectores específicos de la población. Población en ausencia de defensa.

Según Spielman et. al, (2020), la vulnerabilidad social describe combinaciones de procesos sociales, culturales, económicos, políticos e institucionales que dan forma a los diferenciales socioeconómicos en la experiencia y recuperación de las amenazas. Las medidas

cuantitativas de vulnerabilidad social se utilizan ampliamente en la investigación y en la práctica.

De acuerdo con Valdés (2021), una vez que se incluyen los factores sociales en la comprensión de los desastres, el concepto de vulnerabilidad se utiliza no solo para estudiar las respuestas de la población a los desastres naturales externos, sino también para comprender en qué medida las estructuras sociales definen a sectores específicos de la población que está en ausencia de defensa.

La vulnerabilidad social es estudiada debido a los procesos en los cuales la población en general está involucrada, tomando en cuenta su economía, cultura procesos y como estos influyen en la capacidad de respuesta, prevención y resistencia ante un impacto, como lo son las inundaciones o fenómenos naturales y antropogénicos.

1.2.2 Vulnerabilidad ambiental

Este concepto se relaciona con la mayor o menor exposición que tiene un área a ser afectada por un evento, en este caso, la magnitud del posible impacto de un problema ambiental. Las amenazas ambientales se determinan en función de la probabilidad y el grado de manifestación de los problemas ambientales en el área, con referencia a las condiciones ambientales del país y del planeta, que en ocasiones pueden evitarse simplemente identificando los problemas ambientales. Ocurren eventos naturales con connotaciones extraordinarias, como ciclones tropicales, terremotos (Pérez, 2004).

La vulnerabilidad ambiental es un concepto desarrollado por diversos autores. Gaspari et. al, (2011) definen este tipo de vulnerabilidad como el grado de exposición o predisposición característico del ambiente y recursos naturales que están propensos a sufrir algún tipo de daño o pérdida de éste, formando parte de los elementos físicos y biológicos. Por otra parte, Alenza (2020:10) afirma que la vulnerabilidad ambiental es la amenaza que sufren diferentes tipos de especies y entre la clasificación del tipo de especie o población de la biodiversidad se encuentra amenazada mismas que serán diferenciadas en dos categorías:

- a) En peligro de extinción: taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.

b) Vulnerable: taxones o poblaciones que corren el riesgo de pasar a la categoría anterior en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos, de acuerdo con el riesgo que van a tener para poder sobrevivir.

Para Cárdenas et. al, (2020), la vulnerabilidad ambiental se refiere a la resiliencia de un sistema, subsistema o componente frente a dos grandes problemas ambientales que ocurren a nivel mundial: el calentamiento global y la pérdida de biodiversidad. Ambos son causados directa o indirectamente por actividades humanas. Aunque la vulnerabilidad ambiental también se refiere a la resistencia del medio ambiente ante fenómenos naturales como los terremotos.

La vulnerabilidad ambiental depende de dos factores:

- a) Exposición: Es el nivel de exposición natural a los problemas ambientales. Por ejemplo, las aves que viven en ambientes naturales donde la caza es ilegal son menos vulnerables que aquellas que viven en lugares donde la caza está completamente descontrolada.
- b) Capacidad adaptativa: Es la capacidad de la naturaleza para ajustar su función a los cambios que ocurren para reducir el daño potencial. Por ejemplo, algunas especies se adaptan fisiológicamente a los cambios de temperatura provocados por el calentamiento global.

La vulnerabilidad ambiental para Esparza et. al (2019) se refiere a que el comportamiento humano hacia el medio ambiente no se basa en la coexistencia recíproca, sino en la dominación destructiva: la relación entre el hombre y el medio ambiente viola este último.

Flores y Díaz (2019), menciona que la vulnerabilidad ambiental es provocada por la apropiación de los recursos naturales causados por el neoliberalismo, al ser los recursos naturales explotados por el capitalismo, provocando una inseguridad dentro del ecosistema lo que hace que la vulnerabilidad se propague a la comunidad o la región, mismos que sufrirán ese impacto ambiental debilitando sus capacidades de respuesta frente a las contingencias generadas por la forma de organización dominante.

1.2.3 Vulnerabilidad socioambiental

Dado que los factores que inciden en la vulnerabilidad son internos y también externos (determinados por las condiciones del ambiente), es posible hacer referencia a condiciones de vulnerabilidad socioambiental, definidas en estudios anteriores (García, 2008; Cabral y Zulayca, 2015; Alfie y Castillo, 2016).

Según García (2008: 48), la vulnerabilidad socioambiental lleva consecuencias que se consideran críticas e irreversibles en función de la calidad de los recursos naturales que ponen en riesgo a la población en general y al correcto funcionamiento de los ecosistemas. La autora menciona que uno de los indicadores de seguridad ambiental se refiere a la capacidad de la sociedad para poder garantizar

- a) Una adecuada cantidad y calidad de agua para el funcionamiento de los ecosistemas,
- b) La producción y autosuficiencia alimentaria,
- c) La satisfacción de las necesidades básicas de la población,
- d) La reducción y el manejo adecuado de los conflictos y disputas por el agua,
- e) La capacidad para prevenir y enfrentar desastres como sequías, inundaciones y epidemias asociadas con enfermedades hídricas como el cólera.

Por esta razón la definición de vulnerabilidad socioambiental está ligada con el proceso en el cual la población está expuesta, es decir sufrir algún tipo de riesgo o exposición provocado por las amenazas por factores biofísicos y sociales.

Por otra parte, Cabral y Zulaica (2015), señalan que es la capacidad de dar respuesta a un riesgo o peligro determinado por una serie de factores que intervienen en una comunidad involucrando de una manera directa a los recursos naturales, como lo son: los cuerpos de agua, flora, fauna, aspectos normativos y culturales, además de la capacidad de resistir con

ayuda del conjunto de recursos y servicios ambientales (bosques, cuencas hidrológicas) que en el mayor de los casos éste tipo de vulnerabilidad es más propensa en la zona urbana ya que hay riesgos crecientes y dinámicos.

La vulnerabilidad socioambiental es el estado de coexistencia sistemática de grupos humanos y ambientales, que es un grupo en la ubicación física de un área peligrosa expuesto a amenazas naturales y daños a la salud, tal como lo perciben quienes viven en su entorno. Esto significa que todas sus necesidades están cubiertas desde el medio ambiente, la vivienda, la sanidad, el empleo, la educación, etc. (Padilla, 2021).

De la misma manera, la vulnerabilidad socioambiental se define por las características de los residentes y por la inmediatez en la que enfrentan problemas o riesgos, y puede evaluarse observando los impactos del cambio climático, la crisis económica y los que pueden verse afectados. por el clima. cambiar Utilizar los ecosistemas como barreras a la susceptibilidad y al potencial de adaptación. (Reina, 2021).

Esta vulnerabilidad socioambiental es abordada en conjunto medio ambiente y la parte social debido a que existe un mayor riesgo entorno a la vulnerabilidad de la población que se asienta en los humedales, y el impacto que genera al medio ambiente, esto cuando no existen estrategias para reducir el impacto con medidas preventivas frente a los estragos causados por el ser humano que caracteriza el interactuar de la sociedad y el medio ambiente (Lozano et al, 2009)

Una de las maneras de sufrir una vulnerabilidad socioambiental como lo son los humedales es la construcción legal e ilegal de su zona. Así mismo de las actividades agropecuarias y de ganadería en donde se acaba la cobertura vegetal en donde el ser humano desconoce el valor que se le da al medio ambiente y que es vitalicio para el desarrollo sostenible de las poblaciones (Garzón, 2021).

Debido a los procesos de urbanización en las zonas bajas de las ciudades o en los propios sitios de infiltración, se han aumentado las inundaciones causando estragos en la parte económica y social de las ciudades en donde se puso más atención a los humedales y debido a la cultura ambientalista y con la Reducción de Riesgo de Desastres propuestas en el marco

Sendai, los humedales han cobrado mayor importancia y notoriedad, del cual uno de ellos es la elaboración de políticas públicas en pro del medio ambiente (Caruso y Ríos , 2021).

1.3 Medio ambiente y fenómenos hidrometeorológicos

De acuerdo con la Ley General de Protección Civil (2012), en su artículo 2, inciso XXIV, indica que un fenómeno hidrometeorológico como un agente perturbador se genera por la acción de los agentes atmosféricos tales como ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres, tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad, heladas, sequías, ondas cálidas y gélidas.

Heladas: son la disminución de la temperatura producida por las masas de aire polar que se encuentra con humedad cuando las ondas gélidas tienen temperaturas por debajo de cero grados centígrados. Para que éstas puedan ocurrir necesitan condiciones físicas tales como la “ausencia de vientos, sequedad atmosférica, sobre todo la inversión de la temperatura en el aire próxima al suelo” (CENAPRED, 2019, p.23).

Granizo: son precipitaciones sólidas que tienen morfologías de grajeas de hielo que actúan en conjunto con las tormentas eléctricas. Dependiendo del tamaño y la cantidad de granizo va a depender el grado de daño que ocasiona. En lugares rurales genera daños a los plantíos y en ocasiones es letal para las crías de animales (CENAPRED, 2019, p.28-25).

Frente frío: se produce cuando dos corrientes de aire de distintas características físicas, como son las ondas cálidas contienen un grado de humedad mayor que la otra, generando que las ondas cálidas circulen de forma frontal lo que originan fenómenos en los cuales aparecen nubosidades y en el mayor de los casos lluvias (CENAPRED, 2020).

Sequías: se da cuando las precipitaciones son menores en el año y cuando la deficiencia hídrica tiende a aumentar y a prolongarse, lo que interfiere en las actividades humanas, las sequías se presentan en cualquier temporada del año y en cualquier área geográfica, pero también existen condiciones específicas que tienden a hacer más vulnerables un determinado sitio (CENAPRED,2016).

Inundaciones: se ocasionan de acuerdo con el origen presentados por la acumulación hídrica de precipitación que en algunos casos puede ser causado por el aumento de granizo o nieve, en donde la geomorfología juega una parte muy importante además de la insuficiencia de drenaje. En alguno de los casos causados por el desbordamiento de ríos y arroyos, además de la ruptura de presas (CENAPRED,2016).

1.4 Inundaciones

De acuerdo con la CONAGUA (2013), las inundaciones se definen como el crecimiento del nivel del agua y desbordamiento de los confines sobre las avenidas y caudales, incrementando el nivel hasta llegar a la superficie libre del agua del mar o los ríos causando una invasión en los lugares en los cuales no está dentro de su cauce o límites aceptables causando daños a la población, infraestructura, sistemas agrícolas, entre otros.

De acuerdo con Saharia et. al (2017), las inundaciones representan uno de los desastres naturales más devastadores del mundo y simbolizan un tercio de todos los peligros geofísicos mundiales. Las inundaciones, especialmente las inundaciones repentinas, han atraído una atención significativa en el resto del mundo debido a su naturaleza devastadora y al potencial de causar daños económicos sustanciales y pérdida de vidas.

Los estudios de peligro de inundaciones a escala continental y mundial han recibido más atención a medida que se da más importancia a los efectos destructivos de las inundaciones en las políticas públicas De acuerdo con el informe de pérdidas por inundaciones de los Estados Unidos para el año hídrico 2014 (1 de octubre de 2013 - 30 de septiembre de 2014) compilado por el Servicio Meteorológico Nacional para el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU (Saharia et. al, 2017).

Las inundaciones son fenómenos que se dan frecuentemente a causa de la formación de las cuencas acuáticas, llanuras fluviales “llanuras aluviales, planicies de inundación y vegas de los ríos, es decir, forman parte de la geodinámica natural del planeta. Sin embargo, pueden

transformarse en amenaza cuando el hombre ocupa zonas susceptibles de ser inundadas, lo cual genera impactos socioeconómicos” (Choez et. al, 2019:2).

Los fenómenos hidrometeorológicos encabezan la lista de desastres en los cuales hay más pérdidas humanas y bienes materiales a nivel mundial. Estos encabezan los 10 más grandes desastres en los cuales las sequías han dejado “(650,000 muertos), las tormentas (577,232 muertos), las inundaciones (58,700 muertos) y las temperaturas extremas (55,736 muertos) por lo que los desastres por agua son los que más pérdidas han dejado en Europa entre los años 1970-2019” (Organización Meteorológica Mundial, 2021).

Las inundaciones son muy recurrentes en el territorio mexicano, ya que es muy común que en todos los años alguna región del país sufra por inundaciones provocados por los desbordamientos de los ríos, oleajes, fallas en las estructuras hídricas, generando un incremento en la superficie libre de agua, además del exceso de las precipitaciones que causan daño tanto material, físicos y de riesgos latentes a la población (Municipio de San Cristóbal de las Casas, 2012).

Hernández et. al (2017) menciona que en México el organismo encargado de realizar propuestas metodológicas para poder analizar el grado de estimación a inundaciones es el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), lo cual recalca que para poder analizar este tipo de fenómenos hidrometeorológicos es necesario tener la base científica de los fenómenos que afectan en cierto tipo de región, de esta manera se puede estimar las posibles consecuencias de este

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2021), las inundaciones son definidas como "el aumento del nivel del agua por encima del cauce normal". Esta situación evidencia el desbordamiento del agua en toda la superficie, lo que potencialmente puede ocasionar daños significativos. En otras palabras, se trata de la elevación del nivel del agua por encima de su altura habitual, lo cual puede dar lugar a pérdidas materiales y humanas. En consecuencia, dichas inundaciones se clasifican en diferentes categorías según sus características y efectos

- Inundaciones pluviales: surgen a consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo, de la parte alta de la cuenca).
- Inundaciones fluviales: se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada.
- Inundaciones costeras. se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que este penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.
- Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica: existe una causa que puede generar una inundación, aún más grave que las antes mencionadas. Si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras (p.15-21)

1.5 Humedales

Los ecosistemas de humedales cubren aproximadamente el 6 % de la superficie terrestre a nivel mundial y se sabe que proporcionan hábitat para más de 10,000 especies de peces y más de 4,000 especies de anfibios. Los humedales son un ecosistema único entre el medio ambiente terrestre y acuático (Ouyang y Lee 2020).

Para la Ley de Aguas Nacionales (1992) los humedales son zonas en las cuales existe un sistema acuático terrestre que puede estar completo o parcialmente inundado, y pueden ser dependientes o no de las mareas mismas que conforman el tipo de vegetación.

“Los humedales son ecosistemas de transición que varían desde la zona acuática a la terrestre y están determinados por las dinámicas que imponen los regímenes de inundación, estableciendo su carácter estacional o permanente en el plano estructural.

Estos ecosistemas presentan zonas cuya extensión y complejidad interna puede variar significativamente de acuerdo con la tipología que presenten” (Pinzón y Díaz 2012).

De acuerdo con INECOL (2013), los humedales se pueden clasificar según su ubicación tanto como de su sistema de inundación o del tipo de flora y fauna que en él habitan, por lo que se clasifican en tres tipos:

- Marinos y estuarinos: incluye aquellos humedales ubicados sobre la zona costera cuya entrada de agua es principalmente salada o salobre (mezcla de agua dulce y salada), debido a entradas ocasionales de agua dulce.
- Lacustres: incluye aquellos humedales situados en zonas represadas como los lagos, y a aquellos humedales que se originan a orillas de éstos.
- Palustres; dentro de esta clasificación se incluyen los humedales cuya entrada de agua es únicamente dulce, es decir, aquellos humedales que se ubican en las zonas de borde de ríos, lagunas de agua dulce o planicies inundables (parr. 4)

INECOL (2013) señala que los humedales también pueden clasificarse de acuerdo con las funciones que desempeñan por lo que tienen cuatro clasificaciones:

- Sirven de hábitat, ya que brindan refugio para una gran variedad de fauna acuática, terrestre y de aves.
- Se producen productos que sirven como materia prima para construcción, recursos alimenticios, medicinales y ornamentales, todos éstos, resultado de los procesos químicos y biológicos de los humedales.
- La belleza escénica y el aporte recreativo y educacional son funciones culturales de los humedales.
- Regulan procesos ecológicos esenciales para la vida, ejemplo de ello son los ciclos hidrológicos y de carbono (parr.5)

Los humedales de San Cristóbal las Casas, Chiapas, han servido como filtro natural del agua de lluvia que fluye desde la superficie, la mayor parte del agua de estos humedales se filtra antes de ingresar al suelo. En los últimos tiempos, la urbanización ha destruido esta zona,

aunque hay grandes humedales cerca de aguas naturales pero el aumento de reciente urbanización en estos sitios está ayudando a reducir su propagación. (SMHN, 2012).

Los humedales son las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Además de ser el principal influyente del medio ambiente y de las especies que ahí habitan, se da en donde hay una cercanía a los mantos freáticos o en donde la tierra está cubierta por cuerpos de agua poco profundos (RAMSAR. Convenio sobre los humedales, 2016).

En una investigación realizada por Sharma y Wasko (2017) se dice que las disminuciones de los humedales en la captación de humedad del suelo tienen una retroalimentación positiva que aumenta las temperaturas de la superficie, mientras que también tienen una retroalimentación negativa, disminuyendo la evapotranspiración. Además de la temperatura, hay una serie de otros factores, tales como cambios en los patrones de circulación atmosférica

El humedal realiza numerosas funciones valiosas, como reciclar nutrientes, purificar agua, atenúa las inundaciones, recarga el agua subterránea y también sirve para proporcionar agua potable, peces, forraje, combustibles, hábitat de vida silvestre, controlar la tasa de escorrentía en las zonas urbanas, amortiguar las costas contra la erosión y la recreación para la sociedad (Kummar y Kanaujia, 2018).

1.6 Gestión de humedales

La gestión de los humedales se ha dado a partir de la creación de los humedales artificiales, mismos que son conservados por el hombre dándoles la función de recreación, hábitat de especies endémicas, así como la extracción de agua. Estas propiedades hacen que los humedales construidos sean aptos para sistemas rurales, sin alcantarillado y por lo tanto sin conexión a una estación de tratamiento, existen grandes extensiones de tierra disponible (en fincas o casas rurales), o produce tipos orgánicos en algunos y alta biodegradabilidad, por

ejemplo, en la industria agroalimentaria (fábricas de lácteos y quesos), o también para la depuración de aguas ácidas de mina, coquerías o lluvia (Mena, 2014, p.4).

Quienes iniciaron con la gestión de los humedales fue la civilización cretense, tras crear la primera red de alcantarillado, tuvo el acierto de verter las aguas residuales en los ríos, lagos y pantanos cercanos a los pueblos, evitando así los graves problemas de salud que les podía ocasionar el vertido incontrolado (Fernández, 2017).

Una investigación en Europa en 1950, de la Dra. Käthe Seidel, conocida como “Bulrush Kate” quien trabajó en el Instituto Max Planck en Alemania y dirigió muchos experimentos, cuyo objetivo principal era mejorar la calidad del agua de los ríos navegables a través del uso apropiado de las especies vegetales de los humedales. Según su experiencia, utiliza agua de una variedad de fuentes, incluso de granjas lecheras, granjas ganaderas o agua que contiene fenoles (Fernández, 2017).

Los aspectos que han motivado el creciente interés por esta tecnología son los siguientes:

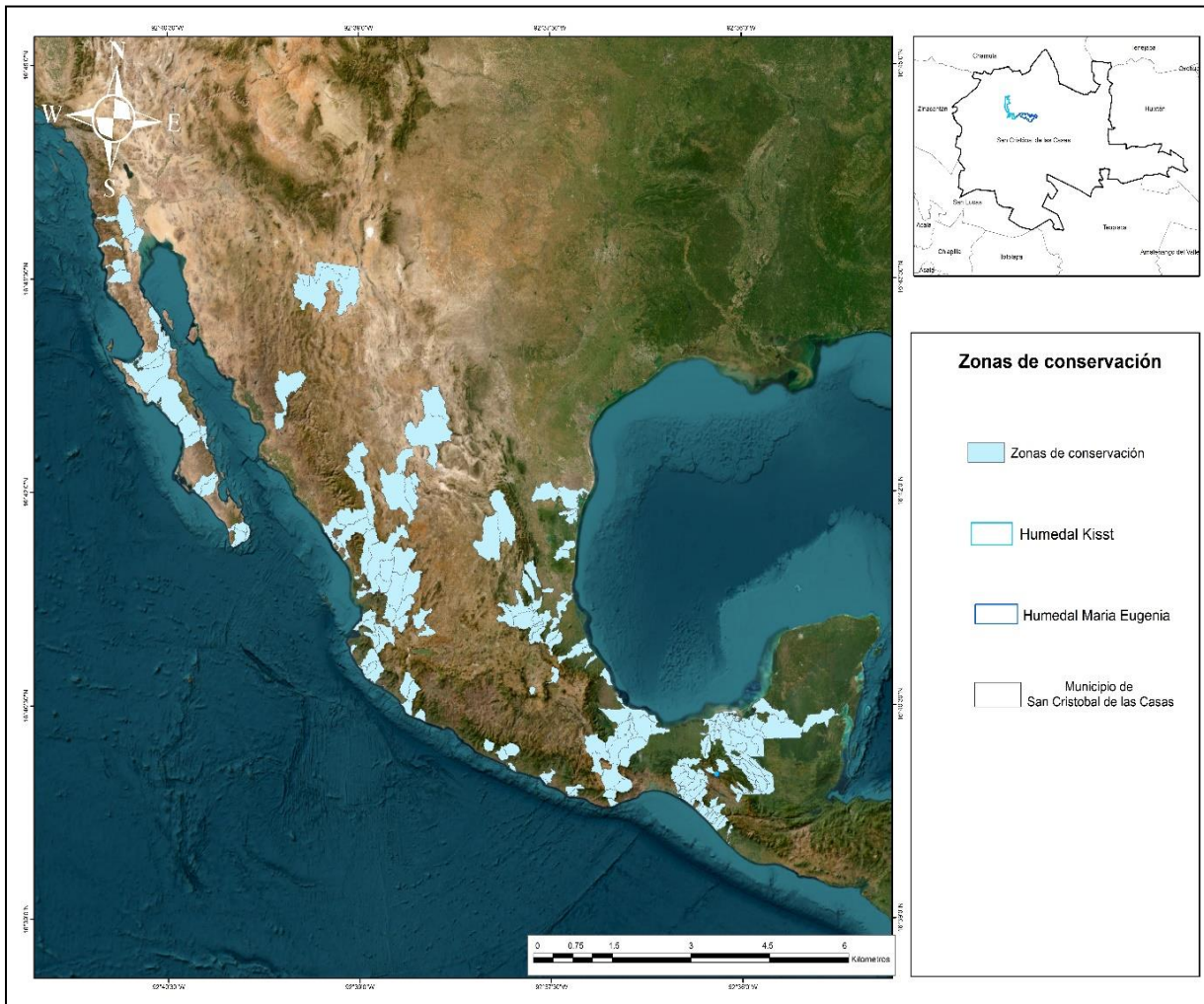
- Proporcionan un tratamiento eficaz, eliminando de las aguas residuales un amplio espectro de contaminantes: materia orgánica, nutrientes, microorganismos patógenos, metales pesados, etc.
- Proporcionan un tratamiento secundario y/o terciario produciendo un agua reutilizable en muchos casos. Están bien integrados dentro del paisaje, contribuyen al desarrollo de vida salvaje y tienen la posibilidad de ser utilizados para la concienciación y educación medioambiental (Mena, 2017, Secc. Aplicaciones de los humedales artificiales).

1.6.1 Gestión de humedales en México

La SEMARNAT ha elaborado una lista de sitios de protección y conservación en donde incluyen, humedales, cuencas y sitios de agua (ver Figura 2), ya que de acuerdo con la CONABIO (2022) “el análisis de los sitios de protección abarca una extensión de 598,875 km² (28.8 % de la superficie del país), indica que tan solo 15.8 % están representados en áreas protegidas y 21.7 %”

son sitios de extrema prioridad.

Figura 2



Cuencas hidrológicas de conservación en México

Nota: Las zonas de conservación en su mayoría cuentan con decreto RAMSAR.

Fuente: Elaborado con base a CANABIO (2011).

Para poder evaluar los ríos, arroyos, lagos y lagunas, se utilizan una serie de indicadores, los cuales incluyen aspectos fisicoquímicos y biológicos. En la década de los 80 se desarrollaron los índices de Integridad biótica, biológica (IIB), que es una metodología utilizada para analizar el estado de conservación de los bosques o ecológica (IEE) que evalúa las condiciones de determinado hábitat de especies y la interacción que tienen con sus depredadores, utilizando la composición y estructura de distintas especies de flora y fauna (CONABIO, 2022).

La importancia ecológica establecida en la NMX-AA-159-SCFI-2012 en donde el grado de presión hídrica es el que va a estimar a nivel cuenca el nivel de clasificación a la cual pertenece y va desde el tipo A hasta el D todas las cuencas se encuentran clasificadas dentro del territorio mexicano, para así conocer la importancia de su biodiversidad y de esa forma poder realizar las planeaciones de trabajo y los servicios ambientales para la colaboración y la conservación (Revista de la Biodiversidad Mexicana, 2022).

México es uno de los países que cuentan con humedales que están protegidos por el decreto RAMSAR, que fue creado en el año 1971 en la ciudad que lleva el nombre del convenio del país de Irán el cual entró en vigor en 1975, mismos que establecen ciertos lineamientos a seguir para poder cumplirlos. En el Artículo 2 de la Convención de RAMSAR se establece que es importante que las autoridades de cada país cuenten con una lista de humedales de importancia internacional, lo cual servirá para promover su conservación y cuidado.

En México a partir del año 1986 hasta el 2022 tiene en su lista 143 humedales de importancia internacional, la dependencia encargada de proporcionar esta información es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), lista en la cual contiene año de inscripción del humedal, nombre del humedal, número de designación Ramsar, fecha de designación, tipo de humedal, entidad federativa en la que se encuentra el humedal, superficie por (ha) del humedal, descripción general de flora, fauna, zona climática, etcétera.

El Artículo 3 de la Convención de RAMSAR establece que la conservación de los humedales debe incluir la planificación del uso de suelo, por lo que cada humedal debe tener su plan de manejo, en donde incluya los usos permitidos y usos no permitidos del área urbana dentro de los humedales, este ejemplo se retoma del plan de manejo de humedales de la Kisst, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. La Tabla 1 reporta algunos conceptos relacionados con el uso del suelo permitido y no permitido en los humedales.

Tabla 1*Uso de suelo permitido en los humedales*

Uso permitido	Uso no permitido
Actividades de asistencia técnica	Construcción de nueva infraestructura
Educación ambiental	Ampliación de las zonas urbanas
Establecimiento y mantenimiento de redes de agua potable	Aperturas de nuevas vías de comunicación
Instalación de mantenimientos de redes eléctricas	Industria y nuevas instalaciones de comercio
Mantenimiento de vías de comunicación existentes	Desecho de sustancias contaminantes (sólidas y líquidas)

Nota. La tabla presenta los usos de suelo permitidos en los humedales adaptado al plan de conservación de manejo del humedal la Kisst (2008).

Bajo el contexto anterior, existe la planificación para evitar la expansión urbana dentro de los humedales, pero de acuerdo con un trabajo realizado por Arias y Gómez (2015), se menciona que 20 de las 115 áreas de los humedales han cambiado de uso de suelo dejando a un lado los compromisos que se tienen con Ramsar.

La Convención de Ramsar también establece que se deben aplicar evaluaciones de impacto ambiental, antes de realizar transformaciones en ello ante esto cada humedal tiene un programa de manejo en el cual se establece los tipos de evaluaciones de impacto ambiental, así también mencionan que no se debe realizar ningún tipo de cambio de uso de suelo en ellos y que este únicamente puede ser ocupado para fines de investigación y conservación.

Dentro de los Proyectos de Rehabilitación de los Humedales de México, se han logrado delimitar las áreas críticas para su conservación los cuales se encuentran en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2022) y establecen los polígonos de conservación para los mismos, los cuales estrictamente no pueden cambiar su uso de suelo, pero si la conservación de la flora y la fauna que se encuentran, además de no introducir especies que no sean nativas y que en vez de beneficiar afecten o sean depredadores de las endémicas.

Dentro de la compensación como pérdida de los humedales, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, se retiraron toneladas de escombros y relleno que afectaban a los humedales la Kisst, así como la vigilancia que se le debe dar para que no suceda, lo cual formó parte de los comentarios que se realizaron en la ficha técnica de los humedales Ramsar (2007) debido

que hasta el año 2007 de acuerdo con el DOF estaban catalogados como áreas verdes y no tenían ningún tipo de conservación.

A pesar de que los humedales la Kisst y María Eugenia están protegidos por el decreto Ramsar hace apenas unos años, según Ávila (2021) existen nuevos asentamientos en ambos humedales, lo que ha originado inundaciones en la población ahí asentada y los que están a su alrededor, la manera que impacta a los vecinos de estos asentamientos es que al servir como sitios de infiltración las colonias que se encuentran alrededor tienden a inundarse con facilidad.

Para poder analizar dos o más objetos de naturaleza distinta es necesario que ambos compartan una naturaleza multiescalar, es por lo que requieren ser estudiados a partir de diferentes componentes multiescalares (Rivera, 2016). Por lo que en la presente investigación se contempla el uso de más de una metodología para poder analizar a profundidad el tema. La Figura 3 resumen el marco teórico conceptual del presente capítulo.

Figura 3 Marco teórico conceptual de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones. Los humedales



Fuente: elaboración propia.

Nota. La imagen representa temas y subtemas analizados para realizar el trabajo de investigación.

Conclusión parcial

Se requiere aún más información en relación con la vulnerabilidad socioambiental, ya que hasta el momento se ha abordado el tema social y ambiental de manera separada. Sin embargo, es fundamental considerar que cuando el ser humano interactúa con su entorno, ambos aspectos están intrínsecamente ligados y deben ser tratados de forma conjunta. Para ello, se ha decidido retomar la metodología Del CENAPRED, dado que es la entidad encargada de regular los asuntos relativos a desastres y riesgos en los Estados Unidos Mexicanos. Si bien existen diversas opiniones y definiciones provenientes de un amplio número de autores, es crucial contar con una base normativa sólida como punto de partida para un enfoque más integral y coherente en la evaluación y abordaje de la vulnerabilidad socioambiental.

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA Y DE NORMATIVIDAD

En el siguiente capítulo se presentan los casos de estudio a nivel internacional, nacional y local en donde se revisan las metodologías utilizadas, así como la forma de medición de los casos, lo que fue útil para construir los correspondientes indicadores de la propuesta metodológica.

2.1. Referentes de estudios a nivel internacional

Ogawa et. al (1986) utilizaron un modelo de simulación hidrológica para estudiar la relación entre la eliminación de humedales río arriba y las inundaciones río abajo. Su estudio mostró que para inundaciones con ciclos repetidos de 100 años o más, el aumento en el flujo máximo fue significativo cuando se eliminaron los humedales. Los autores concluyen que la efectividad de los humedales para reducir las inundaciones río abajo aumenta con (1) una mayor área de humedales, (2) la distancia del humedal río abajo, (3) la magnitud de la inundación, (4) otro depósito río arriba (Mitsch et. al, 2015).

En un estudio realizado por Sanayanbi (2021) referente a la vulnerabilidad de la India a los desastres provocados por el agua es de suma importancia por su escasa capacidad de adaptación, desarrollando, probando e implementando indicadores para identificar y evaluar vulnerabilidad a las inundaciones, los cuales son un requisito previo importante para la reducción eficaz del riesgo de desastres. Aunque fortaleciendo capacidades para reducir los eventos peligrosos son importantes, se hizo evidente que se requiere vivir con los peligros naturales, como inundaciones. Por lo tanto, es importante promover un cambio de paradigma desde la cuantificación del peligro y enfoque principal en soluciones técnicas hacia la identificación y evaluación de las diversas vulnerabilidades de las sociedades, su economía y su medio ambiente.

En Luisiana, EE. UU., luego de la devastación causada por el huracán Katrina en 2005, se implementó el Marco de Resiliencia de Luisiana, que reconoce el papel principal de las marismas y humedales de la costa de Luisiana para la salud del Golfo de México y la resiliencia ante huracanes, restaurando las marismas para realizar la función de barrera protectora entre el océano y la ciudad (Jindal et. al, 2015).

La protección y conservación de los humedales puede producir comunidades resilientes que puedan responder a las inundaciones. Un ejemplo de esto es la iniciativa “Room for the River” en los Países Bajos, en la que los diques y bermas construidos para mitigar las inundaciones han sido reemplazados por la restauración y rehabilitación de áreas propensas a inundaciones (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2018).

En la ciudad de Lishui China, (Yang et. al, 201) se realizó un estudio sobre la evaluación de la vulnerabilidad a inundaciones en diferentes tipos de inundaciones urbanas, En primer lugar, se construyó un modelo de inundación urbana acoplado para obtener el grado de influencia de varios escenarios de inundación causados por lluvias y desbordamiento del dique del río. En segundo lugar, se implementó en una evaluación un marco para la vulnerabilidad a las inundaciones urbanas basado en un método de indicadores para evaluar la vulnerabilidad en diferentes escenarios de peligro de inundación. Finalmente, el método se aplicó a la ciudad de Lishui, China, y se estudió la distribución y el patrón de vulnerabilidad a inundaciones urbanas.

2.2. Referentes de estudios a nivel nacional

Estudios realizados en el Estado de México mencionan que el Valle de México se encuentra sobre una cuenca endorreica, lo que significa que no tiene ningún lugar para poder desembocar, por lo que desde el virreinato se decidió enviar las aguas al río Pánuco que desemboca en el golfo de México. Esto fue realizado para evitar inundaciones en las partes bajas, por lo que en la actualidad con el aumento de la zona urbana y el hundimiento de la ciudad en los años setenta se construyó el “Sistema de drenaje profundo cuya obra maestra, el Túnel Emisor Central (TEC) desemboca en el río Tula aguas arriba de la planta de tratamiento de aguas residuales de Atotonilco, Hidalgo” (Instituto Mexicano de Tecnología de Agua, 2021).

México es muy susceptible a las inundaciones, esto derivado de los fenómenos de tipo hidrometeorológico que afectan en mayor parte al golfo de México y al Océano Pacífico, a lo que se estima que “162,000 km² del territorio nacional es zona inundable” ya que en el país la mayoría de las viviendas se ha construido en las planicies y con ello la gestión de los planes municipales, estatales de protección civil (Arreguín et. al, 2016).

En el estado de Tabasco, el aumento de la urbanización debido a la petrolización de la economía provocó que en la ciudad de Villahermosa se rellenara la principal zona de humedales, mismos que funcionan como vasos reguladores para poder absorber los excesos de agua, sumado a la deficiencia de los servicios de drenaje que causaron el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones (Palomeque et. al, 2017).

De acuerdo con el estudio realizado por Agraz et al. (2020), se ha establecido que las inundaciones son ocasionadas por frentes fríos intensos, y además se ha analizado su posible variación bajo distintos escenarios de aumento del nivel del mar. Estos escenarios son evaluados mediante la combinación de observaciones y simulaciones numéricas. Entre los factores que presentan un alto impacto en este contexto, se destaca la importancia de los manglares. Con el nivel medio del mar actual, se ha observado que un evento de frente frío norte (o Norte) de gran intensidad provoca la inundación de un área de 940 km² que actualmente se encuentra cubierta por manglares. Esto indica que el Norte presenta importancia en el riesgo de áreas extensas de los manglares. Bajo este escenario de aumento del nivel del mar de 0.25, 0.50 y 0.75 m, las áreas inundadas aumentan en 297, 1062 y 2152 km², respectivamente, lo que representa un aumento considerable en las áreas inundadas.

En México existen afectaciones cuando se presentan las precipitaciones causadas por los diferentes fenómenos de tipo hidrometeorológico. Se tiene estimado que, entre los meses de junio y octubre, las lluvias son causa de los ciclones tropicales, los causantes de daños de mayor magnitud al territorio nacional. Por otra parte, en el periodo invernal, las precipitaciones son atribuidas a los frentes fríos, y se suman a ello las precipitaciones orográficas, generadas debido a las cadenas montañosas, así como las precipitaciones convectivas, que conllevan tormentas de corta duración (CENAPRED, 2021).

2.3 Referentes de estudios a nivel estatal

Montoya (2008) estudió la vulnerabilidad a las inundaciones en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, en donde se recabaron antecedentes históricos de las inundaciones que más impacto han tenido a la ciudad, en ese mismo tenor, se hizo una simulación de las colonias y fraccionamientos afectados si el nivel del agua subía más de un metro.

Por su parte, el CENAPRED (2018) reportó que en el periodo entre 2013 y 2016 tras las pérdidas económicas causadas por los ciclones tropicales *Ingrid* y *Manuel* se redujo en gran cantidad que en los años anteriores.

“Con un monto de 13,792.9 millones de pesos en daños y pérdidas (738 millones de dólares), es la cifra más baja de los últimos nueve años (2008-2016), lo que significó una reducción de 22.58 % con respecto al impacto estimado para 2015” (p.7).

El (Municipio de San Cristóbal de las Casas, 2012, señala que la extensión superficial de la zona urbana es de 484 km² de los cuales 4.2 km² son considerados lugares inundables. Dentro de esta área se encuentran identificadas 48 colonias propensas a sufrir riesgo de inundación. Cabe señalar que la ciudad de San Cristóbal de las Casas se localiza dentro de una cuenca endorreica y en su interior hay una serie de humedales, algunos de las cuales han desaparecido debido al establecimiento de asentamientos humanos, mismos que están expuestos a inundaciones dentro de la zona urbana.

La "Vulnerabilidad social de las inundaciones" de Fabela (2017), refiere un método que combina características humanas y condiciones de vida para determinar la vulnerabilidad de las inundaciones en el estado de México. El índice de marginación consta de la parte electoral 201 y se acerca al desarrollo de inundaciones registrado en la zona de inundación de la Comisión Estatal del Agua de México de 2000 a 2010. Mediante herramientas estadísticas y sistemas de información geográfica se puede determinar el grado de vulnerabilidad social provocada por la inundación. En estado de México, por ejemplo, casi el 43 % de los distritos electorales y el 47.36 % de la población se vio afectada por la inundación, habitando en ella, también ocupa más del 50 % de los municipios de la entidad mexicana.

“Vulnerabilidad ante inundaciones en el municipio de Tenancingo, Estado de México” de Jordán (2016), cuya metodología explica el proceso de urbanización no apto para asentamientos humanos es la principal causa de inundaciones en otras zonas. Se debe principalmente a lluvias anormales, sumadas a factores naturales y humanos, que en conjunto determinan su intensidad. Aunque los principales impactos de las inundaciones pueden ser diversos, como víctimas, pérdida de patrimonio o propiedad de la población, daños a la infraestructura, daños al comercio, áreas agrícolas y erosión del suelo, los principales

métodos utilizados son los siguientes: a) análisis del sistema de protección civil b) comparación de los términos de referencia del atlas de riesgo de la SEDATU versus Atlas de riesgo de Toluca y Tenancingo y c) análisis de las zonas vulnerables a inundación.

Por otro lado, la Ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, es considerada un atractivo turístico además de ser un importante centro regional de la zona y del estado, esto genera un acelerado proceso de urbanización lo que fomentan el establecimiento de tipo comercial y habitacional, de manera regular e irregular.

“Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático” de Cajigal y Maldonado (2020) menciona que los desastres provocados por los ciclones tropicales y sus consiguientes inundaciones se han posicionado para causar las mayores pérdidas humanas y económicas del mundo. Las previsiones indican que se deteriorarán, provocando así mayores desastres. Algunos ciclones tropicales podrían tener relación con el cambio climático, lo cual ha llevado a la necesidad de determinar en las poblaciones afectadas cuáles son los factores clave que contribuyen a que estos fenómenos provoquen inundaciones. En este sentido, se ha propuesto un método para analizar la vulnerabilidad de dichas poblaciones.

“Análisis espacial como una herramienta para la delimitación de humedales urbanos” realizado por Duque et. al (2018) estudia la expansión de áreas urbanas debido a diversos tipos de desarrollo humano y se enfoca en la ubicación y delimitación de humedales en un área local, para que se puedan implementar estrategias de protección para este tipo de ecosistema. La identificación de humedales debe utilizar información cartográfica correspondiente a las aguas superficiales y la cobertura terrestre, que describe la hidrofilia o existencia de vegetación de ribera, geología del suelo, topografía y características geológicas y otras variables ecológicas útil para su clasificación. De manera similar, se deben considerar estudios sobre las condiciones hidrológicas y las zonas de inundación.

En este estudio, a través de la integración de las variables anteriores, se generó un modelo para identificar el humedal 1: 30,000 en la zona del Altiplano del Oriente Antioqueño. El programa se verifica mediante estadísticas y operaciones participativas. Con este modelo, se busca aproximar la delimitación de áreas clasificadas como humedales, ya sean naturales o

artificiales, permanentes o intermitentes, lo que permitirá el establecimiento de áreas que deben ser caracterizadas, protegidas y/o restauradas.

“Diseño colaborativo de una plataforma SIG web de humedales urbanos del área metropolitana de Concepción”, trabajo elaborado por Rueda et. al (2018) se lleva a cabo en Concepción, Chile y registra una variedad de humedales que están bajo una gran presión de urbanización, por lo que es importante dar a conocer y contar con indicadores espaciales que puedan generar datos sobre los diferentes tipos e impactos de los humedales urbanos. En este contexto, se creó conjuntamente una plataforma Web-GIS, cuyas características y contenidos satisfacen las necesidades de los usuarios. Al estudiar la población es posible comprender la importancia de los indicadores, la diversidad de especies y el conocimiento de las actividades ecológicas relacionadas con estas áreas, por lo que se realizó una revisión de la literatura para integrar estas ideas en este campo. En cuanto a los trabajos, se realizaron en el ámbito de los SIG. (ArcGIS online) y el mapa se publicó posteriormente en línea como revisión. Finalmente, la herramienta facilita la interacción con datos espaciales y ayuda a difundir investigaciones científicas en el campo de los conflictos socio ecológicos en un lenguaje accesible a toda la comunidad. Se espera que esta información sea útil para los responsables de políticas sobre estos temas, así como para los actores individuales y las comunidades locales que apoyan la conservación de los humedales urbanos.

2.4 Referentes metodológicos para el desarrollo de la propuesta metodológica

De acuerdo con lo propuesto por Peck et. al (2006), los cuatro componentes de la vulnerabilidad a las inundaciones son: 1 físico, 2 económico, 3 infraestructura y 4 social, los cuales se evalúan individualmente utilizando un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG). La metodología utilizada para el análisis de riesgo comprende lo siguiente y se basa por la siguiente relación: $\text{Riesgo de inundación} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Exposición}$. Se muestran las cuatro categorías estimadas por estos autores para su análisis de vulnerabilidad: física, económica, infraestructural y social. Nuevamente, se puede observar las categorías y variables consideradas en la investigación de amenazas y exposición; este es el mejor ejemplo que puede ilustrar la complejidad de la investigación de la vulnerabilidad a las inundaciones.

De acuerdo con Peck et. al (2006), para medir la vulnerabilidad se pueden aplicar los indicadores reportados en la Tabla 2.

Tabla 2

Categorías para evaluación de la vulnerabilidad

Categoría	Tema	Indicador
Físico	Biológico ambiental	Humedales
Económico	Estructural	Periodo de construcción
		Tipo de estructura
Infraestructura	Transporte	Camino
		Carretera sin asfalto
	Instalaciones	Instalaciones críticas
Social	Años	Población menor a 20 años
		Población mayor a 65 años
	Acceso diferencial a los recursos	Población femenina
		Población encabezada por una mujer
		Hogar monoparental
		Población cuyo modo principal de transporte no es vehículo.
	Estructura del hogar	Población que vive solo en su hogar
		Casas con hacinamiento
	Estatus social	Población de personas que arrendan un espacio
		Población que no ha terminado la secundaria
		Población con baja participación ciudadana
	Etnicidad	Población que no habla español
	Económico	Sectores económicos primarios, secundarios o terciarios.

Nota. Indicadores que se retoman para evaluar la vulnerabilidad en la categoría social de acuerdo con Peck (2006).

En este contexto, es importante destacar que la física parte física y el peligro físico se han definido de manera independiente

Asimismo, la vulnerabilidad física ha sido conceptualizada por Peck (2006) como un elemento distinto de los peligros físicos, abarcando áreas de alta biodiversidad y ecosistemas sensibles. Un ejemplo concreto de ello se encuentra en el presente estudio, donde los humedales han sido identificados como zonas de vulnerabilidad física.

La económica incluye aquellos indicadores relacionados con los daños monetarios de las inundaciones. Si bien todos los edificios directamente afectados por las inundaciones pueden sufrir daños, ciertos edificios y características estructurales son más susceptibles a los daños que otros. Debido a la falta de datos disponibles, las estructuras comerciales (temporales y permanentes) no se consideraron en este análisis. Un análisis más completo incluiría estructuras comerciales frágiles y pérdida de ingresos.

En el presente estudio, se ha realizado una ampliación significativa en el ámbito social, incorporando diversas características de la población que pueden ser utilizadas para el análisis de vulnerabilidad. A partir de estos indicadores, se selecciona un conjunto de indicadores en función de la relevancia, la información disponible y las características específicas de la región. Cada indicador en este estudio se considera de forma independiente, aunque algunos indicadores pueden pertenecer a más de una categoría (por ejemplo, población femenina u hogares monoparentales).

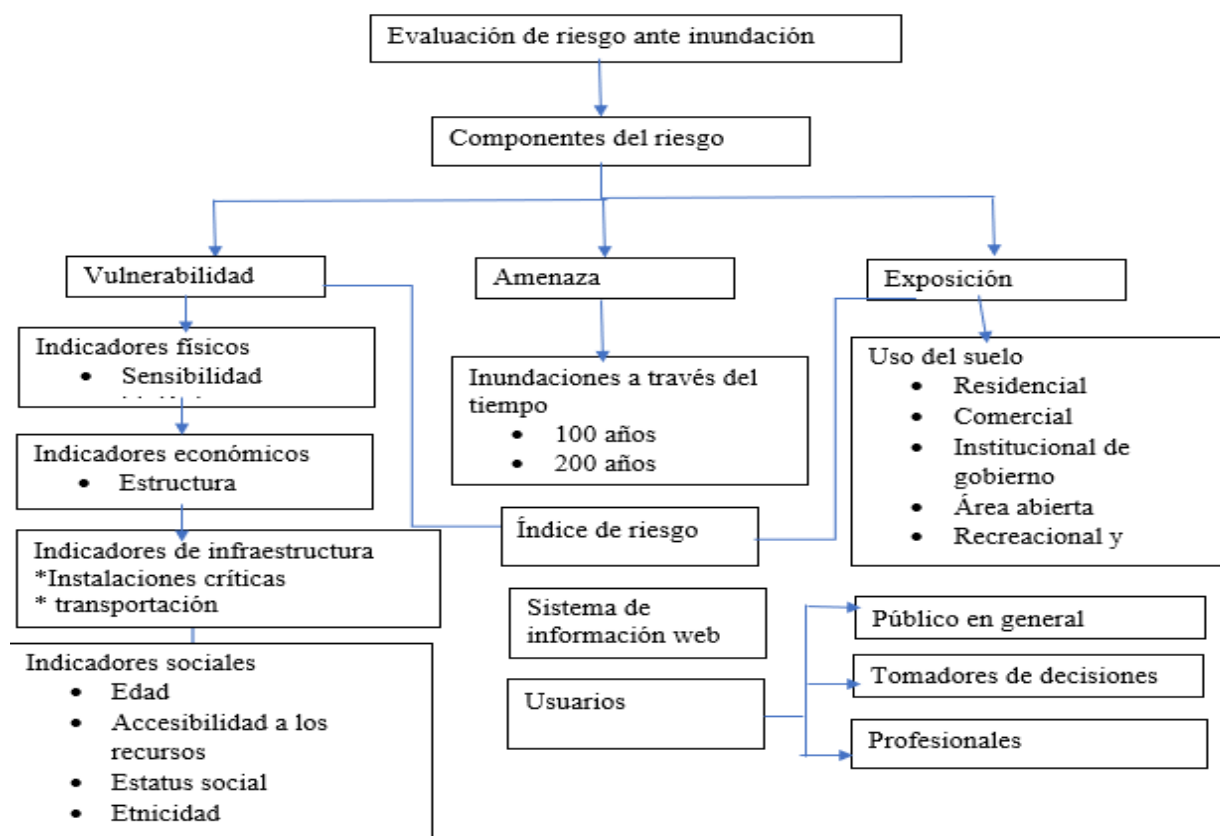
Los materiales utilizados en la construcción de carreteras también se consideran en la evaluación de la vulnerabilidad. Los caminos sin pavimentar, caminos de grava y tierra sufren más daños que los caminos pavimentados en caso de inundación. Es posible que no mantengan las condiciones de conducción y que deban reemplazarse después de una inundación. La vulnerabilidad de la infraestructura tiene en cuenta estas métricas, pero el análisis se puede ampliar para incluir el impacto de las inundaciones en las carreteras e instalaciones críticas.

En cuanto a la vulnerabilidad a inundaciones de las áreas críticas, Balica et. al (2009) se refiere al riesgo que corren dependencias de auxilio como son: Cuerpo de Bomberos, instalaciones de Protección Civil, hospitales, escuelas, que pueden servir como refugios temporales o en su caso como viviendas temporales mientras se da el proceso de recuperación, en el caso de los cuerpos de auxilio el tiempo de llegar al lugar de la emergencia podría prolongarse e incluso imposibilitar su llegada.

Basado en lo anterior se puede concluir que la metodología de Peck et. al (2006) se puede representar como se ilustra en la Figura 4.

Figura 4

Metodología de evaluación de riesgo ante inundaciones con indicadores físicos, sociales y ambientales



Nota: Metodología realizada para el estudio de la vulnerabilidad a inundaciones en base a Peck et. al (2006).

Otro estudio relevante para evaluar la vulnerabilidad ante inundaciones corresponde al trabajo realizado por Peck et al. (2007). En su investigación, se desarrolló una metodología con el propósito de analizar la relación existente entre la vulnerabilidad a inundaciones en una subcuenca específica y la cuenca fluvial asociada, así como también la débil conexión entre la vulnerabilidad a inundaciones en áreas urbanas y las subcuencas de captación o cuencas fluviales.

Además, el enfoque del estudio también se extendió al ámbito urbano, incorporando análisis a diversas escalas espaciales con indicadores locales. Es importante destacar que, en este análisis, se procuró que las variables empleadas fueran accesibles, cuantificables e interpretables. De la misma manera Balica et. al (2009) mencionan que la vulnerabilidad es geográfica y socialmente distinta. Cualquier evaluación a nivel de país debe tener en cuenta los patrones regionales de vulnerabilidad dentro de los países y la distribución de vulnerabilidades dentro de las comunidades nacionales.

La metodología propuesta por Balica et. al (2009) se compone de cuatro componentes principales los cuales son: social e institucionales, administrativas, económico, ambiental y físico. En cuanto a las variables utilizadas de cada uno de los componentes varían de acuerdo con el lugar de estudio por lo que el autor recomienda considerar las características físicas y ambientales porque en ellas es en donde se encuentran los indicadores más precisos de la vulnerabilidad y son más aplicables en cualquier campo de estudio.

Balica et. al (2009) desarrollaron un Índice de Vulnerabilidad a Inundaciones IVI (*Flood Vulnerability Index, FVI*) el cual considera cuatro categorías y a esto se agrega el componente de contramedidas con lo que se aplicaron en una metodología propuesta por Connor y Hiroki (2005) añadiendo los indicadores a cada componente principal como se representa en la Tabla 3.

Un estudio realizado en cinco distritos de Bihar, India aplicaron la metodología FVI propuesta por Connor y Hiroki (2005). En este estudio se desarrolló una metodología para calcular un índice de vulnerabilidad a inundaciones, basado en indicadores con el objetivo de evaluar las condiciones que favorecen los daños por inundaciones en varios niveles: cuenca hidrográfica, subcuenca y zona urbana. Esta metodología puede ser utilizada como

una herramienta para la toma de decisiones para dirigir las inversiones a los sectores más necesitados. Su implementación podría guiar a los formuladores de políticas a analizar acciones para enfrentar mejor las inundaciones.

Tabla 3

Componentes de la vulnerabilidad en la parte socioeconómica Flood Vulnerability Index

Componente del FVI	Indicadores del índice
Componente climático meteorológico	Frecuencia de lluvias fuertes
Componente hidrogeológico	Promedio de la pendiente en la cuenca
	Área urbanizada cercana a la cuenca
Componente socioeconómico	Cobertura de señal de televisión
	Población viviendo en área de inundación
	Porcentaje de población en pobreza
	Promedio de esperanza de vida
	Tasa de alfabetización
	Tasa de Mortalidad
Componentes contramedidas (técnicas de protección específicas contra amenazas)	Contramedidas no estructurales
	Inversión total en contramedidas estructurales

Nota: Metodología propuesta por Connor y Hiroki (2005).

La metodología propuesta por Dicakar y Pande (2014), involucra dos conceptos. Primero, la vulnerabilidad, que cubre tres conceptos relacionados llamados factores de vulnerabilidad: exposición, susceptibilidad y resiliencia. El otro concepto se refiere a las inundaciones reales; es decir, comprender qué elementos de un sistema están sufriendo este desastre natural. Se reconocen tres componentes principales de un sistema que se ven afectados por inundaciones: social, económico y ambiental. La interacción entre los factores de vulnerabilidad y los componentes sirve como base de la metodología propuesta.

Esta propuesta sea aplicada en varios estudios de caso a escalas espaciales y temporales, lo que dio lugar a interesantes observaciones sobre cómo la vulnerabilidad puede reflejarse mediante indicadores cuantificables. ¿Los resultados de las pruebas indican que el FVI de una cuenca fluvial en su conjunto puede reflejarse mejor en el FVI promedio de sus

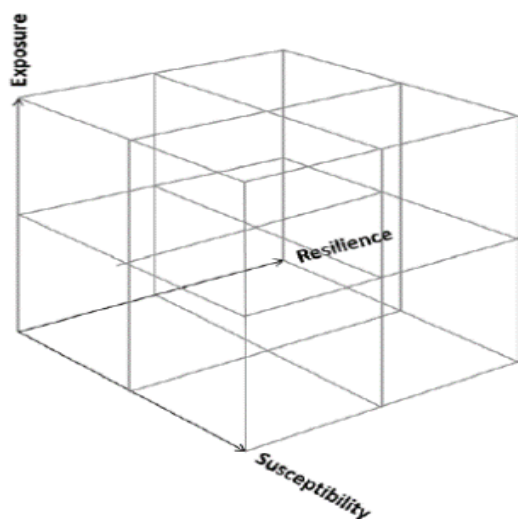
subcuencas, mejorando así los procesos de toma de decisiones a nivel regional. Sin embargo, el FVI promedio de las áreas urbanas no refleja el FVI de la subcuenca o cuenca fluvial en la que se ubican.

Dicakar y Pande (2014) otorgan gran importancia al aspecto hidrogeológico, destacando que uno de los problemas principales que contribuyen al aumento de la vulnerabilidad ante inundaciones es la limitada capacidad de absorción del suelo. Este factor resulta fundamental en el incremento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones.

Por último, un estudio realizado por Beevers (2016) denominado un enfoque de sistemas para la vulnerabilidad a las inundaciones, menciona que existe cierto consenso sobre lo que estas partes deben ser, con vulnerabilidad incorporando conceptos de susceptibilidad, exposición y resiliencia. El autor indica que en la exposición se considerarán los bienes y servicios tangibles e intangibles que posean algún tipo de valor que puede estar sujeto a inundaciones. La susceptibilidad es la medida en que dichos elementos están expuestos, lo que a su vez influye en la posibilidad de sufrir daños en momentos de inundaciones peligrosas. La resiliencia se relaciona con la capacidad de adaptación y el llamado "rebote" (Adger, 2006). Esta metodología está representada por la Figura 5.

Figura 5

Representación del método de análisis de componentes



Nota: metodología propuesta para el análisis de vulnerabilidad a inundaciones de Beevers et. al (2016:3).

En la Figura 5 se aprecia que la población es representada por un cubo en donde se conforma por la exposición, resiliencia y susceptibilidad, debido a que en esta metodología las categorías tienen la misma importancia, pero la dirección de las líneas significa que las variables cuentan con un diferente orden. De esta manera se encuentra que en un punto las líneas se unen formando un enfoque de sistemas y las variables se describen como sigue a continuación.

Exposición: en esta parte se analiza el número de edificios históricos, uso del suelo, áreas verdes dentro del área urbana, porcentaje de crecimiento de la población en las áreas urbanas en el último año, densidad de la población (personas/km²) y en la parte topográfica el promedio de ocupación de humedales en la población.

Resiliencia: número de personas que trabajan en los servicios de emergencia, número de refugios por km², tasa de penetración de la comunicación al sistema de drenaje, conciencia y preparación ante un evento hidrometeorológico, actividades económicas en la zona urbana, tipos de vialidades.

Susceptibilidad: mortalidad. infantil, desempleo, desigualdad (coeficiente de Gini), índice de desarrollo humano.

Algunas de las variables a considerar de acuerdo con el tipo de lugar de estudio, por ejemplo, en el caso de Peck et. al (2007) indican que la pavimentación de las carreteras es importante para reducir la vulnerabilidad, ya que forma parte de la comunicación de la población y los cuerpos de emergencia, a diferencia de Beevers et. al (2016) que indican que la absorción del suelo es parte fundamental para reducir una vulnerabilidad a inundaciones, por lo que en este caso tratándose de humedales, el relleno y pavimentación aumenta la absorción de agua al suelo, generando así problemas de inundación, como el de la metodología propuesta por Cajjal et. al (2020) donde enfatiza sobre la vulnerabilidad física y social.

Selección de criterios para esta investigación: para esta investigación considerando la investigación precedente se establecen cinco categorías para realizar el análisis de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales de San Cristóbal de las

Casas, Chiapas. Desde algunos conceptos no se consideran de la misma forma, se retoman los que sirven para el caso concreto de estudio, representados en el siguiente diagrama.

Figura 6

Propuesta de indicadores para realizar la metodología propia

análisis de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales			
SUELO	TIPO DE VIVIENDA	CLIMA	AMENAZA
Vulnerabilidad física	Vulnerabilidad física	Vulnerabilidad física	Vulnerabilidad física
Vulnerabilidad ambiental	Exposición	Vulnerabilidad (clima)	Amenaza

Nota: Información documental de la asociación de análisis de vulnerabilidad recabada por los autores.

2. 5 Marco normativo en materia hídrica y riesgos

Se presentan el marco legal referido a la materia hídrica y riesgos en México. Primero la Constitución, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley General de Protección Civil y Ley de Aguas Nacionales

2.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

La CPEUM es el instrumento supremo del ordenamiento jurídico nacional que consagra los derechos humanos de los habitantes del país, para lo cual establece el derecho a un medio ambiente sano, la dotación de tierras para los asentamientos humanos, y las entidades federativas unidas en federaciones gozan de autonomía y son responsables de los asuntos que les asigna la propia Constitución. A continuación, se enumeran los principales artículos relacionados con la CPEUM (1917).

Artículo 4: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”

Artículo 27 cuarto y quinto párrafo

“La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.”

Artículo 27, cuarto y quinto párrafo:

“La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en

el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.”

Artículo 73. Fracción XXIX-G: Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 115: Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes:

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

- d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales; 65
- e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;
- f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
- g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta”

2.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

El Artículo 1 menciona que la ley que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

El Artículo 14 menciona que

“las dependencias y entidades de la Administración Pública se coordinarán con la (SEMARNAT) para la realización de las acciones conducentes, cuando exista peligro para el equilibrio ecológico de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, o por caso fortuito o fuerza mayor” (p. 15).

Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el Artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:

I.- Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en los programas de ordenamiento ecológico del territorio.

II.- En la determinación de los usos del suelo, se buscará lograr una diversidad y eficiencia de estos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la sub-urbanización extensiva.

V.- Se establecerán y manejarán en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos.

2.5.3 Ley de Aguas Nacionales

El Artículo 3 menciona que los humedales son:

“Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuífero” (p. 5).

El Artículo 86 manifiesta que

“para la preservación de los humedales que se vean afectados por los regímenes de flujo de aguas nacionales, "la Comisión" actuará por medio de los Organismos de Cuenca, o por sí, en los casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que quedan reservados para la actuación directa de "la Comisión". Para tales efectos, tendrá las siguientes atribuciones:

- Delimitar y llevar el inventario de los humedales en bienes nacionales o de aquéllos inundados por aguas nacionales;

- Promover en los términos de la presente Ley y sus reglamentos, las reservas de aguas nacionales o la reserva ecológica conforme a la ley de la materia, para la preservación de los humedales;
- Promover y, en su caso, realizar las acciones y medidas necesarias para rehabilitar o restaurar los humedales, así como para fijar un entorno natural o perímetro de protección de la zona húmeda, a efecto de preservar sus condiciones hidrológicas y el ecosistema, y
- Otorgar permisos para desecar terrenos en humedales cuando se trate de aguas y bienes nacionales a su cargo, con fines de protección o para prevenir daños a la salud pública, cuando no competan a otra dependencia.

2.5.4 Ley General de Protección Civil

El Artículo 1 establece que leyes de

“orden público e interés social y tiene por objeto establecer las bases de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en materia de protección civil. Los sectores privado y social participarán en la consecución de los objetivos de esta Ley, en los términos y condiciones que la misma establece” (LGPC, 2020:1).

El Artículo 4 menciona que “las políticas públicas en materia de Protección Civil se ceñirán al plan Nacional de Desarrollo y al Programa Nacional de Protección Civil” con lo que se identificarán las siguientes prioridades:

- Identificación de riesgos, así como la implementación de medidas de prevención y mitigación.
- La responsabilidad del estado de reducir los riesgos en zonas de alto grado de vulnerabilidad, así como el reconocimiento de los lugares que tengan bajo su cargo.
- Participación de la sociedad en la creación de “comunidades resilientes y con ello ser capaces de resistir los efectos negativos de los desastres”. Con ello reducir el tiempo las actividades productivas, económicas y sociales.
- Atención de prioridad a la comunidad con mayor índice de vulnerabilidad.

El Artículo 9 menciona que la organización y la prestación de la política pública de protección civil corresponden al estado quien deberá realizarlas en los términos de esta Ley y de su reglamento, por conducto de la federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en sus respectivos ámbitos de competencia. La Secretaría deberá promover la interacción de la protección civil con los procesos de información, a fin de impulsar acciones a favor del aprendizaje y práctica de conductas seguras, mediante el aprovechamiento de los tiempos oficiales en los medios de comunicación electrónicos (pp.11-12).

2.5.5 Ley Estatal de Protección Civil del Estado de Chiapas

El Artículo 2 indica que el objetivo es: “La prevención, identificación de riesgo, reducción de riesgos, atención de emergencias y la recuperación ante un desastre, son funciones de carácter público que deben atender el Estado y los municipios, conforme las atribuciones que se definen en la presente Ley, promoviendo la participación de la sociedad en su conjunto. (p. 3).

Los humedales pertenecen a la nación por lo que la institución que se encarga de su conservación es la CONAGUA, y el actuar jurídico es de competencia federal, lo cual excluye a cualquier institución estatal y municipal lo que genera lagunas jurídicas para su conservación. En la Tabla 4 se ejemplifica el análisis de las leyes más importantes establecidas para la conservación y adecuado manejo de humedales y de prevención de inundaciones.

Tabla 4

Análisis de leyes importantes para la conservación y adecuado manejo de humedales y de prevención de inundaciones.

Ley	Artículos	Objetivo	Ideas principales
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	4º, párrafo quinto	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley; Que los Estados Unidos Mexicanos, sea reconocido como un país megadiverso, por poseer una gran riqueza biológica que se debe, en gran medida a la variedad de climas, topografías e historia geológica, de tal forma que se calcula que el diez por ciento de la diversidad global de especies se concentra en el territorio mexicano.	Respetar el ambiente y la biodiversidad que en él se encuentra, ya que en el país se concentra una parte importante de especies a nivel mundial y los daños a estos ecosistemas generan responsabilidad a quien los cause.
Diario Oficial de la Federación En su materia ambiental	Artículo 2 numerales 1 y 6	Se designará humedales idóneos de su territorio para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, así denominada por la propia Convención como "La Lista", y deberá tener en cuenta sus responsabilidades de carácter internacional con respecto a la conservación, gestión y uso racional de las poblaciones migrantes de aves acuáticas al designar humedales de su territorio para su inclusión en La Lista, también llamados Sitios Ramsar.	Todo aquel humedal que albergue a las aves migrantes, serán de conservación internacional, así mismo deben ser incluidos a la lista de los sitios Ramsar.
	Artículo 7, inciso 2	Se garantizará mecanismos de participación del público en los procesos de toma de decisiones, revisiones, reexaminaciones o actualizaciones relativas a proyectos y actividades, así como en otros procesos de autorizaciones ambientales que tengan o puedan tener un impacto significativo sobre el medio ambiente, incluyendo cuando puedan afectar la salud.	La población en general tiene participación en la conservación de los humedales así mismo en los procesos de autorizaciones ambientales que puedan ser a beneficio de este.
Ley Orgánica de la Administración Pública General	Artículo 32 Bis	Corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales fomentar la protección, restauración, conservación, preservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales, con el fin de garantizar el derecho a un medio ambiente sano, Formular y conducir la política en materia de recursos naturales, así como la administración y regulación del uso y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	La preservación y conservación de las áreas naturales, así como la administración divulgación y las políticas de conservación de esta compete a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ley de Aguas Nacionales	Artículos 1, 3, fracción XXX; 2, fracción XII	Establece que dicha disposición tiene por objeto regular la preservación de la cantidad y calidad de las aguas nacionales para lograr su desarrollo integral sustentable; definen a los humedales como las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional, las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos.	La preservación de los humedales, su cuidado y disposición además de que se establecen como zonas de inundación temporal o permanente además de ser descarga natural de los acuíferos.
	Artículo 7, fracciones IV y V	Declaran de utilidad pública, el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales, superficiales o del subsuelo, incluidas las limitaciones de extracción en zonas reglamentadas, las vedas, las reservas y el cambio en el uso del agua para destinarlo al uso doméstico y al público urbano; la recarga artificial de acuíferos, así como la disposición de agua al suelo y subsuelo, acorde con la normatividad vigente; así como, el restablecimiento del equilibrio de los ecosistemas vitales vinculados con el agua.	
	Artículo 86 BIS 1, fracciones I, II, III, IV y V	La Comisión actuará por medio de los Organismos de Cuenca, o por sí, en los casos previstos en la fracción IX del Artículo 9 de la Ley citada, que quedan reservados para la actuación directa de "La Comisión" y que para tales efectos, tendrá las atribuciones de delimitar y llevar el inventario de los humedales en bienes nacionales o de aquellos inundados por aguas nacionales; promover en los términos de dicha Ley y sus reglamentos, las reservas de aguas nacionales o la reserva ecológica conforme a la ley de la materia, para la preservación de los humedales; proponer las Normas Oficiales Mexicanas para preservar, proteger y, en su caso, restaurar los humedales, las aguas nacionales que los alimenten, y los ecosistemas acuáticos o hidrológicos que formen parte de los mismos; promover y, en su caso, realizar las acciones y medidas necesarias para rehabilitar o restaurar los humedales, así como para fijar un entorno natural o perímetro de protección de la zona húmeda, a efecto de preservar sus condiciones hidrológicas y el ecosistema, y otorgar permisos para desecar terrenos en humedales cuando se trate de aguas y bienes nacionales a su cargo, con fines de protección o para prevenir daños a la salud pública, cuando no competa a otra dependencia	

Nota. En esta tabla se realiza un análisis a partir de las leyes que son las principales que se consideran para el trabajo de investigación. Elaborado con base en (DOF, 2020)

2.5. Convención Ramsar para la conservación de humedales

La convención de Ramsar surge para poder conservar a los humedales debido a que son una pieza fundamental en el bienestar de las comunidades. En el año de “1975 entra en vigor y hasta la fecha se han incorporado 168 países con 2, 187 sitios que hacen un total de 208,608,257 hectáreas”.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986. Es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

Cuando un país se incorpora a la convención Ramsar, tiene la obligación de designar por lo menos un humedal de importancia internacional, lo cual se envía a la UNESCO quienes son los responsables de recaudar toda la información de los sitios adheridos a la convención.

De acuerdo con el Artículo 2.1 de la Convención, Cada Parte Contratante designará humedales idóneos de su territorio para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, en adelante llamada “la Lista” [...] Los límites de cada humedal deberán describirse de manera y también trazarse en un mapa, y podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedales.

El Artículo 2.2 establece que “La selección de los humedales que se incluyan en la Lista deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos”. Se establece que cada país debe realizar su inventario nacional de humedales.

Gracias a los inventarios nacionales de los recursos de humedales, basados en la mejor información científica disponible, es posible priorizar sitios de humedales adecuados para su

designación para la Lista de Ramsar. Las Partes Contratantes, en 1990, mediante la Recomendación 4.6, alentaron la preparación de inventarios, y en 2002, mediante la Resolución VIII.6, ofrecieron un Marco para el inventario de humedales. La convención de Ramsar establece medidas para poder priorizar la conservación de los humedales en cuanto a su entorno físico y biológico.

De acuerdo con el Artículo 3.2 de la Convención,

“cada Parte Contratante tomará las medidas necesarias para informarse lo antes posible acerca de las modificaciones de las condiciones ecológicas de los humedales en su territorio e incluidos en la Lista, y que se hayan producido o puedan producirse como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención del hombre”.

Las Partes Contratantes se comprometen a informar a la Secretaría de tales cambios.

Los sitios Ramsar que pueden correr peligro como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención humana pueden ser incluidos en “el registro de sitios Ramsar en los que se han producido, se están produciendo o podrían producirse modificaciones en las condiciones ecológicas”: el Registro de Montreux.

Toda Parte Contratante puede, por motivos urgentes de interés nacional, retirar humedales de la Lista o reducir los límites de los humedales ya incluidos en ella (Artículo 2.5 de la Convención). No obstante, el Artículo 4.2 establece que dichas retiradas de la Lista o reducciones de los límites deben compensarse mediante la creación de nuevas reservas naturales o mediante la protección, en la misma región o en otro lugar, de una porción adecuada de su hábitat original. Hasta el momento nunca se ha suprimido ningún sitio Ramsar de la Lista por este procedimiento, y únicamente en casos muy excepcionales se han reducido los límites de un sitio sobre esta base. Las Partes convinieron en las orientaciones sobre estas cuestiones en 2002 mediante la Resolución VIII.20.

Se espera que las Partes Contratantes manejen sus sitios Ramsar a fin de mantener sus características ecológicas y sus funciones y valores esenciales para las generaciones futura

El Artículo 3.1 de la Convención establece que “las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista”, así como promover el uso racional de todos los humedales de su territorio.

La Resolución 5.7 y la Resolución VIII.14 pidieron planes de manejo para todos los sitios Ramsar, con el apoyo y los fondos apropiados para su ejecución y para la capacitación del personal, lo que incluye un programa de vigilancia con indicadores sobre las características ecológicas del sitio.

En 2015 las Partes Contratantes identificaron la conservación y el manejo eficaz de la red de sitios Ramsar como uno de los tres objetivos estratégicos del Cuarto Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2024. En el Plan se pide la realización de esfuerzos encaminados a facilitar la participación de las partes interesadas, incluidos los pueblos indígenas y las comunidades locales.

El juego de herramientas para el manejo de sitios Ramsar ofrece orientaciones sencillas a los administradores de sitios sobre los principales componentes y medidas que supone el manejo de sitios Ramsar. Además, e contiene enlaces para obtener información más detallada.

En cuanto al marco normativo se aprecia que existen estatutos que protegen a los humedales, pero existen brechas muy grandes que es en donde los actores inmobiliarios utilizan para poder lucrar con esos espacios, ante ello las dependencias encargadas de preservar la seguridad ante cualquier situación de emergencia no evitan el crecimiento urbano

Conclusión parcial

El propósito de este capítulo es demostrar como interviene la parte jurídica en cuanto a los humedales urbanos, sobre todo los lineamientos que se tienen establecidos para que no se expanda la mancha urbana y la conservación de estos además de estar protegidos mediante la declaratoria Ramsar. Si bien existe una protección a nivel internacional, únicamente establece sanciones económicas a los países que no la cumplen, por otra parte, existe un apartado en el cual los humedales pueden perder la declaratoria Ramsar hasta el año 2022 aún no existe humedal alguno que sea quitado de la lista. Por otra parte, existen reglamentos y leyes tanto locales, estatales, nacionales e internacionales para la conservación de los

humedales, la problemática de esta investigación es referente a que no se han respetado los lineamientos y normas planteadas en este capítulo, por lo que es determinante conocerlas para poder realizar una propuesta de trabajo e incluso poder actualizar los reglamentos y leyes actuales para no dejar espacios vacíos en ellos.

Los lineamientos se deben realizar en los tres órdenes de gobierno local, estatal y municipal teniendo en cuenta que al no existir reglamentos locales por cuestiones de usos y costumbres, los lineamientos van perdiendo peso y por lo mismo es más fácil infringirlos o buscar brechas para el incumplimiento de los mismos, en el caso de los lineamientos estatales se busca la participación de los gobiernos estatales para el cumplimiento de los lineamientos y así trabajar en conjunto municipio- estado.

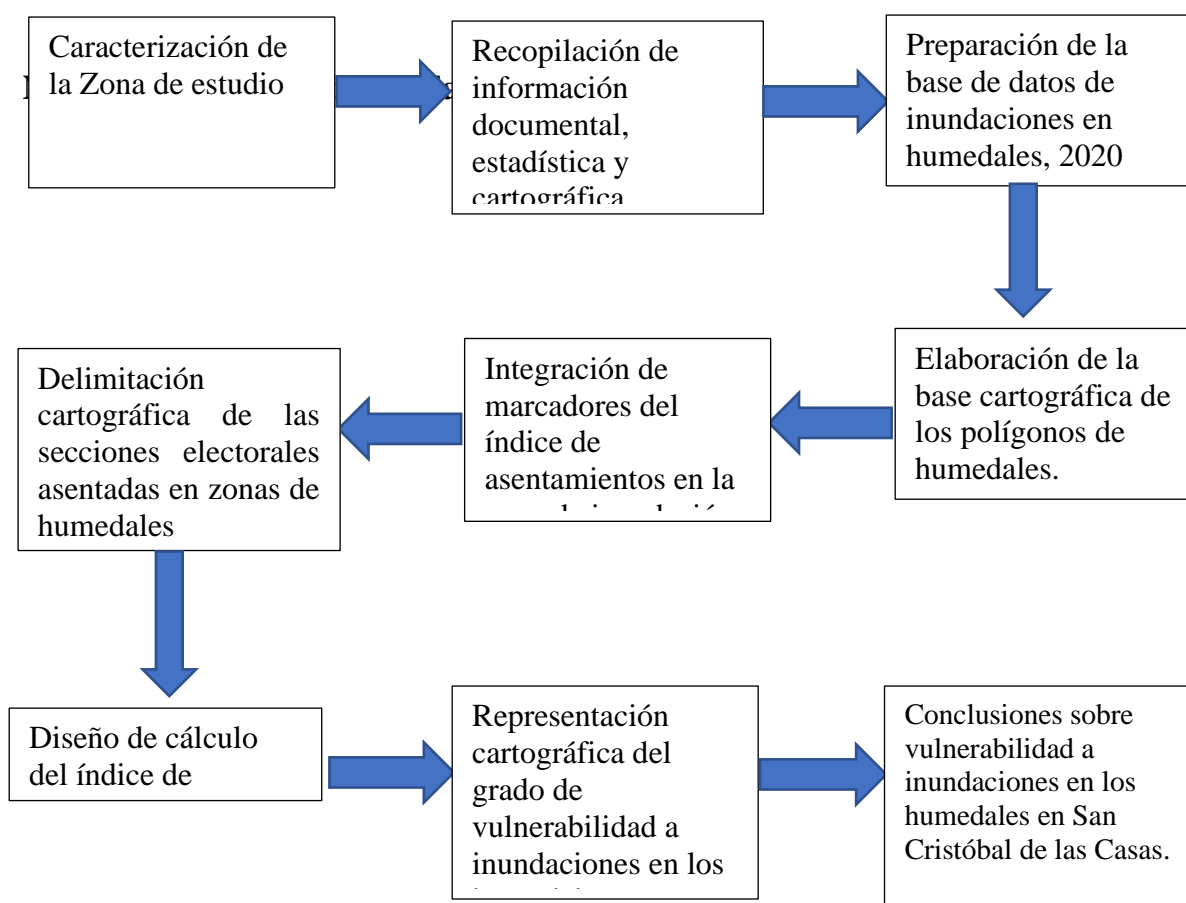
La intervención nacional le da un mayor peso en cuanto a los apoyos federales y sanciones que puedan tener los actores que violen este tipo de legislaciones, si bien los humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, cuentan con la declaratoria Ramsar internacional, además de las leyes nacionales. Finalmente, el problema que sucede en San Cristóbal de las Casas es encontrar los espacios vacíos en cada legislación por lo que sería vital reformar las leyes de protección a los humedales haciendo un ejercicio en conjunto con los tres niveles de gobierno para evitar esas brechas en las cuales los actores se escudan para poder promover amparos y sigan ocupando de forma regular e irregular la zona de humedales, tal es el caso de los amparos propuestos en los últimos años para poder construir en la zona de humedales mismo que colocan en anuncios espectaculares para evitar ser molestados.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la metodología a realizar para el cálculo de la vulnerabilidad socioambiental, seguido de los referentes metodológicos, los cuales fundamentan la selección y propuesta de variables a utilizar, asimismo contiene la construcción del índice y origen de las estadísticas. La Figura 7 ejemplifica la metodología implementada en este trabajo de investigación.

Figura 7

Metodología para el cálculo de vulnerabilidad socioambiental por inundaciones en humedales en San Cristóbal de las Casas



Nota. En la presente imagen se explican los pasos metodológicos de la investigación

3.1 Caracterización de la zona de estudio

La información del campo de investigación describe algunos problemas que consideran la existencia de uno o más factores que pueden afectar directa o indirectamente el desarrollo de

la situación de vulnerabilidad y contribuir a la visión y comprensión de los problemas que se presentan durante los desastres naturales

El proceso que ocurre puede causar inundaciones y afectar a los residentes y al medio ambiente donde hay inundaciones.

El primer paso fue la caracterización física de la zona de estudio tal como: localización geográfica, condiciones climáticas, topográficas, entre otras, así como las características demográficas de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Con base en lo anterior, se llevó a cabo la revisión de literatura para seguir el desarrollo de la presente investigación, sobre vulnerabilidad a inundaciones.

3.2 Recopilación de información documental, estadística y cartográfica

En esta etapa se utilizaron los datos estadísticos del área de estudio de las secciones electorales del INE (2020), en donde se analizaron los datos socioeconómicos y el manual de manejo de humedales de la SEMAHN (2015) que sirvió para retomar indicadores ambientales y jurídicos que fueron aplicados en el trabajo de campo. Luego de recolectar esta información, se analizó la información del Atlas General de Riesgo de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, para conocer los elementos reportados en este.

3.3 Elaboración de la base cartográfica de la zona de estudio

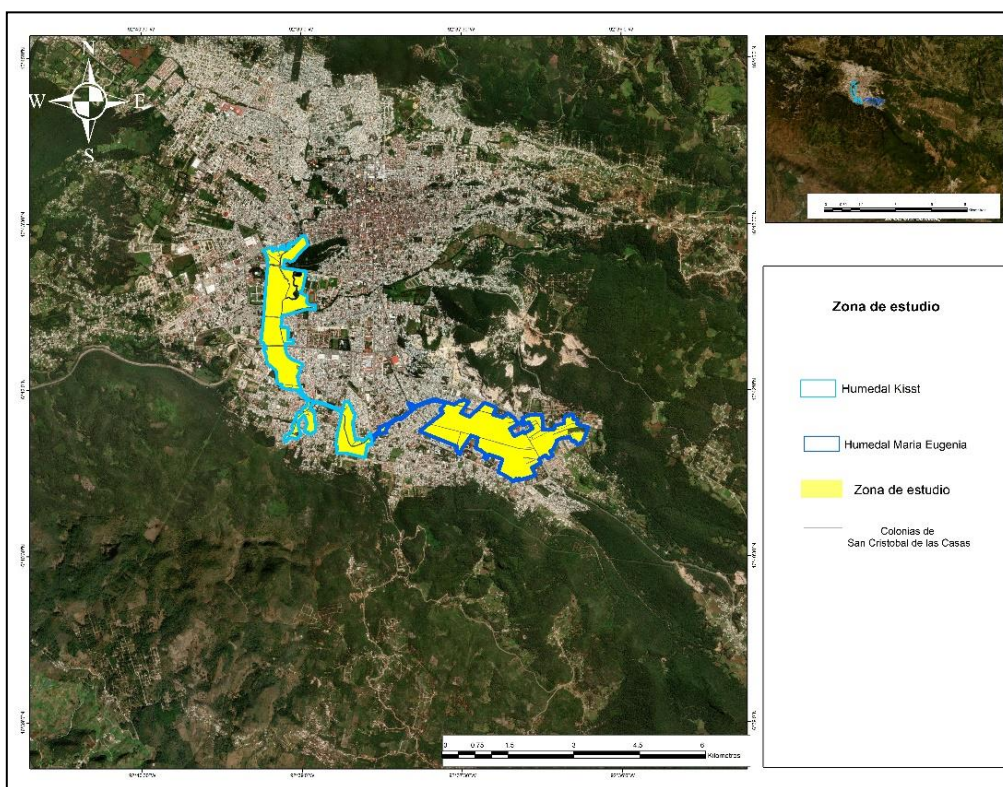
En esta fase se utilizó la información de la cartografía del INE (2020) de tipo vectorial para la elaboración de los mapas de la zona de estudio, en particular de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, la cual que se descargó desde portal del INE (2020), en este caso fue el Marco Geoestadístico a nivel estatal y municipal.

La mecánica de integración de información estadística y geoespacial comienza con los datos vectoriales en formato *shapefile*, en donde se generó el mapa de ubicación de la zona de estudio. Además, esto se realiza para analizar la forma en que los asentamientos urbanos en zonas de humedales se presentan. Generalmente los asentamientos humanos sobre humedales son de forma irregular, por lo que sirvió de apoyo para realizar el trabajo de campo con el Shapefile de CONABIO (2022).

Los asentamientos humanos objeto de estudio son los que se localizan el área de los humedales, así como los asentamientos que se encuentran a los márgenes de estos, como se aprecia en la Figura 8. Con los antecedentes históricos y la ayuda de la dirección municipal de protección civil se identificó la población que ha sufrido de inundaciones en los últimos 10 años, sobre todo en donde se tuvieron afectaciones a sus viviendas ya sea total o parcial. De la misma manera se estudió la población que se encuentra en el antiguo lago de María Eugenia que forma parte del humedal “María Eugenia”.

Figura 8

Colonias asentadas en el perímetro de humedales, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.



Nota: Asentamientos humanos de acuerdo con SEMARNAT (2021)

Por otra parte, en la Tabla 5 se presenta la matriz que consta de dimensiones y variables para evaluar la vulnerabilidad socioambiental de humedales de la zona de estudio.

Tabla 5*Matriz de dimensiones y variables para evaluar vulnerabilidad socioambiental de humedales*

Dimensión	Indicador	Unidad	Fuente	Escala
DIMENSIÓN SOCIAL				
Población	Grado de concentración de la población en el territorio	Densidad de población	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales
	Población es predominantemente indígena	Porcentaje de la población de habla indígena	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020/ trabajo de campo	Secciones electorales
Vivienda	Porcentaje de viviendas no cuentan con agua entubada	la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitados que disponen de agua entubada	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales
	Porcentaje de viviendas no cuenta con drenaje	El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020/ trabajo de campo	Secciones electorales
	Porcentaje de viviendas tienen paredes de material de desecho y láminas de cartón	Total, de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020/ trabajo de campo	Secciones electorales
	Déficit de vivienda	La diferencia del total de hogares y el total de viviendas, este resultado representa el número de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de hogares.	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales
Educación	Porcentaje de la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir un recado	Población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad.	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales
	Porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	Demanda de educación básica	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales
Empleo e ingresos	Porcentaje de la PEA recibe menos de dos salarios mínimos	Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020/trabajo de campo	Secciones electorales
	Personas dependen de la PEA	Razón de dependencia	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales
	Personas desocupadas hay con respecto a la PEA	Tasa de desempleo abierto	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales
Salud	Médicos por cada 1000 habitantes	Proporción de médicos se mide mediante la multiplicación del número de médicos por 1,000 y dividiendo el total de la población	DENUE 2020/ trabajo de campo	Secciones electorales
	Porcentaje de la población no cuenta con derechohabencia a servicios de salud	Población no derechohabiente entre el total de la población	Información de secciones electorales s de acuerdo con INE, 2020	Secciones electorales

DIMENSIÓN AMBIENTAL				
Ecosistemas y usos de suelos en humedales	Cambios de usos de suelo en humedales	Porcentajes de cambio	SIG	Secciones electorales
	Cobertura de la vegetación y disminución del área del humedal	Superficie de humedales y disminución anual	Observación directa y SIG	Secciones electorales
	Superficie con riesgo de inundaciones	Hogares con riesgo de inundación de acuerdo con antecedentes	Encuesta/observación directa	Secciones electorales
Tipos de actividades económicas	Uso del humedal	agricultura, ganadería, turismo, etc.	Encuesta/observación directa	Secciones electorales
Usos y valores sobre el humedal	Importancia de los humedales a la población	se aplica para identificar los usos y valores en el humedal es el de Grupo focal, que se desarrolla en un taller	Encuesta/observación directa/grupo de apoyo	Secciones electorales
Impactos ambientales	Daño ambiental a los humedales	Observar si en el humedal se presentan impacto a partir de cambio de uso de suelo, presencia de aguas residuales o residuos sólidos.	Observación directa	Secciones electorales
DIMENSIÓN JURÍDICA				
Tipo de tenencia	Conservación y apropiación del humedal	si la tenencia es privada, federal, comunal y/o ejidal y el lugar donde se ubican en el mapa.	Análisis documental/observación directa	Secciones electorales
Tratados y convenios	Política ambiental	Tratados internacionales y fondos generados para la conversación	Análisis documental	Secciones electorales
	Programa de conservación de humedales	Cuenta el municipio o no con un programa de conservación de humedales	Análisis documental	Secciones electorales

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Construcción del proceso metodológico de indicadores

3.4.1 Dimensión social

a) Indicadores de salud

De acuerdo con CENAPRED (2012), uno de los principales indicadores del desarrollo es el estado de salud de la población. Por lo tanto, se requiere conocer la disponibilidad de los servicios básicos de salud y la posibilidad de atenderlos. Los servicios de salud inadecuados reflejan en parte directamente la vulnerabilidad de la población. CENAPRED (2015) menciona que la Secretaría de Salud indica que se acepta 1 médico por cada 1,000 habitantes, por lo que este indicador informa sobre la presencia de médicos que atienden a una población de 1,000 personas en un período determinado. El bajo número de médicos se refleja en la salud pública y aumenta la fragilidad de la situación. Estas son condiciones que pueden ser un alivio en tiempos de problemas y peligro

Para poder realizar el cálculo de este indicador se multiplica la proporción total del número de médicos por 1,000 y el resultado se divide entre el número total de la población como se reporta en la Tabla 6.

Tabla 6*Médicos por cada 1,000 habitantes.*

Indicador	Médicos por cada 1000 habitantes	Condición de vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0.20 a 0.39 Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy alta	1.00
	De 0.4 a 0.59 Médicos por cada 1,000 habitantes	Alta	0.75
	De 0.6 a 0.79 Médicos por cada 1,000 habitantes	Media	0.50
	De 0.8 a 0.99 Médicos por cada 1,000 habitantes	Baja	0.25
	Uno o más Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy baja	0.00
Fórmula	$PM = \frac{NoM}{PT} \times 1000$ <p>Donde: <i>PM</i> = Proporción de Médicos <i>NoM</i> = Número de Médicos en el Municipio <i>PT</i> = Población Total</p>		

Fuente: CENAPRED (2012).

Este indicador analiza a la población no derechohabiente que es la que tiene menos acceso a la salud, estando vulnerable la población infantil y de la tercera edad, la cual ante un desastre hidrometeorológico repercute en la vuelta a la normalidad y a su capacidad de respuesta. De acuerdo con la metodología de CENAPRED (2012), el porcentaje de la población no derechohabiente es dividido entre el total de la población y el producto de este por 100, tal como se ejemplifica en la Tabla 7

Tabla 7*Porcentaje de población no derechohabiente*

Indicador	¿Qué porcentaje de la población no cuenta con derechohabencia a servicios de salud?	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 17.63 a 34.10	Muy Baja	0.00
	De 34.11 a 50.57	Baja	0.25
	De 50.58 a 67.04	Media	0.50
	De 67.05 a 83.51	Alta	0.75
	83.52 o más	Muy Alta	1.00
Fórmula	$\% PND = \frac{PND}{PT} \times 100$ Donde: %PND = Porcentaje de Población No Derechohabiente PND = Población No Derechohabiente PT = Población Total		

Fuente: CENAPRED (2012).

b) Indicadores de educación

La calidad de la educación afectará directamente la adopción de comportamientos y actitudes. Las medidas de prevención y protección civil también pueden aumentar sus conocimientos sobre eventos y desastres. Este es un derecho fundamental que todos tenemos. La educación es una herramienta que incide en las etapas de la vida humana, ya que se tienen en cuenta dos indicadores, que proporcionan una visión general del nivel educación en cada estado.

Además de las limitaciones reales derivadas de la falta de habilidades de lectura y escritura, esto muestra la falta de desarrollo educativo de la población y la desigualdad en el sistema educativo. De acuerdo con el CENAPRED (2012), la falta de educación se considera uno de los principales factores de vulnerabilidad social. Estos datos se reportan en la Tabla 8.

Tabla 8
Porcentaje de analfabetismo

Indicador	¿Cuál es el porcentaje de la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir un recado?	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.07 a 15.85	Muy Baja	0.00
	De 15.86 a 30.63	Baja	0.25
	De 30.64 a 45.41	Media	0.50
	De 45.42 a 60.19	Alta	0.75
	60.20 o más	Muy Alta	1.00
Fórmula	$\% A = \frac{PNDP_{aA}}{PPT_{aT}} \times 100$ <p>Donde: %A = Porcentaje de Analfabetismo P15aA = Población de 15 años y más Analfabeta PT15a = Población Total de 15 años y más</p>		

Fuente: CENAPRED (2012)

El indicador de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela refleja la edad de la población donde se necesitan los servicios la educación básica, es la enseñanza más necesaria, proporcionando las herramientas necesarias para insertarse en el mercado laboral lo que en un futuro se verá reflejado en la economía de las familias. Lo anterior se refleja en la Tabla 9.

Tabla 9*Porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela*

Indicador	¿Cuál es el porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela?	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 42.72 a 54.17	Muy alta	1.00
	De 54.18 a 65.62	Alta	0.75
	De 65.63 a 77.07	Media	0.50
	De 77.08 a 88.52	Baja	0.25
	88.53 o más	Muy baja	0.00
Fórmula	$DEB = \frac{PT6_14aAE}{PT6_14aA} \times 100$ <p>Donde: <i>DEB</i> = Demanda de Educación Básica <i>PT6_14aAE</i> = Población Total de 6 a 14 años que asiste a la escuela <i>PT6_14a</i> = Población Total de 6 a 14 años</p>		

Fuente: CENAPRED (2012)*c) Indicador de empleo e ingresos*

Los indicadores de empleo e ingresos son de importancia ya que aportan los elementos fundamentales sobre la capacidad económica de los habitantes de la zona de estudio. La importancia radica en evaluar la desigualdad que existe en las cifras de la distribución de los recursos económicos.

De acuerdo con CENAPRED (2012), los indicadores de situación laboral e ingresos son principalmente una situación de vulnerabilidad inmediata, cuando las condiciones de vida son críticas, y las familias de bajos ingresos solo pueden satisfacer sus necesidades básicas y, en última instancia, esto afectará la capacidad de prevención y respuesta, lo que aumentará la vulnerabilidad en un evento catastrófico. Este apartado incluye tres indicadores.

Aunque hay muchos factores que influyen en la determinación de los salarios, la remuneración está relacionada con la productividad del trabajo y el indicador dará un porcentaje estimado de la población que no pueden satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc. Lo anterior se reporta en la Tabla 10.

Tabla 10*Porcentaje de población económicamente activa*

Indicador	Población económicamente activa	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 18.41 a 34.50	Muy Baja	0.00
	De 34.51 a 50.59	Baja	0.25
	De 50.60 a 66.68	Media	0.50
	De 66.69 a 82.77	Alta	0.75
	82.78 o más	Muy Alta	1.00
Fórmula	$\% PEA = \frac{PEAINAC}{PEA} \times 100$ <p>Donde: %PEA = Porcentaje de la Población Económicamente Activa POBT = Población total PEA = Población Económicamente Activa</p>		

Fuente: CENAPRED (2012)

La PEA, de acuerdo con el CENAPRED (2012), mide la vulnerabilidad social, indica que cuanto mayor es la tasa de dependencia, más desfavorecidas están las personas ante un desastre natural porque su capacidad de respuesta y prevención será nula (ver Tabla 11).

Tabla 11*Razón de dependencia*

Indicador	Personas que dependen de la PEA	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 37.72 a 57.69	Muy Baja	0.00
	De 57.70 a 77.66	Baja	0.25
	De 77.67 a 97.63	Media	0.50
	De 97.64 a 117.60	Alta	0.75
	117.60 o más	Muy Alta	1.00
Fórmula	$RD = \frac{P_{0_{14a}} + P_{65a}}{P_{15_{64a}}} \times 100$ <p>Donde: RD = Razón de Dependencia P_{0_14a} = Población de 0 a 14 años P_{65a} = Población de 65 años y más P_{15_64a} = Población de 15 a 64 años</p>		

Fuente: CENAPRED (2012).

Este indicador mide la tasa de desempleo abierto respecto a las personas desocupadas respecto al PEA. Cuanto mayor es la tasa de dependencia, más desfavorecidas están las personas ante un desastre natural porque su capacidad de respuesta y prevención es nula (ver Tabla 12).

Tabla 12
Tasa de desempleo abierto

Indicador	¿Cuántas personas desocupadas hay con respecto a la PEA?	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 3.09	Muy Baja	0.00
	De 3.10 a 6.18	Baja	0.25
	De 6.19 a 9.27	Media	0.50
	De 9.28 a 12.36	Alta	0.75
	12.37 o más	Muy Alta	1.00
Fórmula	$TDA = \frac{NoPD}{PEA} \times 100$ <p>Donde: <i>TDA</i> = Tasa de Desempleo Abierto <i>NoPD</i> = Número de Personas Desocupadas <i>PEA</i> = Población Económicamente Activa</p>		

Fuente: CENAPRED (2012).

d) Indicadores de población.

De acuerdo con CENAPRED (2012), se consideran dos aspectos sociales principales de la población: uno se relaciona con la expansión y dispersión de los asentamientos y, en segundo lugar, los grupos étnicos cuyas condiciones de vida se deben a diferencias culturales, que a su vez se convierten en uno de los grupos más marginados del país.

El indicador de la densidad no es un problema de población según CENAPRED (2012), sino un problema de personas con mayor índice de marginación y pobreza, la distribución de la población es un problema que ha aumentado la migración rural-urbana en donde la gente se encuentra, cuando ocurre un desastre natural en un área pequeña, puede causar mucho daño. Lo anterior se resumen en la Tabla 13.

Tabla 13

Densidad de la población.

Indicador	¿Cuál es el grado de concentración de la población en el territorio?	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1 a 99 Habitantes por km ²	Muy Baja	0.00
	De 100 a 499 Habitantes por km ²	Baja	0.25
	De 500 a 999 Habitantes por km ²	Media	0.50
	De 1,000 a 4,999 Habitantes por km ²	Alta	0.75
	Más de 5,000 habitantes por km ²	Muy Alta	1.00
Fórmula	$DP = \frac{PT}{ST}$ <p>Donde: <i>DP</i> = Densidad de Población <i>PT</i> = Población Total <i>ST</i> = Superficie Territorial</p>		

Nota. Esta tabla muestra los rangos a evaluar en la dimensión social del indicador población con el porcentaje de la sobrepoblación que se encuentra en el área de estudio CENAPRED (2012).

Porcentaje de la población que habla lengua indígena, de acuerdo con CENAPRED (2012) en su mayoría las personas que pertenecen a estos grupos étnicos tienen condiciones precarias, lo cual aumenta su vulnerabilidad, además de no entender los comunicados por

parte de las autoridades como Protección Civil, Bomberos, Cruz Roja, entre otros. La Tabla 14 reporta el porcentaje de la población que hablan lenguas indígenas.

Tabla 14

Porcentaje de la población que habla lengua indígena

Indicador	¿La población es predominantemente indígena?	Condición de la vulnerabilidad	Valor asignado
	Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1.00
	Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0.00
Fórmula	$\%PI = \frac{P5HLI}{P5} \times 100$ <p>Dónde: %PI = Porcentaje de Población Indígena P5HLI= Población de 5 años y más que Habla una Lengua Indígena P5 = Población de 5 años y más</p>		

Fuente: Elaboración propia con base a CENAPRED (2012)

3.4.2 Dimensión ambiental

a) Indicador de ecosistemas y usos de suelos en humedales

De acuerdo con la metodología estandarizada para la evaluación de humedales en México a nivel de cuenca hidrográfica, escala 1:50,000 (CONACYT-CONAGUA, 2012), dentro de los métodos para la recopilación de la información para la evaluación socioambiental referente a los humedales y su vulnerabilidad son: los actores sociales, reunión en grupos focales, mapas participativos, en donde el resultado a partir de lo anterior se obtendrá la información en torno a la temática socioambiental:

- 1) Socioeconómicos
- 2) Estrategias de conservación
- 3) Problemática ambiental

El cambio de uso de suelos mediante el relleno de los humedales ya sea para vivienda, turismo o actividades económicas fomenta la pérdida de absorción del agua en el suelo, lo que provoca un aumento del riesgo por inundación de las personas que habitan el humedal, así como los que se encuentran alrededor de ellas (ver Tabla 15).

Tabla 15*Existencia o no del cambio de uso de suelos a partir del 2008 a 2022.*

Indicador	Cambios de usos de suelos en humedales	Valor asignado
Rangos	SI	1.00
	NO	0.00

Nota: Esta tabla muestra los rangos a evaluar en la dimensión ambiental del indicador ecosistemas y usos de suelos en humedales que se encuentra en el área de estudio. *Fuente:* Elaboración propia.

En este indicador se evalúa a los humedales y se analiza los cambios en su superficie del humedal a través del tiempo, esto es de acuerdo en cómo se encontraban en el 2008 antes de tener un decreto Ramsar al año 2022 (ver Tabla 16).

Tabla 16*Porcentaje de deforestación*

Indicador	Cobertura de la vegetación y disminución del área del humedal	Valor asignado
Rangos	10%-30%	0.00
	31%-50%	0.5
	Más del 50%	0.75

Nota: Esta tabla muestra los rangos a evaluar en la dimensión ambiental del indicador ecosistemas y usos de suelos y su relación con el porcentaje de deforestación en humedales que se encuentra en el área de estudio. *Fuente:* Elaboración propia.

Es importante para una población conocer sí se encuentra asentada en una zona de riesgo de inundaciones, así como también conocer sí están preparados ante este tipo de situaciones, ya que las personas que se encuentran asentadas en zonas de riesgo tienden a aumentar su vulnerabilidad (ver Tabla 17).

Tabla 17*Viviendas que se encuentran en riesgo de inundaciones dentro del humedal*

Indicador	Superficie con riesgo de inundaciones	Valor asignado
Rangos	SI	1.0
	NO	0.0

Nota: Esta tabla muestra los rangos a evaluar en la dimensión ambiental del indicador ecosistemas y usos de suelos y su relación con el porcentaje de la superficie con riesgo de inundaciones que se encuentra en el área de estudio. *Fuente:* Elaboración propia.

b) Indicador uso de suelo

El aumento de la mancha urbana en la zona de humedales debido al relleno de estos, el requerimiento de los servicios básicos y de movilidad impacta de manera directa a la población ya que los humedales se encuentran situados en rocas permeables y sedimentos, en donde el agua se infiltra a través del suelo y se recargan los mantos acuíferos además de servir como un filtro donde se eliminan sustancias tóxicas, dañinas para los seres vivos (ver Tabla 18).

Tabla 18*Relleno de humedales para vías de comunicación o servicios básicos*

Indicador	Aumento de la mancha urbana en los humedales. (presentan cambios de usos de suelo debido a la instalación de servicios básicos y movilidad)	Valor asignado
Rangos	SI	1.0
	NO	0.0

Nota: Esta tabla muestra los rangos a evaluar en la dimensión ambiental del indicador usos de suelos y su relación con el porcentaje de la superficie de humedal que ha sido pavimentado y que se encuentra en el área de estudio. *Fuente:* Elaboración propia.

Los humedales al ser una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable a la ciudad y a la población cercana a los mismos, las aguas residuales, los residuos sólidos u otro tipo de contaminante químico representa un riesgo alto para los humedales y puede afectar la salud de las personas al ser un foco directo de infección (ver Tabla 19).

Tabla 19*Contaminación de los humedales por residuos sólidos.*

Indicador	Daño ambiental a los humedales	Valor asignado
Rangos	SI	1.0
	NO	0.0

Nota: Esta tabla muestra los rangos a evaluar en la dimensión ambiental del indicador usos de suelos y su relación con el porcentaje de la superficie de humedal que ha sido contaminado por residuos sólidos y aguas residuales. *Fuente:* Elaboración propia.

De acuerdo con la CONAGUA (2004) los principales impactos negativos en el aprovechamiento de los humedales son las aguas provenientes de la agricultura, el sobre pastoreo, la pesca ilegal y la agricultura intensiva, la introducción de especies invasoras, entre otros aspectos (ver Tabla 20).

Tabla 20*Aprovechamiento de los humedales con fines económicos*

Indicador	Uso del humedal (agricultura, ganadería, comercio)	Valor asignado
Rangos	Presencia de: agricultura, ganadería, comercio	1.0
	Solo uso habitacional	0.0

Nota: Esta tabla muestra los rangos a evaluar en la dimensión ambiental del indicador usos de suelos y su relación con el porcentaje de la superficie de humedal que ha sido explotado para fines económicos. *Fuente:* Elaboración propia.

3.4.3 Dimensión jurídica

De acuerdo con los reglamentos descritos por Ramsar y la ley de aguas internacionales señalan que los humedales son propiedad de la nación por lo que no está permitido su uso para otros fines que no sea el de preservación, recreación e investigación (ver Tablas 21, 22 y 23).

Tabla 21*Tipo de tenencia del humedal respecto a los convenios Ramsar*

Indicador	Tipo de tenencia del humedal	Valor asignado
Rangos	Propiedad privada, comunal o ejidal	1.0
	Propiedad federal	0.0

Nota: Uno de los lineamientos de protección Ramsar es la apropiación de los humedales a ser propiedad federal para su mejor conservación.

Tabla 22*Política ambiental para protección de los humedales*

Indicador	Tratados internacionales y fondos generados para la conservación	Valor asignado
Rangos	Cuenta con un fondo para la protección de los humedales	1.0
	No Cuenta con un fondo para la protección de los humedales	0.0

Nota. El fondo de protección de los humedales se utiliza para su conservación, así como para la investigación de estos

Tabla 23*Programa de conservación de humedales*

Indicador	Tratados internacionales y fondos generados para la conservación	Valor asignado
Rangos	Cuenta el municipio con un programa o plan de manejo para la protección de los humedales	1.0
	No cuenta el municipio con un programa o plan de manejo para la protección de los humedales	0.0

Nota: Un plan de manejo en los humedales indica que existe un fundamento para su protección y conservación, así como el conocimiento de las autoridades para su conservación.

3.5 Cálculo del índice de vulnerabilidad a inundaciones por asentamientos urbanos en zona de humedales

El Análisis de Componentes Principales fue utilizado debido a que representa una técnica que no está sujeta a la interpretación del propio investigador sino al comportamiento estadístico de las variables; así mismo esa técnica es utilizada por el Consejo Nacional de la Población (CONAPO) para la elaboración del Índice de Marginación. La misma técnica la

utiliza el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) para la construcción del índice de desarrollo social, lo cual comprueba su rigurosidad técnica

Con ayuda del Software IBM SPSS Statistics 26 se introdujo la base de datos obtenida mediante las secciones electorales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con la cual se trabajaron los indicadores socioeconómicos y de esa manera tener el índice de vulnerabilidad el objetivo de utilizar el análisis de componentes principales es reducir la dimensión de nuestros datos además de relacionar las variables

3.6 Instrumentos de aplicación de campo

Se aplicó una entrevista con un enfoque de prevención a un informante clave al director de la Unidad Interna de Protección Civil de San Cristóbal de las Casas, estado de Chiapas. Asimismo, se aplicó un cuestionario a la población residente para identificar la percepción del riesgo, peligros y/o amenazas a los cuales están expuestos.

Por otra parte, se tomaron ocho informantes claves de cada colonia el cual nos permitió el acceso a ciertas viviendas en donde se aplicaron los cuestionarios, como existen sectores en donde no es posible estar a determinadas horas del día guardando su propia seguridad los instrumentos se aplicaron en un horario de 8:00am a 4:00pm, por lo que en su mayoría las personas se encontraban en horario laboral.

Los indicadores seleccionados en el presente trabajo de investigación aportan conocimientos tanto sociales, ambientales y jurídicos que sirven para realizar una correcta evaluación de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones, en este caso en la zona de humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

La explicación detallada de la elaboración de tabla cruzada de la variable (el nombre se da en el paquete estadístico) es una herramienta para obtener más información sobre la población. Por ejemplo, podemos determinar que género (masculino y femenino) obtienen mayores ingresos. Usando el contenido del paquete estadístico, podemos elegir dos variables y cruzarlas.

3.7 Trabajo de campo, situación de los humedales según dimensiones de estudio

Se presentan los resultados de aplicar el instrumento de trabajo en campo, a la población residente en los humedales de estudio. Ver en el apartado de Anexos el cuestionario semiestructurado.

El resultado de las encuestas se divide en dos categorías, clasificadas de acuerdo con la proximidad del desarrollo urbano con el humedal, de la siguiente manera:

a) Directa: son aquellos lotes de uso habitacional de la colonia seleccionada, que presentan una relación física directa, al estar ubicados en la cuadra inmediata al humedal (primer bloque).

b) Indirecta: son aquellos lotes de uso habitacional de la colonia seleccionada, que se encuentran ubicados en la segunda cuadra subsecuente al primer bloque (segundo bloque).

Se aplicaron 10 encuestas con categoría *Indirecta*, lo cual representa un 23.81 % y 33 encuestas con categoría *Directa*, lo que representa un 76.19 %, resultando en un total de 43 encuestas aplicadas; cada categoría representa un 100 %. A continuación, se exponen los resultados de ambas categorías para una mejor comparativa.

En la categoría directa, existe una apreciación heterogénea del sitio, por la desvalorización paisajística y ecológica que los habitantes tienen del humedal, debido a que las viviendas que se encuentran a pie de este no aprovechan la vista paisajística del sitio, el 60 % de las mismas tiene una fachada principal con disposición contraria al frente del humedal, el 10 % está a espaldas, y el 30 % de las viviendas tiene la fachada principal de frente al humedal (ver Figura 9).

Figura 9

Disposición de la fachada con respecto al humedal dentro de la colonia 5 de marzo.



Toledo, E. (septiembre,2022). Fachada respecto al humedal, Colonia 5 de marzo en la zona de humedales la Kist, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Nota: La imagen representa las fachadas de viviendas que se encuentran frente al humedal no transformado (cuenta con todas sus características propias de un humedal)

El 100% de los encuestados en el área fija sabían que había humedales cerca de sus viviendas, pero no indicaron que vivieran en las cercanías. Este grupo representa el 23% de todos los depósitos. Sin embargo, el 100% de los encuestados de la región central ven humedales cerca de sus viviendas. Este grupo indica que un total del 77% de los encuestados son conscientes de que viven en zonas propensas a inundaciones, pero no creen que haya ningún problema. En el siguiente apartado se describe el análisis de las dimensiones de acuerdo con la matriz metodológica del índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

3.7.1 Dimensión social

a) Población

En cuanto al número de habitantes asentados en los humedales Kisst y María Eugenia, se considera de carácter urbano, porque según el Censo General de Población y Vivienda de 2020 tiene un total poblacional de 1,115. La densidad de población de la mayoría de los asentamientos de personas por kilómetro cuadrado se encontró en el rango menor de 100 a 499 habitantes por km², por lo que se le asigna un valor de 0.25.

En esta variable se analiza el total de la población asentada en las secciones electorales que se encuentran dentro del polígono de los humedales basándose de la información de secciones electorales de INE (2020), en donde de acuerdo a la fórmula presentada en la tabla 12 encontrándose en el fraccionamiento primavera con 49.2 habitantes por km², en el fraccionamiento Bugarvilias con 37.03 habitantes por km², en la colonia 5 de marzo 161 habitantes por km², en la colonia San Juan con 19.5 habitantes por km², en la Manuel Velazco con 221 habitantes por km², en corral de piedra con 115 habitantes por km² en donde 76 únicamente en la colonia Manuel Velazco y 5 de marzo presentan condiciones de vulnerabilidad baja y las demás colonias y fraccionamientos se encuentran en el rango muy bajo esto de acuerdo con la guía de manejo de CENAPRED (2013). La Figura 10 ilustra la relación de la vivienda con el área verde.

Figura 10

Relación de vivienda y área verde



Toledo, E. (septiembre,2022). Relación vivienda y área verde. Colonia 5 de marzo y fraccionamiento Bugarvilias en la zona de humedales la Kisst, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

En el trabajo de campo se puede observar que las colonias como Manuel Velazco, 5 de marzo y San Juan a pesar de que la extensión de las secciones electorales es muy grande gran parte

la ocupa el humedal y la mínima parte la población en donde incluso en cada hogar lo habitaban de seis a ocho personas.

Con los datos recabados a nivel secciones electorales de INEGI (2020), se encuentra que no predomina la población que habla lengua indígena, teniendo en cuenta los porcentajes de acuerdo a las áreas estudiadas en donde el fraccionamiento la primavera cuenta con un porcentaje nulo, Buganvillas con 19 %, 5 de marzo con 23 %, Colonia San Juan 20% por ciento, Manuel Velasco 23 % y el campanario 7 % de acuerdo a la tabla 13 si el porcentaje es superior al 40 % serian predominantes indígenas, lo que dificulta el poder entender las alertas de protección civil y otras autoridades.

En la colonia 5 de marzo, de acuerdo información proporcionada por los pobladores, mencionan que existen dos bandos uno que forma parte de los nuevos propietarios y el segundo que forma parte de los primeros propietarios pertenecientes al EZLN (Ejército Zapatista de Liberación Nacional), en donde el segundo grupo predomina más la lengua indígena y además de que en su mayoría no proporcionan datos a los encuestadores del INEGI, lo que la convierte en una brecha de información. La Figura 11 ilustra un ejemplo de las organizaciones sociales y su impacto en la apropiación del humedal

Figura 11

Organizaciones sociales y su impacto en la apropiación del humedal



Toledo, E. (septiembre,2022). Lona de la organización *social política (ODDEP)*, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

a) Vivienda

En vivienda, el 1,1% de la población total no está atendida en cuanto a la energía eléctrica, en cuanto al servicio de alcantarillado el 16 % y agua entubada 26 % de la población no cuenta con este servicio. Al existir a los dos indicadores anteriores se les asigna el valor de 0 porque se considera que la proporción de población sin acceso a estos servicios es baja en comparación con el resto del país.

En cuanto al material de la vivienda, el 28 % tiene piso (por lo que, en relación con una tabla de rango muy bajo, la calificación asignada es 0) y el 16 % son paredes de chatarra y cartón (obtiene una calificación muy alta de 1), en este caso estos más susceptibles a cierto tipo de fenómenos. Asimismo, una casa con piso en ocasiones aumenta la vulnerabilidad de los residentes ante los desastres naturales debido a un mayor riesgo de contraer enfermedades.

Dentro de los polígonos de las secciones electorales del INE (2020) existen viviendas que no cuentan con todos los servicios básicos, tales como agua y drenaje, que son indispensables en el aseo personal del día a día. Consecuentemente, en el trabajo de campo se encontraron los siguientes datos: en el fraccionamiento primavera y Buganvilias perteneciente al humedal de la Kisst las personas encuestadas el 100 % de personas refiere que cuenta con agua

entubada, drenaje, luz, internet y línea telefónica; mientras que para la colonia 5 de marzo, manifiesta que cuenta con agua y drenaje, pero no con un contrato propio de energía, por el contrario, es un contrato comunitario. Por otra parte, en las colonias como Manuel Velasco, algunas viviendas de Juan Sabines cuentan con agua y energía eléctrica pero no con drenaje, lo que podría traer enfermedades incluso afectaciones en temporada de lluvias. La Figura 12 expone ejemplos de una colonia irregular y una regular

Figura 12

Colonia irregular la cual cuenta con un contrato colectivo de luz vs colonia regular



Nota: de izquierda a derecha la colonia 5 de marzo se aprecia la presencia de postes improvisados de luz eléctrica, mientras tanto en el fraccionamiento Buganvilias se aprecia la instalación de luz eléctrica subterránea.

En cuanto a servicios del humedal de la Kisst de las tres zonas muestreadas, dos tienen todos los servicios básicos y solo una no cuenta con uno de ellos que es la colonia 5 de marzo, mientras que en maría Eugenia, de las cuatro colonias solo dos no cuentan con uno de los servicios básicos que son la colonia San Juan y Manuel Velazco II.

c) Porcentaje de viviendas que tienen paredes de material de desecho y láminas de cartón.

Este indicador muestra el número de viviendas que por las características del material con que fue construida puede ser vulnerable frente a cierto tipo de fenómenos. La Figura 13 expone un ejemplo del déficit de una vivienda dentro de los humedales.

d) Educación

En cuanto a los indicadores de educación, el 12.27 % de la población es analfabeta ya que es representa una población de 15 años o más que no saben leer ni escribir, lo que indica que además de la falta de alfabetización demuestra que el desarrollo educativo se está quedando atrás. Según la tabla de rangos, la calificación es 0 porque se considera un porcentaje muy bajo de analfabetismo, el porcentaje de escolaridad es del 69.9 % y se le asigna el valor de 0.50 lo que significa es que en su mayoría las personas tienen escolaridad nivel primaria o más.

Figura 13 *Déficit de vivienda dentro los humedales*



Toledo, E. (septiembre,2022). Viviendas construidas con cartón, madera y otros componentes. Colonia Manuel Velasco, en la zona de humedales María Eugenia, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Nota: La imagen presenta el déficit de vivienda y su vulnerabilidad a inundaciones.

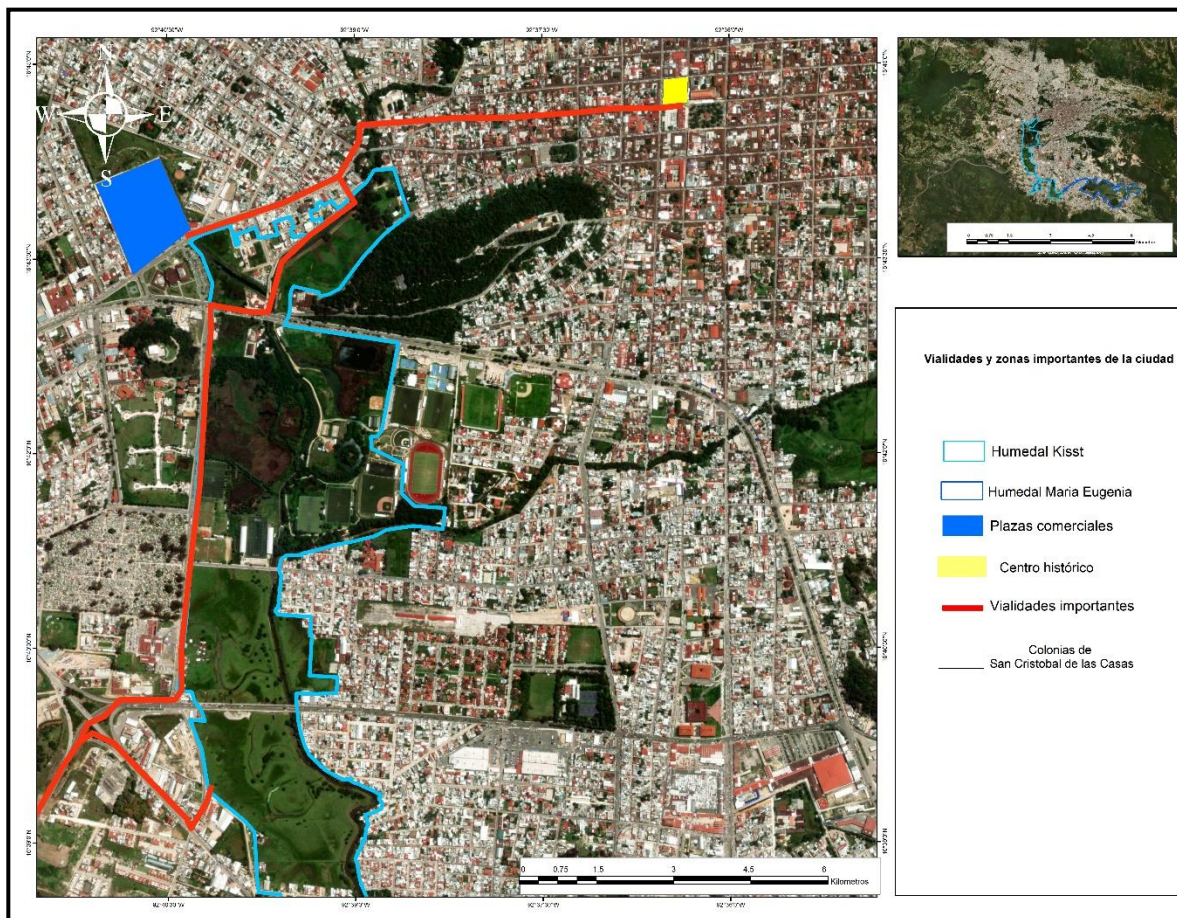
e) Ingresos

Respecto a los ingresos, se encuentra que en los fraccionamientos ubicados en el humedal de la Kisst como lo son Buganvilias y la Frontera son los que poseen en su mayoría un ingreso mayor a dos salarios mínimos. Esto puede deberse a que las personas que están asentadas en

esa zona poseen el capital para poder adquirir un predio en esa ubicación dado que las inmobiliarias aumentaron su plusvalía debido a que están cercanos a los centros comerciales, así como a las avenidas principales que conecta al centro histórico de la ciudad y a la autopista San Cristóbal, Tuxtla Gutiérrez. La Figura 14 ilustra un mapa destacando las principales vialidades y centros comerciales cercanos al humedal.

Figura 14

Principales vialidades y centros comerciales cercanos al humedal



Nota: La imagen presentada muestra las principales vialidades utilizadas en la ciudad para el centro y zonas comerciales, mismas que se entre cruzan en los humedales urbanos por lo que muchas personas desean establecerse en esas áreas.

En cuanto a la colonia 5 de marzo, se identifica como un asentamiento que se ubica en dos humedales, en los cuales el porcentaje de personas con ingresos inferiores a dos salarios mínimos alcanza el 37 %. A continuación, se encuentran las colonias San Juan y Manuel Velasco, ambas con un 29 % de personas en esta categoría. Por otro lado, en las colonias Campanario y Corral de Piedra, la mayoría de los habitantes se identificaron como servidores

públicos, lo que les permite tener ingresos superiores a dos salarios mínimos. Por último, en relación con las personas que dependen de la PEA, se observa una situación desfavorable, con un valor del 59.26 % entre niños de 0 a 14 años y personas mayores de 65 años, lo cual se considera como 0.25 en la metodología utilizada para su evaluación. En cuanto a la PEA desocupada, se demuestra que es muy baja en el total de los casos, lo que representa un 0.78 % de personas desempleadas. Cabe recalcar que el 55 % de las personas entrevistadas expresó ser comerciante o dedicarse al comercio ambulante, por lo que sus ingresos varían dependiendo a su jornada laboral diaria. Esto implicaría saber cuánto es su ingreso diario, pero de acuerdo con la Secretaría de Economía del Gobierno de México (2022) el salario mínimo es de \$172.87.

f) Salud

Considerando como base la plantilla de indicadores socioeconómicos en el grado de vulnerabilidad social, en cuanto a los indicadores de salud, se resalta que un gran porcentaje de población (81.54 %) no es derechohabiente, lo que significa que un número significativo de personas no tiene acceso a servicios de salud y muy pocas cuentan con este servicio.

Se puede observar en la tabla 2.91, que los indicadores de salud sumaron una calificación de **1.25** con respecto a los rangos preestablecidos e incluidos en la plantilla. El procedimiento para llegar a este valor fue el siguiente:

En el número de médicos por habitante se observa que en la localidad existen 0.78 médicos por cada mil habitantes, a ese indicador se le proporcionó una calificación de 0.50 por encontrarse dentro del rango **Medio**. Por último, el porcentaje de población no derechohabiente fue de 81.54 %. Como se mencionó anteriormente, dicho valor corresponde al rango de **Alto**, por lo que se le asignó la calificación de 0.75.

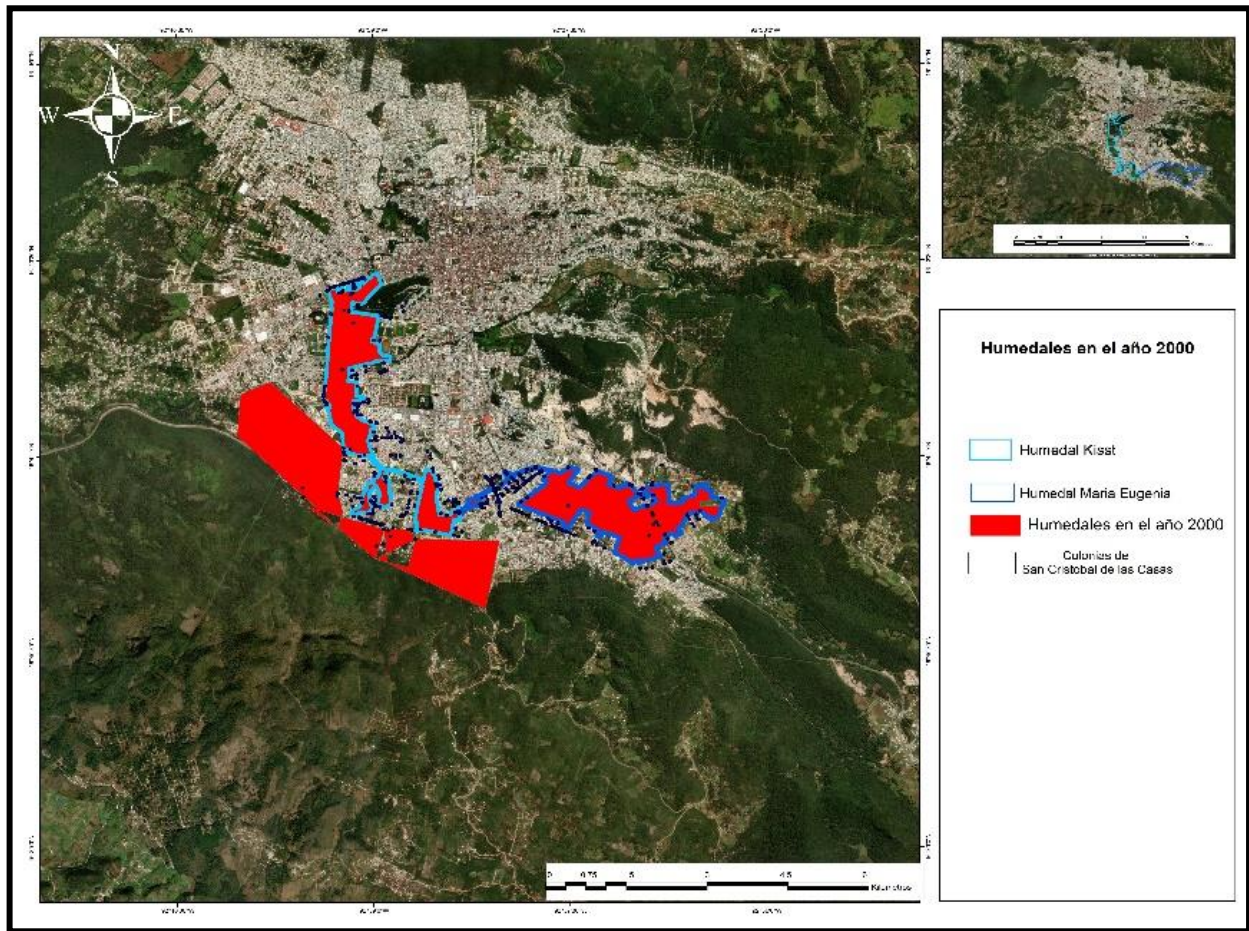
3.7.2 Dimensión ambiental

De acuerdo con los indicadores de ecosistemas y usos de suelo en los humedales, se puede apreciar que en cuanto el cambio de uso de suelo en el humedal actual a principios del año 2000 ha aumentado considerablemente, llevando incluso a desecar una gran porción.

En la Figura 15 se aprecia el humedal a principios del año 2000 hasta el año 2022, por lo consiguiente aún siguen los cambios de uso de suelo de los humedales, lo que provoca una disminución considerable de áreas verdes sobre la superficie del humedal.

Figura 17

Humedales en el año 2000 vs humedales en el año 2020



Nota: las actividades económicas influyen en el crecimiento del área urbana en la zona de humedales, llegando incluso de ser un pequeño negocio a ser una vivienda, por lo que continúa el incremento de la actividad económica dentro del humedal, incluso existen varios comercios dentro de las áreas. *Fuente:* DENUE 2020.

a) Ecosistemas y usos de suelo en humedales

Con el trabajo de campo realizado en septiembre del año 2022, se identificó que las personas que habitan dentro del polígono de humedales, el 100 % había sufrido por lo menos una inundación. De igual manera, se refiere a que han aumentado considerablemente las inundaciones en su vivienda, en los últimos años la más fuerte para Erick del fraccionamiento

Corral de Piedra fue las de junio del año 2022, donde destaca: “ha sido la inundación más fuerte, las entradas al fraccionamiento fueron cubiertas por agua de casi un metro, no podíamos acceder a ellas, los muebles de la casa quedaron inservibles, tuvimos temor a perderlo todo”. La Figura 18 presenta una imagen de una inundación en la zona de humedales María Eugenia.

Figura 18

Plan DN- II-E en la zona de humedales de María Eugenia



Inchaustegui, E. (julio 2022) inundaciones en las colonias de la zona sur

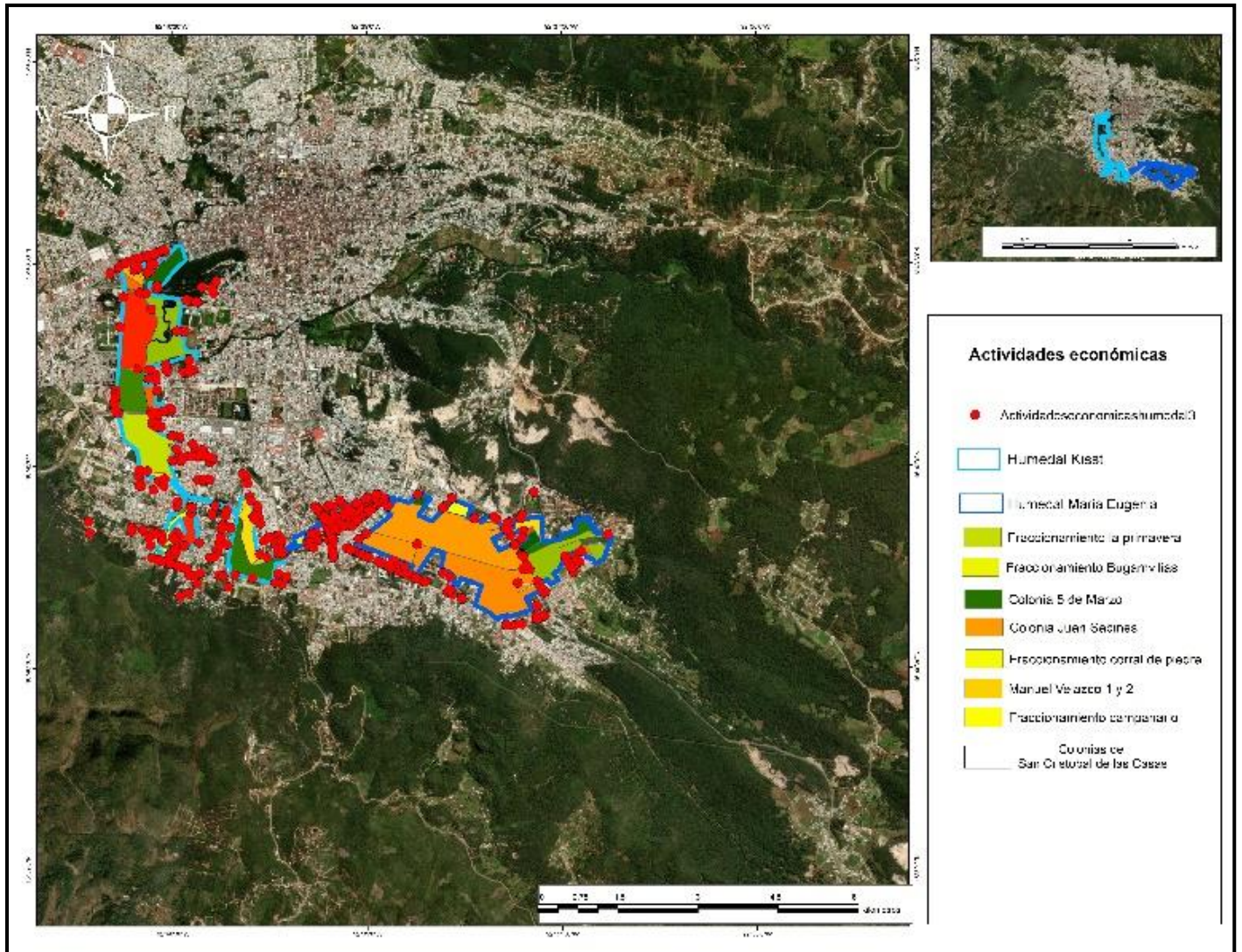
Nota: la imagen presenta el nivel de agua que presentan las colonias asentadas en la zona de humedales, así como el aumento de la traza urbana en un lugar en el que solo debería haber áreas verdes.

b) Tipos de actividades económicas

Las actividades económicas formaron parte importante de la ocupación de los humedales y de los cambios de uso de suelo, como se aprecia en la Figura 19 existen diversos tipos de comercios, en las colonias y fraccionamientos asentados en los humedales, lo que implica cada vez más el relleno de los humedales utilizado con fines comerciales, debido al alto flujo de personas que recorren la zona día a día y el humedal de María Eugenia al ser vialidad de alto flujo concentra talacheras, talleres mecánicos, aceiteras automotrices entre otras.

Figura 19

Colonias asentadas en la zona sur “humedal María Eugenia” que presentan mayor actividad económica.



Nota: Debido a que existen intereses políticos dentro del municipio, las actividades económicas siguen creciendo dentro de los humedales, se presentan las colonias con mayor actividad económica.

c) Impactos ambientales

Uno de los daños que más ha sufrido el humedal es el deterioro mediante la presencia de residuos sólidos, que causan impacto debido a las actividades económicas y a la cercanía a

vialidades importantes, lo que provoca el aumento de basura. En el humedal María Eugenia se logra ver presencia de residuos, también los habitantes mencionan que el camión recolector de basura pasa dos veces a la semana, por lo que las practicas anti cívicas como el tirar la basura antes de que pase la campana hace que las corrientes de aire y agua cercanas al humedal los atraigan y se empiecen a contaminar los ecosistemas.

3.7.3 Dimensión jurídica

a) Tipo de tenencia

Dentro de la dimensión jurídica se establecieron los rangos de 1.0 en el caso del tipo de tenencia de tierra, esto debido a que los humedales no son propiedad federal si no que son propiedad privada por lo que podemos entender que existe un problema desde este punto importante con los cambios de uso de suelo, ya que al ser propiedad privada es difícil el acceso a los mismos por parte de las autoridades.

b) Tratados y convenios

Respecto a si cuentan con un programa de conservación de humedales, existe uno creado en el año 2012 tanto para el humedal la Kisst como para María Eugenia, por lo que además de contar con recursos para la preservación se le asigna el valor de 0.0 en ambas variables, aunque teniendo recursos económicos y programas de manejo vemos que poco ha servido para su conservación.

Conclusión parcial

Este capítulo tuvo como objetivo encontrar los referentes metodológicos para construir el índice de vulnerabilidad socioambiental, por lo cual primeramente se analizaron los trabajos de otros autores que representaba una línea de investigación similar a la de esta investigación para tener un referente de la metodología que habían utilizado, así como analizar las complicaciones que tuvieron durante el proceso de investigación.

La información presentada es también relevante para que se pueda comprender los desafíos que se enfrentan al buscar datos y realizar análisis estadísticos con el fin de adaptar al índice. Para este trabajo se utilizó el índice establecido del CENAPRED el cual nos orienta sobre

una evaluación socioeconómica, en donde seleccionamos los indicadores que serán de suma importancia para poder realizar la investigación que son los que se eligieron para esta investigación, además de ser elegidos por el tipo de población a estudiar.

Por otra parte, a este índice se complementa con la evaluación de humedales de la guía técnica de CONACYT- CONAGUA lo cual es un análisis técnico de campo en donde se utilizan métodos de observación y trabajo con actores principales en donde se les da una evaluación de 0-1 en donde 0 es no aplica y 1 si aplica. Además, a esto se le añade al índice de vulnerabilidad social para realizar un índice de vulnerabilidad socioambiental.

Los indicadores fueron seleccionados de acuerdo con las características de la población y a los datos que se pueden recabar mediante las secciones electorales del INE. Es importante recalcar que se utilizó las secciones electorales ya que fueron donde se encontró la mayor parte de datos de los indicadores para realizar la investigación.

Las dimensiones utilizadas en nuestro índice finalmente fueron la parte social, ambiental y jurídica, en donde esta última juega también una parte muy importante, ya que es la que establece criterios en cuanto a las protecciones legales con las que cuentan los humedales y de esto derivan las formas en las que la población se puede asentar, ya sea de forma regular o irregular lo cual es determinante para su grado de vulnerabilidad.

Todo lo anterior se aplicó en el trabajo de campo en donde se pudo constatar que los referentes metodológicos pueden ser aplicados en el lugar de estudio, por lo que en este apartado se aplicaron los instrumentos para la obtención de resultados.

CAPÍTULO 4. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL A INUNDACIONES EN LOS HUMEDALES URBANOS DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS

El objetivo de este capítulo es exponer los inicios del crecimiento de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas y la ocupación real en la zona de humedales; con el Plan de Desarrollo Municipal y la Dirección de Desarrollo Urbano de la ciudad y su relación con los humedales La Kisst y María Eugenia desde el 2008 fecha en que se les dio el decreto Ramsar hasta el 2022.

En primera instancia, se dará a conocer el trabajo de campo realizado en la zona de humedales, sector en el cual se encuestaron a los residentes. Posteriormente se lleva a cabo la aplicación del Índice de Vulnerabilidad Socioambiental a Inundaciones (IVSA) y el análisis por sección electoral de cada indicador.

4.1 Aplicación del Índice de Vulnerabilidad Socioambiental a Inundaciones (IVSAI).

La vulnerabilidad socioambiental a inundaciones se calculó a nivel de secciones electorales, en regiones con condiciones geográficas, socioeconómicas y demográficas similares. Según los resultados obtenidos con la metodología en donde el Índice de Vulnerabilidad Socioambiental a Inundaciones (IVSAI), con ello se llevó a cabo un análisis en los diferentes asentamientos humanos los cuales se ubican dentro de la misma ciudad, pero presentan condiciones diferentes.

La evaluación del Índice de Vulnerabilidad Socioambiental ante el Cambio Climático (IVSAI) a nivel regional se realiza mediante la subdivisión en tres componentes: exposición, vulnerabilidad y capacidad de adaptación. Cabe destacar que los diferentes subíndices no siempre presentan el mismo nivel en todas las ciudades analizadas. Para determinar la incidencia de la pobreza, se estudia la relación entre los subíndices relacionados con el cambio climático, el medio ambiente, la economía y la infraestructura en las demás regiones del país que han sido objeto de estudio. Esta consideración resulta de suma importancia inmersa en el contexto de las pruebas realizadas en otras áreas del país.

El IVSA se calculó en 5 grados (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), mismo que fue utilizado en las secciones electorales a estudiar de la ciudad de San Cristóbal de las Casas,

Chiapas. Tal clasificación se determinó por la cantidad de secciones electorales y los rangos con la técnica Natural Breaks (Jenks).

Tabla 24

Grados de vulnerabilidad según dimensión y sección electoral

Secciones electorales	Zonas	Dimensión social	Dimensión ambiental	Dimensión jurídica	Grado de IVSAI
070771127	Norponiente	Muy bajo	Muy alto	Medio	Muy bajo
070771131	Poniente	Medio	Muy bajo	Medio	Medio
070771132	Centro	Bajo	Muy alto	Medio	Alto
070771133	Centro	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
070771142	Centro	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
070771143	Centro	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
070771144	Sur	Medio	Medio	Medio	Medio
070771150	Sur	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto
070771151	Sur	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto
070771157	Sur	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto

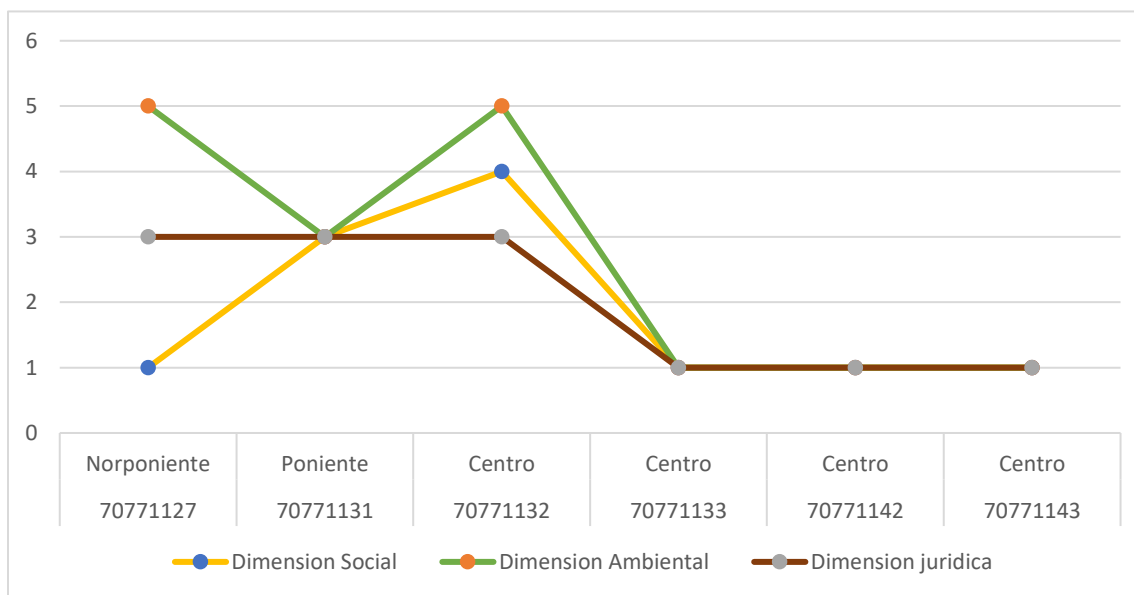
Fuente: Elaboración propia

En vista de la disponibilidad más amplia de información sobre los indicadores del índice, se optó por utilizar la base de datos de sección electoral. En el área de los humedales, se identificaron un total de 10 secciones electorales, las cuales fueron sometidas a un análisis minucioso. Los resultados de este análisis se presentan detalladamente en la Tabla 24, donde se reflejan los valores de los diferentes componentes evaluados.

Los asentamientos que se encuentran en una amenaza de inundaciones como las que se encuentran en esta investigación son estudiadas desde un enfoque social, ambiental y jurídico que se presentan en las secciones electorales dentro del IVSAI. En la zona de humedales de

“La Kisst” se encuentran seis secciones electorales en donde se mantiene un grado medio a bajo de acuerdo con el IVSAI en las distintas zonas de la ciudad. Los índices de vulnerabilidad socioambiental en el humedal La Kisst se ilustran en la Figura 20.

Figura 20 Índice de vulnerabilidad socioambiental en el humedal “La Kisst” con las claves de secciones electorales.



Nota: el 1 representa: muy bajo, 2: bajo, 3: medio, 4: alto, 5: muy alto.

Fuente: Elaboración propia.

Se presentan diferencias en las distintas zonas en la cual se encuentran las secciones electorales asentadas en el humedal. Como se muestra en la Figura 20 en la zona norponiente se observa que el grado de vulnerabilidad ambiental es alto, mientras que la social es baja y la jurídica medio. Además, en la parte poniente destaca como medio en las tres dimensiones mientras que en la zona centro una sola sección electoral es alta baja, mientras que las otras tres se mantienen en un rango bajo-bajo.

El humedal La Kisst se encuentra desde el norponiente de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, en la dimensión social tiene una vulnerabilidad muy baja, mientras que para la dimensión ambiental tiene alto-alto y en la jurídica se encuentra en medio por lo que el IVSAI es de grado bajo-bajo. De igual manera, en la parte jurídica se mantiene un grado medio debido a que el humedal en el que se encuentra cuenta con un plan de manejo de humedales, pero en la parte ambiental existen diferentes cambios de uso de suelo en donde predomina el

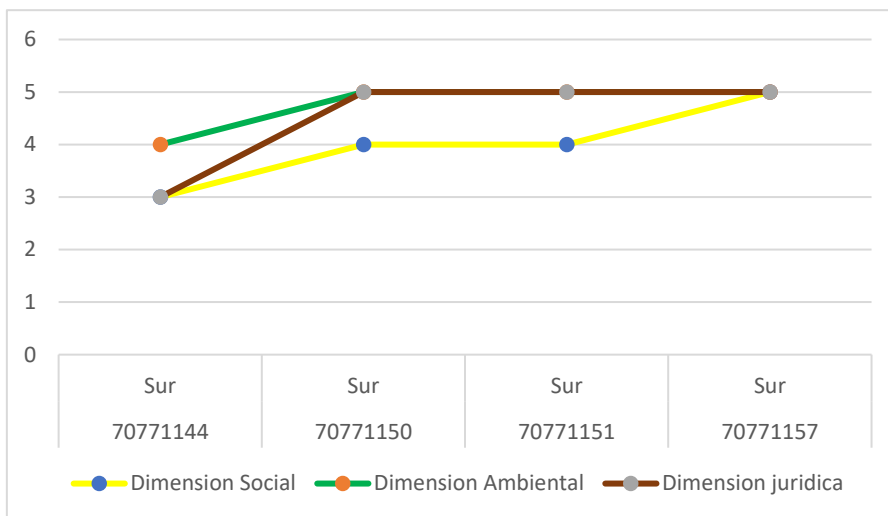
habitacional y el comercial, por lo cual se ve afectado el ecosistema de los humedales, pero en la parte social se aprecia que las personas que habitan esas zonas son de solvencia económica alta ya que la plusvalía de la zona es muy alta.

En el humedal La Kist de acuerdo con la información recabada en esta investigación, la plusvalía de los espacios es muy elevada, por lo que las personas que viven en esa zona son de ingresos más altos a diferencia del humedal de María Eugenia, lo que hace que su vulnerabilidad social sea más baja pero en el recorrido de campo nos constatamos de que el cambio de uso de suelo es mayor, por lo que en las temporadas de lluvias muy probablemente las colonias aledañas sufrirán de lluvias o encharcamientos La ventaja de la zona de humedales la Kist es su sistema de dren pluvial que evita inundaciones hasta cierto punto.

Por otra parte, el humedal María Eugenia difiere del humedal la Kist en muchos aspectos. El IVSAI es de grado alto-alto a medio, se encuentran cuatro secciones electorales, y el humedal está localizado al sur de la ciudad. La Figura 21 ilustra los índices de vulnerabilidad socioambiental para el humedal María Eugenia.

Figura 21

Índice de vulnerabilidad socioambiental en el humedal “María Eugenia” con las claves de secciones electorales.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las cuatro secciones electorales asentadas en la zona de humedales de María Eugenia, se aprecia que solo una difiere de las demás, observando que el comportamiento de las otras tres secciones electorales es similar. De igual manera se observa que en la dimensión social se encuentra de medio a alto-alto, lo mismo en la cuestión jurídica, la cual es la zona de humedales en donde se encontró población que gana incluso menos de un salario mínimo. Adicionalmente, se obtuvo que muchos habitantes no cuentan con una escritura pública, se observó que muchos de ellos no cuentan con los servicios básicos en su vivienda como agua, luz y drenaje.

4.2 Índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en humedales según la dimensión social

De acuerdo con la categorización utilizada, se clasifica en cinco grados tanto para las secciones electorales de los humedales La Kisst y María Eugenia las cuales se describen a continuación. La parte social fue evaluada por las condiciones de la población, vivienda, educación, empleos e ingresos y salud lo cual permite evaluar a los habitantes por cada sección electoral.

- Humedal La Kisst

Grado Alto: Está integrado por una sección electoral que es 70771132, localizado en el centro de la ciudad en donde destacan viviendas auto construidas y debido a que se encuentran cerca de laderas fueron zonas de bajo costo en décadas anteriores, pero los encharcamientos en las zonas bajas siguen presentes, teniendo la última en el año 2022.

Grado Medio: está integrado por las secciones electorales 070771131 (poniente) y 070771144 (sur). En estas zonas la parte de la expansión urbana es presente debido a las cercanías de los centros comerciales, así como las zonas de hospitales y las vialidades que conectan a la capital del estado. De la misma manera con las que conectan al sur y poniente con el centro de la ciudad, cuentan con sistema de desfogue, pero se ven rebasados en la temporada de lluvias en los meses de mayo y junio.

Grado Bajo: se compone por las secciones electorales 070771127 (norponiente), 070771133 (centro), 070771142 (centro) y 070771143 (centro). Estas zonas tienen la peculiaridad de que parte de ellos cuentan con los humedales sin alteración en su ecosistema, además de que dentro de ellos se encuentran zonas recreativas y deportivas como lo son los Servicios Deportivos Municipales (SEDEM), siendo una de las zonas con más plusvalía inmobiliaria en la ciudad, además de contar con una infraestructura capaz de contener inundaciones en las temporadas de lluvias.

- Humedal María Eugenia

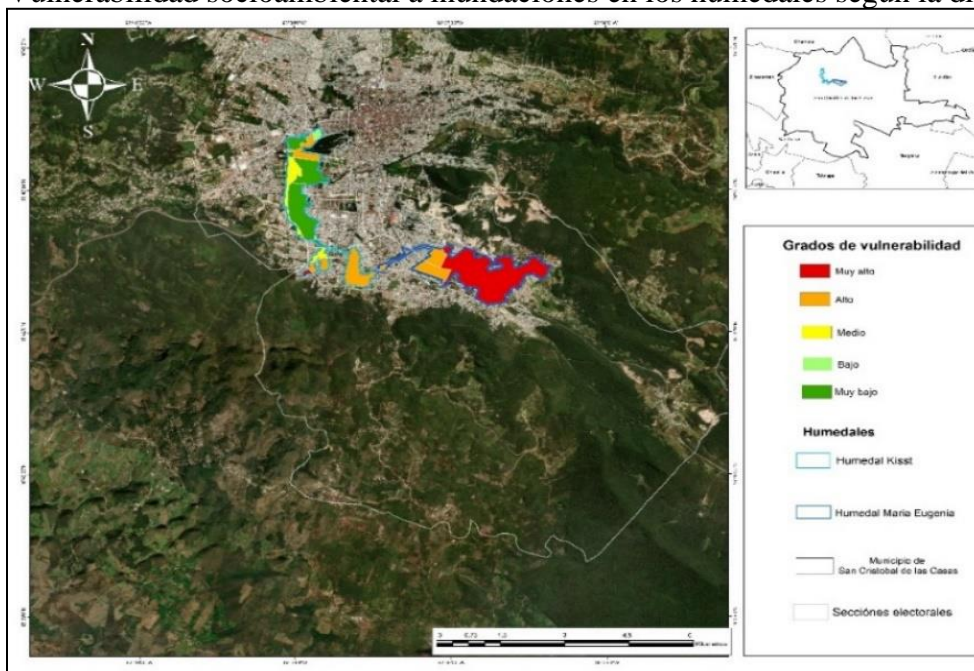
Grado muy alto: únicamente se encuentra la sección electoral 070771157 (sur), la cual es una zona en donde existen asentamientos irregulares dentro del área de humedales, además de que el relleno de las áreas de infiltración es cada vez más notorio, algunos de ellos no cuentan con servicios básicos de vivienda. Adicionalmente, tienen vivienda autoconstruida con materiales reciclados, es una de las poblaciones que se ve afectada en las temporadas de lluvias, en su mayoría son llevados a refugios temporales.

Grado Alto: lo integran las secciones electorales 070771150 (sur) y 070771151 (sur), las cuales albergan distintos tipos de comercios formal e informal, así como la central de abastos, se aprecia que en sus alrededores no hay drenes pluviales y los residuos sólidos en las calles

se ven presentes, colonias que se han formado debido a procesos de invasión sufren año con año de inundaciones, debido a que no cuentan con sistemas de drenaje ni con servicios básicos. La Figura 22 presenta un mapa de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales, de acuerdo con la dimensión social.

Figura 22.

Vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales según la dimensión social.



Fuente: Elaboración propia

4.3 Índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en humedales según la dimensión ambiental

La dimensión ambiental está integrada por la valoración de los ecosistemas, el cambio de uso de suelo en los humedales, así como las actividades económicas que influyen en el uso y manejo de los humedales, la importancia que se le da al humedal por parte de la población que habita dentro o alrededor de él y el cuidado que se tiene por parte de la misma población.

- Humedal de la Kisst

Muy bajo: Las secciones electorales que están en esta categoría son la 070771133 (centro), 070771142 (centro) y la 070771143 (centro). Se presentan en algunas zonas humedales no transformados que cuentan con las características naturales propias ya que no se aprecia

transformación del ecosistema, se encuentran en zonas cercanas al centro de la ciudad y se observan como áreas verdes y lagunas.

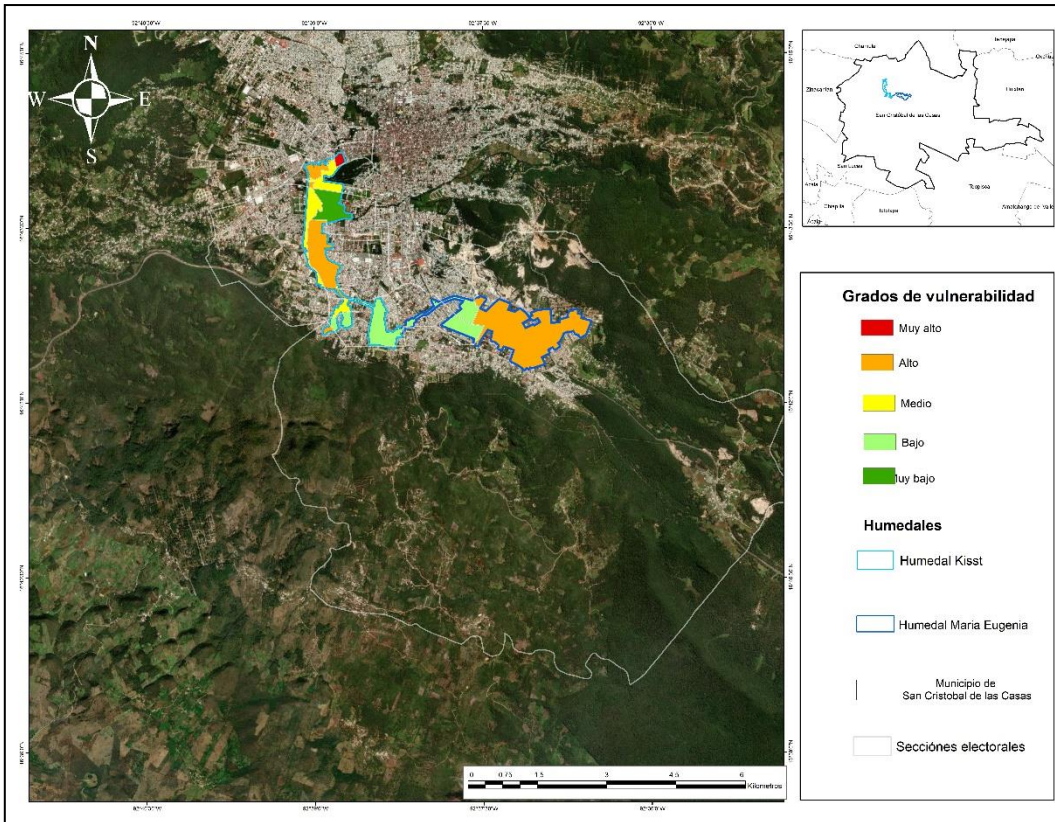
Medio: Las secciones electorales que se encuentran en este nivel es la 070771144 y 070771131 (poniente), y es que se logra observar que existe un crecimiento urbano y cambio de usos de suelos, además de que son utilizados para la ganadería, degradando las pocas áreas verdes restantes.

- Humedal María Eugenia

Muy alto: compuesto por la sección electoral 070771150 (sur), 070771151 (sur), 070771157 (sur). En esta zona en particular se han realizado transformaciones directamente al humedal debido a la expansión urbana y los asentamientos de colonias irregulares. El ecosistema se está transformando año con año de manera exponencial, ha sido un lugar en donde se han asentado lugares de negocios, vivienda, servicios y universidades. La Figura 23 ilustra el mapa de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales de acuerdo con la dimensión ambiental.

Figura 23

Mapa de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales según la dimensión ambiental.



Fuente: Elaboración propia

4.4 Índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en humedales según la dimensión jurídica

La dimensión jurídica comprende la evaluación del grado de acatamiento de la legislación aplicable a los asentamientos situados en el área de humedales. La información analizada incluye la presencia de documentos que certifiquen la titularidad de los terrenos, lo que permite determinar si se encuentran en situación legal regular o irregular. Asimismo, se examina el plan de gestión del uso de los humedales y los lineamientos establecidos por Ramsar para las áreas protegidas.

- Humedal La Kisst

Muy bajo: En las secciones electorales 070771142 (centro) 070771143 (centro) todavía se logra observar parte del humedal protegido, así como áreas verdes que tienen protecciones para no ser invadidas, sin embargo, algunas áreas de estos humedales están ocupados por

comercios informales, a pesar de que tienen señalización de protección Ramsar, y en algunos sitios se aprecian lagunas no contaminadas.

Medio: Se encuentra conformado por las secciones electorales 070771127 (norponiente), 070771131 (poniente), 070771132 (centro), 070771133 (centro) zonas cercanas al centro de la ciudad, aquí se cumple parcialmente lo marcado por el plan de manejo de humedales, ya que existen construcciones con amparos federales indicando que esos asentamientos no son humedales, pero ambientalmente cumplen con las características de dicho ecosistema

- Humedal María Eugenia

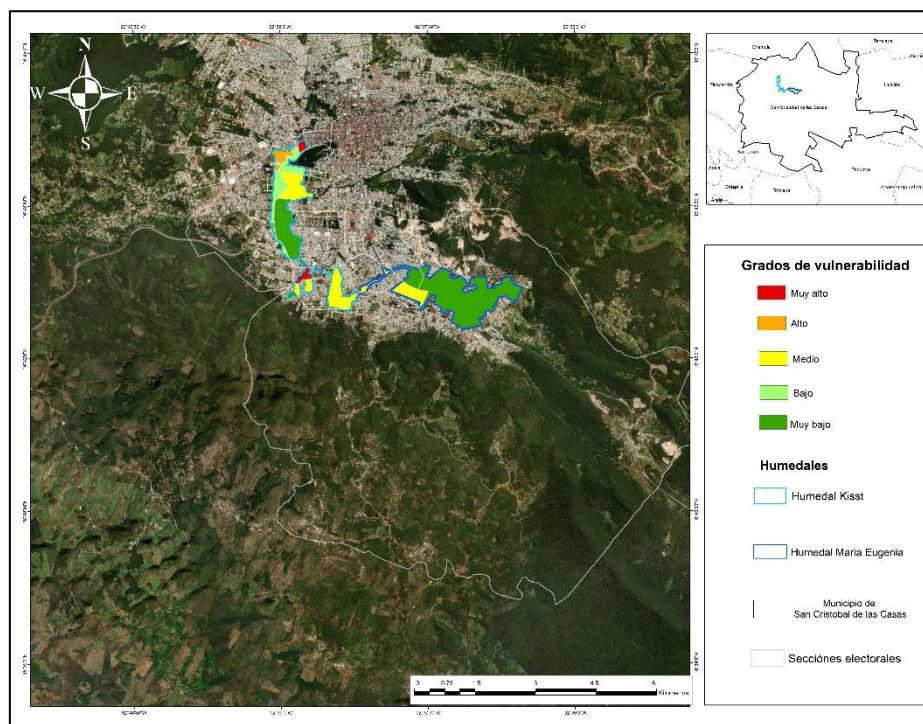
Medio: En la sección 07071144 no existen muchas construcciones sobre la zona de humedales, pero si la explotación de este mediante la extracción de agua, se logra apreciar un deterioro del suelo debido al tránsito de pipas y camiones pesados para la extracción de agua.

Alto: Las secciones electorales 070771150 (sur), 070771151 (sur), 070771157 (sur), en parte de estas secciones electorales predominan los asentamientos irregulares, así como el cambio de usos de suelo no permitidos para humedales. Si bien existe un plan de manejo de humedales, no se cumplen las normativas completamente, solo parcialmente.

La Figura 23 ilustra el mapa de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales de acuerdo con la dimensión ambiental.

Figura 24

Mapa de la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales según la dimensión jurídica.

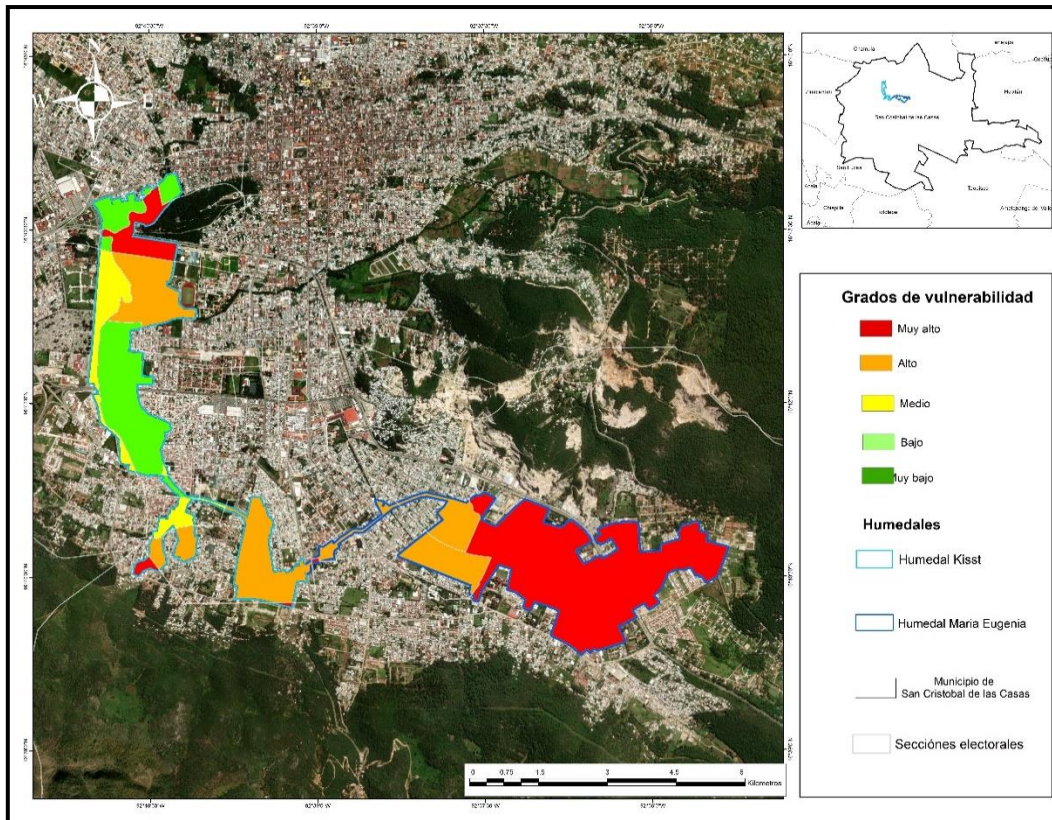


Fuente: elaboración propia.

4.5 Análisis de Componentes Principales

Se procedió a realizar el mapeo del análisis de componentes principales dando como resultado las secciones electorales que se encuentran dentro del humedal Kisst. Se encontró vulnerabilidad muy baja como lo es la sección electoral número 070771127, 070771142, 070771143, vulnerabilidad baja sección electoral número 070771131, 070771144, vulnerabilidad media: 070771151, 070771131, 070771144; mientras que en el humedal María Eugenia se encontró vulnerabilidad alta en las secciones electorales 070771150 y muy alta en la sección electoral 070771157. La Figura 25 ilustra el mapa de índices de vulnerabilidad socioambientales a inundaciones.

Figura 25
Índice de vulnerabilidad socioambiental a inundaciones.



Nota: Se realizó la cartografía en donde se muestran los humedales urbanos y su vulnerabilidad marcados como Rojo muy alto a Verde muy bajo.

Como se aprecia en la figura anterior, el humedal María Eugenia presenta condiciones de vulnerabilidad altas y muy altas en sus secciones electorales y el humedal Kisst presenta vulnerabilidad baja y media, por lo que se podría llegar a la conclusión de que el humedal María Eugenia es el que las autoridades competentes enfocarse a los pobladores, así como evitar que se siga ocupando debido a que son más vulnerables y presentan un mayor riesgo ante un fenómeno hidrometeorológico.

Conclusión parcial

Los hallazgos encontrados en el trabajo de campo y en las bases de datos utilizadas como lo son las secciones electorales, aportaron información para que se realice esta investigación, considerando que dentro de los resultados obtenidos el humedal Kisst es el que presenta menor vulnerabilidad socioambiental a inundaciones, mientras que el humedal María

Eugenia es el que presenta mayor vulnerabilidad socioambiental a inundaciones. Aunque ambos humedales presentan una alta similitud, basta con analizarlos para entender a fondo la problemática de cada uno de ellos.

En el trabajo de campo se pudo constatar de la hegemonía que existe entre organizaciones civiles que se autodenominan como “protectores de pueblos indígenas” quienes son los que fomentan la ocupación de los humedales y con ello favorecerse a cambio de favores políticos utilizando a la población para eventos de campañas electorales, incluso para participar en los comicios forzando su voto a un partido político.

Si bien se logró recabar mucha información respecto a la población de los humedales, faltaría realizar más a profundidad una investigación técnica en donde se pueda realizar un inventario de la parte biológica, misma que se puede realizar con las técnicas de información geoespacial, de esta forma complementar las guías técnicas establecidas para cada humedal y llevar un monitoreo con las dependencias correspondientes.

Tabla 25

Ubicación de colonias con respecto al humedal

COLONIA/FRACCIONAMIENTO	HUMEDAL
FRACC PRIMAVERA	LA KISST
FRACC BUGAMBILIAS	LA KISST
COLONIA 5 DE MARZO	MARIA EUGENIA
COLONIA JUAN SABINES	MARIA EUGENIA
FRACC CORRAL DE PIEDRA	MARIA EUGENIA
COL MANUEL VELAZCO II	MARIA EUGENIA
FRACC CAMPANARIO	MARIA EUGENIA

Nota: Elaboración propia

CONCLUSIONES

El estudio sobre la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, es relevante y constituye una herramienta valiosa para las autoridades locales, nacionales y estatales. Además, se identificaron colonias como 5 de marzo, Manuel Velasco y San Juan, asentadas en los humedales Kisst y María Eugenia, que presentan una mayor vulnerabilidad. Esta investigación tiene implicaciones más allá del ámbito local, ya que las inundaciones en los humedales y la vulnerabilidad son problemas que impactan diversas regiones. A pesar de que existen pocas metodologías para evaluar la vulnerabilidad socioambiental por inundaciones, en este trabajo se presenta una propuesta metodológica que considera aspectos socioeconómicos, ambientales y jurídicos. El estudio se dividió en cuatro apartados: información teórica y conceptual, antecedentes y marco jurídico, metodología y resultados. Se identificaron importantes aportes de las dimensiones social, económica, ambiental y jurídica para evaluar la vulnerabilidad de los humedales.

En la dimensión social, se resalta la necesidad de un análisis histórico para entender cómo se ha considerado a la sociedad en situaciones de riesgo. Se encontró una baja cantidad de personas con analfabetismo en algunas colonias, pero se destacó que en las colonias 5 de marzo y Manuel Velasco, donde se encuentran en proceso de regularización, la tasa de analfabetismo es alta

Únicamente el humedal la Kisst cuenta con una clínica que atiende a la población en los humedales estudiados. De igual manera, la falta de servicios básicos de vivienda, como luz eléctrica, agua entubada y drenaje, afecta la capacidad de los habitantes para recibir alertas tempranas de protección civil y realizar una correcta limpieza del hogar.

Se encontró que algunas poblaciones carecen de contratos de luz propios y el servicio de energía es intermitente, y se abastecen de agua mediante pipas. El cambio de uso de suelo en los humedales ha llevado a la pérdida de cobertura vegetal debido a los impactos urbanos, vialidades y servicios básicos que han propiciado la deforestación de éstos.

Todas las viviendas de la zona de estudio han sufrido inundaciones, lo que las considera zonas inundables debido a que los esfuerzos por realizar drenes pluviales han sido insuficientes, y la expansión urbana ha impedido recargar y contener el agua de las lluvias. La población asentada en los humedales es consciente del riesgo, pero algunos pobladores se establecieron en estas áreas por falta de opciones, mientras que otros adquirieron viviendas por oportunidad. Asimismo, los humedales son propiedad privada, lo que permite el cambio de uso de suelo mediante amparos, lo que ha propiciado construcciones sin repercusiones. A pesar de existir políticas ambientales, los vacíos jurídicos y los intereses políticos han dificultado la protección de los humedales.

Es importante abordar la vulnerabilidad socioambiental en humedales urbanos desde diferentes ámbitos, tanto locales como nacionales e internacionales, considerando el impacto humano en el medio ambiente y desarrollando metodologías que incluyan marcos jurídicos sólidos. La carencia de información en áreas de mayor vulnerabilidad representa un desafío para futuras investigaciones.

En respuesta a la pregunta de investigación, se concluye que los sectores más propensos a sufrir inundaciones en los humedales de la ciudad son los que habitan del lado sur, donde la extensión de la mancha urbana aumenta la vulnerabilidad, y los factores socioeconómicos son determinantes. La metodología propuesta contribuye al cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible 15, que busca gestionar sosteniblemente los bosques y detener la pérdida de biodiversidad. Es necesario abordar temas de vulnerabilidad socioambiental para reducir riesgos, mejorar el análisis en diferentes ámbitos y la calidad de vida de los habitantes de los humedales urbanos.

PROPUESTAS

Para poder reducir la vulnerabilidad socioambiental a inundaciones en los humedales urbanos como en el caso de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas es necesario actualizar el reglamento del cambio de uso de suelo, para no dejar espacios vacíos que sirvan como precursores para que los actores inmobiliarios sigan expandiendo las viviendas a la zona de

humedales, ante todo respetar los planes de manejo de humedales que incluso sean obligación de las autoridades competentes conocerlos y participar en su elaboración.

Por otra parte, colaborar con las dependencias y tomadores de decisiones para dar atención a las personas que se encuentran vulnerables en las zonas ya indicadas, con programas de prevención a inundaciones, así como realizar su plan familiar ante un evento hidrometeorológico, así como conocer los puntos de evacuación de cada sector el cual se encuentra vulnerable, haciéndoles conocer su vulnerabilidad y su refugio temporal

La metodología antes realizada puede ser aplicada por personal técnico del área de protección civil, la cual cuenta con indicadores y la sugerencia de las bases de datos, así como también sean encargado de llenar esos vacíos en las bases de datos haciendo constantemente el trabajo de campo en las zonas de humedales e ir midiendo su vulnerabilidad en diferentes periodos, para saber el grado de vulnerabilidad en el que se encuentran, ya que el cambio es constante.

De igual manera, que las autoridades y dependencias correspondientes conozcan las investigaciones actuales y los referentes sobre la vulnerabilidad en los humedales urbanos para poder actualizar la presente investigación y sirva como referente para las futuras investigaciones, así como para la actualización de esta.

Finalmente, trabajar en conjunto con los tres niveles de gobierno para poder homogenizar las leyes y de este modo no exista forma en la cual puedan construir de forma legal en la zona de humedales, así como imponer sanciones para todos aquellos que realicen el cambio de uso de suelos de estas áreas.

REFERENCIAS

1. Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 268-281.
2. Alfie, M. (2017). Riesgo por inundación, vulnerabilidad socioambiental y gobernanza en el municipio de Cuautitlán. *Quivera*, 55–84.
3. Alenza García, J. F. (2020). La economía circular en el Derecho ambiental. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 2020, 102, 225-249.
4. Álvarez, R. (2010). Las inundaciones y la biodiversidad en humedales. Un análisis del efecto de eventos extremos sobre la fauna silvestre. *Las Inundaciones y La Biodiversidad En Humedales*, 141–161.
5. Agraz-Hernández, C. M., Chan-Keb, C. A., Chávez-Barrera, J., Osti-Sáenz, J., Expósito-Díaz, G., Alonso-Campos, V. A., ... & Rivera-Arriaga, E. (2020). Reserva de carbono en un ecosistema de manglar al norte de México: cambios ambientales durante 35 años. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91.
6. Armas. M. (2021) Fenómenos hidrometeorológicos. *UDLAP*. <https://contexto.udlap.mx/fenomenos-hidrometeorologicos/>
7. Anderson, M., y Woodrow, P. (1989). *Rising from the ashes. Development strategies in times of disaster*, Colorado.
8. Arreguín, F., López, P., y Marengo, H. (2016). Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática. *Tecnologías y Ciencias Del Agua*, 5–13.
9. Arias-García, J., & Gómez-Zotano, J. (2015). La planificación y gestión de los humedales de Andalucía en el marco del convenio Ramsar. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (63), 117-129.
10. Atlas Nacional de Riesgos Ambientales de España (2019). *Riesgos ambientales*. https://atlasnacional.ign.es/wane/Riesgos_ambientales
11. Ávila Romero, L., & Ávila Romero, A. (2021). Disputas hídricas y despojo. *Argumentos. Estudios Críticos De La Sociedad*, 1(95), 85-106. <https://doi.org/10.24275/uamxoc-dcsh/argumentos/202195-04>
12. Balica, S., Douben, N., y Wriqth Nigel, G. (2009). Flood vulnerability indices at varying spatial scales. *Water Science & Technology*, 10, 10–60.
13. Basáñez, M. (2007). Aporte de agua pluvial al acuífero de la zona metropolitana del valle de México captada en azoteas y edificios. -Instituto Politécnico Nacional.
14. Beevers, L., Walker, G., y Strathie, A. (2016). A systems approach to flood vulnerability”, *Civil Engineering and Environmental Systems*. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 33(3), 1–15.

15. Biodiversidad Mexicana. (2022, octubre 6). Ríos y lagos. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex/rios-y-lagos>
16. Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework Nick Brooks November 2003 Tyndall Centre for Climate Change Research, 1–16.
17. Blake., W., (1996) The perception del rise in the process of urbanization or territories
18. Beraud Lozano, J. L., Covantes Rodríguez, C., & Beraud Martínez, I. P. (2009). Vulnerabilidad socioambiental en Mazatlán, México. *Cuadernos Geográficos*, (45), 31-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17111905003>
19. Cabral, V., y Zulaica, L. (2015). Análisis de la vulnerabilidad socioambiental en áreas del periurbano de Mar del Plata (Argentina) expuestas a agroquímicos. *Ciencias Económicas y Sociales*, 172–180.
20. Cajigal, E., y Maldonado, A. (2020). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. *Economía, Sociedad y Territorio*, 543–574.
21. Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión. (2012). Ley General De Protección Civil. En Diario Oficial de la Federación (pp. 1–29).
22. Campos, M., Toscana, A., y Campos, J. (2015). Riesgos siconaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 53–69.
23. Caruso, S., & Ríos, D. (2021). Urbanización, conservación de humedales y conflictos ambientales: el caso de la Laguna de Rocha. *Boletín De Estudios Geográficos*, (114), 77–100. Recuperado a partir de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/article/view/4742>
24. Cárdenas Quintero, D. M., Roperó Silva, E. L., Puerto, K., Sanchez Mojica, K. Y., Ramirez Mateus, J. J., & Castro Casadiego, S. (2020). Vulnerabilidad en la seguridad del internet de las cosas. *Mundo FESC*, 10(19 (2020)), 162-179.
25. Cardoso, M. (2017). Estudio de la vulnerabilidad socioambiental a través de un índice sintético. Caso de distritos bajo riesgo de inundación: Santa Fe, Recreo y Monte Vera, Provincia de Santa Fe, Argentina. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, 156–183.
26. Castillo, G., y Vargas, J. (2019). Contaminación de canales de agua lluvia en zonas urbanas. *Pollution of Rainwater Channels in Urban Áreas.*, 28–43.

27. CENAPRED (2012). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de riesgos y peligros.
28. CENAPRED. (2018). Impactos socioeconómicos de los principales desastres ocurridos en la República mexicana en 2016. <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/384-IMPACTO2016OEFINAL12FEBRERO2018.PDF>
29. CENAPRED. (2021). fascículo de inundaciones. <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>
30. Chambers R. (1989). Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy. *Wiley Online Library*. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.1989.mp20002001.x>
31. Choez, B., R., y del Valle, D. (2019). Choez, B., Ríos, S., & Del Valle, D. (2019). Analysis of the vulnerability to flooding in the Santa Ana de Vuelta larga Parish, province of Manabí, Ecuador. *Investigaciones geográficas*, 2–14.
32. Connor, R. F., & Hiroki, K. (2005). Development of a method for assessing flood vulnerability. *Water science and technology*, 51(5), 61-67.
33. CONABIO. (2022, octubre 16). La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.gob.mx/conabio>
34. CONAGUA. (2019, enero 19). Glosario técnico del Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/smn/glosario>
35. CONACYT-CONAGUA. (2012). Metodología estandarizada para la evaluación de humedales en México a nivel de cuenca hidrográfica, escala 1:50,000. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102175/1a_50_000.pdf
36. Courty, L., Centeno Álvarez, J. C., y Pedrozo Acuña, A. (2021). Las inundaciones en el Valle del Mezquital: un síntoma de los límites de la ingeniería convencional. *Perspectivas IMTA*, 2(36). <https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2021-36>
37. CRPROCIB. (2016). Plan de temporada de lluvias del centro de protección civil y Bomberos de San Cristóbal de las casas. <https://drive.google.com/file/d/0BxPgV7wiMsh2Y1FVaXhVeEhvTGM/view>
38. De Armiño, K. (1999), Vulnerabilidad y desastres. Causas estructurales y procesos de la crisis de África, *Universidad del País Vasco, Bilbao*. https://publicaciones.hegoa.ehu.es/uploads/pdfs/167/Desastres_y_accion_humanitaria_internacional.pdf?1488539578
39. Douglas, Mary, 1996, La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales. Prol. de Joan Bestard, trad. de Víctor Abelardo Martínez, Paidós, Barcelona (col. Paidós Studio, núm. 111).

40. DOF. (2022). Diario Oficial de la Federación. En la Secretaría de Gobernación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5647815&fecha=01/04/2022#gsc.tab=
41. Esparza., M., & Diaz M. (2019) Vulnerabilidad ambiental y región: algunos elementos para la reflexión. *Observatorio del desarrollo*. <https://estudiosdeldesarrollo.mx/observatoriodeldesarrollo/wp-content/uploads/2019/05/OD6-6.pdf>
42. Favela, O (2017) Vulnerabilidad Socioambiental a inundaciones. Uaemex
43. Fernández Gonzalvo, M. I. (2017). Desarrollo de un modelo matemático para el diseño y la gestión de humedales artificiales subsuperficiales. Aplicación al humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal de Carrícola (Valencia).
44. Flores, J. (2019). Precipitaciones. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. <http://www.uaaan.mx/~jaflores/humedad/precipitacionApuntes.pdf>
45. Flores, M. (2015). Vulnerabilidad ambiental y región: algunos elementos para la reflexión. *Observatorio Del Desarrollo*, 3(6), 26–28.
46. Foco económico. (2012). Urbanización en América Latina en Perspectiva Comparada: El Rezago de Desarrollo. <http://focoeconomico.org/2017/03/07/urbanizacion-en-america-latina-en-perspectiva-comparada-el-rezago-de-desarrollo/>
47. García, J. F. A. (2019). Vulnerabilidad ambiental y vulnerabilidad climática. *Revista catalana de dret ambiental*, 10(1). <https://raco.cat/index.php/rcda/article/view/359758/451781>
48. García, P. (2008). Redalyc Sistema de Información Científica. Ciencias, 48–57. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=64411395008>
49. García Acosta, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos*, (19), 11-24.
50. Garzón Collahuazo, S. A. (2021). *Estudio de vulnerabilidad a la contaminación de aguas subterráneas por nitratos en la microcuenca del río Tahuando Ibarra Ecuador utilizando las metodologías GOD Y DRASTIC* (Bachelor's thesis).
51. Gaspari, J. Rodríguez V (2011). Vulnerabilidad Ambiental En Cuencas Hidrográficas Serranas Mediante Sig.r CONICET, 1–11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42824203001>
52. Guzmán, G. (2012). La construcción social del riesgo de desastres en el sureste de México: El Huracán Isidoro en dos comunidades de Yucatán. Colegio de la Frontera Norte.
53. Hernández-Uribe, R. E., Barrios-Piña, H., y Ramírez, A. I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 08(3), 05–25. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>

54. Hoyos, G., Campos, E., Sánchez, R., y Adame, S. (2018). Relaciones metrópoli-ambiente. En Vulnerabilidad, Resiliencia y Ordenamiento Territorial (UAEMex). <http://hdl.handle.net/20.500.11799/94607>
55. Hoyos, G., Ryszard, R., y Sánchez, R. (2018). Estructura Espacial De La Movilidad Residencia-Trabajo En La Zona Metropolitana De Toluca, 2000 -2015.
56. IPCC, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,
57. INECOL (2012). Los humedales refrescan las ciudades. *Portal de comunicación veracruzana*. <http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/1683-los-humedales-refrescan-las-ciudades#:~:text=Los%20humedales%20son%20ecosistemas%20entre,vivir%20bajo%20condiciones%20de%20inundaci%C3%B3n>.
58. José, J., Duque, G., y Quijano-abril, M. A. (2018). Análisis espacial como una herramienta para la delimitación de humedales urbanos. <https://www.researchgate.net/publication/328772858>
59. Jordán, M (2016). Vulnerabilidad ante inundaciones en el municipio de Tenancingo, Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México
60. Kummar., A., Kanuija., A. (2018) A Matter of Dollar Value. *Biodiversity & Wildlife Conservation Lab, Department of Zoology*. https://www.researchgate.net/publication/327691880_Wetlands_A_Matter_of_Dollar_Value
61. Lavell, A. (2010) Gestión Ambiental y Gestión del Riesgo de Desastre en el Contexto del Cambio Climático: Una Aproximación al Desarrollo de un Concepto y Definición Integral para Dirigir la Intervención a través de un Plan Nacional de Desarrollo. *Departamento Nacional de Planeación-DNP*. https://www.desenredando.org/public/2013/2010-09-26_DNP_Lavell_DocumentoConceptual_GestionDelRiesgo.pdf
62. Lefebvre, H. (1978). De lo rural a lo urbano. 4ta Edición. Antrópos.
63. López A, Vásquez, V., Gómez, L., y Priego, A. (2019). Importancia de los humedales naturales y artificiales en el ámbito socioambiental. Una revisión bibliográfica. *Patrimonio Natural*, 230–248. <https://www.studocu.com/co/document/politecnico->

- grancolombiano/cultura-ambiental/importancia-de-los-humedales-naturales-y-artificiales-en-el-ambito-socioambiental-una-revision-bibliografica/26942560
64. Lenis, V. D., & Bernal, D. P. (2019). Importancia de los humedales naturales y artificiales en el ámbito socioambiental. Una revisión bibliográfica. *Universidad Santiago de Cali*, 1-15.
 65. Mena Cabrera, P. A. (2014). *Evaluación de la eficiencia de tratamiento de aguas residuales domésticas, implementando un sistema de humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal (HAFSSH) en el colegio comfamiliar siglo XXI, sede campestre corregimiento de San Fernando, Municipio de Pasto, Colombia* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).
 66. Montoya G., Hernández R., Castillo, Díaz B., & Velasco A. (2008). Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *Estudios demográficos y urbanos*, 23(1), 83-122. <https://doi.org/10.24201/edu.v23i1.1304>
 67. Nasution, B. I., Kurniawan, R., Siagian, T. H., y Fudholi, A. (2020). Revisiting social vulnerability analysis in Indonesia: An optimized spatial fuzzy clustering approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101801. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101801>
 68. Ouyang, X., & Lee, S. Y. (2020). Improved estimates on global carbon stock and carbon pools in tidal wetlands. *Nature Communications*, 11(1), 317.
 69. Organización Meteorológica Mundial. (2021, julio 23). Los fenómenos peligrosos relacionados con el agua son los grandes causantes de los desastres de los últimos 50 años. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/los-fen%C3%B3menos-peligrosos-relacionados-con-el-agua-son-los-grandes>
 70. Ogawa, H., & Male, J. W. (1986). Simulating the flood mitigation role of wetlands. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 112(1), 114-128.
 71. Padilla, L. L., & Huape, G. A. (2021). la vulnerabilidad socio-ambiental como pérdida del bienestar. *Revista Psicología UAEMEX*, 71-92.
 72. Palomeque de la Cruz, M. Á., Galindo Alcántara, A., Sánchez, A. J., y Escalona Maurice, M. J. (2017). Pérdida de humedales y vegetación por urbanización en la cuenca del río Grijalva, México. *Investigaciones Geográficas*, 68, 151. <https://doi.org/10.14198/INGEO2017.68.09>
 73. Peck, H. (2006). Reconciling supply chain vulnerability, risk and supply chain management. *International journal of logistics: Research and applications*, 9(2), 127-142.

74. Pérez, M. O., & Linares, A. M. (2004). Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar y sus implicaciones en las costas bajas del Golfo de México y Mar Caribe. *El Manejo Costero en México, Centro EPOMEX Universidad A. De Campeche, Campeche, México*, 307-320.
75. Pinzón, Y., Díaz Espinosa, A., & Díaz, J. E. (2012). Rumex spp. En Díaz-Espinosa et al. (eds.), Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá *Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Grupo de Restauración Ecológica-Universidad Nacional de Colombia*.
76. Ramírez, M. (2004). El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables. Aplicación al nivel de mortalidad y morbilidad en la provincia del chaco: Comunidades científicas y tecnológicas.
77. Ramsar. (2018, octubre 25). Reconocimiento a 18 ciudades por la protección de sus humedales urbanos. <https://www.ramsar.org/es/nuevas/reconocimiento-a-18-ciudades-por-la-proteccion-de-sus-humedales-urbanos>
78. Rangel, L. (2015). Urbanismo y humedales. Caso de estudio: el humedal “La sabana” desarrollo urbano en la zona noroeste de Chetumal, México [Universidad Veracruzana]. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41340>
79. Ruiz Rivera, N., (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, (77), 63-74.
80. Reina., D. (2021) Fundamentos teóricos-conceptuales en torno a la vulnerabilidad socioambiental y el hábitat. *Islas*, 63 (199), 73-97
81. Revista Biodiversidad Mexicana. (2022). Ríos y lagos. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex/rios-y-lagos>
82. Ruiz Rivera, N., & Galicia, L. (2016). La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socioambientales. *Investigaciones geográficas*, (89), 137-153.
83. Rodríguez, A., Guantánamo, G., y Pérez, J. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad ambiental en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt. *Humano, Ciencia y Tecnología*, 24, 1–11. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/441/4411976008/index.html>
84. Rojas J. (2014). Los humedales de San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Pronatura <https://docplayer.es/30741167-Los-humedales-de-san-cristobal-de-las-casas-chiapas-mexico.html>
85. Rueda Seguel, I. A., Rojas Quezada, C. A., de la Fuente Contreras, H. E., & Virano Reyes, P. Z. (2018). Diseño colaborativo de una plataforma SIG web de humedales urbanos del área

86. Ruiz, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones Geográficas*, 77, 63–74. [/https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n77/n77a6.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n77/n77a6.pdf)
87. Saharia, M., Kirstetter, P.-E., Vergara, H., Gourley, J. J., y Hong, Y. (2017). Characterization of floods in the United States. *Journal of Hydrology*, 548, 524–535. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.03.010>
88. Sharma, A., Wasko, C., & Lettenmaier, D. P. (2018). If precipitation extremes are increasing, why aren't floods? *Water resources research*, 54(11), 8545-8551.
89. Sanayanbi, H., Bandyopadhyay, A., & Bhadra, A. (2021). Vulnerability Assessment of Manipur to Floods Using Unequal Weights. *Hydrological Extremes: River Hydraulics and Irrigation Water Management*, 43-60.
90. Senisterra, G., Gaspari, F., y Delgado, I. (2015). unificación de la vulnerabilidad ambiental en una cuenca serrana rural, Argentina. *Revista de Estudios Ambientales*, 35–58.
91. Santana, M., Hoyos, G., Castañeda, G., Zepeda, F., & Calderón, J. (2018). Vulnerabilidad, Resiliencia y Ordenamiento Territorial. Toluca.
92. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2017). *Aprendiendo*. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc258/doc258-%20contenido.pdf>
93. Soldano, Á. (2008). Conceptos sobre Riesgo. <http://www.observatorioubogrd.cl/descargas/CONCEPTO%20DE%20RIESGO.pdf>
94. Spielman, S. E., Tuccillo, J., Folch, D. C., Schweikert, A., Davies, R., Wood, N., y Tate, E. (2020). Evaluating social vulnerability indicators: criteria and their application to the Social Vulnerability Index. *Natural Hazards*, 100, 417–436. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03820-z>
95. Tbc, V., y Bandyopadhyay, A. (2014). Vulnerability Assessment of Arunachal Pradesh to Floods. En *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology an ISO* (Vol. 3297). www.ijirset.com
96. Turner et al. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proc. Nat. Acad.* www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1231335100
97. UDEP. (2016). Precipitación. http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_136_147_89_1257.pdf
98. Valdés M. (2021) Vulnerabilidad social, genealogía del concepto. *Gaceta de antropología*. <http://hdl.handle.net/10481/68424>
99. Vargas J & Castillo C (2016). Perturbaciones antrópicas en humedal desembocadura río Elqui. Unidad de investigación, Universidad de La Serena.

100. Hettiarachchi, S., Wasko, C., and Sharma, A. año.: Increase in flood risk resulting from climate change in a developed urban watershed – the role of storm temporal patterns, *Hydrology Earth Syst. Sci.*, 22, 2041–2056, <https://doi.org/10.5194/hess-22-2041-2018>, 2018.
101. Yang, J., Yin, P., Sun, J., Wang, B., Zhou, M., Li, M., ... & Liu, Q. (2019). Heatwave and mortality in 31 major Chinese cities: definition, vulnerability and implications. *Science of The Total Environment*, 649, 695-702.
102. Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap2.htm>
103. Zhao, J., Ji, G., Tian, Y., Chen, Y., y Wang, Z. (2018). Environmental vulnerability assessment for mainland China based on entropy method. *Ecological Indicators*, 91,410–422. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.016>

ANEXOS



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México



ENTREVISTA A INFORMANTE CLAVE Objetivo específico del instrumento

Fecha

lugar

- 1.- ¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?
- 2.- ¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?
- 3.- ¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?
- 4.- ¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?**
- 5.- ¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?
- 6.- ¿Cuenta con un número de personal activo?
- 7.- ¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?
- 8.- ¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?
- 9.- ¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?
- 10.- ¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?
- 10.- ¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?
- 11.- ¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar Información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?
- 12.- ¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?
- 13.- ¿Qué actividades realizan normalmente?



CUESTIONARIO A LOS RESIDENTES EN LOS HUMEDALES

Objetivo: Conocer la percepción de los habitantes al vivir en los humedales denominados “La Kisst y María Eugenia” los cuales tienen decreto Ramsar.

Fecha:

Lugar:

DATOS DE LA VIVIENDA				
Dirección				
Colonia				
Ubicación de la vivienda respecto a las zonas de inundación	<p>Humedal</p> <p>Directas secciones electorales colindante al humedal</p>		<p>Humedal</p> <p>Indirecta secciones electorales De tras del humedal</p>	
Lugar de la fachada principal respecto al humedal	<p>Humedal</p>	<p>Humedal</p>	<p>Humedal</p>	<p>Humedal</p>
Observaciones				



DATOS DE VIVIENDA

1.- ¿Sabe usted que su vivienda está cercana a una zona de inundación?

SI NO

2.- ¿Trabaja en su colonia, dentro del humedal?

SI NO

En cuál actividad:

Ganadería Agricultura Comercio Otra

3.- ¿Ha colocado algún tipo de material, grava, arena, para relleno en su vivienda?

SI NO

4.- Su vivienda es:

Propia Rentada de un familiar Otro_____

5. ¿cuenta con los servicios urbanos básico?

Agua dentro de la vivienda Energía eléctrica en la vivienda Drenaje en la vivienda

DATOS DE INUNDACIÓN

6.- ¿Ha sufrido de algún tipo de evento hidrometeorológico?

SI NO

Indique cuál:

LLUVIAS INTENSAS GRANIZADA HELADAS SEQUÍAS

7.- ¿Ha sufrido de algún tipo de inundación durante el periodo de tiempo de vivir aquí?

SI NO

8.- ¿Como considera a su colonia frente a una inundación?

SEGURA INSEGURA

9.- ¿Qué nivel de inundación tuvo su hogar?

0.25m a 0.5m

0.6m a 1m

Más de 1m

10.- En su opinión ¿usted vive en un humedal?

SI

NO

11. ¿Cuáles son las mayores afectaciones/impactos en su colonia, desde que vive acá?

Indique cuál

Relleno por vivienda

Relleno por ganadería

Relleno por agricultura

DATOS DE INSTITUCIÓN

12.- ¿Como ha podido reconstruir la parte afectada de su vivienda debido a una inundación?

Apoyo gubernamental

Apoyo de alguna institución

Con mi propio recurso

No gubernamental

13) ¿Existe organización en la colonia?

Indique para qué motivos



161 de 24,132 < > |

nova_scientia@delasalle.edu.mx

para Marcelino, mi, Salvador ▾

lun, 9 oct, 12:55 (hace 8 días)



inglés ▾ > español ▾ [Traducir mensaje](#)

[Desactivar para: inglés](#)

Hello,

Dr. Marcelino García Benítez has submitted the manuscript, "Socio-environmental vulnerability to flooding in two wetlands of San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México" to Nova Scientia.

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Nova Scientia

Nova Scientia

Equipo Editorial