



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

---

Vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales  
en tres comunidades rurales de Felipe Carrillo  
Puerto, Quintana Roo; estrategias para su  
prevención y reducción

---

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE  
**Doctor en Geografía**

PRESENTA

**ALUMNO: M. MZC. Romeo Alejandro Sánchez Zavalegui**

DIRECTORA DE TESIS

**Dra. Rosalía Chávez Alvarado**

ASESORES

**Dr. José Manuel Camacho Sanabria**

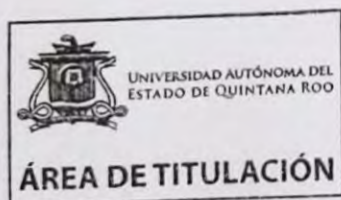
**Dr. Miguel Ángel Barrera Rojas**

**Dra. Lucinda Arroyo Arcos**

**Dra. Patricia Fragosó Servón**

**Dr. David Velázquez Torres**

**Dr. Joan Alberto Sánchez Sánchez**



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, MARZO DE 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

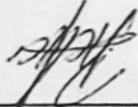
DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL  
COMITÉ DE TESIS DEL PROGRAMA DOCTORADO  
EN GEOGRAFÍA Y APROBADA COMO REQUISITO  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

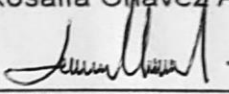
## DOCTOR EN GEOGRAFÍA

### COMITÉ DE TESIS

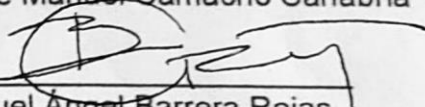
DIRECTORA:

  
Dra. Rosalía Chávez Alvarado

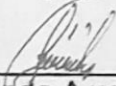
ASESOR:

  
Dr. José Manuel Camacho Sanabria

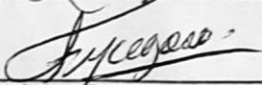
ASESOR:

  
Dr. Miguel Ángel Barrera Rojas

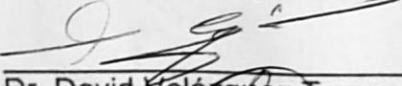
ASESORA:

  
Dra. Lucinda Arroyo Arcos

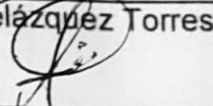
ASESORA:

  
Dra. Patricia Fragosó Servón

ASESOR:

  
Dr. David Velázquez Torres

ASESOR:

  
Dr. Joan Alberto Sánchez Sánchez



CONAHCYT

Chetumal Quintana Roo, febrero de 2024

## Índice

Índice de figuras .....	vii
Agradecimientos .....	xii
Introducción.....	1
Pregunta de investigación.....	6
Preguntas específicas .....	6
Supuesto de investigación .....	7
Objetivos .....	7
Objetivo general .....	7
Objetivos particulares .....	7
<b>Capítulo I. Área de estudio y aspectos físico-sociales del lugar ...</b>	<b>8</b>
1.1- Criterios de selección del área de estudio.....	8
1.2.-Ubicación de las comunidades de interés .....	9
1.3.-Aspecto climatológico .....	10
1.4.-Hidrografía y microcuencas .....	14
1.5.-Edafología.....	15
1.6.- Fisiografía .....	16
1.7.- Litología .....	18
1.7.-Aspectos socio-económicos.....	19
1.8.1.-La vivienda tradicional maya: materiales y construcción .....	22
<b>Capítulo II. Marco teórico-conceptual en el estudio de las inundaciones pluviales .....</b>	<b>24</b>
2.1.-Teoría estructuralista en el estudio del espacio geográfico y el riesgo..	24
2.1.1.-La teoría estructuralista en estudios empíricos de vulnerabilidad social ante inundaciones .....	25

<b>2.1.2.-Teoría general de riesgos y desastres ambientales.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.-Enfoque geográfico.....</b>	<b>27</b>
2.2.1.-Geografía y los riesgos.....	27
2.2.2.-Geografía ambiental.....	30
<b>2.3.-Fundamentos conceptuales.....</b>	<b>31</b>
2.3.1.-Conceptualización del riesgo.....	31
2.3.2.-Conceptualización de la amenaza.....	36
2.3.3.-Conceptualización de vulnerabilidad social.....	38
<b>2.4.-Antecedentes teóricos en el estudio de la vulnerabilidad.....</b>	<b>42</b>
<b>2.5.-Antecedentes empíricos en el estudio de vulnerabilidad ante inundaciones.....</b>	<b>43</b>
<b>2.6.-Antecedentes metodológicos en el estudio de riesgo a inundaciones... 46</b>	
2.6.1.-Perspectiva física en el estudio de riesgo a inundaciones pluviales.....	46
2.6.2.-Perspectiva de la vulnerabilidad social en el estudio de inundaciones pluviales.....	50
<b>2.7.-Caracterizando las inundaciones y sus consecuencias.....</b>	<b>53</b>
<b>2.8.-Estrategias para la prevención y reducción de inundaciones “una visión desde el espacio socialmente construido”.....</b>	<b>55</b>
<b>2.9.-Cartografía participativa “una aproximación a la realidad social”.....</b>	<b>58</b>
<b>Capítulo III.- Marco metodológico.....</b>	<b>59</b>
<b>3.1.-Metodología para la caracterización de las inundaciones pluviales. ....</b>	<b>59</b>
3.1.1.-Representación de las inundaciones mediante cartografía participativa.....	60
3.1.2.-Cartografía digital y validación de las zonas de inundación.....	61
<b>3.2.-Metodología para estimar la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales.....</b>	<b>64</b>
3.2.1.-Diseño de muestra y perfil de los encuestados.....	64
3.2.2.- Diseño del instrumento para la recolección de datos sociales.....	65



<b>3.3.-Método para diseñar estrategias para la prevención y reducción de inundaciones pluviales .....</b>	<b>69</b>
3.3.1.-Implementación del árbol de problemas y soluciones .....	69
<b>Capítulo IV. Análisis de resultados .....</b>	<b>72</b>
<b>4.1.-Caracterización física de las inundaciones pluviales .....</b>	<b>72</b>
4.1.2.-Tirantes máximos de inundación registro en el periodo 2002 al 2020, por zonas de inundación.....	73
4.1.3.-Mapas de ubicación de zonas de inundación con altitud .....	80
4.1.4.-Mapas de escorrentía pluvial de las comunidades de interés .....	88
4.1.6.-Mapas de altimetría con curvas de nivel.....	101
<b>4.2.-Vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales.....</b>	<b>106</b>
4.2.1.-Generalidad del hogar .....	107
4.2.2.-Infraestructura de la vivienda.....	109
4.2.3.-Medios de comunicación y transportes.....	114
4.2.4.-Percepción ante inundaciones.....	117
<b>4.3.-Estrategias para prevenir y reducir las inundaciones pluviales .....</b>	<b>122</b>
4.3.1.-Alternativas del Ka´anche´ para reducir pérdidas en hortalizas .....	125
4.3.2.-Estrategia para reducir el estancamiento en banquetas y bardas.....	126
4.3.3.-Estrategias para purificar agua posterior al fenómeno de inundación .....	127
4.3.4.-Estrategia para el resguardo de animales de crianza (corral comunitario)	128
4.3.5.-Estrategias que integran gestión ante instancias municipales y locales....	129
<b>6.-Discusión de los resultados.....</b>	<b>136</b>
<b>7.-Conclusiones.....</b>	<b>141</b>
<b>8.-Bibliografía .....</b>	<b>144</b>

## Índice de figuras

Figura. 1 Área de estudio. Fuente: elaboración propia.....	10
Figura. 2 Mapa climático. Fuente: elaboración propia.....	11
Figura. 3 Mapa hotspots. Elaboración propia, basado en datos de CONAGUA 2019. .....	12
Figura. 4 Climograma del período 1991-2020. Fuente: CONAGUA, 2024.....	13
Figura. 5 Mapa subcuencas hídricas de Felipe Carrillo Puerto.....	15
Figura. 6 Mapa edafológico. Fuente: basado en Fragoso-Servón, 2015.....	16
Figura. 7.- Mapa subprovincia fisiográfica. Elaboración propia. Fuente: INEGI, 2016. .....	17
Figura. 8.- Mapa de topoformas. Elaboración propia. Fuente: INEGI, 2016.....	18
Figura. 9.-Mapa litológico. Elaboración propia. Fuente: INEGI, 2016.....	19
Figura. 10 Artesana de la etnia maya. Fuente: Periódico Por Esto, 2021.....	20
Figura. 11 Enfoques geográficos en el estudio de riesgo de desastre.....	29
Figura. 12 Esquema clasificación de eventos físicos dañinos.....	34
Figura. 13 Esquema de los diferentes componentes de la vulnerabilidad. Fuente: modificado de Rubiano, 2015.....	40
Figura. 14 Obtención de información mediante grupo focal. Fuente: elaboración propia.....	60
Figura. 15 A) MDE de interpolación con el modelo del vecino natural. B) MDE de interpolación con el modelo de triangulación lineal. Fuente: elaboración propia...	63
Figura. 16. A) Digitalización de la comunidad con zonas de inundación. B) Zonas de inundación dibujadas por habitantes. Fuente: Elaboración propia con el apoyo de grupo focal.....	64
Figura. 17 Árbol de problemas. Fuente: elaboración propia, basado en Silva-Lira y Sandoval, 2012.....	70
Figura. 18 A) y C) entrega de mapas, B) explicando resultados previos.....	71
Figura. 21 Zonas de inundaciones pluviales en Naranjal poniente. Fuente: elaboración propia.....	80

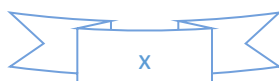
Figura. 22 Zonas de inundación en Santa María Poniente. Fuente: elaboración propia.....	81
Figura. 23 Zonas de inundación en Chan Santa Cruz. Fuente: elaboración propia.....	82
Figura. 24 A) evento de inundación extrema del año 2002, B) aplicación de encuestas. Fuente: A) autoridad local, B) trabajo de campo.....	87
Figura. 25 Dirección de la escorrentía pluvial de Naranjal poniente. Fuente: elaboración propia.....	88
Figura. 26 Dirección de la escorrentía pluvial de Santa María poniente. Fuente: elaboración propia.....	89
Figura. 27 Dirección de la escorrentía pluvial en Chan Santa Cruz. Fuente: Elaboración propia.....	90
Figura. 28 Imagen aérea de la comunidad con zonas de inundación y dirección de escorrentía de acuerdo con la percepción de habitantes. Fuente: elaborado durante trabajo de campo, 2021.....	91
Figura. 29 Predio de la comunidad Chan Santa Cruz anegado. Fuente: trabajo de campo.....	92
Figura. 30 A) Erosión de camino B) dirección de escurrimientos. Fuente: trabajo de campo, 2021.....	93
Figura. 31 Bardas de piedra, cercos de madera, banquetas y bordos en la zona del domo. Fuente: trabajo de campo, 2020.....	94
Figura. 32 Ubicación de los elementos expuestos en Naranjal Poniente. Fuente: elaboración propia.....	95
Figura. 33 Ubicación de los elementos expuestos en Santa María Poniente. Fuente: elaboración propia.....	96
Figura. 34 Ubicación de los elementos expuestos en Chan Santa Cruz. Fuente: elaboración propia.....	97
Figura. 35 Vivienda durante inundación del 2020. Fuente: fotografía donada por un habitante local.....	99
Figura. 36 A) Ligera inundación pluvial B) inundación en entrada de escuela. Fuente: Fotografías de Saulo Che.....	100

Figura. 37 Curvas de nivel con equidistancia de 0.5 metros. Fuente: elaboración propia. ....	101
Figura. 38 Curvas de nivel con equidistancia de 0.5 metros y 1 metro. Fuente: elaboración propia. ....	102
Figura. 39 Curvas de nivel con equidistancia de 0.5 metros y 1 metro. Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo. ....	103
Figura. 40 Gráfico dimensión generalidades del hogar. Fuente: elaboración propia basado en el instrumento. ....	107
Figura. 41 A) Adulto mayor en milpa, B) mujer de la tercera edad en milpa. Fuente: Fotografías tomadas en campo. ....	109
Figura. 42 Gráfico dimensión infraestructura de la vivienda. Fuente: Elaboración propia basado en el instrumento. ....	110
Figura. 43 A) Entrega de baño de concreto B) construcción de “baños dignos”. Fuente: Fotografías donadas por habitantes locales. ....	114
Figura. 44 Gráfico dimensión medios de comunicación y transporte. Fuente: elaboración propia basado en el instrumento. ....	115
Figura. 45 Gráfico dimensión percepción ante inundaciones. Fuente: elaboración propia basado en el instrumento. ....	118
Figura. 46 Árbol de problemas (causas y efectos) de las comunidades de estudio. Fuente: elaboración propia con apoyo de un grupo focal y la autoridad local (delegado). ....	123
Figura. 47 Árbol de soluciones (propuestas y metas) de las comunidades de estudio. Fuente: elaboración propia con apoyo de un grupo focal y la autoridad local (delegado). ....	124
Figura. 48 <i>Ka'anche</i> (hortaliza en alto), medidas sugeridas. Fuente: modificado de Valera, s/f. ....	125
Figura. 49 Esquemas barda de block con pasos de agua. Fuente: elaboración propia. ....	126
Figura. 50 Personal de protección civil, realizando acciones para reducir inundación pluvial en predio de la comunidad Naranjal poniente. Fuente: fotografía de Saulo Che. ....	130



## Índice de tablas

Tabla. 1 Comunidades de estudio y rasgos de selección. ....	9
Tabla. 2 Principales fenómenos hidrometeorológicos con afectación en Felipe Carrillo Puerto. ....	11
Tabla. 3 Rasgos socioeconómicos de las comunidades de estudio.....	21
Tabla 4. Programas gubernamentales para el mejoramiento de la vivienda. ....	23
Tabla. 5 Categorías inmersas en el decremento o incremento del riesgo.....	35
Tabla. 6 Clasificación de lluvias por intensidad y su afectación. Fuente: basado en CENAPRED, 2014. ....	38
Tabla. 7 Tipos de vulnerabilidad a nivel dimensional internacional y local.....	41
Tabla. 8 Dimensiones e indicadores empleadas en el instrumento aplicado .....	67
Tabla. 9 Cálculo de la vulnerabilidad por dimensión y general de la comunidad. .	68
Tabla. 10 Intervalos de vulnerabilidad social.....	68
Tabla. 11 Eventos de inundación en las zonas de estudio durante el periodo 2002-2022. ....	72
Tabla. 12 Tirantes máximos de inundación en milímetros en las diversas zonas de inundación de la comunidad Naranjal poniente.....	74
Tabla. 13 Tirantes máximos en milímetros en las diversas zonas de inundación de la comunidad Santa María poniente.....	75
Tabla. 14 Tirantes máximos en milímetros en las diversas zonas de inundación de la comunidad Chan Santa Cruz.....	77
Tabla. 15 Afectación por altura en la inundación pluvial. Naranjal Poniente. ....	84
Tabla. 16 Afectación por altura en la inundación pluvial. Santa María Poniente...	85
Tabla. 17 Afectación por altura en la inundación pluvial. Chan Santa Cruz. ....	86
Tabla. 18 Nivel de vulnerabilidad por dimensión y general .....	106
Tabla. 19 Problemas identificados en las comunidades de estudio, mediante el árbol de problemas.....	122
Tabla. 20 Medidas para la descontaminación biológica del agua .....	127
Tabla. 21 Matriz de estrategias para la prevención y reducción de afectaciones por inundaciones pluviales. ....	131



## **Dedicatoria**

*Esta es mi última tesis como estudiante, recuerdo el ayer que ya es historia cuando por primera vez me soltó la mano mi madre para ingresar al jardín de niños, tuve miedo, pero hoy después de tantos años estoy por obtener el grado doctoral, en el camino he conocido grandes amigos e inclusive a la mujer de mi vida. Por lo que esta tesis se la dedico a mi madre; Marily Zavalegui Ayala por enseñarme siempre a luchar por un mejor mañana, a mi padre; Francisco Sánchez Castillo por enseñarme a trabajar con responsabilidad e incentivar desde joven mi amor por las ciencias, a mi amada esposa; Marcela Cime Ruiz por ser mi compañera en cada proyecto, cada buena y mala noticia y siempre estar como mi mano derecha y conciencia, y como no también a ti hermanita, pues, en ti siempre tendré una gran amiga a ustedes familia les doy gracias y este trabajo es suyo.*

*Recuerdo cuando aún escribía sueños en una máquina de escribir.*

## **Agradecimientos**

Si tuviera que nombrar uno a uno a las personas que me han ayudado estos cuatro años de doctorado, creo la tesis se haría muy larga, pero a todos ustedes les debo un gran favor.

En primer lugar, agradezco a la persona que me ayudo a surcar en primera línea este desafío y aventura, mi esposa Marcela quien en muchas ocasiones me ayudo durante estos cuatro años doctorales, sin ella esto no sería posible, te amo.

Agradezco a mi directora de tesis la Dra. Rosalía Chávez, por su enorme paciencia y compromiso hacia mi trabajo que sin su guía mucho no habría hecho, al Dr. José Camacho Sanabria por siempre responder las llamadas y saber orientarme en todas las dudas, al Dr. Miguel Barrera Rojas un buen amigo y mentor en el área de la vulnerabilidad rural, además de apoyarme con mi primer trabajo docente, a la Dra. Lucinda Arroyos Arcos por apoyarme con mucha amabilidad durante los inicios de esta tesis, a la Dra. Patricia Fragoso Servón, por orientarme en la geografía física y facilitarme cartografía edáfica de su autoría, al Dr. Joan Sánchez Sánchez, por ser mi mentor y ejemplo como investigador en la rama SIG, al Dr. David Velázquez Torres que siempre supo cómo motivarme con sus sabios consejos.

A mi amigo Cach, William y Samudio por qué inclusive me brindaron su tiempo para levantar encuestas, a mi colega Roberto Flores, por ser un gran colega y compartir no solo sus herramientas sino su tiempo en muchas actividades, a Roció Mex por ser una increíble amiga quien siempre me brindo su cálida amistad y por último a los delegados y habitantes de las comunidades, puesto que sin ellos la tesis no sería una realidad, especialmente a Saulo Che.

## Introducción

La dinámica interacción entre la humanidad y el entorno natural ha llevado a una transformación significativa del espacio natural, convirtiéndose este en espacio habitable (Maldonado y Cocco, 2011). No obstante, está incesante expansión humana hacia nuevos territorios y la explotación desmesurada de los mismos ha provocado diversos efectos perjudiciales en el sistema, entre los que se destaca el deterioro ambiental a nivel global y local (Aguilar e Ibáñez, 1995; Colín, 2003), teniendo como ejemplo de ello el cambio climático y sus manifestaciones, que incluye el aumento en los fenómenos hidrometeorológicos, desde sequías extremas hasta una mayor frecuencia de sistemas tropicales e inundaciones (Haynie y Pfeiffer, 2012; Simpson et al., 2021).

Con referencia a lo anterior se tiene que, en el ámbito global, las inundaciones, son las manifestaciones hidrometeorológicas que generan las mayores pérdidas económicas anuales. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), durante las últimas cinco décadas, los principales desastres a nivel mundial han estado relacionados con inundaciones, las cuales han dejado más de 58,700 muertes y pérdidas económicas que ascienden a 377,5 millones de dólares (OMM, 2021). Evidenciando estos datos, la vulnerabilidad de las comunidades humanas frente a las inundaciones y la necesidad de desarrollar estrategias para su prevención y reducción, dado el incremento en su intensidad y frecuencia debido al cambio climático (Mitchell, 2013).

A nivel nacional, se ha observado un panorama similar debido al constante aumento de inundaciones. Según los informes del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), durante el periodo comprendido entre 2000 y 2020, el 90% de las declaratorias de emergencia y desastre estuvieron relacionadas con inundaciones (CENAPRED, 2021). Eventos que no solo causaron daños económicos en términos de pérdidas materiales en comunidades urbanas y rurales (Gómez et al., 2022), sino que también impactaron negativamente en el sector agrícola. Un caso ilustrativo de ello es la pérdida de 573,159 hectáreas de maíz entre 1997 y 2007 que afectó significativamente la seguridad alimentaria de las

comunidades rurales, que dependen en su mayoría de la agricultura para autoconsumo (CENAPRED, 2014; FAO, 2015; Arteaga y Burbano, 2018). Lo cual refleja que a nivel nacional las comunidades rurales se ven sistemáticamente afectadas por el impacto reiterado de eventos de inundación, cuyos impactos se intensifican debido a las condiciones de vida que caracterizan dichos entornos (Maldonado y Cóccharo, 2011; Soares, Sandoval-Ayala, 2016).

Con respecto a esto, al contrastar las zonas urbanas y rurales ante eventos de inundación, las primeras suelen presentar particularidades que facilitan su recuperación post-desastre, como el acceso a servicios públicos esenciales (agua entubada, electricidad y drenaje), viviendas con infraestructura sólida, fácil acceso a suministros básicos, materiales de construcción, apoyos gubernamentales y, en algunos casos, seguros que cubren desde pérdidas de inmuebles hasta vehículos (Cantos, 2004; Camacho-Sanabria et al., 2019). En comparación con las segundas, caracterizadas por presentar un alto nivel de pobreza, una elevada marginalidad, viviendas construidas con materiales frágiles (maderos, pasto y palmas), escasez de servicios médicos y educativos, y una limitada planificación del territorio por parte de las autoridades gubernamentales (Frausto et al., 2006; Sánchez, 2006; Tzab, 2008; Maldonado y Cóccharo, 2011), factores que aumentan su fragilidad social (Soares y Murillo-Licea, 2013; Soares, Sandoval-Ayala, 2016).

Lo cual, evoca a resaltar la heterogeneidad en los impactos de las inundaciones en las comunidades, subrayando que estos no se experimentan de manera uniforme. Ya que factores como la ubicación geográfica, las condiciones socioeconómicas y las características físicas del entorno juegan un papel significativo en el grado de afectación (Vadillo y Vadillo, 2016). Señalándose por autores como Natenzon et al. (2005) y Navarro-Carrascal et al. (2016) que las inundaciones no afectan en la misma medida a las poblaciones humanas, ya que la afectación dependerá de factores físicos como, la altura del terreno, permeabilidad del suelo, vialidades y acceso a servicios públicos, etc. (Valencia, 2006; Sánchez-Román y Martínez-González; 2012; Mendoza-Mejía y Orozco-Hernández, 2014; Quesada-Román, 2017; Ramírez-Cerpa et al., 2017; Rodríguez, 2020). Así como también de la

vulnerabilidad intrínseca de las poblaciones humanas (Perles-Roselló, 2010; Ferrari, 2012; Morales et al., 2021).

Reflejando esto que, para afrontar la vulnerabilidad social de las comunidades ante este tipo de eventos, se requiere de un enfoque que abarque no solo la dimensión física, sino también los aspectos socioeconómicos y sociales que influyen en la exposición y vulnerabilidad de las poblaciones afectadas, como medio para el desarrollo y la propuesta de estrategias adaptadas a las particularidades específicas de cada comunidad, especialmente en el marco de la vulnerabilidad social ante inundaciones, ya sean estas fluviales o pluviales y el desarrollo de estrategias de prevención y reducción.

Bajo esta noción, trabajos como el de Török (2018), llevado a cabo en zonas rurales de Rumania, y el de Udo y Naidu (2023), realizado en el entorno rural marginado de Durban en la costa este de Sudáfrica, respecto a inundaciones pluviales han empleado un enfoque estructuralista para conceptualizar el espacio como una estructura de integración social, cultural y ambiental. Mientras que, desde la perspectiva geográfica, se destacan trabajos como el de Bechler-Carmaux, Mietton y Lamotte (2000) en Niamey, Níger (África), quienes utilizan un enfoque geográfico-ambiental para cartografiar la vulnerabilidad y estimar el riesgo de inundación, donde se destaca la acción social en la construcción de la cartografía. Y el de Alfie-Cohen y Castillo-Oropeza (2016) quienes emplean un enfoque socioambiental para estudiar la vulnerabilidad ante inundaciones en ciertos fraccionamientos de Cuautitlán (México) durante el 2011.

Profundizando de manera empírica en investigaciones sobre la vulnerabilidad social frente a inundaciones pluviales, a nivel internacional, se destacan trabajos como los de Hamidi et al. (2022) en el Distrito de Charsadda (Pakistán), donde se relacionan factores como la elevación del terreno, el tamaño de los hogares, y la presencia de ancianos, niños y mujeres en ellos, con niveles altos de vulnerabilidad social ante inundaciones. Lundgren y Strandh (2022) donde se señala la existencia de un círculo vicioso entre afectación y vulnerabilidad social debido a condiciones económicas y sociales, como resultado del abordaje de inundaciones en

comunidades rurales de Mozambique (África). Y Tate et al. (2021) quienes resaltan que incluso en países desarrollados como Estados Unidos, las zonas rurales son las más susceptibles a afectaciones por inundaciones (fluviales/pluviales), al presentar altos índices de vulnerabilidad social y segregación.

Resaltando en Latinoamérica, trabajos como el de Ferrera et al. (2020) sobre la elevada vulnerabilidad social de las poblaciones rurales del municipio costero de Guamá, donde se evidencia daños significativos debido a lluvias extremas en el sector productivo, áreas de siembra, electrodomésticos y viviendas. Asimismo, el trabajo de Gurri et al. (2019) que aborda la vulnerabilidad social en comunidades rurales a lo largo del río Grijalva en Tabasco (México), utilizando variables como medios de comunicación/transporte, edad, acceso a baños dignos y percepción ante inundaciones, para describir detalladamente la alta vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales.

Centrándonos en estudios sobre el desarrollo de estrategias para la prevención y reducción de los impactos derivados de inundaciones pluviales en comunidades rurales con alta vulnerabilidad social, se observa una escasez tanto a nivel internacional como nacional. Teniéndose como principales referentes el trabajo de Del Rosario et al. (2013), quienes, a partir de un análisis físico y social del espacio habitable en territorios rurales de República Dominicana, proponen estrategias como la reconstrucción de viviendas con materiales resistentes y el traslado de animales y mobiliario doméstico a zonas elevadas. González-Gaudio et al. (2018) en comunidades rurales en Veracruz (México), que proponen estrategias centradas en el fortalecimiento de la cohesión social. Y el de Sánchez y Aparicio (2018) y Tiepolo et al. (2021), quienes sugieren como estrategias: la utilización de materiales resistentes al agua, elaboración de cartografía local con límites de las zonas de inundación, sistemas de organización para evacuación, uso de análisis de percepción remota, la acción participativa de la comunidad, entre otras iniciativas.

Retomando el contexto local, en el estado de Quintana Roo, específicamente en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, se encuentran diversas comunidades rurales mayas, tales como Naranjal poniente, Santa María Poniente, Chan Santa Cruz,

entre otras, que experimentan afectaciones de diversa magnitud debido a inundaciones pluviales. Realidad que subraya la necesidad de estudiar estas comunidades y la complejidad de los factores locales que contribuyen a su vulnerabilidad social ante dichas inundaciones.

Motivo por cuál, el propósito de este estudio es proponer estrategias para prevenir y reducir la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales en las comunidades de Naranjal Poniente, Santa María Poniente y Chan Santa Cruz, considerando tanto aspectos físicos como sociales. Planteándose los siguientes objetivos específicos para lograr dicho propósito: la caracterización de los rasgos físicos del espacio habitado que propician el desarrollo de inundaciones pluviales, la determinación de la vulnerabilidad social de las familias afectadas por inundaciones pluviales, y el desarrollo de alternativas para la reducción y prevención de inundaciones pluviales en las comunidades.

Estructurándose la justificación de esta investigación en la falta de información sobre el estudio de las inundaciones pluviales en entornos rurales y el desarrollo de estrategias, seguido de la necesidad de abordar de manera específica al corredor Naranjal Poniente – Santa Cruz, en el estado de Quintana Roo, por presentar anualmente diversos niveles de afectación por dicha amenaza, que impactan negativamente las condiciones económicas y la calidad de vida de los habitantes. Enfatizando que el propósito fundamental de esta investigación va más allá de llenar un vacío de conocimiento, ya que se orienta hacia un impacto directo y positivo en las comunidades afectadas, al proporcionar estrategias específicas que fortalezcan su capacidad de respuesta ante las inundaciones pluviales, con el objetivo final de posibilitar a futuro mejoras en la calidad de vida de los habitantes.

Respecto al abordaje del tema de investigación, dada la relevancia del respaldo teórico, conceptual y metodológico, cabe señalar que el presente estudio se aborda desde la postura epistemológica estructuralista sustentada en la teoría general de riesgos y desastres ambientales, orientada en la geografía ambiental y la geografía de los riesgos, bajo el enfoque sistémico. Tomando como base el enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo) con un diseño de estudio transformativo concurrente



(DISTRAC) (Hernández et al., 2016), enmarcado en un alcance o nivel investigativo predictivo, de tipo no experimental y transversal (2019-2021). El cual se apoya de métodos como la cartografía social, el uso de los SIG, y técnicas como entrevistas, encuestas, observación participante, grupos focales, y estudio documental, para la obtención, análisis y representación de datos (Herrera, 2013; Diez-Tetamanti y Rocha, 2016).

### **Pregunta de investigación**

¿Cuáles estrategias pueden coadyuvar a prevenir y reducir las inundaciones pluviales en las comunidades mayas rurales de Naranjal Poniente, Santa María Poniente y Chan Santa Cruz del municipio de Felipe Carrillo Puerto?

### **Preguntas específicas**

¿Qué características físicas del espacio habitado provocan inundaciones pluviales en las comunidades Naranjal Poniente, Santa María Poniente y Chan Santa Cruz?

¿Qué factores definen la vulnerabilidad social por inundaciones pluviales en las comunidades mayas Naranjal Poniente, Santa María Poniente y Chan Santa Cruz?

¿Cómo pueden plantearse estrategias comunitarias para prevenir y reducir el riesgo por afectaciones debido a inundaciones pluviales en el entorno maya del corredor Naranjal Poniente-Chan Santa Cruz?

## **Supuesto de investigación**

A través de la comprensión de los factores físicos y sociales que contribuyen a la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales en las comunidades de estudio, es posible plantear estrategias adecuadas y efectivas tanto para la prevención como reducción ante afectaciones de esta índole, destacando en estas el conocimiento empírico ancestral de las comunidades, como la reutilización de la técnica de cultivo Ka'an Ché y las experiencias de inundaciones pasadas.

## **Objetivos**

### Objetivo general

Proponer estrategias a partir de las condiciones físicas y sociales de las comunidades de estudio para prevenir y reducir la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales.

### Objetivos particulares

- Caracterizar los rasgos físicos del espacio habitado que propician el desarrollo de inundaciones pluviales en las comunidades Naranjal Poniente, Santa María Poniente y Chan Santa Cruz.
- Determinar la vulnerabilidad social de las familias afectadas por inundaciones pluviales en las comunidades de estudio a partir de las dimensiones: hogar, infraestructura de la vivienda, medios de comunicación y percepción ante inundaciones.
- Desarrollar alternativas para la prevenir y reducir el riesgo y las afectaciones producto de las inundaciones pluviales en las comunidades del corredor Naranjal Poniente-Chan Santa Cruz.

# Capítulo I. Área de estudio y aspectos físico-sociales del lugar

## 1.1- Criterios de selección del área de estudio

La selección de las comunidades fue a partir de: 1) ser entidades rurales con alto nivel de pobreza, puesto que ante la pérdida de bienes materiales y alimenticios la reposición de estos ocasionaría un mayor problema, 2) presentar reiteradas afectaciones por inundaciones pluviales, siendo esta la principal problemática que por su recurrencia e intensidad causa daños en infraestructura pública, viviendas, salud y economía de las familias en las áreas de estudio, 3) cercanía entre comunidades afectadas, este criterio considerando que las afectaciones pueden ser las mismas, sin embargo, por cuestiones físicas de igual manera pueden desarrollarse de diferente forma, además de permitir estudiar las poblaciones optimizando tiempo en el trabajo de campo, por último 4) encontrarse distanciadas a más de 50 km de la cabecera municipal, lo que se traduciría en un relativo aislamiento geográfico, trayendo consigo problemas como el limitado acceso a servicios de transporte y comunicaciones, así como también, dificultad para abastecer los alimentos.

Para cumplir dichos criterios de selección en primera instancia se identificó mediante una inspección en fuentes académicas y hemerográficas (Tabla. 1), eventos de inundación pluvial en entornos rurales mayas donde destacaron las comunidades “Naranjal poniente, Santa María poniente y Chan Santa Cruz” las cuales de acuerdo con el censo de población y vivienda INEGI, 2020 presentan alta marginalidad además de estar espacialmente cercanas entre sí.

Tabla. 1 Comunidades de estudio y rasgos de selección.

Nombre	Población INEGI 2020	*N.º de veces que se ha inundado en 10 años	**Marginalidad y pobreza INEGI 2020
Naranjal poniente	806	22	Alta
Santa María poniente	804	19	Alta
Chan Santa Cruz	581	10	Alta

\*Número de ocasiones que se ha reportado en periódicos locales afectación por inundación.

Fuente: Registros históricos de CONAGUA, SMN, NOAA, NWS, 2002-2020; Por Esto Quintana Roo, 2013a, 2018b; Machuca, 2017; Novelo, 2017; Chan, 2017; Ake, 2018; Chan, 2020; Caamal, 2020a, 2022b; Quadratín Quintana Roo, 2020; Xiu, 2020.

\*\*Marginalidad y pobreza general de toda la comunidad. Fuente: INEGI, 2020.

## 1.2.-Ubicación de las comunidades de interés

El sitio de interés se ubica en la zona maya del centro del estado de Quintana Roo, específicamente en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, al cual pertenecen las tres comunidades a evaluar (Figura. 1), donde debido a su localización presentan un relativo aislamiento geográfico al estar entre 9 a 15 kilómetros de la carretera “Chetumal-Mérida” y a cerca de 70 kilómetros de su cabecera municipal por lo que la atención es poco oportuna además de limitar su acceso a ciertos productos y servicios.

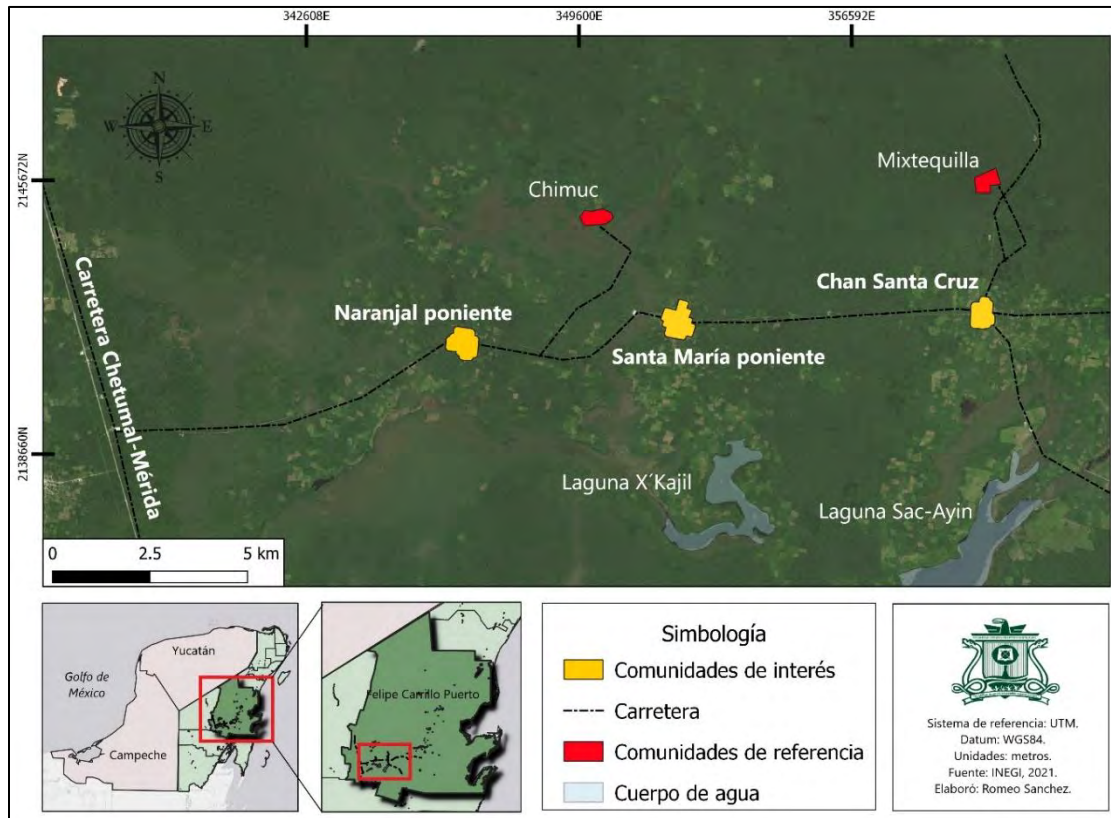


Figura. 1 Área de estudio. Fuente: elaboración propia.

### 1.3.-Aspecto climatológico

Según el sistema de Köppen modificado por García (2004), el municipio de Felipe Carrillo Puerto (F.C.P) presenta un tipo de clima Cálido Subhúmedo (Aw) y se destacan cuatro subtipos, siendo el subtipo climático del área de estudio el Aw1(x´) (Figura. 2), por lo que tiende a presentar fuertes lluvias en verano, tal como se registra en el histórico de precipitación empleado en este trabajo que va de 2002 a 2020, eligiéndose este período, por presentar los primeros datos consecutivos precipitación más cercana al área de estudio (Tabla 11 y 12). Está región de Quintana Roo se caracteriza por registrar precipitaciones recurrentes durante los meses de octubre a enero, debido a la llegada de sistemas frontales (nortes) con precipitaciones de más de 120 milímetros en 24 hrs, y a sistemas tropicales como huracanes y tormentas tropicales, lo que se ve reflejado en la tabla 2 y el mapa de hotspots donde las zonas rojas presentan la mayor cantidad de impactos de

huracanes y tormentas, frente a las zonas azules con un menor registro de impactos de dichos fenómenos (CONAGUA, 2019) (Figura. 3).

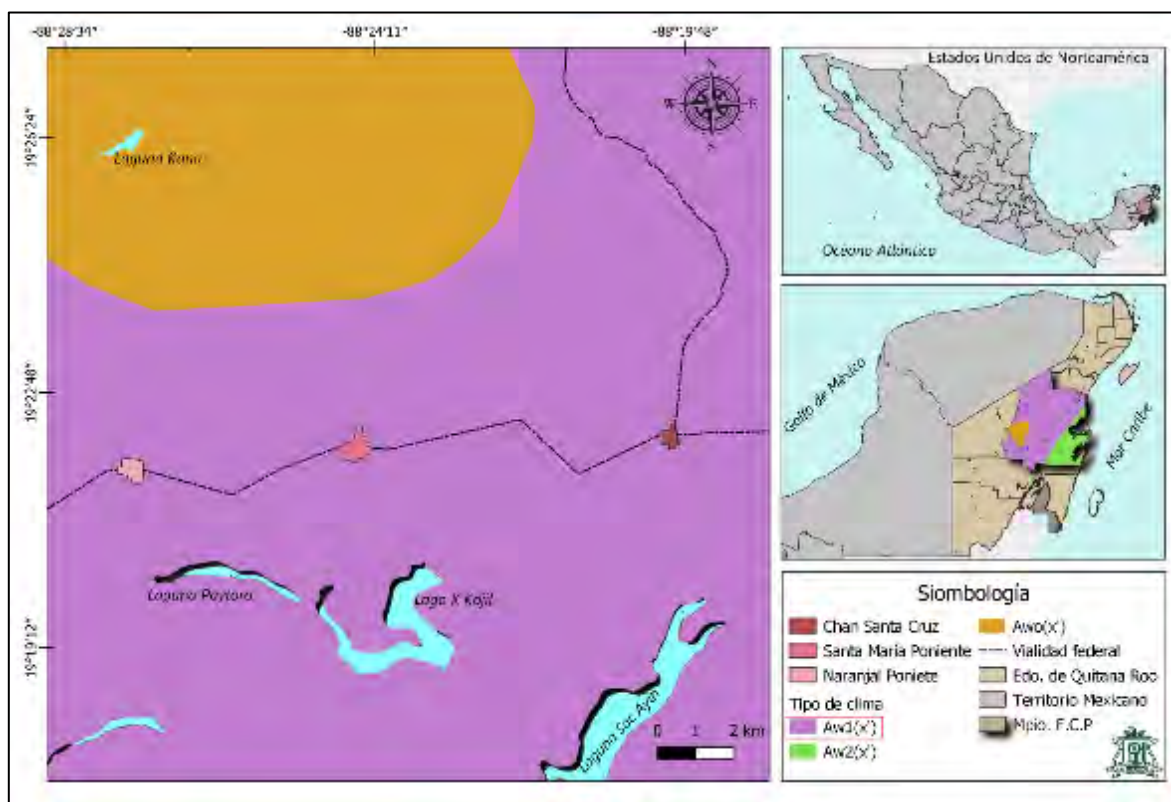


Figura. 2 Mapa climático. Fuente: elaboración propia.

Tabla. 2 Principales fenómenos hidrometeorológicos con afectación en Felipe Carrillo Puerto.

Año	Meteoro	Vientos/precipitación en 24 hrs	Efecto
2002	Huracán C. 3 Isidoro	205 km/h	Severas inundaciones en el centro de la comunidad, pérdida de 10 ha de cultivo.
2014	Tormenta tropical Hanna	65 km/h	Inundación de comunidades rurales; Santa María Poniente, Candelaria, Nueva Loria, Naranja Poniente, Chan Santa Cruz.
2016	Remanentes del Huracán C. 1 Earl	Remante de 70 km/h	Daños en infraestructura de hogares en viviendas de Santa María Poniente, Candelaria, Nueva Loria, Naranja poniente, Chan Santa Cruz.
2017	Sistema Frontal (Norte n° 12)	Precipitación de 120 mm	Inundaciones en la plaza de la comunidad y afectación en aproximadamente 14 viviendas de Naranja poniente.

2018	Tormenta tropical Alberto	Precipitación de 177 mm	Pérdidas en milpas y zonas apícolas, inundaciones de hasta 2 m de altura en zonas de Naranjal Poniente, Chan Santa Cruz.
2020	Tormenta tropical Amanda y Cristóbal	Precipitación de 179 mm y 210 mm respectivamente	Registro de la peor inundación en las comunidades de Naranjal poniente, Chan Santa Cruz y San Andrés, perdidas de cultivos y animales para consumo.

Fuente: Olivares et al., 2015; Masson, 2020

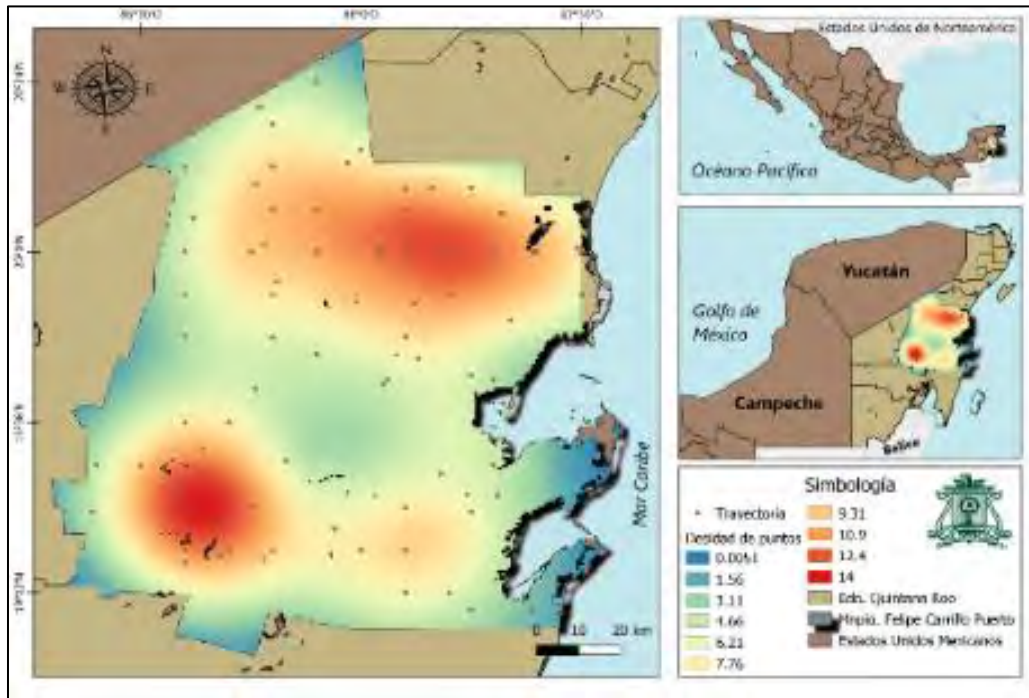


Figura. 3 Mapa hotspots. Elaboración propia, basado en datos de CONAGUA 2019.

En el contexto de las precipitaciones es destacable conocer el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas normales, por lo que, basado en la información de la estación climatológica de Felipe Carrillo Puerto, se realizó un climograma del período 1991-2020, interpretándose la siguiente información.

En el climograma proporcionado (Figura. 4), se representan los datos climáticos normales para cada mes del año, incluyendo las temperaturas mensuales promedio en grados Celsius y la precipitación mensual promedio en milímetros. En términos de temperatura, se observa una variación estacional, con temperaturas más bajas

alrededor de 23.0°C en enero y temperaturas más altas alcanzando los 28.2°C en agosto. Estos valores indican claramente la presencia de una estación cálida pronunciada durante los meses de verano.

En cuanto a la precipitación, se evidencian picos notables en mayo, junio, agosto y septiembre, indicando una estación húmeda durante los meses de verano y principios de otoño. Estos meses presentan una mayor cantidad de precipitación, con valores que alcanzan su punto máximo en octubre con 204.9 mm. Por otro lado, los meses de diciembre y enero exhiben niveles más bajos de precipitación, con valores de 55.1 mm y 52.1 mm, respectivamente.

El patrón climático revela una clara estacionalidad, con una temporada seca durante los meses de diciembre y enero, seguida por un aumento significativo en la precipitación durante los meses de primavera y verano. Este comportamiento estacional es consistente con patrones climáticos comunes en regiones subtropicales o tropicales, como lo es el área de estudio.

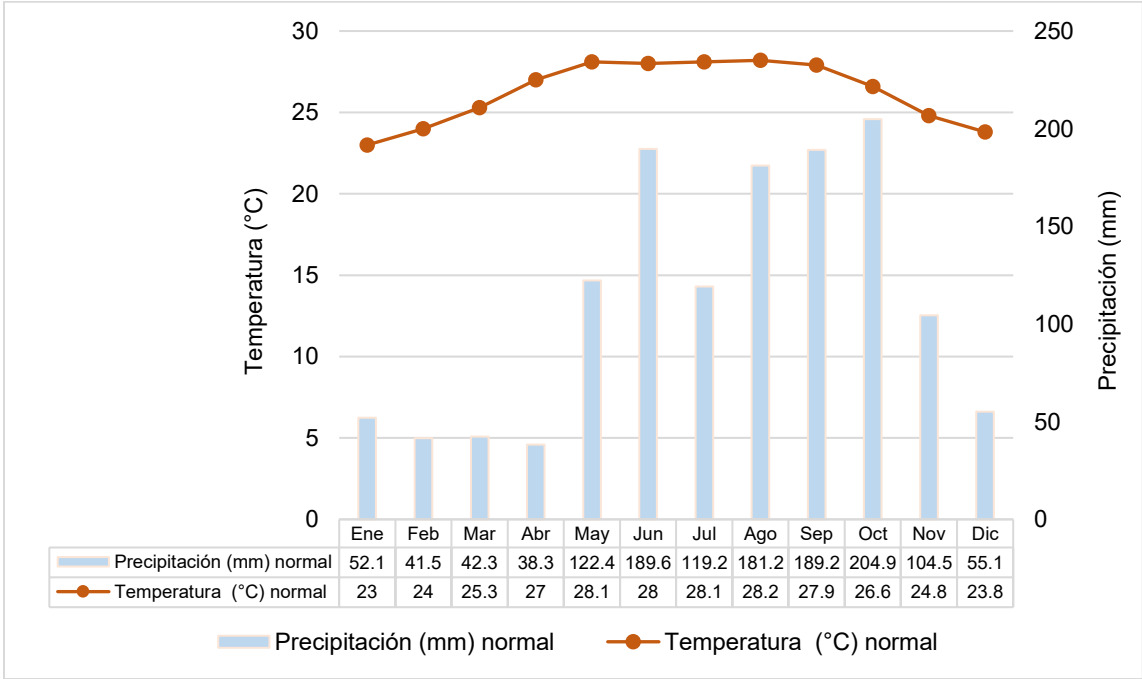


Figura. 4 Climograma del período 1991-2020. Fuente: CONAGUA, 2024.



#### **1.4.-Hidrografía y microcuencas**

La división de aguas superficiales a nivel nacional se compone de tres niveles de desagregación, el primero en la Región Hidrográfica, la cual agrupa por lo menos dos cuencas hidrográficas, cuyas aguas fluyen a un cauce principal. El segundo a la Cuenca Hidrográfica, delimitada por una divisoria cuyas aguas fluyen hacia una corriente principal o cuerpo de agua. Y la tercera, la Subcuenca Hidrográfica aérea considerada como una subdivisión de la cuenca hidrográfica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión (INEGI, 2010).

El área de estudio se sitúa específicamente en la subcuenca “Xpechil” que se extiende por gran parte de Felipe Carrillo Puerto. En la Figura. 5 se puede observar que se ubica dentro de una microcuenca que encuentra su punto de desfogue al poniente del municipio, dentro de la reserva de *Sian Ka’an* donde se localizan múltiples zonas inundables y de humedales. Es notorio que los afluentes, las comunidades de estudio se encuentran en las inmediaciones de afluentes de primer orden y que estas a su vez están conectadas con los cuerpos de agua permanentes situados en las inmediaciones de las zonas de estudio. Cabe destacar que este resultado es lo más aproximado que se pudo tener considerándose que el modelo digital de elevación (MDE) implementado para la construcción digital de los afluentes está a una resolución de 15 metros y que además la escala de la cuenca origen es de 1:50,000, por lo que se puede inferir que la altura de resolución del MDE y la escala de la cuenca origen, son determinantes para la expresión de los afluentes.

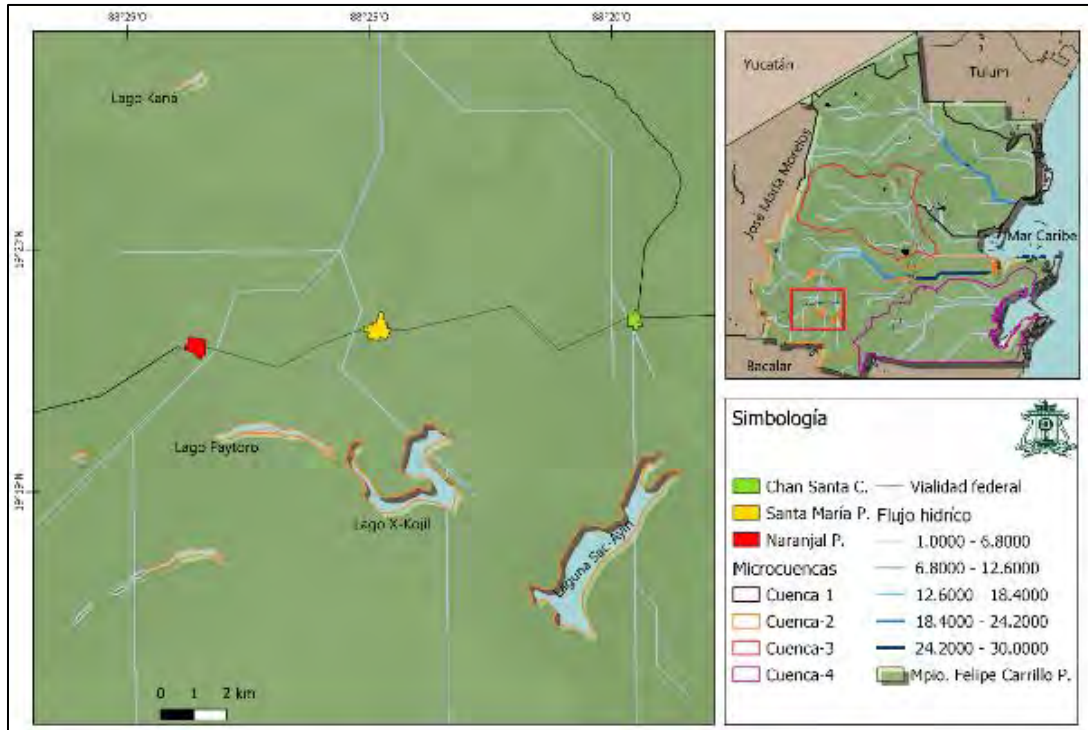


Figura. 5 Mapa subcuencas hídricas de Felipe Carrillo Puerto.  
Fuente: elaboración propia, basado en INEGI, 2019.

### 1.5.-Edafología

El tipo de suelo Gleysol es el más dominante en las zonas adyacentes a los sitios de estudio (Figura. 6), es conocido en la zona maya como *Ak'al che* el cual se caracteriza por ser un suelo con grisáceo, con muy poco contenido de rocas, que tienen a encharcarse con facilidad en temporada de lluvias. De igual manera, existe la presencia de suelos tipo leptosol, conocido en la zona como *Box lu'um* que significa tierra negra en lengua maya, se caracteriza por ser tierra de color muy oscuro con pocas rocas, además de tener muy poco drenaje, por lo que tiende a la anegación con facilidad, produciendo lodos espesos de consistencia maciza, durante la temporada de sequías se caracteriza por agrietarse y formar conglomerados de tierra.

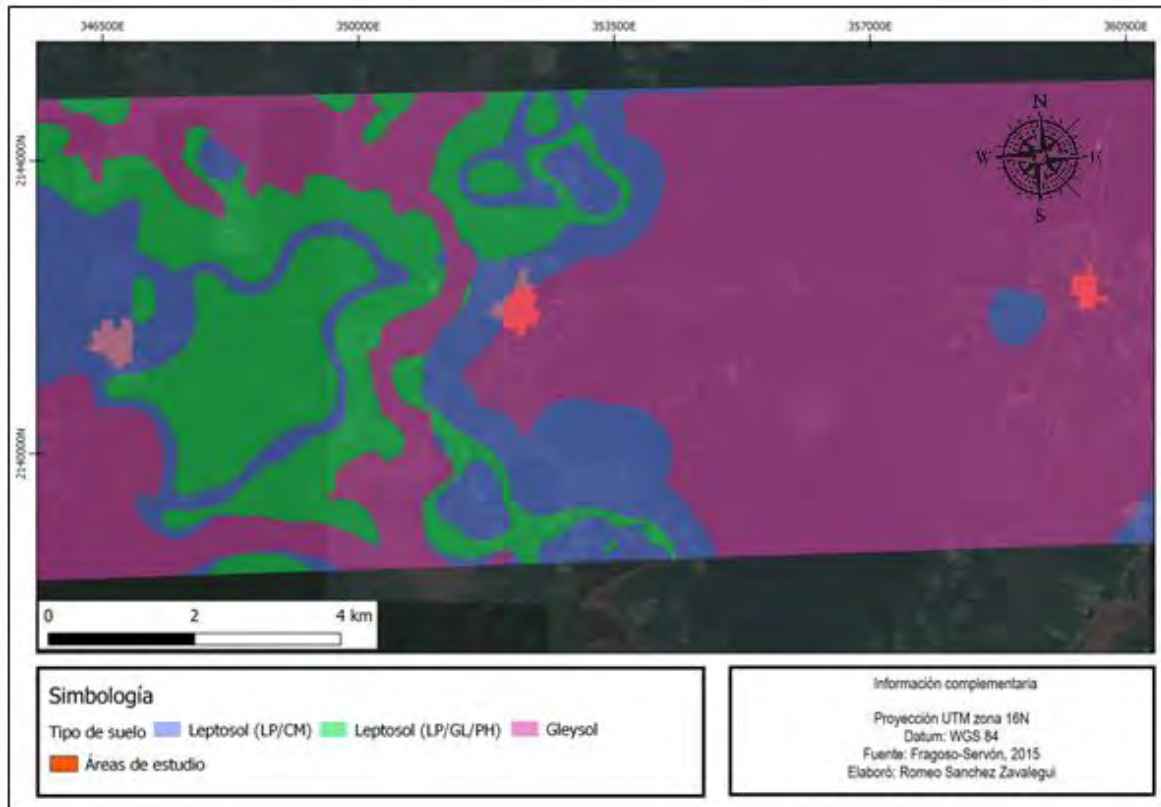


Figura. 6 Mapa edafológico. Fuente: elaboración propia basado en Fragoso-Servón, 2015.

## 1.6.- Fisiografía

En el contexto fisiográfico del área de estudio, conforme a la clasificación del INEGI (2016), se ubica en la provincia fisiográfica Península de Yucatán, compuesta por una plataforma calcárea de origen marino emergida hace aproximadamente 26 millones de años. De manera más específica, el área de interés, indicada en la Figura. 7, se localiza al oeste de la subprovincia conocida como Carso Yucateco, la cual abarca la mayor extensión dentro de las provincias fisiográficas de la Península de Yucatán. Esta región se caracteriza por su relieve plano, conformado por rocas calizas del Terciario Superior con notoria presencia de fósiles, mayormente provenientes de ambientes arrecifales. Adicionalmente, se evidencian estructuras de hundimiento, o dolinas, denominadas localmente como "aguadas", así como estructuras de colapso inundadas o cenotes, elementos típicos de la topografía cárstica que define a la zona. Es relevante destacar la importancia de la topografía

cárstica, ya que, según Fragoso-Servón et al. (2014), estas áreas presentan escasa profundidad en la superficie y en los mantos freáticos, propiciando la formación de suelos inundables, específicamente del tipo Gleysol, mediante procesos de saturación hídrica.

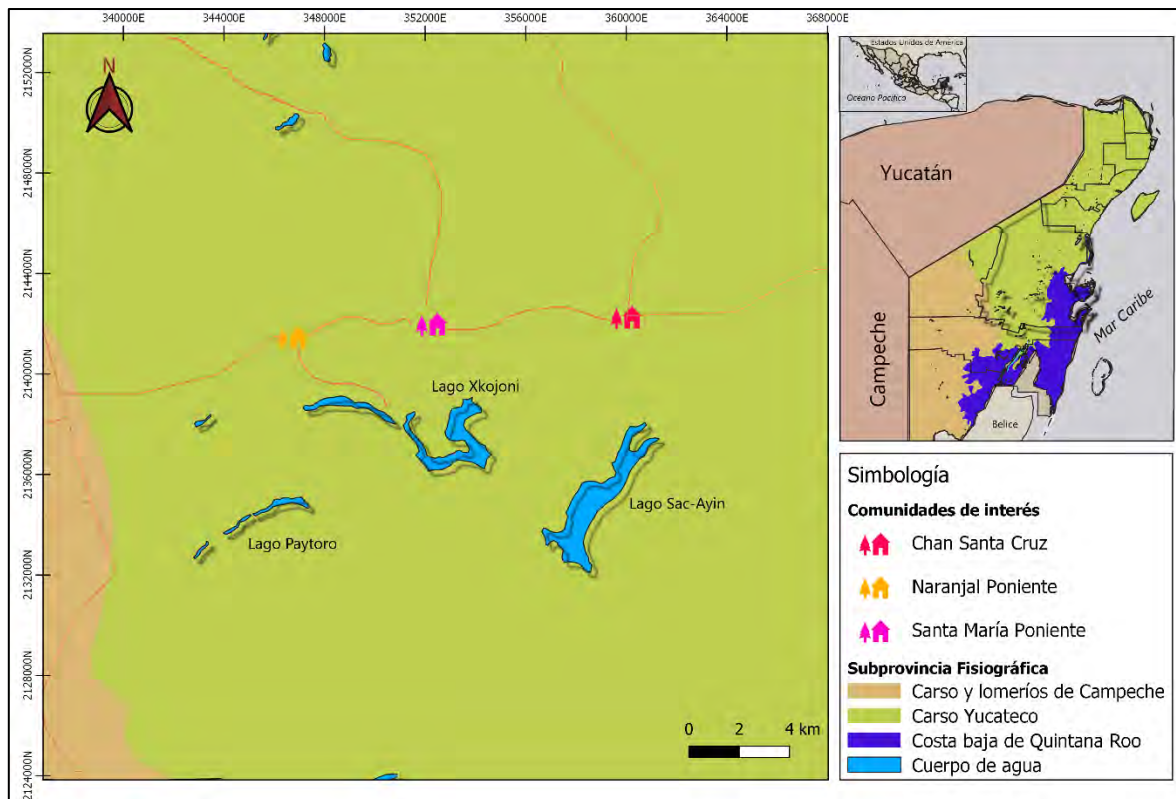


Figura. 7.- Mapa subprovincia fisiográfica. Elaboración propia. Fuente: INEGI, 2016.

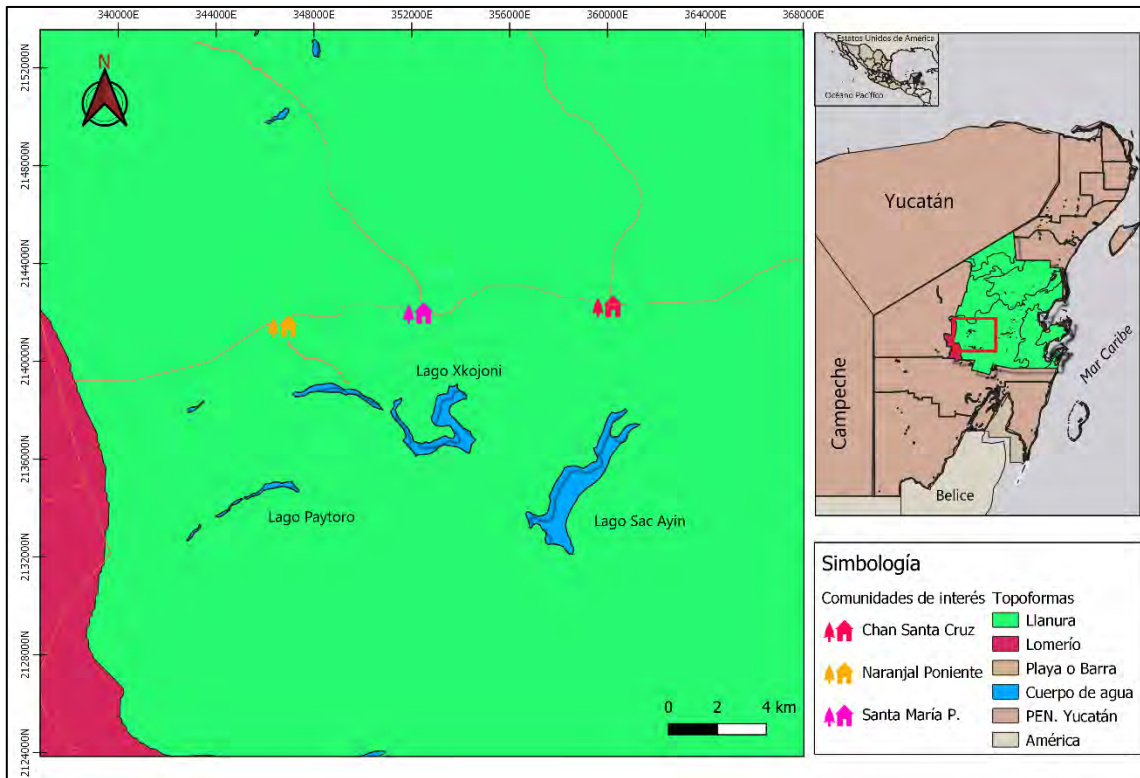


Figura. 8.- Mapa de topoformas. Elaboración propia. Fuente: INEGI, 2016.

### 1.7.- Litología

La litología del área de investigación está conformada por unidades de rocas sedimentarias, específicamente se ubica, conforme al INEGI (2016), sobre formaciones rocosas del tipo Caliza-Coquina (Figura. 9). Estas rocas son carbonatadas y exhiben diversidad en textura y composición. Además, presentan variaciones cromáticas que oscilan desde tonalidades amarillentas hasta blancas, incluyendo, en algunos casos, incrustaciones de microfósiles pertenecientes al paleógeno. Por otra parte, las zonas circundantes a las áreas de estudio exhiben una litología Lacustre y de tipo Caliza-Yeso. Estas formaciones se caracterizan por la presencia de arcillas con tonalidades que varían entre el crema y el verdoso, dependiendo de su antigüedad. Cabe destacar que estas rocas pueden albergar materiales orgánicos y minerales que se han depositado a lo largo de extensos periodos temporales.

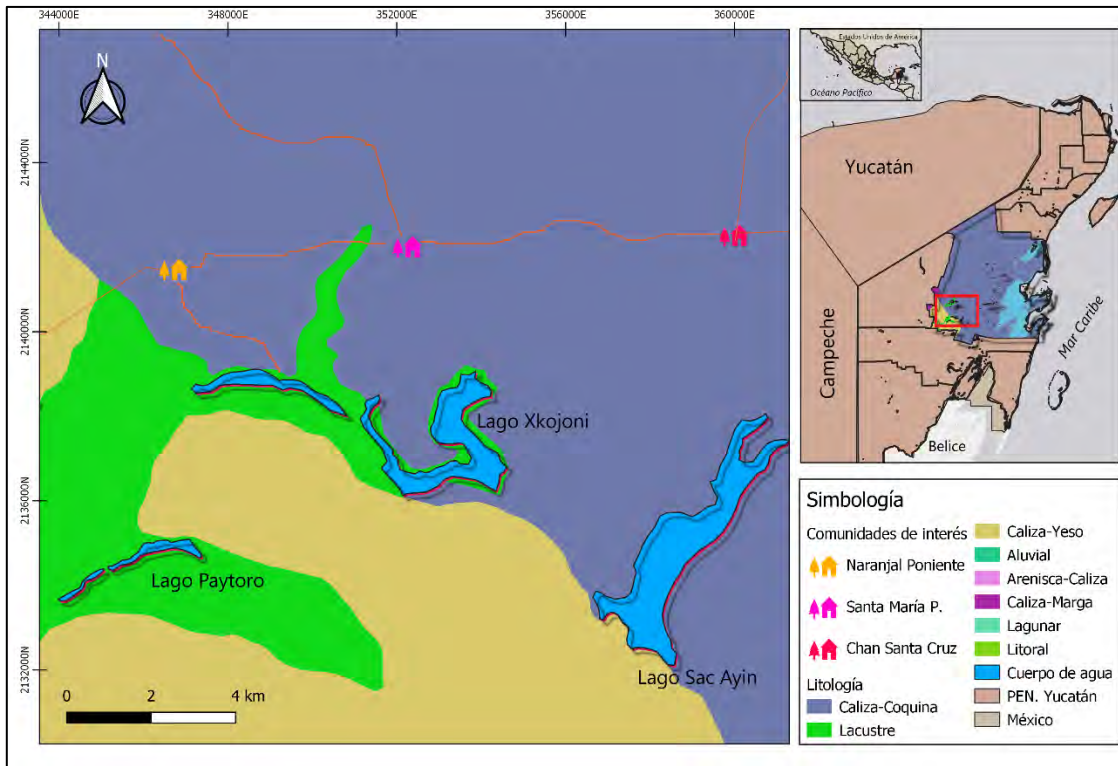


Figura. 9.-Mapa litológico. Elaboración propia. Fuente: INEGI, 2016.

### 1.7.-Aspectos socio-económicos

De acuerdo con el censo de población y vivienda de 2020, las comunidades del área de estudio se encuentran, en un estado de alta marginalidad, destacando aspectos como el rezago educativo, falta de fuentes de trabajo, el acceso a medios de comunicación y viviendas dignas (INEGI, 2020). En la Tabla. 3, se puede apreciar de forma resumida algunos aspectos socioeconómicos de estas comunidades. De acuerdo con el INEGI, estas entidades se encuentran dentro de la zona maya del municipio de Felipe Carrillo Puerto, lo que propicia que gran parte de su población sea bilingüe expresándose tanto en español como en maya, sin embargo, existe un número pequeño de habitantes mayores de 60 años que no comprenden el idioma español.

En cuanto al desarrollo económico, de acuerdo con datos de la Secretaría De Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca (SEDARPE), para el 2019 en promedio 8 de cada 10 habitantes de las comunidades de estudio laboraba como campesino,

cultivando el campo para fines de autoconsumo o para su venta local. Destacándose la comunidad de El Naranjal Poniente, por contar con un aprovechamiento maderable óptimo y sustentable registrado en la Comisión Nacional Forestal (Barreto, 2014), donde se extraen especies maderables de las selvas pertenecientes al ejido el cual ha detonado fuentes de empleo temporal y permanente, que incentiva en los habitantes de la comunidad el cuidado del medio ambiente y sus recursos naturales (Barreto, 2014).

En cuanto a las comunidades Santa María poniente y Chan Santa Cruz, estas tienen un aprovechamiento maderable a menor escala que El Naranjal Poniente debido a la falta de maquinarias específicas para el corte de tablas, realizando únicamente actividades como la venta de rodales obtenidos en las tierras ejidales destinada a esos fines. Por su parte, algunos habitantes de Chan Santa Cruz en los últimos años han comenzado con la elaboración de artesanías a partir de bejucos (Figura. 10), las cuales se han dado a conocer a nivel local y estatal.



Figura. 10 Artesana de la etnia maya. Fuente: Periódico Por Esto, 2021.

Tabla. 3 Rasgos socioeconómicos de las comunidades de estudio.

Aspectos socioeconómicos	Naranjal poniente	Santa María poniente	Chan Santa Cruz
Población total	806	804	581
Población por género	428 M 378 H	407 M 397 H	291 M 290H
Índice de fecundidad (hijos por mujer)	3.6	2.5	2.9
Población que proviene fuera de Q. Roo	0.60%	0.60%	3.90%
Población analfabeta (total)	7.40%	12.50%	13%
Población analfabeta (hombres)	2.90%	4.10%	4.30%
Población analfabeta (mujeres)	4.40%	8.40%	8.70%
Población infante (0-5 años)	85	100	51
Jóvenes (6-14 años)	185	131	90
Adultos (15-59 años)	469	516	380
Ancianos (60 años o más)	67	57	60
Escolaridad con mayor porcentaje	Primaria	Primaria	Primaria
Porcentaje de población indígena	100%	100%	99.70%
Porcentaje que habla una lengua indígena:	87.50%	82.20%	85%
Porcentaje que no habla español	6.70%	14.60%	12.20%
Población ocupada laboralmente >12 años	58.80%	34.30%	35.80%
Número de viviendas particulares habitadas	206	202	157
Viviendas con electricidad	93.60%	95%	94.20%
Viviendas con agua entubada	95.60%	97%	97.40%
Viviendas con excusado o sanitario	77.60%	66.30%	81.50%
Viviendas con radio	48%	57.40%	54.70%



Viviendas con televisión	63.10%	58.40%	52.80%
Viviendas con refrigerador	36.80%	20.70%	47.70%
Viviendas con automóvil	5.30%	3.90%	8.90%
Viviendas con teléfono fijo	12.10%	4.90%	2.50%
Viviendas con teléfono celular	45.10%	31.10%	34.30%
Viviendas con internet	0.90%	2.40%	8.20%

Fuente: INEGI (2020), Pueblos de América (2022).

### 1.8.1.-La vivienda tradicional maya: materiales y construcción

La arquitectura de las viviendas mayas es particular por el uso de materiales y costumbres en su elaboración, requiriendo materiales como rocas, barro, bajareques, postes, horcones y palmas de huano que conforman el techo y cuerpo de la vivienda aunada a la técnica de recubrimiento de paredes con barro de tierra blanca (maya: *Zah cab*) o roja (maya: *Kancab*) dependiendo de su disponibilidad (Sánchez-Suárez, 2006).

Las viviendas en zonas rurales y mayas de Quintana Roo mantienen el uso de estos materiales por dos situaciones principales, primera la temperatura de la región y la segunda, la facilidad de acceso a los materiales para construirlas y mantenerlas.

En la vivienda maya la parte del solar permite distribuir áreas funcionales para la convivencia de la familia, la estancia principal, el baño, la cocina, palapas de descanso y bodega donde se resguarda el maíz seco o las herramientas, entre otras cosas, teniéndose en algunas ocasiones corrales para los animales de crianza y zonas para cultivo de hortalizas como, cilantro, rábano, chile o calabaza (Sánchez, 2006). Estas áreas carecen de piso firme (piso de concreto) para facilitar su limpieza y disminuir la temperatura, sin embargo, durante eventos de lluvia es fácilmente inundable, propiciando la pérdida de bienes materiales, de consumo y el desarrollo de enfermedades gastrointestinales y derivadas de arbovirus.

Por lo cual, las instituciones públicas llevan a cabo programas sociales para el mejoramiento, de las viviendas, además de la construcción de infraestructura pública más resistentes a fenómenos hidrometeorológicos a los que están expuestos, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pobladores, destacando en este sentido programas, tanto con financiamiento por parte de la federación como del estado e inclusive por el municipio, como fue el caso del proyecto láminas del bienestar para resarcir techos dañados por tormentas o por simple deterioro en las estructuras (Tabla. 4).

Tabla 4. Programas gubernamentales para el mejoramiento de la vivienda.

<b>Programa</b>	<b>Finalidad del programa</b>	<b>Fuente financiamiento</b>	<b>Año</b>
Piso firme	Reducir el número de viviendas con piso de tierra.	Estatal	2011-2016
Baño digno	Construir baños de concreto con lavabo e inodoro, para mejorar la calidad de vida de las familias más necesitadas y reducir el uso del baño al aire libre ( <i>Wan'ta</i> ).	Federal y estatal	2013-2014
Vivir mejor	Construcción de un cuarto de concreto para mejorar la calidad de las familias posibilitando con una vivienda que soporte de mejor manera los eventos hidrometeorológicos.	Federal y estatal	2014-2015
Baños rurales	Equipar y construir baños de concreto, para mejorar la calidad de vida de las familias más necesitadas.	Federal y estatal	2018-2020
Techo firme de lámina metálica	Brindar a las familias que más lo requieran un paquete de láminas de zinc, para reponer techos en malas condiciones o dañados en eventos de tormenta.	Estatal municipal	2018-2021

Fuente: Elaboración propia basado en: Quintana Roo al día, 2011; H. A., F.C.P., 2015; FONHAPO, 2016; CAPA, 2021; Diario poder y critica, 2021.

## **Capítulo II. Marco teórico-conceptual en el estudio de las inundaciones pluviales**

El sustento teórico en los estudios sociales repercute directamente en las formas del abordaje del problema y de las soluciones que puedan darse a este (Acosta, 2004). Cabe destacar que el presente estudio se centra en inundaciones pluviales, basado en la teoría estructuralista, bajo el enfoque de la geografía ambiental.

### **2.1.-Teoría estructuralista en el estudio del espacio geográfico y el riesgo**

La "teoría de la estructuración" enfocada al estudio del riesgo, fue desarrollada por el teórico social Anthony Giddens (Giddens, 1979, 1993, 1995), y ha sido considerada por algunos geógrafos como: Palom y Pujol (1996), Roselló (1999) y Pujol (2003) como una teoría enmarcada en el discurso en el que se menciona cómo diversos actores intervienen no solo en la construcción social del riesgo, donde inclusive se superponen postulados de Beck, (1999), sino que en ella el espacio toma un papel preponderante, siendo este último parte tanto del problema como de la solución.

Para Rodríguez, (2009), el hombre, dentro del estructuralismo, es un ser social que desempeña roles dentro de varias organizaciones, encontrando que esta teoría permite tener niveles jerárquicos dentro de una organización, aunado a la posibilidad de tenerlo de la misma manera dentro de un problema, como se puede observar en Nasreen (2004), donde se describen como los desastres por fenómenos naturales de Bangladesh (India) ocurren bajo una deficiente gestión institucional, también por la escasa cohesión social de los habitantes (actores) aunado a la ubicación geográfica de riesgo (escenario).

Si bien, existen teorías como la teoría de "la sociedad del riesgo" de Ulrich Beck, (1999), donde las problemáticas que aquejan a la sociedad, son analizadas bajo cuatro dimensiones: peligrosidad o amenaza, vulnerabilidad, exposición e incertidumbre, dicha teoría mantiene una postura ampliamente crítica, enfocada a la explicación del riesgo bajo un enfoque Marxista, donde en cada paso de la

investigación se disuelven, aspectos apreciativos de la sociedad y sus lazos de interrelación (Del Moral-Ituarte y Mateos, 2002; Montenegro, 2005).

En alusión a lo anterior, se opta por conducir la presente tesis, bajo ciertas premisas de la teoría “*estructuralista en el estudio del espacio geográfico y el riesgo*”, puesto que se buscó el desarrollo de estrategias para prevenir y reducir el impacto de las inundaciones, mediante la caracterización de las inundaciones aunado al estudio de la vulnerabilidad social, considerando a los habitantes afectados como actores principales en la problemática y a la autoridad local como secundarios (cuya importancia subyace en la facultad para la gestión que poseen) y al pueblo como el escenario donde se desarrolla la interacción hombre-ambiente. Por otra parte, dicha teoría, por su origen epistemológico consiste, en conceptualizar al espacio como una estructura de integración social-cultural y ambiental (Acosta, 1993; Bárcena y Torres, 2019), que permite el desarrollo de una investigación bajo el enfoque metodológico mixto (cualitativo-cuantitativo) que enriquece la investigación con aspectos cualitativos como la percepción del peligro y la autocalidad para hacer frente a la amenaza, lo que conlleva a tener una visión más integral de la problemática y por ende de las posibles soluciones.

### **2.1.1.-La teoría estructuralista en estudios empíricos de vulnerabilidad social ante inundaciones**

A pesar de la limitada investigación sobre la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales en entornos rurales bajo el enfoque estructuralista, se resaltan estudios significativos. En Bárcena y Torres (2019), se aborda el desarrollo social de culturas latinoamericanas en crecimiento, proponiendo un enfoque alternativo (neo-estructuralista) más racional y equitativo con el medio ambiente. Este enfoque busca prevenir y mitigar riesgos naturales, como inundaciones, deslaves y sequías, fortaleciendo comunidades y colaborando con el estado en estrategias de desarrollo social armoniosas con el entorno. Turner et al., (2003) sugiere, desde una perspectiva estructuralista, el uso del Modelo de Presión y Liberación (PAR) para estudiar la vulnerabilidad social ante inundaciones, considerando la implementación de herramientas SIG para la obtención de datos geográficos. No obstante, se destaca

la limitada aplicabilidad del modelo en entornos rurales debido a restricciones en fuentes de información, lo que puede generar sesgos en los resultados.

Por otra parte, en Török, 2018, se describe bajo el enfoque estructuralista, el nivel de vulnerabilidad social ante inundaciones mediante el modelo de vulnerabilidad social SoVI aunado a mapeo mediante SIG y la técnica PCA en las zonas rurales de Rumania, encontrando que no existe un único enfoque epistemológico ni un catálogo universal de indicadores para estimar la vulnerabilidad social, concluyendo que la vulnerabilidad depende en gran medida de cada contexto socioeconómico, demográfico, político y cultural. Pero encontrando como en otros estudios que rasgos como: la alta tasa de pobreza y el acceso limitado a recursos y servicios, reduce la capacidad de hacer frente al impacto de los peligros naturales.

Entre los trabajos más recientes, se destaca el de Udo y Naidu (2023), quienes adoptan el estructuralismo y postestructuralismo como enfoques principales de investigación. El estudio revela que el enfoque político para el desarrollo económico no ha generado mejoras significativas en los medios de vida ni en la capacidad de adaptación de las mujeres en un entorno rural marginado como Durban en la costa este de Sudáfrica, destacando que, ante las inundaciones, las mujeres en este contexto buscan fortalecer sus capacidades como estrategia de afrontamiento.

### **2.1.2.-Teoría general de riesgos y desastres ambientales**

En lo referente a la "Teoría General de Riesgos y Desastres Ambientales", esta teoría se destaca por integrar preceptos de naturaleza socio-ambiental. Asimismo, posibilita abordar, en cierta medida, la percepción de los habitantes afectados por desastres de inundación pluvial, permitiendo así llevar a cabo investigaciones que logren identificar los factores tanto naturales como sociales que inciden en el desarrollo de las inundaciones y sus consecuencias.

Esta teoría, de reciente creación y originada a mediados del siglo XX, coincide cronológicamente con las primeras aproximaciones científicas en geografía y riesgo. Su alcance abarca percepciones, comportamientos y condiciones socioeconómicas de las comunidades. Bajo un enfoque estructuralista, el análisis

se fundamenta en la estructura social, la forma institucional y la cultura, como indicado por Rubiano (2009).

Los preceptos de la teoría ya mencionada se basan en ciertos principios sustentados en trabajos realizados por Kates y White (1961) y White (1945a, 1956b, 1958c, 1960d, 1975e). Relacionándose el primer principio con la intención de mantener al mínimo el impacto de las amenazas, integrando medidas estructuradas, que involucran y favorecen la reducción del riesgo socioambiental. El segundo principio, con la integración de factores ambientales en la construcción teórica de amenaza y riesgo. Donde un precepto que puede considerarse por sí mismo un principio es la percepción social del medio físico, sin embargo, White para fines de la teoría del riesgo y desastre lo integra en la hegemonía “amenaza-riesgo-percepción social”.

Por último, la teoría integra cuatro factores implícitos en la explicación de los fenómenos de riesgo y desastre socio-ambiental que permiten ilustrar las diferencias y variaciones entre lugares en cuanto a la percepción del riesgo y desastre: 1) rasgos físicos del riesgo natural (origen del riesgo), 2) tiempo y severidad de los daños sufridos, así como el impacto psicopersonal, 3) características de las decisiones en la gestión de soluciones al impacto del riesgo, y 4) rasgos de la personalidad de los individuos afectados (White, 1975).

## **2.2.-Enfoque geográfico**

### *2.2.1.-Geografía y los riesgos*

Los estudios del riesgo en la geografía pueden ser estudiados desde diversos marcos referenciales, uno de los más empleados en la actualidad y que aún se encuentra en vías de consolidación (Vieyra, 2011), es la perspectiva de la geografía de los riesgos bajo la teoría general de los desastres (White, 1975). Se podría mencionar que el estudio de riesgos y desastres como tema científico tuvo su origen y reconocimiento hasta mediados del siglo XX, sustentándose dicho reconocimiento en textos geográficos, históricos y naturales, lo que mantiene a la teoría general de

los desastres como un producto de las experiencias de las sociedades y de la indagación territorial (Martínez, 2000).

Algunos autores, como Capel 1980, mencionan que, bajo un enfoque geofísico, la gestión del desastre y riesgo busca:

*“Explicar cómo y por qué existían fenómenos que alteraban la evolución de la superficie de la tierra y a su vez dichos fenómenos modifican las conductas humanas y la interacción social” (Capel, 1980, p. 27).*

Cabe destacar que las primeras aproximaciones científicas geográficas que se tuvieron del riesgo y desastre surgieron de la mano de estudios geológicos como la obra de Maller en 1975 titulada *“Seismic map, with wave paths and isoseismical curves”*, para posteriormente integrar a estas evaluaciones los mapas temáticos y modelos con variables mixtas como la hidrografía y el clima, lo que permitió un acercamiento mayor en la identificación de zonas de alto riesgo de desastre (Rubiano, 2009). A partir del año 2000 se integran a estos postulados de las teorías sistémicas, integradoras u holísticas, con la finalidad explicar y comprender los riesgos y desastres, las dimensiones físicas, biológicas, ecológicas, económicas, sociales, culturales, políticas e institucionales, con el propósito de crear escenarios predictivos y preventivos.

En términos generales, son tres grandes enfoques geográficos (Figura. 11) desde los que se abordan los estudios del riesgo:

- *Enfoque físico:* se preocupa por los fenómenos del medio ambiente que generan, propician y manifiestan la acción del riesgo como; la ubicación geográfica, el relieve, los caudales, entre otros, estudiando estos fenómenos de forma multidisciplinaria (hidrología, climatología, edafología, geología, geomorfología entre otras), dejando de lado la acción antropogénica y socioeconómica de los núcleos urbanos o rurales.

- *Enfoque social:* bajo este planteamiento lo más relevante resulta ser el aspecto social, partiendo de la afectación cognoscitiva y apreciativa del sujeto, dejando de lado el aspecto físico, considerándolo solo como el escenario donde se desarrolla la interacción social y el desastre. El objetivo de este enfoque es la comprensión de las condiciones sociales y culturales de las comunidades, que dan respuestas a las experiencias con propósitos de educación y actuación ante los riesgos.
- *Enfoque sistémico:* son aquellos dirigidos fundamentalmente hacia la explicación y la comprensión de los sistemas ambientales y humanos, se centran en la búsqueda del conocimiento, proyectando diferentes escenarios.



Figura. 11 Enfoques geográficos en el estudio de riesgo de desastre. Fuente: Perry y Montiel, 1996. Edición propia.

En alusión a lo anteriormente mencionado, se considera el enfoque sistémico (social-ambiental) como el que permitirá conducir la tesis hacia un análisis integral de los factores que favorecen el riesgo ante inundaciones pluviales y que a su vez posibilitará un mayor entendimiento de dicha problemática, puesto que se podrá analizar desde el aspecto físico del espacio habitable hasta el factor apreciativo de la amenaza por medio de la percepción de los afectados.



### 2.2.2.-Geografía ambiental

La geografía como ciencia ha evolucionado desde sus orígenes (Cuadra, 2014; Castree *et al.*, 2016), la cual ha dado lugar a múltiples enfoques dentro de esta ciencia, entre estos enfoques tenemos uno que aún podría considerarse emergente la llamada geografía ambiental el cual derivado a su amplio campo de acción resulta ser clave en las investigaciones de:

Temas en boga como los riesgos, la vulnerabilidad, la biodiversidad con base en la distribución territorial, la planificación y uso de suelo, los análisis de paisaje, tenencia y acceso a los recursos, manejo de cuencas y cambio de cobertura, entre otros. Encontrando estos temas un enfoque que profundice en ellos, en la geografía ambiental (Cooke 1992; Castree *et al.*, 2009).

En los estudios de riesgo y vulnerabilidad, el enfoque ya mencionado, resulta ampliamente explicativo para todos aquellos detalles necesarios para la identificación y análisis de los fenómenos implicados en los riesgos tanto naturales como antrópicos (Rubiano, 2009; Cutter *et al.*, 2012), lo anterior derivado a que este enfoque posee una dialéctica que visualiza a la sociedad como una amalgama de factores naturales y sociales, por lo que los fenómenos estudiados bajo esta premisa son explicados de forma integral coadyuvado de la geografía física y la geografía humana, cuestión fundamental en los estudios referentes al riesgo y vulnerabilidad socio-natural y aún más en los enfocados a la gestión del riesgo, donde según Ponvert-Delisle *et al.*, (2007) “la gestión del riesgo es el resultado de estudios de factores; sociales, naturales, económicos y políticos dentro de una sociedad”. Partiendo de esas palabras es menester para estudiar fenómenos de esta índole, abordarlos con el enfoque más integral posible, siendo para fines de la presente tesis el enfoque de la geografía ambiental, el que mejor satisface esta necesidad, dado que se busca identificar características físicas, sociales y técnico-gubernamentales que incidan en la gestión del riesgo ante inundaciones.

## 2.3.-Fundamentos conceptuales

### 2.3.1.-Conceptualización del riesgo

Entre los principales exponentes que analizan y conceptualizan el “riesgo” destaca bajo un enfoque estructuralista el sociólogo Londinense Anthony Giddens, quien menciona que el origen de la palabra “riesgo” puede atribuirse a la civilización árabe de los siglos XV y XVI, cuya palabra era *rizq* que posteriormente fue adaptada al italiano como el vocablo *rischio* por lo que el origen de la palabra resultaría relativamente reciente (Giddens, 1974, 1999, 2000).

Para Giddens (2000) los riesgos se dividen en externos, provenientes de la naturaleza, las ideas de la tradición y los manufacturados, o creados por el impacto del conocimiento sobre el mundo, es decir, aquellos sobre los que no tenemos experiencia histórica para afrontarlos; a estos últimos pertenecen los riesgos medioambientales. Los riesgos nuevos o manufacturados se superponen con los tradicionales como las hambrunas, las inundaciones, los cuales, pueden de todas formas obedecer a situaciones causadas por los seres humanos, por lo tanto, los riesgos pueden ser considerados como el resultado de malas prácticas institucionales (Beck, 1996; Petersen, 1997; Giddens, 2000).

Desde la perspectiva geográfica, el riesgo enmarca una importancia particular como objeto de estudio, pues resulta ser un atributo intrínseco del hombre y la naturaleza. Las interacciones hombre-naturaleza, como regla, se ven inmersas en la necesidad de generar aprovechamiento del medio, modificación del entorno y desarrollo de comunidades, y todo lo anterior conduce al hombre a situarse en una condición de riesgo tanto ambiental como social (Lacoste, 1982). Entre los autores contemporáneos destaca White *et al.* (1958), quienes hacen mención sobre los cambios producidos por los asentamientos humanos en las llanuras inundables del oeste de los Estados Unidos, donde se manifiesta una notable alteración del medio, resaltando que esta modificación podría conducir a sus habitantes a un nivel de riesgos elevado, ya que las condiciones del medio resultan inadecuadas para el desarrollo de un gran número de personas.

Derivado de los diversos trabajos realizados por White sobre el riesgo socioambiental, él se formula una pregunta que ha marcado los estudios del riesgo geográfico, ¿Cuáles son los componentes del riesgo?, para Soldano, 2009 esto se puede formular a partir de las comunidades humanas incapaces de prevenir, enfrentar y mitigar un fenómeno catastrófico en las comunidades humanas (vulnerables), expresando matemáticamente este riesgo con la fórmula (Riesgo= amenaza X vulnerabilidad).

Cabe destacar que en la ecuación anterior el riesgo es producto de una amenaza física, la cual puede ser: un sismo, huracán, deslave, tsunami, inundación, entre otros, y la vulnerabilidad social está vinculada con factores como: el nivel económico, la infraestructura pública, los materiales de la vivienda, el nivel educativo, entre otros que permiten un mayor impacto de las amenazas (Soldano 2009; Gómez-Muños, 2019).

*Para algunos autores “el riesgo de un desastre es la probabilidad de que ocurra un desastre, incluyendo en la evaluación de un riesgo, la evaluación de la vulnerabilidad y predicción del impacto, teniendo en cuenta los umbrales que definen riesgo para una sociedad determinada” (Aronsson-Storrier, 2021, p. 378).*

En México, el vocablo riesgo, en las últimas décadas, se ha situado como un eje relevante en los estudios, políticos, económicos y sociales. El hablar de riesgo, tanto en las sociedades orientales como occidentales, ocasiona una conceptualización mental de diversas condiciones climáticas, económicas, políticas, culturales, infraestructurales y ecosistémicas que pueden influenciar de forma negativa el estilo de vida de una comunidad urbana o rural (SEMARNAT, 2018; Ruiz-Rivera *et al.*, 2015).

Para fines del presente trabajo, la definición de riesgo empleada será la de Soldano (2009) es decir, riesgo, como una condición derivada del grado de la amenaza y el nivel de resistencia a ella, es decir vulnerabilidad. Además, se tomará un fragmento de la definición de Aronsson-Storrier (2021): “la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas”. Dichos conceptos fueron elegidos derivado a la condición cuantitativa con la que explican el riesgo de

una comunidad, considerando en este sentido que el riesgo a explicar son las inundaciones pluviales.

Los eventos físicos y la vulnerabilidad son entonces los llamados factores del riesgo, sin los cuales el riesgo de desastre no puede existir. A la vez, es necesario reconocer que no todo nivel de riesgo de daños y pérdidas puede considerarse riesgo de desastre (Wilches-Chaux, 1993).

Para lograr limitar, mitigar, reducir, prevenir o controlar el riesgo es fundamental comprender e identificar los componentes del riesgo que desde cierta perspectiva se pueden definir como condiciones físicas y sociales que propician el desarrollo del riesgo (Lavell *et al.*, 2003) (Figura. 12; Tabla 5).

**E  
v  
e  
n  
t  
o  
s  
  
f  
í  
s  
i  
c  
o  
s  
  
d  
a  
ñ  
i  
n  
o  
s**

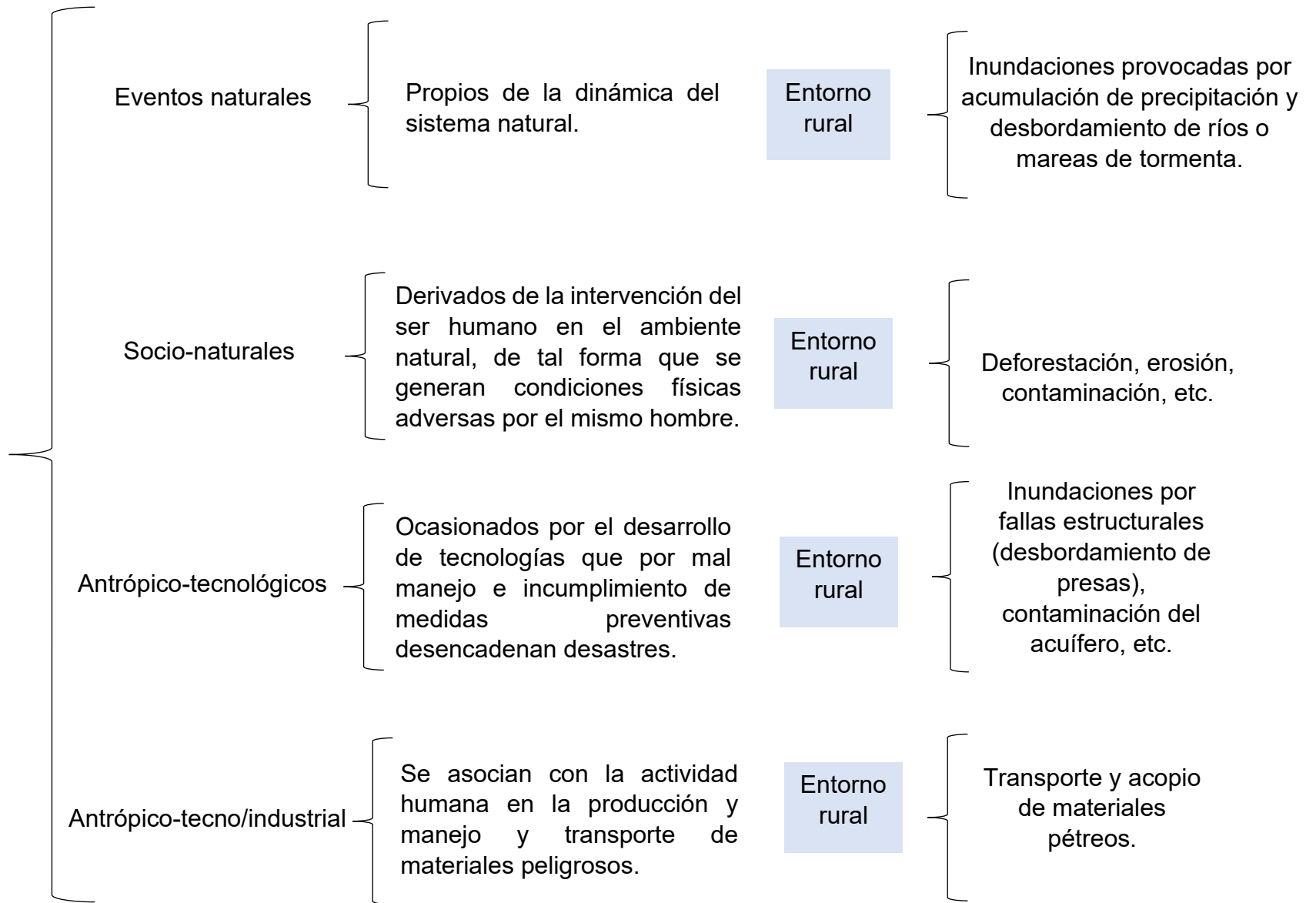


Figura. 12 Esquema clasificación de eventos físicos dañinos. Tomado de Lavell (1996), edición propia.

Tabla. 5 Categorías inmersas en el decremento o incremento del riesgo.

Categorías que incrementan el riesgo y vulnerabilidad social	Fundamento teórico e implicación de la categoría en la gestión de riesgo
Tipo de vivienda	Los materiales poco resistentes, como lámina de cartón recocida y madera, incrementa el riesgo/vulnerabilidad y disminuye la resiliencia (Ruiz-Rivera, 2012).
Nivel educativo	Permite obtener empleos mejor remunerados, así como comprender el posible impacto de un fenómeno natural (desastre) sobre el estilo de vida (Núñez y Espinosa, 2005).
Acceso a servicios básicos de agua y electricidad	Conceden a las comunidades una buena higiene y sanitación de su medio (agua), confiere mayor autonomía en el desarrollo de actividades caceras (electricidad) (Soares y Gutiérrez, 2012).
Acceso a medio de transporte	Autos particulares y el transporte público facilitan atención oportuna ante un desastre (Demoraes, 2002).
Acceso a servicios básicos de salud	La atención médica permite paliar efectos secundarios a la salud posterior a un desastre (Hijar et al., 2016).
Acceso a servicios de telecomunicación	El Acceso a telecomunicaciones permite el conocer de manera oportuna las acciones a tomar antes, durante y después de un evento de desastre (Gutiérrez-Verduga, 2018).
Acceso a infraestructura peatonal	Permite la óptima comunicación terrestre entre comunidades, así como una oportuna y rápida evacuación ante desastres (Soares y Gutiérrez, 2012).
Acceso a drenaje pluvial y alcantarillado	Permite la óptima filtración del agua, así como prevenir las inundaciones (Perevochtchikova y De la Torre, 2010).
Distancia con la carretera federal	El Acceso a vías de comunicación federal permiten una oportuna evacuación ante desastre y una pronta entrega de apoyos gubernamentales (Luján-González, 2015).
Distancia con la cabecera municipal	La distancia a un centro urbano facilita el acceso a apoyos gubernamentales después del embate de desastre (Luján-González, 2015).
Acceso a alimentos de canasta básico	El acceso a fuentes de alimentos permite el abastecimiento oportuno ante un desastre, permitiendo de esta manera hacer frente a una amenaza de riesgo de desastre (Córdova-Aguilar, 2020).

### *2.3.2.-Conceptualización de la amenaza*

Las amenazas se definen como una eventualidad natural o producto de la acción humana con un potencial de peligro (Cardona, 2011), en la última década la amenaza por fenómenos hidrometeorológicos como, las nevadas, sequías, huracanes, precipitaciones extremas e inundaciones, han ido en aumento derivado al cambio climático (Arnbjerg et al., 2013; Ohba y Sugimoto, 2019), sobresaliendo en este contexto las inundaciones producto de diversos eventos climáticos, ya sean estos sistemas frontales o tropicales (Rimi et al, 2019; Solari et al., 2022), desencadenando problemáticas como, el encarecimiento de alimentos y la migración en busca de nuevas oportunidades para la subsistencia (Barrios et al., 2006; Altamirano, 2021).

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en los últimos 50 años las principales catástrofes internacionales se encuentran ligadas a eventos de sequías extremas e inundaciones, siendo estas últimas causantes de más de 58, 700 decesos, además de producir pérdidas económicas de alrededor de los 377, 500 millones de dólares tan solo en naciones europeas (OMM, 2022). Por su parte, en América Latina se han registrado en las últimas dos décadas 548 eventos de inundaciones, dejando pérdidas económicas por más de 1,000 millones de dólares, aunado a las más de 53 millones de personas afectadas, por lo que se ha llegado a considerar ha dicho fenómeno como uno de los causantes de catástrofes naturales más costosos, debido a la variedad de daños que logra causar donde sobresalen daños en activos físicos y ambientales, incluidas zonas de cultivo y viviendas (ONU, 2020).

A nivel nacional, la amenaza por inundaciones en las áreas urbanas y rurales ha presentado una tendencia de ir en aumento; ya que, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) entre el año 2000 al 2020, el 90% de las declaratorias de emergencia y desastre fueron producto de las inundaciones (CENAPRED, 2021). Las cuales dejaron daños económicos que afectaron no solo a las comunidades urbanas y rurales con pérdidas materiales (Gómez et al., 2022), sino también al sector agrícola. Ejemplo de ello la pérdida de

573,159 hectáreas de maíz siniestrado entre 1997 y el 2007, que repercutió en la seguridad alimentaria de campesinos, al ser, en su mayoría, tierras cultivables para autoconsumo (CENAPRED, 2014; FAO, 2015; Arteaga y Burbano, 2018).

En este sentido, las comunidades rurales son las que habitualmente sufren mayores afectaciones ante eventos de inundación a causa de las condiciones de vida que les subyace (Maldonado y Cocco, 2011; Soares, Sandoval-Ayala, 2016). Para comprender mejor los eventos de inundación se han desarrollado clasificaciones para estas, entre las más empleadas a nivel nacional se encuentra la del CENAPRED (2014) (Tabla. 6):

- *Inundaciones pluviales*: ocurren cuando la cantidad de precipitación supera la capacidad de infiltración del suelo, saturando el terreno y por ende el excedente de lluvia comienza a acumularse, permaneciendo sobre el suelo dicha acumulación por horas o días. Se caracteriza por únicamente presentar acumulación de agua sobre el terreno producto de precipitación y no por alguna otra causa.
- *Inundaciones fluviales*: Este tipo de inundación tiene lugar cuando las aguas de ríos, arroyos, lagos o lagunas se desborda, anegando las áreas próximas a estas. En contraste con las inundaciones pluviales, la anegación del terreno puede darse como un subproducto de precipitaciones, es decir, la precipitación satura alguna parte de la cuenca tributaria, produciendo la crecida del volumen de agua en algún lugar de ella y no precisamente donde ocurrió la precipitación.
- *Inundaciones costeras*: Es un tipo de inundación propio de la zona costera, ocurriendo cuando el nivel medio del mar asciende producto de mareas intensas aunado al oleaje intenso provocado por fuertes vientos, logrando de esta forma que el mar penetre tierra adentro anegando zonas adyacentes a él. Esta inundación tiene lugar cuando existe la presencia de fenómenos hidrometeorológicos cercanos a la línea de costa, pues la intensidad de los vientos de este genera un mayor y más alto oleaje aunado a la posible precipitación que pueda acarrear.



La presente investigación se centra en las inundaciones pluviales, del corredor “Naranjal Poniente-Chan Santa Cruz (Tabla. 12), por lo que para comprender de mejor manera la causa de estas inundaciones, se describe a continuación la clasificación de la precipitación por su intensidad en 24 horas. CENAPRED (2014).

Tabla. 6 Clasificación de lluvias por intensidad y su afectación. Fuente: basado en CENAPRED, 2014.

Clasificación	Intensidad	Afectación general
Lluvias intensas	Lluvia mayor de 70 mm	Grandes afectaciones por días
Lluvias muy fuertes	Lluvia entre 50 y 70 mm	Lo anterior y anegación dentro del hogar
Lluvias fuertes	Lluvia entre 20 y 50 mm	Lo anterior y humedad en hogar
Lluvias moderadas	Lluvia entre 10 y 20 mm	Anegación de predios
Lluvias ligeras	Lluvia entre 5 y 10 mm	Encharcamientos mayores
Lluvias escasas	Lluvia menor de 5 mm	Encharcamientos

### 2.3.3.-Conceptualización de vulnerabilidad social

El origen del concepto vulnerabilidad, se remonta a la década de 1970, con la finalidad de satisfacer dialécticamente temas relacionados con la afectación de poblaciones por eventos naturales como, huracanes, terremotos, inundaciones, etc., sin embargo, es hasta la década de los 80’s cuando dicho concepto toma un enfoque social, dando lugar a la vulnerabilidad social (Gázquez, 2021), cuyo eje central para la comprensión de las sociedades vulnerables involucra procesos socioeconómicos de desigualdad y pobreza (Murguialday *et al.*, 2000).

Resaltando como uno de los primeros exponentes de la vulnerabilidad global a Wilches-Chaux (1993), quien la define como la incapacidad de un grupo humano para adaptarse a un cambio abrupto en el ambiente. Concepto complementado por Cutter *et al.* (2003) al integrar en él, las características sociales que le modifican como, el nivel socioeconómico, la vivienda, el acceso a servicios básicos, la institucionalidad, la exposición, la cultura, los rasgos psicológicos, entre otros.

En alusión a lo anterior, se puede apreciar que el concepto de vulnerabilidad social está constituido por dos componentes, el primero hace alusión al aspecto físico

comprendido por las manifestaciones naturales del sistema, sobre el segundo componente que a su vez está constituido por el aspecto humano y social, que al interactuar dan lugar a procesos catastróficos (Coy, 2010), produciendo en este sentido la vulnerabilidad social, procesos de cambio, evolución social, adaptación, crecimiento e inclusive desarrollo en las comunidades (Lavell, 2000; Gordillo, 2009).

La vulnerabilidad social es un concepto complicado de entender por qué tiene muchas variables físicas y aspectos abstractos que pueden afectar a la sociedad. Algunos autores como Douglas (1986) y García-Acosta (2005) dicen que la vulnerabilidad social no solo es física, sino también aspectos abstractos que pueden afectar a la sociedad. En relación con esto, autores como Vogel y O'Brien (2004) mencionan la multidimensionalidad de la vulnerabilidad social haciendo alusión en su obra a aspectos como, la gobernanza, la institucionalidad y la exposición física, por su parte, Navarro *et al.*, (2020) empleando un análisis multicriterio destaca aspectos como, el estatus socioeconómico, el grupo étnico, el género, la edad, la educación, la estructura familiar, las redes sociales, entre otros, mencionando de esta manera que la vulnerabilidad social es un constructo social que engloba múltiples factores para su análisis.

Respecto a los componentes interdisciplinarios, la vulnerabilidad se define por factores múltiples, por ello, recurre a diversos enfoques, siendo los enfoques primarios el enfoque social y el enfoque natural o ambiental. Dichos enfoques permiten abordar los estudios de vulnerabilidad mediante diferentes disciplinas (Figura. 13) (Tabla. 7), ya sea de forma puntal o en forma mixta (multidisciplinario).

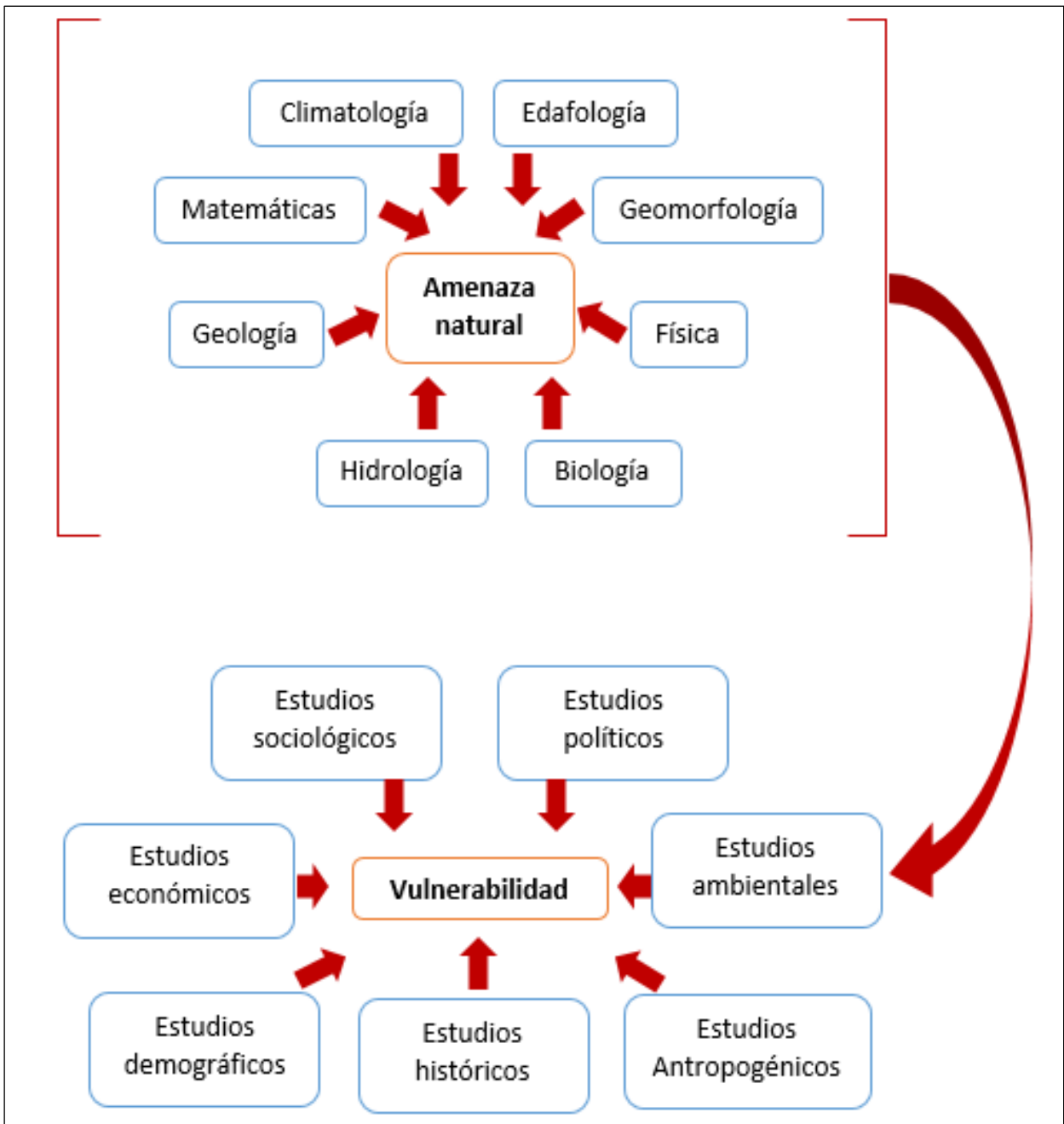


Figura. 13 Esquema de los diferentes componentes de la vulnerabilidad. Fuente: modificado de Rubiano, 2015.

Tabla. 7 Tipos de vulnerabilidad a nivel dimensional internacional y local.

Dimensión de vulnerabilidad global	Presencia de información de la dimensión en las comunidades de estudio	Características de la manifestación
Económica	Presente	Falta de empleo, trabajos precarios, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral, falta de autonomía económica, rezago de apoyos gubernamentales para el campo.
Política	Ausente	Mala comunicación en los sectores gubernamentales y burocráticos, deficiencia en toma de decisiones.
Social	Presente	Sectorización de grupos sociales, desigualdad en oportunidades laborales.
Ideológica	Ausente	Divergencia en dogmas eclesiásticos, y preferencias políticas.
Educativa	Presente	Bajo grado académico en la sociedad, poca cobertura educativa.
Tecnológica	Presente	Escaso acceso a tecnologías de telecomunicación e internet.
Física	Ausente	Ubicación geográfica, exposición a fenómenos, pocas vías de comunicación, aislamiento de comunidades.
Cultural	Presente	Riqueza de creencias socio-culturales.
Infraestructurales	Presente	Materiales de construcción de poca durabilidad, limitado acceso a servicios públicos.

Tomado de Ferrari, 2012, edición propia.

## **2.4.-Antecedentes teóricos en el estudio de la vulnerabilidad**

El estudio de la vulnerabilidad ha sido muy dinámico en los últimos años, en específico, al hablar de vulnerabilidad social se ha “*tenido un amplio desarrollo teórico en los últimos 30 años*” (Maldonado y Cocco, 2011, p. 83). A causa del progreso y la ampliación del concepto de vulnerabilidad, resulta complejo abordar su definición. En Kumpulainen (2006) se encuentra una definición delimitada de ella, abarcando la vulnerabilidad a la susceptibilidad de un individuo o colectivo ante amenazas naturales o tecnológicas, abarcando tres dimensiones (económica, social y ecológica) para su análisis. Por otra parte, para Lavell (2001) la vulnerabilidad se relaciona de forma implícita con los rasgos distintivos de la sociedad y que tales características, generan una predisposición a sufrir daños ante un evento físico, además de dificultar la recuperación post-emergencia.

Como ya se ha mencionado, el concepto de vulnerabilidad es complejo y vasto, sin embargo, la gran mayoría de los investigadores que la han estudiado coinciden en que está, es producto de la interacción amenaza-sociedad (Wilches-Chaux, 1993; Blaikie et al., 1996; Campos 1998; Giddens, 1999; Lavell, 2001; Kumpulainen, 2006; Beck, 1996a, 2000b). Para Giddens (1999) el ambiente es el espacio (escenario) donde se desarrolla la interacción hombre-ambiente y por ende los actores en la obra del desastre son los habitantes en sociedad. Por lo tanto, para la presente tesis el concepto de vulnerabilidad será un constructo, basado en Kumpulainen (2006) y Giddens (1999), teniendo de esta forma que para el presente trabajo la vulnerabilidad será, la susceptibilidad de una sociedad a sufrir afectaciones por una amenaza (inundación), en un espacio geográfico definido por el escenario de interacción social (límites del asentamiento humano).

Ahora que ya se ha abordado el concepto es importante señalar, lo que Roberts *et al.*, (2009) y Cutter *et al.*, (2012) llaman componentes de la vulnerabilidad, siendo estos las dimensiones en las que pueden ser clasificados los rasgos que componen las sociedades. Desde los primeros trabajos de vulnerabilidad se destacaban dimensiones como la económica, social y físico-estructural (componentes de la vivienda) (Wilches-Chaux, 1992; Kaztman, 2000; Lavell, 2001), sin embargo, así

como el concepto ha evolucionado también lo ha hecho el nivel de desagregación de las dimensiones, encontrando actualmente dimensiones como: la cultural, ideológica, apreciativa, organizativa, ambiental, tecnológica, política, emocional, etc., (Golovanevsky, 2007; Arredondo *et al.*, 2010; Bohórquez, 2013; Ospina y Jiménez, 2018).

Esta evolución tanto teórica como metodológica ha permitido una mayor aproximación a la realidad de la vulnerabilidad de las comunidades, por lo que resulta conveniente discutir el enfoque de la vulnerabilidad global de Wilches-Chaux, que si bien, dicho enfoque surge hace más de 20 años, como su nombre lo indica ya englobaba diversas dimensiones para el análisis de la vulnerabilidad como lo son: la cultural, social, económica, política, física, técnica, ideológica e institucional, lo que permite una investigación más integral de la vulnerabilidad, sin embargo, este tipo de enfoque resulta ser difícilmente abordado en los estudios de entidades marginales irregulares o rurales derivadas a la poca información gubernamental de la que se dispone (Mussetta *et al.*, 2017).

## **2.5.-Antecedentes empíricos en el estudio de vulnerabilidad ante inundaciones**

En Barrenechea *et al.*, (2000), los autores indican que derivado a la poca información institucional fue necesario el desarrollo de un instrumento para la recaudación de datos en campo, por lo que es apreciable que en ocasiones las limitantes pueden cambiar el curso de una investigación. Por otra parte, el implementar indicadores extraídos de datos institucionales usados en una escala de análisis grande a estudios locales conduciría *“a homogenizar y simplificar realidades, desdibujando problemas estructurales que definen los territorios y la vulnerabilidad de sus comunidades”* (Mussetta *et al.*, 2017, p. 142).

Con la finalidad de comprender los factores implícitos en los eventos de inundación ocurridos en el barrio Etchepare de la ciudad de Trelew, en el periodo de tiempo 1992 y 1998, Ferrari (2011) hace uso de la Teoría Social del Riesgo, analizando las dimensiones: peligrosidad, vulnerabilidad social, exposición e incertidumbre, circunscritas bajo este enfoque teórico. De acuerdo con Natenzon *et al.*, 2003, para

que un estudio de peligrosidad pueda estar basado en el enfoque de la teoría social es necesario el abordaje integral de las dimensiones ya señaladas.

Hablar de vulnerabilidad humana, para algunos autores es hablar de un factor determinante del riesgo, lo anterior debido a que las investigaciones donde se analiza el riesgo proceden de bases fundamentalmente positivistas (Catalán-Vázquez y Jarillo-Soto, 2010); por lo que al incluir en este tipo de estudios las variables sociales, presenta cierto grado de confusión ante el choque de paradigmas cuantitativos y cualitativos (Rosello, 2010).

Ha habido un debate constante en la investigación sobre riesgo y peligrosidad, donde dos enfoques principales han competido: el cualitativo y el cuantitativo. Por un lado, algunos académicos han abogado por un enfoque cualitativo, que se centra en la comprensión en profundidad de las experiencias humanas, las percepciones y las narrativas en torno a los eventos de riesgo, como las inundaciones. Por otro lado, se ha sostenido una perspectiva cuantitativa, que se apoya en datos objetivos y estadísticas para medir y evaluar los riesgos.

Sin embargo, se ha observado que una visión polarizada de estos enfoques puede limitar nuestra comprensión completa de las afectaciones sociales y físicas de las inundaciones. Algunos investigadores, como Kirby (1990), Ribas-Palom y Saurí-Pujol (1996) y Saurí (2003), han abordado esta dicotomía y han concluido que una postura mixta que integra tanto elementos cualitativos como cuantitativos ofrece ventajas significativas.

La postura mixta combina la riqueza de los datos cualitativos, como entrevistas, observaciones y análisis de narrativas, con la precisión de los datos cuantitativos, como mediciones de caudales, niveles de agua, daños materiales y estadísticas demográficas (Saurí, 2003). Esto permite una comprensión más profunda y matizada de cómo las inundaciones afectan a las personas y las comunidades.

Un aspecto crucial de esta perspectiva mixta es que no se limita solo a la recopilación de información, sino que busca una comprensión más completa de la realidad del problema. Al considerar la percepción de las personas afectadas, se

pueden capturar las dimensiones subjetivas de la experiencia de una inundación, como el miedo, la ansiedad y la percepción de la vulnerabilidad. Al mismo tiempo, se pueden analizar datos cuantitativos para evaluar el alcance y la magnitud de los impactos físicos y económicos.

En última instancia, esta postura mixta enriquece la investigación al proporcionar una visión más integral de las afectaciones sociales y físicas de las inundaciones. Ofrece una comprensión más completa de cómo las comunidades enfrentan y se adaptan a los riesgos, lo que es esencial para el desarrollo de estrategias de gestión de desastres más efectivas y la toma de decisiones informadas. En lugar de verse como enfoques opuestos, la combinación de lo cualitativo y cuantitativo se convierte en un enfoque complementario que amplía nuestro conocimiento y apreciación de la complejidad de los problemas relacionados con las inundaciones y otros eventos de riesgo.

A nivel internacional se destacan trabajos como el de Clarck *et al.*, (1998) donde mediante un enfoque cualitativo, se caracterizan las viviendas, así como rasgos sociales de la comunidad, con la finalidad de analizar la vulnerabilidad y exposición física ante inundaciones por mareas de tormenta en la reserva Massachusetts.

Al hablar del estudio geográfico donde las inundaciones que afectan a la sociedad son el objeto de estudio, resulta imprescindible mencionar el trabajo de Bechler-Carmaux, Mietton y Lamotte (2000) realizado en Niamey, Níger (África), donde mediante métodos mixtos, bajo un aproximado enfoque geográfico-ambiental, cartografían la vulnerabilidad y estiman el peligro, para la estimación del riesgo de inundación, se destaca la acción social en la construcción de la cartografía, así como la concepción teórica donde el riesgo es producto de la interacción hombre-naturaleza, en este caso comunidad/río, infiriendo de ello que el riesgo es una construcción social como menciona Beck (2000).



A nivel nacional en México, existe trabajos que se enfocan en el análisis de eventos de inundación, sin embargo, en su mayoría concentradas en zonas urbanas y relacionadas con inundaciones fluviales (CENAPRED, 2021). Un ejemplo de lo anterior lo encontramos en Alfie-Cohen y Castillo-Oropeza, (2016), quienes bajo la geográfica crítica, analizan las inundaciones de 2011 en ciertos fraccionamientos en Cuautitlán (México), destacan la segregación social y la desigualdad socioeconómica como producto de una mala planificación de los asentamientos humanos de la ciudad, haciendo referencia a la teoría de Beck, (2000) “la sociedad del riesgo”, aludiendo con esta que en la búsqueda de la modernización la sociedad ha propiciado la degradación y cambios en el entorno ambiental, produciendo de esta forma riesgos para la sociedad en su conjunto, no limitándose exclusivamente a las áreas urbanas, sino extendiéndose a las zonas rurales. Esta idea resalta la importancia de considerar los impactos ambientales en todos los entornos, independientemente de su ubicación geográfica, en la comprensión de los desafíos y peligros que enfrenta la sociedad en la actualidad.

De tal forma que los autores anteriormente señalados centran su investigación en estudiar la vulnerabilidad socioambiental ante inundaciones, destacando en ello la teoría “la sociedad del riesgo” mencionando como conclusión que las políticas industriales y el desarrollo humano en zonas no aptas para asentamientos humanos provocan un fenómeno de sobre carga en el territorio, propiciando segregación, migración, contaminación y destrucción ambiental, que incrementa el riesgo de desastre por inundación, *“sobre todo cuando los actores políticos abordan la problemática de manera inmediateista y desigual ante la catástrofe”* (Alfie-Cohen y Castillo-Oropeza, 2016, p.81).

## **2.6.-Antecedentes metodológicos en el estudio de riesgo a inundaciones**

### *2.6.1.-Perspectiva física en el estudio de riesgo a inundaciones pluviales*

Las inundaciones son eventos naturales causados por tres ejes fundamentales; *la precipitación, el relieve y la permeabilidad del suelo* (Quesada-Román, 2017; Ramírez-Cerpa *et al.*, 2017). Sin embargo, así como naturalmente las inundaciones pueden ocurrir sin afectar el ambiente, también pueden causar daños, cuando estas

ocurren en los asentamientos humanos, produciendo efectos negativos, *cuando dichas poblaciones no se han establecido bajo estrategias de desarrollo óptimas* (Ristić *et al.*, 2012).

Existen diversas modalidades para analizar los incidentes de inundación; sin embargo, en estos análisis, la caracterización del entorno físico se revela como un elemento fundamental. Este aspecto hace referencia a las peculiaridades del escenario donde se desarrolla la interacción entre el hombre y el medio ambiente. En este contexto, técnicas como el análisis multicriterio, que incorporan factores tanto físicos como sociales, han posibilitado una investigación exhaustiva de los aspectos sociales (como el nivel económico, la infraestructura pública, el acceso a servicios, etc.) y naturales (como el relieve, la hidrografía, la precipitación, etc.) asociados a los eventos de inundación (Mendoza-Mejía y Orozco-Hernández, 2014). Según Saaty (1980), este método específico se utiliza con el propósito de abordar conflictos complejos que involucran criterios diversos, tales como economía, cultura, gestión institucional, infraestructura pública, entre otros.

En la implementación de análisis multicriterio, se han incluido diversas variables como; la morfometría (relieve), tipo de suelo, uso de suelo y vegetación, rasgos físicos de la cuenca, características hidrológicas e inclusive aspectos de la vulnerabilidad social de las poblaciones afectadas (Valencia, 2006; Mendoza-Mejía y Orozco-Hernández, 2014; Sánchez-Román y Martínez-González; 2012 Rodríguez, 2020), lo que posibilita una mejor comprensión de los fenómenos tanto físicos como sociales que interaccionan durante los eventos de desastre por inundación, logrando inclusive la comprensión psico-emocional de los damnificados.

Por otra parte, es posible el abordar, analizar y caracterizar las inundaciones desde un enfoque cualitativo, empleando métodos como: entrevista estructurada, encuestas, retroalimentación de dialogo, pláticas grupales con actores clave y técnicas entre las que se encuentran: grupos focales, memoria colectiva y cartografía participativa, (Medina-Allica *et al.*, 2015; Sánchez-Actis *et al.*, 2015; Alfie-Cohen y Castillo-Oropeza, 2016; Rojas-Portocarrero *et al.*, 2019), con la finalidad de incluir a la sociedad en el abordaje de la problemática. En este sentido,

la *cartografía participativa*, posee un gran potencial para la representación del espacio habitable, al incluir desde *viviendas hasta zonas de peligro* (Mancera, 2011; Zambra-Álvarez et al., 2017). En Chingombe et al., (2015) resalta la ubicación de zonas susceptibles a inundaciones en el Distrito Muzarabani (Zimbabue), a partir de la construcción y *reproyección mediante SIG* de 12 mapas mentales elaborados mediante un grupo focal con informantes clave.

La implementación de metodologías mixtas resulta conveniente cuando los temas por analizar presentan poca información que anteceda a la investigación (Rodríguez-Gaviria, 2016). Aplicar *metodologías mixtas*, permite no solo profundizar en aspectos tangibles, sino también comprender aspectos de la *percepción del medio habitable* (Martín et al., 2017). En la caracterización de inundaciones mediante técnicas cualitativas, resalta la percepción de los habitantes, lo que posibilita la construcción de escenarios realistas de la problemática aunada a la valoración social de las afectaciones (Saurí et al., 2010; Martín et al., 2017).

En los entornos rurales donde la carencia de *servicios educativos, la marginación y pobreza* han llevado a una tasa muy alta de educación básica (Ordaz, 2009; Bolaños y Solera, 2016), el realizar estudios se convierte en una tarea compleja, puesto que tanto el diálogo como la forma de abordar los temas debe de ser de forma sencilla y clara. Considerando lo anterior, métodos como los *grupos focales* permiten entablar el diálogo con actores clave de forma amena, permitiendo un mayor acercamiento con la comunidad y, por ende, mayor cantidad de información local, a su vez de una construcción social de la realidad (Paredes-Chi y Castillo-Burguete, 2018).

La implementación de los *grupos focales* no solo posibilita una interacción más amena con la población objetivo, sino que permite una variada obtención de datos, como *la percepción*, que es un factor intangible fundamental en la forma de actuar frente a un evento dañino como lo sería una inundación. Para Terpstra et al. (2009) la implementación de grupos focales aunado a cuestionarios (pruebas de polarización de actitudes) les permitió estimar, que a mayor estímulo en la información mejor es la respuesta preventiva ante el riesgo.

En Lara-San Martín, (2013) se observa que con la implementación de metodologías mixtas como; *grupos focales, entrevistas a actores gubernamentales clave y encuestas a habitantes locales*, se logra discernir la *percepción social* en la gestión del riesgo de inundación en la zona mediterránea de Costa Brava, España, obteniendo que la experiencia vivencial es una variable determinante para cuantificar la percepción social frente al riesgo de inundación, además que los tomadores de decisiones prefieren desarrollar estrategias post-desastre que programas para la prevención de daños.

En cuanto a la ubicación espacial de las zonas de inundación, los métodos mixtos que conjugan la *cartografía participativa con la reproyección con SIG*, permiten desarrollar zonificaciones sociales-reales, puesto que consideran no solo el espacio natural sino también las narrativas de afectación en la sociedad las cuales pueden obtenerse mediante pláticas en grupos focales o mediante encuestas a los afectados (Rugiero y Wyndham, 2013; Chingombe *et al.*, 2015; Sánchez-Actis *et al.*, 2015; Jiménez-Valencia, 2019). Para Ferradas (2004), la *construcción participativa de los mapas* debe ser libre de la inducción, es decir, que los participantes en su elaboración no se encuentren bajo presión social ni temporal, por su parte, Rugiero, y Wyndham, (2013), sugieren que en los *grupos focales*, donde se realice la *cartografía participativa* antes de plasmar rasgos en papel se realicen pláticas grupales con la finalidad de realizar una *recapitulación mental e histórica* de la afectación por inundaciones y explicar mediante mapas locales el proceso para plasmar las zonificaciones.

Como se ha visto, la *cartografía participativa* tiene gran potencial para reflejar el espacio habitado aunado a la *perspectiva local*. Para Chambers (2006) este tipo de cartografía posibilita la extracción fundamental de problemáticas sociales de una comunidad, sugiriendo que los resultados de dicho método facilitarían la implementación de *estrategias y políticas públicas*, existiendo de esta manera una interacción recíproca entre la cartografía participativa y la gobernanza.

Las inundaciones no afectan en la misma medida a las poblaciones humanas (Natenzon *et al.*, 2005; Navarro-Carrascal *et al.*, 2016), ya que la afectación

dependerá tanto de factores físicos como, la altura del terreno, permeabilidad del suelo, vialidades y acceso a servicios públicos, etc., (Valencia, 2006; Sánchez-Román y Martínez-González; 2012; Mendoza-Mejía y Orozco-Hernández, 2014; Quesada-Román, 2017; Ramírez-Cerpa *et al.*, 2017; Rodríguez, 2020). Pero también de la vulnerabilidad intrínseca de las poblaciones humanas (Perles-Roselló, 2010; Ferrari, 2012; Morales *et al.*, 2021).

### 2.6.2.-*Perspectiva de la vulnerabilidad social en el estudio de inundaciones pluviales*

La vulnerabilidad es un rasgo inherente de las sociedades, que se encuentra ligado a la capacidad de los individuos y colectivos para afrontar el impacto de un evento dañino (Pallares, 2014). En este contexto, las comunidades rurales son habitualmente las que presentan mayores afectaciones por el embate de un fenómeno natural, ya sea este un *huracán, sismo, precipitación extrema*, etc., (Maldonado y Cóccaro, 2011; Soares y Sandoval-Ayala, 2016). Atribuyéndose el incremento de daños en el entorno rural a rasgos como la *infraestructura del hogar, acceso a servicios básicos como electricidad, agua potable, drenaje, nivel de educación* y en algunos casos la edad del *jefe de familia* (Chávez-Alvarado y Sánchez-González, 2016; García del Castillo y Naranjo Mejía, 2016).

Los estudios de vulnerabilidad social pueden ser abordados desde diversos enfoques, perspectivas y escalas de análisis, por ejemplo, la vulnerabilidad global planteada por Wilches-Chaux, (1989), emplea las dimensiones: *social, económica, política, institucional, ideológica, cultural, educativa, física, técnica y ecológica*. Dicha vulnerabilidad es retomada en el trabajo efectuado por De Jesús-Noriega, Rojas y Barrios (2011) para determinar la vulnerabilidad global y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira en el distrito de Santa Marta, Colombia, donde implementan *35 variables*, desagregadas en 38 indicadores, destacando las dimensiones educativa y técnica, presentaron una vulnerabilidad muy alta.

La forma en que se ha abordado el estudio de los eventos de inundación depende del espacio, así como la ubicación donde estos eventos se estén llevando a cabo, ejemplo de ello se puede observar en el trabajo de Maldonado y Cóccaro (2011), donde se acota la *vulnerabilidad socio-territorial* a inundaciones en un entorno rural

abordado desde una perspectiva teórico-conceptual destacándose el uso de variables como el acceso a *comunicaciones, provisión de servicios básicos, servicio de salud y educación*, encontrándose que derivado a la baja calidad en el servicio de las variables analizadas, la vulnerabilidad local se ha visto incrementada.

Para investigar la vulnerabilidad social, resulta necesario construir variables insertas en dimensiones como la *económica, social, ideológica, cultural, física*, etc. (Kaztman, 2000), con la finalidad de identificar qué factores exacerban la vulnerabilidad bajo el entendimiento que la vulnerabilidad puede ser diferente en cada comunidad y sector social (Kaztman, 1999; Sandoval *et al.*, 2014).

Por otra parte, el diagnóstico de la vulnerabilidad puede realizarse mediante un estudio multidimensional (Piers *et al.*, 1996), siendo este método el aplicado por Ferrari, (2012) para estimar la *vulnerabilidad* ante casos de inundación en el barrio Intendente Alfredo Mario Etchepare de la ciudad Trelew, Argentina, recolectando datos en dos fases; la primera mediante el diagnóstico técnico-científico, a través de una *exhaustiva búsqueda bibliográfica* y la segunda mediante la aplicación de *entrevistas a la comunidad y actores clave* del barrio. Utilizando para el análisis de vulnerabilidad la dimensión *económica, social, política, jurídica, ideológica, educativa, tecnológica y física*. Concluyendo que la dimensión económica y la política son las que más afectan a la población, mientras que la dimensión social e ideológica no repercute en aumentar la vulnerabilidad.

A nivel nacional trabajos referentes a la valoración de la vulnerabilidad social frente a inundaciones son diversos, en este apartado se discutirán tres por su relación con la tesis. En primer lugar, tenemos el trabajo de Gordillo y Pablos, (2016) donde se analiza el desalojo ambiental de las familias tabasqueñas afectadas por el desastre de inundación ocurrido en 2007, así como la vulnerabilidad social de los afectados. Donde metodológicamente se aplicó un *“muestreo probabilístico estratificado, polietápico y por conglomerados”* (Gordillo y Pablos, 2016, p. 131) y el cálculo de la muestra se llevó a cabo considerando el número tanto de viviendas como de personas afectadas, empleando variables como: la escolaridad, edad desde

infantes hasta ancianos, infraestructura de la vivienda (techo, piso, pared), afiliación médica, situación laboral y autopercepción de la afectación.

En segundo lugar, tenemos el trabajo de Chávez-Alvarado y Sánchez-González (2016), en el sentido de la vulnerabilidad social, asociada a fenómenos naturales, en específico aquellos que guardan relación entre inundaciones y que a su vez integran variables poco estudiadas como aquellas que se encuentran en el aspecto gerontológico, donde se emplea un enfoque metodológico mixto a través del uso de encuestas, entrevistas a profundidad con informantes clave e implementando métodos cartográficos mediante sistemas de información geográfica (SIG), para analizar los factores que determinan la vulnerabilidad de los adultos mayores en viviendas afectadas por eventos de inundación recurrentes en la ciudad de Monterrey (México), así como su capacidad para adaptarse a este tipo de peligro, obteniendo como resultado que los adultos mayores son un grupo social altamente vulnerable a eventos de desastre por cuestiones propias de la edad (potencial motriz) y su autonomía económica.

Resaltándose que si bien el trabajo efectuado por Chávez-Alvarado y Sánchez-González (2016), difiere con la presente tesis en las características de la población objetivo a estudiar y en el entorno urbano marginal (escenario) donde se desarrolla la interacción hombre-ambiente, se toman de estos aspectos metodológicos como la aplicación de encuestas para recabar datos de forma *no probabilística por conveniencia*, así como algunas variables inmersas en las dimensiones empleadas por estos autores: “características, socio demográficas; formas de convivencia; nivel de competencia en salud y funcionamiento; características del ,entorno físico (vivienda y colonia); y gestión del riesgo” (Chávez-Alvarado y Sánchez-González, 2016, p. 15). Como edad del jefe de familia, limitaciones de desplazamiento, materiales de la vivienda, perspectiva ante inundación, nivel de estudios, afiliación médica y apoyo gubernamental ante inundaciones. Lo anterior derivado a la importancia que estas tienen en la vulnerabilidad y como éstas pueden verse reflejadas tanto en el entorno rural como en el urbano marginado (Maupomé *et al.*, 1993; Lomnitz, 1998; Montoya y Jiménez, 2014).

Como ya se ha hablado anteriormente, el peligro es una construcción social (Beck, 1996a, 2000b; Galindo, 2015; Beck *et al.*, 2019), entendiendo que no puede existir este si no hay humanidad que se vea afectada, en este sentido la probabilidad del desastre ha de verse no solo ligada a que exista la sociedad, sino que esta no se encuentre lo suficientemente capacitada para hacer frente a la amenaza (Ferrando, 2003; Lavell, 2005).

En alusión a esto, es conveniente señalar como el tercer trabajo el de González-Gaudiano *et al.* (2018) quienes estudian mediante métodos mixtos la vulnerabilidad y resiliencia social a inundaciones en las comunidades rurales de Tlacotalpan, La Antigua y Cotaxtla, en Veracruz (México), mediante la aplicación de encuestas por *muestreo no probabilístico por conveniencia*, dirigido a estudiantes de nivel bachillerato, bajo el supuesto que estos jóvenes pueden ser agentes de cambio con potencial de fortalecer a la comunidad (Tanner *et al.*, 2008; Olán *et al.*, 2010), y la aplicación de entrevistas estructuradas con actores clave (directores de plantel, agentes de protección civil y alcaldes). Donde obtienen como resultado que los jóvenes, sí identifican con claridad el riesgo a inundación, sin embargo, esta percepción difiere por localidad 90% Tlacotalpan; 61% en Cardel y 51% en Cotaxtla. Destacándose que mediante estos métodos de estudio se pudieron definir estrategias para la prevención y reducción de daños como la implementación de dragado de ríos y construcción de muros más sólidos que los actuales, así como capacitación ciudadana.

## **2.7.-Caracterizando las inundaciones y sus consecuencias**

Las inundaciones, para la sociedad, simplemente son el estancamiento de agua con alturas considerables, concibiendo por éstos que un charco es aquel estancamiento de pocos centímetros (5-10), y las inundaciones propiamente se identifican a partir de los 15 centímetros en adelante. Sin embargo, a nivel investigativo las inundaciones son eventos naturales o inducidos por acciones humanas, para Crespo *et al.* (2012) una inundación ocurre cuando diversos factores convergen en un área determinada, destacando el relieve, la precipitación, la permeabilidad del suelo y la infraestructura humana.



Al establecer un desarrollo humano en un área determinada, se deben conocer las características físicas del sitio, sino también de ser posible la historicidad del medio, de tal forma que se pueda definir si el área es apta o no para el establecimiento de una comunidad (Quesada-Román, 2017). Pérez *et al.*, (2016) menciona que los eventos de inundación no solo dependen del medio físico-natural, sino también de las modificaciones que la sociedad hace en él, pudiendo estas incrementar o aminorar las inundaciones.

Sin embargo, al estudiar las comunidades rurales es importante el considerar que, a diferencia de la zona urbana, la falta de estructuras permanentes como: bardas de block, calles asfaltadas, aceras, etc., permiten el libre cause y desfogue del agua durante las lluvias, reduciendo de esta forma el estancamiento de la precipitación (Hewitt de Alcántara, 2007; Herrera-Tapia *et al.*, 2009; Larenze *et al.*, 2021), por lo que ciertos tipos de infraestructura pública, cuando no son realizados con las características propias del lugar, podrían acrecentar un problema preexistente como las inundaciones pluviales en las zonas rurales.

El papel que juegan los medios de comunicación y transporte antes, durante y después de un evento de desastre es fundamental, tanto para la prevención del mismo y la logística en el desarrollo de las evacuaciones y acciones tomadas durante el fenómeno (Tzab, 2008). En el entorno rural, lo mencionado anteriormente sobresale como un problema serio, puesto que en estas entidades los medios de comunicación son muy limitados, lo que propicia la desinformación, acrecentando el riesgo y la vulnerabilidad (Hazak, 1973; Tzab, 2008). Por otra parte, los medios de transporte resultan limitados e ineficientes tanto para trasladarse en condiciones normales entre comunidades o la cabecera municipal, por ser en su mayoría medios de transporte de acción humana (bicicletas/triciclos), problemática que se ve incrementada durante las inundaciones pues la falta de vehículos motorizados impide una expedita evacuación de los habitantes.

## **2.8.-Estrategias para la prevención y reducción de inundaciones “una visión desde el espacio socialmente construido”**

En la actualidad, derivado al calentamiento global, los fenómenos climáticos se han intensificado al igual que su afectación (Hoffmann, 2020), sin embargo, la sociedad habitualmente no da importancia a esta intensificación de las amenazas, es solo cuando éstas afectan su persona que, las comunidades comienzan a preocuparse por hacer algo para reducir sus daños (Soares y Murillo-Licea, 2013). Observándose que la sociedad construye su propia visión tanto de la amenaza como ya se ha mencionado en Lavell, (1999) y que el espacio puede ser concebido como una construcción social (Hewitt, 1996; Bayón, 2012), la cual es producto de la percepción e interacción entre hombre/ambiente, pero también entre sociedad/ambiente (Rodríguez *et al.*, 2011).

Partiendo de lo mencionado anteriormente, la elaboración de estrategias para la prevención y reducción ante un evento de origen natural que afecte una comunidad, en este caso inundaciones, debe llevar una secuencia en su formulación, aplicación y desarrollo. Si bien el trabajo de Jáuregui *et al.*, (2016) se enfoca en un espacio urbano en riesgo por inundaciones fluviales, a diferencia de la presente tesis, que se centra en inundaciones pluviales en lo rural, se destacan las metodologías seguidas por los autores para el desarrollo de sus estrategias. Quienes mediante el estudio de la vulnerabilidad socio-ambiental, aunada a la exposición y el procesamiento de datos mediante (SIG) desarrollan estrategias como: erradicación de basureros, construcción de estructuras de drenaje, adecuación de vialidades, establecimiento de zonas de absorción, las cuales pese a estar elaboradas bajo un contexto urbano podrían adecuarse a lo rural.

Después de una exhaustiva búsqueda de información referente a estudios sobre la prevención y reducción ante inundaciones pluviales en el territorio rural mexicano, resultó que este tipo de investigaciones son escasas, destacándose el trabajo, De Los Santos-Serrano (2018) por la similitud en su objeto de estudio, siendo estas dos comunidades rurales y marginadas de Guerrero, (México) con problemas por inundaciones pluviales.

En dicha investigación se destaca, el estudio selectivo de vulnerabilidad, el empleo del (SIG) y el método de diagnóstico participativo, mediante la herramienta de análisis de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (D.O.F.A.) basado en trabajos como los de Chapman, (2004) y Humphrey y Lie (2004), con lo cual se logró identificar las posibles soluciones para la prevención ante inundaciones, entre las que se destacan: mayor limpieza en las vialidades, establecer acercamientos con las autoridades gubernamentales a nivel municipio, incentivar el turismo, incentivar ofertas de empleo locales, talleres de capacitación vecinales, realizar actividades que propicien cohesión social y establecer un sistema de alerta temprana ante riesgo de inundación.

Como ya se ha mencionado, las investigaciones cuyo objeto de estudio sean las inundaciones pluviales en lo rural, son escasos, por lo que se recurrirá a indagar aquellas donde se hable de inundación rural, aunque sean fluviales. En alusión a lo señalado, se puede mencionar en palabras de Vergara-Tenorio y colaboradores.

*“Las soluciones ante estas problemáticas requieren de la planificación a largo plazo, ya que una situación de esta magnitud (inundaciones) implica el mejoramiento de las cuencas, invertir en infraestructura, reducir la cantidad de sedimentos hacia el cauce del río, realizar planes de ordenamiento territorial y disminución en el número de asentamientos poblacionales desorganizados para evitar riesgos (Vergara-Tenorio et al., 2011, p. 68)”.*

En este sentido, se puede identificar que para las inundaciones tanto fluviales como pluviales (del interés en esta tesis) es imprescindible la acción gubernamental enfocada en el fortalecimiento infraestructural tanto pública como privada (casas), como se señala en el trabajo de Ferrari (2008) y Llanos-Rodríguez *et al.* (2021) quienes mencionan que el mejoramiento en las viviendas permite una mayor resiliencia comunitaria frente inundaciones recurrentes. Por otra parte, en textos como los de Herzer *et al.* (2002), Cárdenas (2018) y Cueto *et al.* (2021), se plasma la importancia de las políticas públicas, orientadas a la reducción del riesgo ante inundaciones, las cuales pueden proveer a las comunidades de mayor seguridad.

Al hablar de investigaciones sobre inundaciones en el entorno rural, donde se incluyan las estrategias para su prevención y reducción, resulta indispensable citar el trabajo de Del Rosario *et al.* (2013) sobre las problemáticas que han impactado los territorios rurales de República Dominicana, y cómo con diversas estrategias estos han logrado adaptarse en la medida de lo posible a estos cambios.

Del Rosario y sus colegas (2013) mencionan las principales carencias a las que se enfrentan las comunidades rurales dominicanas como lo son:

*“Pérdida de cultivos y animales, pérdida de equipos agrícolas, migración, destrucción de viviendas, aumento de plagas que afectan a personas y cultivos, aumento del uso de agroquímicos, reducción de ventas en los negocios locales, reducción del crédito para la producción y el consumo (“fiao”), contaminación de aguas, aumento de enfermedades, destrucción de puentes y carreteras, paralización de servicios escolares, aumento del desempleo y reducción de los ingresos familiares” (Del Rosario et al., 2013, p. 37).*

Al identificar tanto las características físicas del medio como las carencias de la comunidad, los autores junto a la sociedad afectada logran diseñar estrategias colectivas como: Reconstrucción de viviendas con materiales más resistentes, traslado de animales y mobiliario doméstico hacia zonas menos afectadas antes de la llegada de la amenaza, desarrollar canales para reducir el flujo de agua hacia el interior de los terrenos, rondas de vigilancia con el fin de evitar robos, trueque de alimentos, estrechar lazos con comunidades vecinas.

Por último, los autores señalan la importancia que tiene el desarrollar estudios a nivel local, mencionando que, para estudios en prevención y reducción por la afectación de amenazas, arrojan mejores resultados los trabajados a nivel hogar que a nivel territorial, donde las escalas juegan un papel importante en la comprensión de las problemáticas, así como de las posibles soluciones (Del Rosario *et al.*, 2013).

## **2.9.-Cartografía participativa “una aproximación a la realidad social”**

Para Lobatón (2009), la cartografía participativa es un proceso de levantamiento de mapas que trata de hacer visible la asociación entre la tierra y las comunidades locales empleando el lenguaje, comprendido y reconocido comúnmente, de la cartografía. Por su parte, Robinson *et al.* (1987), mencionan que es especialmente destacable el valor gráfico de dicha disciplina, por la capacidad para representar y exponer “ideas, formas y relaciones que tienen lugar en un espacio bi o tridimensional” y aluden a la importancia que ha adquirido la cartografía desde hace unos años, motivada por la “progresiva toma de conciencia generalizada del valor estratégico del espacio” y la necesidad de instrumentos útiles para el control y la planificación del territorio o espacio.

En el presente estudio se planteó como principal insumo cartográfico para la caracterización de las inundaciones el método de la cartográfica participativa, esto obedeciendo a las particularidades que se tienen al momento de estudiar fenómenos en el ámbito rural, puesto que existe gran carencia en insumos cartográficos previamente elaborados por instituciones públicas o privadas y, por otra parte, la realidad del espacio habitado y de los fenómenos suscitados se encuentra únicamente en las experiencias de los habitantes locales.

De acuerdo diversos autores como (Alexander, 2012; Martínez, 2016; Vásquez, 2018), la cartografía participativa no solo permite la extracción de información espacial de un territorio, sino que posibilita el incluir en la investigación a las comunidades objeto, de tal manera que dicho método permite una interacción más cercana con los actores inmersos en las problemáticas, obteniendo inclusive datos históricos, rasgos particulares de la comunidad y aproximaciones a soluciones de problemáticas planteadas por los mismos habitantes, de tal forma que los actores ya no solo fungen como fuente de información sino como participes en la construcción de soluciones a sus necesidades, promoviendo una fuerte interacción investigador-pobladores-espacio habitable.

## Capítulo III.- Marco metodológico

### 3.1.-Metodología para la caracterización de las inundaciones pluviales.

En esta sección, se detallan los procedimientos metodológicos llevados a cabo para alcanzar el objetivo I de la tesis, que implicó la caracterización física de las inundaciones pluviales en las comunidades del corredor Naranjal Poniente-Chan Santa Cruz.

En una fase inicial, se convocó la participación de los residentes de cada comunidad interesados en intercambiar ideas y realidades relacionadas con el fenómeno de las inundaciones. Se adoptó la metodología de grupo focal, siguiendo el enfoque de Buss-Thofehrn et al. (2013), con el propósito de que los datos obtenidos a través de las conversaciones con los habitantes locales reflejaran fielmente la realidad del entorno que ocupan. Esto permitió recabar información significativa sobre los factores que contribuyen a las inundaciones pluviales, abordando aspectos desde el entorno físico hasta elementos de la administración y gestión gubernamental del territorio, según lo propuesto por Bolaños y Espinosa (2012).

Tras las dos primeras visitas a la comunidad, durante las cuales se estableció un diálogo sobre las inundaciones pluviales, se solicitó a las autoridades locales convocar nuevamente a los habitantes a una reunión general, programada para un sábado de 10:00 a.m. a 12:30 p.m. El objetivo era lograr la asistencia máxima, incluyendo a aquellos afectados por las inundaciones y los jefes de familia (Figura. 14) Durante esta reunión, se llevó a cabo una charla grupal en la que se instó a los participantes a relatar sus experiencias, primero a nivel individual y luego como colectivo, abordando cómo han vivido, enfrentado y superado las inundaciones en sus comunidades. Se destacan las afectaciones individuales experimentadas por ellos y sus vecinos en sus propiedades, así como las repercusiones generales dentro del pueblo, el propósito de esta narrativa era construir tablas de afectación (Tabla 17). Cabe señalar que, durante este intercambio de ideas, se adoptó una postura pasiva de escucha y registro de lo expresado, evitando cualquier

interferencia en las narraciones para no influir en los comentarios de los participantes.



Figura. 14 Obtención de información mediante grupo focal. Fuente: elaboración propia.

**3.1.1.-Representación de las inundaciones mediante cartografía participativa**

Tras la conclusión de las narrativas de los participantes mencionados en el grupo focal (15 participantes de Naranjal Poniente, 12 participantes de Santa María Poniente, 8 participantes de Chan Santa Cruz), se les suministraron plumones, lapiceros y hojas blancas para que elaboraran dibujos simples de las zonas que identificaran como propensas a inundaciones durante las lluvias. Además, se aplicó el método de cartografía participativa, según lo descrito por Tetamanti (2012) y Diez-Tetamanti et al., (2017). Posteriormente, se llevó a cabo una discusión grupal en la que se analizaron los mapas confeccionados por los propios participantes.

Durante este proceso, se les indicó que señalaran en imágenes aéreas de la comunidad las áreas propensas a inundaciones pluviales, la dirección de los

escurrimientos y las viviendas afectadas (elementos expuestos). La aplicación de esta metodología se sustenta en la idea de que los propios habitantes puedan visualizar su entorno como riesgoso y, al mismo tiempo, identificar áreas que podrían convertirse en zonas para el resguardo de bienes en el futuro.

Finalmente, para la obtención de los tirantes máximos de inundación se recurrió a preguntar a las familias afectadas, el nivel de inundación alcanza en las viviendas, la fecha particular en que sucedió y el evento al que ellos se lo atribuían, lo anterior considerando que, de acuerdo con Vázquez et al. (2015) los eventos de inundación extremos generan una marca en la memoria individual y colectiva, empleando para la captura de datos una tabla con los campos de fecha, precipitación máxima, sistema meteorológico, y nivel máximo que alcanzó la inundación en la fecha señalada.

### *3.1.2.-Cartografía digital y validación de las zonas de inundación*

En primer lugar, para validar los datos obtenidos mediante la cartografía participativa, fue necesario desarrollar digitalmente las zonas de inundación en función del relieve. Sin embargo, uno de los desafíos metodológicos fue la obtención de un modelo digital de elevación (MDE), ya que esa información no estuvo disponible en las instituciones gubernamentales, debido a la escala de análisis local empleada en el presente trabajo.

La construcción del MDE tomó parte del trabajo realizado por Saiz-Rodríguez, 2016 y el manual cartográfico de Quantum GIS del año 2018, comenzando con un exhaustivo levantamiento de datos en el campo. En una primera fase, se realizó un recorrido por la comunidad para obtener una visión general del terreno. Posteriormente, se calibró el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) a los satélites y el Sistema Global de Navegación por Satélite (GLONASS) antes de proceder con la captura de datos, que incluyó coordenadas X-Y y alturas del terreno en el eje Z. Es importante destacar que la calibración del GPS permitió capturar la elevación considerando la altura mínima al nivel del mar.



La captura de datos se llevó a cabo de manera semiautomatizada, marcando puntos de referencia (waypoints) cada cinco metros y esperando la estabilización de los valores. La altura capturada del GPS se registró en la sección de curva altimétrica. Además, se recopilaron datos dentro de los predios accesibles, con el objetivo de homogeneizar la base de datos del relieve.

Después de la captura de datos, se exportaron al programa Garmin BaseCamp para extraer automáticamente los puntos de referencia del dispositivo GPS. Los archivos GPX se abrieron en el programa QGIS 3.16 para convertirlos al formato shape (shp), según lo propuesto por Sherman et al. (2004), obteniendo así el MDE. Se utilizó el programa ArcGIS 10.5 (Hengl y Reuter, 2008) para construir un archivo TIN a partir de los puntos capturados en campo. Luego, con la herramienta "TIN to Raster", se generó un MDE mediante la modelación interpolada lineal con un tamaño de celda de 2 y una equidistancia entre puntos de un metro siguiendo la recomendación de Hengl y Reuter, 2008).

Después de evaluar los resultados obtenidos, se decidió llevar a cabo un procedimiento similar en el software QGIS 3.16 debido a la simetría observada en las curvas del MDE obtenido en ArcGIS, que presentaba ángulos agudos entre  $120^\circ$  y  $90^\circ$ . En esta fase, se procedió a colocar los puntos recopilados en campo mediante el GPS en el software QGIS 3.16, utilizando el complemento GPX y convirtiéndolos al formato shape de ESRI con el datum WGS 84 y la proyección de coordenadas UTM 16 N.

Con los puntos ubicados, se construyó un MDE mediante una interpolación con el método de ponderación de distancia inversa (IDW), ajustando el método del vecino más cercano y el modelo lineal. La triangulación de puntos se realizó con los nodos de una malla en los circuncentros de los triángulos de Delaunay. Este enfoque produjo un MDE más fiel a la realidad del relieve obtenido en campo, como se muestra en la Figura. 15.

En la Figura. 15, se observa que el tamaño de celda, junto con la interpolación más precisa y suave mediante el vecino natural, se ajusta mejor y presenta una representación gráfica más clara de las zonas de inundación en las áreas más

oscuras con tonalidad negra, a diferencia de las zonas más elevadas en tonos más blancos. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de extracción de curvas de nivel mediante la herramienta "extract to level curves" en QGIS 3.16, utilizando ambos métodos con una equidistancia de 0.5 metros para lograr una representación más detallada del terreno (Figura. 15) (Sherman et al., 2004; Hengl y Reuter, 2008).

Después de observar los vértices y notar que el método de interpolación de redes irregulares de triángulos con el análisis lineal no representaba de manera precisa el relieve, se optó por realizar una interpolación IDW con un modelo basado en el vecino natural bajo la estructura de celdas de Voronoi. Este método resultó en un resultado más cercano a la realidad observada, por lo que se prefirió utilizar este último en QGIS 3.16 para obtener las curvas de nivel. Aunque se observó un efecto de ojo de buey en estas curvas derivado del terreno (Figura. 15).

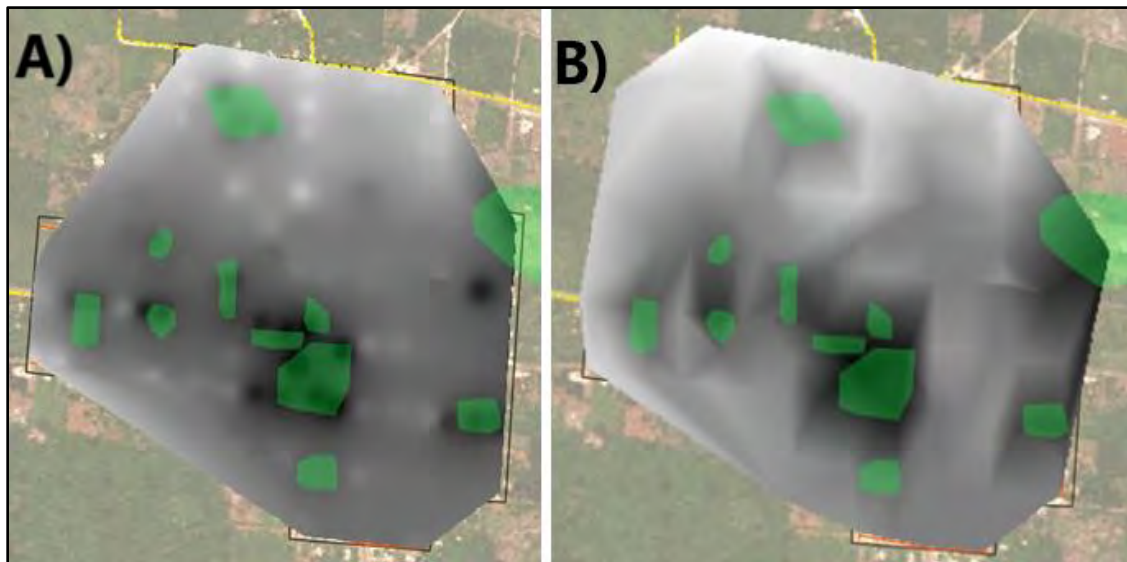


Figura. 15 A) MDE de interpolación con el modelo del vecino natural. B) MDE de interpolación con el modelo de triangulación lineal. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, a través de la interpretación de las curvas de nivel basada en Hernández-Uribe et al. (2017), se generó el mapa de escurrimientos pluviales, así como el mapa digital de las zonas inundables. Este último fue cotejado con las áreas señaladas por los habitantes durante el grupo focal (Figura. 16), además de contrastar estos datos con los presentados en el capítulo uno, pese a ser en

diferentes escalas, incorporando también en dichas zonas de inundación pluvial y sus áreas de influencia los elementos expuestos identificados durante el trabajo de campo con la colaboración de la autoridad local.



Figura. 16. A) Digitalización de la comunidad con zonas de inundación. B) Zonas de inundación dibujadas por habitantes. Fuente: Elaboración propia con el apoyo de grupo focal.

### 3.2.-Metodología para estimar la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales.

#### 3.2.1.-Diseño de muestra y perfil de los encuestados

En esta sección, es pertinente resaltar que la elección de la muestra, a la cual se le aplicó el instrumento de investigación (una encuesta), se llevó a cabo tras la validación de las áreas propensas a inundaciones. Cabe mencionar que la aplicación de la encuesta se basó en un muestreo no probabilístico por conveniencia basado en Otzen y Manterola (2017), limitándose a las familias afectadas por las inundaciones. Por ende, el tamaño de la muestra no fue homogéneo entre las distintas comunidades, resultando en la encuesta a 41 jefes de familia en Naranjal Poniente, 23 en Santa María Poniente y 16 en Chan Santa Cruz, lo anterior considerando la apertura al diálogo por parte de los encuestados y las limitaciones al contestar en lengua maya aún con el apoyo de un traductor.

Por otra parte, el perfil de los participantes en la encuesta se definió en función de su rol como jefes de familia, sin considerar distinciones de género o edad. Esta elección se fundamenta en la premisa de que los jefes de familia ostentan la

responsabilidad primordial en la salvaguarda y toma de decisiones para el núcleo familiar, conforme lo subraya Sánchez-Suárez (2006). Este enfoque cobra especial relevancia en contextos de eventos catastróficos, tales como las inundaciones pluviales, donde la figura del jefe de familia asume un papel crucial en la gestión y respuesta ante dichos desastres.

### *3.2.2.- Diseño del instrumento para la recolección de datos sociales*

La elaboración del instrumento se fundamentó en características propias de las familias maya-Quintanarroenses, según lo descrito por Buenrostro (2011), así como en la configuración habitacional de las áreas rurales mayas, conforme a las investigaciones de Sánchez-Suárez (2006). Adicionalmente, se incorporaron elementos relacionados con el enfoque perceptivo-apreciativo de los individuos y el respaldo gubernamental ante situaciones de desastre, tomando como base las aportaciones de Céspedes, Sierra y Benítez (2020). Cabe destacar que la validación del instrumento (encuesta) se llevó a cabo mediante la técnica de prueba piloto en campo con personas de la comunidad aplicando el instrumento a 10 miembros de cada comunidad (Jiménez et al., 2006), lo que permitió revisar y adecuar los indicadores planteados de tal manera que reflejasen los factores implícitos de la sociedad a analizar (Álvarez-Ríos et al., 2019).

La formulación del cuestionario se orientó siguiendo metodologías previas, tales como las de Bohórquez (2013), Sandoval et al. (2014) y Gordillo y Pablos (2016), con el propósito de obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos. Las dimensiones empleadas para analizar la vulnerabilidad social abarcaron aspectos relacionados con:

*Generalidades del hogar:* configurada por indicadores intrínsecamente vinculados al bienestar de la población, en términos de satisfacción de necesidades básicas, reconocimiento y ejercicio de derechos, así como la capacidad económica de los individuos. Esta métrica guarda una conexión estrecha con las condiciones de pobreza y la inserción de las personas en la vida social y económica.

*Infraestructura de la vivienda:* busca evaluar y cuantificar elementos relevantes relacionados con la habitabilidad y funcionalidad de las residencias, identificando aspectos como la calidad de la infraestructura, servicios básicos disponibles y cualquier otro factor determinante para el bienestar habitacional. Este enfoque permite una evaluación detallada de las condiciones de vida a través de la consideración de elementos clave que afectan directamente la calidad y seguridad de los espacios residenciales.

*Medios de comunicación/transporte:* aborda aspectos cruciales para la gestión de situaciones de desastre, especialmente en contextos de anuncios ante huracanes o tormentas propensas a generar inundaciones. Dichos medios desempeñan un papel fundamental al proporcionar información vital y facilitar la movilidad, contribuyendo así a una gestión más eficaz del riesgo en momentos críticos. La evaluación busca, por tanto, capturar la efectividad y disponibilidad de estos recursos en situaciones de emergencia, reconociendo su importancia para la seguridad y respuesta eficiente ante eventos adversos.

*Percepción ante inundaciones:* busca comprender cómo la percepción individual contribuye a la construcción de una cultura de prevención, identificando patrones de respuesta y actitudes que pueden influir directamente en la mitigación de los riesgos asociados a las inundaciones pluviales.

Estas dimensiones, junto con sus respectivas variables, han sido previamente utilizadas por autores como Kaztman (2000), Maldonado y Cóccharo (2011), Ferrari (2012), Chávez y Sánchez (2016), García del Castillo y Naranjo (2016) y García (2017) (Tabla 17).

El cuestionario constó de 28 ítems, según se muestra en la Tabla 8, con cuatro opciones de respuesta cuyos valores escalares oscilaron entre 0.5 y 2 (Bajo=0.5, Medio=1, Alto=1.5, Muy alto=2). La ponderación de los ítems se llevó a cabo mediante una adaptación de la escala de Likert de valores (Tabla 9). Esta técnica implica asignar el valor máximo y mínimo a un ítem específico. La utilización del valor 0 tiene como finalidad indicar la presencia de una debilidad que impacta en el sistema (Sandoval-Díaz y Cuadra-Martínez, 2020). La escala puede presentarse en

valores escalares, ya sea de menor a mayor o de mayor a menor, dependiendo de los rasgos que se deseen resaltar (Suárez-Ramos *et al.*, 2022). En este contexto, se optó por comenzar con un valor de 0 para destacar las limitantes socioeconómicas y estructurales de la comunidad frente a las inundaciones pluviales.

Tabla. 8 Dimensiones e indicadores empleadas en el instrumento aplicado

Dimensión	Variable
<b>Generalidades del hogar</b>	1) Último grado de estudio
	2) Situación laboral actual
	3) Edad del jefe de familia
	4) Núm. de personas laborando en el hogar
	5) Núm. de personas de la tercera edad en el hogar
	6) Núm. de niños (8-16 años) en el hogar
	7) Núm. de infantes (0-6 años) en el hogar
	8) Núm. de personas con discapacidad en el hogar
	9) Núm. de personas con desplazamiento limitado en el hogar
<b>Infraestructura del hogar</b>	10) Núm. de cuartos sin contar el baño
	11) Material de las paredes
	12) Material del techo
	13) Material del piso
<b>Medios de comunicación/transporte</b>	14) Material del baño
	15) Medio de comunicación para informarse
	16) Núm. de radios
	17) Núm. de televisiones
	18) Núm. celulares
<b>Percepción ante el riesgo de inundaciones</b>	19) Acceso a red telefónica
	20) Medio de transporte para desplazarse
	21) Capacidad del jefe de familia a afrontar inundaciones
	22) Frecuencia en el abandono momentáneo del hogar por inundaciones
	23) Frecuencia en el apoyo por parte de protección civil post-inundación
	24) Frecuencia en pérdidas materiales (incluidos animales en traspatio)
	25) Percepción en la frecuencia de inundaciones
	26) Frecuencia en la preparación ante un sistema meteorológico
27) Miembros de la familia con seguro médico	
28) Núm. de habitantes por familia con apoyo de gobierno (becas, apoyo de la tercera edad, apoyo madres solteras, etc.)	

Fuente: Elaboración propia.

La obtención de los valores de vulnerabilidad social por dimensión de la comunidad rural consistió en la suma de las ponderaciones de los ítems entre el número de ítems dividido con el número de hogares encuestados; y el método para la obtención de la vulnerabilidad social general consistió en la suma de la vulnerabilidad obtenida

de cada dimensión entre el número de dimensiones (Benavides et al., 2014; Van-Gort, 2018) (Tabla 9).

Tabla. 9 Cálculo de la vulnerabilidad por dimensión y general de la comunidad.

Dimensión	Cálculo de la vulnerabilidad por dimensión	Cálculo de la vulnerabilidad social general
Generalidad del hogar (GH)	$GH = (\text{suma de ponderación} / 9) / \text{núm. de hogares}$	
Infraestructura de la vivienda (IV)	$IV = (\text{suma de ponderación} / 5) / \text{núm. de hogares}$	
Medios de comunicación y transporte (MCT)	$MCT = (\text{suma de ponderación} / 6) / \text{núm. de hogares}$	Vulnerabilidad social = $(GH + IV + MCT + PI) / \text{dimensiones (4)}$
Percepción ante el riesgo de inundaciones (PI)	$PI = (\text{suma de ponderación} / 8) / \text{núm. de hogares}$	

Fuente: Elaboración propia basado en Benavides et al. (2014) y Van-Gort (2018).

La escala de la vulnerabilidad social se interpretó de la siguiente manera: a mayor valor mayor vulnerabilidad y a menor valor menor vulnerabilidad (Hidalgo et al., 2017; Chimbo y Sisa, 2020) (Tabla 10).

Tabla. 10 Intervalos de vulnerabilidad social

Nivel de vulnerabilidad	Intervalo
Vulnerabilidad muy alta	Entre 1.5 y 2
Vulnerabilidad alta	Entre 1 y <1.5
Vulnerabilidad media	Entre 0.5 y <1
Vulnerabilidad mínima	Entre 0 y <0.5

Fuente: Elaboración propia basado en Hidalgo et al., (2017), Chimbo y Sisa, (2020).

### **3.3.-Método para diseñar estrategias para la prevención y reducción de inundaciones pluviales**

#### *3.3.1.-Implementación del árbol de problemas y soluciones*

El método empleado para diseñar las estrategias fue el "árbol de problemas", aplicado en un grupo focal compuesto por al menos seis personas afectadas por las inundaciones, convocadas por la autoridad local, (Nuñez y Delgado, 2019) (Figura. 17). Este enfoque tuvo como objetivo identificar los problemas principales enfrentados por las personas durante las inundaciones pluviales a través de una lluvia de ideas con los participantes. Es importante destacar que la información recopilada se complementó con el "árbol de soluciones y metas" con el que se establecieron objetivos que contribuyan al desarrollo óptimo de estrategias, basándose en el análisis de los problemas identificados durante el diagnóstico participativo de los afectados.

La aplicación conjunta de estos métodos posibilita la formulación de estrategias más precisas y realistas, abriendo la posibilidad de una reducción efectiva del problema. Este enfoque sitúa la problemática dentro de la categoría de "problema estructurado" (Hernández-Hernández y Garnica-González, 2015), ya que se cuenta con una definición clara del problema principal.

Además, se identifica el número de actores involucrados que participan en la toma de decisiones, y las alternativas para su resolución pueden ser identificadas y enumeradas de manera clara. Este enfoque sistemático y participativo contribuye a una comprensión más profunda y efectiva de la problemática de las inundaciones pluviales, permitiendo el diseño de estrategias con un enfoque integral y orientadas a resultados concretos.





Figura. 17 Árbol de problemas. Fuente: elaboración propia, basado en Silva-Lira y Sandoval, 2012.

Antes de llevar a cabo la lluvia de ideas, se procedió a explicar al delegado y a toda la comunidad los resultados obtenidos a partir del estudio físico de la comunidad, proporcionándose también a la autoridad local los mapas generados durante la caracterización física de las inundaciones (Figura. 18). Posteriormente, se detalló la actividad a realizar y se inició la lluvia de ideas para la construcción del árbol de problemas, siguiendo un enfoque secuencial que abordó: 1) causas identificadas que propician o intensifican las inundaciones, 2) consecuencias de las inundaciones en las calles y viviendas, y 3) consecuencias secundarias de la inundación. En cuanto al árbol de soluciones, se estructuró siguiendo el siguiente orden: 1) objetivos, 2) posibles soluciones y 3) metas.

Es relevante destacar que la estrategia para obtener información clave de los afectados tuvo que ser adaptada, dado que no todos los participantes podían escribir, algunos carecían de esa habilidad, y otros se expresaban únicamente en lengua maya, a pesar de comprender el español. En este contexto, gracias a la colaboración de los delegados, se logró traducir los comentarios de los habitantes mayahablantes, permitiendo su participación efectiva en el proceso de recolección de información. Esta adaptación aseguró una representación inclusiva y precisa de las perspectivas de la comunidad, facilitando la identificación y análisis detallado de los problemas y soluciones asociados a las inundaciones.



Figura. 18 A) y C) entrega de mapas, B) explicando resultados previos.

Con la implementación del árbol de problemas para abordar la problemática de las inundaciones, se pudo identificar un conjunto de diversas causas que propician o intensifican las inundaciones en la comunidad. Estos factores incluyen tanto elementos geográficos como: la topografía de la región, factores humanos, la falta de infraestructuras de drenaje adecuadas, entre otras. Asimismo, se detectaron consecuencias inmediatas de las inundaciones, evidenciando la vulnerabilidad de las calles y viviendas ante este fenómeno climático. Además, se exploraron las consecuencias secundarias, destacando problemáticas adicionales que surgen a raíz de las inundaciones, tales como la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores y la pérdida de hortalizas y cultivos.

Las soluciones propuestas abarcaron desde medidas adaptativas y de gestión de riesgos hasta la implementación de posibles acuerdos gubernamentales con la comunidad. La definición de metas específicas proporcionó un marco concreto para evaluar la efectividad de las estrategias a implementar.

## Capítulo IV. Análisis de resultados

### 4.1.-Caracterización física de las inundaciones pluviales

La amenaza referida en este apartado se relaciona con precipitaciones superiores a 70 milímetros en un lapso de 24 horas, las cuales resultan en inundaciones pluviales. Según el CENAPRED (2014) y SEMAR (2020), estos eventos se manifiestan en períodos de "lluvia prolongada" o lluvias consideradas "muy fuertes".

Tabla. 11 Eventos de inundación en las zonas de estudio durante el periodo 2002-2022.

Área afectada	Fecha de afectación	Tipo de daños	Autor
Zonas mayas de la península de Yucatán	24 de septiembre de 2002	Inundaciones severas	Rosales (2003)
Zona maya centro/sur de Quintana Roo	26 de septiembre de 2002	Inundaciones severas	Sánchez et al. (2021)
Comunidades rurales de Felipe Carrillo Puerto	2 de julio de 2005	Daños en viviendas e inundaciones	Municipio de Othón P. Blanco (2018)
Zonas rurales de Carrillo Puerto	22 de julio de 2008	Inundaciones moderadas	Municipio de Othón P. Blanco (2018)
Chan Santa Cruz	4 de octubre de 2013	Daños en viviendas y milpas	Por esto Quintana Roo (2013)
*N. P, S.M. P, C.S.C	20 de octubre de 2015	Daños en viviendas	Municipio de Othón P. Blanco (2018)
*N. P, S.M. P, C.S.C	14 de noviembre de 2017	150 familias con pérdidas materiales y patrimoniales	Novelo (2017)
Naranjal poniente	7 de junio de 2017	Daños en vialidades e inundaciones moderadas	Chan (2017)
*N. P, S.M. P, C.S.C	16 de junio de 2018	Perdida de milpas y plaga de moscos por inundaciones moderadas	El Quintana Roo (2018)
Naranjal poniente	18 de agosto de 2018	Daños en viviendas y puente vial	Por esto Quintana Roo (2018)
*N. P, S.M. P, C.S.C	5 de septiembre de 2019	Inundaciones moderadas	Novedades Quintana Roo (2019)
*N. P, S.M. P, C.S.C	32 de agosto de 2020	Inundaciones severas	Xiu (2020)
*N. P, S.M. P, C.S.C	31 de mayo de 2020	Inundaciones moderadas	Caamal (2020)
*N. P, S.M. P, C.S.C	31 de mayo de 2022	Daños en infraestructura vial y viviendas	Caamal (2022)

\*N. P. S.M.P, C. S. C., siglas de las comunidades Naranjal poniente, Santa María poniente y Chan Santa Cruz.  
Fuente: Rosales, 2003; Por Esto Quintana Roo, 2013; Chan, 2017; Novelo, 2017; El Quintana Roo, 2018; Municipio de Othón P. Blanco, 2018; Novedades Quintana Roo, 2019; Caamal, 2020a, 2022b; Chan, 2020; Xiu, 2020.

#### 4.1.2.-Tirantes máximos de inundación registro en el periodo 2002 al 2020, por zonas de inundación

El tirante máximo de inundación se refiere a la altura más alta alcanzada por el nivel del agua durante una inundación en una ubicación específica. También se le conoce como máxima de agua durante inundaciones. Este valor desempeña un papel crucial en la gestión de inundaciones y la planificación de infraestructuras, ya que ayuda a determinar cuánto pueden inundarse áreas particulares durante eventos de lluvias intensas (Hernández-Uribe *et al.*, 2017). El tirante máximo de inundación puede variar debido a una serie de factores, como la cantidad de precipitación, las características topográficas del área, la capacidad de los sistemas de drenaje y la gestión de la infraestructura pública (Iniestra *et al.*, 2012).

La información recopilada en las tablas 14, 15 y 16 se basa en los registros de precipitación acumulada del período 2002-2020 proporcionados por CONAGUA. Se enriquecieron estos datos empleando la técnica de memoria selectiva a partir de informantes clave para obtener los niveles máximos de precipitación. Se observó que los mismos sistemas meteorológicos generaron diferentes niveles de inundación en las comunidades de estudio. Se destacan los años 2002, 2004, 2015 y 2018 por haber provocado las mayores inundaciones al registrar una lámina total de precipitación superior a 200 mm. En particular, junio de 2018 registró la mayor precipitación en tan solo tres días, atribuida a una onda tropical en lugar de un huracán, como se esperaría normalmente para ese nivel de precipitación.

Aunque los fenómenos hidrometeorológicos afectan simultáneamente a las tres comunidades de estudio, las características físicas, especialmente el relieve, influyen en la magnitud de las inundaciones. Por ejemplo, Naranjal Poniente exhibe dos zonas de inundación extrema (Z4, Z8), mientras que Santa María Poniente presenta tres (Z4, Z5, Z7). Por su parte, Chan Santa Cruz, a pesar de tener solo seis zonas de inundación, destaca por dos zonas con alturas extremas (Z2, Z3). Se identifica que, en esta comunidad, a pesar de tener un relieve relativamente homogéneo de 30 metros sobre el nivel del mar, las inundaciones ocurren al interior de los predios, al encontrarse, en promedio, un metro por debajo de las vialidades.

Tabla. 12 Tirantes máximos de inundación en milímetros en las diversas zonas de inundación de la comunidad Naranjal poniente

Fecha de inundación	Lámina total de precipitación en mm	Altura máxima por zona en cm										Sistema meteorológico
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	
22/09/2002-28/09/2002	272.1	80	63	63	100	109	104	90	150	88	42	Huracán Isidoro C3
02/05/2004-05/05/2004	105	30	24	24	56	42	40	35	117	34	16	Depresión tropical
10/06/2004-13/06/2004	207.4	59	48	48	112	83	80	68	148	67	32	Ondas tropicales N°.7 y 8
03/05/2005	108.2	33	25	25	58	43	42	36	120	35	17	Depresión tropical
19/08/2005-20/08/2005	163.5	50	38	38	88	65	63	54	142	53	25	Onda Tropical No. 29/Depresión Tropical José
31/10/2005z	82	25	19	19	44	33	31	27	91	26	13	Remansos del huracán Wilma C4
31/12/2005	82	25	19	19	44	33	31	27	91	26	13	Frente frío N°.24
10/08/2007-11/08/2007	86.5	27	20	20	47	35	33	29	96	28	13	Bandas nubosas del huracán Dean C4
20/08/2007-21/08/2007	83.3	26	19	19	45	33	32	28	93	27	13	Huracán Dean C4
06/10/2007-11/10/2007	166.6	51	38	38	90	67	64	55	166	54	26	Depresión tropical 15
23/10/2008-26/10/2008	126	37	29	29	68	50	48	42	140	41	19	Tormenta tropical Omar
16/05/2010-22/05/2010	328	95	76	76	106	111	116	108	169	106	50	Frente frío N°.35
26/06/2011	65.6	20	15	15	35	26	25	22	73	21	10	Tormenta tropical Arlene
03/06/2012	113.6	34	26	26	61	45	44	38	127	37	17	Sistema de baja presión con poca 10% de evolucionar a huracán
07/08/2012	116.6	36	27	27	63	47	45	39	130	38	18	Tormenta tropical Ernesto
11/08/2013-13/08/2013	142.2	44	33	33	76	57	55	47	158	46	22	Depresión tropical con 70% de evolucionar a tormenta
12/09/2013	85.7	26	20	20	46	34	33	28	95	28	13	Tormenta tropical Ingrid
16/09/2013	128.6	40	30	30	69	51	49	42	143	41	20	Remanentes del Huracán Ingrid
23/10/2013-25/10/2013	178.4	55	41	41	96	71	69	59	144	58	27	Frente frío N°.7
03/01/2014	86.3	27	20	20	46	34	33	29	96	28	13	Frente frío N°.23
31/05/2014	70.9	22	16	16	38	28	27	23	79	23	11	Bandas nubosas del huracán Amanda C4/influencia de vaguada Monzónica
30/08/2014-31/08/2014	90.5	28	21	21	49	36	35	30	101	29	14	Tormenta tropical Dolly
02/02/2015	78.4	24	18	18	42	31	30	26	87	25	12	Frente frío N°33

13/06/2015	282.6	87	65	65	102	93	99	93	155	91	43	Depresión tropical 91-L
11/10/2015	115.6	36	27	27	62	46	44	38	12	37	18	Frente frío N°. 3
17/10/2015-18/10/2015	218.5	70	50	50	117	87	84	72	160	70	34	Frente frío N°. 7
17/06/2016-18/06/2016	186.6	59	43	43	100	75	72	62	140	60	29	Tormenta tropical Danielle/onda tropical N°.6
14/08/2016	122.4	38	28	28	66	49	47	40	136	39	19	Tormenta tropical Earl, canales de baja presión y onda tropical N°.24
05/06/2017	93.3	28	21	21	50	37	36	31	104	30	14	Nubosidad de la tormenta tropical Calvin
07/08/2017	92.2	28	21	21	50	37	35	30	103	30	14	Tormenta tropical Franklin
11/11/2017-12/11/2017	169.9	52	39	39	91	68	65	56	174	55	26	Frente frío N°. 9
13/06/2018-16/06/2018	434.5	80	97	100	112	110	137	143	143	120	55	Zona de Inestabilidad/OT 3
22/10/2019	93.2	28	21	22	52	35	33	30	102	30	15	Frente frío N°. 6/Zona de baja presión en el Golfo
18/11/2020	130.2	40	30	30	70	52	50	43	145	42	20	Frente frío N°. 11/ondas del Huracán Eta C4

Fuente: Registros históricos de CONAGUA, SMN, NOAA, 2002-2020. Elaboración propia.

Tabla. 13 Tirantes máximos en milímetros en las diversas zonas de inundación de la comunidad Santa María poniente

Fecha de inundación	Milímetros (mm) de precipitación	Tirante máximo por zona en cm											Sistema meteorológico
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10		
22/09/2002-28/09/2002	272.1	90	84	100	120	150	127	167	104	132	153	Huracán Isidoro C3	
02/05/2004-05/05/2004	105	48	32	56	121	81	50	65	40	51	59	Depresión tropical	
10/06/2004-13/06/2004	207.4	86	64	100	150	160	89	110	80	100	96	Ondas tropicales N°.7 y 8	
03/05/2005	108.2	50	33	58	125	83	52	66	42	52	61	Depresión tropical	
19/08/2005-20/08/2005	163.5	75	50	88	160	110	78	100	63	79	92	Onda Tropical No. 29/Depresión Tropical José	
31/10/2005	82	38	25	44	94	63	39	50	31	40	46	Remansos del huracán Wilma C4	
31/12/2005	82	38	25	44	94	63	39	50	31	40	46	Frente frío N°.24	

10/08/2007-11/08/2007	86.5	40	27	47	100	66	41	53	33	42	48	Bandas nubosas del huracán Dean C4
20/08/2007-21/08/2007	83.3	38	26	45	96	64	40	51	32	40	47	Huracán Dean C4
06/10/2007-11/10/2007	166.6	77	51	90	162	128	79	102	64	81	93	Depresión tropical 15
23/10/2008-26/10/2008	126	58	39	68	145	97	60	77	48	61	71	Tormenta tropical Omar
16/05/2010-22/05/2010	328	91	101	100	128	132	96	122	106	110	94	Frente frío N°.35
26/06/2011	65.6	30	20	35	76	50	31	40	25	32	37	Tormenta tropical Arlene
03/06/2012	113.6	52	35	61	131	87	54	70	44	55	64	Sistema de baja presión con poca 10% de evolucionar a huracán
07/08/2012	116.6	54	36	63	134	90	56	72	45	56	65	Tormenta tropical Ernesto
11/08/2013-13/08/2013	142.2	66	44	76	164	109	68	87	55	69	80	Depresión tropical con 70% de evolucionar a tormenta
12/09/2013	85.7	39	26	46	99	66	41	53	33	41	48	Tormenta tropical Ingrid
16/09/2013	128.6	59	40	69	130	89	61	79	49	62	72	Remanentes del Huracán Ingrid
23/10/2013-25/10/2013	178.4	82	55	96	106	97	85	100	69	86	100	Frente frío N°.7
03/01/2014	86.3	40	27	46	79	66	41	53	33	42	48	Frente frío N°.23
31/05/2014	70.9	33	22	38	62	54	34	44	27	34	40	Bandas nubosas del huracán Amanda C4/influencia de vaguada Monzónica
30/08/2014-31/08/2014	90.5	42	28	49	104	70	43	56	35	44	51	Tormenta tropical Dolly
02/02/2015	78.4	36	24	42	90	60	37	48	30	38	44	Frente frío N°33
13/06/2015	282.6	110	77	122	168	157	135	144	90	100	118	Depresión tropical 91-L
11/10/2015	115.6	53	36	62	133	89	55	71	44	56	65	Frente frío N°. 3
17/10/2015-18/10/2015	218.5	101	67	117	162	150	104	134	84	106	123	Frente frío N°. 7
17/06/2016-18/06/2016	186.6	86	57	100	160	130	89	115	72	90	105	Tormenta tropical Danielle/onda tropical N°.6
14/08/2016	122.4	56	38	66	141	94	58	75	47	59	69	Tormenta tropical Earl, canales de baja presión y onda tropical N°.24
05/06/2017	93.3	43	29	50	107	72	44	57	36	45	52	Nubosidad de la tormenta tropical Calvin
07/08/2017	92.2	42	28	50	106	71	44	57	35	45	52	Tormenta tropical Franklin
11/11/2017-12/11/2017	169.9	78	52	91	166	130	81	104	65	82	95	Frente frío N°. 9

13/06/2018-16/06/2018	434.5	110	90	120	140	160	100	150	140	100	90	Zona de Inestabilidad/OT 3
22/10/2019	93.2	43	29	50	107	72	44	57	36	45	52	Frente frío N°. 6/Zona de baja presión en el Golfo
18/11/2020	130.2	60	40	70	100	90	60	80	50	63	80	Frente frío N°. 11/ondas del Huracán Eta C4

Tabla. 14 Tirantes máximos en milímetros en las diversas zonas de inundación de la comunidad Chan Santa Cruz

Fecha de inundación	Milímetros (mm) de precipitación	Tirantes máximos por zona en cm							Sistema meteorológico
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	
22/09/2002-28/09/2002	272.1	63	150	100	80	75	90	N/A	Huracán Isidoro C3
02/05/2004-05/05/2004	105	24	89	56	61	36	32	N/A	Depresión tropical
10/06/2004-13/06/2004	207.4	30	175	112	121	72	70	N/A	Ondas tropicales N°.7 y 8
03/05/2005	108.2	25	91	58	63	37	40	N/A	Depresión tropical
19/08/2005-20/08/2005	163.5	28	138	88	95	57	60	N/A	Onda Tropical No. 29/Depresión Tropical José
31/10/2005	82	19	69	44	48	28	30	N/A	Remansos del huracán Wilma C4
31/12/2005	82	19	69	44	48	28	30	N/A	Frente frío N°.24
10/08/2007-11/08/2007	86.5	20	73	47	50	30	32	N/A	Bandas nubosas del huracán Dean C4
20/08/2007-21/08/2007	83.3	19	70	45	49	29	26	N/A	Huracán Dean C4
06/10/2007-11/10/2007	166.6	32	141	90	97	55	60	N/A	Depresión tropical 15
23/10/2008-26/10/2008	126	29	106	68	74	44	39	N/A	Tormenta tropical Omar
16/05/2010-22/05/2010	328	40	155	110	120	100	56	N/A	Frente frío N°.35
26/06/2011	65.6	15	55	35	38	23	20	N/A	Tormenta tropical Arlene
03/06/2012	113.6	22	74	50	55	25	25	N/A	Sistema de baja presión con poca 10% de evolucionar a huracán



07/08/2012	116.6	20	80	50	60	30	35	N/A	Tormenta tropical Ernesto
11/08/2013-13/08/2013	142.2	30	100	60	67	35	40	N/A	Depresión tropical con 70% de evolucionar a tormenta
12/09/2013	85.7	20	72	46	50	30	30	N/A	Tormenta tropical Ingrid
16/09/2013	128.6	30	110	70	75	40	45	N/A	Remanentes del Huracán Ingrid
23/10/2013-25/10/2013	178.4	40	150	90	100	60	60	N/A	Frente frío N°.7
03/01/2014	86.3	20	70	46	50	30	25	N/A	Frente frío N°.23
31/05/2014	70.9	18	60	38	41	25	22	N/A	Bandas nubosas del huracán Amanda C4/influencia de vaguada Monzónica
30/08/2014-31/08/2014	90.5	21	76	49	53	28	30	N/A	Tormenta tropical Dolly
02/02/2015	78.4	18	66	42	46	27	30	N/A	Frente frío N°33
13/06/2015	282.6	60	154	130	140	90	110	N/A	Depresión tropical 91-L
11/10/2015	115.6	27	90	60	68	38	40	N/A	Frente frío N°. 3
17/10/2015-18/10/2015	218.5	50	153	110	118	70	70	N/A	Frente frío N°. 7
17/06/2016-18/06/2016	186.6	40	140	90	100	56	45	N/A	Tormenta tropical Danielle/onda tropical N°.6
14/08/2016	122.4	28	103	66	71	42	38	N/A	Tormenta tropical Earl, canales de baja presión y onda tropical N°.24
05/06/2017	93.3	21	79	50	54	32	29	N/A	Nubosidad de la tormenta tropical Calvin
07/08/2017	92.2	21	78	50	54	32	28	N/A	Tormenta tropical Franklin
11/11/2017-12/11/2017	169.9	30	130	80	90	50	40	N/A	Frente frío N°. 9
13/06/2018-16/06/2018	434.5	65	160	90	130	120	65	N/A	Zona de Inestabilidad/OT 3
22/10/2019	93.2	21	79	50	54	32	29	N/A	Frente frío N°. 6/Zona de baja presión en el Golfo
18/11/2020	130.2	30	110	97	76	45	40	N/A	Frente frío N°. 11/ondas del Huracán Eta C4

Es destacable, que después del embate de una amenaza ya sea este producto de un sistema frontal o tropical, el sector gubernamental dirige ciertos apoyos para los damnificados, entre dichos apoyos se encuentran la distribución de láminas metálicas o de cartón, despensas, ropa, atención médica, entre otras acciones, sin embargo, dichos apoyos son distribuidos post-desastre cuestión que no incentiva la prevención del desastre.

A raíz de la interacción con el grupo focal y el relato de los afectados por las inundaciones, se obtiene una visión más profunda de las repercusiones post-inundación en las comunidades. Se identifican diversos efectos secundarios derivados de las inundaciones, destacándose entre las principales afectaciones la proliferación de plagas, especialmente de mosquitos, ranas y sapos, como resultado del estancamiento de las aguas.

La plaga de mosquitos, en particular, se considera de suma importancia, dado que estos insectos actúan como vectores de enfermedades como el dengue y el paludismo, afectando de manera anual las zonas rurales del estado de Quintana Roo (Mocetti, Caldas y Delgado, 2015). En cuanto a la proliferación de ranas y sapos, surge una problemática secundaria relacionada con la mortandad masiva de estos animales, generando un desprendimiento de mal olor que penetra en numerosas viviendas. La presencia de moscas, atraídas por este olor, constituye un riesgo adicional, ya que pueden transferir enfermedades al interactuar con materia en descomposición y posteriormente con alimentos, como es el caso de la salmonelosis y enfermedades gastrointestinales (Vergara et al., 2011; Rivera y Villada, 2018).

Por otro lado, el estancamiento de las aguas no solo propicia la proliferación de plagas, sino que también representa un foco de infección para enfermedades como el cólera e infecciones gastrointestinales, entre otras. Mocetti, Caldas y Delgado (2015) señalan que en entornos tropicales existe una relación directa entre eventos de inundación e incremento en casos de dengue y paludismo debido al aumento del vector de la enfermedad, el mosquito. Además, se observa un aumento de casos de enfermedades parasitarias como la giardiasis y amebiasis, así como enfermedades bacterianas como la salmonela y víricas como el rotavirus (García Castro y Villerías-Salinas, 2018), todas ellas de alto riesgo, especialmente en entornos rurales donde el acceso a servicios médicos se ve dificultado, como se evidencia en la información recopilada durante el trabajo de campo y la revisión bibliográfica.

#### 4.1.3.-Mapas de ubicación de zonas de inundación con altitud

Con base en la información recopilada mediante el grupo focal, se identificaron las zonas de inundación pluvial en las tres comunidades de estudio. Naranjal Poniente (Figura. 19) se destaca al presentar el mayor número de estas zonas, con 11 áreas afectadas significativamente, impactando directamente a 41 hogares y aproximadamente 90 habitantes (Tabla 17).

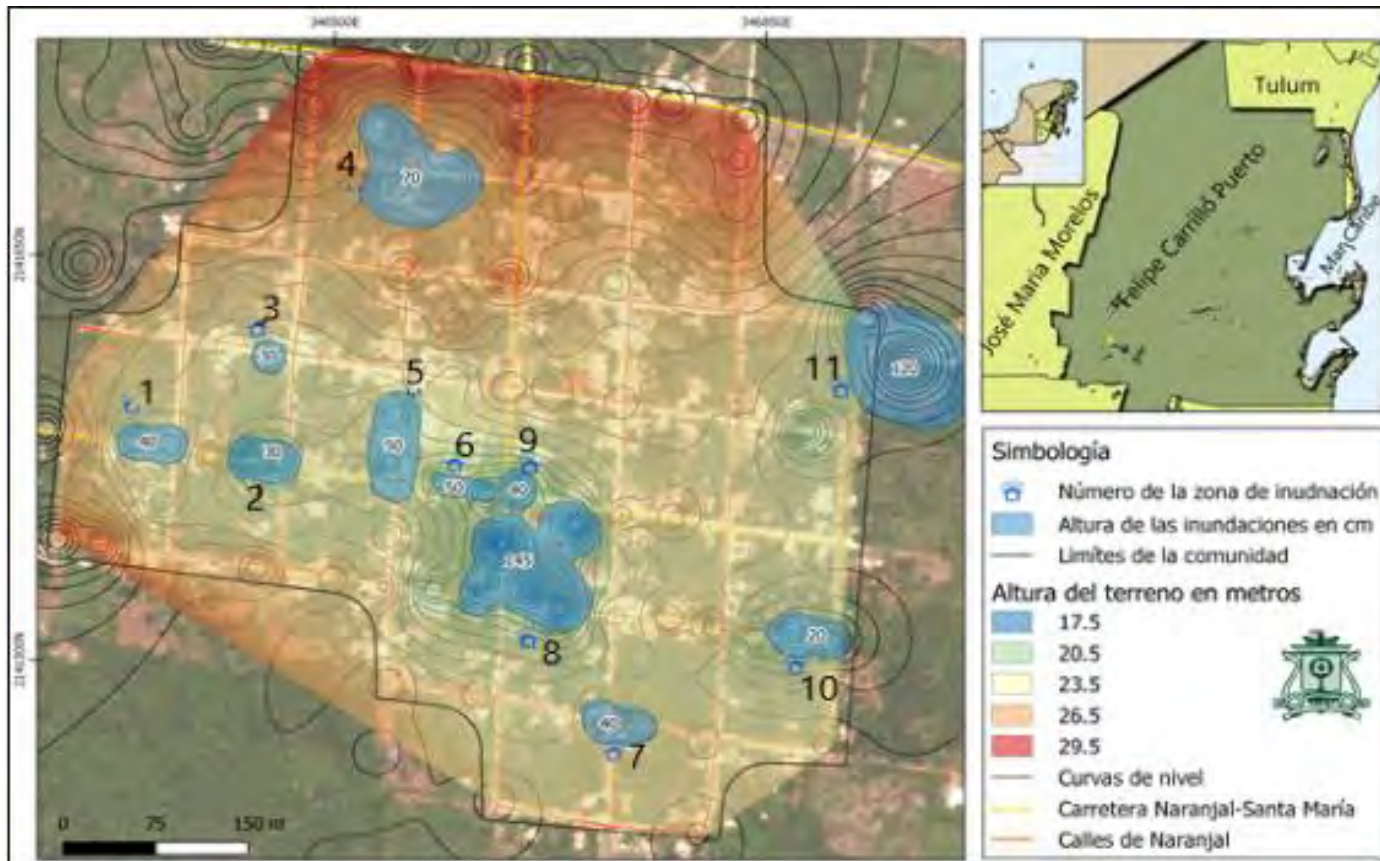


Figura. 19 Zonas de inundaciones pluviales en Naranjal poniente. Fuente: elaboración propia.

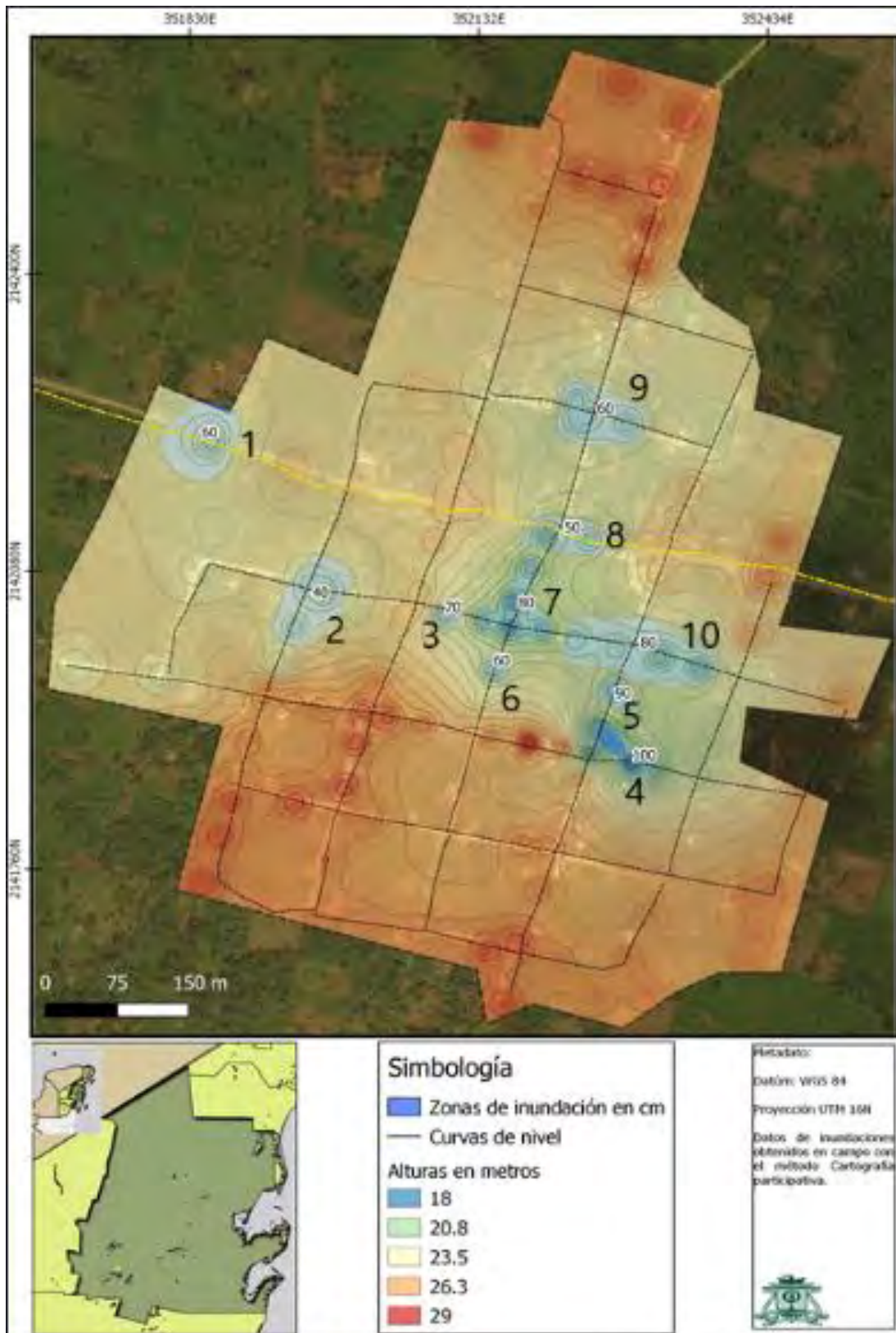


Figura. 20 Zonas de inundación en Santa María Poniente. Fuente: elaboración propia.

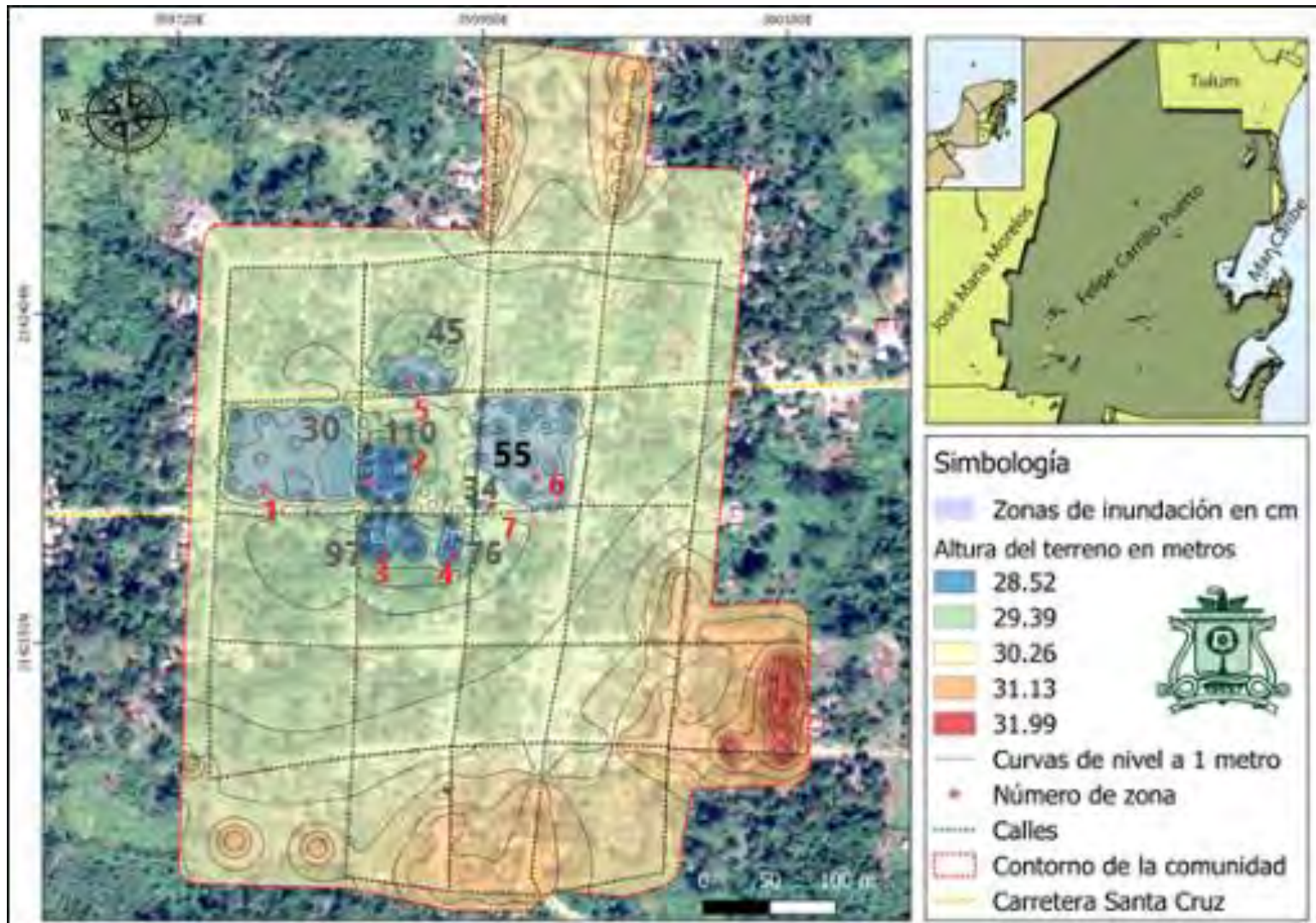


Figura. 21 Zonas de inundación en Chan Santa Cruz. Fuente: elaboración propia

#### *4.1.3.1.- Zonificación de las inundaciones pluviales*

En segundo lugar, se encuentra Santa María Poniente (Figura. 20), con 10 zonas de inundación pluvial que afectan a 41 hogares y 23 personas. Es relevante destacar que ambas comunidades comparten características topográficas y de inundación similares, ya que presentan tirantes máximos (Tablas 14 y 15) en el rango de 1 a 1.7 metros. Además, tanto Naranjal Poniente como Santa María Poniente poseen suelos con baja permeabilidad, siendo de tipo leptosol y gleysol/leptosol, respectivamente. Esta composición edáfica propicia el estancamiento de aguas al interior de las entidades, generando inundaciones más extensas y duraderas (Figura 5).

En cuanto a la comunidad "Chan Santa Cruz" (Figura. 21), se observa una clara disparidad tanto en el número como en la configuración de las zonas de inundación pluvial. Se identificaron siete áreas de inundación con alturas en el tirante máximo oscilando entre 1 a 1.5 metros. Estas inundaciones tienen su origen en el relieve intrapredial, ya que los predios se encuentran a menor altura que las calles, propiciando el estancamiento de las aguas al interior de los mismos. Sin embargo, a diferencia de las otras comunidades, los predios en Chan Santa Cruz no experimentan inundaciones en las inmediaciones y pueden permanecer anegados hasta por 7 días debido a la baja permeabilidad del suelo gleysol que abarca toda el área habitada de la localidad (Figura. 6) aunado a la constitución kástica de la provincia fisiográfica (Figura. 7). En este caso, 14 viviendas y 16 familias se ven afectadas directamente.

Es destacable que, a pesar de las diferencias en la forma de desarrollo de las inundaciones (intrapredial y extrapredial), en ambos casos las afectaciones a las familias son severas, ocasionando pérdidas a diferentes niveles. Estos impactos están influenciados por diversos factores, como la altura de la inundación (Tablas 17, 18 y 19), el material de construcción de las viviendas, la elevación de estas, así como factores que pueden agravar o reducir el estancamiento del agua, como el tipo de suelo (Figura. 6) y roca (Figura. 9).

Tabla. 15 Afectación por altura en la inundación pluvial. Naranjal Poniente.

Afectación	Altura de la inundación	Hogares afectados	Recurrencia durante un año	Tiempo en que baja la inundación
Anegación del terreno circundante a las viviendas	A partir de los 20 cm.	41	5 veces	1 día
Anegación dentro de la vivienda	A partir de los 20 cm	30	3 veces	1 día
*Pérdida de hortalizas en el solar familiar	A partir de los 30 cm	10 (no todos realizan)	1 vez	2 días
**Daños en bienes materiales	A partir de los 40 cm	35	1 vez	1 día en el exterior 3 días en el interior
***Pérdida de cultivos de maíz en el solar familiar	A partir de 50 cm	8 (no todos lo realizan)	1 vez	5 día en el exterior 3-5 días en el interior
Abandono momentáneo del hogar	A partir de 70 cm	7 (algunas familias optan por no abandonar sus hogares)	Este tipo de evento suele ocurrir cada dos a tres años	Aprox. Fuera del hogar 8 días Dentro de la vivienda hasta 10 días
La inundación de 120 cm no se señala en la afectación directa a la comunidad por no representar afectación a hogares, pero sí a una zona de esparcimiento que es el campo de béisbol.				
Muerte de animales de corral (crías de cerdos) y gallinas	A partir de los 145 cm	9	Este tipo de eventos suelen ocurrir cada dos a tres años	Aprox. Fuera del hogar 12 días Dentro de la vivienda hasta 14 días

NOTA: \* La pérdida de hortalizas se da mayormente en cultivos de cilantro, rábano y lechuga por el estrés hídrico.

\*\*El daño en bienes materiales es bajo, derivado a que pocas familias cuentan con estos y los que se ven afectados resguardan sus bienes en baños y lugares altos dentro del hogar (andamios de techo).

\*\*\*La afectación al maíz se da por el estrés hídrico y las plagas.

Fuente: Información obtenida de los habitantes durante el trabajo de campo, 2021.

Tabla. 16 Afectación por altura en la inundación pluvial. Santa María Poniente.

Afectación	Altura de la inundación	Hogares afectados	Recurrencia durante un año	Tiempo en que baja de la inundación
Aneación del terreno circundante a las viviendas	A partir de los 20 cm.	23	5 veces	1 día
Aneación dentro de la vivienda	A partir de los 30 cm	23	3 veces	1 día
*Pérdida de hortalizas en el solar familiar	A partir de los 40 cm	3 (no todos lo realizan)	1 vez	3 días
**Daños en bienes materiales	A partir de los 60 cm	16	1 vez	4 día en el exterior 3-5 días en el interior
***Pérdida de cultivos de maíz en del solar familiar	A partir de 70 cm	1 (no todos lo realizan)	1 vez cada dos años	5 día en el exterior 3-6 días en el interior
Abandono momentáneo de los hogares. Daños en infraestructura escolar	A partir de 80 cm	9 (algunas familias optan por no ir abandonar sus hogares)	Este tipo de eventos suelen ocurrir cada dos a tres años	Aprox. Fuera del hogar 8 días Dentro de la vivienda hasta 10 días
Muerte de animales de corral (crías de cerdos) y gallinas. Daños en infraestructura escolar	A partir de los 90-100 cm	6	Este tipo de eventos suelen ocurrir cada dos a tres años	Aprox. Fuera del hogar 10 días Dentro de la vivienda hasta 9-11 días

\* La pérdida de hortalizas se da mayormente en cultivos de cilantro, rábano y lechuga por el estrés hídrico.

\*\*El daño en bienes materiales es bajo derivado a que pocas familias cuentan con estos y los que se ven afectados resguardan sus bienes en baños y lugares altos dentro del hogar como los andamios de techo.

\*\*\*La afectación al maíz se da por el estrés hídrico y las plagas.



Tabla. 17 Afectación por altura en la inundación pluvial. Chan Santa Cruz.

Afectación	Altura de la inundación	Hogares afectados	Recurrencia durante un año	Tiempo en que baja de la inundación
Anegación del campo de fútbol	A partir de los 20 cm.	Toda la comunidad	Más de 5 veces	De 1 a 2 días
Anegación dentro de la vivienda	A partir de los 20 cm	13	3 veces	1 día
**Daños en bienes materiales	A partir de los 40 cm	9	1 vez	2 día en el exterior 3-4 días en el interior
Abandono momentáneo de los hogares	A partir de 80 cm	6 optan por no ir abandonar sus hogares	Este tipo de eventos suelen ocurrir cada dos a tres años	Aprox. Fuera del hogar 8 días Dentro de la vivienda hasta 10 días
Muerte de animales de gallinas	A partir de los 90-100 cm	2 no todos los afectados por este tipo de inundaciones tienen animales	Este tipo de eventos suelen ocurrir cada dos a tres años	Aprox. Fuera del hogar 10 días Dentro de la vivienda hasta 9-11 días

\* El daño en bienes materiales es bajo derivado a que pocas familias cuentan con estos y los que se ven afectados, resguardan sus bienes en baños y lugares altos dentro del hogar como los andamios de techo.

Fuente: Información obtenida de los habitantes durante el trabajo de campo, 2021.

Durante una conversación más detallada con la ex autoridad local de Chan Santa Cruz, se obtuvo documentación que evidencia un evento de inundación extrema ocurrido hace 18 años. Este evento de inundación alcanzó una altura de 200 cm, obligando a evacuar a los afectados a través de cayucos (canoas) (Figura. 22), ya que algunos residentes no pudieron abandonar sus hogares debido a la elevación del agua. Es relevante señalar que en diversas áreas se registraron pérdidas materiales debido a la inundación provocada por lluvias intensas y acumulativas, que tomaron entre 3 y 5 horas para alcanzar el nivel mencionado por los habitantes.



*Figura. 22 A) evento de inundación extrema del año 2002, B) aplicación de encuestas. Fuente: A) autoridad local, B) trabajo de campo.*

Contrario a las comunidades previas, en esta localidad ningún hogar afectado cuenta con cultivos, ya sea de traspatio o solar familiar. Sin embargo, algunas familias poseen animales como gallinas, las cuales suelen morir por ahogamiento durante eventos de inundación severa (Tabla 19). Como medida actual, los habitantes han optado por construir gallineros elevados con pilotes de hasta 70 cm de altura, con el propósito de brindar una mayor protección a sus animales.

#### 4.1.4.-Mapas de escorrentía pluvial de las comunidades de interés

En todas las comunidades examinadas, se ha observado que la dirección de la escorrentía sigue el curso hacia las áreas más bajas de las entidades, afectando principalmente a las viviendas ubicadas en lo que los residentes denominan "cuencos". Tanto Naranjal Poniente (Figura. 23) como Santa María Poniente (Figura. 24) exhiben un patrón de escorrentía pluvial que se ve modificado por la topografía de las localidades.

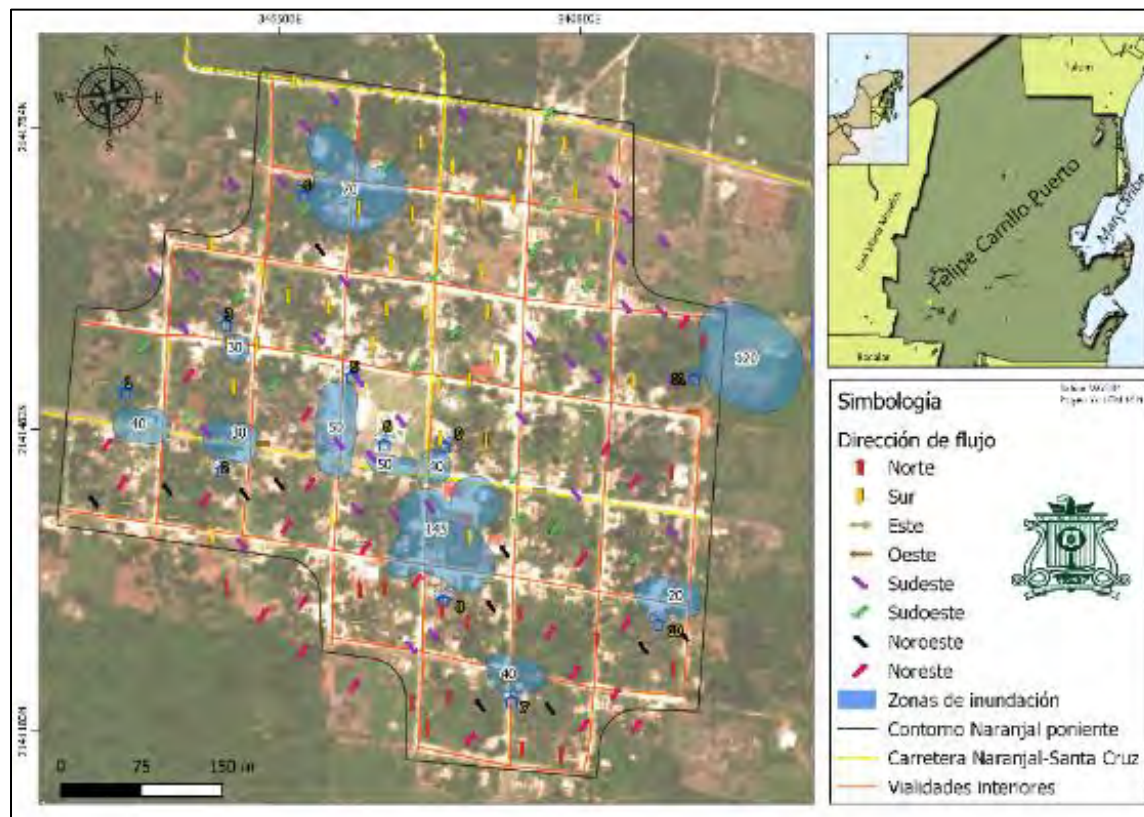


Figura. 23 Dirección de la escorrentía pluvial de Naranjal poniente. Fuente: elaboración propia.

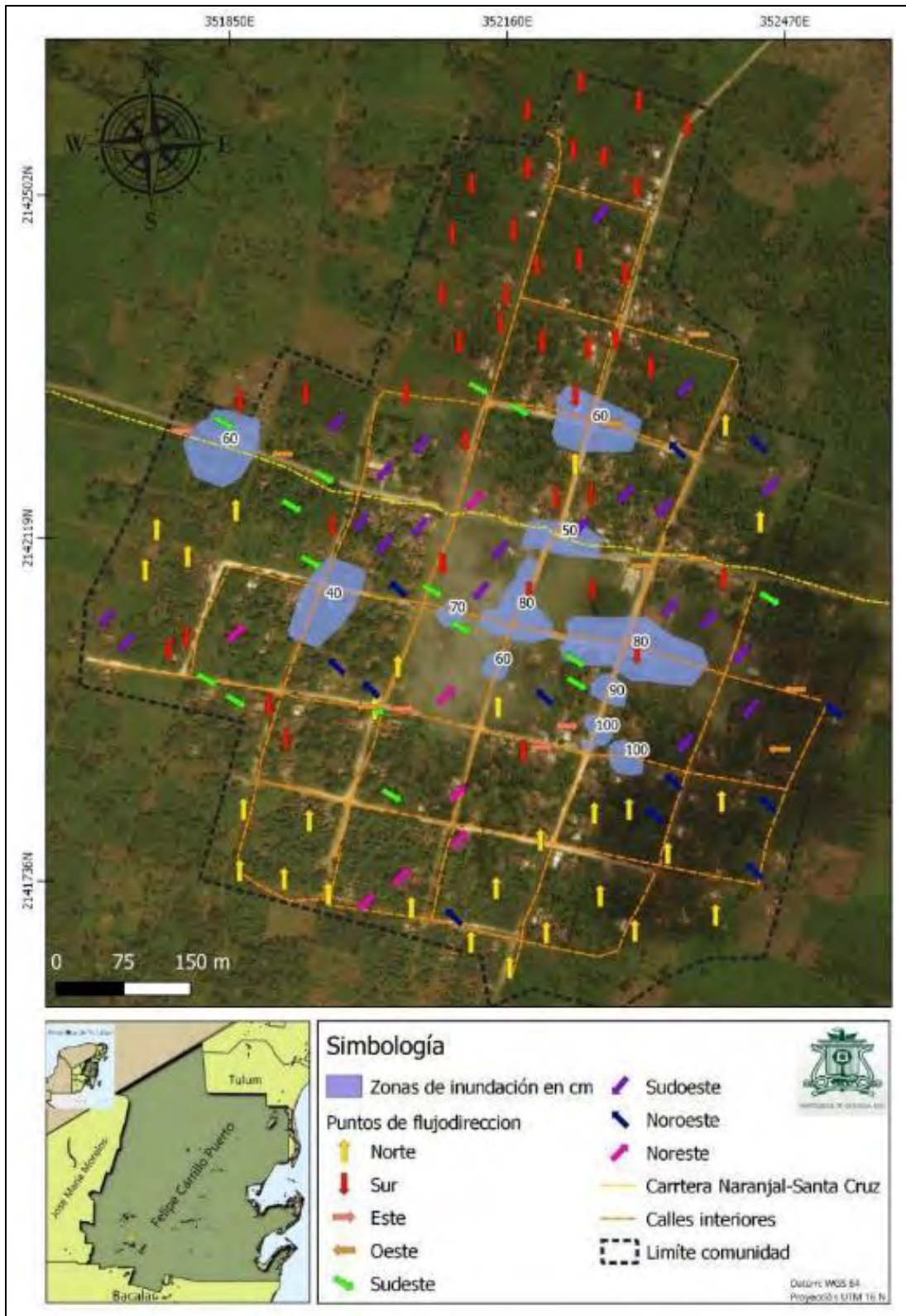


Figura. 24 Dirección de la escorrentía pluvial de Santa María poniente. Fuente: elaboración propia.

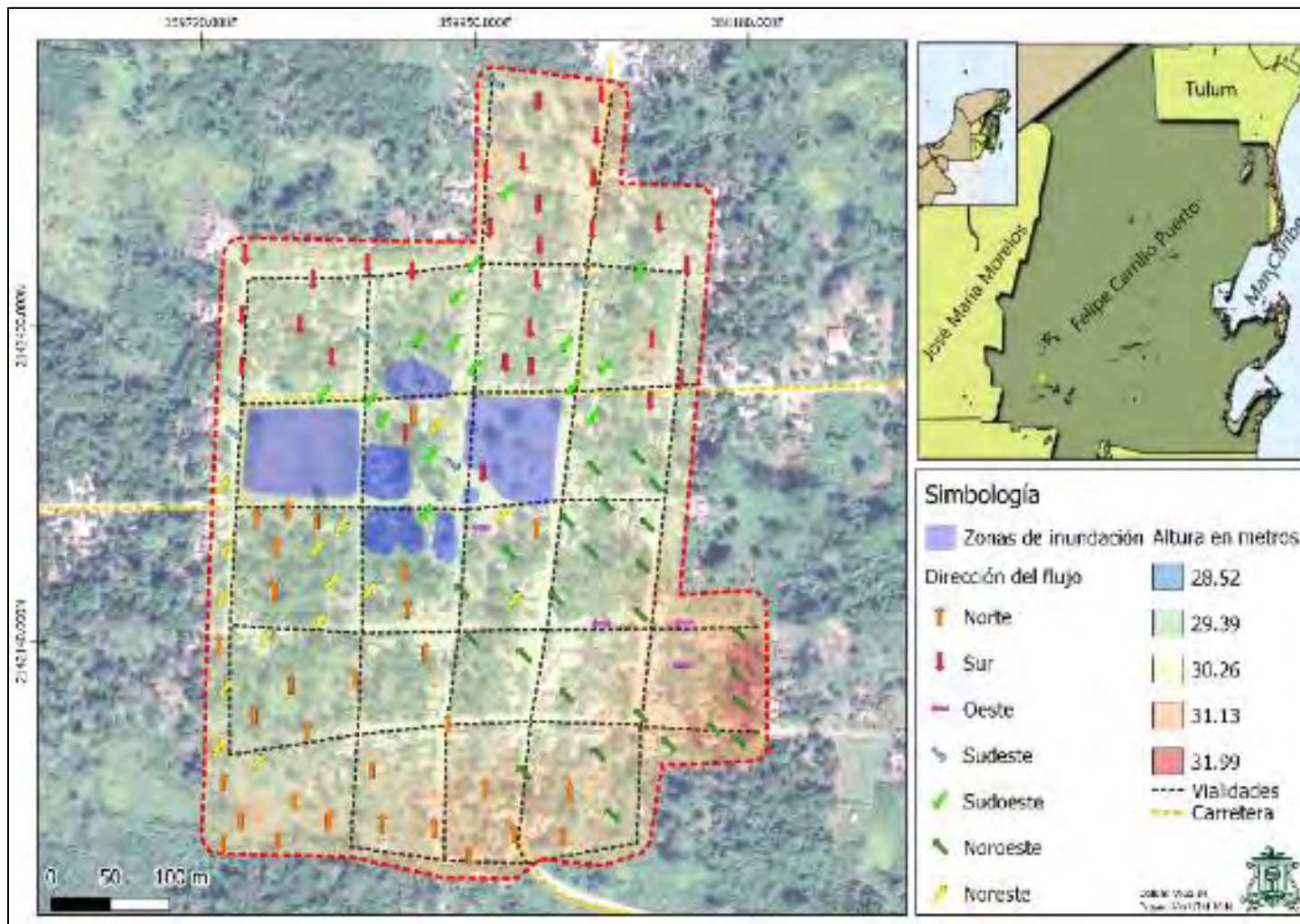


Figura. 25 Dirección de la escorrentía pluvial en Chan Santa Cruz. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4.1.-Dirección del flujo de la esorrentía pluvial

De manera similar a la identificación de zonas inundadas, se recurrió a los testimonios proporcionados por la autoridad local y los participantes del grupo focal para mapear en el terreno las rutas de escurrimiento de las lluvias (Figura. 26). Es importante destacar que al interpretar los flujos hídricos indicados por los habitantes y los obtenidos a partir de la interpretación de las curvas de nivel, se observó concordancia en las tres comunidades estudiadas. Queda claro que las áreas llanas y hondonadas, desde una perspectiva geomorfológica, son más susceptibles a sufrir inundaciones en comparación con las zonas escarpadas o con elevaciones.



Figura. 26 Imagen aérea de la comunidad con zonas de inundación y dirección de esorrentía de acuerdo con la percepción de habitantes. Fuente: elaborado durante trabajo de campo, 2021.

En ciertas zonas, el agua se dirige hacia áreas más bajas, pero la presencia de colinas alrededor exagera la retención del agua, junto con la baja permeabilidad del suelo Ak'al che' (gleysol/leptosol). La acumulación de agua se disemina hacia zonas más bajas solo cuando supera la topografía, provocando aumentos repentinos en las inundaciones.

En el caso de Chan Santa Cruz (Figura. 25), a diferencia de las otras comunidades, no se presenta un relieve tan pronunciado, con solo dos metros de diferencia entre la zona más baja y alta. Esta característica ha dado lugar a una escorrentía más lenta y, por ende, a inundaciones menos abruptas. Sin embargo, la altura de los terrenos en comparación con las vialidades en esta comunidad es el principal factor de los fenómenos de inundación. No solo se debe a la acumulación de agua por la escorrentía, como en las otras dos comunidades, sino también a la acumulación directa por la retención de la precipitación dentro del predio, resultado de la baja permeabilidad del suelo kárstico, además de la poca profundidad del manto acuífero (Figura. 27).



Figura. 27 Predio de la comunidad Chan Santa Cruz anegado. Fuente: trabajo de campo.

En las tres comunidades, se observaron similitudes en la ubicación de los refugios para huracanes y tormentas, localizados en instalaciones educativas o en la casa ejidal. Es destacable que estos lugares se sitúan dentro de las zonas propensas a inundaciones (Figura. 19; Figura. 20; Figura. 21). Según Quesada-Román (2017), la identificación de zonas de inundación sugiere que estos sitios se consideren llanuras de inundación, que no deberían ser adecuadas para el asentamiento humano. Este aspecto se refleja en las áreas rurales, donde la planificación, a menudo delegada a los residentes o con escasa intervención de los órganos gubernamentales, resulta en la ubicación de refugios ante desastres en lugares desfavorables (Montoya-Gómez et al., 2008).

Además, se evidenció que las tres comunidades enfrentan problemas derivados de las escorrentías, siendo la erosión fluvial de las vialidades de terracería un fenómeno destacado, causado por la fragilidad del suelo calcáreo (Figura. 28, sección A). En la sección B de la Figura. 28, se muestra la dirección de la escorrentía según el conocimiento empírico de los habitantes. Cabe mencionar que estos escurrimientos no se ven afectados por estructuras que delimitan los predios, como bardas de piedra acomodada o cercos de madera. No obstante, sí son influenciados por las banquetas en la zona cercana al domo, que funcionan como bordos, contribuyendo al estancamiento del agua en esa área (Figura. 29), ya que dividen el pavimento y las banquetas impiden el filtrado de agua al subsuelo.



Figura. 28 A) Erosión de camino B) dirección de escurrimientos. Fuente: trabajo de campo, 2021.





Figura. 29 Bardas de piedra, cercos de madera, banquetas y bordos en la zona del domo. Fuente: trabajo de campo, 2020.

Según lo expuesto anteriormente, se puede apreciar en el recuadro azul de Figura. 29 cómo las estructuras semipermanentes, como bardas de piedras acomodadas y cercas de madera, presentan amplias ranuras que favorecen la infiltración de las aguas acumuladas. Estas estructuras no modifican el caudal de los escurrimientos pluviales y, debido a sus materiales y método de construcción, pueden retirarse con relativa facilidad cuando sea necesario. En contraste, el recuadro rojo destaca estructuras con una vida útil prolongada, como banquetas, bardas y calles asfaltadas, que, debido a sus materiales y método de construcción, propician encharcamientos, según indican los habitantes. Estas estructuras también contribuyen al aumento de la duración de las inundaciones al reducir la permeabilidad del suelo (Torres-Pérez y Pérez-Monsreal 2011; Larenze et al. 2021)

#### 4.1.5.-Mapas de los elementos expuestos a inundaciones pluviales

A partir de los datos derivados de la sesión del grupo focal convocada por el delegado y la información recopilada durante el levantamiento de campo, se procedió a realizar un análisis cuantitativo de las viviendas afectadas en las áreas propensas a inundaciones. Detallándose la posición de los elementos expuestos en los siguientes mapas.

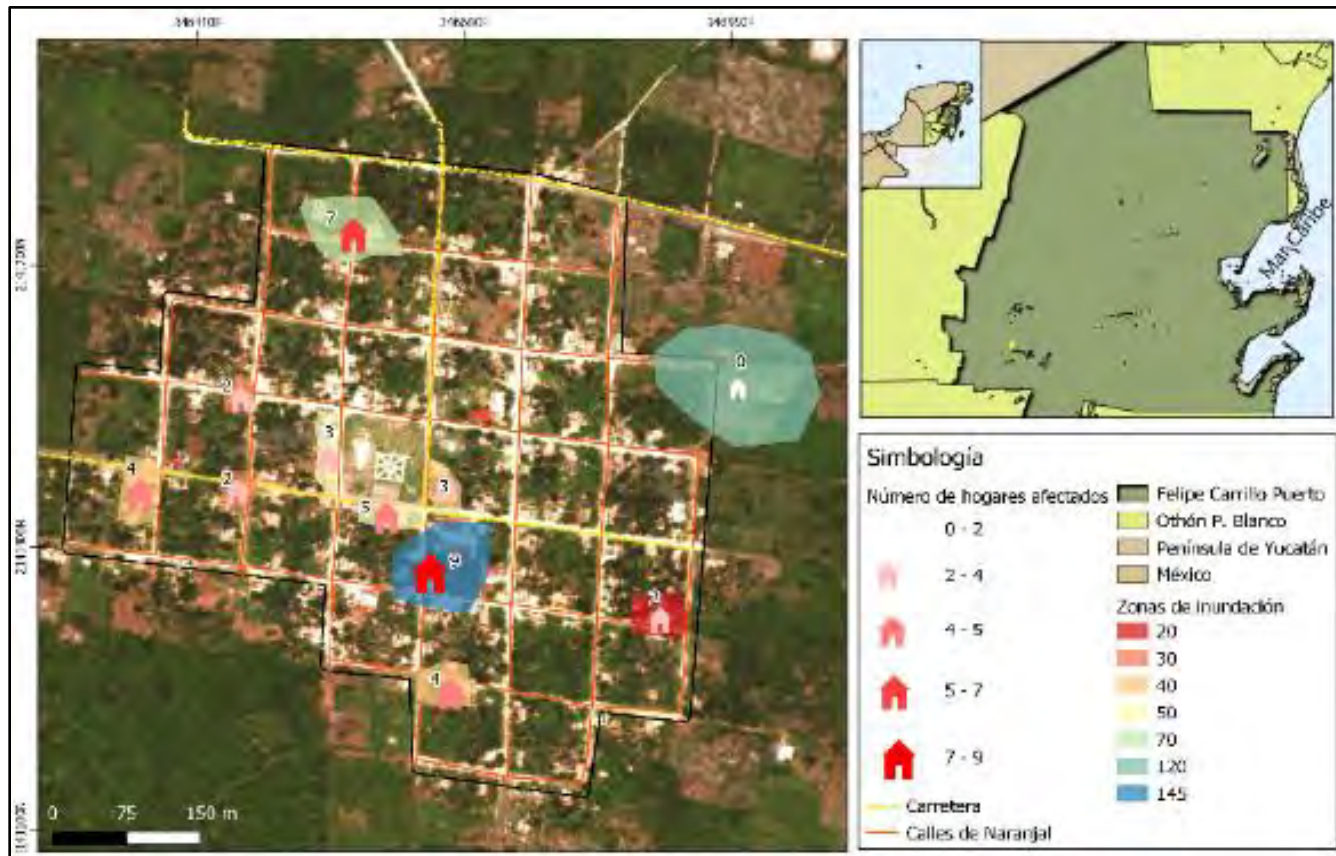


Figura. 30 Ubicación de los elementos expuestos en Naranja Poniente. Fuente: elaboración propia.

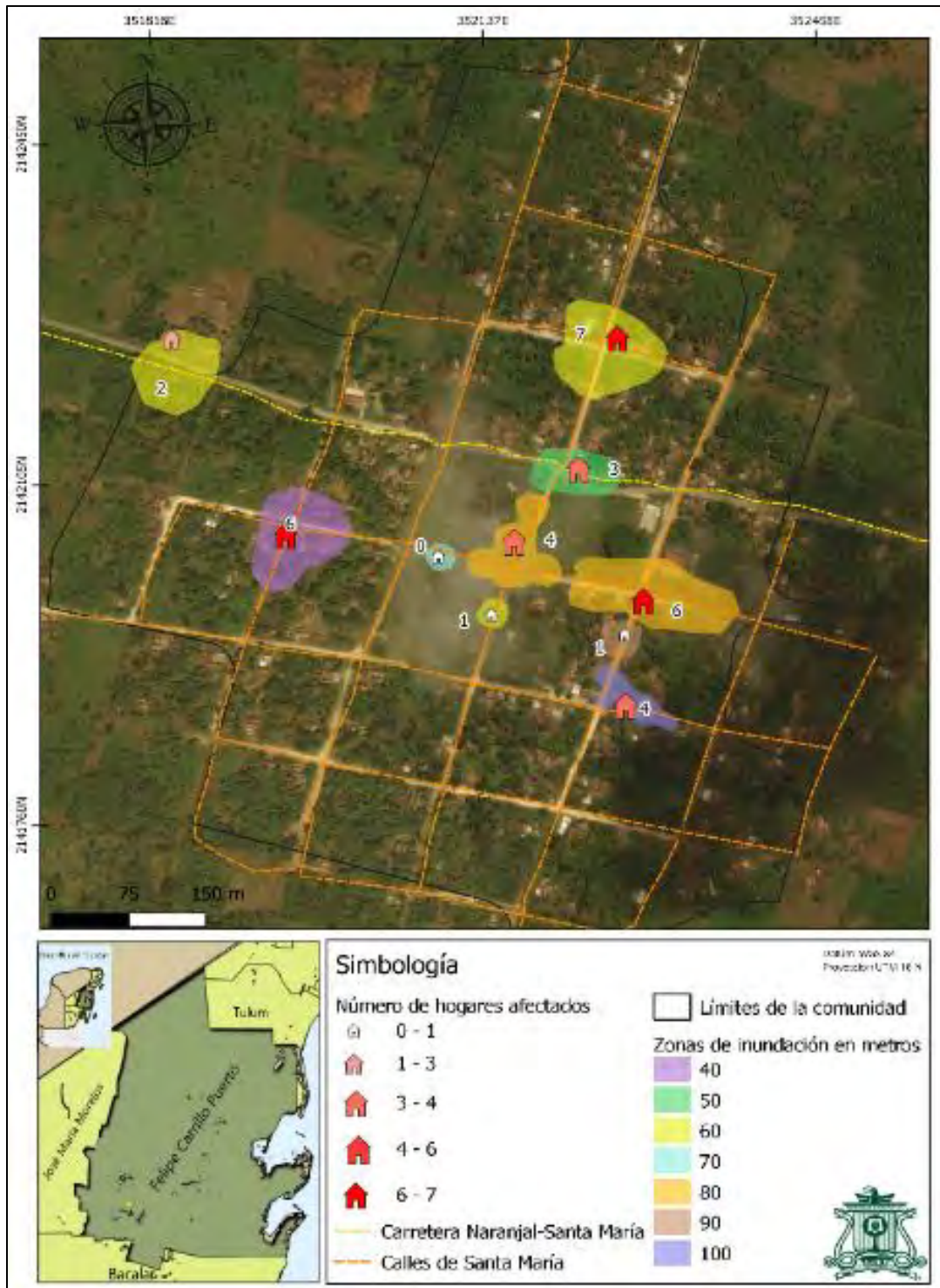


Figura. 31 Ubicación de los elementos expuestos en Santa María Poniente. Fuente: elaboración propia.

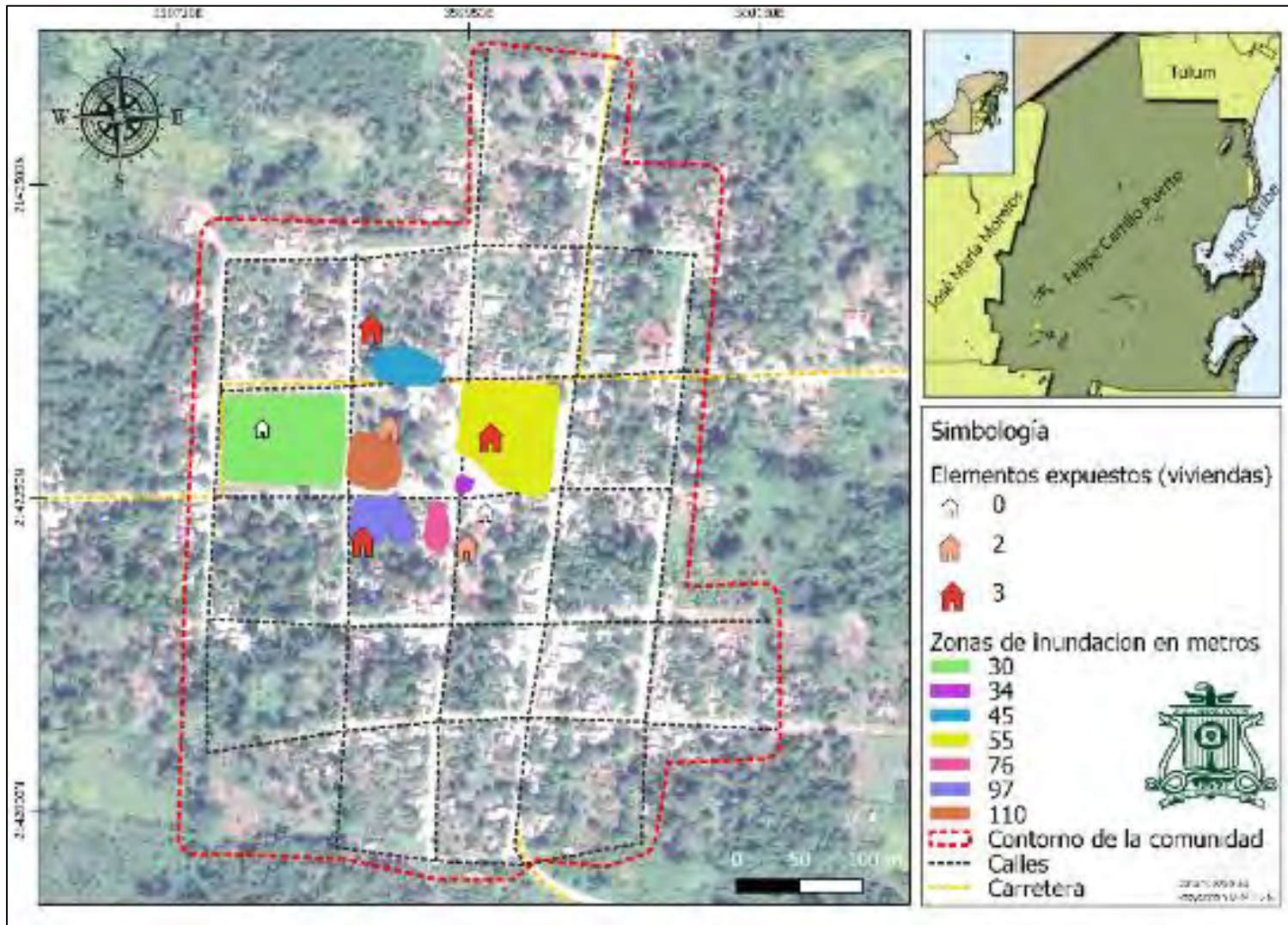


Figura. 32 Ubicación de los elementos expuestos en Chan Santa Cruz. Fuente: elaboración propia.

#### *4.1.5.1.-Elementos expuestos (viviendas) a inundaciones pluviales*

En la comunidad de Naranjal Poniente, se identificó el mayor índice de hogares impactados, totalizando 32 residencias ubicadas en zonas con alturas de inundación que oscilan entre 20 y 70 centímetros, mientras que nueve hogares se encuentran en áreas con alturas de hasta 145 centímetros (Figura. 30). Las consecuencias de estas inundaciones fueron significativas, con las familias reportando pérdida de bienes materiales, afectación a animales de corral y daños en los cultivos de traspatio.

En Santa María Poniente, se contabilizaron 34 hogares expuestos a inundaciones pluviales, experimentando distintos niveles de impacto que se correlacionan con las alturas del terreno (Figura. 31). Quince de estos hogares enfrentaron inundaciones severas, con tirantes máximos de 80 a 100 centímetros (Tabla 15). Las afectaciones fueron graves, incluyendo pérdidas materiales, daños en las estructuras de las viviendas y pérdida de animales, como cerdos y gallinas (Tabla 18). Las consecuencias fueron tan intensas que algunos residentes optaron por abandonar temporalmente sus hogares, motivados por una sensación de "inseguridad" derivada de incidentes de robos durante estos periodos críticos.

En Chan Santa Cruz, la comunidad con menor exposición, se identificaron 14 hogares expuestos (Figura. 32). Aunque existen siete zonas de inundación en la localidad, solo cuatro afectan directamente a las viviendas, ya que estas áreas, debido a su elevación, propician el estancamiento del agua.

Dentro del grupo de familias más perjudicadas por los eventos de inundación, se destaca la familia del Sr. Patricio, cuya residencia se encuentra en la zona de menor elevación de la comunidad Santa María Poniente, siendo afectada de manera recurrente por inundaciones (Figura. 33) esta situación se agrava debido a la marcada diferencia de alturas entre su vivienda y las áreas circundantes, alcanzando hasta 9 metros. El Sr. Patricio relata episodios de inundaciones severas que han resultado en la pérdida de sus bienes materiales y parte de su ganado

porcino, el cual constituye su principal fuente de ingresos. En este estudio, se identificaron otras 5 familias que enfrentan condiciones similares. Estos hallazgos coinciden con Pacheco-Suárez et al. (2020), quienes indican que, en eventos de inundación extrema, incluso los animales de corral sufren impactos, generando pérdidas económicas para sus propietarios y aumentando su vulnerabilidad financiera.



Figura. 33 Vivienda durante inundación del 2020. Fuente: fotografía donada por un habitante local.

En las comunidades de Naranjal Poniente y Santa María Poniente, las escuelas de nivel preescolar y primaria sufren notables impactos a causa de las inundaciones. Estas instituciones están situadas en zonas de terreno bajo, propensas a estancamientos de agua que alcanzan hasta 1.20 metros de altura. Esta situación no solo afecta negativamente las actividades académicas de los niños, sino que también dificulta el uso de las instalaciones como refugio ante huracanes y tormentas.



Figura. 34 A) Ligera inundación pluvial B) inundación en entrada de escuela. Fuente: Fotografías de Saulo Che.

En las zonas circundantes a las escuelas y en el centro de dichas localidades, las inundaciones generan dificultades significativas para el tránsito peatonal por las calles, además de propiciar la formación de criaderos de mosquitos. Las inundaciones que impactan a las escuelas son tan graves que, según la autoridad local, persisten entre 3 y 7 días, dando lugar a problemas como plagas de mosquitos y ranas. Los habitantes indican que, cuando la inundación alcanza los 50 cm, la asistencia escolar disminuye en un 40% (Figura. 34B), resaltando así los efectos adversos en la educación y la salud de la población infantil.

#### 4.1.6.-Mapas de altimetría con curvas de nivel

Se generaron mapas topográficos que incorporan curvas de nivel, proporcionando así una representación visual del relieve del terreno. Estos mapas permiten identificar de manera técnica las elevaciones y depresiones del terreno, lo que resulta esencial para comprender la influencia del relieve en la exposición de las viviendas a inundaciones pluviales.

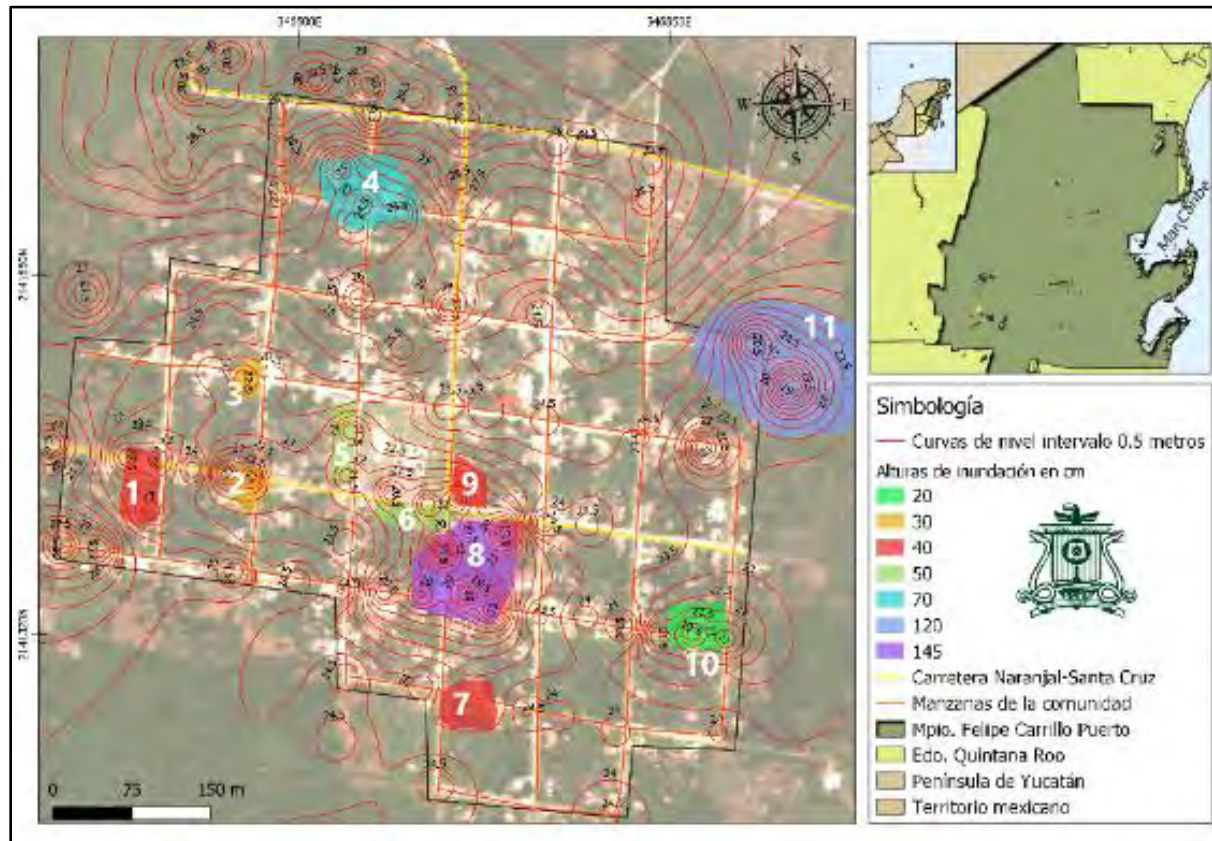


Figura. 35 Curvas de nivel con equidistancia de 0.5 metros. Fuente: elaboración propia.



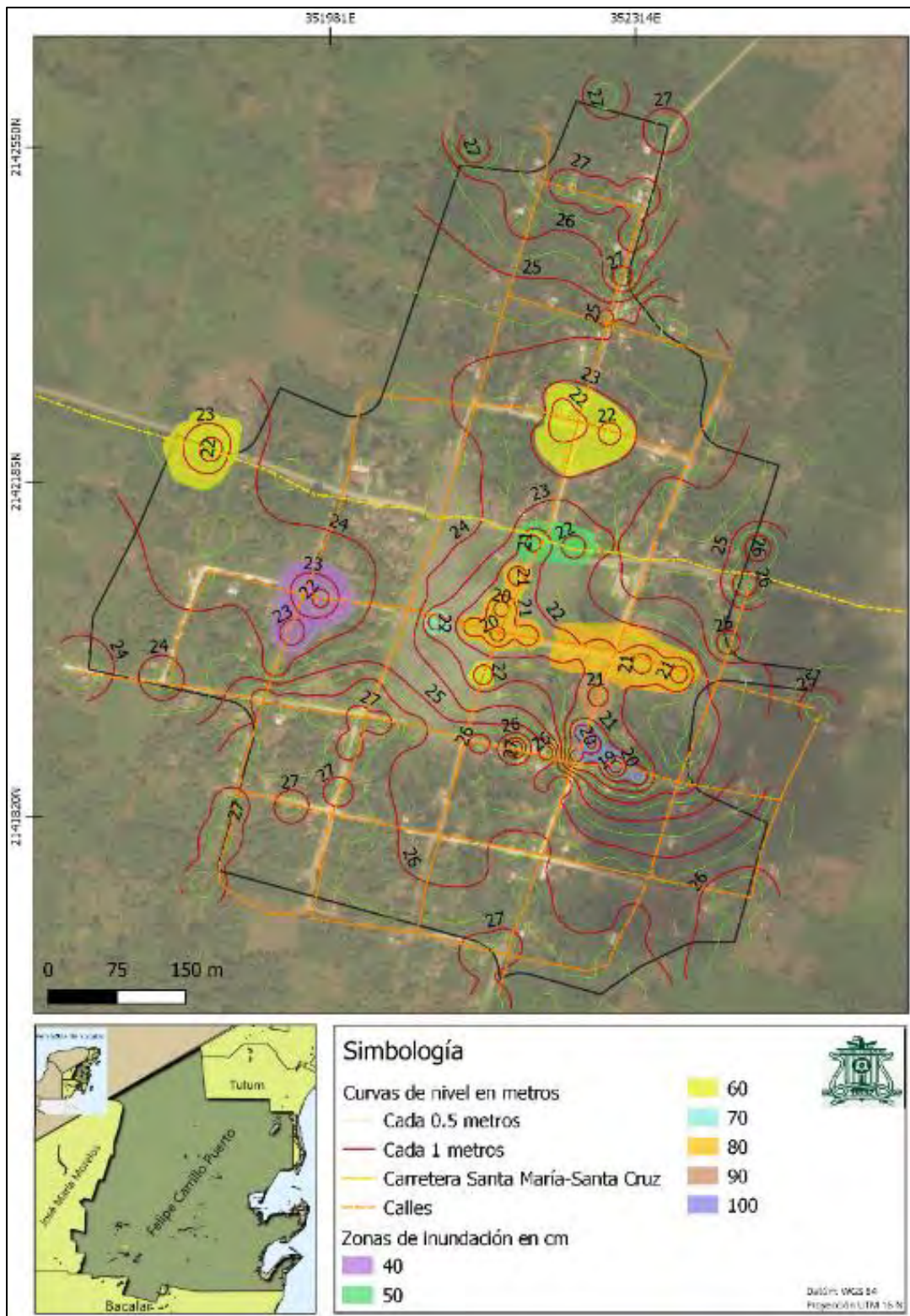


Figura. 36 Curvas de nivel con equidistancia de 0.5 metros y 1 metro. Fuente: elaboración propia.

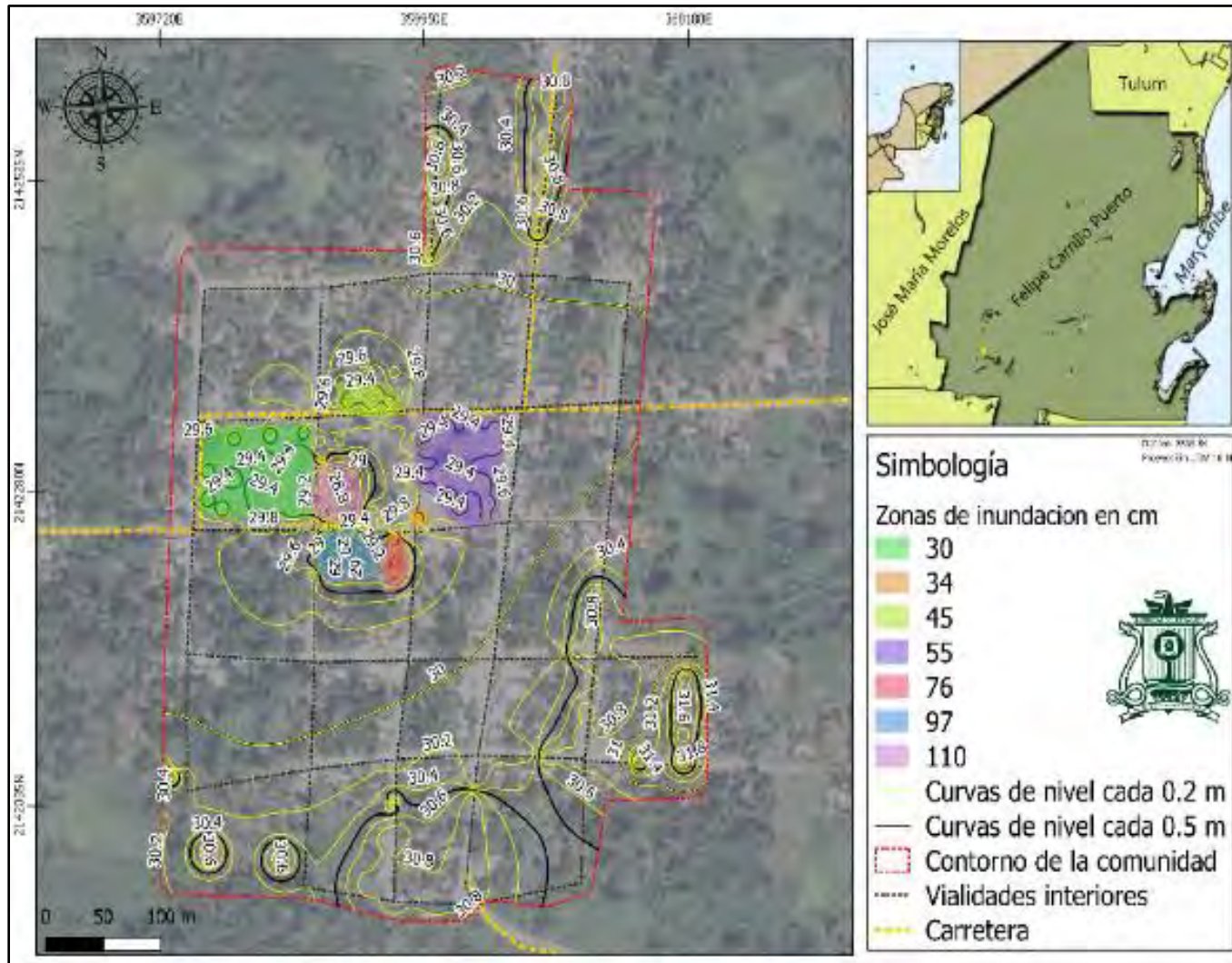


Figura. 37 Curvas de nivel con equidistancia de 0.5 metros y 1 metro. Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo.

#### *4.1.6.1.- Implicaciones del relieve en las inundaciones pluviales*

Se constató una semejanza topográfica en las comunidades de Naranjal Poniente y Santa María Poniente, evidenciando la presencia de lomeríos y hondonadas que coinciden con áreas de inundación (Figura. 35; Figura. 36), respaldando las observaciones de los habitantes y la autoridad local, además que de acuerdo con la clasificación del INEGI (2016), las tres comunidades de estudio se encuentran en una llanura (Figura. 8). No obstante, a una distancia de 25 kilómetros, se ubica una zona dominada por topoformas de tipo lomerío, lo cual podría explicar la identificación durante el trabajo de campo de elevaciones notables en ciertas zonas al interior de las comunidades Naranjal Poniente y Santa María Poniente, donde se observan lomas con hasta 9 metros de diferencia respecto a las áreas más bajas de estas comunidades. En contraste, Chan Santa Cruz, al encontrarse a 41 kilómetros de esta zona caracterizada por lomeríos, exhibe un relieve relativamente homogéneo y llano. Este hallazgo concuerda con la afirmación de Huatatocha y Chanaluiza (2019), quienes sostienen que el análisis de geoformas del terreno facilita la identificación de zonas físicamente vulnerables a inundaciones.

En contraste, Chan Santa Cruz exhibe un relieve más homogéneo, con alturas terrenales en un rango estrecho de 28.5 a 32 metros (Figura. 37). La diferencia entre la zona más elevada y la más baja es de solo 4 metros, a diferencia de otras comunidades donde se registran variaciones de hasta 9 metros. La planicie predominante a 30 metros en el interior de la comunidad sugiere una uniformidad altimétrica. Las áreas bajas e inundables se ubican en predios por debajo del nivel de las vialidades, motivando la elección de una equidistancia entre isolíneas de 0.20 m, conforme a la propuesta de Maass y Valdez (2003).

La escasa planificación en el desarrollo de las comunidades rurales, evidenciada en la ubicación de refugios ante huracanes en zonas altamente susceptibles a inundaciones, ha amplificado las afectaciones por eventos naturales adversos, como huracanes, tormentas e inundaciones. Esta falta de previsión reduce la capacidad de los refugios para cumplir su propósito de resguardar la integridad de

los damnificados, poniendo de manifiesto la necesidad de un enfoque más estratégico en la planificación del desarrollo comunitario (Cárdenas, 2018; Cueto et al., 2021).

La limitada y efectiva planificación en la gestión de emergencias aumenta significativamente el riesgo de daños estructurales y poblacionales. Factores como la ubicación inapropiada de refugios, deficiencias en los procedimientos de evacuación y la falta de conocimientos en la gestión de recursos de apoyo contribuyen a esta problemática. Esta situación conduce a una percepción errónea por parte de los residentes, quienes prefieren enfrentar las inundaciones en sus hogares en lugar de buscar refugio, debido a la ubicación expuesta y vulnerable de los refugios, generando así una sensación de mayor inseguridad (Chinappi-Rojas, 2013). Esta preferencia es claramente evidente en la comunidad de Naranjal Poniente.

En el caso de la comunidad de Chan Santa Cruz, los refugios ante huracanes se encuentran fuera de las zonas de inundación. Sin embargo, el parque de la comunidad y la cancha de fútbol, ubicados en el centro de la comunidad, experimentan anegamientos considerables, alcanzando inundaciones de hasta 1 metro de altura. La extensión y ubicación de estos espacios generan problemas significativos para la comunidad al propiciar la proliferación de mosquitos, convirtiéndolos en plagas y facilitando la transmisión de enfermedades por vectores.

El estudio detallado de las alturas del terreno revela la presencia de lomeríos cercanos a zonas inundables. Estas áreas podrían ofrecer una alternativa para prevenir ciertos niveles de afectaciones, como la pérdida de animales de corral y cultivos. La conversión de estas zonas en posibles áreas de resguardo para ganado y almacenamiento de cultivos podría ser una medida efectiva de prevención en estas comunidades.

## 4.2.-Vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales

A través de la aplicación de la encuesta a los jefes de familia de las zonas afectadas por inundación pluvial (*Búulul Cháak*) (*Búulul*- inundación) (*Cháak*-lluvia) en las tres comunidades se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla. 18 Nivel de vulnerabilidad por dimensión y general

Comunidad	Dimensión de vulnerabilidad	Promedio	Nivel de vulnerabilidad social	Núm. de encuestados
Naranja poniente	Generalidades del hogar (GH)	0.94	Vulnerabilidad media	41 jefes de familia
	Percepción ante el riesgo de inundaciones (PI)	1.37	Vulnerabilidad alta	
	Infraestructura de la vivienda (IV)	1.38	Vulnerabilidad alta	
	Medios de comunicación y transporte (MCT)	1.53	Vulnerabilidad muy alta	
	<b>Vulnerabilidad social total</b>	<b>1.30</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	
Santa María poniente	Generalidades del hogar (GH)	0.98	Vulnerabilidad media	23 jefes de familia
	Percepción ante el riesgo de inundaciones (PI)	1.33	Vulnerabilidad alta	
	Infraestructura de la vivienda (IV)	1.20	Vulnerabilidad alta	
	Medios de comunicación y transporte (MCT)	1.57	Vulnerabilidad muy alta	
	<b>Vulnerabilidad social total</b>	<b>1.27</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	
Santa María poniente	Generalidades del hogar (GH)	0.99	Vulnerabilidad media	16 jefes de familia
	Percepción ante el riesgo de inundaciones (PI)	1.25	Vulnerabilidad alta	
	Infraestructura de la vivienda (IV)	1.35	Vulnerabilidad alta	
	Medios de comunicación y transporte (MCT)	1.53	Vulnerabilidad muy alta	
	<b>Vulnerabilidad social total</b>	<b>1.28</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	

Fuente: Elaboración propia basados en resultados de trabajo de Campo.

Se encontró que en las tres comunidades estudiadas un nivel de vulnerabilidad social alta en general (Tabla. 20). Resalta la dimensión “medios de comunicación y transporte” por ser la que presentó de manera particular la mayor vulnerabilidad ponderada en las tres comunidades, atribuyéndose esto a la falta de medios de comunicación y el poseer como único medio de transporte bicicletas y triciclos lo que ocasiona dificultades para captar información y trasladarse de un sitio a otro durante los eventos de inundación.

#### 4.2.1.-Generalidad del hogar

La dimensión generalidad del hogar (Figura. 38) presentó, un nivel de vulnerabilidad social media, en las tres comunidades estudiadas (Tabla 20), donde resaltan los indicadores como, el nivel educativo, puesto que más del 80% de los jefes de familia en las tres comunidades saben leer y escribir o han cursado alguna formación académica básica (primaria y/o secundaria), mientras que con un porcentaje del 14.7% la comunidad de Naranjal poniente fue la única en presentar jefes de familia que han cursado grados escolares como medio superior o superior, permitiendo mejores oportunidades laborales y de mayor remuneración, así como una recuperación rápida de los bienes siniestrados (Núñez y Espinosa 2005; Posada y García, 2021). Resultando evidente que la mayor proporción de la población encuestada cuenta con educación escolar de nivel básico, atribuyendo esto como consecuencia del rezago educativo que tuvo México durante los años 1950-2000, generación a la cual pertenece los jefes de familia con edades de 45 a 65 años (Silvia y Gómez, 2006).

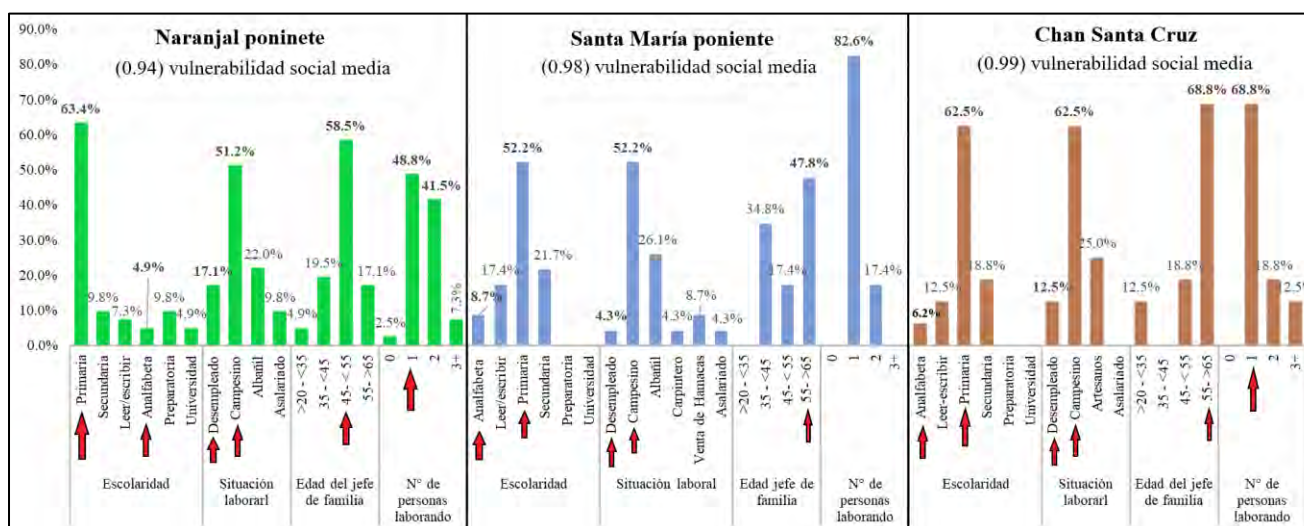


Figura. 38 Gráfico dimensión generalidades del hogar. Fuente: elaboración propia basado en el instrumento.

La actividad laboral predominante en las tres comunidades con un porcentaje mayor al 50% es campesino de tierras para autoconsumo (maya: *J kool náal*), trabajo que les confiere hasta cierto nivel una autosuficiencia alimentaria, situación que se ve severamente afectada con las inundaciones, puesto que los cultivos se pierden por tres razones principales, 1) la anegación por días del suelo que causa estrés hídrico a las plantas, 2) abandono de la parcela por las inundaciones, y 3) proliferación de plagas (Cerde, Romero y Barrié, 2021). Cabe destacar que la comunidad Chan Santa Cruz presentó un mayor porcentaje en la actividad campesina con un 62.5%, atribuyendo esto a su ubicación respecto a las otras entidades aquí investigadas, puesto que se ubica a mayor distancia de la carretera federal “vía corta Chetumal-Mérida”, por lo que existen pocas fuentes de empleo.

La labor del jefe de familia, habitualmente el padre (maya: *Taata*) o abuelo (maya: *Nool-Nojoch*) como el único proveedor de ingresos, resultó ser más preponderante en Santa María poniente y Chan Santa Cruz, con porcentajes de 82.6% y 68.8% respectivamente, frente al 48.8% de Naranjal poniente, resultados que son explicados por los diversos trabajos artesanales, como: urdir hamacas (maya: *Waak'k'áan*), bordar (maya: *Chuuy*) y elaborar piezas de ornato con bejuco llevado a cabo por las mujeres de esta entidad.

Por otra parte, se tiene que en más del 65% de los hogares la edad del jefe de familia se encuentra entre los 45 a 65 años (Figura. 38), dato importante, ya que de acuerdo con lo señalado por Chávez-Alvarado y Sánchez-González, (2016) aunado a la información descrita por los encuestados, al llegar a los 50 años la movilidad de ciertas personas se reduce y algunos comienzan un proceso de deterioro físico (dificultad para caminar, dolor de articulaciones, problemas de columna). Considerando que más de la mitad de las viviendas encuestadas están encabezadas por hombres y mujeres de 45 a 65 años, algunos encuestados mencionaron que con las lluvias su desplazamiento en la comunidad se reduce debido a lo peligroso del suelo mojado y el miedo a caídas que repercutan en lesiones físicas.

Destaca que pese a tener cierta disminución motriz, la mayoría de los jefes de familia siguen laborando y son sustento único del hogar desempeñando trabajos en el campo. Por otra parte, habitualmente en los entornos rurales son los adultos mayores (maya: *Asbe'en, chuchul*) los que trabajan la tierra pese a su menor fuerza física (Figura. 39), debido a su experiencia en las formas de cultivo y su responsabilidad para trabajar la tierra, a diferencia de los jóvenes que en ocasiones desconocen el trabajo del campesino (Castro, Villanueva y López, 2013).



Figura. 39 A) Adulto mayor en milpa, B) mujer de la tercera edad en milpa. Fuente: Fotografías tomadas en campo.

#### 4.2.2.-Infraestructura de la vivienda

Referente a esta dimensión se consideraron cuatro indicadores; el material del techo (maya: *Jo'ol naj*), el piso (maya: *Lu'um*), las paredes (maya: *Pak*) y el baño (maya: *Ichk'iiil*), para determinar el grado de exposición que tienen los encuestados ante las inundaciones, al igual que las condiciones de la zona y la terminología de los habitantes, por ejemplo, el término *Paclum* que hace alusión a una casa construida con materiales combinados (tierra, bajareques y guano).



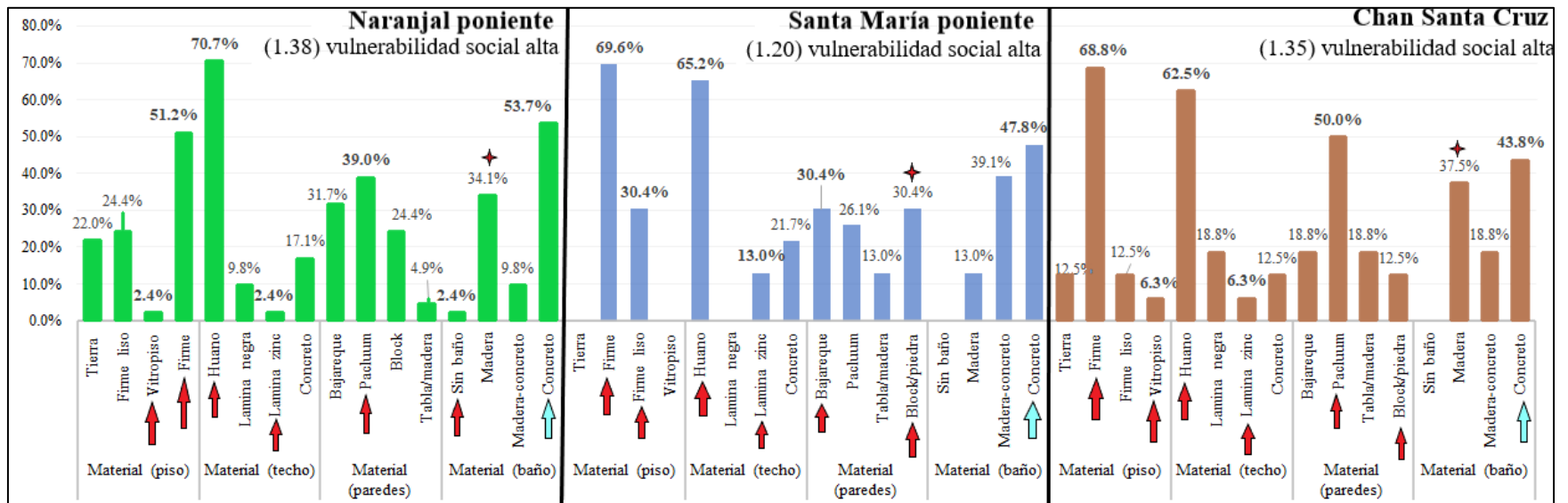


Figura. 40 Gráfico dimensión infraestructura de la vivienda. Fuente: Elaboración propia basado en el instrumento.

La Figura. 40 muestra que el tipo de piso más empleado en las viviendas de las tres comunidades es el denominado piso firme (concreto mezclado) siendo encontrado en más del 50% de las viviendas, el cual, por su forma de elaboración y materiales, resulta ser un piso de textura áspera y rugosa que tiende a propiciar la generación de ciertos mohos en presencia de altos niveles de humedad, como es el caso de las inundaciones, destacándose el “moho blanco de piso” (maya: *Kuuxum, ta' cháak*) que puede provocar episodios de asma e inclusive generar alergias mayoritariamente en infantes (maya: *kok se'en*) (De Jesús-Noriega *et al.*, 2011).

Con relación a lo anterior, buscando la mejora en la calidad de vida de las familias de las comunidades rurales, diversas instancias gubernamentales han desarrollado programas sociales como “piso firme” (Tabla 1), mediante el cual se ha logrado reducir el número de viviendas con piso de tierra, lo que explicaría por qué en las comunidades Naranja poniente y Chan Santa Cruz solo un 22 y 12.5 % de las viviendas presentó este tipo de piso que propicia el desarrollo de lodos y enfermedades mayoritariamente en infantes (maya: *Chan xi'ipal*) (Echagüe et al., 2015) además de sufrir erosión debido a la naturaleza calcárea y frágil del tipo de suelo (leptosol y gleysol) y rocas (caliza) presente en estas entidades (Figura. 6; Figura. 9). Es destacable que la totalidad de las viviendas analizadas de la comunidad Santa María poniente presentan piso de cemento y/o concreto, teniendo pisos de tierra únicamente en lo que los lugareños llaman el *Xa'anil naj* (considerado como bodega para resguardo diversas cosas como triciclos, herramientas o maíz seco). Estos resultados permiten identificar que las comunidades han presentado una tendencia en reducir la vulnerabilidad física de la vivienda con relación al indicador piso (García-Castillo y Naranjo-Mejía, (2016).

En las tres comunidades se encontró que en más de un 60% de las viviendas el tipo de material predominante en la construcción de los techos fue la hoja entretrejida de la palma de huano (maya: *Xa'an*), sostenido con una estructura de postes delgados, coincidiendo con lo reportado por autores como Sánchez-Suárez (2006) y Cuxim (2015), quienes señalan como techo predominante en la zona maya al construido con palma de huano. Cabe destacar que este tipo de techado de los cuatro señalados en la encuesta (huano, madera, lámina, concreto), es el más frágil y de menor resistencia, señalando los propietarios que cuando ya tiene entre 3 a 5 años, presenta filtraciones de las lluvias producto del deterioro de los materiales, y en temporada de secas desprende polvo (producto de la descomposición de las hojas), además de ser refugio para alacranes y arañas nocivas para la salud.

Entre un 12 y 20 % de la totalidad de viviendas en las tres comunidades presentaron techo construido con concreto y/o piedra (mampostería), destacándose este material por ser el más resistente de los señalados en la encuesta, brindando estas viviendas una mayor seguridad a sus habitantes ante fenómenos hidrometeorológicos. En menor porcentaje se encontraron los techos de lámina, tanto de cartón como zinc, esto se atribuye a dos vertientes, la primera se refiere a la cultura y tradición de la comunidad para emplear los materiales antes mencionados en la construcción de techos, aunado al fácil acceso para hacerse de ellos, y la segunda que tras la última inundación el gobierno hizo entrega de láminas por el programa “techo digno”, el cual tuvo inconformidad por parte de los habitantes, ya que las láminas fueron insuficientes para cubrir el total de viviendas afectadas, situación que influye en las comunidades, sobre todo en la percepción sobre las acciones gubernamentales, al expresar sentirse discriminados y olvidados al no haber recibido apoyos post-desastre.

En cuanto al material de las paredes, se encontró que tanto en la comunidad Naranjal poniente (39%) como Chan Santa Cruz (50%) tuvo mayor prevalencia las paredes de tipo *paclum*, constituida por bajareques (maya: *Kolóojche*), zacate o huano y tierra roja (maya: *K'áankab*) mojada; dicha pared tiene una duración de entre cinco a diez años y de forma constante debe reforzarse con barro (maya: *K'at*), puesto que durante las lluvias e inundaciones se disuelve dejando al descubierto los bajareques. Sin embargo, esta técnica de construcción/material es la mayormente empleada por dos razones, 1) al construirse con materiales obtenidos de la naturaleza en las inmediaciones de la comunidad, el costo de su elaboración resulta reducido, permitiendo construir una vivienda de forma económica, y 2) por usos y costumbres de las entidades rurales mayas aunado a que este tipo de material da como resultado una vivienda fresca en temporadas de calor.

Mientras que en la comunidad Santa María poniente el bajareque (postes delgados de menos de 10 cm de diámetro) con un 30.4% resulto ser el material más implementado para la construcción de paredes, al ser un material con mayor resistencia y durabilidad que las paredes tipo paclum, y resistir vientos de un huracán categoría 2, sin embargo, ante eventos de inundación suelen presentar podredumbre cuando la anegación del terreno tarda en disiparse (Frausto et al., 2006).

Se destaca que en las tres comunidades se encontraron viviendas con paredes de concreto, block y/o mampostería que por la naturaleza de sus materiales presentan alta durabilidad y por ende menores daños durante los eventos hidrometeorológicos, sin embargo, el porcentaje encontrado de este material a diferencia de los anteriores es mínimo, atribuyéndose esto al costo que representa la construcción de estas paredes, puesto que en primer lugar la distancia de las comunidades a distribuidoras de material para construcción es de decenas de kilómetros lo que encarece el coste de dichos materiales y, por otra parte, el pago de mano de obra para su construcción, puesto que en estos entornos en muchas ocasiones el ingreso de las familias les permite únicamente subsistir con lo más básico.

Para concluir el análisis de esta dimensión se menciona el tipo de material del cual está construido el baño que, de acuerdo con lo señalado por los habitantes, al no poseer una vivienda que para ellos sea resistente a los vientos y lluvias, emplean esta estructura para resguardar sus bienes materiales, al estar construida con blocks y concreto; hecho que concuerda con lo señalado por Rojas-Portocarrero (2019) quienes mencionan que la falta de infraestructura resistente conduce a las familias a buscar sitios para el resguardo de sus bienes. Por lo que un baño de concreto ha significado un sentimiento de propiedad y seguridad para las familias ante la llegada de una amenaza o contingencia. Destacando en más del 40% de las viviendas encuestadas este tipo de construcción. Ya que programas gubernamentales como el de “baño digno”, han permitido mejorar la calidad de vida de las familias en comunidades rurales, donde debido a la falta de poder adquisitivo,

el costear viviendas con paredes, pisos, techos y baños de concreto resulta difícil (Frausto et al., 2006), siendo los programas sociales parte fundamental en el desarrollo social y del fortalecimiento en las comunidades (Figura. 41).



Figura. 41 A) Entrega de baño de concreto B) construcción de “baños dignos”. Fuente: Fotografías donadas por habitantes locales.

#### 4.2.3.-Medios de comunicación y transportes

Se encontró que en las tres comunidades estudiadas la radio tiene una prevalencia de más del 60% (Figura. 42), al ser el medio de comunicación más utilizado por las familias para obtener información acerca de las noticias, entre ellas los fenómenos hidrometeorológicos, seguido de la televisión e internet que entre ambos oscilan una prevalencia de un 30%. Se destaca la comunidad de Chan Santa Cruz por haber presentado el mayor porcentaje de encuestados que no logra enterarse de noticias (18.8%) al no contar con ningún medio de información propio, logrando captar información únicamente de los avisos de líderes comunitarios y sus propios vecinos, avisos que suelen ocurrir sin antelación, dificultando las medidas preventivas ante las amenazas por fenómenos hidrometeorológicos que generan inundaciones (sistemas frontales y tropicales). Se logra inferir que el bajo nivel adquisitivo de las familias les ha orillado a tener una capacidad deficiente en cuanto a la recepción de información importante, como los avisos de alerta de eventos perjudiciales como las lluvias intensas.

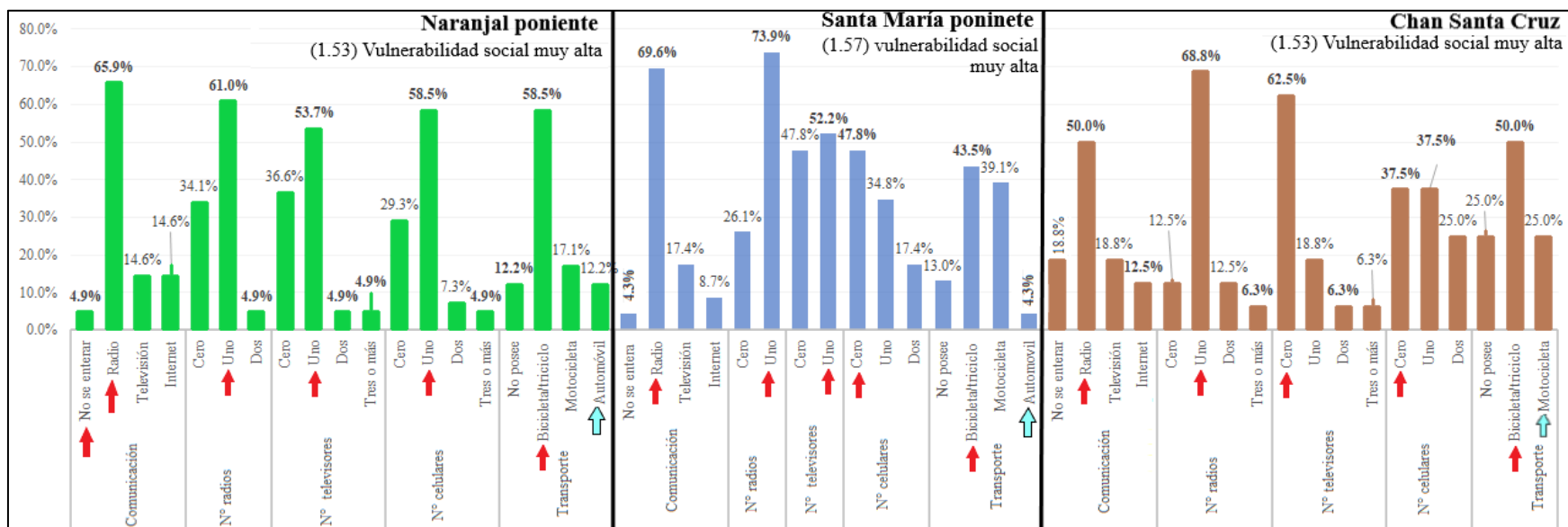


Figura. 42 Gráfico dimensión medios de comunicación y transporte. Fuente: elaboración propia basado en el instrumento.

En el caso de la posesión de dispositivos celulares se identificó que en la comunidad Naranjal poniente el 70.7% de los encuestados tiene por lo menos acceso a un dispositivo celular, seguida por Chan Santa Cruz con un 62.5% y Santa María poniente con un 52.2% (Figura. 42), estos porcentajes se pueden explicar por las condiciones que subyacen a la telefonía celular en estos entornos rurales y por el costo de los dispositivos, por lo cual pocos habitantes logran adquirirlos.

Por otra parte, es destacable el uso limitado que se les da a estos dispositivos en las zonas rurales, a diferencia de las urbanas (Domínguez y Navarro, 2019; Gómez, 2019), puesto que el acceso a las redes telefónicas es sumamente limitado (Naranjal poniente) o nulo (Santa María poniente y Chan Santa Cruz), teniendo como única forma para captar señal el pago de internet satelital por cuotas de una hora. Brindándose este servicio en Santa María poniente únicamente por dos negocios a diferencia de las otras comunidades donde es brindado por más de cuatro, situación que limita a la comunidad para tener acceso al internet, disminuyendo de esta manera la importancia que le dan los pobladores a hacerse con un celular.

El último aspecto evaluado en esta dimensión es el medio de transporte empleado por las familias para trasladarse o desplazarse en caso de una emergencia, como ya ha acontecido en inundaciones pasadas. Encontrándose en las tres comunidades la bicicleta y el triciclo como el medio de transporte predominante, destacando Naranjal poniente y Chan Santa Cruz con un 58.5% y 50% respectivamente (Figura. 42). En cuanto a los vehículos motorizados se encontró cierta particularidad por comunidad, teniéndose que tanto en Naranjal poniente como Santa María poniente se reportó que al menos el 12.2 y 4.3% de los encuestados posee un automóvil y el 17.1% y 39.1% motocicleta, en contraste con la comunidad Chan Santa Cruz donde ningún encuestado señaló poseer automóvil, pero el 25% al menos una motocicleta; sienten estos medios de transporte de bastante utilidad durante las evacuaciones oportunas y realizadas con antelación.

Resaltando que por las características físicas y los niveles de inundación históricos, los medios de transporte más efectivos para evacuar la comunidad antes de la inundación son los vehículos motorizados. Tomando en cuenta que cuando los caminos están anegados solo mediante apoyos extraordinarios de instituciones gubernamentales, se ha logrado acercar víveres y ropa a la población afectada, ya que la distancia de la comunidad más cercana a la carretera federal es de casi 10 kilómetros y, por el tirante de inundación solo se pueden aproximar camiones pesados, tráileres, tractores e inclusive balsas.

De manera general, en las comunidades Naranjal poniente y Santa María poniente se encontró que el 87.8% y 87% de los encuestados posee al menos un medio de transporte, ya sea automotor o de impulso humano (bicicleta y/o triciclo), mientras que en la comunidad de Chan Santa Cruz el 25% de los encuestados señaló no contar con medio de transporte. Situación que resulta relevante considerando que esta comunidad se encuentra a mayor distancia de la carretera federal y es la más aislada, por lo que durante las evacuaciones esto sería un rasgo que afectaría de forma negativa la logística del traslado de damnificados.

#### *4.2.4.-Percepción ante inundaciones*

El enunciado saber cómo actuar, antes, durante y después de una inundación, fue cualificado por los jefes de familia de los hogares encuestados para que ellos indicaran su capacidad de hacer frente a las inundaciones. Obteniéndose que en las comunidades Chan Santa Cruz (43.8%) y Santa María poniente (34.8%) una mayor proporción de los jefes de familia calificó sus habilidades como "bien" respecto a Naranjal poniente (36.6%) donde la mayor parte autoevaluó sus habilidades para hacer frente a las inundaciones como "regulares" (Figura. 43). Sin embargo, resulta alarmante que en las tres comunidades más del 20% de los jefes de familia señaló como mala su capacidad para hacer frente a las inundaciones, atribuyendo esto a su falta de capacitación técnica y de recursos económicos.



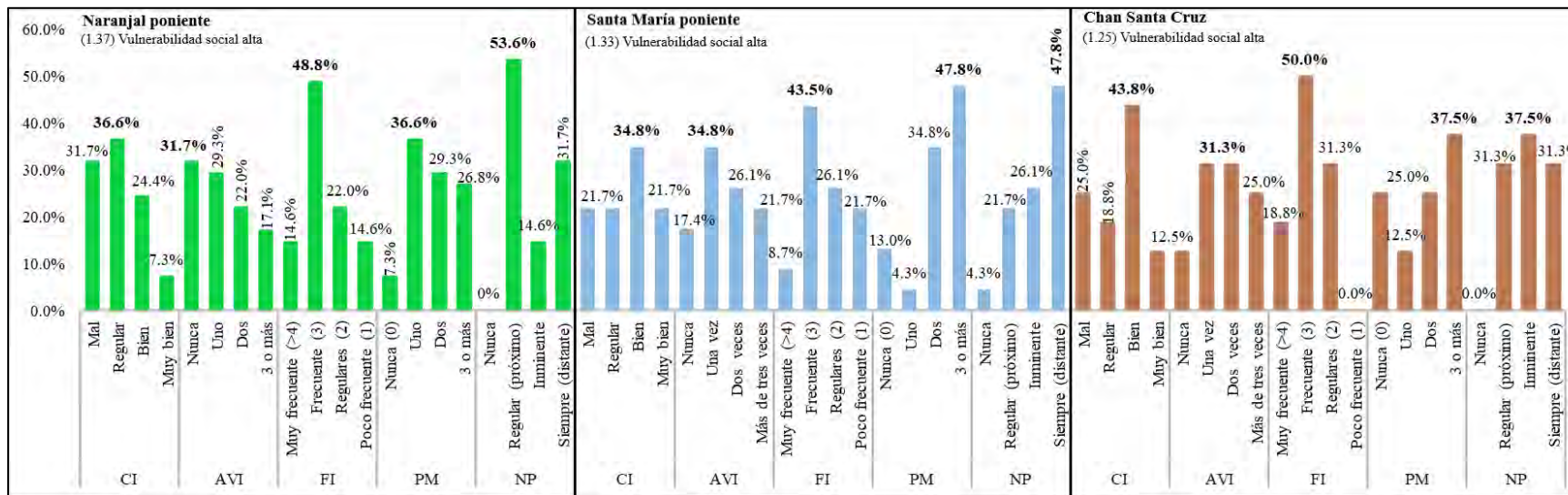


Figura. 43 Gráfico dimensión percepción ante inundaciones. Fuente: elaboración propia basado en el instrumento.  
 \*CI (capacidad ante inundaciones), AVI (abandono de vivienda por inundaciones), FI (frecuencia en inundaciones), PM (pérdida de bienes materiales), NP (nivel de preparación).

El número de veces que las familias han abandonado su vivienda, producto de las inundaciones en los últimos 18 años, fue otro factor considerado para determinar la vulnerabilidad social, encontrándose que en la comunidad Chan Santa Cruz el 87.5% de encuestados ha tenido que abandonar momentáneamente su vivienda al menos en una ocasión a causa de las inundaciones, seguida del poblado Santa María poniente con un 82.6% y Naranjal poniente con el 68.3%.

Reflejando estos valores como la comunidad Chan Santa Cruz, pese a tener un menor número de afectados, casi la totalidad de estos han tenido que ser evacuados durante inundaciones, producto de la forma en cómo se desarrolla la anegación en esta comunidad, puesto que se ha documentado que las inundaciones acontecen al interior de los predios, los cuales se encuentran hasta metro y medio por debajo del nivel de la calle teniendo severos estancamientos al interior y exterior de las viviendas.

Cabe destacar que algunos encuestados mencionaron no abandonar la vivienda por percibir inseguridad y temer perder sus pertenencias, que difícilmente son obtenidas en estos entornos sociales, otros mencionaron que no tenían dónde refugiarse, puesto que los refugios ante huracanes sufren de inundaciones, mientras que algunos señalaron no abandonar sus viviendas por aún no presentar anegación severa de sus predios, pero de darse una inundación extrema aceptarían el desalojar y acudir a refugios.

El siguiente factor evaluado fue la pérdida de bienes materiales producto de las inundaciones, encontrándose en las tres comunidades un alto porcentaje en pérdida de bienes materiales como, muebles, electrodomésticos, documentos, animales, cultivos de traspatio, etc. Siendo Naranjal poniente (92.7%) donde se reporta mayores daños en el patrimonio familiar, seguido de Santa María poniente con un 87%, y Chan Santa Cruz con un 75% debido a ciertas medidas que ya han optado algunas familias con la experiencia adquirida de inundaciones pasadas, por ejemplo: colocar andamios a nivel del techo para resguardar sus electrodomésticos y la fabricación de gallineros con palafitos de un metro de alto para mantener sus aves de corral fuera del suelo anegado.

Es fundamental entenderse que el tema de los bienes materiales en las zonas rurales es delicado de abordar, puesto que son escasos y difíciles de obtener por el acceso a ellos y el costo económico, en comparación con las áreas urbanas, sin embargo, las familias en áreas rurales tienen una mayor valoración de sus pertenencias (televisión, radio, roperos, lavadoras) así como sus cultivos y animales de crianza que son parte de su patrimonio económico e insumos alimentarios

(Frausto et al., 2006; Sánchez-Suárez, 2006; Badillo-Sarabia y Gómez-Zafra, 2020; (Moral y Jurado, 2006; Arellano-González, 2015), por lo que el daño a estos a causa de los fenómenos naturales, vulnera a dichas familias a nivel económico y psicoemocional.

La frecuencia de las inundaciones desde la perspectiva apreciativa de los jefes de familia se refleja en la Figura. 43 que para autores como Burton y Kates (1963), Baan y Klijn (2004), Vergara-Tenorio et al. (2011), Moreno et al. (2020), su importancia se sustenta en que la percepción ante el peligro por una comunidad se ve modificada por la recurrencia de los fenómenos que le afectan, así como las condiciones y calidad de vida, por lo que resulta relevante precisar la percepción de los fenómenos en un entorno rural.

Teniendo que en las tres comunidades se reporta que más del 40% de los encuestados señalo como frecuente las inundaciones que afectan severamente sus viviendas y estilo de vida, de manera particular tanto en Naranjal poniente (14.6%) como Santa María poniente (21.7%) cierto porcentaje de encuestados menciona percibir como poco frecuentes las inundaciones, acotando que inclusive hay años en los que no perciben estos fenómenos, atribuyendo esta percepción a que dichas familias viven en las zonas más elevadas dentro del radio de inundación, por lo que si bien sus vecinos de zonas bajas se inundan, ellos no siempre se anegan al nivel de una inundación extrema.

A diferencia de las comunidades antes mencionadas en Chan Santa Cruz, el 100% de los encuestados mencionó percibir al menos una inundación al año, atribuyendo esto al relieve de la comunidad, puesto que se ubica en una planicie con una altimetría homogénea de 31 metros donde los predios poseen menor nivel con respecto a las vialidades, los cuales tienen una rápida anegación al presentarse en estos un fenómeno de “cuenco”.

Cabe mencionar que, respecto a las inundaciones, otros trabajos han mencionado que la percepción del desastre se relaciona con la frecuencia de sucesos y con el efecto trauma que causa (Rojas-Medina et al., 2008; Madero et al., 2011), destacando en este sentido la comunidad Chan Santa Cruz por tener anualmente inundaciones con afectación en sus viviendas, exteriorizando sus habitantes el miedo a perder sus bienes materiales y con ello parte de su patrimonio.

Por último, se indagó en el nivel de preparación de los encuestados ante el informe de una amenaza con potencial de generar inundaciones, como lo son los huracanes. Dónde, tanto en Naranjal poniente como en Chan Santa Cruz el 100% de los encuestados señalo prepararse para un siniestro con al menos un tiempo de antelación, a diferencia de los habitantes de Santa María poniente, donde un 4.3% menciona nunca prepararse ante una posible inundación atribuyendo este porcentaje a las familias que han sufrido pocas veces inundaciones. Observándose que las amenazas recurrentes propician el vivir en un estado de constante alerta y preparación, lo que favorece la reducción de la vulnerabilidad social ante fenómenos hidrometeorológicos (González-Gaudiano et al., 2018).

### 4.3.-Estrategias para prevenir y reducir las inundaciones pluviales

Al implementar la metodología del árbol de problemas, que examina las causas y consecuencias, así como el árbol de soluciones, que establece objetivos y metas (Figura. 44; Figura. 45), se logró identificar en las comunidades objeto de estudio una serie de factores que contribuyen a la ocurrencia de inundaciones y sus efectos. Sin embargo, se observan particularidades en cada área que exacerbaban estos problemas. Por ejemplo, en Naranjal Poniente y Santa María Poniente, la construcción de banquetas ha alterado el flujo de aguas pluviales, generando nuevas áreas de inundación y amplificando las ya existentes. En contraste, en Chan Santa Cruz, los flujos pluviales se desvían hacia zonas no habitadas, como la cancha de fútbol y el parque comunitario. Además, se evidencian inundaciones significativas en las áreas internas de las propiedades debido a la baja altitud de estas zonas, que quedan por debajo del nivel de las calles (Tabla 21).

Tabla. 19 Problemas identificados en las comunidades de estudio, mediante el árbol de problemas.

Comunidades	Problemas identificados
<p>Naranjal poniente Santa María poniente Chan Santa Cruz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pérdida de hortalizas.</li> <li>➤ +Inundaciones en las calles y predios.</li> <li>➤ *Inundación extrema únicamente dentro de predio.               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ +Rebosamiento de baños.</li> <li>➤ Pisos de tierra a lodosos.</li> <li>➤ Proliferación de moscos.</li> <li>➤ Daños en vivienda.</li> </ul> </li> <li>➤ Daños en bienes materiales.</li> <li>➤ Muerte en animales de corral.               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Afectación económica.</li> </ul> </li> <li>➤ +Aumento en casos de diarrea.</li> <li>➤ +Afectación en el trabajo del aserradero.</li> <li>➤ *Afectación en bejucos para las artesanías.</li> <li>➤ +Problemas para desplazarse de un lugar a otro por lo resbaladizo de las calles.</li> </ul>

+ Representa un problema observado con mayor severidad en las comunidades Naranjal poniente y Santa María poniente, \* afectación con mayor incidencia en la entidad Chan Santa Cruz

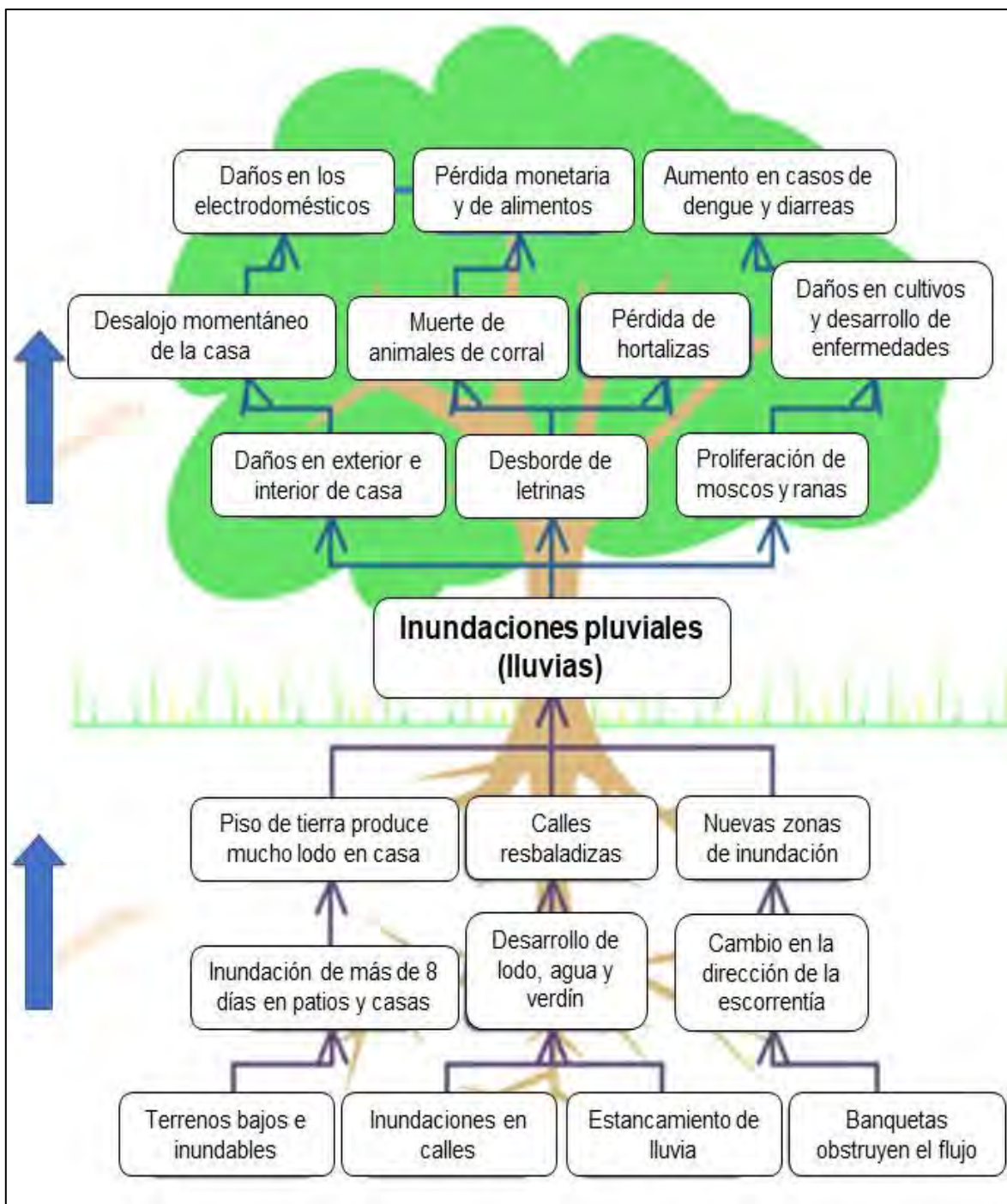


Figura. 44 Árbol de problemas (causas y efectos) de las comunidades de estudio. Fuente: elaboración propia con apoyo de un grupo focal y la autoridad local (delegado).

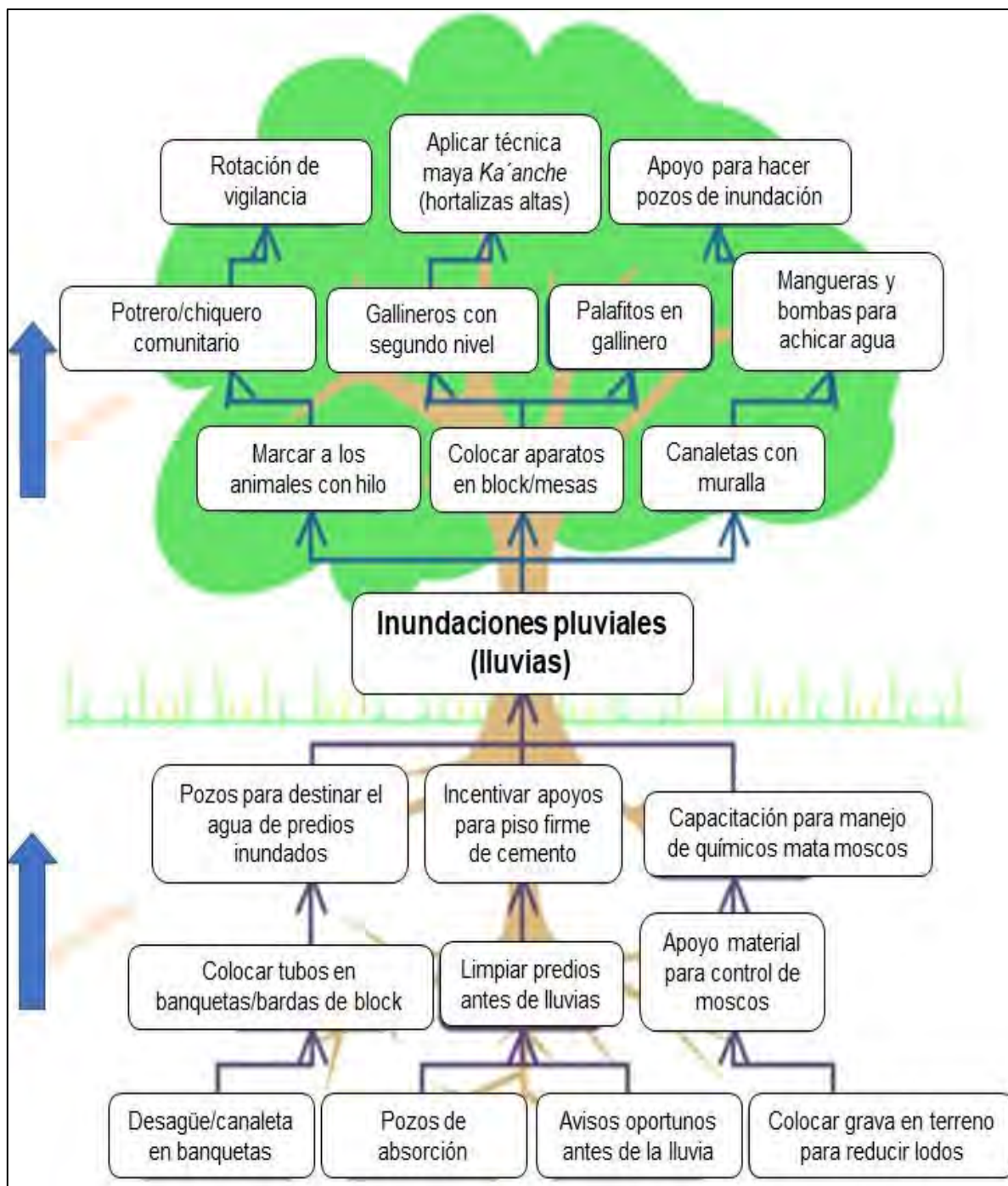


Figura. 45 Árbol de soluciones (propuestas y metas) de las comunidades de estudio. Fuente: elaboración propia con apoyo de un grupo focal y la autoridad local (delegado).

#### 4.3.1.-Alternativas del Ka'anche' para reducir pérdidas en hortalizas

La primera estrategia propuesta se fundamenta en una práctica ancestral de la cultura maya denominada Ka'anche' (Figura. 46), que se traduciría al español como "hortaliza en lo alto". Esta técnica implica la siembra de hortalizas en una plancha de tierra sostenida en una pseudomesa con una altura que puede variar desde los 100 cm hasta los 160 cm. Según Bazán-Godoy y Castillo-Dzul (2006), en las viviendas tradicionales mayas, el Ka'anche' es una estructura elaborada con madera local, como zapote, ramón, cedro o siricote. Su utilidad se centra en la germinación de plántulas (maíz, limón, chile) y la siembra de hortalizas destinadas para consumo familiar o venta local.

Esta técnica presenta diversas ventajas, como un crecimiento óptimo de las plantas y una reducción en la afectación por insectos y otros animales, como gallinas y cerdos, que suelen alimentarse de ellas. Además, facilita el trabajo en posición erguida al cultivar hortalizas, disminuyendo el tiempo que se debe pasar encorvado o agachado, lo cual es especialmente beneficioso para los adultos mayores (Hernández y Canche, 2015). A través de conversaciones con los habitantes mayas locales afectados por inundaciones pluviales, se ha identificado que esta práctica ancestral puede implementarse en terrenos propensos a anegaciones, permitiendo a los agricultores continuar cultivando sus hortalizas incluso en condiciones de inundación, garantizando así el acceso a alimentos autóctonos.

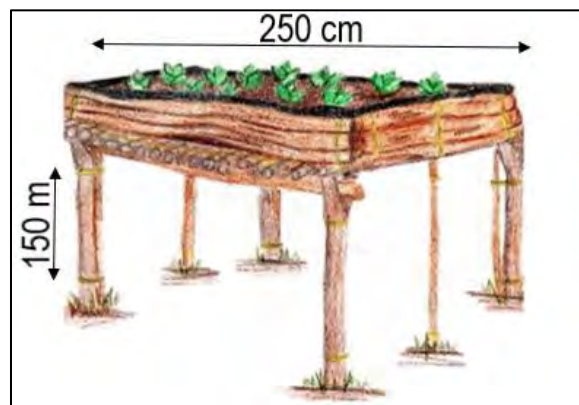


Figura. 46 Ka'anche (hortaliza en alto), medidas sugeridas. Fuente: modificado de Valera, s/f.



#### 4.3.2.-Estrategia para reducir el estancamiento en banquetas y bardas

Para reducir la acumulación de agua en los bordes de banquetas y bardas de bloques, se proponen dos estrategias que incorporan las ideas aportadas por los habitantes locales, teniendo en cuenta los aspectos físicos y sociales inherentes a la comunidad.

La primera estrategia implica la creación de canaletas en las banquetas, dispuestas de manera perpendicular, con el objetivo de facilitar el drenaje del agua estancada. Es importante destacar que estas canaletas pueden adoptar dos modalidades: la primera consiste en la instalación de un tubo de PVC con un diámetro de 20 cm desde su construcción (Figura. 47), con el propósito de reducir la obstrucción causada por residuos. La segunda alternativa, aplicable en banquetas ya existentes, implica realizar cortes perpendiculares de aproximadamente 50 cm de ancho, sobre los cuales se colocan surcos de madera, preferiblemente obtenidos de remanentes de madera procesada en el aserradero.

En relación al estancamiento causado por bardas de bloques, se sugiere la creación de ranuras con orificios espaciados cada 70 cm y un diámetro de 20 cm. Estos orificios servirían para insertar tubos de PVC, permitiendo que el agua fluya a través de ellos y reduciendo la acumulación causada por la precipitación. Alternativamente, se propone la implementación de albarradas siguiendo las técnicas tradicionales mayas, las cuales introducirían modificaciones mínimas a la escorrentía pluvial.

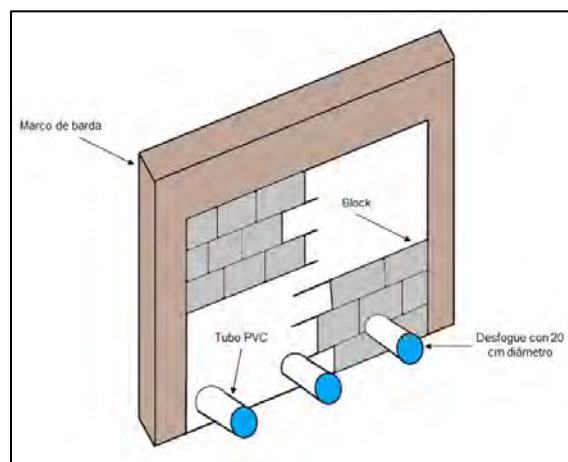


Figura. 47 Esquemas barda de block con pasos de agua. Fuente: elaboración propia.

### 4.3.3.-Estrategias para purificar agua posterior al fenómeno de inundación

Se ha identificado la proliferación de enfermedades gastrointestinales durante las inundaciones en las tres comunidades. Este fenómeno se atribuye a la contaminación cruzada de los alimentos, ya que el agua clorada extraída de pozos, debido a la porosidad de la roca caliza (Figura. 9), permite que los contaminantes se infiltren en el manto freático como lixiviados. Además, la falta de sistema de drenaje conduce a la saturación y desbordamiento de las fosas sépticas, contaminando el agua almacenada antes de la inundación. Dado que el suministro de agua se realiza bombeando agua cada tres días, los habitantes se ven obligados a almacenar agua, aumentando así el riesgo de contaminación. Considerando la capacidad tecnológica, adquisitiva y las opiniones de los habitantes, recopiladas en reuniones, se proponen las siguientes medidas para la descontaminación biológica del agua (Tabla 22).

Tabla. 20 Medidas para la descontaminación biológica del agua

Técnica	Procedimiento	Ventajas	Desventajas
Hervir agua	Colocar agua en un recipiente y dejarlo al fuego hasta que rompa hervor por 3 minutos, dejar enfriar tapado.	Mata virus, parásitos y bacterias patógenas, es fácil de realizarse.	En las entidades rurales, al emplear fogones de leña, durante las inundaciones es complicado generar fuego.
Desinfección con cloro	Por cada litro de agua se debe colocar dos gotas de Cloralex y dejar reposar por 15 min.	Fácil de realizar, elimina gran cantidad de patógenos, entre ellos la <i>Salmonella</i> . Económico	No logra la eliminación de patógenos como: <i>Cryptosporidium</i> y <i>Giardia</i> , comunes durante inundaciones con desbordamiento de letrinas.
Desinfección por radiación solar (SODIS)	Llenar una botella de PET limpia (envase de refresco) dejarla al sol de preferencia sobre lámina de zinc, por un lapso de 7 hrs.	Muy económico, elimina por la radiación ultravioleta y el calor el 99.9% de patógenos biológicos, incluidos <i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i> y <i>Salmonella</i> .	No previene contaminación química del agua, los volúmenes de purificación son bajos en promedio 2 L por envase. Solo se puede emplear con cielos despejados.

Fuente: Acosta-Castellanos *et al.*, 2016; Pérez-Jiménez *et al.*, 2018; Sala-Monteros *et al.*, 2018

#### *4.3.4.-Estrategia para el resguardo de animales de crianza (corral comunitario)*

A través del análisis físico de las tres comunidades, se logró identificar el relieve interior de las mismas, proporcionando una visión detallada de las zonas con mayor elevación. Estas áreas se consideran propicias para la construcción de un corral comunitario, teniendo en cuenta limitaciones asociadas a prácticas comunes, como gallineros con palafitos, que no son aplicables a chiqueros (establos de cerdos) o potreros (establos de ganado; equino, vacuno y ovino) debido a sus dimensiones y la necesidad de un espacio mayor que no puede ser sostenido por palafitos. Tras conversar con los afectados por las inundaciones y el delegado comunitario, se propone como solución designar una zona elevada para establecer un corral que la población pueda utilizar durante la temporada de lluvias, asegurando la protección de sus animales ante posibles inundaciones.

La ubicación recomendada para cada comunidad se recomienda en las zonas con mayor elevación. En la comunidad de Naranjal Poniente, se propone algún lote al norte de la comunidad, preferiblemente a una altura de 30 metros (Figura. 35). En la comunidad Santa María Poniente, se sugiere cualquier zona situada en la parte más al norte de la comunidad, donde alturas de 27 metros (Figura. 36) representan una zona que difícilmente se inundaría, permitiendo que los animales estén seguros incluso en caso de inundación en gran parte de la comunidad. Finalmente, en la comunidad Chan Santa Cruz, se recomienda la creación del establo comunitario en la zona sureste de la comunidad, donde alturas de 31 metros (Figura. 37) brindarán refugio tanto para los animales como para la materia prima destinada a la elaboración de artesanías de bejuco.

Con el objetivo de evitar la pérdida o confusión del ganado, se propone la implementación de un sistema de marcaje no invasivo, como una ligera mutilación en la oreja. Además, se podría organizar grupos rotativos para la alimentación y supervisión del ganado durante su resguardo.

#### *4.3.5.-Estrategias que integran gestión ante instancias municipales y locales*

Considerando los aportes del grupo focal y las conclusiones derivadas de los árboles de problemas y soluciones, se identifican áreas de mejora que las autoridades pueden abordar mediante propuestas a corto y largo plazo. Se presentan a continuación algunas medidas, enfocándose primero en aquellas que pueden implementarse con mayor prontitud para obtener beneficios inmediatos durante las inundaciones.

1. **Capacitación para la distribución de Abate® 1:** Se propone capacitar a un grupo selecto de habitantes para llevar a cabo la distribución domiciliar del componente químico especializado llamado Abate® 1, diseñado para eliminar larvas de mosquitos. La gestión de esta capacitación puede ser realizada en la Unidad de Vectores de la Jurisdicción Sanitaria número 3 de Felipe Carrillo Puerto, bajo la Secretaría de Salud de Quintana Roo. La iniciativa se basa en proporcionar a los habitantes formación técnica mediante el "Manual técnico para la aplicación de larvicidas en el programa de paludismo". El objetivo es dotarles de las habilidades necesarias para manejar los compuestos de manera adecuada. Además, la comunidad dispone del equipo requerido para dispersar el compuesto, como bombas de fumigación (aspersores) y termonebulizadores (aspersión por neblina). Estas medidas buscan reducir la cantidad de mosquitos durante la temporada de lluvias e inundaciones, contribuyendo a disminuir los casos de arbovirosis.
2. **Distribución de grava:** Gestionar la distribución de grava para los habitantes afectados por las inundaciones con el fin de que sea colocada en las áreas de las casas que aún cuentan con piso de tierra, como algunas cocinas. Esto tiene como objetivo reducir la generación de lodos dentro de las viviendas durante las inundaciones.

3. **Gestión de bombas de achique:** Tras el análisis físico de las comunidades, se identificó que ciertos terrenos presentan inundaciones persistentes debido al relieve interno de estos predios. La ubicación en una cota inferior con respecto a las calles favorece la acumulación del agua, prolongando la inundación hasta seis días. Para abordar esta problemática, se propone gestionar la distribución de bombas de achique proporcionadas por la Secretaría de Protección Civil de Felipe Carrillo Puerto. La utilización de estas bombas permite reducir en minutos el impacto puntual en los terrenos, contrarrestando así la prolongada duración de las inundaciones. Esta acción, que ya se ha implementado con éxito tanto dentro de la comunidad (Figura. 48) como en otros países y regiones agrícolas, se muestra efectiva para mitigar inundaciones en predios y calles, según estudios de autores como Luquez et al. (2018), Caputo et al. (1985) y Antequera (2015).



Figura. 48 Personal de protección civil, realizando acciones para reducir inundación pluvial en predio de la comunidad Naranjal poniente. Fuente: fotografía de Saulo Che.

Tabla. 21 Matriz de estrategias para la prevención y reducción de afectaciones por inundaciones pluviales.

Objetivo Estratégico	Acciones	Recursos Necesarios	Responsables	Plazo	Indicadores de Éxito
<p><b>1. Mejorar el conocimiento de la comunidad para la reducción del riesgo</b></p>	<p>Realizar encuestas y entrevistas con líderes comunitarios, agricultores y familias para identificar vulnerabilidades, necesidades y recursos existentes. Por ejemplo, conversar con líderes de la comunidad sobre zonas propensas a inundaciones, dificultades de acceso a servicios esenciales y recursos disponibles para emergencias.</p> <p>Establecer grupos de discusión para comprender las percepciones y experiencias de la comunidad frente a desastres pasados. Por ejemplo, organizar reuniones con agricultores para evaluar cómo las inundaciones han afectado sus cultivos en temporadas anteriores.</p>	<p>Encuestadores y entrevistadores mayahablantes con conocimiento local.</p> <p>Herramientas para recolectar datos como cuestionarios impresos, grabadoras, tabletas o laptops para registro digital.</p> <p>Software para análisis de datos. - Material educativo impreso para capacitación de voluntarios</p>	<p>Líderes comunitarios y agrupaciones de agricultores para facilitar acceso a las comunidades.</p> <p>Posible intervención de instituciones locales o ONGs que respalden el proyecto y proporcionen recursos.</p>	<p>3 meses</p>	<p>Realización de al menos 50 encuestas y 30 entrevistas significativas.</p> <p>Creación de un informe detallado que identifique áreas de riesgo, necesidades y recursos disponibles para la reducción del riesgo en la comunidad.</p>

	Capacitar voluntarios locales en técnicas de encuesta y entrevista para recopilar información precisa y relevante.				
<b>2. Fortalecer las capacidades comunitarias para la reducción del riesgo</b>	<p>Organizar talleres y capacitaciones en habilidades prácticas como primeros auxilios y gestión de recursos. Por ejemplo, coordinar sesiones en espacios comunitarios sobre técnicas de primeros auxilios y manejo de recursos durante emergencias.</p> <p>Proporcionar materiales y recursos para la capacitación.</p>	<p>-Espacio físico adecuado para talleres y capacitaciones.</p> <p>Materiales de formación como maniqués para prácticas de primeros auxilios, kits de emergencia, entre otros.</p> <p>Facilitadores con experiencia y formación en los temas a impartir.</p>	<p>Facilitadores capacitados.</p> <p>Miembros de la comunidad como participantes.</p>	6 meses	<p>Número de talleres realizados y asistencia a los mismos.</p> <p>Obtención de retroalimentación positiva de los participantes respecto a la utilidad y aplicabilidad de las habilidades adquiridas.</p>
<b>3. Establecer redes de apoyo comunitario para la reducción del riesgo</b>	Establecer grupos de apoyo y canales de comunicación dentro de la comunidad a través de reuniones presenciales regulares y la creación	Espacios físicos designados para reuniones, como	Coordinadores o líderes asignados	4 meses	Número de grupos de apoyo creados y su

	<p>de espacios físicos para el intercambio de información. Por ejemplo, organizar asambleas o reuniones mensuales en áreas comunes.</p> <p>Disponer de tabloneros de anuncios o centros de información en lugares públicos para compartir datos relevantes sobre gestión de riesgos.</p>	<p>centros comunitarios o áreas comunes.</p> <p>Materiales para la creación de tabloneros de anuncios, como carteles, pizarrones o áreas específicas de información.</p>	<p>para cada grupo de apoyo.</p> <p>Participación activa de los miembros de la comunidad en la gestión y actualización de los espacios informativos.</p>		<p>funcionamiento efectivo (Entre 3 a 5 grupos).</p> <p>Nivel de participación y comunicación en los espacios físicos establecidos para intercambio de información (Al menos 70% de los miembros participantes).</p>
<p><b>4. Implementar la técnica <i>Ka'anche</i> para la reducción de pérdidas en hortalizas por inundación</b></p>	<p>Desarrollar hortalizas en alto con el grupo de afectados para reducir pérdidas. Por ejemplo, enseñar a jornaleros y campesinos cómo implementar la técnica <i>Ka'anche</i> en sus hogares para proteger las cosechas de inundaciones.</p> <p>Colectar insumos de las selvas circundantes para la implementación de la técnica.</p>	<p>Jornaleros y campesinos con conocimientos agrícolas.</p> <p>Insumos disponibles en las selvas circundantes, como maderas, cuerdas, entre otros.</p>	<p>Delegado y comisario ejidal.</p> <p>Voluntarios dentro de la comunidad capacitados en la técnica <i>Ka'anche</i>.</p>	5 meses	<p>Porcentaje de viviendas que implementan con éxito la técnica <i>Ka'anche</i> y tienen hortalizas viables (Al menos 80%).</p>
<p><b>5. Fortalecer el desarrollo económico local</b></p>	<p>Identificar oportunidades de empleo y emprendimiento a nivel local. Por ejemplo, realizar análisis de</p>	<p>Recursos financieros disponibles para</p>	<p>Asesores de empleo y emprendimiento</p>	12 meses	<p>Número de oportunidades de empleo o emprendimiento</p>



	<p>mercado para identificar sectores económicos emergentes en la región y fomentar el emprendimiento local.</p> <p>Obtener recursos financieros para respaldar iniciativas económicas identificadas.</p> <p>Implementar programas de capacitación laboral y artesana.</p>	<p>inversión en proyectos locales.</p> <p>Programas de capacitación laboral y artesana.</p>	<p>con experiencia en el contexto local.</p> <p>Colaboración con instituciones financieras y académicas para asegurar acceso a recursos.</p>		<p>identificadas (Al menos 30).</p> <p>Cantidad de personas capacitadas y que han accedido a recursos financieros para iniciar sus proyectos (Más del 70%).</p>
<p><b>6. Promover la salud y el bienestar físico y mental de la comunidad</b></p>	<p>Organizar campañas de concientización sobre salud y hábitos saludables. Por ejemplo, llevar a cabo eventos comunitarios para informar sobre prácticas saludables y prevención de enfermedades.</p> <p>Facilitar el acceso a servicios médicos y de salud mental.</p>	<p>Materiales de campaña, como folletos, pancartas, y medios audiovisuales.</p> <p>Personal médico y psicológico disponible para consultas y asesoramiento.</p>	<p>Equipo de campaña conformado por profesionales de la salud, incluyendo médicos, enfermeras, y psicólogos.</p>	<p>6 meses</p>	<p>Porcentaje de participación en las campañas (Más del 60%).</p> <p>Acceso mejorado a servicios de salud, medido por la cantidad de personas que han buscado servicios médicos y de salud mental en comparación con el período anterior a la campaña.</p>

<p><b>7. Construir corrales comunitarios</b></p>	<p>-Organizar a la comunidad y gestionar, junto con las autoridades locales, materiales para la construcción de corrales comunitarios en zonas altas. Por ejemplo, coordinar la obtención de postes, bajareques, huano, láminas, etc., para la construcción de corrales.</p> <p>Facilitar la mano de obra necesaria para llevar a cabo la construcción.</p>	<p>Insumos para la construcción como postes, bajareques, huano, láminas, etc. - Mano de obra local para la construcción.</p>	<p>Autoridades locales responsables de la aprobación y apoyo logístico para la construcción.</p> <p>Dueños de ganado que se beneficiarán de los corrales comunitarios.</p>	<p>14 meses</p>	<p>Número de ganados resguardados en los corrales comunitarios, con un rango objetivo de 50 a 100 ganados.</p> <p>Cumplimiento del plazo de construcción de los corrales dentro de la ventana de 14 a 16 meses.</p>
<p><b>8. Gestionar medidas gubernamentales para la Reducción del Riesgo</b></p>	<p>Coordinar con diversas instancias municipales y estatales del sector público para gestionar la obtención de bombas de achique y mejorar las viviendas afectadas.</p>	<p>Apoyo y recursos del sector público, específicamente para la gestión de bombas de achique y materiales para mejorar viviendas</p>	<p>Autoridades locales responsables de la coordinación y gestión de medidas gubernamentales.</p>	<p>12 a 24 meses</p>	<p>Porcentaje de viviendas con piso de concreto y techos de lámina, con un objetivo mínimo del 70% de las viviendas mejoradas.</p>

## **6.-Discusión de los resultados**

La complejidad de abordar la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales en comunidades rurales mayas se destaca en la conceptualización de Nasreen (2004). Este autor propone dos factores fundamentales, la cohesión social aunada a la condición económica de los habitantes y la ubicación geográfica de la entidad, como elementos clave para evaluar la vulnerabilidad social ante amenazas naturales. Encontrándose en las tres áreas de estudio lazos de solidaridad que fortalecen la cohesión social, ejemplo de ello se puede observar durante eventos de desastre, donde inclusive vecinos sin afectación, permiten el recibir en sus viviendas a las familias damnificadas, cuestión que no resulta extraña en la comunidad rural maya puesto que bajo la perspectiva maya la tierra es un bien común que debe ser compartido. Sin embargo, para una comprensión más profunda, se hace necesario, como sugieren Kates y White (1961) y Rubiano (2009), adentrarse en las dinámicas sociales, los aspectos culturales y la percepción del entorno. Estas dimensiones amplían la perspectiva, reconociendo que la vulnerabilidad social no se limita únicamente a condiciones geográficas y sociales, sino que se ve influida por complejas interacciones entre la sociedad y su entorno.

En la búsqueda de enfoques integradores, la "teoría de la estructuración" enfocada al estudio del riesgo Giddens (1995) y el estructuralismo propuesto por Bárcena y Torres (2019) para estudiar la vulnerabilidad social latinoamericana emergen como un paradigma alternativo. Estos enfoques en conjunto abogan por un desarrollo social más racional y equitativo, colaborando armoniosamente con el medio ambiente para prevenir y reducir los riesgos naturales, incluidas las inundaciones. En su perspectiva destaca la necesidad de estrategias que consideren no solo la dimensión social sino también su interrelación con el entorno natural, proporcionando un marco conceptual y teórico valioso para el estudio de la vulnerabilidad social comunidades rurales mayas escasamente estudiadas, pese a presentar diferentes grados de vulnerabilidad, brindando con ello ventanas de posibilidad para mejorar la calidad de este grupo social y a su vez preservar el conocimiento empírico ancestral que albergan.

En este sentido, la importancia radica en la integración de enfoques de estudio que permitan amalgamar el componente social con el natural, adoptando, por ejemplo, el enfoque sistémico. Este enfoque, conceptualiza el espacio como un escenario dinámico donde tiene lugar la interacción entre el ser humano y su entorno, según propuesto por Perry y Montiel (1996), destaca cómo la acción de uno sobre el otro repercute de manera recíproca. Así, se sugiere que comprender la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales implica analizar de manera integral las complejas interrelaciones entre la sociedad y su entorno geográfico, reconociendo que las acciones y cambios en uno de estos componentes afectan directamente al otro, una noción de la realidad que sin tener conocimientos científicos comparte la etnia maya, al presentar un constante respeto por sus tierras y selvas, además de favorecer la armonía entre individuos lo que se traduce en comunidades armoniosas y solidarias, rasgo que se constató en la investigación donde posterior a un continuo diálogo y reconocimiento entre nosotros como investigadores y ellos como individuos la participación en las reuniones comunitarias resultó ser mayor al final del estudio.

En cuanto a los resultados de esta tesis, al igual que otros estudios, incluyendo a Maldonado y Cocco (2011), Soares y Sandoval-Ayala (2016), y Ramírez-Cerpa et al. (2017), se encontró la influencia contundente de factores socioeconómicos, características materiales de las viviendas, así como la disponibilidad de servicios de transporte y telecomunicación, en el incremento de la vulnerabilidad social. Sin embargo, la percepción social del riesgo ante inundaciones, donde, a pesar de constituir un elemento determinante para incrementar el índice de vulnerabilidad social, permitió el identificar ventanas de oportunidad estratégicas al presentar cohesión social, poseer conocimientos empíricos producto de experiencias pasadas y la voluntad de trabajar en pro de su comunidad. Datos que se relacionan con las observaciones de Rojas-Medina et al. (2008), quienes asocian la percepción de competencia frente a una amenaza determinada a un efecto traumático pasado, resaltando la influencia psicológica de eventos previos en la capacidad de afrontamiento y fortalecimiento comunitario.

En similitud con las conclusiones de Madero et al. (2011), la investigación aquí presentada señala que la repetición de impactos por una misma amenaza genera un estado continuo de alerta y previsión ante su eventual reaparición. Observándose una correspondencia con la noción de que las comunidades objeto de estudio han internalizado una cultura de preparación, especialmente en respuesta a pronósticos meteorológicos adversos (avisos de huracán y tormenta) que podrían resultar en inundaciones. Esta predisposición anticipada, según lo informado por Madero et al. (2011), subraya la influencia directa de experiencias pasadas en la formación de prácticas preventivas y destaca la relevancia de considerar la historia contextual para la formulación de estrategias eficaces de prevención y reducción de daños en contextos de vulnerabilidad social ante inundaciones. Una de las estrategias que más veces se repitió durante las reuniones con la comunidad fue la construcción de corrales comunitarios en las lomas de la comunidad para salvaguardar el ganado porcino, demostrando un paralelismo en esta estrategia con Del Rosario et al. (2013).

Otras oportunidades estratégicas para mejorar las condiciones de vida, se enmarcan en entidades gubernamentales como Protección Civil de Felipe Carrillo Puerto, que implican el desarrollo de una cartografía social local de las comunidades rurales, lo anterior respaldado por la participación colaborativa de civiles y autoridades, generando con esto el potencial de identificar áreas prioritarias que requieren atención oportuna durante eventos de inundación, además de continuar y optimizar logísticamente la designación de beneficiarios en programas sociales realizados en estas comunidades como: piso firme, vivir mejor, piso firma, techo firme de lámina metálica y baños dignos.

En el contexto de las inundaciones, tanto fluviales como pluviales (objeto de estudio en esta tesis), se destaca la necesidad de intervención gubernamental para fortalecer la infraestructura, tanto pública como privada, como indican Ferrari (2008) y Llanos-Rodríguez et al. (2021). Ambos autores resaltan que el mejoramiento de las viviendas desempeña un papel crucial en la recuperación comunitaria frente a inundaciones recurrentes. Este énfasis en la infraestructura se alinea con la

importancia atribuida a las políticas públicas, según Herzer et al. (2002), Cárdenas (2018) y Cueto et al. (2021), quienes subrayan que estas políticas pueden proporcionar a las comunidades una mayor seguridad y capacidad de respuesta ante eventos adversos.

Además, se plantea la posibilidad de impulsar programas destinados al desarrollo y fortalecimiento económico de los miembros de las comunidades rurales, impulsando actividades económicas preexistentes como la elaboración de artesanías y el urdido de hamacas, situación que es fundamental no solo por la cuestión económica sino también como una estrategia para la conservación de la identidad maya. Posada y García (2021) respaldan esta perspectiva al indicar que la mejora en los niveles económicos resultaría en una recuperación más eficiente de los bienes afectados por eventos catastróficos. Este enfoque no solo busca reducir los impactos inmediatos de las inundaciones, sino también promover el desarrollo económico a largo plazo en estas comunidades vulnerables, teniendo esta ventana de oportunidad en los programas como: jóvenes construyendo el futuro y sembrando vida, actualmente ejecutados en las zonas de estudio.

Las inundaciones pluviales ejercen un impacto desproporcionado en los adultos mayores y las mujeres, así como en los infantes, siendo estos sectores los más afectados por estos eventos catastróficos. En la zona rural, el envejecimiento presenta particularidades que no son muy comunes en la zona urbana, lo anterior producto de las limitaciones en la atención médica y la persistencia de actividades laborales en la vejez, siendo los adultos mayores una fuerza crucial en la labor campesina, como señalan Castro, Villanueva y López (2013). Las inundaciones afectan directamente su trabajo, propiciando riesgos para la salud, como caídas y lesiones debido a suelos resbaladizos. Por otro lado, las mujeres enfrentan limitaciones tanto en las tareas domésticas como en sus trabajos artesanales, puesto que, por una parte, la fabricación de hamacas se ve afectado por la anegación de la vivienda y el predio, en cuanto al tejido de bejucos este se ve comprometido por el daño en la materia prima (raíces) para su manufacturación, resultando en una disminución de los ingresos económicos del hogar.

Al explorar investigaciones sobre inundaciones en entornos rurales, con un enfoque en estrategias de prevención y reducción, se destaca el considerar el trabajo de Del Rosario et al. (2013) sobre las problemáticas que afectan los territorios rurales de la República Dominicana. Donde las carencias identificadas, como pérdida de cultivos, migración en búsqueda de trabajo, destrucción de viviendas, entre otras, subyacen con los desafíos enfrentados por las comunidades rurales mayas ante inundaciones pluviales estudiadas, donde se destaca como principales afectaciones, la pérdida de enceres domésticos, daños en viviendas, ahogamiento de animales de crianza y podredumbre en cultivos, fragilizando aún más la autonomía alimentaria y la habitabilidad de estos asentamientos. Las estrategias colectivas diseñadas por Del Rosario et al. (2013) y González-Gaudiano et al. (2018), como la reconstrucción de viviendas con materiales más resistentes, desarrollo de canales para controlar el flujo de agua y el fortalecimiento de la colaboración con comunidades vecinas, ofrecen valiosas lecciones aplicables a contextos similares, tal como se encontró evidenciado en este trabajo puesto que se encontró una estrecha colaboración entre vecinos para recibir capacitación en el uso de materiales especializados para combatir plagas de mosquitos, así como la apertura en participar de talleres comunitarios para la mejora de sus habilidades frente a las inundaciones.

Las reflexiones de Del Rosario et al. (2013) subrayan la importancia de los estudios a nivel local, destacando que las investigaciones a nivel de hogar arrojan resultados más efectivos en términos de prevención y reducción frente a amenazas. Este enfoque localizado reconoce la relevancia de comprender las problemáticas y soluciones en una escala más cercana, adaptándose mejor a las características físicas del entorno y a las necesidades específicas de la comunidad afectada. Estos principios, respaldados por autores como Maldonado y Cóccharo (2011), Soares, Sandoval-Ayala (2016) y Ramírez-Cerpa et al. (2017), encuentran eco en la tesis actual, subrayando la necesidad de estrategias contextualizadas y adaptativas para abordar la vulnerabilidad social ante inundaciones pluviales en comunidades rurales mayas.

## 7.-Conclusiones

La caracterización de las áreas de inundación pluvial que corresponde al objetivo uno de esta tesis, permitió identificar áreas de riesgo, población expuesta y vulnerable ante dicha amenaza por las características socioeconómicas que les subyacen. La zonificación de las áreas de inundación permitió reconocer que los refugios ante huracanes requieren reubicación al encontrarse en áreas inundables, ya que esto impide el óptimo cumplimiento de su función de resguardo. Con relación a ello, a partir de la participación de los habitantes locales y el uso de técnicas cartográficas digitales, se logró ubicar el relieve interior de las comunidades, identificando que las áreas más elevadas, con alturas de 34 msnm en Naranjal Poniente, 36 metros en Santa María Poniente y 32 metros en Chan Santa Cruz, podrían ser destinadas para la protección de los habitantes, sus animales y enseres domésticos contra el riesgo de inundaciones. La importancia de este dato radica en identificar que en áreas rurales es necesario ampliar la gestión del riesgo y generar cartografía por comunidad con la referencia de las amenazas, puesto que una de las principales carencias y limitaciones para el estudio del riesgo en estas zonas es el limitado acceso de insumos cartográficos, así como generar estrategias que favorezcan disminuir la vulnerabilidad social de las comunidades. El cumplimiento de este objetivo permitió identificar que las autoridades municipales no cuentan con mapas de las comunidades a nivel de manzana a pesar de ser una región con fuerte presencia de fenómenos hidrometeorológicos, situación que dificulta conocer las necesidades de la población.

En relación a la vulnerabilidad social se realizó una propuesta de índice para ser estimada en las áreas rurales mayas. En las tres comunidades, se evidenció que la vulnerabilidad social alta se asoció con factores como el material de construcción de las viviendas, la limitada cobertura de las telecomunicaciones y las actividades laborales escasamente remuneradas. Sin embargo, igual se identificó que acciones de política pública como el programa "Piso Firme" que busca mejorar las condiciones estructurales de las viviendas, ha favorecido la disminución de la vulnerabilidad en las familias, ya que ha permitido la reducción de enfermedades



gastrointestinales por la acumulación de lodo dentro del hogar producto de eventos de inundación.

No obstante, es crucial destacar que, a pesar de la implementación de apoyos gubernamentales, persisten deficiencias en su cobertura. En las comunidades estudiadas, muchas familias en situación de vulnerabilidad aún carecen de estos apoyos, quedando expuestas a los riesgos asociados a las inundaciones pluviales. Por lo tanto, es fundamental expandir y fortalecer estas iniciativas para brindar un soporte más amplio y equitativo, garantizando que todas las familias puedan acceder a condiciones de vida más seguras. Aunado a esto se tiene que, a pesar de la alta vulnerabilidad social, se observa cohesión social evidenciada en acciones solidarias durante las inundaciones pluviales, con un enfoque prioritario en mujeres, adultos mayores y niños, además de disposición para recibir capacitación y utilizar conocimientos empíricos ancestrales para hacer frente de manera más efectiva a estas amenazas

Tras analizar los resultados de los objetivos I y II, se destaca que la construcción de estrategias destinadas a la prevención y reducción del daño por inundaciones pluviales pueden ser diseñadas e implementadas de manera efectiva, siempre y cuando se integre a la comunidad en dicho proceso, en este sentido se resalta que son los propios miembros de la comunidad quienes poseen un conocimiento profundo de sus limitaciones individuales y colectivas al enfrentarse a inundaciones. Identificándose que en las comunidades objeto de estudio se exhibe una notable voluntad para colaborar en la construcción de un entorno más seguro para vivir, a través de un enfoque que integre el sector gubernamental en sus diversos escalafones, así como el conocimiento empírico y las experiencias de los habitantes locales. Partiendo de lo anterior, estrategias como el método de potabilización del agua SODIS, el establecimiento de zonas para resguardo de ganados y bienes en las zonas elevadas, así como la incorporación del *Kaan´ché* para cultivar hortalizas, se perfilan como estrategias a corto y mediano plazo que podrían reducir las afectaciones por inundaciones pluviales y fortalecer la recuperación de estas comunidades post-desastre.

Por último, en las comunidades estudiadas, se identifican diversos factores que contribuyen a un entorno propenso a desastres, los cuales pueden ser agrupados en tres ejes. En primer lugar, el aislamiento geográfico que desempeña un papel crucial al restringir el acceso a alimentos y materiales de construcción. El cual sumado al aumento de precios ocasionado por los costos de transporte y la lenta respuesta gubernamental, dificulta la recuperación de los afectados. Por lo que, se deberían brindar atención por parte de las autoridades estatales y municipales en este rubro, rehabilitando las vialidades que conectan las comunidades, y generando campañas de transporte para que los habitantes puedan acercarse a estos insumos, sin que se les genere más cargos por el transporte.

En segundo lugar, la carencia de acceso a servicios de comunicación que constituye un desafío significativo. Ya que la dependencia de comunicación entre vecinos y la radio para mantenerse informados, limita la difusión de alertas y la coordinación de acciones preventivas. Además de diseñar alertas en las que se considere no solo huracanes o tormentas, sino, otros fenómenos con potencial generación de precipitación como: las depresiones tropicales y los sistemas frontales (nortes), que a causa del cambio climático en la actualidad resultan más severos en intensidad incluyendo los milímetros de precipitación que descargan.

En tercer lugar, la limitada atención gubernamental fuera del ámbito local es un aspecto crítico. A pesar de los esfuerzos de los representantes locales, la respuesta gubernamental a menudo no cumple con las expectativas, al tenerse que no siempre se obtiene la respuesta esperada y, en ocasiones, los apoyos no satisfacen completamente las necesidades de las familias más vulnerables. Representando este distanciamiento de la atención gubernamental con las comunidades dificultades en su capacidad para enfrentar y recuperarse de los desastres.

De manera general, existen escasos trabajos referentes a la vulnerabilidad social en entornos rurales mayas frente a inundaciones pluviales, aunado a un limitado número de insumos cartográficos a escala local, por lo que, la gestión del riesgo en dichos entornos requiere de mayores estudios, para fortalecer la resiliencia comunitaria en estas zonas, representando un importante eje de investigación.

## 8.-Bibliografía

- Acosta, V. G. (1993). Enfoques teóricos para el estudio histórico de los desastres naturales. *Los desastres no son naturales*
- Acosta, V. G. (2004). La perspectiva histórica en la antropología del riesgo y del desastre. *Acercamientos metodológicos. Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, 25(97), 124-142.
- Acosta-Castellanos, Pedro; Caro Camargo, Carlos y Perico Granados, Néstor (2016). Análisis de interferencia de parámetros físicos del agua, en desinfección por radiación UV. *Revista de Tecnología*, 14(2), pp. 105-112.
- Aguilar, A. G., y Ibáñez, C. D. (1995). Expansión urbana y deterioro ambiental. Áreas de conservación ecológica en la ciudad de México. *Revista Geográfica*, 49-81.
- Ake Santos G. (08, octubre, 2018). El Naranja, propenso a inundación. Por Esto Quintana Roo. <https://www.poresto.net/quintana-roo/2018/10/8/el-naranja-propenso-inundacion-22142.html>
- Aldunate, E., y Córdoba, J. (2011). *Formulación de programas con la metodología de marco lógico*. United Nations Publications
- Alexander, L. (2012). La Vista desde Arriba: El Uso de Cartografía Participativa para Empoderar a las Comunidades y Promover la Conservación del Medio Ambiente Los mapas como Herramienta en el proyecto de Cacao Silvestre en Baures, Beni.
- Alfie-Cohen, M., y Castillo-Oropeza, O. A. (2016). "Con el agua al cuello". Riesgo por inundación, vulnerabilidad socioambiental y gobernanza en el municipio de Cuautitlán. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 18(2), 55-84.
- Altamirano, T. (2021). Refugiados ambientales: cambio climático y migración forzada. Fondo Editorial de la PUCP.
- Arteaga, L. E., & Burbano, J. E. (2018). Efectos del cambio climático: Una mirada al Campo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 79-91.
- Alva Villacorta, O. F. (s/f). Capitulo VII. Altimetría, interpretación de curvas de nivel. Curso de topografía. Pags: 1-14.
- Álvarez-Ríos, J. N., Aristizábal-Vélez, P. A., Torres-Pavas, D. M., y Jurado-Alzate, V. (2019). Validación de un instrumento para medir la vulnerabilidad en relación con la capacidad de respuesta de la comunidad ante desastres. *Revista Geográfica de América Central*, (62), 278-301.
- Antequera, J. C. (2015). La responsabilidad de la administración por daños derivados de fenómenos naturales: especial referencia al riesgo de inundación. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, (45), 67-100.
- Arellano-González, J. (2015). Efectos de los cambios en el programa Procampo en la economía rural del sureste mexicano. *Economía, sociedad y territorio*, 15(48), 363-395.
- Arévalo-Carmona, M. I. (2016). Asentamientos informales, inundaciones y vulnerabilidad físico-espacial de la vivienda y el entorno inmediato. Caso de estudio arroyo La Esmeralda en la ciudad de Barranquilla, Colombia.
- Aronsson-Storrier, M. (2021). UN Office for Disaster Risk Reduction (2019). *Yearbook of International Disaster Law Online*, 2(1), 377-382.
- Arredondo, N. H. L., Jiménez, E. B., Acosta, F. J., y Marín, C. A. (2010). Componentes de vulnerabilidad cognitiva en el trastorno de ansiedad generalizada. *International Journal of Psychological Research*, 3(2), 43-54.

- Ávila Sánchez, H. (2015). Tendencias recientes en los estudios de Geografía rural. Desarrollos teóricos y líneas de investigación en países de América Latina. *Investigaciones geográficas*, (88), 75-90.
- Baan, P. J., y Klijn, F. (2004). Flood risk perception and implications for flood risk management in the Netherlands. *International journal of river basin management*, 2(2), 113-122.
- Badillo Sarabia, R. A., y Gomez Zafra, B. A. (2020). Vivienda rural campesina, respuesta habitacional para la reubicación de la población de la vereda Boca Doncella, asentada en zona de alto riesgo por inundación.
- Bárcena, A., y Torres, M. (2019). Del estructuralismo al neoestructuralismo; La travesía intelectual de Osvaldo Sunkel. Santiago de Chile: Naciones Unidas. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44710/1/S1701115\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44710/1/S1701115_es.pdf)
- Barrenechea, J., Gentile, E., González, S., y Natenzon, C. (2000). Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo. Ponencia presenta en IV Jornadas de Sociología, Facultad Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, 6-10.
- Barrera -Rojas, M. Á., Camargo-Hoffner, R. A., y Koyoc Mukul, G. A. (2021). Des¿igualdad? económica en hogares rurales de Quintana Roo, México (2000-2018). *Ciencia E Interculturalidad*, 29(02), 96–114. <https://doi.org/10.5377/rci.v29i02.13315>.
- Barreto, M. F. L. (2014). Análisis del uso de los recursos no maderables como modelo sustentable en comunidades indígenas Estudio comparativo en la comunidad “Infierno” en Madre de Dios, Perú y de “Naranjal Poniente” en la Zona Maya de México (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Ecologia Internacional)- Université de Sherbrooke).
- Bayón, M. C. (2012). El " lugar" de los pobres: espacio, representaciones sociales y estigmas en la ciudad de México. *Revista mexicana de sociología*, 74(1), 133-166.
- Bazán-Godoy, Cyntia y Castillo-Dzul, Alfonso (2006). Manejo del ka'anche' tradicional y modificado. Programa De Pequeñas Donaciones del FMAM - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) – UADY Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yucatán. pp. 12.
- Bechler-Carmaux, N., Mietton, M., y Lamotte, M. (2000). Le risque d'inondation fluviale à Niamey (Niger). Aléa, vulnérabilité et cartographie/River flood risks in Niamey (Niger). Hazards, vulnerability and mapping. In *Annales de géographie* (Vol. 109, No. 612, pp. 176-187). Armand Colin.
- Beck, U. (1996). Teoría de la sociedad del riesgo. Las consecuencias perversas de la modernidad, 201-222.
- Beck, U. (2000). Retorno a la teoría de la sociedad del riesgo. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*.
- Beck, U., Borrás, M. R., Navarro, J., y Jimenez, D. (2019). La sociedad del riesgo. Barcelona: Paidós.
- Bellido, N. E. P. (2017). Cambio climático, pobreza y sostenibilidad. *EHQUIDAD. Revista Internacional de Políticas de Bienestar y Trabajo Social*, (7), 81-116.
- Benavides-Altamirano, I. F., Centeno-Arosteguí, A. C., y Ruiz-Laguna, H. L. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental ante inundaciones en el barrio Filemón Rivera de la ciudad de Estelí, II semestre del año 2014* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).

- Beven, K. J., y Kirkby, M. J. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology/Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological sciences journal*, 24(1), 43-69.
- Bhattacharya, T., y Guleria, S. (2012). Coastal flood management in rural planning unit through land-use planning: Kaikhali, West Bengal, India. *Journal of Coastal Conservation*, 16(1), 77-87.
- Blaikie, P. M. (1996). *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Soluciones Prácticas.
- Bohórquez, J. E. T. (2013). Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 2013(81), 79-93.
- Bolaños, D. J., y Solera, C. R. R. (2016). Factores que afectan a la equidad educativa en escuelas rurales de México. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 53(2).
- Bolaños, H. H., y Espinosa, S. A. R. (2012). Inundaciones recurrentes en el corregimiento de Bocas de Tuluá (Valle del Cauca-Colombia) y su impacto sobre una comunidad nativa de 657 personas, 2011–2012. *RIAA*, 3(2), 99-107.
- Buenrostro-Alba, M. (2011). Ciudadanía étnica: el caso de los mayas de Quintana Roo. *Ciudadanía étnica: el caso de los mayas de Quintana Roo.*, 157-171.
- Burton, I., Kates, R. y White, G. (1978): *The environment as hazard*. Oxford University Press, New York.
- Burton, I., y Kates, R. W. (1963). The perception of natural hazards in resource management. *Nat. Resources J.*, 3, 412.
- Buss Thofehrn, M., López Montesinos, M. J., Rutz Porto, A., Coelho Amestoy, S., Oliveira Arriera, I. C. D., y Mikla, M. (2013). Grupo focal: una técnica de recogida de datos en investigaciones cualitativas. *Index de Enfermería*, 22(1-2), 75-78.
- Caamal. J. (19, junio, 2020a). Siguen inundadas nueve comunidades mayas en Felipe Carrillo Puerto. *Novedades de Quintana Roo*. <https://sipse.com/novedades/siguen-inundadas-nueve-comunidades-mayas-en-felipe-carrillo-puerto-369063.html>.
- Caamal. J. (31, mayo, 2022b). Más de 30 mil casas de la zona maya, en riesgo ante la temporada de huracanes. *Novedades de Quintana Roo*. <https://sipse.com/novedades/mas-de-30-mil-casas-de-la-zona-maya-en-riesgo-ante-la-temporada-de-huracanes-425861.html>.
- Camacho, J. M. S., Chávez, R. A., y Velázquez, D. T. (2019). Propuesta Metodológica para medir la Resiliencia Urbana ante Huracanes e Inundaciones en el Caribe Mexicano. *REDER*, 3(2), 28-43.
- Camilloni, I., Barros, V., Moreiras, S., Poveda, G., y Brasil, J. T. (2020). Inundaciones y sequías. *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos–Informe RIOCCADAPT*, 391-417.
- Campos, A. (1998). Educación y prevención de desastres [versión electrónica]. *LA RED, FLACSO y UNICEF*.
- Canales-Cerón, M. (2006). El grupo de discusión y el grupo focal. *Metodologías de investigación social. Introducción a los oficios*, 265-287.
- CAPA. Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. (2021). Familias de Buenavista ya tienen baños ecológicos que mejoran su calidad de vida y contribuyen a preservar la laguna. 09/05/2022, de Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo Sitio web:

<https://qroo.gob.mx/capa/2021/09/27/familias-de-buenavista-ya-tienen-banos-ecologicos-que-mejoran-su-calidad-de-vida-y-contribuyen-a-preservar-la-laguna/>

- Capel, H. (1980). Organicismo, fuego interior y terremotos en la ciencia española del siglo XVIII. *Geo Crítica: cuadernos críticos de geografía humana*.
- Caputo, M. G., Hardoy, J. E., Herzer, H. M., y Vargas, R. (1985). La inundación en el Gran Resistencia (provincia del Chaco, Argentina) 1982-1983. *Desastres naturales y sociedad en America Latina*, 4.
- Carballo, R. M., Orozco-Medina, I., y Leal, R. M. (2015). Estimación de la recarga del acuífero de Quintana Roo mediante un balance hídrico para cuantificar su eficiencia en el abastecimiento de agua. *Los servicios de agua y drenaje con una visión integral*, 489.
- Cárdenas, K. (2018). Análisis general de la gestión del riesgo por inundación en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*, 4(1).
- Cardona, O. D. (2013). The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In *Mapping vulnerability* (pp. 56-70).
- Carreño-Tibaduiza, M. L., Cardona-Arboleda, O. D., y Barbat, H. A. (2005). *Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos*. Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).
- Castree, N., Demeritt, D., Liverman, D. y Rhoads, B. (Eds.). (2016). *Un compañero de la geografía ambiental*. John Wiley e hijos.
- Castro, J. G. R., Villanueva, J. L. J., y López, G. J. G. (2013). Factores que determinan la persistencia de la producción campesina de maíz: el caso del municipio de libres, puebla. *Ra Ximhai*, 9(1), 15-28.
- Catalán-Vázquez, M., y Jarillo-Soto, E. C. (2010). Paradigmas de investigación aplicados al estudio de la percepción pública de la contaminación del aire. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(2), 165-178.
- CENAPRED. (2021). Centro Nacional de Prevención de Desastres. Obtenido de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/cob-atlas-municipales.html>.
- CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2014). *Inundaciones*. Serie: Fascículos.
- Cerda, M. E. H., Romero, E. A., y Barrié, C. T. L. (2021). Cristobal, la tormenta tropical del 2020 que dejo precipitaciones atípicas en la Península de Yucatan. *Entorno Geográfico*, (21), 125-157.
- Céspedes, E.R.A., Sierra, D.S.P. y Benítez, F.F., 2020. El ambiente en el medio cooperativo rural. Contribución a la percepción del riesgo ambiental en el trabajo y la comunidad (Revisión). *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 4, pp.1062-1075.
- Chambers, R. (2006). Participatory mapping and geographic information systems: whose map? Who is empowered and who disempowered? Who gains and who loses?. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 25(1), 1-11.
- Chan M. (08, junio, 2020). Familias de Naranja Poniente vuelven a inundarse por las lluvias. *Turquesa News*. <https://turquesanews.mx/felipe-carrillo-puerto/familias-de-naranja-poniente-vuelven-a-inundarse-por-las-lluvias/>
- Chan. J. (4, octubre, 2017). Comunidades de FCP susceptibles a inundaciones; llamado de alerta a la SINTRA. El punto sobre la i.

<https://www.elpuntosobrelai.com/comunidades-fcp-susceptibles-inundaciones-llamado-alerta-la-sintra/>

- Chapman, A. (2004). Análisis DOFA y análisis PEST. Accesible en: <http://www.degerencia.com/articulos.php>
- Chávez-Alvarado y Sánchez-González, D. (2016). Envejecimiento vulnerable en hogares inundables y su adaptación al cambio climático en ciudades de América Latina: el caso de Monterrey. *Papeles de Población*, 22(90), 9-42. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/112/11249884002.pdf>.
- Chávez-Alvarado, R. (2018). Gestión del riesgo de desastre en el caribe mexicano. El caso de estudio de Chetumal, Quintana Roo. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 2(2), 46-60. Recuperado de: <http://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/>.
- Chimbo Fernández, N. P., & Sisa Mullo, G. D. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad socioeconómica ante la amenaza de inundación producida por el río San Pablo en la "Ciudadela 4 de mayo", cantón Babahoyo, provincia Los Ríos* (Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias de la Salud y el Ser Humano. Carrera de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos. Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión de Riesgos.).
- Chinappi Rojas, M. F. (2013). Refugios, albergues y espacios dignos de protección a personas afectadas por eventos naturales: un acercamiento a esta realidad desde la planificación y el desarrollo regional (Doctoral dissertation, Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Maestría en Desarrollo Regional).
- Chingombe, W., Pedzisai, E., Manatsa, D., Mukwada, G., yTaru, P. (2015). A participatory approach in GIS data collection for flood risk management, Muzarabani district, Zimbabwe. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(2), 1029-1040.
- Clark, G. E., Moser, S. C., Ratick, S. J., Dow, K., Meyer, W. B., Emani, S., y Schwarz, H. E. (1998). Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: the case of Revere, MA., USA. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 3(1), 59-82.
- CNPC, (Coordinación Nacional de Protección Civil). (2018). Sistema de alerta temprana para ciclones tropicales (SIAT-CT). Ciudad de México: *Sistema Nacional de Protección Civil*, pp. 12-15.
- Cobo, J. A. O., y Sáez, M. Á. V. (2008). Episodio de lluvias torrenciales del 21 de septiembre de 2007. Las inundaciones de Almuñecar. *Cuadernos geográficos*, 42, 123-148.
- Colín, L. (2003). Deterioro ambiental vs. desarrollo económico y social. Boletín IIE Recuperado de <http://www.iie.org.mx/boletin032003/art2.pdf>.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2011). Reporte climatológico del mes de junio de 2011. Reporte de clima en México, Año 1, Número 6. Pág. 3-12.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2012). Reporte climatológico del mes de agosto de 2012. Reporte de clima en México, Año 2, Número 8. Pág. 3-17.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2013). Reporte climatológico del mes de octubre de 2013. Reporte de clima en México, Año 3, Número 10. Pág. 3-26.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2014). Reporte climatológico del mes de mayo de 2014. Reporte de clima en México, Año 4, Número 5. Pág. 3-21.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2014). Reporte climatológico del mes de enero de 2014. Reporte de clima en México, Año 4, Número 1. Pág. 3-20.

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2014). Reporte climatológico del mes de agosto de 2014. Reporte de clima en México, Año 4, Número 8. Pág. 3-25.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Reporte climatológico del mes de febrero de 2015. Reporte de clima en México, Año 5, Número 2. Pág. 3-22.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Reporte climatológico del mes de junio de 2015. Reporte de clima en México, Año 5, Número 6. Pág. 3-23.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2016). Reporte climatológico del mes de junio de 2016. Reporte de clima en México, Año 6, Número 6. Pág. 3-27.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2016). Reporte climatológico del mes de agosto de 2016. Reporte de clima en México, Año 6, Número 8. Pág. 3-32.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2017). Reporte climatológico del mes de noviembre de 2017. Reporte de clima en México, Año 7, Número 11. Pág. 3-31.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2018). Reporte climatológico del mes de junio de 2018. Reporte de clima en México, Año 8, Número 6. Pág. 3-35.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Reporte climatológico del mes de octubre de 2019 Reporte de clima en México, Año 9, Número 10. Pág. 3-62.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Reporte climatológico del mes de enero de 2019 Reporte de clima en México, Año 9, Número 1. Pág. 3-36.
- CONAGUA, Comisión nacional del agua. (2020). Reporte del Clima en México. CONAGUA, México.
- Córdova-Aguilar, H. (2020). Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, Perú. *Semestre económico*, 23(54), 85-112.
- Correa, D. G., Becerril-Piña, R., Mastchi-Loza, C. A., Jiménez, M. C., Escobar, A., Aguilar, M. D. L. R., & Sosa, E. G. el riesgo de inundación suscrito de usos de suelo de cuencas periurbanas. *RIESGO DE DESASTRES EN MÉXICO: EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS*, 355.
- Crespo, J., Menéndez, R., y Fernández, E. (2012). Aplicación de modelos digitales del terreno generados a partir de tecnología LIDAR en la caracterización de zonas inundables. *Avances de la Geomorfología en España 2010-2012. XII Reunión Nacional de Geomorfología*, 267-271.
- Cuadra, D. E. (2014). Los enfoques de la geografía en su evolución como ciencia. *Geográfica digital*, 11(21), 1-22.
- Cueto, J. J., Brichetti, P., Esnaola, F., y D'Abramo, S. L. (2021). La antropología y el desarrollo de políticas públicas para la mitigación del riesgo de desastres: el caso de Plan de Reducción del Riesgo de Inundaciones en La Plata. In XII Congreso Argentino de Antropología Social (CAAS)(La Plata, junio, julio y septiembre de 2021).
- Cutter, S. L. (1996). Societal responses to environmental hazards. *International Social Science Journal*, 48(150), 525-536.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., y Shirley, W. L. (2012). Social vulnerability to environmental hazards. In *Hazards vulnerability and environmental justice* (pp. 143-160). Routledge.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., y Shirly, W. L. (2003). *Social Science Quarterly. Social Vulnerability to Environmental Hazards*, 84(2), 242-261.
- De Jesús Noriega, O., Rojas, Y. G., y Barrios, J. R. (2011). Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta. *Prospectiva*, 9(2), 93-102.



- De Los Santos-Serrano, M. A. (2018). Propuesta participativa de acciones de prevención en zonas afectadas por inundaciones fluviales y mar de fondo, en Coyoaca de Benítez, Guerrero. (Master's thesis, Universidad Autónoma de Guerrero (México)).
- Del Moral Ituarte, L., y Mateos, B. P. (2002). Nuevos planteamientos científicos y participación ciudadana en la resolución de conflictos ambientales. *Documents d'anàlisi geogràfica*, (41), 121-134.
- Del Rosario, P., Morrobel, J., y Escarramán, A. (2013). Territorios rurales y adaptación al cambio climático en la República Dominicana. *Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo. DO.*
- Demoraes, F. (2002). Vulnerabilidad de la movilidad en Quito inducida por la exposición a las inundaciones de un medio de transporte clave: el trolebús. In *Panam XII-Congreso Panamericano de Tránsito y Transporte-2002.*
- Diario Oficial de la Federación de México. (2004). AVISO de Término de Emergencia que afectó a la población ubicada en el Municipio de Cozumel del Estado de Quintana Roo, con motivo de las lluvias provocadas por las ondas tropicales 7 y 8 que se presentaron los días 11 y 12 de junio de 2004. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Recuperado de: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=679451&fecha=15/10/2004&#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=679451&fecha=15/10/2004&#gsc.tab=0).
- Diez Tetamanti, J. M. y Rocha, E. (2016). Cartografía aplicada a la intervención social en el Barrio Duna, Pelotas, Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, 2(57), 97-128.
- Díez Tetamanti, J. M., Escudero, H. B., Carballeda, A., Barberena, M., Hallak, Z., Rocha, E., y Romero, N. (2017). Cartografía social: investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación.
- Diez-Tetamanti, J. M. (2012). Cartografía social. Herramienta de intervención e investigación social compleja. El vertebramiento inercial como proceso mapeado. En J. M. Diez Tetamanti y B. Escudero (comp.), *Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación* (pp. 13-24). Comodoro Rivadavia, Argentina: Universidad de la Patagonia.
- Douglas, M. (1986). *Risk Acceptability According to the Social Sciences*, Russell Sage Foundation, Nueva York
- El Quintana Roo. (17, junio, 2018a). S.O.S en la zona maya por inundaciones. El Quintana Roo. mx. <https://elquintanaroo.mx/s-o-s-en-la-zona-maya-por-inundaciones/>.
- Eremchuk, J. E. (2019). Geoamenazas por inundaciones de las geoformas fluviales de áreas urbanas y rurales de los principales ríos del centro y este de la provincia de Catamarca. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, (42), 35-47.
- Espinosa Rodríguez, L. M. (2017). Caracterización geomorfológica del municipio de Tlacotalpan, Veracruz, con enfoque de riesgo por inundación. Universidad Autónoma del Estado de México. Tesis en ingeniería.
- Fallas, J. (2007). Modelos digitales de elevación: Teoría, métodos de interpolación y aplicaciones. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Ferrando, F. J. (2003). En torno a los desastres naturales: Tipología, conceptos y reflexiones. *revista INVI*, 18(47), 15-31.

- Ferrari, M. P. (2008) "Las inundaciones en el Barrio Etchepare (Trelew): una visión desde la Teoría Social del Riesgo". Revista Párrafos Geográficos. Volumen 7 N° 2 (15-36). Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia - IGEPAT.
- Ferrari, M. P. (2012). Análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 21(2), 99-116.
- Ferrera Bergues, A., Pérez Montero, O., y Soler Nariño, O. (2020). Población y vulnerabilidad social ante los efectos del cambio climático en el municipio costero de Guamá. *Revista Novedades en Población*, 16(32), 242-269.
- Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares [FONHAPO]/Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL]. (2009). "Programa Vivienda Digna"., de Sitio Web del Fideicomiso del Fondo Nacional de Habitaciones Populares. FONHAPO.
- Flanagan, B. E., Gregory, E. W., Hallisey, E. J., Heitgerd, J. L., y Lewis, B. (2011). A social vulnerability index for disaster management. *Journal of homeland security and emergency management*, 8(1).
- Förster M, C.E. y Rojas-Barahona, C.A. (2014). Disadvantaged preschool children from rural areas: the importance of home practices and nursery attendance in the development of early literacy skills/Niños preescolares vulnerables de sectores rurales: importancia de las prácticas del hogar y la asistencia a jardín infantil en el desarrollo de habilidades de alfabetización temprana. *Cultura y Educación*, 26(3), pp.476-504.
- Frausto, O., Ihl, T., Rojas, J., Goldacker, S., Chale, G., Giese, S., y Bacab, R. (2006). Áreas susceptibles de riesgo en localidades de pobreza extrema en el sur de Yucatán. *Teoría y praxis*, (2), 87-103.
- Galceran, M. (2015). La reducción del riesgo de los desastres Translación de la agenda global de resiliencia al ámbito local. *Notes internacionales CIDOB* 117, 1–5.
- Galindo, J. (2015). El concepto de riesgo en las teorías de Ulrich Beck y Niklas Luhmann. *Acta sociológica*, 67, 141-164.
- García Castro, N., y Villerias Salinas, S. (2018). Factores socioeconómicos de vulnerabilidad en las ciudades medias del Estado de Guerrero, México.
- García del Castillo, M., y Naranjo Mejía, H. (2016). Factores influyentes en la vulnerabilidad ante desastres naturales en Bolivia 1980-2012. *Investigación y Desarrollo*, 2(16), 31-44.
- García, E. (2004). Carta de climas Quintana Roo. Climatología de la República Mexicana. Proyecto CONABIO-Estadigrafía. México, DF. 90 p.
- García, W. R. (2017). Vulnerabilidad a inundaciones en familias rurales con diferentes estrategias adaptativas en Tabasco, México (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur).
- García-Acosta, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos*, (19), 11-24.
- García-Tornel, F. C. (1997). Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 10, 165-178.
- Gázquez, M. V. (2021). Vulnerabilidad social, genealogía del concepto. *Gazeta de Antropología*, 37(1).
- Giddens, A. (1999). Risk and responsibility. *Mod. L. Rev.*, 62, 1.
- Giddens, A. (1999). Risk and responsibility. *The modern law review*, 62(1), 1-10.

- Giddens, A. (2000). Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas. Trad. Pedro Cifuentes, Taurus, Madrid, España.: Taurus.
- Giddens, A. (Ed.). (1974). *Positivism and sociology*. Heinemann Educational Publishers.
- Golovanevsky, L. (2007). Vulnerabilidad social: una propuesta para su medición en Argentina. *Revista de economía y estadística*, 45(2), 53-94.
- Gómez-Muñoz, S. (2019). Aplicabilidad del método del Índice de Susceptibilidad Compuesto para la identificación de cuencas susceptibles a la ocurrencia de flujos torrenciales.
- González Gaudiano, É. J., Bello Benavides, L., Maldonado González, A. L., Cruz Sánchez, G. E., y Méndez Andrade, L. M. (2019). Nuevos desafíos para la educación ambiental: La vulnerabilidad y la resiliencia social ante el cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1), 71-77.
- González-Gaudiano, E. J., Maldonado González, A. L., Cruz Sánchez, G. E., Méndez Andrade, L. M., y Mesa Ortiz, S. L. (2018). Un estudio sobre vulnerabilidad y resiliencia social en poblaciones de alto riesgo a inundaciones en el Estado de Veracruz. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, 11(3), 401-414.
- Gordillo, G.D.C.Á. y Pablos, E.T. (2016). Vulnerabilidad social de la población desplazada ambiental por las inundaciones de 2007 en Tabasco (México). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 25(1), pp.123-138.
- Gurri, F., Ruiz-García, W., Molina-Rosales, Dolores, y Vallejo-Nieto, Mirna (2019). "Measuring Individual Vulnerability to Floods in the Lower and Middle Grijalva River Basin, Tabasco, Mexico". *Natural Hazards*, 96(1), pp. 149-171.
- Gutiérrez-Verduga, D. D. (2018). *Percepción de riesgo de la población del barrio la propicia de la ciudad de Esmeraldas ante la amenaza de inundaciones de los ríos Teaone y Esmeraldas* (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
- Guzmán-Noh, G., y Rodríguez-Esteves, J. M. (2016). Elementos de la vulnerabilidad ante huracanes. Impacto del huracán Isidoro en Chabihau, Yobaín, Yucatán. *Política y cultura*, (45), 183-210.
- H.A., F.C.P. Honorable Ayuntamiento, del municipio de Felipe Carrillo Puerto. (2015). *Segundo informe de gobierno de la presidencia municipal de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo*. Estado de Quintana Roo: Secretaría de Gobierno Estatal (SEGOB).
- Hafsi, A., Aguilar-Becerra, C.D., y Frausto, O. (2020). Sistema de alerta temprana basado en la comunidad ante fenómenos hidrometeorológico en localidades situadas en barras de litoral costera. En Sistema de alerta temprana ante fenómenos hidrometeorológicos extremos en México. Frausto, O., Morales, J.C., Aguilar, C.D. (Coordinadores). Ciudad de México. *REDESCLIM-CONACYT*. 29-53 pp.
- Hamidi, A. R., Jing, L., Shahab, M., Azam, K., Atiq Ur Rehman Tariq, M., y Ng, A. W. (2022). Flood exposure and social vulnerability analysis in rural areas of developing countries: an empirical study of Charsadda District, Pakistan. *Water*, 14(7), 1176.
- Hazak, R. S. (1973). La función de los Medios de Comunicación Social en el medio rural. *Revista española de la opinión pública*, (32), 49-63.
- Hengl, T., y Reuter, H. (2008). *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications* (Vol. 33). Amsterdam: Elsevier.
- Hernández, M. A., González, N., Cabral, M. G., Giménez, J. E., Hurtado, M. A., Maiola, O. C., y Hernández, M. A. (2003). Importancia de la caracterización física del riesgo hídrico en la llanura húmeda.

- Hernández, Olivia y Canche, Francisco (2015). "Recuperación del uso de los ka'anche'ob para la producción de chile habanero con manejo agroecológico". Ángel Uca, Alina Ballote, Fidencio Chel y Hermilo Gómez (coords), *Ensayos Breves: Cosmogonía, Tradiciones y Costumbres en la Enseñanza*. Mérida, México: Puratinta, pp. 44-63.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés.
- Hernández-Aguilar, M. L., y Castillo-Villanueva, L. (2012). Capacidad institucional ante la reducción del riesgo de desastres en Quintana Roo: Marco de Acción de Hyogo. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 14(2), 23-48.
- Hernández-Hernández, N., y Garnica-González, J. (2015). Árbol de problemas del análisis al diseño y desarrollo de productos. *Conciencia tecnológica*, (50), 38-46.
- Hernández-Urbe, Rubén., Barrios-Piña, H., y Ramírez, I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(3), 5-25. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>
- Herrera, E., Magaña, V., y Morett, S. (2018). Relación entre eventos extremos de precipitación con inundaciones. Estudio de caso: Tulancingo, Hidalgo. *Nova scientia*, 10(21), 191-206. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1527>
- Herrera, F. M. A. (2013). Métodos y Técnicas de investigación Cualitativa y Cuantitativa en Geografía. *Paradigma: Revista de investigación educativa*, 79-89.
- Herrera-Tapia, F., Lutz-Bachère, B., y Vizcarra-Bordi, I. (2009). La política de desarrollo rural en México y el cambio institucional 2000-2006. *Economía, sociedad y territorio*, 9(29), 89-117.
- Herzer, H., Rodríguez, C., Celis, A., Bartolomé, M., y Caputo, G. (2002). Convivir con el riesgo o la gestión del riesgo. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Tercer Mundo. Bogotá, Colombia, 1-17.
- Hewitt de Alcántara, C. (2007). Ensayo sobre los obstáculos al desarrollo rural en México: Retrospectiva y prospectiva. *Desacatos*, (25), 79-100.
- Hewitt, K. (1996). Daños ocultos y riesgos encubiertos: haciendo visible el espacio social de los desastres. *Desastres: modelo para armar*. Colección de piezas de un rompecabezas social. Lima: La Red, 1-29.
- Hidalgo-Troya, A., Guerrero-Díaz, G. F., Estupiñan-Ferrín, V. L., t Rocha-Buelvas, A. (2017). Family vulnerability index in the municipality of Pasto, Colombia, 2012. *Cadernos de Saúde Pública*, 33(3).
- Hijar, G., Bonilla, C., Munayco, C. V., Gutierrez, E. L., y Ramos, W. (2016). Fenómeno el niño y desastres naturales: intervenciones en salud pública para la preparación y respuesta. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 33, 300-310.
- Hoffmann, B. (2020). CAMBIO CLIMÁTICO Y DESASTRES NATURALES: Exposición desigual, impactos y capacidad para hacerles frente. *LA CRISIS DE LA DESIGUALDAD*, 247.
- Huamán Cieza, J., y Campos Estela, C. A. (2021). Levantamiento topográfico con fines de uso para drenaje pluvial urbano, en el sector 22 delimitado por las calles: Jr. Chongoyape, Av. México, Av. Agricultura, Av. Jorge Chávez, Av. Nicolás de Piérola, Jr. Tarapacá, Ca. Arequipa. del distrito de José Leonardo Ortiz-Provincia Chiclayo-Región Lambayeque".
- Huatatoca Chimbo, J. L., y Chanaluisa Chiliquinga, W. O. (2019). *Análisis geomorfológico de la subcuenca del Río Pambay para determinar las zonas vulnerables y*

*inundaciones mediante el modelamiento hidrológico* (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

- Humphrey, A., y Lie, B. (2004). Análisis de matriz DOFA. Recuperado de: <https://www.academia.edu/download/45320229/AnalisisFODAyPEST.pdf>.
- Ibisate González de Matauco, A., Ollero Ojeda, A., y Ormaetxea Arenaza, O. (2000). Las inundaciones en la vertiente cantábrica del País Vasco en los últimos veinte años: principales eventos, consecuencias territoriales y sistemas de prevención.
- Ihl, T., y Frausto, O. (2014). El cambio climático y los huracanes en la Península de Yucatán. *Frausto, O. Monitoreo de riesgo y desastre asociados a fenómenos hidrometeorológicos y cambio climático. Chetumal, México: Universidad de Quintana Roo*, 42-49.
- INAFED, Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2005). Enciclopedia de los Municipios de México (Quintana Roo). *Monografía del Municipio José María Morelos*.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2002) Carta de uso del suelo y vegetación, serie III, escala 1:250 000. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2020). Censo General de Población y Vivienda 2000. Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). Conjunto de datos de perfiles de suelos escala 1:250000. Serie II (Continuo Nacional). México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2020). Censo de población y vivienda 2020. *Quintana Roo*.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Documento técnico descriptivo de la red hidrográfica escala 1:50 000. Edición: 2.0*. Quintana Roo, México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente.
- Iniestra, J. G., López, P. E. A., y Colón, R. E. (2012). Un modelo bi-criterio para la ubicación de albergues, como parte de un plan de evacuación en caso de inundaciones. *Revista Ingeniería Industrial*, 11(2).
- Jamshed, A., Birkmann, J., McMillan, J. M., Rana, I. A., y Lauer, H. (2020). The impact of extreme floods on rural communities: evidence from Pakistan. In *Climate Change, Hazards and Adaptation Options* (pp. 585-613). Springer, Cham.
- Jáuregui, E., Aversa, M. M., y Salas-Giorgio, R. (2016). Estrategias para la mitigación del riesgo por inundación: caso cuenca del Arroyo Maldonado, La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Urbano*, 19.
- Jiménez, J. C., Sánchez, J. G., & Aguilar, F. G. (2006). Guía técnica para la construcción de cuestionarios. *Odisea Revista electrónica de pedagogía*, 3(6).
- Jiménez-Valencia, M. (2019). Apoyo en la zonificación de escenarios de amenaza por fenómenos naturales y antrópicos, como herramienta de gestión y planificación para la actualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Piendamó, Cauca (Doctoral dissertation, Uniautónoma del Cauca. Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria).
- Jobbágy, E.G.; M.D. Noretto; C. Santoni y G. Baldi. (2008). El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. *Ecología Austral Sección Especial "Problemas Ambientales"*, 18: 305-322.

- Kates, R. W. (1963). Perceptual regions and regional perception in flood plain management. In Papers of the Regional Science Association (Vol. 11, No. 1, pp. 215-227). Springer-Verlag.
- Kates, R., y White, G. F. (1961). Flood hazard evaluation. *Papers on Flood Problems: Department of Geography Research Paper, 70*, 135-147.
- Kates, R., y White, G. F. (1961). Flood hazard evaluation. *Papers on Flood Problems: Department of Geography Research Paper, 70*, 135-147.
- Kaztman, R. (1999). Activos y estructuras de oportunidades: estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en Uruguay.
- Kaztman, R. (2000). Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social, en Documentos de Trabajo del IPES, núm. 2, LC/R.2026, Universidad Católica de Uruguay, Montevideo, Uruguay.
- Kirby, A. (Ed.). (1990). Nothing to fear: risks and hazards in American society. University of Arizona Press.
- Kumpulainen, S. (2006). Vulnerability concepts in hazard and risk assessment. Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions. *Geological Survey of Finland, Special Paper 42*, 65–74.
- Kurosaki, T., y Khan, H. (2011). Floods, relief aid, and household resilience in rural Pakistan: Findings from a pilot survey in Khyber Pakhtunkhwa. *Review of Agrarian Studies*, 1(2369-2021-127).
- Lacoste, P. (1982). *The effect of a group contingency reinforcement procedure upon the acquisition of selected volleyball playing skills in fourth grade elementary school students*. The Florida State University.
- Lara San Martín, A. (2013): "Percepción social en la gestión del riesgo de inundación en un área mediterránea (Costa Brava, España)". Tesis Doctoral, Universitat de Girona. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/98249/talsm.pdf?sequence=8&isAllowed=y> (Consulta realizada el 31 de marzo de 2022).
- Larenze, G., Garat, M. E., Luna, I., Müller, I. F., Laner, P., Cayecul, V., y Anzardi, A. (2021). Infiltración de agua de lluvia en mezclas asfálticas porosas. *Actas de las Jornadas*, 81.
- Lavell, A. (1998). Decision making and risk management. Memorias de la Reunión de la Asociación Caribeña de Avance de la Ciencia. Trinidad.
- Lavell, A. (1999). Gestión de riesgos ambientales urbanos. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres em América Latina, Facultad Latinoamericana de Ciências Sociales.
- Lavell, A. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. *Biblioteca Virtual en Salud de Desastres-OPS*, 4, 1-22.
- Lavell, A. (2005). Desastres y desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre: el caso del huracán Mitch en Centroamérica. A. Fernández (comp.), Comarcas vulnerables: riesgos y desastres en Centroamérica y el Caribe, 11-44.
- Llanos Rodríguez, J. A., Rodríguez Díaz, R. P., y Parada Hernández, J. R. E. (2021). Aplicación de la sostenibilidad en viviendas de interés prioritario en zonas con riesgo de inundación en la región caribe de Colombia (Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería).

- Lobatón, S. B. (2009). Reflexiones sobre Sistemas de Información Geográfica Participativos (SIGP) y cartografía social. *Cuadernos de Geografía: revista colombiana de geografía*, (18), 9-23.
- Lomnitz, L. A. (1998). *Cómo sobreviven los marginados*. Editorial Siglo XXI.
- Luján-González, V. A. (2015). *Logística humanitaria: distribución de recursos en situaciones de desastres hidrometeorológicos en Nuevo León* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Lundgren, M., y Strandh, V. (2022). Navigating a double burden—Floods and social vulnerability in local communities in rural Mozambique. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 77, 103023.
- Luquez, V. M. C., Cerrillo, T., y Rodríguez, M. E. (2018). Tolerancia a la inundación en sauces plantados en la Argentina: conocimiento actual y perspectivas.
- Maass, S. F., y Valdez, M. E. (2003). Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada. UAEM.
- Machuca-Martínez. G. (26, octubre, 2017). Zona Maya: monitoreo constante a escurrimientos. Maya sin fronteras. <https://mayasinfronteras.org/2017/10/zona-maya-monitoreo-constante-a-escurrimientos/>.
- Madero, J. I. G., Echeverry, K. P., y de Sánchez, A. R. R. (2011). Efectos psicosociales y psicoafectivos generados en las poblaciones afectadas por las inundaciones en el sur del Atlántico durante el año 2010. *Cultura educación y sociedad*, 2(1).
- Maldonado, G. I., y Cóccharo, J. M. (2011). Esquema teórico para el estudio de la vulnerabilidad socio-territorial a inundaciones en ámbitos rurales. *Revista Geográfica Venezolana*, 52(2), 81-100.
- Mancera, M. P. S. (2011). Cartografía participativa y web 2.0: Estudio de interrelaciones y análisis de experiencias. *Vivat Academia*, 201-216.
- Manjarrez-Muñoz, B., Hernández-Daumás, S., De Jong, B., Nahed-Toral, J., Dios-Vallejo, O. O. D., y Salvatierra-Zaba, E. B. (2007). Configuración territorial y perspectivas de ordenamiento de la ganadería bovina en los municipios de Balancán y Tenosique, Tabasco. *Investigaciones geográficas*, (64), 90-115.
- Martín, J. A. G., Arango, M. J. A. C., del Pozo, J. M. B., Herrero, A. D., López, R. P., y Sebastian, F. T. (2020). Análisis de la percepción social para la gestión y comunicación del riesgo de inundaciones. In *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes* (pp. 1069-1086). Universitat d'Alacant/Universidad de Alicante.
- Martín, M. B. G., López, X. A. A., y Iglesias, M. C. (2017). Percepción del cambio climático y respuestas locales de adaptación: el caso del turismo rural. *Cuadernos de turismo*, (39), 287-310.
- Martínez R., M. (2000). "Un paradigma para la ciencia geográfica". *Revista Utopía*, 11: 1-9. Popayán.
- Martínez, J. R. (2016). Cartografía participativa y Sistemas de Información Geográficos. Algunas experiencias desde las ciencias sociales cubanas/Participatory Mapping and Geographic Information Systems. Some Experiences from the Cuban Social Sciences. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 158-175.
- Maskrey, A., Cardona, O., García, V., Lavell, A., Macías, J. M., Romero, G., y Chaux, G. W. (1993). Los desastres no son naturales.
- Matías-Ramírez, L., G., Oropeza-Orozco, O., Lugo-Hubp J., Cortez-Vázquez, M., Jáuregui-Ostos, E. (2007). Análisis de las principales causas de las inundaciones de

- septiembre de 2003 en el sur del estado de Guanajuato, México. *Investigaciones Geográficas* (64): 7-25.
- Maupomé, G., Borges, A., Ledesma, C., Herrera, R., Leyva, E. R., y Navarro, A. (1993). Prevalencia de caries en zonas rurales y peri-urbanas marginadas. *Salud Pública de México*, 35(4), 357-367.
- McCarthy, J. (2005). Rural geography: multifunctional rural geographies-reactionary or radical?. *Progress in human geography*, 29(6), 773-782.
- Medina Allcca, L., Huarez Yarlequé, C. M., y Calderón Vilca, E. (2015). Susceptibilidad cualitativa por inundaciones, erosión fluvial y peligro por variaciones morfológicas del río Amazonas en la ciudad de Iquitos, Perú.
- Mena-Frau, C., Molina-Pino, L., Ormazábal-Rojas, Y., y Morales-Hernández, Y. (2011). Generalización de modelo digital de elevación condicionada por puntos críticos de terreno. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 17, 439-457.
- Mendoza-Mejía, J. B., y Orozco-Hernández, M. E. (2014). Análisis de la vulnerabilidad biofísica a los riesgos por inundación en la zona metropolitana de Toluca, México. *Luna Azul*, (38), 86-104.
- Mitchell, A. 2013. Risk and resilience: From good idea to good practice (OECD Development Co-operation Working Papers, no. 13). Paris: OECD Publishing.
- Mocetti, N. N., Caldas, C. F., y Delgado, D. R. (2015). Impacto de las inundaciones sobre la casuística de enfermedades zoonóticas y accidentes producidos por mordedura de animales registrada en un hospital general de la ciudad de Iquitos, Loreto, Perú. *Theorēma (Lima, Segunda época, En línea)*, (2), 11-17.
- Montenegro, S. M. (2005). La sociología de la sociedad del riesgo: Ulrich Beck y sus críticos. Pampa: *Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*, (1), 117-130.
- Montoya Gómez, G., Hernández Ruiz, J. F., Castillo Santiago, M. Á., Díaz Bonifaz, D. M., y Velasco Pérez, A. (2008). Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *Estudios demográficos y urbanos*, 23(1), 83-122.
- Montoya, Á. P. G., y Jiménez, L. D. (2014). Documental social participativo. Apropiación territorial en zonas de bordes urbanos-rurales. Caso Ciudad Comuna. In *Documental social participativo. Apropiación territorial en zonas de bordes urbanos-rurales. Caso Ciudad Comuna. Agenda De Comunicacion En Tiempos De Conflicto Y Paz*.
- Moral, A. M., y Jurado, E. B. (2006). Desarrollo territorial y economía social. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*, (55), 125-140.
- Morales, A. P., Guirado, S. G., y García, A. Q. (2021). ¿Somos todos iguales ante una inundación? Análisis de la vulnerabilidad social en el litoral mediterráneo español. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (88), 6.
- Moreno, M., Álvarez, H., y Chacón, A. (2020). Estudio de percepción social en las vivencias postdesastre, para determinar el nivel de resiliencia y afectación comunitaria en el distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste. *I+ D Tecnológico*, 16(1), 91-104.
- Moretto, B., y Gentili, J. O. (2021). Percepción del riesgo de inundación y anegamiento en el partido de coronel Suárez (Argentina). *Investigaciones Geográficas*, (61), 57-77.
- Municipio de Othón P. Blanco, (2018) Programa de Desarrollo Urbano del área metropolitana de Chetumal, Calderitas, Xul-Ha, Chetumal Quintana Roo, México, Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. consultado el 25 de julio de 2022 de: <http://www.opb.gob.mx/portal/wp->



content/uploads/transparencia/93/l/f/PDU2018/PDU%20integrado%2019012018-publicacion%20digital.pdf.

- Murdoch, J., y Pratt, A. C. (1993). Rural studies: modernism, ostmodernism and the 'post-rural'. *Journal of rural studies*, 9(4), 411-427.
- Murguialday, C., Pérez, K., y Eizagirre, M. (2000). Diccionario de acción humanitaria y cooperación al desarrollo. *Bilbao/Barcelona: Icaria Editorial, Hegoa, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad del País Vasco*.
- Mussetta, P., Barrientos, M. J., Acevedo Mejía, E. C., Turbay Ceballos, S. M., & Ocampo Lopez, O. L. (2017). Vulnerabilidad al cambio climático: Dificultades en el uso de indicadores en dos cuencas de Colombia y Argentina.
- Nasreen, M. (2004). Disaster research: exploring sociological approach to disaster in Bangladesh. *Bangladesh e-journal of Sociology*, 1(2), 1-8.
- Natenzon, C. E., Bronstein, P. M., Marlenko, N., González, S. G., Ríos, D., Barrenechea, J., y Ludueña, S. (2005). Impactos económicos y sociales por inundaciones. *El Cambio Climático en el Rio de la Plata*, 121-130.
- Natenzon, C., Marlenko, N., González, S., Ríos, D., Murgida, A., Meconi, G., y Calvo, A. (2003). Las dimensiones del riesgo en ámbitos urbanos. Catástrofes en el Área Metropolitana de Buenos Aires. *BERTONCELLO, Rodolfo y ALESSANDRI, Carlos A.(Comps.) Procesos territoriales en Argentina y Brasil. Buenos Aires, Instituto de Geografía, Universidad de Buenos Aires*, 255-276.
- Navarro, D., Vallejo, I., y Navarro, M. (2020). Análisis de la vulnerabilidad social a los riesgos naturales mediante técnicas estadísticas multivariantes. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (74), 29-49.
- Navarro-Carrascal, O. E., Chaves Castaño, L., Noreña Betancur, M. I., & Piñeres Sus, J. D. (2016). Percepción del riesgo y estrategias de afrontamiento en población expuesta y no expuesta al riesgo de inundación.
- NEGI. Modelos Digitales de Elevación (2019). Descripción. Disponible en línea: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/queesmde.aspx> (consultado el 1 de noviembre de 2021).
- Nosetto M.D.; E.G. Jobbágy; A.B. Brizuela and R.B. Jackson. (2012). The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agricultural, Ecosystems and Environment* , 154: 2-11.
- Nosetto, M.D.; E.G. Jobbágy; R.B. Jackson y G. Sznaider. (2009). Reciprocal influence of crops and shallow ground wáter in sandy landscapes of the Inland Pampas. *Field Crops Research* , 113: 138-148.
- Novedades Quintana Roo. (5, septiembre, 2019). Atienden zonas de riesgo en Felipe Carrillo Puerto. *Diario Novedades Quintana Roo*. <https://sipse.com/novedades/habitantes-comunidades-zonas-riesgo-inundaciones-felipe-carrillo-puerto-343465.html>.
- Novelo. C. (15, noviembre, 2017). Con el agua hasta el cuello. *Periódico De Peso*. <https://depeso.com/chetumal/con-el-agua-hasta-el-cuello/>.
- Núñez Venegas, L. E., y Zambrano Delgado, D. C. (2019). *Determinación de estrategias enfocadas al desarrollo sostenible ante el riesgo de inundaciones del cantón durán* (Bachelor's thesis, Espol).
- Núñez, J; Espinosa, S. (2005). "Asistencia social en Colombia. Diagnóstico y propuestas", Documento CEDE, No. 2005-42, 1-121

- Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, inglés). (2015). National hurricane center tropical cyclone report. Tropical storm Dolly (1-3 of september).
- Olán Izquierdo, M. E., Guzmán Ramón, E., Anell Ruíz, R. M., & Díaz Cortaza, G. A. (2010). Programa de educación ambiental, prevención y mitigación de riesgos por inundaciones aplicado en el Colegio de Bachilleres de Tabasco, Plantel no. 28. *Revista de la Alta Tecnología y la Sociedad*, 4, 25-36.
- OMM/UNESCO. (2012). Glosario hidrológico internacional. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial.
- ONU. Organización de las Naciones Unidas. (21 de julio de 2021). Sequías, tormentas e inundaciones: el agua y el cambio climático dominan la lista de desastres. News ONU. <https://news.un.org/es/story/2021/07/1494632>
- Ordaz, J. L. (2009). México: impacto de la educación en la pobreza rural. Cepal.
- Ospina, E. L. S., & Jiménez, C. E. (2018). Vulnerabilidad social de la población desterrada. Más allá del goce efectivo de derechos. *Revista de ciencias sociales*, 24(4), 38-56.
- Otzen, Tamara y Manterola, Carlos. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pacheco Suárez, T. L., Rodríguez Ríos, E., Loo Bravo, L. D., y Arteaga Pita, I. G. (2020). Valoración económica del impacto de la inundación de febrero 2019 en la Unión, Santa Ana, Manabí, Ecuador. *Revista San Gregorio*, (43), 21-35.
- Pacheco, J. F., Ortegón, E., y Prieto, A. (2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.
- Palafox-Muñoz, A., y Frausto-Martínez, O. (2008). Turismo: desastres naturales, sociedad y medio ambiente.
- Pallares, M. (2014). Perspectiva filosófica-antropológica de la vulnerabilidad. In VI Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XXI Jornadas de Investigación Décimo Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología-Universidad de Buenos Aires.
- Palom, A. R., y Pujol, D. S. (1996). El estudio de las inundaciones históricas desde un enfoque contextual. Una aplicación a la ciudad de Girona. *Papeles de geografía*, (23-24), 229-244.
- Paredes-Chi, A. A., y Castillo-Burguete, M. T. (2018). "Caminante no hay [un solo] camino, se hace camino al andar": Investigación Acción Participativa y sus repercusiones en la práctica. *Revista colombiana de sociología*, 41(1), 31-50.
- Pasteur, G. H. A. (2014). Percepción, miedo y riesgo, ante los huracanes y otros fenómenos naturales en Yucatán. *Temas Antropológicos. Revista Científica de Investigaciones Regionales*, 36(2), 43-72.
- Perevochtchikova, M., y de la Torre, J. L. L. (2010). Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México. *Journal of Latin American Geography*, 73-98.
- Pérez García, R. E., Reyes Maya, O. I., Barrera Rojas, M. Á., & Uc Vega, D. A. (2019). Brecha digital y desarrollo regional. Estudio de caso para la zona Maya de Quintana Roo, México. *Ciencia e Interculturalidad*, 24(1), 1-12.
- Pérez, M. D. P. P., Ávila, A. E. R., y Torres, A. S. M. (2016). Evaluación de la sustentabilidad: una reflexión a partir del caso de la Red Nacional de Desarrollo Rural Sustentable (México). *Entre ciencias: diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 4(9), 61-72.

- Pérez-Briceño, P. M., Alfaro, E. J., Hidalgo, H. G., y Jiménez, F. (2016). Distribución espacial de impactos de eventos hidrometeorológicos en América Central. *Revista de Climatología*, 16, 63-75.
- Pérez-Jiménez, María; Guevara, Brito Neidis; Sarmiento Medina, Yuber y Liñan Montero, Katerine (2018). “Energía solar, alternativa para tratamiento de agua en comunidades del municipio de Barrancas La Guajira”. Ermelis Camargo Torres (Edit), *Encuentro De Investigación E Innovación En Desarrollo Tecnológico, Social Y Ciencias Afines – INDETSCA 2018*. Riohacha, Colombia: Centro Industrial y de Energías Alternativas Sena Regional Guajira, pp. 13-22.
- Perles Roselló, M.J. (2010) “Apuntes para la evaluación de la vulnerabilidad social frente al riesgo de inundación”, *Baetica*, 32, Universidad de Málaga, pp. 67-87.
- Perry, R., y Montiel, M. (1996). Conceptualizando riesgo para desastres sociales. *Desastres y sociedad*, 6(4), 71-78
- Petersen, A. (1997). Risk, governance and the new public health. *Foucault, health and medicine*, 189-206.
- Piers, B., Cannon, T., Ian, D., y Wisner, B. (1996). Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, ITDG: Intermediate Technology Development Group.
- Ponvert-Delisle, D. R., Lau, A., y Balamaseda, C. (2007). La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres Reflexiones generales. *Zonas áridas*, 11(1), ág-174.
- Por Esto Quintana Roo. (5, octubre, 2013). Incomunica a pobladores inundación de carretera en Zona Maya. Noticaribe. <https://noticaribe.com.mx/2013/10/05/incomunica-a-pobladores-inundacion-de-carretera-en-zona-maya/>.
- Por Esto Quintana Roo. (5, octubre, 2013b). Incomunica a pobladores inundación de carretera en Zona Maya. Noticaribe. <https://noticaribe.com.mx/2013/10/05/incomunica-a-pobladores-inundacion-de-carretera-en-zona-maya/>.
- Pujol, D. S. (2003). Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales. *Areas*. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (23), 17-30.
- Quadratín Quintana Roo. (2, junio, 2020). Auxilian a Naranja, Felipe Carrillo Puerto, ante inundación. *Quadratín Quintana Roo*. <https://quintanaroo.quadratín.com.mx/auxilian-a-naranja-felipe-carrillo-puerto-ante-inundacion/>.
- Quesada-Román, A. (2017). Geomorfología Fluvial e Inundaciones en la Cuenca Alta del Río General, Costa Rica. *Anuário do Instituto de Geociências*, 40(2), 278-288.
- Quintana Roo al día. (2011). *Que ahora si le toca "manita de gato" a la Zona Maya*. 09/05/2022, de Quintana Roo al día Sitio web: <http://www.quintanarooaldia.com/noticia/que-ahora-si-le-toca-manita-de-gato--a-la-zona-maya/10308>
- Ramírez-Cerpa, E., Acosta-Coll, M., y Vélez-Zapata, J. (2017). Análisis de condiciones climatológicas de precipitaciones de corto plazo en zonas urbanas: caso de estudio Barranquilla, Colombia. *Idesia (Arica)*, 35(2), 87-94.
- Ribas Palom, A., y Saurí Pujol, D. (1996). El Estudio de las inundaciones históricas desde un enfoque contextual. La ciudad de Girona, un ejemplo. *Papeles de geografía*, 1996, núm. 23/24, p. 229-244.

- Ribera-Masgrau, L. (2004). Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 2004, núm. 43, p. 153-171.
- Ristić, R., Kašanin-Grubin, M., Radić, B., Nikić, Z., y Vasiljević, N. (2012). Land degradation at the Stara Planina ski resort. *Environmental management*, 49(3), 580-592.
- Rivera, I. C., y Villada, E. P. (2018). Las inundaciones como factor de riesgo para la salud humana: enfermedades transmisibles en México. *Vulnerabilidad, Resiliencia y Ordenamiento Territorial*, 615.
- Roberts, N. J., Nadim, F., y Kalsnes, B. (2009). Quantification of vulnerability to natural hazards. *Georisk*, 3(3), 164-173.
- Robinson, A. H.; SALE, R. D.; Morrison, J. L. y Muehrcke, P. C. (1987). *Elementos de cartografía*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Rodríguez Gaviria, E. M. (2016). Diseño metodológico para la evaluación del riesgo por inundación a nivel local con información escasa. *Escuela de Geociencias y Medio Ambiente*.
- Rodríguez, E. R. V. (2020). *Análisis multicriterio en la cuantificación de riesgos para la salud humana en suelos contaminados* (Doctoral dissertation, Universidad de Oviedo).
- Rodríguez, M. G. (2009). La “estructura” en las ciencias del hombre: Estructuralismo y Estructural-Funcionalismo. *Letras Internacionales*, (85-3).
- Rodríguez, N., Seguel, P., y Millán., R. (2011). “Crisis Urbana sin terremoto social: los saqueos bicentenarios del 2010”. La entrevista se enfoca principalmente en la relación entre las ciencias sociales y el desastre, con énfasis en el modo en que el terremoto se inserta dentro la ciudad. Es decir, inserta en un espacio socialmente construido a partir de estrategias políticas y prácticas sociales particulares.
- Rojas-Medina, Y., Vargas Machuca, J. A., y Trujillo, O. V. (2008). Trastorno de estrés agudo y episodio depresivo mayor en víctimas de una inundación en Tingo María: prevalencia y efectos de su desplazamiento a un alberg. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1), 66-73.
- Rojas-Portocarrero, W. K., Hidalgo-Egocheaga, B., Moya-Durand, C. A., Castro-Pérez, F., y Barboza-Palomino, M. (2019). Percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú. *Revista Cubana de Salud Pública*, 45, e1190.
- Romero, A., Jiménez, M., y Márquez, A. (2017). Percepción del cambio climático por los actores claves locales del municipio Manuel Bruzual, Estado Anzoátegui. *Revista Agrollania de Ciencia y Tecnología*, 14, 119-124.
- Romero, G., y Maskrey, A. (1993). Cómo entender los desastres naturales. *Los desastres no son naturales*, 6-10.
- Rosales González, M. (2003). “perder la milpa: los efectos de Isidoro en comunidades del sur del Estado”, en *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*. Octubre/noviembre/diciembre de 2002, Vol. 17, núm. 223
- Roselló, M. J. P. (2010). Apuntes para la evaluación de la vulnerabilidad social frente al riesgo de inundación. *BAETICA. Estudios de Historia Moderna y Contemporánea*, (32), 67-87.
- Rubiano, M. T. M. (2009). Los geógrafos y la teoría de riesgos y desastres ambientales. *Perspectiva geográfica*, 241-263.

- Rugiero, V., y Wyndham, K. (2013). Identificación de capacidades para la reducción de riesgo de desastre: enfoque territorial de la participación ciudadana en la precordillera de comuna de La Florida, Santiago de Chile. *Investigaciones Geográficas*, (46), pág-57.
- Ruiz-Rivera, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones geográficas*, (77), 63-74.
- Ruiz-Rivera, N., Casado Izquierdo, J. M., y Sánchez Salazar, M. T. (2015). Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. *Investigaciones geográficas*, (88), 146-162.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, Editorial. McGraw-Hill, New York.
- Sánchez Actis, T., Pérez Safontas, M., Santarsiero, L. H., y Margueliche, J. C. R. (2015). Riesgos de inundación: conocimiento científico y saberes populares, una experiencia a través de la cartografía social-Asamblea Los Hornos 70 y 140. In *XVII Jornadas de Geografía (Ensenada, 11 y 12 de noviembre de 2015)*.
- Sánchez Martínez, F, J., y Aparicio Martín M. (2018). Inundaciones y cambio climático. Ministerio para la Transición Ecológica. España:Madrid. 105 pp
- Sánchez Suárez, A. (2006). La casa maya contemporánea: Usos, costumbres y configuración espacial. *Península*, 1(2), 81-105.
- Sánchez Tapia, V. M. (2014). La percepción del riesgo ante inundaciones súbitas en la ciudad de San Luis Potosí. REPOSITORIO NACIONAL CONACYT.
- Sánchez-González, D., y Egea-Jiménez, C. (2011). Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socioambientales: Su aplicación en el estudio de los adultos mayores. *Papeles de población*, 17(69), 151-185.
- Sandoval, C., Soares, D., y Munguía, M. T. (2014). Vulnerabilidad social y percepciones asociadas al cambio climático: Una aproximación desde la localidad de Ixil, Yucatán. *Sociedad y Ambiente*, 1(5), 7-24.
- Sandoval-Díaz, J., y Cuadra-Martínez, D. (2020). Vulnerabilidad social, severidad subjetiva y crecimiento postraumático en grupos afectados por un desastre climatológico. *Revista de psicología (Santiago)*, 29(1), 42-56.
- Santana-Juárez, M. V., Hoyos-Castillo, G. D. C., Santana-Castañeda, G.N., Zepeda-Mondragón, F., y Calderón-Maya, J. R. (2018). Vulnerabilidad, Resiliencia y Ordenamiento Territorial. Red Internacional de Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESyG).
- Sanz, M.J. y Galán, E. (edit), (2020). Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.
- Saurí, D. (2003). Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales. In. CALVO, F. y CONESA, C. (dir.): los procesos de riesgo con origen natural: naturaleza, efectos y estrategias de actuación. *Áreas. revista de Ciencias Sociales* 23, 17-32.
- Saurí, D., Ribas, A., Lara, A., y Pavón, D. (2010). La percepción del riesgo de inundación: experiencias de aprendizaje en la Costa Brava. *Papeles de Geografía*, (51-52), 269-278.
- Secretaría de Marina (SEMAR). (2020). Clasificación de la precipitación acumulada en 24 horas para pronósticos a corto y mediano plazo. Recuperado de: [https://meteorologia.semar.gob.mx/LLUVIA\\_SEMAR.pdf](https://meteorologia.semar.gob.mx/LLUVIA_SEMAR.pdf)

- Sedano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., y Ávila-Díaz, Á. (2011). Variabilidad climática, cambio climático y gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia. *SEMILLAS*, 46, 47, 47-53.
- Sherman, G. E., Sutton, T., Blazek, R., y Luthman, L. (2004). Quantum GIS User Guide.
- Silva Castañeda, S., y Gómez Galvarriato, A. (2006). La divergencia económica entre México y España: 1950-2000.
- Silva Lira, I. y Sandoval, C. (2012). *Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local* (2ª ed.). Naciones Unidas. (Obra original publicada en 2003)
- Soares, D., y Gutiérrez, I. (2012). Vulnerabilidad social, institucionalidad y percepciones sobre el cambio climático: un acercamiento al municipio de San Felipe, Costa de Yucatán. *CIENCIA ergo-sum: revista científica multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México*, 18(3), 249-263.
- Soares, D., y Murillo-Licea, D. (2013). Gestión de riesgo de desastres, género y cambio climático. Percepciones sociales en Yucatán, México. *Cuadernos de desarrollo rural*, 10(72), 181-199.
- Soares, D., y Sandoval-Ayala, N. C. (2016). Percepciones sobre vulnerabilidad frente al cambio climático en una comunidad rural de Yucatán. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(4), 113-128.
- Soldano, D. (2009). El Estado en la vida cotidiana. Algunos desafíos conceptuales y metodológicos de la investigación sobre política y biografía. *Frederic, S. y Soprano, G., Política y variaciones de escalas en el análisis de la Argentina. Buenos Aires: UNGS-Prometeo.*
- Solsona, Felipe y Méndez, Pablo (2002). *Desinfección del agua*. Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS), 203 pp. Recuperado de: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52807/DESINFECCIONAGUACEPIS-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Suárez Ramos, V., Vázquez, E., y López Soto, C. (2022). Construcción y validación de una Escala de Resiliencia Comunitaria Frente a Amenazas Naturales. *Ciencias Psicológicas*, 16(2), e2723. Epub 01 de diciembre de 2022. <https://doi.org/10.22235/cp.v16i2.2723>.
- Tanner, T., Rodríguez, G., y Lazcano, J. (2008). Los niños y niñas, y la gestión de riesgo: Un rol clave en la prevención de desastres. *Medio ambiente y urbanización*, 69(1), 117-134.
- Tate, E., Rahman, M. A., Emrich, C. T., & Sampson, C. C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. *Natural Hazards*, 106(1), 435-457.
- Terpstra, T., Lindell, M. K., y Gutteling, J. M. (2009). Does communicating (flood) risk affect (flood) risk perceptions? Results of a quasi-experimental study. *Risk Analysis: An International Journal*, 29(8), 1141-1155.
- Tetamanti, J. M. D., y Escudero, B. (2012). CARTOGRAFÍA SOCIAL.: Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación. Juan Manuel Diez Tetamanti.
- Tiepolo, M., Belcore, E., Braccio, S., Issa, S., Massazza, G., Rosso, M., & Tarchiani, V. (2021). Method for the assessment of fluvial and pluvial flood risk in rural settlements. *MethodsX*, 8, 101463.
- Török, I. (2018). Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad social a los peligros de inundaciones en Rumania. *Sostenibilidad*, 10 (10), 3780.

- Torres-Pérez, M. E., & Pérez-Monsreal, R. (2011). El reto del diseño urbano, arquitectónico, tecnológico y sustentable. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 6(10), 69-82.
- Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., y Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the national academy of sciences*, 100(14), 8074-8079.
- Tzab, D. D. L. Á. C., López, J. S. M., y Sampedro, E. A. B. (2008). Los medios de comunicación masiva ante los fenómenos naturales. *Espacios Públicos*, 11(21), 240-254.
- Udo, F., y Naidu, M. (2023). Examining the interplay between economic development and local women vulnerability to flood impacts in selected local areas in Durban, South Africa. *Journal of Asian and African Studies*, 58(5), 779-793.
- UNDRR, United Nations for Disaster Risk Reduction. (junio, 2022). ¿Qué es la reducción del riesgo de desastres?. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Recuperado de: <https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres.html>.
- Uribe-Alcántara, E. M., Montes-León, M. A. L., & García-Celis, E. (2010). Mapa Nacional de índice de inundación. *Tecnología y ciencias del agua*, 1(2), 73-85.
- Valencia, J. E. G. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(8), 59-70.
- Van Meer, H., y Dominguez, N. J. (2021). Mapas de isolíneas de precipitación de la provincia de Santiago del Estero. Series de datos 1961-2014. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero, INTA.
- Van-Gort, M. F. R. (2018). Cuantificación de vulnerabilidad y riesgo: las inundaciones en Motozintla de Mendoza, Chiapas, México. *Revista Cartográfica*, (97), 81-104.
- Vargas-Guajala, G. (2017). *Riesgo físico frente a inundaciones fluviales y pluviales en la cabecera parroquial Rocafuerte del cantón Rioverde, provincia de Esmeraldas, Ecuador* (Bachelor's thesis, PUCE).
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (63), 63-86.
- Vásquez, J. G. (2018). Vuelos no tripulados y cartografía participativa, una herramienta para la organización espacial: estudio de caso de la comunidad indígena Tikuna de San Martín de Amacayacu, Amazonas, Colombia. *CONSEJO DIRECTIVO*, 215.
- Vázquez, E. L., Garduño, M. L. M., y Argandar, G. D. (2015). La evacuación por inundaciones y su impacto en la percepción de riesgo y el estrés postraumático. *Psicología y salud*, 25(2), 261-271.
- Veja-Serratos, B. E., Domínguez-Mora, R., y Posada-Vanegas, G. (2018). Evaluación estacional del riesgo por inundación en zonas agrícolas. *Tecnología y ciencias del agua*, 9(3), 92-127.
- Vélez, J. (2013). El conocimiento local en la gestión del riesgo de inundaciones: comunidades del municipio de Mompós Bolívar. *Medellín: Universidad Nacional de Colombia*.
- Vergara-Tenorio, M., Ellis, E. A., Cruz-Aguilar, J. A., Alarcón-Sánchez, L. D. C., y Galván del Moral, U. (2011). La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental. *Política y cultura*, (36), 45-69.

- Vogel, C., y O'Brien, K. (2004). Vulnerability and global environmental change: rhetoric and reality. *Aviso: an information bulletin on global environmental change and human security, issue no. 13, March 2004.*
- White, G. F. (1945). Human Adjustment to Floods: Department of Geography Research Paper No. 29. Chicago, IL: University of Chicago.
- White, G. F. (1960). Science and the Future of Arid Lands. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- White, G. F. (1975). "La investigación de los riesgos naturales". En Chorley R.: Nuevas tendencias de la geografía. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- White, G. F. (ed.). (1956). The Future of Arid Lands. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- White, G. F., y Haas, J. E. (1975). Assessment of Research on Natural Hazards. Cambridge, MA: MIT Press.
- White, G. F.; W. C. Calef; J. W. Hudson; H. M. Mayer; J. R. Shaeffer y D. J. Volk. (1958). Changes in Urban Occupance of Flood Plains in the United States. Department of Geography Research Papers, No. 57. Chicago: University of Chicago.
- Wilches-Chaux, G. (1992). The global vulnerability. Disasters and the small dwelling. Perspectives for the UN IDNDR, 30-35.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. *Los desastres no son naturales*, 11-44.
- WWT, Willis Towers Watson. (2019). Disaster Prep Flood evaluation and recovery plan. Willis Towers Watson (NASDAQ: WLTW. Recuperado de: file:///C:/Users/52983/Downloads/WTW255751\_FLYER\_Flooded-Electrical\_050919.pdf.
- WWT, Willis Towers Watson. (s/f). Desastres naturales. Willis Towers Watson (NASDAQ: WLTW. Recuperado de: file:///C:/Users/52983/Downloads/reduccion-y-prevencion-de-los-desastres-naturales-wtw.pdf.
- Xiu-Chan. J. (31, agosto, 2020). Piden construir camino alternativo en el tramo Mixtequilla-Chan Santa Cruz. Por Esto, Quintana Roo. <https://www.poresto.net/quintana-roo/2020/8/31/piden-construir-un-camino-alterno-en-el-tramo-mixtequilla-chan-santa-cruz-7540.html>.
- Zambra-Álvarez, A., Álvarez-Abel, R., Ther-Ríos, F., Núñez-Maldonado, D., y Pacheco, M. N. (2017). Mapeando el conocimiento local: Experiencias de cartografía participativa en el sur de Chile. AUS [Arquitectura/Urbanismo/Sustentabilidad], (20), 20-27.

Instrumentos para la recolección de datos

**Encuesta para la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica**

**Proyecto de tesis:** Estrategias para la prevención y reducción de inundaciones pluviales en tres comunidades rurales de la zona maya sur de Quintana Roo.

**Programa:** Doctorado en Geografía





## DATOS GENERALES

Sexo:

Comunidad:

Edad:

### GENERALIDAD DENTRO DEL HOGAR

P.1. ¿Cuál es su último grado de estudio alcanzado?

Ninguno	Leer-escribir	Primaria/Secundaria	Preparatoria/Universidad
2	1.5	1	0.5

P.2. ¿Situación laboral en la que se encuentra a día de hoy?

Desempleado	Campesino	E. autónomo	Asalariado
2	1.5	1	0.5

P.3. ¿Edad de la persona jefe (a) de familia del hogar?

55 +	45-36	35-25	≤ 20
2	1.5	1	0.5

P.4. ¿Cuántas personas del hogar laboran?

0	1	2	3+
2	1.5	1	0.5

P.5. ¿Cuántas personas de la tercera edad viven en su hogar?

4	3	2	1 a 0
2	1.5	1	0.5

P.6. ¿Cuántos niños de 8 a 16 años viven en el hogar?

4+	3	2	1 a 0
2	1.5	1	0.5

P.7. ¿Cuántos infantes de 0 a 6 años viven en el hogar?

4+	3	2	1 a 0
2	1.5	1	0.5

P.8. ¿Cuántas personas con discapacidad viven en su hogar?

1	2	3	4+
2	1.5	1	0.5

P.9. ¿Cuántas personas en el hogar presentan limitaciones de desplazamiento?

4 +	3	2	1 - 0
2	1.5	1	0.5

### INFRAESTRUCTURA DE LA VIVIENDA

P.10. ¿Sin contar el baño cuántos cuartos posee su hogar?

1	2	3	+4
2	1.5	1	0.5

P.11. ¿De qué material son las paredes de su hogar?

Solo Bajareque o Barro	Combinado/Pacluum	Tabla	Block o Piedra
2	1.5	1	0.5

**P.12.** ¿De qué material es el piso de su hogar?

Tierra	Firme	Firme liso	Vitropiso
2	1.5	1	0.5

**P.13.** ¿De qué material es el techo de su hogar?

Huano	Lamina negra	Lamia de Zinc	Cemento
2	1.5	1	0.5

**P.14.** ¿Material del cual está construido el baño?

No hay baño	Madera	Madera-Concreto	Concreto
2	1.5	1	0.5

#### MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE

**P.16.** ¿Mediante qué medio de comunicación se entera de los nortes o huracanes?

No se logra enterar	Radio	Televisión	Internet
2	1.5	1	0.5

**P.17.** ¿Cuántos radios posee en su hogar?

0	1	2	3 +
2	1.5	1	0.5

**P.18.** ¿Cuántos televisores poseen en su hogar?

0	1	2	3 +
2	1.5	1	0.5

**P.19.** ¿Incluyéndolo a usted cuantas personas poseen celular en su hogar?

0	1	2	3 +
2	1.5	1	0.5

**P.20.** ¿Con que frecuencia tienen acceso a red telefónica?

Nunca	Solo en determinado lugar	Frecuente	Siempre
2	1.5	1	0.5

**P.21.** ¿Cuál medio de transporte posee?

No poseo	Bicicleta y triciclo	Motocicleta	Automóvil
2	1.5	1	0.5

#### PERCEPCIÓN ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES

**P.21.** ¿Cómo se considera capacitado usted para accionar frente una inundación repentina?

Mal	Regular	Bien	Muy bien
2	1.5	1	0.5

**P.22.** ¿Derivado de inundaciones pasadas con qué frecuencia ha abandonado su hogar?

Nunca (0)	1	2	3+
0.5	1	1.5	2

**P.23.** ¿Durante las inundaciones pasadas con qué frecuencia les apoyo protección civil?

Nunca	1	2	3+
-------	---	---	----

2	1.5	1	0.5
---	-----	---	-----

**P.24.** ¿Después de sufrir inundaciones con qué frecuencia ha presentado pérdidas materiales?

Nunca	1	2	3+
0.5	1	1.5	2

**P.25.** ¿Usted cómo calificaría la frecuencia de las inundaciones en el pueblo?

Muy frecuente	Frecuente	Regulares	Poco frecuente
2	1.5	1	0.5

**P.26.** ¿Ante el aviso de huracán o inundación usted con qué frecuencia se prepara?

Nunca	Regular	Cuando es inminente	Frecuente
2	1.5	1	0.5

**P.27.** ¿Usted y su familia cuentan con alguna clase de seguro médico?

No poseen	Solo los niños	Niños y adultos mayores	Todos
2	1.5	1	0.5

**P.28.** ¿Cuántos miembros de su familia cuentan con alguna clase de apoyo de gobierno?

Nadie	1	2	3+
2	1.5	1	0.5