



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS

**“Plan de logística humanitaria en su fase de preparación ante
desastres hidrometeorológicos para el municipio de La Perla,
Veracruz mediante el problema de la P-mediana y simulación”.**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA**

PRESENTA:

Lic. Evelin Edith Dector Rosas

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Mauricio Romero Montoya

CO-DIRECTOR DE TESIS:

DR. Jesus Delgado Maciel

ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO.

Octubre 2025



Orizaba, Veracruz, **24 de septiembre de 2023**
Dependencia: División de Estudios de
Posgrado e Investigación
Asunto: Autorización de Impresión
OPCION: I

C. EVELIN EDITH DECTOR ROSAS
Candidato(a) a Grado de Maestro en:
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
P R E S E N T E.-

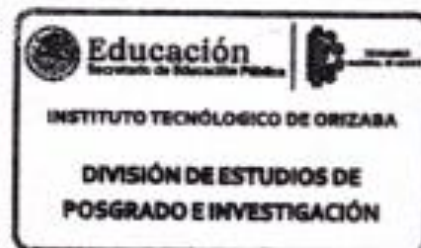
De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

**"PLAN DE LOGÍSTICA HUMANITARIA EN SU FASE DE PREPARACIÓN ANTE DESASTRES
HIDROMETEOROLÓGICOS PARA EL MUNICIPIO DE LA PERLA, VERACRUZ MEDIANTE EL
PROBLEMA DE LA P-MEDIANA Y SIMULACIÓN".**

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

DRA. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



OG-13-F06



2025
Año de
La Mujer
Indígena





Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, **15/agosto/2025**
Asunto: Revisión de trabajo escrito

C. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.

EVELIN EDITH DECTOR ROSAS

La cual lleva el título de:

**"PLAN DE LOGÍSTICA HUMANITARIA EN SU FASE DE PREPARACIÓN ANTE DESASTRES
HIDROMETEOROLÓGICOS PARA EL MUNICIPIO DE LA PERLA, VERACRUZ MEDIANTE EL
PROBLEMA DE LA P-MEDIANA Y SIMULACIÓN"**

Y concluyen que se acepta y se autoriza su impresión.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE: DR. MAURICIO ROMERO MONTOYA

SECRETARIO: DR. JESUS DELGADO MACIEL

VOCAL: DR. GUILLERMO CORTÉS ROBLES

VOCAL SUP.: DR. MARCOS SALAZAR MEDINA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

TA-09-18



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Oriente 9 #852 Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320
Orizaba, Veracruz, Tel. 01 (272) 1105360
e-mail: info@orizaba.tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx



Resumen

El municipio de La Perla, Veracruz enfrenta un riesgo creciente ante fenómenos hidrometeorológicos, cuya frecuencia y severidad se ven intensificadas por factores geográficos, climáticos y socioeconómicos, en respuesta a esta situación, se desarrolla un el presente proyecto de investigación orientado a diseñar un plan de logística humanitaria en su fase de preparación con objetivos específicos como la segmentación territorial, la localización estratégica de puntos equidistantes para la atención a la población y el análisis del crecimiento poblacional.

El proyecto presenta una metodología basada en seis etapas, que incluye desde la formulación del problema hasta la documentación de resultados, haciendo uso de herramientas como el modelo de la P-mediana y la simulación discreta, buscando fortalecer la capacidad de respuesta ante tres principales fenómenos hidrometeorológicos, incendios forestales, heladas y deslaves, y con ello brindar a la población civil y a las autoridades municipales una visión clara sobre las acciones necesarias. La aplicación de este proyecto de investigación contempla beneficios en torno a temas tecnológicos, sociales, culturales, económicos y ambientales, consolidándose como una herramienta integral para la gestión del riesgo en contextos rurales vulnerables.

Entre los resultados más relevantes se identifican deficiencias logísticas graves y se evidencia la urgencia de reforzar la logística humanitaria del municipio, por lo tanto, para su reforzamiento se optimiza la distribución de ayuda en cada refugio y se proyectan necesidades de capacidad mediante la simulación. Todo lo desarrollado ha sido entregado a las autoridades locales, sirviendo como guía técnica para implementar medidas efectivas de prevención y respuesta, aportando también un enfoque replicable por la mejora en los indicadores analizados.

Palabras clave

Logística humanitaria, suministro, programación lineal, P-mediana, Lingo, simulación de eventos discretos, Stella.

Abstrac

The municipality of La Perla, Veracruz faces a growing risk from hydrometeorological phenomena, whose frequency and severity are intensified by geographic, climatic, and socioeconomic factors. In response to this situation, the present research project has been developed, aimed at designing a humanitarian logistics plan in its preparedness phase. The project has specific objectives such as territorial segmentation, strategic location of equidistant points for population assistance, and analysis of population growth.

The project follows a six-stage methodology, ranging from problem formulation to the documentation of results, utilizing tools such as the P-median model and discrete-event simulation. It seeks to strengthen the response capacity to three main hydrometeorological events: forest fires, frosts, and landslides, thereby providing civil society and municipal authorities with a clear vision of the necessary actions.

The implementation of this research project offers benefits across technological, social, cultural, economic, and environmental areas, establishing itself as a comprehensive tool for risk management in vulnerable rural contexts.

Among the most relevant results, severe logistical deficiencies were identified, highlighting the urgent need to reinforce the municipality's humanitarian logistics. Therefore, to strengthen it, the distribution of aid at each shelter was optimized, and capacity needs were projected through simulation. All developed outputs have been delivered to local authorities, serving as a technical guide for implementing effective prevention and response measures, while also offering a replicable approach due to improvements in the analyzed indicators.

Keywords

Humanitarian logistics, supply, linear programming, P-median, Lingo, discrete event simulation, Stella.

Contenido

Resumen	I
Abstrac	II
Capítulo 1 Generalidades	8
1.1 Introducción.....	8
1.2 Posicionamiento de la tesis	9
1.3 Planteamiento del problema.....	9
1.4 Objetivo general	11
1.4.1 Objetivos específicos	11
1.5 Justificación.....	11
1.5.1 Tecnológico	11
1.5.2 Social.....	12
1.5.3 Cultural	12
1.5.4 Económico.....	12
1.5.5 Ambiental.....	13
1.6 Propuesta de solución	13
1.7 Diseño metodológico	13
1.7.1 Comparación inicial.....	14
1.7.2 Comparación para el diseño metodológico	15
1.7.3 Metodología	18
1.8 Organización de la tesis	20
Capítulo 2 Contexto referencial.....	21
2.1 Programación lineal.....	21
2.2 Problema de la P-mediana	22
2.3 Lingo	23
2.4 Simulación.....	24
2.4.1 Metodología de la simulación.....	25
2.4.2 Simulación de eventos discretos	25
2.4.3 Simulación de eventos continuos.....	26
2.4.5 Dinámica de sistemas.....	27
2.4.6 Vensim.....	28
2.4.7 Stella.....	28
Capítulo 3 Aplicación	30
3.1 Formulación y planificación de estudio	30
3.1.2 Condiciones socioeconómicas	31
3.1.3 Condiciones climatológicas.....	32

3.2 Recopilación de datos para definir el modelo	33
3.2.1 Indicadores	33
3.2.2 Recopilación de datos.....	36
3.2.3 Definir el modelo	43
3.3 Construir un programa de computadora	47
3.3.1 Verificación de la información	47
3.3.2 Aplicación del problema de P-mediana	48
3.3.3 Aplicación de simulación.....	58
3.4 Validar	64
3.4.1 Vías de acceso disponibles.....	64
3.4.2 Dimensiones de refugios.....	66
3.4.3 Recursos materiales disponibles.....	67
3.4.4 Validación de los modelos de simulación	68
3.5 Analizar los datos de salida.....	72
3.5.1 Rutas de distribución de ayuda	72
3.5.2 Capacidad y diseño de refugios	75
3.5.3 Diseño de kits para autoridades.....	79
3.6 Documentar, presentar e implementar resultados	81
3.6.1 Documentar	82
3.6.2 Presentar	83
3.6.3 Implementar	85
3.6.4 Resultados.....	86
Conclusiones	88
Referencias	89
Anexo I Matriz.....	94
Anexo II Formatos KML	104
Anexo III Herramientas requeridas.....	105
Anexo IV Plan de logística	106
Anexo V Convenio marco de colaboración académica	185
Anexo VI Convenio específico	186
Anexo VII Registro Público del Derecho de Autor	187

Índice de imágenes

Imagen 3.1 Municipio de La Perla, Veracruz.....	30
Imagen 3. 2 Agenda de agentes municipales	37
Imagen 3.3 Atlas de riesgos.....	38
Imagen 3.4 georreferenciación por color.....	44
Imagen 3.5 Polígonos por fenómeno hidrometeorológico	45
Imagen 3.6 Segmentación del municipio.....	45
Imagen 3.7 Identificación de refugios.....	48
Imagen 3.8 Programación de Lingo	49
Imagen 3.9 Distribución de refugio Chilapa.....	50
Imagen 3.10 Distribución del refugio Xometla	51
Imagen 3.11 Distribución del refugio La Perla.....	51
Imagen 3.12 Geolocalización de Las Trincheras y Ciénega.....	52
Imagen 3.13 Nueva distribución refugio Chilapa	54
Imagen 3.14 Distribución refugio Ciénega	54
Imagen 3.15 Nueva distribución refugio Xometla	55
Imagen 3.16 Punto central segmento incendios.....	56
Imagen 3.17 Punto central segmento heladas	57
Imagen 3.18 Punto central segmento deslaves por precipitación.....	57
Imagen 3.19 Diagrama causal	61
Imagen 3.20 Diagrama de Forrester	62
Imagen 3.21 Resultados de la simulación en refugio Chilapa	63
Imagen 3.22 Resultados de la simulación en refugio Xometla	63
Imagen 3.23 Resultados de la simulación en refugio La Perla	64
Imagen 3.24 Mapa de rutas	65
Imagen 3.25 infraestructura de transporte	66
Imagen 3.26 Distribución refugio Chilapa.....	73
Imagen 3.27 Distribución refugio La Perla	74
Imagen 3.28 Distribución refugio Xometla.....	74
Imagen 3.29 Google Earth pro.....	75
Imagen 3.30 Refugio 3D	79
Imagen 3.31 Portada del manual	83
Imagen 3.32 Bitácora de reuniones	84
Imagen 3.33 Presentación	84
Imagen 3.34 Constancia de recepción.....	85

Índice de tablas

Tabla 1.1 Comparación para el diseño metodológico.....	16
Tabla 3.1 Resultado de indicadores.....	36
Tabla 3.2 Localidades del municipio	38
Tabla 3.3 Desastres hidrometeorológicos en el tiempo.....	41
Tabla 3.4 Agrupación del municipio por fenómeno hidrometeorológico	43
Tabla 3.5 Georreferenciación por color.....	44
Tabla 3.6 Matriz de distancias entre localidades.....	46
Tabla 3.7 Distribución de refugios actuales.....	49
Tabla 3.8 Distribución con refugio en Ciénega.....	53
Tabla 3.9 Población refugio Chilapa	58
Tabla 3.10 Población refugio Xometla	59
Tabla 3.11 Población refugio La Perla	60
Tabla 3.12 Dimensiones de refugios.....	66
Tabla 3.13 Validación refugio Chilapa.....	68
Tabla 3.14 Valores refugio Chilapa	69
Tabla 3.15 Validación refugio Xometla.....	70
Tabla 3.16 Valores refugio Xometla.....	70
Tabla 3.17 Validación refugio La Perla	71
Tabla 3.18 Valores refugio La Perla.....	72

Índice de ecuaciones

Ecuación 2.1 Función objetivo	23
Ecuación 2.2 Restricción de asignación.....	23
Ecuación 2.3 Restricción de limitación.....	23
Ecuación 2.4 Restricción de P instalaciones.....	23
Ecuación 2.5 Restricción de integralidad	23
Ecuación 3.1 Indicador de utilización del almacén	34
Ecuación 3.2 Indicador de entregas a tiempo	34
Ecuación 3.3 Indicador de tiempo de respuesta.....	34
Ecuación 3.4 Indicador de cobertura de capacitación	34
Ecuación 3.5 indicador de asistencia a capacitación	35
Ecuación 3.6 Áreas comunes	76
Ecuación 3.7 Área de almacenamiento.....	76
Ecuación 3.8 Área disponible para alojamiento.....	76
Ecuación 3.9. Capacidad del refugio.....	76

Índice de gráficas

Grafica 1.1 Metodología.....	18
------------------------------	----

Capítulo 1 Generalidades

1.1 Introducción

Dentro del Programa Nacional de Protección Civil 2022-2024 derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 se reconoce que el país se encuentra expuesto a diferentes riesgos y amenazas relacionadas con fenómenos perturbadores o del cambio climático, los cuales impactan en el progreso de la zona afectada, generando incluso un retroceso en función a los daños ocurridos y pérdidas de infraestructura, debido a que estas situaciones traen consigo años de esfuerzo para la reconstrucción y recuperación, provocando también carencias en la zona y vulnerabilidad en la población, dado que para el año 2020 se habrían registrado 1,721,841 pobladores en el país, afectados por fenómenos hidrometeorológicos, lo que también para ese año generó \$26,640.82 (MDP corrientes) en daños y pérdidas. (SEGOB, 2022).

En cuanto a lo declarado en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024, en el apartado de *“Vulnerabilidad ambiental”* se enfatiza en que el estado de Veracruz por sus características geográficas y físicas es susceptible al impacto de diversos fenómenos naturales, entre ellos se incluyen los hidrometeorológicos como las lluvias intensas, granizo, frentes fríos, heladas, ciclones e incendios forestales, creando escenarios de desastre mayormente en las zonas de serranías y lomeríos. Esta situación conlleva una crisis ecológica y ambiental en las áreas de impacto, debido a la acelerada transformación de los ecosistemas en donde se hacen presentes los fenómenos, lo que a su vez pone en peligro a las especies endémicas y a la economía de la población, en especial dentro de las comunidades indígenas por la pérdida de producción maderable, pues dentro de las principales zonas afectadas en el estado se encuentra la denominada Región de Las Montañas, en donde una de sus principales actividades comerciales es la maquila de productos provenientes de la madera. (Congreso del Estado, 2019)

Entre las principales zonas afectadas por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos en el estado de Veracruz se encuentra el municipio de La Perla ubicado en la Región de Las Montañas, es por ello que dentro de su Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025, el tema es incluido en uno de sus ejes municipales principales titulado *“Construyendo una Perla, Segura, Justa y Digna”* como una labor referente al departamento de protección civil. En donde el departamento tome acción sobre la *“Prevención y Combate de Incendios*

Forestales”, los *“Albergues invernales”* y la *“Prevención en temporada de lluvias, ciclones y huracanes”* con distintas actividades para hacer frente a este suceso, dichas actividades y el objetivo de las mismas van alineadas a lo indicado por la Agenda 2030 en sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 13 (Acción por el Clima) y 15 (Vida y Ecosistemas Terrestres). (COPLADEMUN, 2022)

Para cumplir con lo establecido en el eje municipal *“Construyendo una Perla, Segura, Justa y Digna”* y en los temas que hacen referencia a fenómenos hidrometeorológicos, el Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025 de La Perla resalta la necesidad de crear estrategias de capacitación en donde sea incluida la movilidad urbana para dar respuesta al desastre con mayor rapidez, así como la necesidad de la adquisición y resguardo de productos y equipo que colaboren en la mitigación del impacto de estos eventos, para salvaguardar la vida e integridad de toda la población; (COPLADEMUN, 2022) por lo tanto dentro del presente proyecto de investigación se pretende realizar una serie de análisis con la finalidad de crear un plan de logística humanitaria en su fase de preparación en donde sea incluida la población civil, para que se den a conocer las medidas correctas a tomar en una situación de riesgo por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, dicho análisis de investigación será desarrollado a través de la aplicación de herramientas como el problema de la P-mediana y simulación.

1.2 Posicionamiento de la tesis

Este trabajo se desarrolla bajo la línea de investigación de Administración de los Sistemas de Producción; con un impacto directo al Pronace de Energía y Cambio Climático (ECC) debido a que busca *“impulsar estrategias de mitigación del impacto y riesgos del cambio climático en los diferentes sectores sociales y ecosistemas”* (CONAHCYT, 2024)

1.3 Planteamiento del problema

Debido al incremento del riesgo por la presencia de los fenómenos hidrometeorológicos en el estado de Veracruz muchas organizaciones gubernamentales consideran imprescindible tomar acciones inmediatas para la prevención de estos sucesos y la concientización sobre las acciones que ayudan a la mitigación del mismo cuando este se encuentra en actividad, buscando reducir el impacto sobre todo dentro de entornos de pobreza y desigualdad;

debido a los números registrados en el periodo 2010-2015 en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), donde se menciona que en la entidad se reportan 334 defunciones atribuidas a fenómenos hidrometeorológicos, 1,943,061 personas damnificadas, 139,697 viviendas dañadas, 468 escuelas y 14 hospitales afectados, dejando también 259,405 hectáreas de cultivo y pastizales devastadas, y 5,942,400 kilómetros de caminos dañados. (Congreso del Estado, 2019)

Dentro del municipio de La Perla, Veracruz se hacen presentes con mayor frecuencia tres fenómenos hidrometeorológicos, heladas, precipitación y los incendios forestales, lo cual representa un alto nivel de riesgo en cuanto a afectaciones debido a las condiciones sociales, económicas y de territorio, esto último por estar localizado en la región de las altas montañas, donde se ubica el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental, contando con altos relieves, laderas y barrancas; condiciones que aunadas a las condiciones climáticas llevan a presenciar un desastre, debido a que se presenta una precipitación anual mayor a 500 mm, temperaturas máximas extremas que provocan sequías y mayor número de incendios, así como temperaturas mínimas extremas de hasta -5° con un grado medio de riesgo por afectaciones para 4 localidades y un grado alto de riesgo en 20. (COPLADEMUN, 2022)

La Perla, Veracruz para el año 2023 en el frente frío número 16 son reportados 10 mil habitantes en condiciones de riesgo, de un total de 26,703 habitantes, esto por la vulnerabilidad a las bajas temperaturas que llegaron a los 0°, acompañada de una masa de aire polar, neblina y llovizna. (Figueiras, El Sol de Orizaba, 2023)

En lo que va del año 2024 el municipio ha presenciado temperaturas superiores a los 35° lo cual ha sido factor en la propagación de 6 incendios forestales, lo que ha dejado un promedio en afectaciones de 10 hectáreas boscosas, impactando directamente en al menos 4 comunidades (Domínguez, XEU, 2024). Del mismo modo la temporada de lluvias lleva algunos registros, puntualizando en los primeros, por la alerta en más de 7 comunidades que se encuentran en un riesgo mayor por las afectaciones del incremento en la precipitación, entre ellas se encuentran El Zapote, Metlac Solano y Hernández, San Miguel, San Lorenzo, El Tejocote y Los Fresnos. (Figueiras, El Sol de Orizaba, 2024)

Debido a la presencia de desastres por estos tres fenómenos hidrometeorológicos que se hacen presentes en el municipio de La Perla Veracruz con mayor frecuencia, la administración 2022-2025 puntualiza sobre la necesidad de tomar acción ante estos fenómenos, debido a que considera, primeramente, que el número de brigadistas con el

que cuentan no es óptimo, así mismo carece de métodos preventivos y del conocimiento sobre las acciones que se pueden tomar al momento del riesgo activo, lo que conlleva a la falta de concientización para la prevención y la carencia en la motivación para que los pobladores participen en la formación de brigadistas o como medio que colabore en la mitigación del riesgo. (COPLADEMUN, 2022)

1.4 Objetivo general

Crear un plan de logística humanitaria en su fase de preparación, ante desastres hidrometeorológicos en el municipio de La Perla Veracruz, mediante el problema de la P-mediana y simulación con el fin de mejorar la capacidad de respuesta a la población civil.

1.4.1 Objetivos específicos

1. Segmentar el municipio por frecuencia de ocurrencia de desastres hidrometeorológicos para un mejor control de las localidades que lo conforman.
2. Resolver el problema de la P-mediana para la localización de puntos equidistantes dentro de cada uno de los segmentos identificados.
3. Analizar el crecimiento de la población para determinar la capacidad de atención de los refugios.
4. Desarrollar el plan de logística humanitaria en su fase de preparación para la población civil de cada segmento y con ello poder atender las necesidades de conocimiento de las medidas y acciones correctas en la presencia de los fenómenos hidrometeorológicos.

1.5 Justificación

Existen distintos beneficios que se pretenden lograr a través del presente proyecto, por lo tanto, se presenta un análisis de diferentes contextos para poder evaluar la efectividad del mismo, entre ellos es considerado el Tecnológico, Social, Cultural, Económico y Ambiental.

1.5.1 Tecnológico

La tecnología se ve cada vez más presente en todo lo relacionado a fenómenos hidrometeorológicos involucrándose en el monitoreo, trayectoria, posible impacto de sus afectaciones, mitigación, acciones eficientes, prevención de sus afectaciones y recuperación de ante los daños, es por ello que se ha vuelto un factor decisivo para el enfrentamiento de estos fenómenos (Machado, 2006). El presente proyecto considera como

punto focal la aplicación de la tecnología mediante la utilización del software Lingo 17.0, por ser uno de los software más importantes para la resolución de problemas de programación lineal de alta complejidad y analizar un número indefinido de variables, para dar solución al problema de la P-mediana y con ello lograr un estudio eficiente para la búsqueda de puntos equidistantes de atención, seguido del software de simulación, con el cual se podrán construir escenarios para analizar el consumo de los recursos en una situación de riesgo y la proyección de su comportamiento en un futuro para dar un margen de la cantidad necesaria a resguardar.

1.5.2 Social

Los fenómenos hidrometeorológicos han estado siempre presentes, sin embargo, en los últimos años estos han adquirido mucha más intensidad debido a factores como el calentamiento global; al tener mayor intensidad, su presencia y sobre todo los efectos negativos que esto conlleva son de mayor notoriedad para toda la población, afectando directamente su estabilidad, debido a la incertidumbre inherente que implica, tal como lo indican (Insua, Ceppi, Meléndez, & Molero, 2013), autores que describen los cuestionamientos que surgen en torno a las consecuencias que pueden traer los fenómenos a viviendas y sembradíos, es por ello que con la realización del presente proyecto se pretende también dar una visión a la población civil de los impactos en menor y mayor escala que los fenómenos hidrometeorológicos tienen su vida cotidiana.

1.5.3 Cultural

Si bien los fenómenos hidrometeorológicos no pueden ser evitados, sí es posible desplegar acciones educativas que lleven a la formación cultural de la ciudadanía con la finalidad de reducir los riesgos ante los fenómenos (Martínez P. B., 2016) para que el impacto de estos sea mucho menor al usual en toda la población, por tal motivo, se tiene como objetivo implícito la concientización sobre la importancia de la prevención, para que posteriormente esta situación llegue a la generación del hábito de la prevención.

1.5.4 Económico

Desde el punto de vista económico, los fenómenos hidrometeorológicos son perjudiciales y nocivos para la población, debido a que la propagación desmedida de los fenómenos y en especial de los incendios forestales, pueden ocasionar pérdidas en transportes, escuelas, cultivos, viviendas, entre otras (González & Bello, 2019). Considerando estas dos últimas como las de mayor impacto en la zona, debido a que las viviendas en su mayoría están construidas con materiales endebles, entre ellos laminas y madera (BIENESTAR, 2023); así mismo la pérdida de cultivos genera alteraciones negativas en la economía de los

pobladores, pues del año 2021 al 2022 el egreso por Transferencias, Asignaciones, Subsidios y Otras Ayudas por desastres aumento \$108,880.39 MXN en su total documentado por (ORFIS, 2022) dado que muchos de ellos mantienen sembradíos para su comercialización, por lo tanto, la búsqueda en la prevención y mitigación de las consecuencias de estos fenómenos, ayuda además al resguardo de la economía de los pobladores.

1.5.5 Ambiental

En el contexto ambiental la presencia de fenómenos hidrometeorológicos impacta de formas negativas generando estrés ambiental en las zonas afectadas, lo que se expresa en el agravio de la intensidad de estos eventos, provocando un entorno natural dañado y fragilidad en el ecosistema por las pérdidas en la vegetación y vida animal (Spring, 2012) por tal motivo el análisis enfocado a la prevención y concientización de las acciones para la mitigación del impacto que tienen los fenómenos hidrometeorológicos que se plantea en el presente proyecto generaría de manera directa el resguardo y conservación de la flora y fauna que se encuentra en la zona.

1.6 Propuesta de solución

Al examinar los fenómenos hidrometeorológicos presentes en La Perla, Veracruz, se plantea la segmentación del municipio según el tipo y frecuencia de desastres, para aplicar el modelo de P-mediana enfocado a la optimización en la localización de centros de distribución para mejorar la logística humanitaria y la respuesta ante emergencias; posteriormente en la aplicación de simulación se logrará la proyección de los recursos necesarios ante emergencias a través del paso de los años, con lo que se incrementará la preparación de la población civil, se fortalecerá la resiliencia y mejorará la eficacia en la gestión de recursos durante desastres.

1.7 Diseño metodológico

Para desarrollar una metodología que se ajuste a los objetivos del proyecto, se considera como base la de Simulación desarrollada por (Law & Kelton, 1991); además, se realiza un análisis de las etapas empleadas en las metodologías expuestas en proyectos documentales pertinentes al tema en cuestión, con el fin de identificar aquellas etapas adecuadas para ejecutar la presente investigación.

1.7.1 Comparación inicial

Dentro del presente apartado se enlistan los trabajos de investigación analizados y se realiza una descripción de las metodologías aplicadas en cada caso, para crear un panorama de mayor claridad de las etapas a ejecutar.

En el artículo de investigación “*Diseño de una Técnica de Solución para el Problema de Localización-Inventario-Ruteo en Logística Humanitaria*” (Espriella, Ríos, Ortiz, & Duarte, 2018) es planteada una metodología para el desarrollo del proyecto, que consta de cuatro etapas; la *aproximación determinística al problema*, en donde se realiza una búsqueda en la literatura para obtener un marco de referencia y contexto a la situación; en la segunda etapa se *desarrolla una técnica de solución determinística*, que considera los dos puntos focales de la investigación, el ruteo y la localización para el inventario; en la siguiente etapa se *extiende la técnica de solución determinística a una técnica simheurística*, en donde se realiza la validación de esta, dentro de un ambiente estocástico; finalmente la última etapa es la *construcción del caso de estudio*, para evaluar las dos soluciones diseñadas, puntualizando en el problema a estudio.

El proyecto de investigación realizado por (Ramírez, 2017) presenta una metodología conformada por cinco etapas, la primera es la *aproximación teórica a los elementos a evaluar*, esta consiste en la identificación de los nodos y la relación que hay entre ellos; en el *diseño de los instrumentos de recolección de datos*, en donde se contempla el uso de encuestas, entrevistas, revisión documental u observación; la etapa tres es el *trabajo de campo*, en donde se identifica a los actores involucrados en la ayuda humanitaria y a los afectados; en el *procesamiento y análisis de la información* se concentra la información obtenida con el instrumento de recolección y en el trabajo de campo, para conocer las afectaciones con mayor puntualidad; en la etapa de *resultados* se realizan las representaciones gráficas del análisis de la red humanitaria y se evalúa la capacidad que se tiene en el desarrollo de ayuda humanitaria.

En el proyecto de investigación de (Monroy, 2018) se expone una metodología basada en seis fases, iniciando por la *definición del problema y recolección de información*, en donde se realiza una revisión y análisis de publicaciones científicas sobre problemas de localización y ruteo; en la fase de *formulación del modelo matemático* se representa el problema de forma matemática para facilitar su análisis en las futuras fases; la fase tres consiste en *desarrollar un procedimiento a computador*, en donde se construye un algoritmo de solución y la codificación del mismo; en la *comprobación y preparación del algoritmo*, el programa se ejecuta con la finalidad de encontrar fallas o errores por corregir; la fase de

implementación del algoritmo se ejecuta una vez que el algoritmo se ha corregido y validado, quedando listo para su aplicación en el contexto deseado; finalmente en la fase de síntesis de resultados se documentan los hallazgos obtenidos durante el proceso.

El proyecto de (Villafranqui, Menendez, & Oneglio, 2017) se describen cinco etapas en forma de metodología para cumplir con los objetivos de la investigación, la primera es la *descripción de la zona*, enlistando aspectos de relevancia del área, como población, viviendas, caminos y tipos de riesgos por desastres a los que se enfrentan; en la *descripción de los eventos*, se puntualiza sobre los principales desastres identificados, resaltando la información obtenida por los principales eventos de años anteriores; en el *análisis de información en campo* se recopila información a través de noticias y entrevistas a afectados; en la etapa cuatro se realiza la *comparación de casos de crisis* en donde se identifican las fortalezas de la cadena de suministros humanitaria con la que cuentan en la zona para desarrollar en el proyecto; en la última etapa se desarrollara la *discusión de los hallazgos*, en donde se determinan los procesos cruciales a desarrollar para obtener mejorar significativas en el nivel de respuesta ante crisis.

1.7.2 Comparación para el diseño metodológico

Posterior al análisis metodológico de las investigaciones seleccionadas se desarrolla la tabla 1.1, en donde son seleccionadas las etapas de la metodología de Simulación que presenten mayor frecuencia al contrastarla con las diferentes fuentes.

Tabla 1.1 Comparación para el diseño metodológico

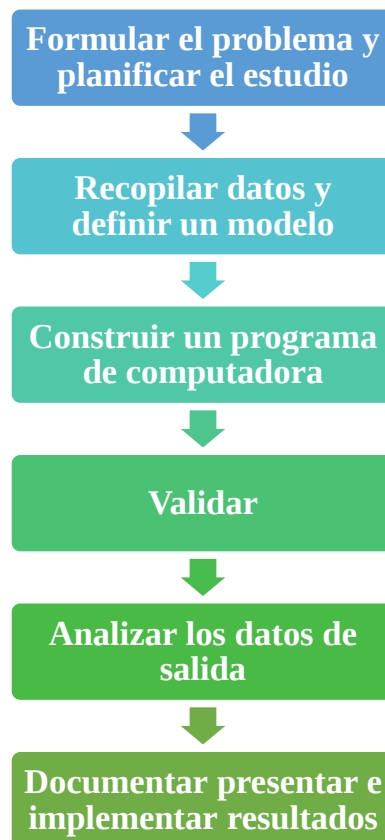
Metodología de Simulación (Law & Kelton, 1991)	Formular el problema y planificar el estudio	Recopilar datos y definir un modelo	Verificar modelo	Construir un programa de computadora	Realizar ejecuciones piloto	Validar	Diseñar experimentos	Realizar ejecuciones de producción	Analizar los datos de salida	Documentar, presentar e implementar resultados
Diseño de una Técnica de Solución para el Problema de Localización-Inventario-Ruteo en Logística Humanitaria	X	X		X				X		
Evaluación de las capacidades de logística humanitaria para la atención de desastres naturales en la red de ayuda humanitaria. El caso de Manizales.	X	X	X	X					X	

Un modelo para la localización de depósitos centrales y ruteo de vehículos de dos escalones aplicado a la distribución de recursos humanitarios durante las fases de pre y pos-desastre.	X	X		X	X	X			X	
Logística humanitaria: optimización de red de distribución de bienes de ayuda humanitaria en el proceso de respuesta ante Huaicos en Chosica	X	X	X			X				X

Las metodologías seleccionadas cuentan con etapas que se alinean a las establecidas en la de Simulación, por lo tanto para las necesidades del proyecto se descartan tres de las etapas de la metodología de Simulación, la que establece Realizar ejecuciones piloto, la de Diseñar experimentos y Realizar ejecuciones de producción; y se toman las siete con mayor frecuencia, las cuales son mencionadas en el apartado siguiente, puntualizando también sobre lo que se ejecutara en cada una de ellas para la presente investigación.

1.7.3 Metodología

Posterior al análisis de las diferentes investigaciones y la metodología de Simulación de Law y Kelton, se han seleccionado las etapas funcionales para el presente proyecto, las cuales en conjunto conforman la metodología para el desarrollo de la investigación, con el fin de cumplir tanto con los objetivos específicos como con el general, considerando también la necesidad de realizar un análisis descriptivo y exploratorio del problema, así como la aplicación de indicadores, como se muestra en el gráfico 1.1.



Grafica 1.1 Metodología

Etapas 1. Formular el problema y planificar el estudio

Para poder emplear la metodología propuesta primeramente se debe realizar un análisis teórico de la zona y elementos a evaluar, en los que se incluyen caminos, delimitaciones geográficas y población, así como crear un panorama general de los factores a evaluar e incluir en los programas a utilizar en etapas posteriores.

Etapas 2. Recopilar datos y definir un modelo

Ya que se conocen las generalidades de la zona y los actores involucrados se realiza un análisis de datos históricos específicos al conocimiento del comportamiento de cada evento que se hace presente en la zona, para poder realizar la segmentación de la misma. Entre los documentos a analizar se encuentran el Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025, así como manuales y bitácoras propias del departamento de protección civil.

Etapas 3. Construir un programa de computadora

Con la información obtenida de las etapas anteriores se procede a realizar la estructura general para la resolución del problema de la P-mediana a través del software Lingo 17.0 y con ello lograr la localización de los puntos equidistantes dentro de cada segmento que fue identificado; posteriormente dentro de la misma etapa y con la información obtenida en el desarrollo del primer software, se diseña el modelo para la simulación haciendo uso de los programas de simulación Vensim y Stella.

Etapas 4. Validar

Dentro de esta etapa de validación se evaluarán los datos arrojados por la simulación, con la finalidad de establecer si la información incluida es oportuna o es requerido incluir nuevas variables que se hagan presentes en los fenómenos hidrometeorológicos, lo que ayudará a conocer la cantidad correcta para satisfacer las necesidades de la población antes estos eventos.

Etapas 5. Analizar los datos de salida

En esta etapa se concentra la información obtenida en las etapas anteriores, así como una interpretación de la información arrojada por los softwares a emplear, así como lo requerido para brindar atención a cada segmento; al igual que se realizará un reporte de ocurrencias por desastre para cada segmento, lo que ayudará a puntualizar con mayor profundidad sobre las necesidades del mismo.

Etapas 6. Documentar, presentar e implementar resultados

En esta última etapa la información obtenida por las etapas anteriores es la base para la creación y formulación del plan de logística humanitaria en su fase de preparación para la población civil perteneciente a cada segmento de La Perla, Veracruz, para poder brindar el

conocimiento puntual de las medidas y acciones necesarias que se deben desarrollar.

1.8 Organización de la tesis

Para el desarrollo del presente proyecto se estructuran tres capítulos que abarcan desde la contextualización del problema a atacar, hasta las técnicas a implementar y el resultado de la aplicación de las mismas.

Dentro del primer capítulo de “Generalidades”, es presentado el tema de investigación, abordando la problemática llevándola desde sus generalidades hasta un contexto puntual de lo que se vive en el municipio; así mismo, se establece el posicionamiento, son definidos los objetivos, y se justifica la importancia del proyecto desde las dimensiones tecnológicas, sociales, culturales, económicas y ambientales. Igualmente, se presenta una propuesta de solución a la problemática y se detalla la metodología adoptada, describiendo el proceso para el diseño metodológico.

En el segundo capítulo, denominado “Contexto referencial”, se concentra el contexto teórico que fundamenta la realización del presente proyecto, en donde se incluye una revisión de la literatura relevante, destacando conceptos clave, teorías, herramientas y metodologías de técnicas implementadas en proyectos similares que proporcionan un marco para entender las complejidades del problema en cuestión.

El tercer capítulo tiene como finalidad llevar a cabo un diagnóstico detallado del problema en el contexto particular de La Perla, Veracruz, analizando las distintas variables que afectan al sistema de respuesta ante emergencias por presencia de los fenómenos hidrometeorológicos, esta fase es fundamental para comprender las dinámicas actuales y los múltiples factores que inciden en la situación, pues se analizan a los actores involucrados y las variables que pueden impactar directamente en la efectividad de respuesta ante emergencias, lo que permite establecer panorama sólido y bien fundamentado para una solución puntual a lo requerido.

Capítulo 2 Contexto referencial

2.1 Programación lineal

Durante la Segunda Guerra Mundial, la programación lineal surge con el objetivo de reducir costos militares y aumentar las pérdidas del enemigo por lo que su estudio se hace extenso (Galindo, 2016), con ello llega en 1941 el problema de transporte, que busca minimizar el costo de distribuir productos desde varias fábricas a ciudades designadas (Transporte, 2023) y en 1984, Narendra Karmarkar desarrolla métodos de punto interior, que producen soluciones dentro de la región factible en lugar de en su frontera, ofreciendo variantes al método simplex (Martínez F. J., 2021). Por lo tanto, la programación lineal es una técnica matemática empleada para abordar problemas de optimización que implican la maximización o minimización en una función lineal conocida como función objetivo, esta función está sujeta a diversas restricciones lineales que reflejan limitaciones en los recursos, habilidades técnicas o condiciones operativas presentes en el sistema en cuestión (Bazaraa, Jarvis, & Sherali, 2010)

Dentro de la programación lineal deben ser considerados cuatro componentes clave, las variables de decisión, definidas como las incógnitas que representan las decisiones que se deben tomar para optimizar el problema, tomando valores que satisfacen las restricciones y la cumplen la función objetivo; las constantes y parámetros, que son valores conocidos y fijos que no varían durante la resolución del problema. Por ejemplo, los costos, los coeficientes de las ecuaciones, los límites de recursos, etcétera; la función objetivo, determinada por una expresión matemática que define el objetivo del problema, es decir, lo que se desea maximizar o minimizar, encontrando así el valor máximo o el valor mínimo; y las restricciones, o bien las condiciones que limitan las decisiones que se pueden tomar y que deben cumplirse para alcanzar una solución viable, estas se forman por ecuaciones o desigualdades que involucran las variables de decisión y los parámetros del problema y pueden estar relacionadas con recursos limitados, capacidades máximas, requisitos mínimos, entre otros (Cárdenasa, Vásquez, Carrillo, & Rosero, 2015).

La programación lineal tiene una amplia gama de aplicaciones en campos como economía, finanzas, ingeniería, ciencias sociales, medio ambiente, logística, transporte, marketing y ventas. Se destaca su papel en la optimización de la distribución de carga en problemas de transporte, tanto de pasajeros como de mercancías; también es utilizada en la planificación de la producción para prever las ventas, gestionar inventarios iniciales de productos

terminados y materias primas. Además, se aplica en la resolución de problemas de asignación para, horarios, tareas, rutas de entrega, recursos, entre otros. (Colina, 2011).

2.2 Problema de la P-mediana

El término se empieza a estructurar desde las ideas proporcionadas en la investigación operativa y la optimización de la localización de instalaciones, debido a que se aborda la localización óptima de instalaciones en relación con la demanda y los costos de transporte, centrándose en minimizar los costos totales, incluidos los costos de transporte y los fijos asociados con la ubicación e introduce el concepto de "lugar central" o "punto central" como la ubicación óptima para minimizar estos costos (Weber, 1929).

El problema de la P-mediana explora la determinación de las ubicaciones ideales para los centros de conmutación con el fin de minimizar la longitud total de las líneas de comunicación en una red. Este desafío se traduce en la búsqueda de las ubicaciones óptimas para un número definido de centros de conmutación, con el objetivo de reducir al mínimo las distancias ponderadas entre estos centros y los puntos de demanda (clientes) en la red (Hakimi, 1964).

Las soluciones óptimas dadas por el problema P-mediana en problemas de gran escala son difíciles de obtener; por lo tanto, es necesario recurrir a heurísticas, especialmente heurísticas de intercambio, para estimar buenas soluciones para estos problemas más grandes (Al-khudhairi, 2008) .

Donde:

I = conjunto de nodos de demanda indexados por i , $I = \{1, \dots, N\}$.

J = conjunto de sitios de instalación candidatos indexados por j , $J = \{1, \dots, M\}$.

h_i = demanda en el nodo i .

d_{ij} = distancia entre el nodo de demanda $i \in I$ y el sitio candidato $j \in J$,

p = número de instalaciones a ubicar,

$X_j = 1$ si ubicamos una instalación en el sitio candidato $j \in J$.

0 de lo contrario.

$Y_{ij} = 1$ si el nodo de demanda $i \in I$ está asignado a una instalación en el sitio candidato $j \in J$.

0 de lo contrario.

Con estas definiciones y notaciones, el problema p-mediana puede formularse de la siguiente manera:

Minimizar:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} h_i d_{ij} Y_{ij} \quad (1)$$

Ecuación 2.1 Función objetivo

Sujeto a:

$$\sum_{j \in J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

Ecuación 2.2 Restricción de asignación

$$Y_{ij} - X_j = 1 \quad \forall i \in I, j \in J \quad (3)$$

Ecuación 2.3 Restricción de limitación

$$\sum_{j \in J} X_j = p \quad (4)$$

Ecuación 2.4 Restricción de P instalaciones

$$X_j, Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in J \quad (5)$$

Ecuación 2.5 Restricción de integralidad

Donde la función objetivo (1) minimiza la suma de las distancias (ponderadas) entre los nodos de demanda y la instalación abierta más cercana. La restricción (2) garantiza que cada nodo de demanda se asigne a exactamente una instalación, mientras que las restricciones (3) limitan que los nodos de demanda se asignen a instalaciones abiertas. La restricción (4) estipula que se deben ubicar p instalaciones. Finalmente, las restricciones (5) se refieren a restricciones de integralidad (Al-khudhairi, 2008) .

El problema de la P-mediana es crucial para la localización discreta, y surge en diversas aplicaciones prácticas; por ejemplo, se emplea para determinar la ubicación óptima de instalaciones, como plantas de producción en un sistema de transporte o hospitales en servicios de salud, en telecomunicaciones, comercio y servicios y para la gestión de emergencias y servicios públicos. Su objetivo es minimizar los costos de producción y envío, o garantizar una cobertura efectiva para la población, por lo tanto, busca colocar P instalaciones en una red de manera que se minimice la distancia ponderada entre los puntos de demanda y la instalación más cercana (Jiménez, 2018).

2.3 Lingo

Lingo es una herramienta completa diseñada para agilizar y simplificar la creación y solución de una amplia gama de modelos de optimización; estos modelos pueden ser

lineales, no lineales (tanto convexos como no convexos/globales), cuadráticos, cuadráticamente restringidos, de conos de segundo orden, semidefinidos, estocásticos y enteros, ya que ofrece un conjunto integrado que incluye un poderoso lenguaje para formular modelos de optimización, un entorno completo para la creación y edición de problemas, y una serie de solucionadores rápidos incorporados (LINDO, s.f.) .

Es un herramienta poderosa y versátil para la optimización, ya que opera a través de un generador de matrices, lo que simplifica la cantidad de líneas de código necesarias para resolver problemas de gran escala. Por ejemplo, un conjunto de 25 restricciones puede ser representado con solo unas pocas líneas de código Lingo, las cuales también pueden abarcar hasta 5000 variables de decisión (Pérez, 2011). Otras de las ventajas primordiales de construir un modelo en Lingo es que incluye alto grado de flexibilidad en una variedad de escenarios, su estabilidad que facilita ajustar el tamaño de un conjunto sin necesidad de editar o duplicar las fórmulas, así como su excelente auditoría y visibilidad de las fórmulas del modelo, junto con la facilidad para presentar múltiples dimensiones (Torres, 2004).

El programa utiliza una sintaxis simple y clara, en donde las variables tienen un límite de 32 caracteres y deben comenzar con una letra, seguida de letras, dígitos o `_`. No hay distinción entre mayúsculas y minúsculas para el compilador y las sentencias deben finalizar con un punto y coma, mientras que los nombres de la función objetivo y las restricciones deben estar entre corchetes; para declarar la función objetivo, se emplean las palabras reservadas MAX o MIN, seguidas del signo `=`. Los comentarios se inician con el signo `!` y los archivos generados tienen la extensión LG4; es aconsejable asignar nombres a las restricciones para facilitar la interpretación de los resultados y la detección de errores, esto se logra incluyendo el nombre entre corchetes antes de la línea de código, siguiendo los requisitos de lingo (Canizo & Lucero, 2002).

2.4 Simulación

La simulación es un método que utiliza software para estudiar modelos de sistemas del mundo real, imitando sus operaciones a lo largo del tiempo, este proceso involucra el diseño y la creación de modelos computarizados con el fin de realizar experimentos numéricos y obtener una comprensión más profunda del comportamiento del sistema en diferentes condiciones. Aunque puede aplicarse a sistemas simples, su verdadero potencial se manifiesta en el análisis de sistemas complejos. La simulación es generalmente la opción más adecuada debido a su capacidad para representar sistemas complejos y llevar a cabo

análisis detallados, incluso cuando el modelo es intrincado (Kelton, Sadowski, & Zupick, 2015).

2.4.1 Metodología de la simulación

El proceso de modelización para la simulación consta de una serie de pasos que permiten integrar la optimización o reingeniería en el sistema. Cada paso progresa gradualmente a través de niveles que incluyen:

1. Formular el problema y planificar el estudio. Iniciar con una declaración clara de objetivos y problemas a abordar, delineando diseños de sistemas alternativos y estableciendo criterios de evaluación.
2. Recopilar datos y definir un modelo. Recolectar información del sistema, definir procedimientos operativos y distribuciones de probabilidad para variables aleatorias. La construcción del modelo debe equilibrar detalle y simplicidad.
3. Validación. Validar el modelo involucrando a expertos del sistema real y probando la adecuación de las distribuciones de probabilidad.
4. Construir un programa de computadora y verificar. Decidir el lenguaje de programación y verificar el modelo. Se discuten técnicas para generar variables aleatorias y verificar el programa.
5. Realizar ejecuciones piloto. Ejecutar el modelo verificado para validar su desempeño.
6. Validar nuevamente. Las ejecuciones piloto permiten probar la sensibilidad del modelo y comparar los resultados con datos reales.
7. Diseñar experimentos. Decidir qué diseños de sistemas simular, considerando técnicas de reducción de varianza.
8. Realizar ejecuciones de producción. Ejecutar el modelo para obtener datos de rendimiento sobre los diseños de sistemas de interés.
9. Analizar los datos de salida. Utilizar técnicas estadísticas para construir intervalos de confianza o decidir qué sistema simulado es mejor.
10. Documentar, presentar e implementar resultados. Documentar suposiciones y el programa, asegurando la implementación de resultados. Un estudio de simulación sin implementación es probablemente un fracaso; se prefieren los modelos altamente creíbles (Law & Kelton, 1991).

2.4.2 Simulación de eventos discretos

Los modelos de simulación de eventos discretos se emplean para estudiar sistemas y procesos que cambian discretamente con el tiempo. Permiten representar la evolución en

un sistema y su manejo en términos de eventos que pueden ocurrir, impactando a los involucrados y recursos del sistema. Estos modelos capturan situaciones y el uso de recursos relacionados, considerando las probabilidades de eventos según las características de los factores. Dado que el análisis de procesos complejos puede ser difícil o imposible con métodos matemáticos tradicionales, ofrecen una solución al simular el comportamiento del mundo real. Repitiendo la simulación y utilizando análisis estadístico, se pueden extraer conclusiones sobre el funcionamiento del sistema (Barrios, Serrano, Monleón, & Caro, 2008).

La simulación de eventos discretos contiene variables cambiantes instantáneas en momentos separados; cuando se aplica al contexto del suministro, ofrece valiosa información entre diversas variables. En estas variables se incluyen el tiempo de preparación de lotes, el tiempo de ensamblaje, el tiempo de llegada del producto y el tamaño del lote que se requiere suministrar en cada período específico (Cano, Campo, & Gómez, 2018).

2.4.3 Simulación de eventos continuos

La simulación continua implica el modelado de un sistema a lo largo del tiempo, donde las variables de estado cambian continuamente; generalmente, se utilizan ecuaciones diferenciales para describir las tasas de cambio de estas variables, aunque algunas ecuaciones diferenciales simples pueden resolverse analíticamente, la mayoría de los modelos continuos requieren técnicas numéricas. Se han desarrollado varios lenguajes específicos para construir modelos de simulación continua; además, los lenguajes de simulación de eventos discretos también pueden manejar la simulación continua, estos lenguajes ofrecen la ventaja de permitir componentes discretos y continuos simultáneamente en un mismo modelo (Law & Kelton, 1991).

En un modelo de simulación continua, el estado del sistema se caracteriza por variables dependientes que experimentan cambios de manera continua a lo largo del tiempo. Este tipo de modelo se desarrolla mediante la formulación de ecuaciones que describen un conjunto de variables de estado cuyo comportamiento dinámico imita al sistema real. Un ejemplo sería modelar el flujo de agua en una tubería, cuya capacidad siempre es la misma, por lo tanto, el flujo que mantiene es constante (Vásquez & Sandoval, 2017).

Simulación estocástica

Cuando hay incertidumbre en el comportamiento de algunos componentes del modelo de simulación, es necesario modelar estos componentes aleatorios utilizando distribuciones de probabilidad y/o procesos estocásticos que se generan durante la simulación. El

componente aleatorio en una simulación estocástica es una secuencia de valores aleatorios necesarios como entrada; cuando estos valores son independientes e idénticamente distribuidos, se identifican por una distribución de probabilidades correspondiente. El análisis de esta entrada implica modelar adecuadamente los componentes aleatorios del modelo de simulación, siendo especialmente relevante cuando se dispone de datos del sistema estudiado (Muñoz & Villafuerte, 2015).

2.4.5 Dinámica de sistemas

Dentro de la simulación es necesario recurrir al uso de la dinámica de sistemas; metodología que proporciona ventajas como la capacidad de analizar problemas poco estructurados y de naturaleza blanda, su fiabilidad, bajo costo relativo y aplicabilidad antes, durante y después del problema. La dinámica de sistemas en la simulación se refiere al estudio del comportamiento y la evolución de un sistema a lo largo del tiempo mediante técnicas de modelado y simulación, bajo este enfoque, la simulación ofrece trayectorias para las variables del modelo mediante técnicas de integración numérica, aunque no deben interpretarse como predicciones, sino como proyecciones o tendencias. Con el objetivo principal de comprender las causas estructurales del comportamiento del sistema, mediante el conocimiento de sus elementos constituyentes y sus interacciones, un enfoque diferente a los esquemas tradicionales de análisis (Soto, Monroy, Araujo, & Díaz, 2013).

Jay Forrester introdujo la dinámica de sistemas a finales de los años 50 como un enfoque de modelado y simulación para abordar y resolver problemas empresariales industriales a largo plazo. Este enfoque, con raíces en la administración y la ingeniería de control, se basa en la retroalimentación y los retrasos de la información para comprender cómo se comportan los sistemas complejos, ya sean físicos, biológicos o sociales y la premisa fundamental de la dinámica de sistemas es que todos los componentes de un sistema interactúan a través de relaciones causales, representadas por bucles de retroalimentación, que influyen en el comportamiento del sistema (Vásquez & Sandoval, 2017).

La dinámica de sistemas permite estudiar el comportamiento de sistemas mediante características de retroalimentación para integrar los flujos de información; un sistema dinámico tiene una salida presente que depende de una entrada pasada, mientras que un sistema estático solo depende de la entrada actual. La salida de un sistema estático permanece constante si la entrada no cambia, pero en un sistema dinámico, la salida varía con el tiempo cuando el sistema no está en equilibrio, por lo tanto, para construir un modelo dinámico, es necesario analizar y definir el problema del sistema a modelar (Serna & Rivera, 2018) .

2.4.6 Vensim

Vensim es una herramienta de simulación industrial diseñada para mejorar el desempeño de sistemas reales, sus características robustas se centran en la calidad del modelo, la integración de datos, la flexibilidad en la distribución y algoritmos avanzados; está diseñado para adaptarse a una variedad de usuarios, desde estudiantes hasta profesionales. Este software se emplea para crear, analizar y presentar modelos de retroalimentación dinámica y se destaca por su alta calidad, asegurando coherencia dimensional y la función Reality Check™, además, ofrece conexiones directas a datos y métodos de calibración avanzados (VENSIM, 2000).

Dentro de las herramientas de análisis disponibles en la aplicación Vensim, se incluyen dos funciones específicas para la verificación del modelo. En primer lugar, está la función Check Model, diseñada para revisar la sintaxis del modelo, por otro lado, se encuentra la función Units Check, que detecta posibles errores en la coherencia de las unidades utilizadas en el modelo (Catalina, 2010).

Otra de las ventajas que tiene el programa es que facilita la documentación automática del modelo a medida que se va desarrollando y genera árboles que muestran las relaciones de causa y efecto a lo largo del modelo. También posibilita la manipulación de gráficos y tablas dinámicas que representan el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo; además, permite visualizar en la pantalla el comportamiento gráfico de todas las variables de manera simultánea, brindando la capacidad de ajustar los valores constantes para observar instantáneamente los cambios asociados en las demás variables (Zúñiga, 2010).

2.4.7 Stella

Stella es un software de simulación computacional que ofrece un entorno y una interfaz gráfica para la observación y análisis cuantitativo de las variables de un sistema, esta herramienta posibilita la creación de modelos de sistemas complejos para simular su comportamiento a lo largo del tiempo. Con Stella, los usuarios pueden representar las interacciones entre variables y examinar su impacto en el sistema en su totalidad, proporcionando una plataforma que facilita la visualización dinámica del funcionamiento de los sistemas, lo que la convierte en un software fácil de utilizar, por lo tanto, su interfaz es adecuada para describir y analizar sistemas biológicos, físicos, químicos o sociales altamente complejos (Guillen & Rojas, 2020).

Consta de cuatro elementos para realizar el modelado de sistemas; un stock, es una entidad que acumula o consume recursos, como el agua en una bañera. Los flujos, son las tasas de cambio de estos stocks, representando el agua que entra y sale de la bañera. Los

convertidores, procesan datos de entrada para producir una salida deseada, como controlar el grifo de una bañera para regular el flujo de agua. Los conectores, por otro lado, permiten la transferencia de información entre elementos, como convertidores, stocks y flujos, indicando cómo las acciones de un elemento pueden afectar a otro (Yujra, 2014).

Capítulo 3 Aplicación

En este apartado se detallan las actividades realizadas para cumplir con cada etapa de la metodología propuesta, garantizando abordar de manera integral de los objetivos planteados; con el propósito es ofrecer una visión clara, completa y estructurada del proceso metodológico llevado a cabo.

3.1 Formulación y planificación de estudio

La Perla es un municipio situado en la zona centro del estado de Veracruz, zona que forma parte de la región natural conocida como las Altas montañas, donde se encuentra el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental, situándose en las coordenadas geográficas 18° 55'38'' de latitud norte y 97° 08' 00'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. El municipio colinda al norte con los municipios de Coscomatepec y Calcahualco; al este con Chocamán y Atzacan; al sur con Mariano Escobedo, Ixhuatlancillo; y al oeste con el estado de Puebla, de acuerdo con el mapa de México, La Perla se encuentra a una altitud media de 1,620 metros sobre el nivel del mar y abarca una superficie de 199.880 kilómetros cuadrados (imagen 3.1). (Municipios.mx, 2024)



Imagen 3.1 Municipio de La Perla, Veracruz

El municipio de La Perla está subdividido por 44 localidades; en las cuales se concentran 8 congregaciones o agencias municipales, mientras que las demás se clasifican como comunidades, entre ellas se destacan La Perla, Chilapa, La Ciénega y El Barrio de San Miguel por tener la mayor concentración de población de todo el municipio, igualmente se encuentran comunidades como Cumbre del Español, Los Fresnos, Xometla, Potero Nuevo, entre otras. Es importante señalar que el municipio está dividido en dos rutas; denominadas ruta 1 y ruta 2, cuya división responde a la ubicación geográfica de la cabecera municipal, que se encuentra en la parte baja del municipio, es ahí en donde se originan las dos carreteras que se dirigen hacia el norte, abarcando los extremos del territorio con cada ruta. (PueblosAmérica, s.f.)

3.1.2 Condiciones socioeconómicas

En el año 2010, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) reportó en el municipio una población total de 23,648 personas; de este total, el 30.9% se encontraban en condiciones de pobreza moderada y el 62.5% en pobreza extrema, lo que significa que el 93.4% de los habitantes de La Perla enfrentaban condiciones de pobreza. El rezago educativo se tenía presente igual entre la población, pues se registraron afectaciones al 49.7% de las personas, con un grado promedio de escolaridad entre los adultos mayores de 15 años de 3.6, comparado con 7.7 en el estado. Además, se mencionó que el 44.9% de población reside en hogares construidos con materiales de baja calidad y con espacio insuficiente, lo que resulta en que el 76.3% del total de viviendas carezcan de los servicios básicos adecuados; finalmente se resaltó que el 64.5% de los habitantes no tienen acceso a servicios de salud y el 97.2% carecen de seguridad social. (CONEVAL, 2010)

Para el 2020, La Perla cuenta con una población de 28,258 habitantes, lo que representa un incremento del 19.5% respecto a 2010; en este año las viviendas predominantes fueron de 1 o 2 cuartos, se observó también un acceso limitado a tecnología y servicios como internet y computadoras, situación fuertemente ligada a las condiciones de pobreza que afectaron en ese año al 95.3% de la población con un 55.6% en pobreza extrema y un 39.7% en pobreza moderada. Entre las principales carencias sociales, se encontraron la falta de acceso a seguridad social, servicios básicos en la vivienda y rezago educativo; dentro del contexto educativo, se resaltó que la mayoría de los habitantes solo cuentan con educación básica, lo que generó que la tasa de analfabetismo alcanzara el 24.5%. (Economía.gob, 2020)

En el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2024, expedido por la Secretaría de Bienestar se reporta una población total de 29,502 en el municipio de la Perla; el informe revela un alto grado de marginación y rezago social, con 27,855 personas viviendo en pobreza extrema y moderada, lo que se representa el 55.6% y 39.7% de la población total respectivamente. En cuanto a las carencias sociales específicas, se señala que el 52.3% de los habitantes pertenecientes a este municipio enfrentan rezago social, solo el 17.1% tienen acceso a servicios de salud y únicamente el 44.5% de las viviendas cumplen con estándares adecuados de calidad y espacio para habitar en ellas, pues 1,080 viviendas están diseñadas con piso de tierra, 180 cuentan con techos realizados con materiales endebles, 38 de las viviendas poseen muros de materiales endebles y 112 de las viviendas no cuentan con energía eléctrica. (Bienestar, 2024)

En conclusión, se puede observar que, a lo largo de los años, La Perla ha experimentado un persistente y agravado estado de pobreza y rezago social desde el año 2010 hasta el 2024, aunque la población ha crecido, las condiciones socioeconómicas han mostrado una preocupante estabilidad en términos de marginación. El porcentaje de habitantes en pobreza extrema y moderada se ha mantenido elevado, en cuanto al rezago educativo y la falta de acceso a servicios básicos y de salud se siguen presentando con problemas críticos; al igual que las viviendas, por sus condiciones, que en su mayoría son precarias, y la limitada disponibilidad de servicios tecnológicos y educativos reflejan un estancamiento en el progreso socioeconómico del municipio, condiciones que promueven la aparición de un desastre ante la presencia de un fenómeno hidrometeorológico.

3.1.3 Condiciones climatológicas

En la actualidad, las clasificaciones climáticas se basan en diversos parámetros meteorológicos como la temperatura, la precipitación y la humedad, clasificando los climas en cálidos, templados y fríos, dentro del municipio de La Perla, se identifican varios tipos de clima influenciados por su altitud; en la parte baja, que incluye la cabecera municipal y comunidades cercanas como Los Fresnos y Tuzantla, predomina un clima semicálido húmedo; a mayor altitud, entre 2,100 y 2,600 metros sobre el nivel del mar, se encuentran dos climas, templado húmedo y semifrío subhúmedo. En las localidades más elevadas, como Cruz de Chocamán y El Lindero, la temperatura media anual oscila entre 5 y 12°C. Las áreas situadas a las mayores altitudes presentan un clima frío con temperaturas medias entre -2°C y 5°C y pueden alcanzar hasta -5°C en invierno, con lluvias predominantes en verano. (COPLADEMUN, 2022)

En el municipio de La Perla, la temporada de lluvias es cálida y nublada, mientras que la temporada seca es cómoda y parcialmente nublada, las temperaturas anuales fluctúan entre 8 °C y 26 °C, rara vez bajando de 4 °C o superando los 30 °C y durante la temporada templada, que dura de marzo a junio y tiene temperaturas medias superiores a 25 °C; el periodo más fresco es de diciembre a febrero, con temperaturas máximas diarias inferiores a 21 °C, siendo enero el mes más frío con mínimas de 8 °C y máximas de 20 °C. También experimenta variaciones significativas en nublados y precipitación a lo largo del año, la temporada más nublada va de mayo a octubre, con septiembre siendo el mes más nublado; en cuanto a la precipitación va de mayo a octubre, con registros de lluvia más frecuente en septiembre, mientras que diciembre es el mes con menos lluvia, respecto a la velocidad del viento, muestra variaciones estacionales leves, con octubre siendo el mes más ventoso y diciembre el más calmado. (WeatherSpark, 2023)

3.2 Recopilación de datos para definir el modelo

En este apartado se describe el proceso empleado para la recopilación de datos, situación en donde se identifica información clave para la construcción del modelo requerido para el presente proyecto. La dinámica de recolección de información incluye la identificación de fuentes relevantes, la sistematización de datos específicos, y la consulta de registros documentales, lo cual garantiza que el modelo resultante sea preciso, fiable y adaptado a los objetivos del proyecto.

3.2.1 Indicadores

Con el propósito de dar a conocer las mejoras alcanzadas en el proceso tras la implementación de diversas herramientas de optimización, se plantea la necesidad de utilizar una serie de indicadores, lo que permite evaluar cuantitativamente los avances logrados y comparar los resultados obtenidos frente a la línea base inicial, brindando una perspectiva clara sobre la efectividad de las acciones emprendidas. De esta manera, los indicadores se convierten en un elemento clave para monitorear el impacto de las estrategias de mejora y para identificar oportunidades adicionales de optimización a través de indicadores de almacenamiento, tiempos de respuesta y personal civil capacitado para protocolos correctos ante emergencias de tipo hidrometeorológicas.

El indicador de utilización del almacén es una métrica fundamental en la gestión de refugios municipales dentro de un contexto de logística humanitaria, debido a que valúa qué tan eficientemente se está utilizando el espacio disponible para el almacenamiento, a continuación, se indica el proceso en la ecuación 3.1.

$$\text{Utilización del almacén} = \frac{\text{Volumen de inventario}}{\text{Volumen total de almacenamiento}} \times 10 \dots \dots \dots (3.1)$$

Ecuación 3.1 Indicador de utilización del almacén

La ecuación del indicador de entregas a tiempo es una métrica clave en la logística humanitaria, considerando que mide la eficiencia en la distribución de recursos a la población en situación de emergencia; a continuación, se desglosa cada componente de la fórmula en la ecuación 3.2.

$$\text{Entregas a tiempo} = \frac{\text{Número de pedidos entregados a tiempo}}{\text{Número total de pedidos entregados}} \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

Ecuación 3.2 Indicador de entregas a tiempo

El indicador de tiempo de respuesta mide la rapidez con la que se atienden los incidentes en el sistema que se desarrolla actualmente por las autoridades municipales, por lo tanto, es fundamental para evaluar la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta ante demandas por emergencias. La fórmula se plasma a continuación 3.3.

$$\text{Tiempo de respuesta} = \frac{\text{Suma del tiempo de respuesta total de todos los incidentes}}{\text{Número de incidentes}} \dots \dots \dots (3.3)$$

Ecuación 3.3 Indicador de tiempo de respuesta

El indicador de cobertura de capacitación es una herramienta clave para evaluar el alcance y la efectividad de los programas de capacitación dirigidos a una población objetivo dentro del municipio, su principal objetivo es identificar el grado de inclusión y alcance de las capacitaciones, permitiendo detectar brechas en la cobertura y áreas de oportunidad para maximizar el impacto de los programas, ecuación 3.4.

$$\text{Cobertura de capacitación} = \frac{\text{Número de personas objetivo}}{\text{Total de personas en el municipio}} \times 100 \dots \dots \dots (3.4)$$

Ecuación 3.4 Indicador de cobertura de capacitación

La evaluación de la asistencia a las capacitaciones sirve para medir el nivel de participación efectiva en una actividad de capacitación respecto a las personas convocadas, debido a

que es una métrica que evalúa qué tan exitoso fue el proceso de convocatoria para lograr la asistencia esperada, ecuación 3.5.

$$\text{Asistencia a capacitación} = \frac{\text{Número de personas que asistieron a la capacitación}}{\text{Número de personas convocadas}} \times 100 \dots \dots (3.5)$$

Ecuación 3.5 indicador de asistencia a capacitación

3.2.1.1 Interpretación del resultado

Con cada indicador se obtendrá un resultado numérico que indica en qué situación se encuentra actualmente el municipio y cual su capacidad de almacenamiento, respuesta y capacitación ante los fenómenos hidrometeorológicos, por lo tanto, se establecen las siguientes métricas que determinan la situación.

- Bajo porcentaje (<50%)

Indica un nivel de desempeño limitado o una subutilización del recurso o proceso evaluado, lo que puede señalar oportunidades de mejora.

- Óptimo (50%-80%)

Este rango suele considerarse eficiente, ya que indica un equilibrio adecuado entre el uso del recurso o proceso y la flexibilidad necesaria para adaptarse a cambios o demandas inesperadas.

- Alto porcentaje (>80%)

Refleja una utilización cercana al máximo o un alto nivel de desempeño, aunque puede ser señal de eficiencia, también puede implicar riesgos, como saturación, agotamiento de recursos o limitación en la capacidad de respuesta ante imprevistos.

3.2.1.2 Resultados

Como parte de la recopilación de datos, se establece la aplicación de los indicadores clave que permiten obtener un conocimiento más detallado y preciso sobre la eficiencia actual del proceso. La información necesaria para desarrollar y aplicar estos indicadores es proporcionada por el representante municipal del departamento de protección civil, quien aporta su experiencia y conocimiento sobre las dinámicas y particularidades de las operaciones evaluadas en con base a lo establecido en el año en curso 2024 y los resultados son plasmados en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Resultado de indicadores

Nombre del indicador	Tipo	Valores registrados	Resultado
Utilización del almacén	Porcentual	$150\text{m}^3 / 400\text{m}^3 * 100$	37.5%
Entregas a tiempo	Porcentual	$40 / 115 * 100$	34.7%
Tiempo de respuesta	Numérico	$15+30+20+30+25+30 / 6$	25 min
Cobertura de capacitación	Porcentual	$200 / 28,258 * 100$	0.70%
Asistencia a capacitación	Porcentual	$50 / 200 * 100$	25%

En términos generales, los valores obtenidos de cada indicador evidencian diversas deficiencias, lo que pone de manifiesto importantes áreas de oportunidad y un amplio margen de mejora para mejorar la capacidad de logística humanitaria en el municipio. Estas deficiencias pueden deberse a factores como la insuficiencia de recursos, la falta de coordinación entre actores clave, o la ausencia de estrategias integrales y sostenibles para responder de manera eficiente a las necesidades humanitarias.

3.2.2 Recopilación de datos

La recopilación de datos se lleva a cabo mediante dos fuentes principales, la primera de ellas se realiza a través de visitas regulares al departamento de protección civil y se recaba información directamente del personal autorizado, quienes proporcionan conocimientos valiosos sobre las condiciones y dinámicas específicas del municipio de La Perla. En segundo lugar, se realiza un exhaustivo análisis documental, revisando textos informativos de noticias oficiales y registros plasmados en documentos como el Plan Municipal de Desarrollo, estos dos métodos complementarios permiten una comprensión integral y detallada de la situación.

3.2.2.1 Visita al departamento de protección civil

Durante la visita realizada al departamento de Protección Civil, el representante de la institución proporcionó información sobre la infraestructura de refugios disponibles en el municipio, estos refugios se encuentran ubicados en las localidades de Chilapa, Xometla y en la cabecera municipal de La Perla, lo cual ha permitido la cobertura para la población en caso de emergencia, situaciones en donde se menciona que, las estrategias de acción se

diseñan según las condiciones que presente el fenómeno hidrometeorológico, ajustando esta estrategia a las necesidades y características que vayan surgiendo en cada evento.

De la misma manera, el representante facilita el acceso a una agenda (un fragmento de la agenda se muestra en la imagen 3.2) que identifica las localidades del municipio junto con los nombres de los agentes y subagentes municipales responsables, información de gran relevancia, ya que estos elementos de la población civil son quienes mantienen una comunicación estrecha con las autoridades, facilitando así la coordinación y el apoyo a las comunidades en momentos de desastre. Dentro de la agenda se señala que el municipio cuenta con un total de 44 localidades reconocidas oficialmente por las autoridades municipales, las cuales son definidas como asentamiento territorial y consideradas en el desarrollo y ejecución del presente proyecto en apartados siguientes.

NOMBRE COMPLETO	TELEFONO	DIRECCION	HORARIO
AGENTES MUNICIPALES			
GUILLERMO AMADOR CRISÓSTOMO RIVERA	553 643 4467	CUMBRE DEL ESPAÑOL	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
MELQUÍADES MISAEL BASILIO REYES	272 165 2156	CHILAPA	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
LUIS VALENTE SOLANO CHÁVEZ	272 197 3213	METLAC SOLANO	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
MARTÍN ADÁN FLORES ASCENCIO	272 233 2538	METLAC HERNANDEZ	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
EVENCIO EUSEBIO GALLARDO SÁNCHEZ	272 258 8657	TUZANTLA	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
FIDEL JOEL GONZÁLEZ HERNANDEZ	272 122 0116	CIENEGA	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
GIL PEDRO REYES HERNÁNDEZ	272 235 3117	XOMETLA	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
MARIO GAUDENCIO GONZÁLEZ DE LOS SANTOS	556 142 5008	MACUILACATL GRANDE	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
SUB-AGENTES MUNICIPALES			
FIDENCIO MANUEL VÁSQUEZ GONZÁLEZ		CUMBRE DEL ESPAÑOL	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
CARMELO ROMERO ROMERO	272 117 9352	CHILAPA	09:00 a.m. - 04:00 p. m.
SALOMÓN ARENAS VÁZQUEZ		METLAC SOLANO	09:00 a.m. - 04:00 p. m.

Imagen 3. 2 Agenda de agentes municipales

En cuanto a la documentación oficial que regula las actividades del departamento de Protección Civil, es mencionado que se incluye el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de La Perla 2011 (se muestra en la imagen 3.3) y el Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025. Estos documentos proporcionan los lineamientos y estrategias necesarias para la identificación, gestión y mitigación de riesgos en el municipio, así como las condiciones generales en las que se encuentra el municipio.



Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de La Perla 2011



Entrega Final

Número de Obra: 130127PP049225
Número de Expediente: 130127PP049225

La Perla, Veracruz.



Alma Susana Ortiz Hernández
Calle Basurto 55, Col. Centro, C.P. 91000
22 82 2 00 75 80
orsus.pc@gmail.com

Imagen 3.3 Atlas de riesgos

- Asentamiento territorial

El municipio de La Perla, ubicado en el estado de Veracruz, abarca un territorio de 65.75 hectáreas de áreas pobladas distribuidas entre 43 localidades rurales y la cabecera municipal, estas localidades representan la diversidad geográfica y cultural de la región y cada una de estas localidades se detalla en la tabla 3.2.

Tabla 2.2 Localidades del municipio

Localidades	Localidades	Localidades	Localidades
Agua Escondida	El Comal	La Mata	Rancho Nuevo
Barrio de San Lorenzo	El Lindero	La Perla	Rancho Viejo
Barrio de San Miguel	El Minero	Las Trincheras	San Martín
Barrio los Abeles	El Paso	Los Fresnos	San Miguel Chinela
Chilapa	El Salto	Macuilácatl Chico	San Miguel Pilancón
Chilapilla	Galicia	Macuilácatl Grande	Tejocote
Ciénega	La Chivarra	Magueyes	Tuzantla

Cruz de Chocamán	La Coyotera	Metlac Hernández	Villa Hermosa
Cruz Grande	La Cuchilla	Metlac Solano	Xometla
Cumbre del Español	La Golondrina	Papalotla	Yerbabuena
El Cebadal	La Lagunilla	Potrero Nuevo	Zapote

3.2.2.2 Análisis documental

En este apartado se presenta un análisis exhaustivo de los documentos avalados por el departamento de protección civil, así como de informes de fuentes gubernamentales y noticias de medios oficiales sobre eventos significativos en el municipio. Con esta información, se elabora una crónica detallada de los fenómenos hidrometeorológicos que han afectado a la región a lo largo del tiempo, permitiendo una comprensión histórica de estos eventos y su impacto en la comunidad.

- Desastres hidrometeorológicos a través del tiempo

Dentro del municipio de La Perla, las tormentas eléctricas ocurren entre 10 y 50 días al año, mientras que la niebla afecta de 60 a 170 días al año en comunidades específicas como Chilapilla y Metlac, en cuanto a las inundaciones, estas se presentan con un nivel de peligro muy alto debido al Río Metlac, afectando severamente a múltiples localidades y a la infraestructura vial, lo que puede dejar comunidades incomunicadas; adicional a esto, las temperaturas extremas se registran en varias localidades del municipio como Tecojote, Tlamanixco Grande, Los Fresnos, Tlamanixco Chico, El Zapote y Cumbre del Español. Los deslizamientos y derrumbes también representan un peligro significativo, con incidentes notables como el ocurrido el 30 de agosto de 2011 que dejó a 12,000 personas semi incomunicadas, debido a que los derrumbes, hundimientos y flujos afectan a numerosas localidades, indicando una alta vulnerabilidad a estos fenómenos hidrometeorológicos. (Hernández, 2011)

Entre 1999 y 2015, la Secretaría de Gobernación emitió 76 Declaratorias de Desastre (DD) para Veracruz, relacionadas con ciclones tropicales, lluvias severas e inundaciones; estas DD se publicaron 107 veces para incluir sectores afectados que no fueron registrados inicialmente. El mayor número de municipios afectados en una DD fue de 184 durante el ciclón tropical Stan en 2005 y durante el periodo estudiado, los 212 municipios

veracruzanos enfrentaron desastres al menos dos veces, considerando que el 93% de las DD correspondieron a fenómenos hidrometeorológicos, todas por lluvias severa, que afectaban en promedio a los mismos municipios, por lo tanto en la distribución de frecuencia de DD se muestran tres categorías: baja 2 a 6 DD, media 7 a 12 DD y alta 13 a 17 DD, con 99 municipios en la categoría baja, 92 en la media y 22 en la alta; ubicando a La Perla en una categoría media por declaratorias de desastres. (Gálvez, 2016)

En el año 2016 la Secretaría de Gobernación emite una declaratoria al estado de Veracruz por emergencia en los diferentes municipios afectados por el paso de la tormenta tropical Earl, que dejó afectaciones y un alza en la demanda de alimentos, abrigo y productos de salud por el impacto. Entre los municipios con mayores afectaciones por la presencia de lluvias se encuentran Acultzingo, Nogales, La Perla, Mariano Escobedo y Maltrata. (Pacheco, 2016)

En 2018 un promedio de 8,000 personas resultan afectadas por dos eventos de granizada que ocurrieron en el municipio de La Perla, la evaluación de daños no es precisa debido a las lluvias combinadas con este evento, lo que generó también bajas temperaturas; sin embargo, entre las afectaciones se incluyen casas de madera, por las perforaciones en sus techos de lámina generadas por el granizo y en los cultivos dañados por quemaduras ocasionadas por la helada. (Arriola, 2018)

En la comunidad El Zapote, perteneciente a La Perla, una mujer de 35 años y su hija de 9 años perdieron la vida en el año 2019 debido a un deslave por la presencia de fuertes lluvias que arrastró su vivienda, ocasionando que un muro de contención colapsara, dejando a las víctimas entre el lodo y escombros. (AVC, 2019)

Durante el año 2022 se reportan a la comunidad El Zapote, Fresnos y Tecojote del municipio de La Perla, en riesgo por deslaves, considerando que estas se encuentran en un área vulnerable debido a la arcilla que se crea en la zona, lo cual facilita el deslizamiento de tierra. (Castillo, 2022)

En el año 2022, San Miguel Chinela, La Perla, se registra una helada debido a temperaturas inferiores a 5 grados y se informa que se observó aguanieve y escarcha en la parte alta de la comunidad; aunque la temperatura alcanzó los 12 grados en la mañana, descendió a 8 grados por la tarde y a menos 3 o 5 grados por la noche, por lo que las autoridades recomiendan precaución con niños y adultos mayores, así como con el uso de anafes y fogatas debido al riesgo de humo tóxico. (Hernandez, 2022)

En 2023 la caída de granizo afecta el municipio de La Perla en Veracruz debido al paso de una vaguada que trajo humedad al estado, si bien el granizo causó daños mínimos en algunos techos, sin reportarse daños mayores ni personas lesionadas, se activa la alerta y monitoreo del fenómeno debido a la presencia de las lluvias que acompañan al granizo. (Granizada en la región, 2023)

En el año 2024 se presenta una de las más grandes afectación en el municipio por incendios forestales, pues la brigada contra incendios se mantuvo en trabajo contante por aproximadamente una semana, por la presencia de un incendio que destruyó alrededor de 10 hectáreas de bosque de las comunidades de Villa Hermosa, La Cienega, Los Fresnos y Tlamanixco. (Domínguez, Incendio forestal devasta 10 hectáreas en La Perla, Veracruz, 2024)

Considerando la información recopilada por los múltiples medios de información que dan a conocer los fenómenos hidrometeorológicos que se hacen presentes en La Perla y las afectaciones ocasionadas, se realiza la concentración de los fenómenos que afectaron al municipio en los últimos seis años y las principales comunidades que se ven afectadas, tabla 3.3.

Tabla 3.3 Desastres hidrometeorológicos en el tiempo

Año	Tipo de fenómeno hidrometeorológico	Localidades afectadas
2024	Incendio forestal	Los Fresnos, Villa Hermosa, y Ciénega
2023	Incendio forestal	La Lagunilla, Potrero Nuevo, Metlac Hernández
	Deslaves/Precipitación	Xometla, Ciénega
	Heladas	San Miguel Chinela y Potrero Nuevo
2022	Incendio forestal	Ciénega, Los Fresnos
	Deslaves/Precipitación	Ciénega
	Heladas	San Miguel Pilancón y San Miguel Chinela, Barrio los Abeles, Ciénega, Rancho Nuevo, La Coyotera, El Minero, La Chivarra
2021	Incendio forestal	Potrero Nuevo,
	Deslaves/Precipitación	Zapote, Papalotla
	Heladas	Rancho Nuevo, El Minero, San Miguel Chinela
2020	Incendio forestal	Los Fresnos, Ciénega
	Deslaves/Precipitación	Zapote, Xometla

	Heladas	San Miguel Chinela, Barrio los Abeles, Ciénega, Rancho Nuevo
2019	Incendio forestal	Villa Hermosa, Ciénega
	Deslaves/Precipitación	Zapote
	Heladas	Rancho Nuevo, La Chivarra
2018	Incendio forestal	Los Fresnos, Ciénega
	Deslaves/Precipitación	Zapote, Ciénega
	Heladas	San Miguel Chinela

3.2.2.3 Respuesta al desastre

Para comprender la gestión de un desastre y las acciones que realizan las autoridades municipales de La Perla ante la presencia de los fenómenos identificados en la descripción de *“Desastres hidrometeorológicos a través del tiempo”*, se toma como referencia la información presente en el Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025, en donde se indica que el municipio cuenta con tres refugios establecidos a lo largo del territorio, ubicados en Chilapa, Xometla y en la cabecera municipal (La Perla). En cuanto a las estrategias que implementan las autoridades locales, estas se ven diseñadas según las condiciones del evento presente, en búsqueda de cumplir con la tarea de llevar alimentos, ropa, cobijas y herramientas de apoyo a la población civil que se encuentra en situación de emergencia. (COPLADEMUN, 2022)

Actualmente, el municipio de La Perla enfrenta serias limitaciones en cuanto a equipamiento y recursos para responder eficientemente a los desastres hidrometeorológicos, pues la falta de equipo de protección adecuado pone en riesgo tanto al personal de protección civil como a la población, ya que se declara en el Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025 que no se cuenta con herramientas suficientes para hacer frente a emergencias de gran magnitud cuando estas se hacen presentes en más de una localidad simultáneamente; además, en muchas ocasiones, el número de agentes de protección civil resulta insuficiente para atender la variedad y la magnitud de las situaciones que se presentan, lo cual dificulta la implementación de acciones de rescate y auxilio de manera rápida y eficiente. (COPLADEMUN, 2022)

A pesar de las limitaciones que enfrenta el municipio, las autoridades locales mantienen en constante alerta a los equipos de rescatistas y buscan una coordinación estrecha con las autoridades estatales para garantizar una respuesta rápida y efectiva ante la presencia de una emergencia. La vigilancia activa permite que, aunque el equipo y herramientas sean

limitados, se pueda brindar atención oportuna a las comunidades en riesgo, lo cual minimiza el tiempo de respuesta y con ello se reducen los posibles daños a la población civil y el territorio municipal.

Así mismo, en la distribución de víveres dentro del municipio se puede identificar que este enfrenta desafíos significativos, especialmente debido a las grandes distancias entre comunidades y la dificultad para mantener una comunicación rápida y efectiva en caso de fenómenos hidrometeorológicos, estas barreras hacen que la logística de entrega sea compleja y requiera una planificación cuidadosa para asegurar que la ayuda llegue a las zonas más afectadas en el menor tiempo posible. (COPLADEMUN, 2022)

3.2.3 Definir el modelo

Para definir el modelo que se utilizará durante la programación de los softwares, se llevó a cabo un enfoque integral, en primer lugar, se realizó la segmentación del municipio en función de los fenómenos hidrometeorológicos, lo cual permitió identificar la exposición a estos eventos; como parte de este análisis, se desarrolló una matriz transversal que plasma las distancias entre las 44 localidades del municipio y la población que se encuentra dentro de cada segmento, lo que proporciona un análisis clave para la optimización de la distribución de ayuda y asignación de rutas. Además, se establecieron dos horizontes, el primero es una visualización global que considera la distribución de los refugios existentes, los cuales plasmarán la asignación de la atención de cada refugio y con ello mejorar la distribución de equipos y suministros; el segundo es una proyección que analiza el funcionamiento por segmento, integrando centros de acopio temporales para satisfacer las necesidades particulares de cada segmento.

3.2.3.1 Agrupación del municipio

A partir en la información expuesta en el apartado "3.2.1 Recopilación de datos", se logran clasificar las localidades del municipio de acuerdo con la frecuencia de los fenómenos identificados. Esta agrupación, que permite una mejor comprensión y análisis de las áreas más afectadas, se presenta de manera detallada en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Agrupación del municipio por fenómeno hidrometeorológico

Fenómeno hidrometeorológico	Localidad
Incendios forestales	Los Fresnos, Villa Hermosa, Ciénega, La Lagunilla, Potrero Nuevo, Metlac Hernández.
Precipitación y deslaves	Xometla, Ciénega, Zapote, Papalotla, Metlac Solano

Heladas	San Miguel Chinela, Potrero Nuevo, San Miguel Pilancón, Barrio los Abeles, Ciénega, Rancho Nuevo, La Coyotera, El Minero, La Chivarra.
----------------	--

Con base en la información de la tabla anterior, se llevó a cabo la identificación de los eventos más frecuentes que afectan a las diferentes localidades del municipio. Esta información se integra en un mapa de Google MyMaps georreferenciado con un puntero de color según el tipo de fenómeno hidrometeorológico presente (tabla 3.5).

Tabla 3.5 Georreferenciación por color

Color	Fenómeno
	Heladas
	Incendios
	Deslaves/Precipitación

Información que se visualiza en el mapa del municipio, como se muestra en la imagen 3.4 permitiendo una representación clara de las áreas con mayor presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

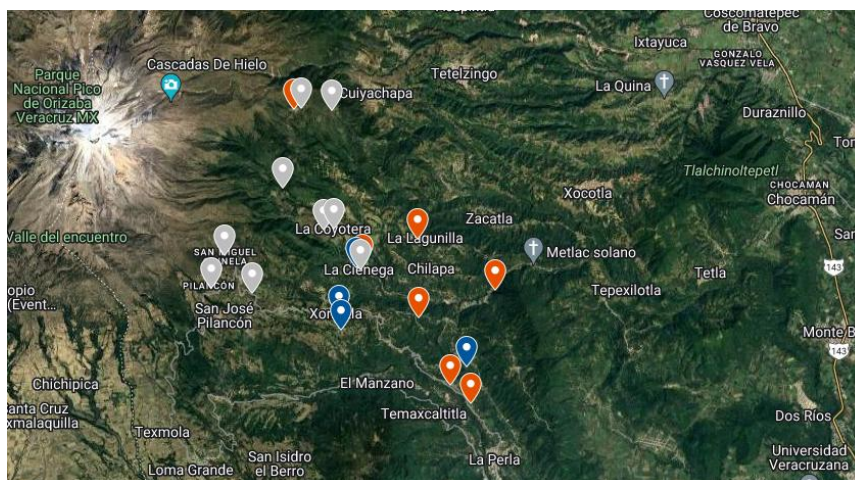


Imagen 3. 4 georreferenciación por color

3.2.3.2 Segmentación de las localidades

Para realizar la segmentación del municipio, se definieron polígonos que delimitan las áreas específicas afectadas por cada fenómeno hidrometeorológico, los polígonos se trazaron a partir de los puntos de referencia identificados en la sección “3.2.2.1 Agrupación del municipio”, los cuales sirven como base para determinar con precisión las zonas de impacto

asociadas a cada fenómeno (imagen 3.5).

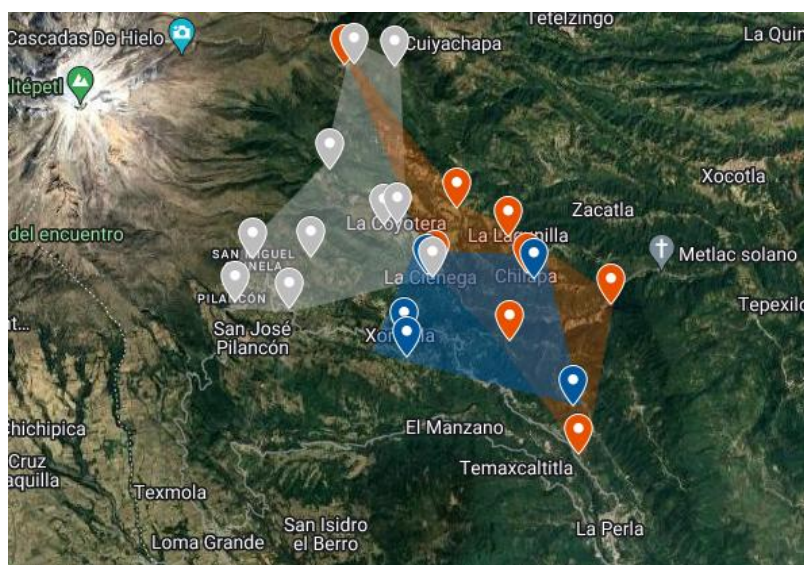


Imagen 3.5 Polígonos por fenómeno hidrometeorológico

Posteriormente se integran las comunidades restantes, asignándolas a un segmento en función de su proximidad a los polígonos previamente establecidos y representados en la imagen anterior. El resultado de esta asignación indica que el segmento de incendios, representado con color naranja concentra 26 localidades; el segmentó heladas, en color gris agrupa 15 localidades y el segmento de deslaves por precipitación reúne 14 localidades, información que se ilustra de manera detallada en la imagen 3.6 proporcionando una visión clara de la distribución final.

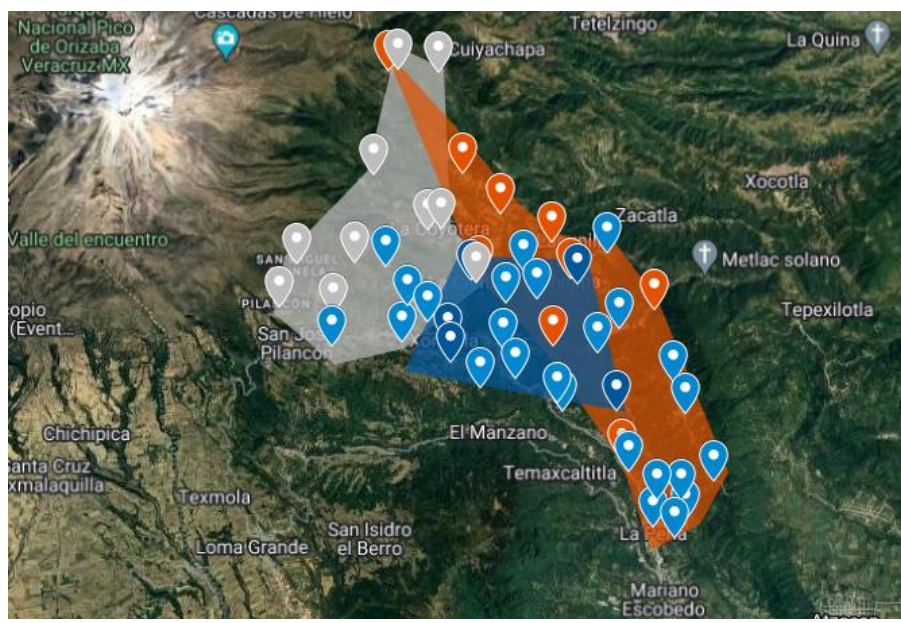


Imagen 3.6 Segmentación del municipio

Para el diseño del modelo matemático que permitirá la asignación de la atención en el proceso de logística humanitaria entre las 44 localidades del municipio; con este propósito, se elaboró una matriz transversal en la que se registran y organizan las distancias entre localidades. Los datos fueron obtenidos mediante consultas a Google Maps, teniendo en cuenta los accesos más eficientes y seguros. En la tabla 3.6, se muestra un fragmento de dicha matriz, que ilustra el formato y la disposición de los datos, la matriz completa se encuentra al final del documento dentro el “*Anexo I*”.

[illegible]

3.3 Construir un programa de computadora

La construcción del programa de computadora se estructura bajo dos conceptos que permiten abordar de manera integral el problema logístico planteado; la primera etapa corresponde al diseño y resolución del modelo P-mediana, el cual se emplea para determinar la distribución de la atención óptima de los refugios, minimizando la distancia promedio entre las localidades y los puntos de servicio asignados. La segunda etapa se enfoca en la implementación de la simulación, la cual permite representar de forma dinámica y visual el crecimiento de la población entre las localidades que serán atendidas por los refugios.

3.3.1 Verificación de la información

La información presentada en el apartado "3.2.2.3 *Matriz de distancias*" fue cuidadosamente revisada y validada en conjunto con el director de protección civil, proceso de verificación que aseguró que las distancias reflejadas en dicha matriz consideran no solo los trayectos más cortos, sino también aquellos caminos y accesos que se encuentran en las mejores condiciones para facilitar el transporte de víveres y herramientas de emergencia. De esta manera, se garantiza que los recursos puedan llegar de manera eficiente y segura a las localidades objetivo, optimizando la respuesta en situaciones de emergencia.

En el marco de la colaboración conjunta con el personal de protección civil, se ha identificado la existencia de tres refugios establecidos estratégicamente a lo largo del territorio municipal, ubicados en las localidades de Chilapa, Xometla y en la cabecera municipal, La Perla. Las estrategias implementadas por las autoridades locales para la gestión de emergencias se diseñan de manera dinámica, adaptándose a las características específicas de cada evento que pueda presentarse y se ha detectado que la gestión de actividades clave, como el control de inventarios de víveres y herramientas de emergencia, enfrenta deficiencias significativas, limitaciones que comprometen la capacidad de la logística humanitaria ante emergencias. La imagen 3.7 plasma los tres refugios existentes (punteros verdes), distribuidos en el municipio, los cuales abarcan dos de los tres segmentos definidos.

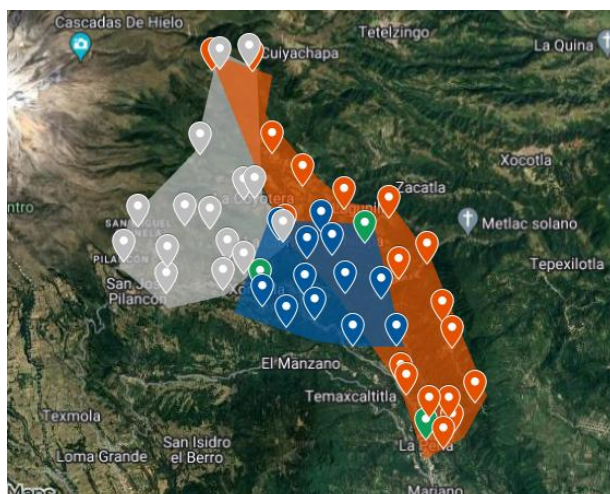


Imagen 3.7 Identificación de refugios

3.3.2 Aplicación del problema de P-mediana

Para establecer el proceso adecuado en el espacio geográfico de La Perla, que facilite la atención integral a las 44 localidades del municipio, se programó un modelo de P-mediana utilizando el software Lingo, el modelo matemático permite definir una localización y asignación óptima para la atención a las localidades y con ello mejorar la distribución de productos de ayuda necesarios para las personas afectadas por fenómenos naturales de tipo hidrometeorológico. El objetivo del modelo es minimizar la distancia el punto de saluda de la ayuda y las localidades que atiende, garantizando que estos puntos sean accesibles y estén estratégicamente ubicados para una respuesta rápida y eficiente, con lo que se logre mejorar la logística humanitaria ante situaciones de emergencia.

En la imagen 3.8 se muestra un fragmento de la programación realizada en el software Lingo, donde se visualizan algunas de las variables integradas en el modelo, incluyendo la cantidad de variables (44 localidades) y factor principal a considerar (distancias).

```

MODEL: !PROBLEMA DE P-MEDIANA PARA EL MUNICIPIO DE LA PERLA;
SETS:
CITY/1..44/;

ASIGNA(CITY,CITY):DISTANCIA,X;          !VARIABLES;
HUB(CITY):Y;                             !VARIABLES;
ENDSETS
DATA: !MATRIZ DE DISTANCIAS ENTRE LOCALIDADES;
DISTANCIA =
0      15.8  15.5  3.8   14.8  15.3  7.3   3.9   7.3   11.2  13   4.3  5.9   12.8  2.5   0.85  5.8   24.7  9.7   14.3  15.4  13.5  14.6  14.7
15.8  0      0.55  19.6  12.5  14.3  13.5  11.9  13.5  6.2   14.6  16.2  9.9   19.8  14.4  16.6  17.8  28.4  16.6  20   1.5   15.5  18.1  1.4
15.5  0.55  0      19.2  12.9  14.7  13.9  11.6  13.9  6.6   15.1  15.9  9.6   20.4  14.1  16.4  17.5  28.8  17.2  20.6  1.3   16.1  18.7  1.2
3.8   19.6  19.2  0      18.6  19   11   7.6   10.5  15   16.8  6.2   9.6   16.6  6.2  14.7  14.5  27.9  13.4  18   19.1  17.3  18.3  18.3
14.8  12.5  12.9  18.6  0      2.2  8.3   13.5  8.4   6.3   1.9   14.5  11.5  9.5   12.7  15.7  16   15.7  6.4   7.4   13.8  3.6   5.5   13.8
15.3  14.3  14.7  19   2.2  0      8.9   15.3  8.7   8.1   3.9   14.9  13.4  9.9   13.1  15.9  16.4  15.9  6.8   7.8   15.7  1.5   6   15.6
7.3   13.5  13.9  11   8.3  8.9  0      7.3   1.2  7.3   6.6  6.9  9.3   6.4  5.1  9.3  8.4   19.5  3.3  7.9  14.8  7.1  8.2  14.8
3.9   11.9  11.6  7.6   13.5  15.3  7.3  0      7.3   7.4  13   4.3  2   12.8  2.5  4.7  5.8  24.7  9.7  14.3  11.5  13.5  14.6  10.8
7.3   13.5  13.9  10.5  8.4   8.7  1.2  7.3  0      7.3   6.6  6.9  9.3  7   5.1  8   8.4  18.3  10.9  7.9  14.8  7.1  8.2  14.8
11.2  6.2   6.6  15   6.3  8.1   7.3  7.4  7.3  0      8.5  11.6  5.4  13.7  9.9  12.1  13.2  22.2  10.6  14   7.6  9.4  12.1  7.5
13   14.6  15.1  16.8  1.9  3.9  6.6  13   6.6  8.5  0      12.7  13.7  7.7  10.9  13.9  14.2  13.9  4.6  5.6  16   2.2  3.7  16
4.3   16.2  15.9  6.2  14.5  14.9  6.9  4.3  6.9  11.6  12.7  0      6.3  12.4  1.7  5.1  1.6  24.3  9.3  13.9  15.8  13.1  14.2  15.1
5.9  9.9  9.6  9.6  11.5  13.4  9.3  2   9.3  5.4  13.7  6.3  0      14.8  4.5  6.7  7.8  26.7  11.7  16.3  9.5  15.5  16.6  8.8
12.8  19.8  20.4  16.6  9.5  9.9  6.4  12.8  7   13.7  7.7  12.4  14.8  0      10.7  14.2  14   19.9  3.1  9   21.3  8.2  9.2  21.2
2.5  14.4  14.1  6.2  12.7  13.1  5.1  2.5  5.1  9.9  10.9  1.7  4.5  10.7  0      3.3  3.3  22.5  7.5  12.1  14   11.4  12.4  13.3
0.85  16.6  16.4  14.7  15.7  15.9  9.3  4.7  8   12.1  13.9  5.1  6.7  14.2  3.3  0      7.5  25.5  10.5  15.1  16.2  14.3  15.4  15.5
5.8   17.8  17.5  14.5  16   16.4  8.4  5.8  8.4  13.2  14.2  1.6  7.8  14   3.3  7.5  0      25.9  10.8  15.5  17.4  14.7  15.7  16.6
ENDDATA

MIN=@SUM(ASIGNA:X*DISTANCIA);          !FUNCION OBJETIVO;
@FOR(CITY(J):@SUM(CITY(I):X(I,J))=1);  !PRIMERAS RESTRICCIONES;
@SUM(HUB(I):Y(I))=4;                  !SEGUNDA RESTRICCION;

@FOR(CITY(I):@SUM(CITY(J):X(I,J))<= 44*Y(I)); !TERCERAS RESTRICCIONES;
@FOR(ASIGNA:@BIN(X));                 !RESTRICCIONES BINARIAS;
@FOR(HUB:@BIN(Y));                     !RESTRICCIONES BINARIAS;
END

```

Imagen 3.8 Programación de Lingo

3.3.2.1 Distribución con refugios actuales

Con el objetivo de obtener una distribución detallada y precisa de la cobertura que ofrecen los tres refugios existentes, el modelo de datos que se introduce en el software Lingo, se limita exclusivamente a la información que se revele de los refugios instituidos, que se encuentran ubicados en Chilapa, La Perla y Xometla, y al ingresar los datos específicos, el software proporciona los resultados de distribución y cobertura, que se plasman en la tabla número 3.7.

Tabla 3.7 Distribución de refugios actuales

Chilapa	La Perla	Xometla
Chilapilla	Barrio de San Lorenzo	Agua Escondida
Cumbre del Español	Barrio de San Miguel	Barrio los Abeles
El Cebadal	La Golondrina	Ciénega
El Minero	Los Fresnos	Cruz de Chocamán
La Chivarra	Macuilácatl Chico	Cruz Grande
La Coyotera	Macuilácatl Grande	El Comal
La Lagunilla	San Martín	El Lindero
La Mata	Tejocote	El Paso
Metlac	Tuzantla	El Salto

Hernández		
Metlac Solano	Yerbabuena	Galicia
Potrero Nuevo	Zapote	Las Trincheras
Rancho Nuevo		Magueyes
		Papalotla
		Rancho Viejo
		San Miguel Chinela
		San Miguel Pilancón
		Villa Hermosa

La información, al ser representada en el mapa, se visualiza de manera clara y estructurada, permitiendo identificar las relaciones espaciales entre la distribución y asignación y los polígonos identificados, lo que facilita el análisis y la comprensión de los datos geográficos. En la imagen 3.9 se observa el refugio de Chilapa (puntero en color amarillo) y las localidades que atenderá, todas estas localidades y el refugio se encuentran dentro los 3 polígonos, por lo tanto, se comprende que este refugio deberá contener artículos para la mitigación de los 3 fenómenos hidrometeorológicos analizados.

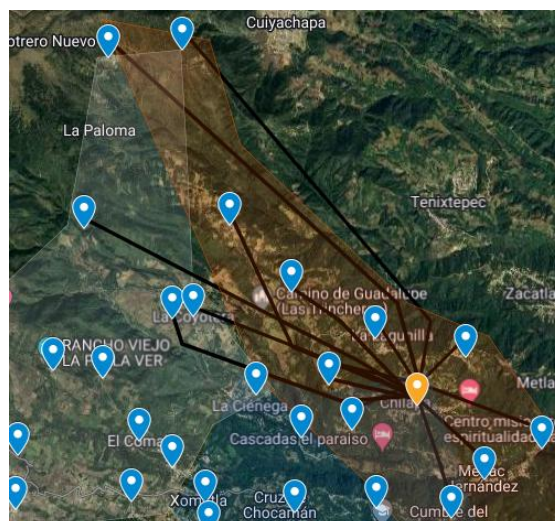


Imagen 3.9 Distribución de refugio Chilapa

En la imagen 3.10 se visualizan las localidades que atenderá el refugio de Xometla (puntero rojo) y los dos principales polígonos en que se encuentran, de manera que el refugio

concentre un inventario para la mitigación de heladas y deslaves por precipitación en un 50% cada uno.

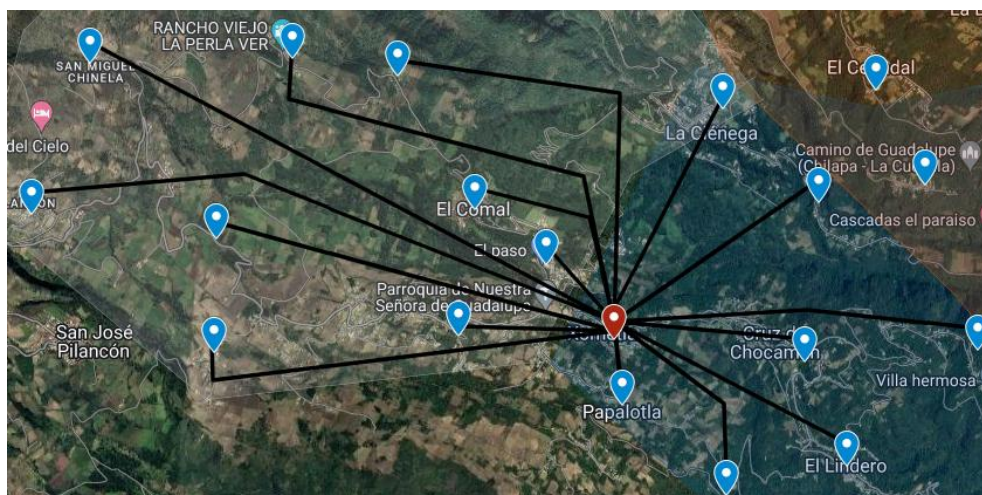


Imagen 3.10 Distribución del refugio Xometla

Finalmente, en la imagen 3.11 se plasma al refugio de La Perla (puntero en color verde), considerando su distribución y atención a las localidades asignadas, se observa que se encuentran principalmente dentro del polígono de incendios y únicamente en la atención a dos localidades en el fenómeno de deslaves por precipitación, así que este refugio tendrá artículos para incendios casi en su 100%.

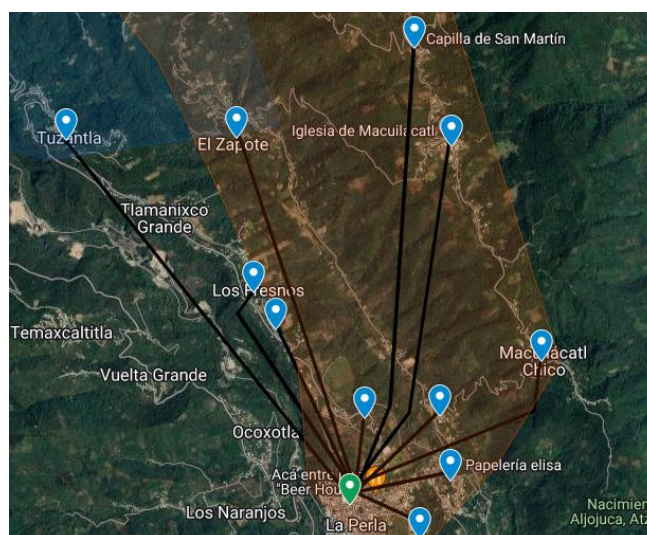


Imagen 3.11 Distribución del refugio La Perla

Esta representación se comprende como el proceso que actualmente debería ser

implementado para la distribución de ayuda humanitaria a las comunidades cuando se hacen presentes los fenómenos hidrometeorológicos. Este enfoque permite identificar de manera eficiente las áreas que debe asistir cada refugio y considerar las necesidades específicas de cada comunidad, en cuanto a cantidad y tipo de artículos, pues lo que se busca es asegurar que los recursos lleguen a quienes más lo requieren, garantizando así el fortalecimiento de la logística humanitaria a través de una respuesta efectiva ante situaciones de emergencia y con ello poder minimizar el impacto de estos fenómenos en la población vulnerable.

3.3.2.2 Implementación de un nuevo refugio

Las autoridades de La Perla contemplan en su Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025 la posibilidad de establecer un cuarto refugio para el año 2025 con el fin de ampliar la cobertura de ayuda humanitaria durante emergencias, por lo tanto, en el modelado del software se solicitó la inclusión de una ubicación adicional para refugio, además de las tres ya establecidas, en donde se indicó que la comunidad de Las Trincheras sería el lugar más adecuado, considerando únicamente las distancias; sin embargo, se indica que su infraestructura no es la indicada y que la localidad más cercana que reúne las condiciones óptimas es Ciénega. La imagen 3.12 muestra la geolocalización de las dos localidades dentro del municipio, Las Trincheras con puntero color amarillo y Ciénega con puntero color café.

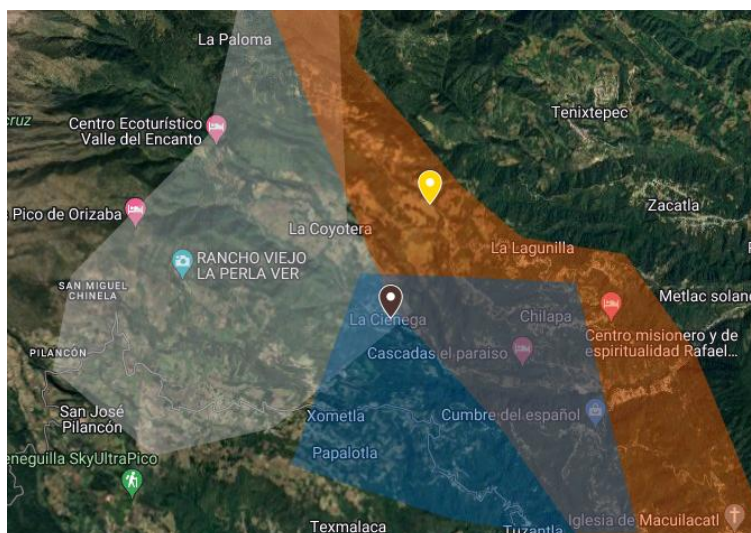


Imagen 3.12 Geolocalización de Las Trincheras y Ciénega

Bajo esta consideración y para evaluar el impacto en la distribución con la incorporación del refugio de Ciénega, se realizó el modelado en el software en donde se incluye la distribución

de la asignación en los tres refugios ya existentes y la proyección de cobertura con el nuevo refugio planeado. Este análisis permite visualizar cómo se redistribuirían los recursos y se mejorara la ayuda en cada comunidad, facilitando una planificación más eficiente de la logística humanitaria ante los fenómenos hidrometeorológicos; esta información representada en la tabla 3.8.

Tabla 3.8 Distribución con refugio en Ciénega

Chilapa	Ciénega	La Perla	Xometla
Chilapilla	Cruz Grande	Barrio de San Lorenzo	Agua Escondida
Cumbre del Español	El Minero	Barrio de San Miguel	Barrio los Abeles
El Cebadal	La Coyotera	La Golondrina	Cruz de Chocamán
La Chivarra	Rancho Nuevo	Los Fresnos	El Comal
La Cuchilla		Macuilácatl Chico	El Lindero
La Lagunilla		Macuilácatl Grande	El Paso
La Mata		San Martín	El Salto
Metlac Hernández		Tejocote	Galicia
Metlac Solano		Tuzantla	Magueyes
Potrero Nuevo		Yerbabuena	Papalotla
Las Trincheras		Zapote	Rancho Viejo
			San Miguel Chinela
			San Miguel Pilancón
			Villa Hermosa

Información que al plasmarse en el mapa del municipio muestra el siguiente comportamiento para el refugio de Chilapa con el puntero color amarillo (imagen 3.13).

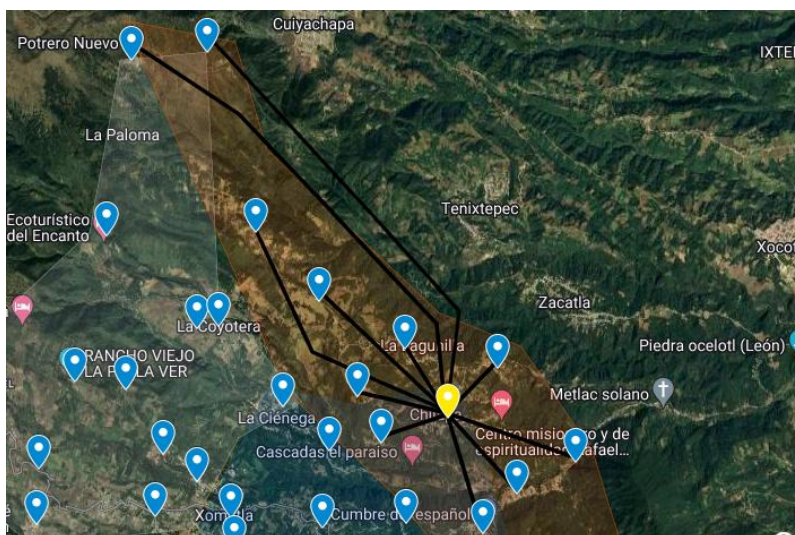


Imagen 3.13 Nueva distribución refugio Chilapa

El refugio de Ciénega se encuentra identificado en el mapa mediante un marcador de color café, claramente visible en la imagen número 3.14. Este elemento gráfico destaca su ubicación precisa dentro del área de municipio y permite una mejor comprensión de su relación con los otros refugios.

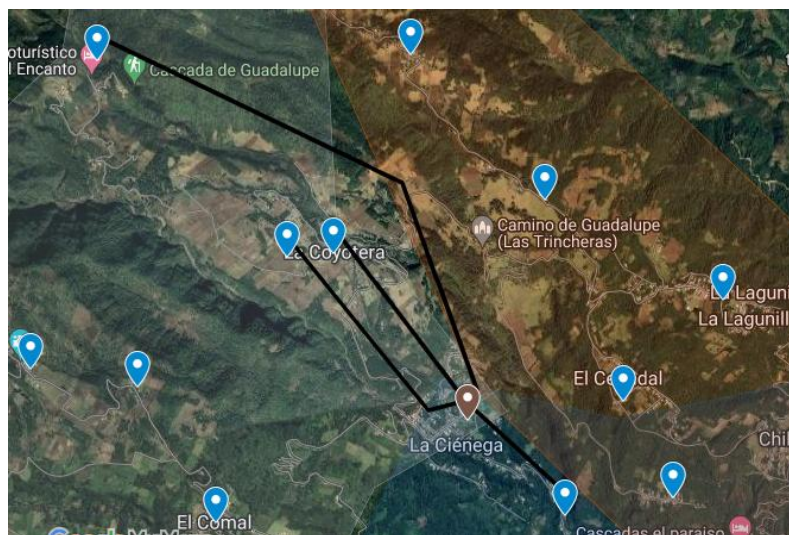


Imagen 3.14 Distribución refugio Ciénega

El refugio de La Perla conserva la distribución establecida en el apartado "3.3.2.1 *Distribución con refugios actuales*", asegurando la continuidad en la cobertura y atención de las localidades asignadas. Por su parte, el refugio de Xometla experimenta una

reducción en la asignación, pasando de 17 localidades a solo 14, tal como se muestra en la imagen número 3.15.

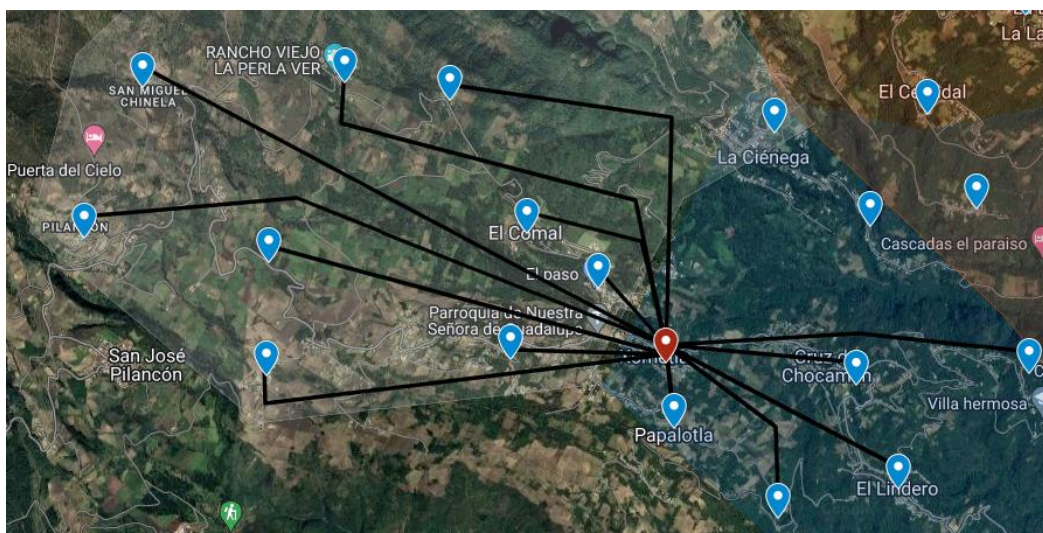


Imagen 3.15 Nueva distribución refugio Xometla

La implementación de un nuevo refugio representa un ajuste estratégico en la planificación, asignación y distribución de recursos, diseñado no solo para optimizar la capacidad de respuesta ante emergencias, sino también para garantizar un servicio más eficiente en las áreas que permanecen bajo su cobertura. Este enfoque busca fortalecer la planeación de la atención y respuesta a fenómenos hidrometeorológicos, al reducir tiempos de traslado, facilitar el acceso a comunidades vulnerables y mejorar la coordinación logística en situaciones de crisis.

Este nuevo refugio no solo amplía la red de apoyo, sino que también contribuye a una distribución más equitativa de los recursos, asegurando que las comunidades en situación de riesgo reciban la atención necesaria; al integrar este refugio en el sistema existente, se refuerza la capacidad de gestión, permitiendo una respuesta más ágil y efectiva frente a los fenómenos, alineándose con las mejores prácticas en materia de gestión del riesgo de desastres, lo que a largo plazo se traduce en una reducción de las pérdidas humanas, materiales y económicas asociadas a estos eventos.

3.3.2.3 Localización de puntos centrales por segmento

Considerando las especificaciones de cada segmento identificado, se han determinado puntos centrales estratégicos en los segmentos a través del software Lingo, estos puntos tienen como propósito desempeñar diversas funciones cruciales para el reforzamiento de la logística humanitaria, tales las que se plasman a continuación.

- Operar como centros de acopio temporales para el almacenamiento y gestión eficiente de recursos.
- Servir como puntos de recepción de víveres, herramientas y suministros esenciales.
- Llevar a cabo capacitaciones dirigidas a la población civil, enfocadas a fortalecer la prevención y preparación ante los impactos potenciales de fenómenos hidrometeorológicos
- Promover una mayor resiliencia comunitaria frente a emergencias naturales.

En el segmento correspondiente a incendios, se ha identificado como punto estratégico central la comunidad de Cumbre del Español, sitio que ha sido localizado de forma estratégica. La representación de esta selección se muestra en la imagen 3.16, donde se evidencia su ubicación dentro del segmento con un puntero color morado.

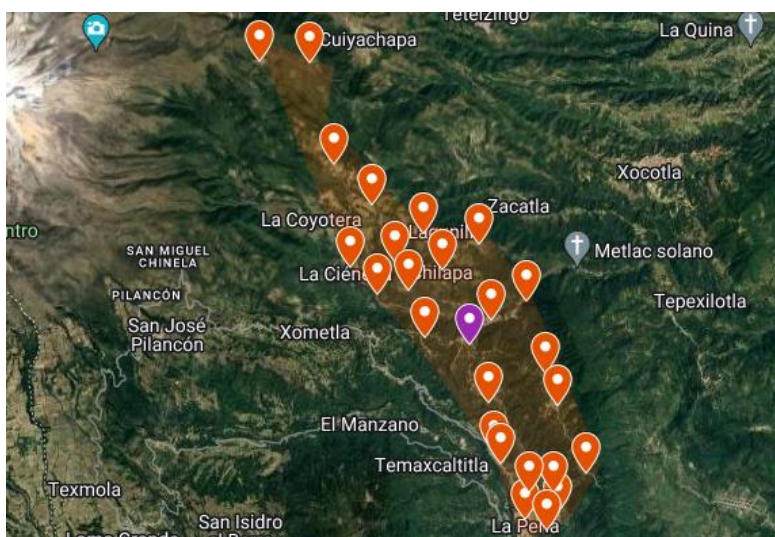


Imagen 3.16 Punto central segmento incendios

Dentro del segmento afectado por heladas, el punto central de este grupo de localidades, se destaca El Paso, sitio estratégico central identificado por el software Lingo. La localidad de El Paso ha sido geolocalizada específicamente en la imagen 3.17 con un puntero color rosa, la cual ofrece un panorama visual que facilita la identificación de su posición exacta.



Imagen 3.17 Punto central segmento heladas

En el segmento afectado por deslaves por el aumento en la precipitación, se ha determinado que la comunidad de Xometla es el punto estratégico central, ubicación identificada mediante el uso Lingo y cuenta con un refugio ya establecido. Su localización se presenta en la imagen 3.18, donde se señala su posición dentro del segmento mediante un puntero de color negro.

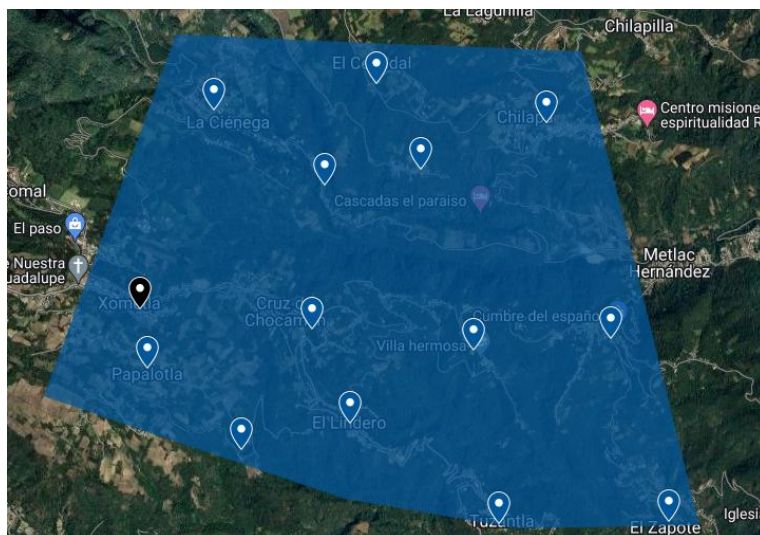


Imagen 3.18 Punto central segmento deslaves por precipitación

3.3.3 Aplicación de simulación

La aplicación de la simulación permitió analizar el comportamiento del crecimiento poblacional en los distintos grupos de localidades que serán atendidas por alguno de los tres refugios establecidos en el municipio, este análisis resultó clave para anticipar la demanda logística de los refugios en situaciones de emergencia. La asignación de localidades a cada refugio se realizó considerando los criterios problema de la P-mediana, la distribución resultante de esta asignación se presenta en la sección “*Distribución con refugios actuales*”, la cual ofrece una representación del alcance territorial de cada refugio.

3.3.3.1 Población a atender por refugio Chilapa

Para llevar a cabo la simulación, el primer paso consistió en determinar el número total de habitantes de las localidades que serán atendidas por los tres refugios previamente establecidos, esta información fue esencial para estructurar los datos iniciales y permitió establecer un punto de partida confiable para el análisis, el número de habitantes fueron consultados en el Plan de desarrollo municipal (COPLADEMUN, 2022). La población actual de las localidades a atender por el refugio de Chilapa se plasma en la tabla 3.9 en donde se visualiza 6,891 habitantes a atender.

Tabla 3.9 Población refugio Chilapa

Refugio Chilapa	Población
Chilapa	1736
Chilapilla	472
Cumbre del Español	718
El Cebadal	242
El Minero	92
La Chivarra	58
La Coyotera	147
La Lagunilla	947
La Mata	121
Metlac Hernández	1220
Metlac Solano	706
Potrero Nuevo	190
Rancho Nuevo	242
Población total	6891

3.3.3.2 Población a atender por refugio Xometla

La consulta en el Plan de desarrollo municipal (COPLADEMUN, 2022) para determinar el número de habitantes de las localidades que serán atendidas por el refugio de Xometla permitió establecer un punto de partida para el análisis de la simulación, la población actual se plasma en la tabla 3.10, visualizando que 8,709 pobladores deberán ser atendidos por este refugio.

Tabla 3.10 Población refugio Xometla

Refugio Xometla	Población
Xometla	742
Agua Escondida	972
Barrio los Abeles	109
Ciénega	1251
Cruz de Chocamán	1064
Cruz Grande	292
El Comal	239
El Lindero	682
El Paso	766
El Salto	94
Galicia	69
Las Trincheras	124
Magueyes	57
Papalotla	859
Rancho Viejo	67
San Miguel Chinela	156
San Miguel Pilancón	392

Villa Hermosa	774
Población total	8709

3.3.3.3 Población a atender por refugio La Perla

El Plan de desarrollo municipal (COPLADEMUN, 2022) en la consulta por determinar la población que deberá ser atendida por el refugio de La Perla, muestra que este requiere infraestructura para atender a 12,117 personas, información que se muestra en la tabla 3.11.

Tabla 3.11 Población refugio La Perla

Refugio La Perla	Población
La Perla	4627
Barrio de San Lorenzo	448
Barrio de San Miguel	1216
La Golondrina	638
Los Fresnos	756
Macuilácatl Chico	407
Macuilácatl Grande	854
San Martín	208
Tejocote	613
Tuzantla	1034
Yerbabuena	196
Zapote	1120
Población total	12117

3.3.3.4 Diseño de diagrama causal

El diagrama causal fue desarrollado utilizando el software Vensim, con el objetivo de analizar el crecimiento poblacional y los factores que inciden en su disminución, en el modelo se consideró como factor principal de incremento los nacimientos, y dos factores que reducen la población, la migración y las defunciones. Esta representación permitió visualizar las relaciones dinámicas entre las variables, facilitando la comprensión del comportamiento sistémico de la población a lo largo del tiempo, el diagrama se muestra en la imagen 3.19.

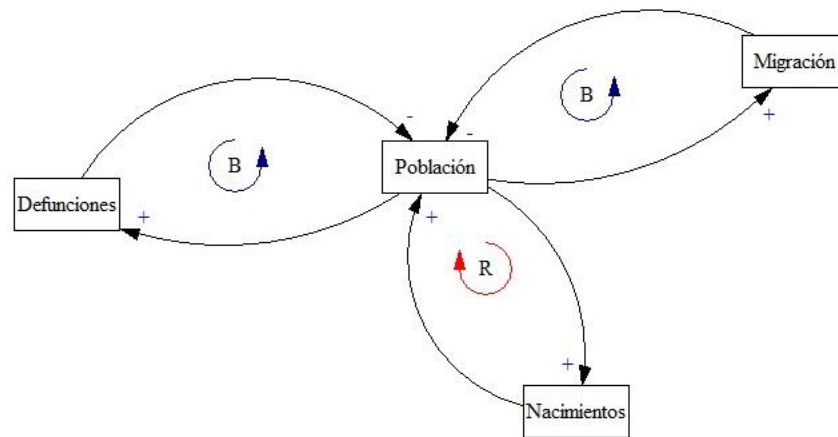


Imagen 3.19 Diagrama causal

El uso del software Vensim resultó especialmente útil para identificar bucles de retroalimentación y posibles puntos de intervención que inciden en la dinámica poblacional, en el modelo se observaron dos bucles de balanceo asociados a las variables de defunciones y migración, los cuales actúan como mecanismos que tienden a reducir el tamaño de la población. Por otro lado, se identificó un bucle de retroalimentación positiva vinculado a los nacimientos, el cual contribuye al crecimiento poblacional, lo que permite comprender cómo las interacciones entre estos factores influyen en la evolución demográfica a lo largo del tiempo.

3.3.3.5 Diagrama de Forrester

A partir de la estructura definida en el diagrama causal, se procedió al desarrollo del diagrama de Forrester, también conocido como diagrama de niveles, este modelo permitió

operacionalizar las relaciones cualitativas previamente identificadas, transformándolas en una representación cuantitativa del sistema poblacional de cada uno de los refugios. Esta modelación facilitó la simulación del comportamiento dinámico de la población a lo largo del tiempo, permitiendo analizar el crecimiento en 5 años, partiendo del inicio del estudio (año 2024) lo que permite evaluar la capacidad de atención, el diagrama base utilizado para los tres refugios se plasma en la imagen 3.20.

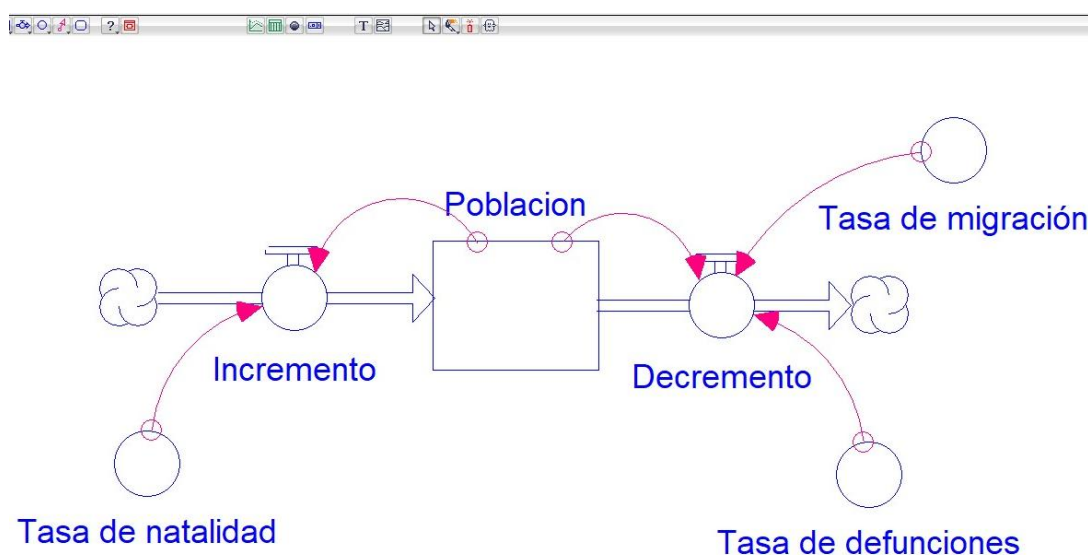


Imagen 3.20 Diagrama de Forrester

Dentro de este análisis es considerada una tasa de natalidad del 15% acorde a lo registrado en la Estadística De Nacimientos Registrados (ENR 2023), una tasa de defunciones del 6% considerando lo establecido en la Estadística De Defunciones Registradas (EDR 2023) y una tasa de migración del 8% conforme a lo registrado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023)

3.3.3.6 Resultados de la simulación

Se ha obtenido como resultado de la simulación para las localidades que atiende el refugio de **Chilapa** que la población que se requerirá atender para el año 2029 será de 7,315 personas, 424 más que el número de habitantes actuales, en la imagen 3.21 se aprecia el crecimiento de la población a través de un gráfico lineal y una tabla que plasma cada año analizado, la población que concentrara ese año, el incremento y el decremento de la misma.

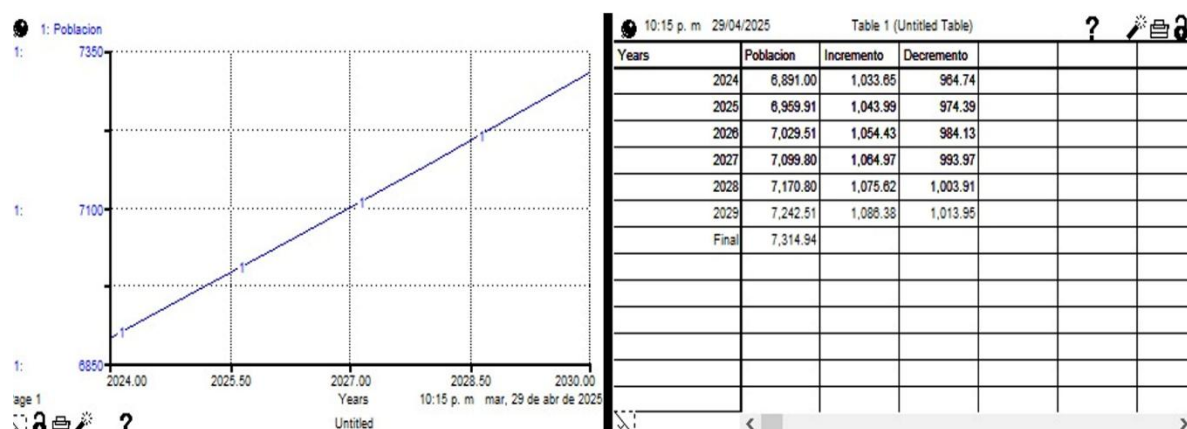


Imagen 3.21 Resultados de la simulación en refugio Chilapa

El resultado que se obtuvo al simular el crecimiento de la población que será atendida por el refugio de **Xometla** presenta que el número de pobladores se eleva con 536 habitantes, alcanzando para el 2029 los 9,245 habitantes que requerirán atención de este refugio. La imagen 3.22 representa el crecimiento de la población a través del gráfico lineal y una tabla, mostrando el número de habitantes por año.

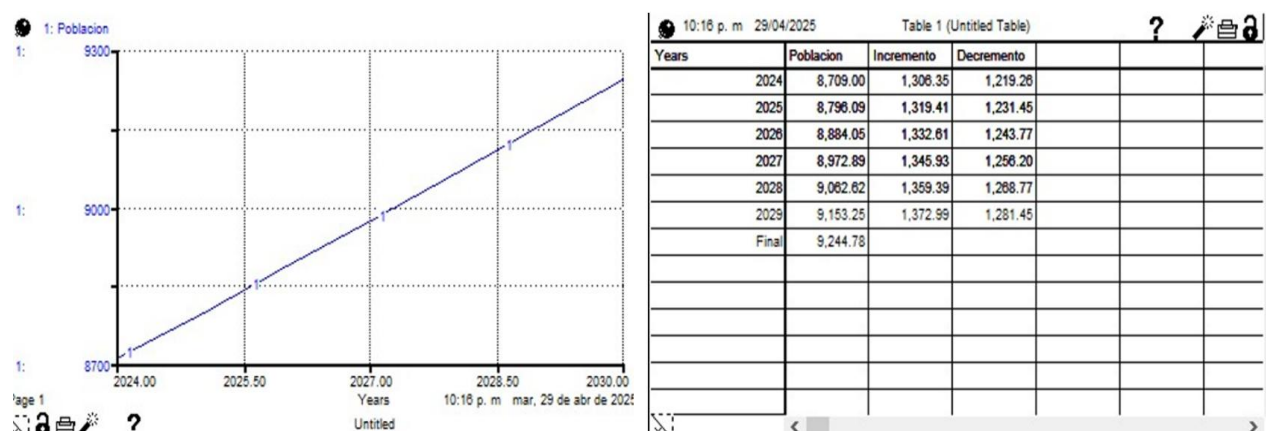


Imagen 3.22 Resultados de la simulación en refugio Xometla

Finalmente, el crecimiento de la población atendida por el refugio de **La Perla** representado en la simulación muestra que se requerirá atender a 746 habitantes de los actuales, alcanzando para el año 2029 los 12,863 pobladores en las localidades designadas a

atención por este refugio, el resultado obtenido por el software se presenta en la imagen 3.23 a través de un gráfico y la tabla que muestra el crecimiento.

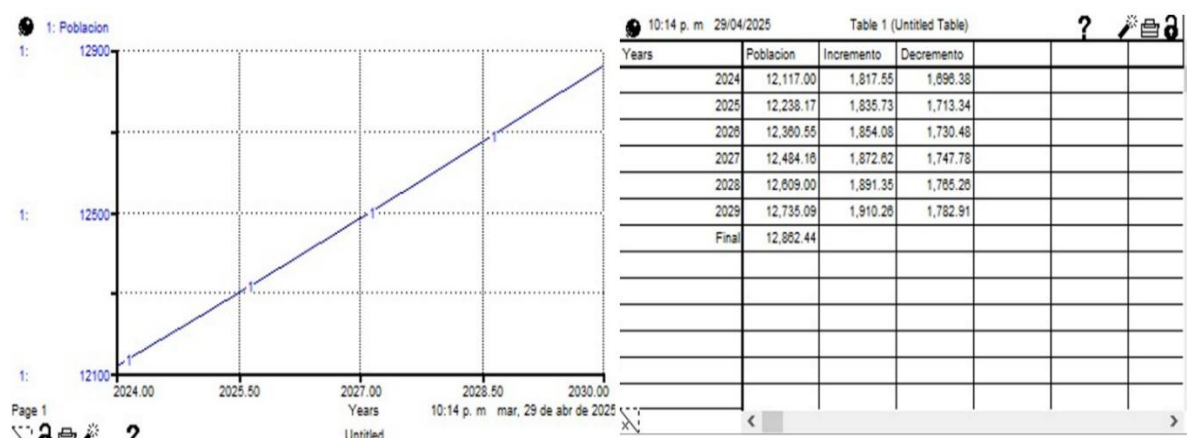


Imagen 3.23 Resultados de la simulación en refugio La Perla

3.4 Validar

Como parte del proceso de validación del modelo, se analizaron las condiciones actuales de las vías de comunicación del municipio, con el fin de evaluar la viabilidad operativa de aplicar los resultados obtenidos en la resolución del problema de la P-mediana. Paralelamente, se realizó un levantamiento de información sobre los recursos disponibles en el departamento de protección civil, referente a herramientas y equipos, asimismo, se obtuvieron las dimensiones físicas de los tres refugios establecidos, datos fundamentales para estimar su capacidad de atención y planificar su uso adecuado durante situaciones de emergencia, así como el uso acorde a la proyección de crecimiento de la población dado en la simulación.

3.4.1 Vías de acceso disponibles

Para la validación y evaluación de las vías de acceso con las que dispone el municipio, se obtiene por parte del departamento de Protección Civil, un mapa en el cual se representa la distribución de los accesos viales existentes, esta imagen permite visualizar la división territorial en dos rutas de conexión (Ruta 1 y Ruta 2), que estructuran la movilidad entre la cabecera municipal y las distintas localidades, información es considerada para conocer las rutas correctas a recorrer.

En la imagen 3.24 se observa que la Ruta 1 parte desde la cabecera municipal y se extiende hasta las comunidades de San Miguel Chinela y Rancho Viejo, abarcando una serie de localidades intermedias, como Barrio los Abeles y Tuzantla, que dependen de esta vía para su comunicación y evacuación en caso de emergencia. La Ruta 2 también tiene su origen en la cabecera municipal y se dirige hacia la localidad de La Chivarra, sirviendo como eje de acceso para la sección territorial de lado derecho, esta división geográfica responde a las condiciones topográficas del municipio, brindando conexión al resto de las localidades que se encuentran en esta área.

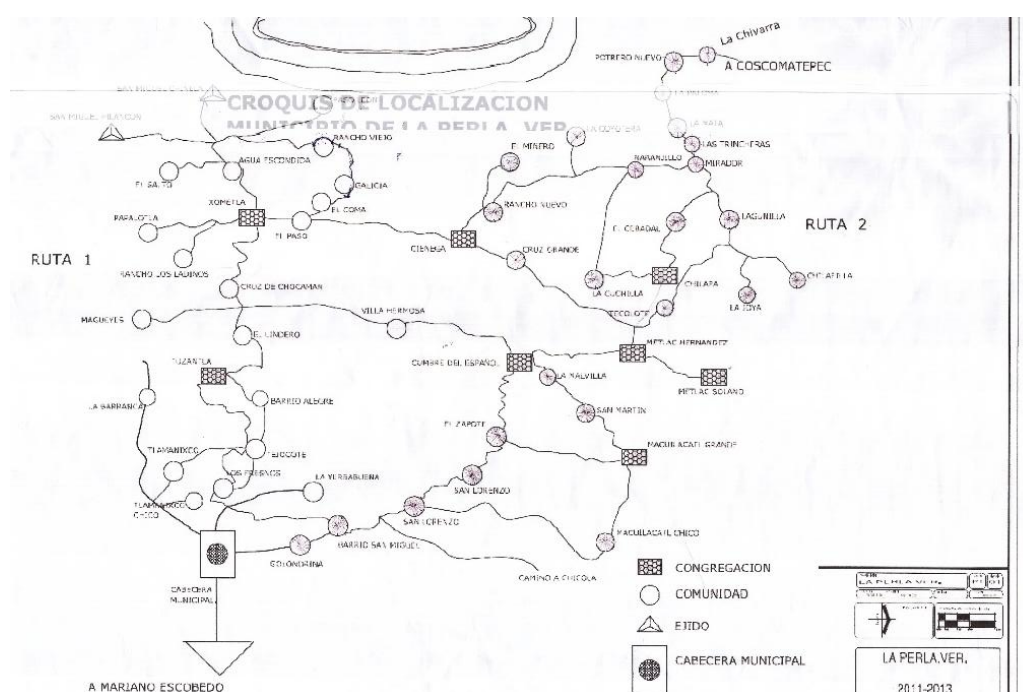


Imagen 3.24 Mapa de rutas

3.4.1.1 Evaluación de infraestructura de transporte

La segunda validación para las vías de acceso es la condición en la que se encuentran las rutas de transporte, pues a simple vista puede observar una limitación crítica para la movilidad cotidiana de la población, pero sobre todo para la efectividad de las acciones de respuesta ante emergencias, ya que dificulta el acceso oportuno de los equipos de atención, la distribución de insumos y la evacuación segura de la población en situación de riesgo, siendo esto un desafío logístico constante para la planificación de acciones humanitarias, especialmente en contextos donde se requiere rapidez y precisión en la intervención.

La evaluación del estado de la infraestructura de transporte en el municipio se lleva a cabo mediante la consulta del Compendio de Información Geográfica Municipal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). A partir de esta fuente, se identificó que aproximadamente el 80% de los accesos a las localidades se realiza a través de caminos rurales y brechas (imagen 3.25), lo que pone en evidencia una alta dependencia de vías no pavimentadas y con espacios reducidos.



Imagen 3.25 infraestructura de transporte

3.4.2 Dimensiones de refugios

Es fundamental contar con información precisa sobre las dimensiones físicas de cada uno de los refugios establecidos en el municipio, ya que esta información va a permitir la validación y evaluación de la capacidad con la que cuentan para brindar albergue a la población en caso de emergencia, así como planificar de manera adecuada la distribución de los espacios para áreas comunes, logística de atención y almacenamiento, en la tabla 3.12 se presenta el detalle de las dimensiones.

Tabla 3.32 Dimensiones de refugios

Refugio	Dimensiones	Área (m²)
La Perla	52m x 31m	1,612
Xometla	35m x 35m	1,225

Chilapa	42m x 30m	1,260
----------------	-----------	-------

3.4.3 Recursos materiales disponibles

Para enfrentar de manera efectiva los fenómenos hidrometeorológicos, es fundamental también, que las autoridades dispongan de herramientas y productos técnicos diseñados específicamente para atender a cada uno de los fenómenos que afectan al municipio, debido a que la adecuada planificación y gestión de estos recursos permite una respuesta oportuna y eficiente ante situaciones de emergencia, minimizando los riesgos para la población, reduciendo los daños materiales y ambientales.

Es por ello que se hace el reconocimiento y validación de las herramientas y recursos con los que actualmente cuentan las autoridades para hacer frente a estas emergencias y se plasma en la tabla 3.13.

Tabla 3.13 Recursos materiales disponibles

No.	Herramienta
2	Camillas
4	Collares cervicales
3	Mochila/Botiquín primeros auxilios
10	Radios portátiles
3	Linternas de mano
6	Casco
6	Gafas de seguridad
6	Guantes
5	Hachas
50	Machetes
5	Rastrillos
1	Cintas delimitadoras

4	Extintores de incendios
2	Motosierra
2	Pulidoras
50	Azadón
1	Antorcha de goteo
5	Abate fuego
2	Mochilas aspersor
5	Mcleod

3.4.4 Validación de los modelos de simulación

La validación de los modelos de simulación se realizó a través de la implementación de la prueba T pareada, que permite determinar si la diferencia promedio entre los datos reales (históricos) y los que brinda el modelo de simulación (Stella) son estadísticamente viables, debido a que esta prueba precisión y sensibilidad al momento de detectar diferencias, lo que la convierte en una herramienta adecuada para validar modelos y contrastar hipótesis en estudios de simulación.

3.4.4.1 Validación refugio Chilapa

La tabla 3.14 presenta los resultados obtenidos en la evaluación del Refugio Chilapa, comparando los datos reales (X_i) con las estimaciones generadas por el modelo de simulación (Y_j) en diez escenarios distintos, con el fin de cuantificar el sesgo puntual entre el valor real y el simulado.

Tabla 3.4 Validación refugio Chilapa

Refugio Chilapa				
Escenario	X_j real	Y_j modelo	$Z_j = X_j - Y_j$	$(Z_j - Z_m)^2$
1	6,850	6,891	-41	2,460
2	6,911	6,874	37	807

3	7,102	7,114	-12	424
4	7,155	7,136	19	108
5	7,124	6,906	218	43,848
6	7,004	7,059	-55	4,045
7	7,042	7,036	6	7
8	7,059	6,978	81	5,242
9	6,928	7,003	-75	6,989
10	7,037	7,129	-92	10,120

Estos datos permiten analizar si las diferencias observadas entre los valores reales y los del modelo son estadísticamente significativas; obteniendo como primera parte el promedio de las diferencias ($Z_j = X_j - Y_j$) en los datos reales y modelados, la suma de la desviación $(Z_j - Z_m)^2$ de cada diferencia respecto al promedio de las diferencias y la varianza obtenida refleja el grado de dispersión de las diferencias (Z_j) respecto a su media, obteniendo como resultado lo que se plasma en la tabla 3.15.

Tabla 3.5 Valores refugio Chilapa

PROMEDIO:	8.60	SUMA:	74,050	VARIANZA:	823
------------------	------	--------------	--------	------------------	-----

Para el contraste estadístico, se empleó un valor crítico de T Student con un nivel de confianza del 95%, equivalente a 1.8331, este valor se utiliza para determinar si la media de las diferencias es significativamente distinta de cero. En esta primera validación se obtiene un intervalo de confianza de **-43.98 y 61.18**, en donde se incluye el valor cero y se considera que el modelo de simulación reproduce los valores sin un sesgo sistemático relevante, dentro del margen de error permitido por los datos, validando así la precisión del modelo de simulación.

3.4.4.2 Validación refugio Xometla

En la tabla 3.16 se muestran los resultados de la evaluación del Refugio Xometla, en la que se contrastan los datos reales (X_j) con las estimaciones del modelo de simulación (Y_j)

a lo largo de diez escenarios, con el propósito de medir el sesgo puntual entre los valores observados y los simulados.

Tabla 3.6 Validación refugio Xometla

Refugio Xometla				
Escenario	X_j real	Y_j modelo	$Z_j = X_j - Y_j$	$(Z_j - Z_m)^2$
1	8,700	8,709	-9	310
2	8,765	8,746	19	108
3	8,978	8,911	67	3,411
4	9,037	8,923	114	11,109
5	9,006	8,871	135	15,977
6	8,731	8,975	-244	63,807
7	8,927	8,746	181	29,722
8	8,940	8,794	146	18,879
9	8,709	8,902	-193	40,643
10	8,920	8,958	-38	2,172

Datos que permiten determinar si las diferencias entre los valores reales y los estimados por el modelo resultan estadísticamente significativos. En una primera etapa, se calcula el promedio de las diferencias ($Z_j = X_j - Y_j$) entre ambos conjuntos de datos; posteriormente, se obtiene la suma de la desviación $(Z_j - Z_m)^2$ de cada diferencia con respecto a ese promedio y la varianza resultante refleja el grado de dispersión de las diferencias (Z_j) en torno a su media. Los resultados de este proceso se presentan en la tabla 3.17.

Tabla 3.7 Valores refugio Xometla

PROMEDIO:	17.80	SUMA:	186,136	VARIANZA:	2,068
------------------	-------	--------------	---------	------------------	-------

Igualmente, en este análisis estadístico se aplica la T de Student con un valor crítico de 1.8331 correspondiente a un nivel de confianza del 95%, valor que permitió evaluar si la media de los datos difiere significativamente de cero. En esta segunda validación, el intervalo de confianza calculado fue de **-65.56 a 101.16**, el cual incluye el valor cero, lo que indica que este modelo de simulación también reproduce los datos sin presentar un sesgo sistemático significativo y confirma que, dentro del margen de error aceptable, el modelo mantiene una adecuada precisión.

3.4.4.2 Validación refugio La Perla

La tabla 3.18 presenta los resultados de la evaluación del Refugio La Perla, comparando valores reales representados en la columna X_j con las proyecciones generadas por el modelo de simulación presente en la columna Y_j considerando diez escenarios, con el objetivo de cuantificar el sesgo puntual entre los datos observados y los estimados.

Tabla 3.8 Validación refugio La Perla

Refugio La Perla				
Escenario	X_j real	Y_j modelo	$Z_j = X_j - Y_j$	$(Z_j - Z_m)^2$
1	12,100	12,117	-17	655
2	12,163	12,123	40	986
3	12,382	12,388	-6	213
4	12,449	12,432	17	71
5	12,418	12,396	22	180
6	12,295	12,436	-141	22,380
7	12,339	12,132	207	39,363
8	12,356	12,170	186	31,471
9	12,103	12,271	-168	31,188
10	12,325	12,323	2	44

Estos datos permiten evaluar si las diferencias entre los valores reales y los estimados por el modelo son estadísticamente significativas, en primer lugar, se determina el promedio de las diferencias ($Z_j = X_j - Y_j$) entre ambos conjuntos; posteriormente, se calcula la suma de las desviaciones que se presentan en la columna de $(Z_j - Z_m)^2$ y finalmente la varianza obtenida indica el grado de dispersión de las diferencias (Z_j) en torno a su media, los resultados de este análisis son mostrados en la tabla 3.19.

Tabla 3.9 Valores refugio La Perla

PROMEDIO:	14.20	SUMA:	126,549	VARIANZA:	1,406
------------------	-------	--------------	---------	------------------	-------

De igual forma, en este análisis estadístico se empleó la prueba T de Student, utilizando un valor crítico de 1.8331 correspondiente a un nivel de confianza del 95% y este valor permitió determinar si la media de los datos difiere de cero. Esta última validación arrojó un intervalo de confianza de **-54.53 a 82.93**, el cual incluye el valor cero, lo que indica que este modelo de simulación reproduce los datos sin evidenciar un sesgo relevante y esto confirma que, dentro del margen de error permitido, el modelo conserva un nivel de precisión adecuado.

3.5 Analizar los datos de salida

En el análisis de datos de salida se conjuga la distribución de atención de cada refugio brindada por Lingo y la condición de la infraestructura logística, para poder diseñar rutas específicas de traslado, mismas que tuvieron la validación por el director de protección civil. Así mismo se aplican ecuaciones de cubillaje para definir la capacidad de atención de cada refugio, con el fin de identificar si esta es suficiente para la población actual y para el número de habitantes proyectados a través de la simulación; finalmente son separadas las herramientas disponibles en el kit de herramientas para definir a que fenómeno serán destinadas y se plasma el kit de las herramientas faltantes.

3.5.1 Rutas de distribución de ayuda

La información obtenida por Lingo 17.0 es utilizada para el diseño de las rutas de evacuación; el objetivo de la programación en este software fue identificar qué localidades deben ser atendidas por los tres refugios existentes en el municipio, se toma en

consideración también, el mapa de las dos rutas principales (imagen mapa de rutas) y la infraestructura de transporte en el municipio (imagen Infraestructura de transporte) de la sección “*Vías de acceso disponibles*”, para poder hacer la integración con los caminos de acceso considerados funcionales por el departamento de protección civil, asegurando su validez y pertinencia operativa.

3.5.1.1 Chilapa

Iniciando la distribución con la imagen 3.26 del refugio de Chilapa (puntero verde), ubicado en la parte superior derecha del municipio, que brinda atención a 14 localidades.

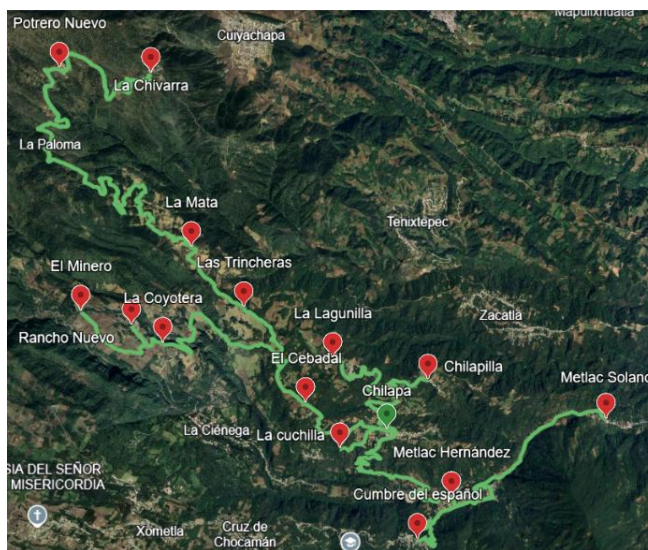


Imagen 3.26 Distribución refugio Chilapa

3.5.1.2 La Perla

Posteriormente, en la imagen 3.27 se presenta la distribución correspondiente al refugio ubicado en la cabecera municipal (puntero amarillo), situada en la localidad de La Perla y que brinda atención a 11 localidades.



Imagen 3. **Error! Utilice la pestaña Inicio para aplicar 0 al texto que desea que aparezca aquí.**²⁷
Distribución refugio La Perla

3.5.1.3 Xometla

Finalmente, en la imagen 3.28 se muestra la distribución del refugio de Xometla (puntero morado), el cual brinda atención a un total de 16 localidades dentro del municipio.

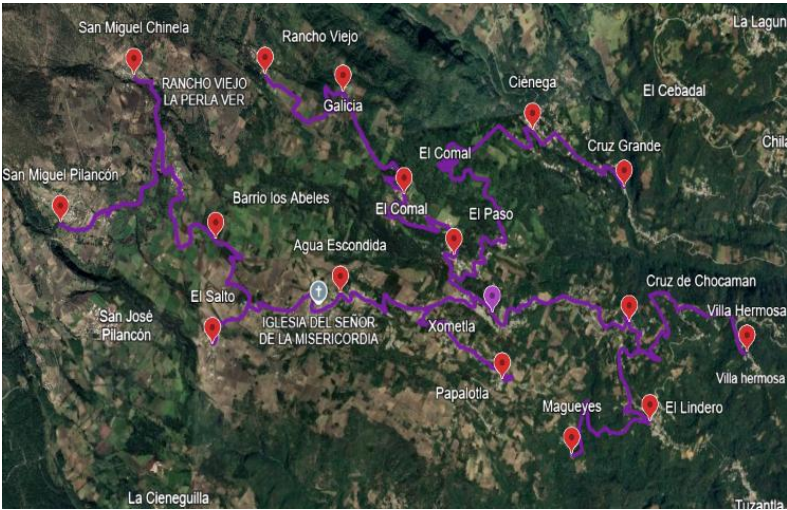


Imagen 3.28 Distribución refugio Xometla

Las distribuciones presentadas anteriormente fueron elaboradas mediante Google Earth y Google Earth Pro lo que permitió una representación geoespacial precisa de la cobertura de los refugios en el territorio municipal. Google Earth pro brinda la visibilidad de las condiciones de los caminos que fueron señalados en Google Earth (imagen 3.29) y como anexo II se plasman los archivos en formato KML de cada refugio con las respectivas rutas plasmadas dentro de este apartado.

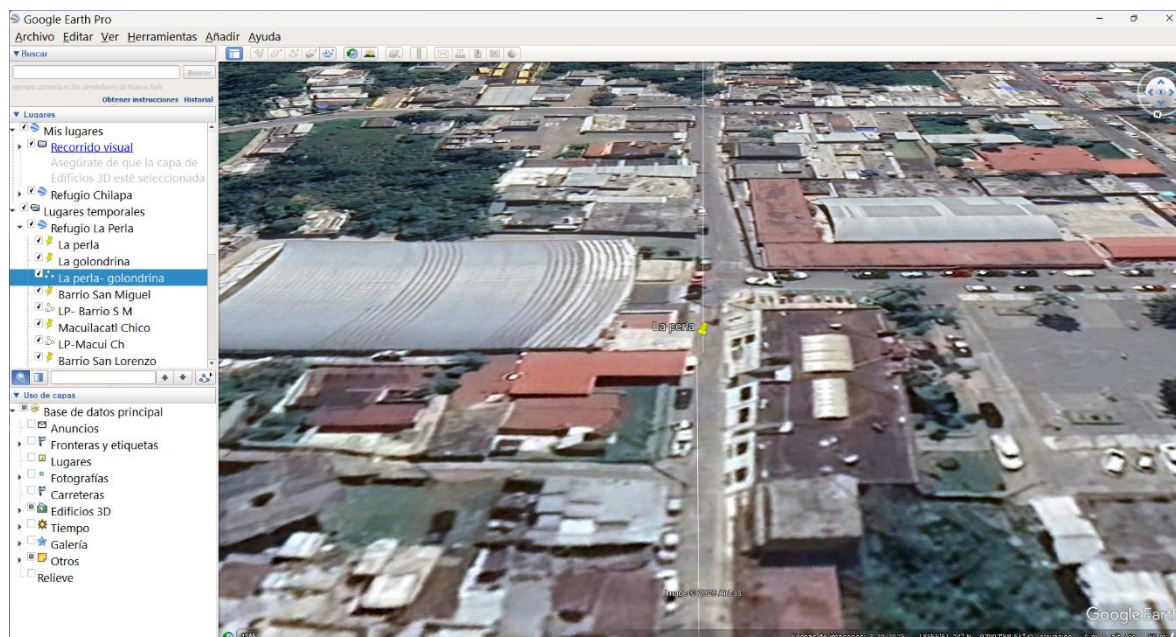


Imagen 3.29 Google Earth pro

3.5.2 Capacidad y diseño de refugios

Tomando como referencia el espacio mínimo de 4 m² por persona, establecido por la Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud (SPPS) en su Manual de atención a la salud ante desastres, se llevaron a cabo los cálculos correspondientes para determinar la capacidad de alojamiento de cada uno de los refugios ubicados en el municipio de La Perla. Para realizar este cálculo, se consideró la aplicación de ecuaciones de cubillaje, utilizada en logística, tomando en cuenta que el 20% del área total es para espacios comunes y el 10% destinado al almacenamiento.

La primera ecuación a utilizar es para definir el 20% del área común, en donde se requiere conocer la dimensión total del refugio o lugar de almacenamiento para posteriormente aplicar lo plasmado en la ecuación 3.6.

$$\text{Áreas comunes} = \text{Área total} \times 0.20 \dots \dots \dots (3.6)$$

Ecuación 3.6 Áreas comunes

La siguiente ecuación a utilizar es la destinada al conocimiento del área total para almacenamiento de víveres, herramientas e insumos mínimos requeridos para resguardar la integridad de la población, la ecuación 3.7 también requiere el conocimiento de las dimensiones del refugio.

$$\text{Área de almacenamiento} = \text{Área total} \times 0.10 \dots \dots \dots (3.7)$$

Ecuación 3.7 Área de almacenamiento

Posterior a las dos ecuaciones plasmadas se debe conocer el área disponible para alojamiento de personas, donde se realiza una resta a la dimensión inicial de refugio o área total de uso, esto es plasmado en la ecuación 3.8.

$$\text{Área disponible para alojamiento} = \text{Área total} - (\text{Total de área común} + \text{Total de área de almacenamiento}) \dots \dots \dots (3.8)$$

Ecuación 3.8 Área disponible para alojamiento

Finalmente, para conocer la capacidad del refugio se debe considerar el área disponible para alojamiento y los 4 m² requeridos para espacio de cada poblador alojado en el refugio, lo cual se plasma en la ecuación 3.9.

$$\text{Capacidad del refugio} = \frac{\text{Área disponible para alojamiento}}{4 \text{ m}^2} \dots \dots \dots (3.9)$$

Ecuación 3.9 Capacidad del refugio

Con base en estas ecuaciones, se definió la capacidad operativa de cada refugio en términos del número máximo de personas que pueden ser atendidas de forma segura y digna durante una situación de emergencia, estos cálculos son fundamentales para la planificación logística y el dimensionamiento de recursos, permitiendo garantizar estándares mínimos de habitabilidad y atención en contextos de evacuación.

3.5.2.1 Capacidad en el refugio de La Perla

El refugio de La Perla tiene un área de 1,612 m², por lo tanto, se hace la distribución de espacios con esta medida, iniciando por determinar el área común y área de almacenamiento para conocer el espacio sobrante disponible para el alojamiento de la población, plasmado en la tabla 3.14.

Tabla 3.14 Capacidad refugio La Perla

Área común	322.4 m ²
Área de almacenamiento	161.2 m ²
Área disponible para alojamiento	1,128.4 m ²
Capacidad de alojamiento	282.1 personas

Con base en los criterios técnicos establecidos, se estima que este primer refugio tiene una capacidad para albergar a 282 personas en condiciones adecuadas de seguridad y dignidad, así mismo se sugiere a las autoridades tomar en cuenta que este refugio se encuentra dentro del segmento de incendios, lo que indica que el kit de herramientas para atención debe ir enfocado mayormente a emergencias por incendios forestales.

3.5.2.2 Capacidad en el refugio de Xometla

El refugio que se encuentra en Xometla tiene un área total de 1,225 m², medida que es preciada para la distribución de espacios, en donde se mantienen las estimaciones del área común y almacén del 20% y 10% respectivamente. El resultado de las ecuaciones establecidas se plasma en la tabla 3.15.

Tabla 3.15 Capacidad refugio Xometla

Área común	245 m ²
Área de almacenamiento	122.5 m ²

Área disponible para alojamiento	857.5 m ²
Capacidad de alojamiento	214.3 personas

Dentro de este segundo refugio se contempla una capacidad de albergue para 214 personas, permitiendo una estancia cómoda para todos y se considera que este refugio se encuentra dentro del segmento de deslaves y cercano al segmento de heladas, por lo tanto, se sugiere que en el kit de herramientas predominen los de atención a deslaves.

3.5.2.3 Capacidad en el refugio de Chilapa

El refugio que se encuentra en Chilapa cuenta con un área de 1,260 m², medida utilizada para la aplicación de las fórmulas de distribución de espacios, manteniendo las estimaciones del 20% y 10% para el área común y almacén respectivamente, los resultados se plasman en la tabla 3.16.

Tabla 3.16 Capacidad refugio Chilapa

Área común	252 m ²
Área de almacenamiento	126 m ²
Área disponible para alojamiento	882 m ²
Capacidad de alojamiento	220.5 personas

Finalmente, en el refugio de Chilapa se identificó que cuenta con una capacidad de resguardo para 220 personas, manteniendo la distancia correcta entre ellas; dentro de este refugio se sugiere albergar en el kit de herramientas aquellas que brinden atención a incendios y a deslaves, considerando que el refugio está situado en ambos segmentos.

3.5.2.4 Diseño para la representación visual

Para facilitar la comprensión visual de la distribución espacial interna de los refugios, se elaboró la imagen 3.30, la cual presenta una imagen tridimensional que permite apreciar con mayor claridad la organización del espacio disponible, incluyendo las áreas destinadas

al alojamiento, áreas comunes y el espacio para el almacenamiento. Esta representación fue desarrollada a partir de fotografías reales del refugio ubicado en la cabecera municipal de La Perla, lo que colabora a una mayor fidelidad y precisión en el diseño.

Gracias a este modelo, es posible visualizar no solo el funcionamiento general del refugio durante una situación de emergencia, sino también identificar oportunidades de mejora en la distribución del espacio según las necesidades, además, esta representación sirve como referencia útil para el diseño y adecuación de los otros dos refugios (Chilapa y Xometla) permitiendo replicar criterios técnicos y garantizar condiciones de habitabilidad y funcionalidad en todos los puntos de atención temporal.

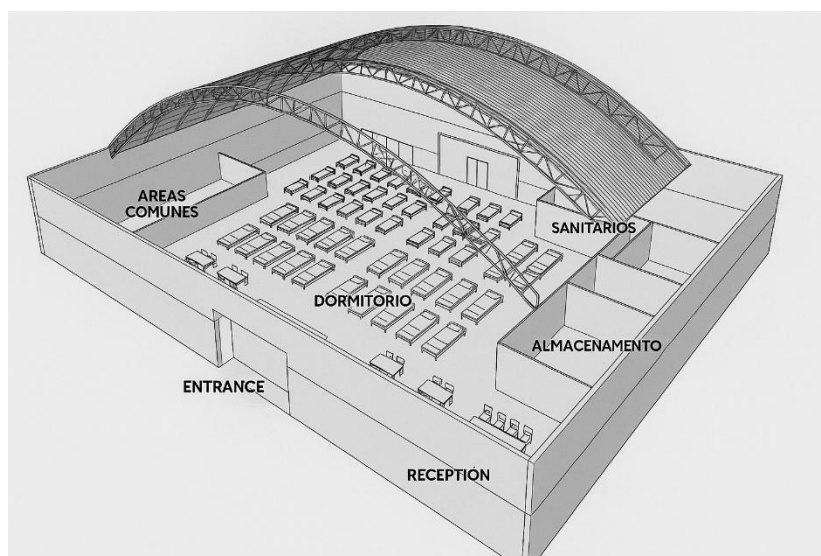


Imagen 3.30 Refugio 3D

3.5.3 Diseño de kits para autoridades

Para el diseño del kit para autoridades se realiza una comparativa entre las herramientas específicas requeridas en manuales y guías de protección civil (anexo III), para brindar atención adecuada a la población ante la ocurrencia de los tres principales fenómenos hidrometeorológicos y las herramientas disponibles en el inventario del departamento de protección civil al momento del estudio, plasmadas en el apartado de “*Recursos materiales disponibles*”, mismas que son divididas por lo requerido en cada fenómeno y plasmadas la tabla 3.17.

Tabla 3.17 Herramienta disponibles (KITS)

Herramienta disponibles (KITS)		
Incendios	Deslaves	Heladas
Abatefuego	Camillas	Guantes térmicos
Antorcha de goteo	Casco	Linternas de mano
Azadon	Collares cervicales	Mochila/Botiquín primeros auxilios
Cintas delimitadoras	Gafas de seguridad	Radios portátiles
Extintores de incendios	Linternas de mano	
Hachas	Mochila/Botiquín primeros auxilios	
Machetes	Radios portátiles	
Mcleod		
Mochila/Botiquín primeros auxilios		
Mochilas aspersora		
Motosierra		
Pulidoras		
Rastrillos		

3.5.3.1 Herramientas faltantes

El análisis de los “*Recursos materiales disponibles*” y el “*Diseño de kit para autoridades*” en el municipio revela una mayor disponibilidad de herramientas destinadas a la atención de incendios, debido a la alta frecuencia con la que este fenómeno ocurre en la región. Esta tendencia sugiere que los recursos han sido históricamente orientados hacia la atención de este tipo de emergencias, en respuesta a su recurrencia y al impacto que generan sobre el territorio y la población, sin embargo, no se logra la disponibilidad total de todas las herramientas requeridas.

La notable carencia en los recursos materiales del municipio representa una limitación significativa tanto para brigadistas como para las autoridades encargadas de la atención a emergencias y a la logística, debido a que la falta de equipamiento adecuado compromete seriamente la eficacia de la respuesta ante las emergencias. En este contexto, se vuelve fundamental complementar el kit para autoridades con los insumos necesarios para enfrentar los fenómenos hidrometeorológicos, a fin de incrementar las probabilidades de protección, reducir el riesgo de pérdidas humanas y mitigar daños materiales. Por ello a

continuación, se presenta la tabla 3.18 con un listado de herramientas y equipos que el municipio requiere para cubrir los vacíos identificados.

Tabla 3.18 Herramientas faltantes (KITS)

Herramientas faltantes (KITS)		
Incendios	Deslaves	Heladas
Bengalas	Arneses	Cadenas
Bombas de agua	Cuerdas	Mascarillas o protectores faciales
Botas de seguridad	Equipos de corte	Pilas
Chaquetón	Mascarillas o protectores faciales	Ropa impermeable
Cintas antiderrapante	Mosquetones	Señales luminosas
Conos C, M y G	Poleas	
Cuerdas	Silbatos	
Megáfonos		
Palas		
Pantalón de protección		

3.6 Documentar, presentar e implementar resultados

En la fase final del proyecto se realizaron las actividades de documentación, presentación, implementación y evaluación del plan diseñado de logística humanitaria para la atención a desastres hidrometeorológicos en La Perla, Veracruz. Se elaboró un manual técnico que integra análisis y estrategias de respuesta ante los fenómenos y fue presentado ante

autoridades municipales, quienes validaron su contenido e iniciaron su aplicación. La evaluación de resultados evidenció mejoras en eficiencia logística, tiempo de respuesta y participación comunitaria, confirmando la viabilidad e impacto positivo del plan como herramienta de gestión del riesgo en contextos rurales vulnerables.

3.6.1 Documentar

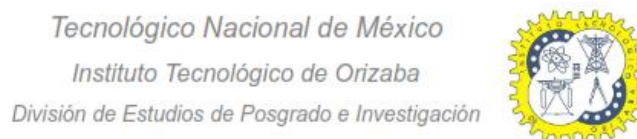
La documentación se llevó a través de un manual titulado “Plan de logística humanitaria para atención a desastres hidrometeorológicos, La Perla, Veracruz” (anexo IV) en donde se plasma un análisis de los riesgos a los que se ha enfrentado el municipio a lo largo de los años, para posteriormente poder identificar los riesgos que atacan en los últimos años para poder determinar que estos son los incendios forestales, las heladas y los deslaves por aumento en la precipitación (fenómenos hidrometeorológicos) y posteriormente se documentan los impactos que tienen estos riesgos meteorológico en el municipio.

Dentro del mismo contenido del manual, en materia de logística se brinda un contexto de las condiciones actuales en las que se encuentra el municipio, considerando vías de acceso, dimensiones de refugios disponibles y los recursos materiales disponibles; con base en este contexto actual se identifican algunas áreas de mejora y se desarrolla el plan de respuesta y la planeación para la capacitación comunitaria.

En el plan de respuesta se desarrollan estrategias para reforzar la logística humanitaria a implementar por las autoridades municipales, iniciando por el fortalecimiento de los refugios a través de la designación de localidades a atender, el diseño de kits para refugios que plasma lo mínimo indispensable para atender a la población y kit de herramientas necesarias para enfrentar al fenómeno, así como la identificación de la capacidad de atención de cada refugio y la identificación de una infraestructura preventiva que en algún momento puede entrar en función como centro de acopio o punto de reunión. Posteriormente se desarrolla una propuesta para la coordinación y comunicación, que inicia por definir roles a través del Sistema de Comando de Incidentes, seguido del diseño de un sistema de alertamiento temprano para dar aviso a la población sobre las emergencias y concluir con el protocolo y diseño de rutas de evacuación ante la activación de emergencias.

En la planeación para la capacitación comunitaria se inicia definiendo a los grupos vulnerables del municipio, se crea un kit sugerido para que la población tenga resguardado ante emergencias, donde se incluyen artículos de higiene, documentos importantes, entre otros. Dentro de este apartado se habla también del plan de evacuación diseñado con anterioridad y representado ahora en diagramas de flujo, información que se sugiere ser

transmitida por medio de campañas informativas; se finaliza este manual con especificaciones para el manejo de las emergencias específicas, brindando un contexto de la forma en la que se pueden prevenir algunas afectaciones. La portada del manual se plasma en la imagen 3.31



***Plan de logística humanitaria para atención a
desastres hidrometeorológicos
La Perla, Veracruz***

Lic. Evelin Edith Dector Rosas
Protección Civil La Perla
Mayo 2025

Imagen 3.31 Portada del manual

3.6.2 Presentar

La presentación se llevó a cabo en presencia del cabildo municipal del H. ayuntamiento de La Perla y dirección de protección civil, en donde se muestran los resultados del trabajo que se desarrolló en conjunto con el departamento de protección civil desde el día 08 de abril del 2024. El trabajo conjunto que se llevó a cabo fue plasmado en una bitácora de reuniones, en donde se identifican a los participantes, el periodo que comprende desde la primera sesión hasta el día en el que se define la presentación de los resultados y el lugar de las reuniones, organizando también las fechas de reunión, acuerdos a los que se

llegaron y observaciones de cada reunión, la bitácora fue firmada por los dos participantes y es plasmada en la imagen 3.32.

Bitácora de reuniones de trabajo para el desarrollo del proyecto Plan de logística humanitaria del H. Ayuntamiento de La Perla, Veracruz

Participantes: Lic. Evelin Edith Dector Rosas (Instituto Tecnológico de Orizaba) y Lic. Jorge Martínez García (Protección Civil, La Perla)

Periodo de reuniones: 08 de abril de 2024 a 06 de mayo de 2025

Lugar de reuniones: Oficina de Protección Civil, La Perla Veracruz

Fecha	Acuerdos	Observación
08 de abril de 2024	Definición de la colaboración.	La autoridad de protección civil acepta desarrollar el proyecto.
16 de abril de 2024	Se plantean los objetivos del proyecto.	Los objetivos son definidos según la visión del departamento.
18 de abril de 2024	Se plantean los objetivos del proyecto.	Continuidad a la reunión del 16 de abril de 2024.
24 de abril de 2024	Análisis de la situación general del municipio.	
15 de mayo de 2024	Se determina la problemática.	Se define como problemática central la falta de preparación y prevención ante emergencias.
11 de julio de 2024	Análisis de las problemáticas (fenómenos).	
25 de julio de 2024	Se determinan los factores que influyen en los fenómenos hidrometeorológicos.	Los incendios forestales, deslizos y heladas son los fenómenos de mayor impacto.
16 de agosto de 2024	Análisis de los fenómenos hidrometeorológicos.	
11 de septiembre de 2024	Análisis de los factores que influyen a la problemática.	Los principales son la situación económica, social, las condiciones en caminos y falta de suministros.
09 de octubre de 2024	Convenios de colaboración.	Se lleva a cabo la firma de los convenios, por parte del cabildo.
24 de septiembre de 2024	Delimitación de factores sociales económicos y de infraestructura que influyen.	
28 de noviembre de 2024	Análisis del factor social y económico.	

14 de enero de 2025	Se analizan las condiciones de la infraestructura logística.	No todos los caminos son aptos para tránsito de autos.
23 de enero de 2025	Análisis las herramientas disponibles para la atención de los fenómenos.	Cuentan con aproximadamente 52 herramientas.
10 de febrero de 2025	Se analizan las herramientas disponibles con las herramientas requeridas.	No se cubren los requerimientos mínimos de herramientas para la atención de los fenómenos.
11 de marzo de 2025	Análisis de los refugios (auditorio) disponibles.	
21 de marzo de 2025	Revisión del proyecto escrito.	Se realizan algunas observaciones por parte de protección civil.
24 de marzo de 2024	Revisión del proyecto escrito.	Se atienden las observaciones de la sesión 21 de marzo 2025
09 de abril de 2025	Visita a auditorio para determinar los espacios.	Se obtiene material fotográfico.
14 de mayo de 2025	Revisión del proyecto escrito.	Se realizan observaciones por parte de protección civil.
06 de mayo de 2025	Revisión del proyecto escrito.	Se atienden las observaciones, se acuerda presentación del proyecto ante cabildo el día 22 de mayo de 2025.



Lic. Jorge Martínez García
Director de Protección Civil



Lic. Evelin Edith Dector Rosas
Estudiante de maestría

Imagen 3.32 Bitácora de reuniones

Con esta presentación se realizó la entrega del manual que contiene el Plan de logística humanitaria para atención a desastres hidrometeorológicos, La Perla, Veracruz, junto con



Imagen 3.33 Presentación

los archivos KML de la distribución de los refugios que se diseñó en Google Earth Pro, una de las fotografías tomadas en la sesión de presentación se plasma en la imagen 3.33.

3.6.3 Implementar

La implementación del programa de capacitación comunitaria fue coordinada por las autoridades municipales competentes, en el marco de las acciones preventivas ante desastres hidrometeorológicos, como parte del proceso de validación institucional, se me otorgó una constancia de recepción del Plan de Logística Humanitaria, la cual acredita que dicho documento fue entregado en tiempo y forma. Además, se entregaron los mapas georreferenciados que muestran la ubicación y distribución estratégica de los tres refugios temporales considerados, así como los diagramas de flujo que describen los protocolos de evacuación ante la ocurrencia de alguno de los tres fenómenos hidrometeorológicos.

También se anexa la presentación de resultados expuesta durante la sesión de trabajo con el comité local de protección civil y el cabildo municipal, en la que se presentaron las estrategias propuestas para la mejora de la respuesta ante emergencias. La constancia oficial de recepción, firmada y sellada por el Director de Protección Civil Municipal, se



Imagen 3.34 Constancia de recepción

muestra en la imagen 3.34, como evidencia documental del respaldo institucional al plan propuesto.

3.6.4 Resultados

Tras la aplicación de acciones correctivas basadas en la evaluación inicial de los indicadores, plasmados en la sección con el mismo nombre, se realizó una nueva medición siguiendo los mismos parámetros y ecuaciones, con el propósito de valorar el impacto de las estrategias implementadas en materia de logística humanitaria, obteniendo lo que se plasma en la tabla 3.19.

Tabla 3.19 Resultados de indicadores

Nombre del indicador	Tipo	Valor inicial	Valor final
Utilización del almacén	Porcentual	37.5%	58.5%
Entregas a tiempo	Porcentual	34.7%	62.2%
Tiempo de respuesta	Numérico	25 min	14 min
Cobertura de capacitación	Porcentual	0.70%	10%
Asistencia a capacitación	Porcentual	25%	57%

Los resultados reflejan una mejora significativa en todos los aspectos evaluados, lo cual sugiere una evolución positiva en la capacidad de preparación y respuesta de las autoridades municipales ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos. El primer indicador sobre el incremento en la utilización del almacén muestra un alza llegando a un 58.5% lo que indica una mejor planificación en el aprovisionamiento y almacenamiento de insumos clave, optimizando el espacio disponible sin llegar a la saturación.

La mejora en el indicador de entregas a tiempo (62.2%) refleja una mayor eficiencia en la distribución, atribuida a la optimización de rutas mediante programación lineal y una coordinación más ágil entre los actores involucrados. La reducción del tiempo de respuesta de 25 a 14 minutos es resultado de la implementación de sistemas de alertamiento temprano y la capacitación de brigadas locales.

En cuanto a la cobertura de capacitación, se observa un avance sustancial del 0.7% al 10%, lo que implica un mayor número de personas formadas para actuar ante emergencias y finalmente, la asistencia a capacitaciones aumentó del 25% al 57%, evidenciando una mejora en los procesos de convocatoria y en el interés comunitario.

Conclusiones

Posterior al desarrollo del presente proyecto se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- Considerando un enfoque tecnológico y contextual, el plan propuesto se distingue por integrar herramientas como el problema de la P-mediana, simulación discretas y modelos de dinámica de sistemas, resaltando la utilidad de la tecnología en el diseño de políticas públicas locales adaptadas al contexto geográfico, socioeconómico y climático de un entorno rural como lo es el municipio de La Perla, debido a que con ello se logró una segmentación territorial más eficiente, la distribución óptima de refugios y la proyección de necesidades logísticas bajo escenarios realistas.
- En cuanto a la aplicación práctica y validación local, se destaca que todo lo desarrollado en el proyecto fue entregado, aplicado y validado por autoridades del municipio, consolidando este trabajo como una herramienta concreta de gestión y planificación ante emergencias, planteando su utilidad como guía operativa para la protección civil y como un proyecto replicable en otros municipios con condiciones similares.
- El proyecto también demuestra que es posible estructurar una estrategia de logística humanitaria que no solo responda a las emergencias inmediatas, sino que sea adaptable, escalable y orientada a la prevención. La combinación de métodos cuantitativos, modelación territorial y planificación participativa permite anticipar escenarios y reducir tiempos de respuesta, lo cual es fundamental en regiones con acceso limitado como La Perla.

Particularmente, el hecho de diseñar e implementar un plan con enfoque preventivo y orientado a la preparación no solo fortalece los mecanismos institucionales de atención, sino que también genera un impacto positivo en la percepción y actitud de la población civil, promoviendo una cultura de prevención y corresponsabilidad frente al riesgo. Además, resulta evidente que implementar un plan de logística humanitaria adaptado a las condiciones reales de las comunidades rurales representa una mejora significativa en la capacidad de respuesta ante emergencias, contribuyendo a reducir tanto las pérdidas materiales como humanas.

Referencias

- Al-khudhairi, A. (2008). Simulated Annealing Metaheuristic for Solving P-Median Problem. *International Journal of Contemporary Mathematical Sciences*, 1357-1365.
- Arriola, V. (2018). *Más de 8 mil personas afectadas por granizada en la Perla*. Veracruz: Crónica Veracruz.com.
- AVC. (2019). Veracruz: XEU.
- Barriosa, J. M., Serranoa, D., Monleónb, T., & Caro, J. (2008). Los modelos de simulación de eventos discretos en la evaluación económica de tecnologías y productos sanitarios. *Gaceta Sanitaria*.
- Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., & Sherali, H. D. (2010). *Linear Programming and Network Flows*. John Wiley & Sons: Nueva York.
- BIENESTAR. (2023). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*. México: Secretaría de bienestar.
- Bienestar. (2024). *Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social*. México: Secretaría de Bienestar.
- Cámara de diputados. (2008). *Plan Nacional de Desarrollo "Grupos Vulnerables"*. Obtenido de https://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Eje_tematico_old_14062011/9_gvulnerables_archivos/G_vulnerables/d_gvulnerables.htm#:~:text=El%20concepto%20de%20vulnerabilidad%20se,a%20mejores%20condiciones%20de%20bienestar.
- Canizo, E., & Lucero, P. (2002). *Software Para Programación Lineal*. Argentina: Facultad Regional Mendoza.
- Cano, J. A., Campo, E. A., & Gómez, R. A. (2018). Discrete event simulation for production planning in modular garment manufacturing systems. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*.
- Cárdenasa, D. C., Vásquez, J. R., Carrillo, M. G., & Rosero, C. S. (2015). Modelo de Programación Lineal para Planeación de Requerimiento de Materiales. *ESPOL (RTE)*, 24-33.
- Castillo, G. (2022). *En la Perla hay localidades vulnerables por probable deslizamiento de tierra*. Orizaba: El Sol de Orizaba.
- Catalina, I. M. (2010). *Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria*. España: Universidad del País Vasco. Tesis.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Diciembre de 2001). *Cenapred*. México: CNPC. Obtenido de <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/122-FASCCULOHELADAS.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (19 de Diciembre de 2019). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de Cenapred: [https://www.gob.mx/cenapred/articulos/frio-y-los-efectos-en-la-salud#:~:text=Un%20clima%20fr%C3%ADo%20implica%20para,hipotermia%20\(Engelbert%20C%201997\)](https://www.gob.mx/cenapred/articulos/frio-y-los-efectos-en-la-salud#:~:text=Un%20clima%20fr%C3%ADo%20implica%20para,hipotermia%20(Engelbert%20C%201997)).
- Centro Nacional de Prevencion de Desastres. (2021). *INCENDIOS FORESTALES*. Gobierno de Mexico.
- Centro Nacional de Prevencion de Desastres. (2021). *INCENDIOS FORESTALES*. Gobierno de Mexico.
- Colina, Y. B. (2011). Aplicaciones de programación lineal, entera y mixta. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 85-104.
- CONAFOR. (2020). *Manejo del Fuego*. Mexico.
- CONAHCYT. (2024). *Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías*. Obtenido de <https://conahcyt.mx/pronaces/>
- CONEVAL. (2010). *Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social*. México: SEDESOL.
- Congreso del Estado. (05 de Junio de 2019). Obtenido de Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-

- 2024: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2019/06/Plan-Veracruzano-Desarrollo-2019-2024.pdf
- Consumidor, P. F. (01 de 03 de 2023). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de [www.gob.mx: https://www.gob.mx/profec/documentos/mochila-de-emergencia-siempre-lista?state=published#:~:text=Agua,m%C3%A9dicos%20y%20servicios%20de%20emergencia](https://www.gob.mx/profec/documentos/mochila-de-emergencia-siempre-lista?state=published#:~:text=Agua,m%C3%A9dicos%20y%20servicios%20de%20emergencia).
- COPLADEMUN. (2022). *Plan Municipal de Desarrollo*. La Perla: El Consejo de Planeación para el Desarrollo Municipal.
- COPLADEMUN. (2022). *Plan Municipal de Desarrollo*. La Perla: El Consejo de Planeación para el Desarrollo Municipal.
- Cruz Roja Americana. (2009). *redcross.org*. Obtenido de Landslide: https://www.redcross.org/content/dam/redcross/atg/PDF_s/Preparedness___Disaster_Recovery/Disaster_Preparedness/Landslide/Landslide_SPN.pdf
- Data México. (2020). *Data México*. Obtenido de La Perla: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/la-perla#economy>
- Domínguez, J. (2024). *Incendio forestal devasta 10 hectáreas en La Perla, Veracruz*. Veracruz: XEU.
- Domínguez, J. (27 de Mayo de 2024). *XEU*. Obtenido de <https://xeu.mx/estado-de-veracruz/1325270/incendio-forestal-devasta-10-hectareas-en-la-perla-veracruz>
- Economía.gob. (2020). *Data México*. Obtenido de La Perla: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/la-perla#economy>
- Espriella, D. C., Ríos, D. A., Ortiz, D. C., & Duarte, A. Y. (2018). *Diseño de una Técnica de Solución para el Problema de Localización-Inventario-Ruteo en Logística Humanitaria*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Figueiras, M. (12 de Diciembre de 2023). *El Sol de Orizaba*. Obtenido de <https://www.elsoldeorizaba.com.mx/local/proteccion-civil-alerta-bajas-temperaturas-llegan-a-la-perla-11141440.html>
- Figueiras, M. (12 de Junio de 2024). *El sol de Orizaba*. Obtenido de <https://oem.com.mx/elsoldeorizaba/local/temporada-de-lluvias-2024-siete-comunidades-de-la-perla-veracruz-estan-en-riesgo-13228981>
- Figueiras, M. (12 de Junio de 2024). *El Sol de Orizaba*. Obtenido de <https://www.elsoldeorizaba.com.mx/local/temporada-de-lluvias-2024-siete-comunidades-de-la-perla-veracruz-estan-en-riesgo-12075575.html>
- Galindo, J. (27 de Mayo de 2016). *El país*. Obtenido de Dantzig: pensamiento positivo y programación lineal: https://elpais.com/tecnologia/2016/05/27/actualidad/1464360674_314203.html
- Gálvez, J. Y. (2016). *Impacto socioeconómico por fenómenos hidrometeorológicos en el Estado de Veracruz y sus municipios (1999-2015)*. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- García, F. (30 de 10 de 2024). *Listo*. Obtenido de ready.gob: <https://www.ready.gov/es/kit-de-herramientas-digitales-de-preparacion-para-la-temporada-de-huracanes>
- González, G. S., & Bello, A. C. (2019). Vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos y crecimiento económico en las zonas metropolitanas de México. *Digital Ciencia@UAQRO*, 69-76.
- (2023). *Granizada en la región*. Veracruz: El Rotativo.
- Guillen, J. C., & Rojas, R. J. (2020). *implementación de modelo de simulación con stella para la optimización del manejo de residuos sólidos municipales del distrito Tambo de Mora*. Perú: Universidad Nacional del Callao. Tesis.
- Hakimi, S. (1964). Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph. *Operations Research*, 450-459.
- Hernández, A. S. (2011). *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de La Perla*. México:

SEDESOL.

- Hernandez, C. (2022). *Heladas en las faldas del Pico de Orizaba*. Veracruz: Noticias las breves.
- INEGI. (2020). *Censos Población*. Veracruz : Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2023). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía .
- Ines carmona, F. (10 de Diciembre de 2024). *En alerta, el municipio de La Perla por bajas temperaturas de hasta -3° Celsius*. Obtenido de <https://jornadaveracruz.com.mx/en-alerta-el-municipio-de-la-perla-por-bajas-temperaturas-de-hasta-3-celsius/>
- Insua, D. R., Ceppi, C., Meléndez, K., & Molero, J. J. (2013). Cambio climático, fenómenos meteorológicos extremos y análisis de riesgos. *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 147-156.
- IRG; USAID/OFDA/LAC. (2013). *Curso básico de sistema de comando de incidentes*. Costa Rica: International Resources Group y la Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para Desastres en el Extranjero para Latino América y el Caribe.
- Jiménez, S. L. (2018). *Problemas de la p-mediana. Aplicación*. España: Universidad de Zaragoza. Tesis.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Zupick, N. B. (2015). *Simulation with Arena*. Nueva York: McGraw-Hill Education.
- La Jornada Veracruz. (2022). *Cuerpos de emergencia atienden incendio en la zona del Pico de Orizaba*. Veracruz: La Jornada Veracruz.
- La voz de Galicia. (19 de Diciembre de 2001). *La voz de Galicia*. Obtenido de https://www.lavozdegalicia.es/noticia/santiago/santiago/2001/12/19/frio-contribuye-propagacion-fuego/0003_883527.htm
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. New York: McGraw·Hill, Inc.
- LINDO. (s.f.). *LINDO systems INC*. Obtenido de LINGO 21 - Optimization Modeling Software for Linear, Nonlinear, and Integer Programming: <https://www.lindo.com/index.php/products/lingo-and-optimization-modeling>
- M. en G, I. G., MAriles, D. O., & Jimenez, M. F. (Diciembre de 2001). *Cenapred*. Obtenido de <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/122-FASCCULOHELADAS.pdf>
- Machado, V. R. (2006). Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *MediSur*, 50-58.
- Martínez, F. J. (05 de Febrero de 2021). Métodos de punto interior Método de Karmarkar. Azcapotzalco: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco Departamento de Sistemas.
- Martínez, P. B. (2016). La Percepción de Riesgo por Peligros Hidrometeorológicos Extremos en Cuba: Mirada desde el Entorno Geográfico. *Trayectorias*, 53-72.
- Mayo Clinic. (29 de Junio de 2023). Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/carbon-monoxide/symptoms-causes/syc-20370642#:~:text=La%20intoxicaci%C3%B3n%20por%20mon%C3%B3xido%20de%20carb%C3%B3n%20afecta%20sobre%20todo%20el,P%C3%A9rdida%20del%20conocimiento.>
- Meteorología . (2023). *Calendario de Temporadas y Fenomenos Metereologicos*. Protección civil de Veracruz.
- Monroy, A. G. (2018). *Un modelo para la localización de depósitos centrales y ruteo de vehículos de dos escalones aplicado a la distribución de recursos humanitarios durante las fases de pre y pos-desastre*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Municipios.mx. (2024). *La Perla*. Obtenido de <http://www.municipios.mx/veracruz/la-perla/>
- Muñoz, D. F., & Villafuerte, D. (2015). Análisis de la Entrada en Simulación Estocástica. *Información tecnológica*.
- ORFIS. (2022). *Informe Individual La Perla, Ver.* Xalapa : Órgano de Fiscalización Superior del Estado de Veracruz.

- Pacheco, J. (2016). Orizaba: Noticias zona centro Mx.
- Pérez, J. E. (2011). *Simulación y optimización de la cadena de suministro mediante programación lineal entera mixta*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis.
- Perez, M. R. (2007). *La cuadratura del triangulo de fuego*. Lectio. Ediciones .
- PueblosAmérica. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Municipio de La Perla:
<https://mexico.pueblosamerica.com/veracruz-de-ignacio-de-la-llave/la-perla/>
- Ramírez, D. M. (2017). *Evaluación de las capacidades de logística humanitaria para la atención de desastres naturales en la red de ayuda humanitaria. El caso de Manizales*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Reyes, J. (15 de 01 de 2018). *Alcalorpolitico*. Obtenido de El poder de la verdad:
<https://www.alcalorpolitico.com/informacion/heladas-danian-cultivos-en-region-de-la-perla-registran-hasta-2-grados-253551.html>
- Rosas, E. E., Montoya, M. R., Medina, M. S., Roldán, M. J., & Montoya, H. R. (2024). Optimización de la logística humanitaria en su fase de preparación para la atención de las localidades del municipio de La Perla, Veracruz. *Estudios y perspectivas*.
- Sánchez, D. V., & Estrada, C. P. (2007). *Desastres Guia de prevencion*. Coyoacán, C.P.04360, México, D.F.: PRINTED IN MEXICO.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (27 de Noviembre de 2022). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de www.gob.mx: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/consejos-para-proteger-los-cultivos-de-las-heladas>
- Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. (s.f.). *Bogotanitos*. Obtenido de <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiversidad/los-deslizamientos-o-derrumbes#:~:text=El%20deslizamiento%20o%20derrumbe%2C%20es,tipos%20de%20deslizamientos%20o%20derrumbes:&text=Deslizamientos%20lentos:%20Son%20aquellos%20donde>
- Secretaría de Gobernación. (14 de Noviembre de 2018). *Gobierno De Mexico*. Obtenido de www.gob.mx: <https://www.gob.mx/segob/articulos/15-recomendaciones-para-enfrentar-las-bajas-temperaturas-cuidate-y-toma-previsiones?idiom=es>
- Secretaría de Gobernación. (14 de Noviembre de 2018). *Gobierno De Mexico*. Obtenido de www.gob.mx: <https://www.gob.mx/segob/articulos/15-recomendaciones-para-enfrentar-las-bajas-temperaturas-cuidate-y-toma-previsiones?idiom=es>
- SEGOB. (05 de Diciembre de 2022). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de Programa Nacional de Protección Civil 2022-2024:
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5673256&fecha=05/12/2022#gsc.tab=0
- Serna, D. A., & Rivera, Y. M. (2018). Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios. *Ingenierías USBMed*, 75-85.
- Soto, M. M., Monroy, C. R., Araujo, M. G., & Díaz, A. M. (2013). System dynamics in the simulation of the effect of knowledge management on the supply chain of corn agroindustry. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*.
- SPPS. (s.f.). *Manual de atención a la salud ante desastres*. México: CENAPRECE.
- Spring, Ú. O. (2012). Vulnerabilidad social en eventos hidrometeorológicos extremos: Una comparación entre los huracanes Stan y Wilma en México. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 125-146.
- Torres, M. A. (2004). *Optimización en la entrega de productos para una cadena de abastecimientos*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis.
- Transporte, I. M. (15 de Mayo de 2023). *Secretaría de comunicaciones y transportes*. Obtenido de Instituto Mexicano del Transporte: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=277&IdBoletin=93>
- Vásquez, A. S., & Sandova, E. L. (2017). Una comparación cualitativa de la dinámica de sistemas, la simulación de eventos discretos y la simulación basada en agentes. *Ingeniería Industrial*,

27-52.

- VENSIM. (2000). *Ventana Systems, inc.* Obtenido de <https://vensim.com/software/#:~:text=Vensim%20is%20used%20for%20developing,and%20packaging%20dynamic%20feedback%20models>.
- Villafrankui, R. M., Menendez, K. V., & Oneglio, M. C. (2017). *Logística humanitaria: optimización de red de distribución de bienes de ayuda humanitaria en el proceso de respuesta ante Huaicos en Chosica*. Universidad del Pacífico: Lima.
- WeatherSpark. (2023). *Cedar Lake Ventures, Inc.* Obtenido de El clima y el tiempo promedio en todo el año en La Perla: <https://es.weatherspark.com/y/7519/Clima-promedio-en-La-Perla-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>
- Weber, A. (1929). *Theory of Location of Industries*. Chicago: C.J. Friedrich.
- Yujra, J. A. (2014). *Simulación del crecimiento urbano utilizando eventos discretos, caso: Ciudad El Alto- La Paz*. La Paz: Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Tesis.
- Zúñiga, L. D. (2010). *Modelado y Simulación mediante Dinámica de Sistemas del Funcionamiento General de un Establecimiento de Elaboración Primaria de Yerba Mate*. Chile: Universidad del Bío Bío.

Anexo I Matriz

	Agua Escondida	Barrio de San Lorenzo	Barrio de San Miguel	Barrio los Abeles	Chilapa	Chilapilla	Ciénega	Cruz de Chocamán	Cruz Grande	Cumbre del Español
Agua Escondida	0	15.8	15.5	3.8	14.8	15.3	7.3	3.9	7.3	11.2
Barrio de San Lorenzo	15.8	0	0.55	19.6	12.5	14.3	13.5	11.9	13.5	6.2
Barrio de San Miguel	15.5	0.55	0	19.2	12.9	14.7	13.9	11.6	13.9	6.6
Barrio los Abeles	3.8	19.6	19.2	0	18.6	19	11	7.6	10.5	15
Chilapa	14.8	12.5	12.9	18.6	0	2.2	8.3	13.5	8.4	6.3
Chilapilla	15.3	14.3	14.7	19	2.2	0	8.9	15.3	8.7	8.1
Ciénega	7.3	13.5	13.9	11	8.3	8.9	0	7.3	1.2	7.3
Cruz de Chocamán	3.9	11.9	11.6	7.6	13.5	15.3	7.3	0	7.3	7.4
Cruz Grande	7.3	13.5	13.9	10.5	8.4	8.7	1.2	7.3	0	7.3
Cumbre del Español	11.2	6.2	6.6	15	6.3	8.1	7.3	7.4	7.3	0
El Cebadal	13	14.6	15.1	16.8	1.9	3.9	6.6	13	6.6	8.5
El Comal	4.3	16.2	15.9	6.2	14.5	14.9	6.9	4.3	6.9	11.6
El Lindero	5.9	9.9	9.6	9.6	11.5	13.4	9.3	2	9.3	5.4
El Minero	12.8	19.8	20.4	16.6	9.5	9.9	6.4	12.8	7	13.7
El Paso	2.5	14.4	14.1	6.2	12.7	13.1	5.1	2.5	5.1	9.9
El Salto	0.85	16.6	16.4	14.7	15.7	15.9	9.3	4.7	8	12.1
Galicia	5.8	17.8	17.5	14.5	16	16.4	8.4	5.8	8.4	13.2
La Chivarra	24.7	28.4	28.8	27.9	15.7	15.9	19.5	24.7	18.3	22.2
La Coyotera	9.7	16.6	17.2	13.4	6.4	6.8	3.3	9.7	10.9	10.6
La Cuchilla	14.3	20	20.6	18	7.4	7.8	7.9	14.3	7.9	14
La Golondrina	15.4	1.5	1.3	19.1	13.8	15.7	14.8	11.5	14.8	7.6
La Lagunilla	13.5	15.5	16.1	17.3	3.6	1.5	7.1	13.5	7.1	9.4

La Mata	14.6	18.1	18.7	18.3	5.5	6	8.2	14.6	8.2	12.1
La Perla	14.7	1.4	1.2	18.3	13.8	15.6	14.8	10.8	14.8	7.5
Las Trincheras	13.1	16.7	17.2	16.8	13.8	4.5	6.7	13.1	6.7	10.6
Los Fresnos	11.7	4.1	3.9	15.5	16.4	18.3	15.1	7.8	15.1	10.2
Macuilácatl Chico	18.2	2.4	3	22	13.8	15.6	14.8	14.3	15.7	7.6
Macuilácatl Grande	16.3	4.9	5.5	20	11.3	13.1	12.3	12.4	12.3	5.1
Magueyes	6.6	11.5	11.2	15.7	13.2	15	9.6	3.6	10.9	7
Metlac Hernández	12.8	7.8	8.4	16.5	4.5	6.3	5.5	9	5.5	1.8
Metlac Solano	17	12	12.5	20.7	8.7	10.5	9.7	13.2	9.1	5.9
Papalotla	3	16.1	18	6.8	17.3	17.7	9.7	6.3	11.2	13.7
Potrero Nuevo	22.1	25.6	26.2	25.8	13	13.5	15.7	22.1	15.7	19.6
Rancho Nuevo	10.2	17.2	17.7	14	6.9	7.3	3.8	10.2	3.8	11.1
Rancho Viejo	6.8	19.4	19.1	3	17.6	18	10	7.4	10	14.8
San Martín	15.4	5.8	6.4	19.2	10.4	12.3	11.5	11.5	11.4	4.3
San Miguel Chinela	5.1	20.8	20.5	1.3	19.8	20.2	12.2	8.8	12.2	16.2
San Miguel Pilancón	6.2	21.8	21.5	2.4	20.9	21.3	13.3	9.9	13.3	17.3
Tejocote	10.7	5.1	4.9	14.4	15.9	17.7	14	6.8	14	9.7
Tuzantla	8.7	7.3	7	12.5	14	15.8	12.1	4.8	12.1	7.8
Villa Hermosa	9.5	8.7	9.2	13.2	8.8	10.6	9.8	5.6	9.8	2.6
Xometla	2.2	13.6	13.3	5.9	13.1	13.6	5.6	1.7	5.6	9.1
Yerbabuena	13.9	2.1	1.8	17.6	14.4	16.2	15.4	10	15.4	8.1
Zapote	14	3.6	4	17.6	9	10.9	9.9	10.1	10	2.6

	El Cebadal	El Comal	El Lindero	El Minero	El Paso	El Salto	Galicia	La Chivarra	La Coyotera	La Cuchilla
Agua Escondida	13	4.3	5.9	12.8	2.5	0.85	5.8	24.7	9.7	14.3
Barrio de San Lorenzo	14.6	16.2	9.9	19.8	14.4	16.6	17.8	28.4	16.6	20
Barrio de San Miguel	15.1	15.9	9.6	20.4	14.1	16.4	17.5	28.8	17.2	20.6
Barrio los Abeles	16.8	6.2	9.6	16.6	6.2	14.7	14.5	27.9	13.4	18
Chilapa	1.9	14.5	11.5	9.5	12.7	15.7	16	15.7	6.4	7.4
Chilapilla	3.9	14.9	13.4	9.9	13.1	15.9	16.4	15.9	6.8	7.8
Ciénega	6.6	6.9	9.3	6.4	5.1	9.3	8.4	19.5	3.3	7.9
Cruz de Chocamán	13	4.3	2	12.8	2.5	4.7	5.8	24.7	9.7	14.3
Cruz Grande	6.6	6.9	9.3	7	5.1	8	8.4	18.3	10.9	7.9
Cumbre del Español	8.5	11.6	5.4	13.7	9.9	12.1	13.2	22.2	10.6	14
El Cebadal	0	12.7	13.7	7.7	10.9	13.9	14.2	13.9	4.6	5.6
El Comal	12.7	0	6.3	12.4	1.7	5.1	1.6	24.3	9.3	13.9
El Lindero	13.7	6.3	0	14.8	4.5	6.7	7.8	26.7	11.7	16.3
El Minero	7.7	12.4	14.8	0	10.7	14.2	14	19.9	3.1	9
El Paso	10.9	1.7	4.5	10.7	0	3.3	3.3	22.5	7.5	12.1
El Salto	13.9	5.1	6.7	14.2	3.3	0	7.5	25.5	10.5	15.1
Galicia	14.2	1.6	7.8	14	3.3	7.5	0	25.9	10.8	15.5
La Chivarra	13.9	24.3	26.7	19.9	22.5	25.5	25.9	0	16.2	17.2
La Coyotera	4.6	9.3	11.7	3.1	7.5	10.5	10.8	16.2	0	5.8
La Cuchilla	5.6	13.9	16.3	9	12.1	15.1	15.5	17.2	5.8	0
La Golondrina	16	15.8	9.5	21.3	14	16.2	17.4	29.8	18.1	22.8
La Lagunilla	2.2	13.1	15.5	8.2	11.4	14.3	14.7	14.3	5	6.1
La Mata	3.7	14.2	16.6	9.2	12.4	15.4	15.7	10.1	6.1	7.1
La Perla	16	15.1	8.8	21.2	13.3	15.5	16.6	29.7	18.1	21.4
Las Trincheras	2.3	12.7	15.1	7.7	10.9	13.9	14.2	11.6	4.6	5.6

Los Fresnos	18.6	12.1	5.8	20.7	10.3	12.6	13.7	32.5	17.5	22.1
Macuilácatl Chico	15.9	18.6	12.3	21.2	16.8	19	20.2	30.7	18.1	21.4
Macuilácatl Grande	13.5	16.7	10.4	18.8	14.9	17.1	18.2	27.2	15.6	19
Magueyes	15.4	6.6	1.7	15.2	4.9	6	8.2	28.3	12	16.7
Metlac Hernández	6.7	12.4	7	11.9	10.6	13.6	13.9	20.4	8.8	13.4
Metlac Solano	10.9	16.6	11.2	16.1	14.8	17.8	18.1	26.4	13	17.6
Papalotla	15.5	6.7	8.3	15.2	4.9	3.9	8.3	28.6	12.1	16.7
Potrero Nuevo	11.2	21.7	24.1	16.7	19.9	22.9	23.2	2.9	13.6	14.6
Rancho Nuevo	5.1	9.8	12.2	3.1	8	11	11.4	16.7	0.55	6.4
Rancho Viejo	15.8	3.2	9.4	15.6	4.9	5.9	1.6	27.4	12.4	17.1
San Martín	12.6	15.8	9.5	17.9	14	16.2	17.4	26.3	14.7	18.1
San Miguel Chinela	18	5.9	10.8	17.8	7.6	4.2	4.4	29.6	14.6	19.2
San Miguel Pilancón	19.1	7.3	11.9	18.8	8.5	5.3	5.8	30.7	15.7	20.3
Tejocote	18.1	11.1	4.8	19.6	9.3	11.5	12.6	31.5	16.4	21.1
Tuzantla	16.2	9.1	2.8	17.7	7.4	9.6	10.7	29.5	14.5	19.2
Villa Hermosa	11	9.9	3.6	16.2	8.1	10.3	11.4	24.7	13.1	17.7
Xometla	11.3	2.6	3.7	11.1	0.8	3	4.1	23	8	12.6
Yerbabuena	16.6	14.3	8	22.8	12.5	14.7	15.8	30.3	19.7	24.3
Zapote	11.2	14.4	8.1	16.3	12.6	14.8	15.8	25	13.2	16.5

	La Golondrina	La Lagunilla	La Mata	La Perla	Las Trincheras	Los Fresnos	Macuilácatl Chico	Macuilácatl Grande	Magueyes	Metlac Hernández
Agua Escondida	15.4	13.5	14.6	14.7	13.1	11.7	18.2	16.3	6.6	12.8
Barrio de San Lorenzo	1.5	15.5	18.1	1.4	16.7	4.1	2.4	4.9	11.5	7.8
Barrio de San Miguel	1.3	16.1	18.7	1.2	17.2	3.9	3	5.5	11.2	8.4
Barrio los Abeles	19.1	17.3	18.3	18.3	16.8	15.5	22	20	15.7	16.5
Chilapa	13.8	3.6	5.5	13.8	13.8	16.4	13.8	11.3	13.2	4.5
Chilapilla	15.7	1.5	6	15.6	4.5	18.3	15.6	13.1	15	6.3
Ciénega	14.8	7.1	8.2	14.8	6.7	15.1	14.8	12.3	9.6	5.5
Cruz de Chocamán	11.5	13.5	14.6	10.8	13.1	7.8	14.3	12.4	3.6	9
Cruz Grande	14.8	7.1	8.2	14.8	6.7	15.1	15.7	12.3	10.9	5.5
Cumbre del Español	7.6	9.4	12.1	7.5	10.6	10.2	7.6	5.1	7	1.8
El Cebadal	16	2.2	3.7	16	2.3	18.6	15.9	13.5	15.4	6.7
El Comal	15.8	13.1	14.2	15.1	12.7	12.1	18.6	16.7	6.6	12.4
El Lindero	9.5	15.5	16.6	8.8	15.1	5.8	12.3	10.4	1.7	7
El Minero	21.3	8.2	9.2	21.2	7.7	20.7	21.2	18.8	15.2	11.9
El Paso	14	11.4	12.4	13.3	10.9	10.3	16.8	14.9	4.9	10.6
El Salto	16.2	14.3	15.4	15.5	13.9	12.6	19	17.1	6	13.6
Galicia	17.4	14.7	15.7	16.6	14.2	13.7	20.2	18.2	8.2	13.9
La Chivarra	29.8	14.3	10.1	29.7	11.6	32.5	30.7	27.2	28.3	20.4
La Coyotera	18.1	5	6.1	18.1	4.6	17.5	18.1	15.6	12	8.8
La Cuchilla	22.8	6.1	7.1	21.4	5.6	22.1	21.4	19	16.7	13.4
La Golondrina	0	17	19.7	1.1	18.2	3.7	3.9	6.4	11.1	9.3
La Lagunilla	17	0	4.2	16.9	2.7	19.6	16.9	14.5	15.9	7.6
La Mata	19.7	4.2	0	19.6	1.5	22.4	19.6	17.1	16.9	10.3
La Perla	1.1	16.9	19.6	0	18.1	3	3.9	6.4	10.4	9.3
Las Trincheras	18.2	2.7	1.5	18.1	0	20.9	18.1	15.6	15.4	8.8

Los Fresnos	3.7	19.6	22.4	3	20.9	0	6.5	9	7.4	11.9
Macuilácatl Chico	3.9	16.9	19.6	3.9	18.1	6.5	0	2.5	13.9	9.3
Macuilácatl Grande	6.4	14.5	17.1	6.4	15.6	9	2.5	0	12	6.8
Magueyes	11.1	15.9	16.9	10.4	15.4	7.4	13.9	12	0	8.7
Metlac Hernández	9.3	7.6	10.3	9.3	8.8	11.9	9.3	6.8	8.7	0
Metlac Solano	13.5	11.8	14.5	13.4	13	16.1	13.4	11	12.8	4.4
Papalotla	17.8	15.9	17	17.1	15.5	14.2	20.6	18.7	2.1	15.2
Potrero Nuevo	27.2	11.7	7.5	27.1	9	29.9	27.1	24.6	24.4	17.8
Rancho Nuevo	18.7	5.6	6.6	18.6	5.1	18.1	18.6	16.2	12.6	9.3
Rancho Viejo	18.9	16.3	17.3	18.2	15.8	15.3	21.8	19.8	9.8	15.5
San Martín	7.4	13.6	16.3	7.3	14.8	10	3.4	1	11.2	6
San Miguel Chinela	20.3	18.5	19.5	19.6	18	16.7	23.2	21.2	11.5	17.7
San Miguel Pilancón	21.4	19.5	20.6	20.7	19.1	17.8	24.2	22.3	12.6	18.8
Tejocote	4.7	20.3	21.3	4	19.8	1.6	7.5	10	6.4	11.4
Tuzantla	6.9	17.1	19.4	6.2	17.9	3.2	9.7	12.2	4.5	9.5
Villa Hermosa	10.2	11.9	14.6	10.1	13.1	9.1	10.1	7.7	5.2	4.3
Xometla	13.2	11.8	12.9	12.5	11.4	9.5	16	14.1	4.5	10.7
Yerbabuena	1.6	17.5	20.2	1	18.7	2.2	4.5	7	9.6	9.9
Zapote	5.4	12	14.7	4.9	13.2	7.6	5.6	3.2	9.6	4.4

	Metlac Solano	Papalotla	Potrero Nuevo	Rancho Nuevo	Rancho Viejo	San Martín	San Miguel Chinela	San Miguel Pilancón	Tejocote	Tuzantla
Agua Escondida	17	3	22.1	10.2	6.8	15.4	5.1	6.2	10.7	8.7
Barrio de San Lorenzo	12	16.1	25.6	17.2	19.4	5.8	20.8	21.8	5.1	7.3
Barrio de San Miguel	12.5	18	26.2	17.7	19.1	6.4	20.5	21.5	4.9	7
Barrio los Abeles	20.7	6.8	25.8	14	3	19.2	1.3	2.4	14.4	12.5
Chilapa	8.7	17.3	13	6.9	17.6	10.4	19.8	20.9	15.9	14
Chilapilla	10.5	17.7	13.5	7.3	18	12.3	20.2	21.3	17.7	15.8
Ciénega	9.7	9.7	15.7	3.8	10	11.5	12.2	13.3	14	12.1
Cruz de Chocamán	13.2	6.3	22.1	10.2	7.4	11.5	8.8	9.9	6.8	4.8
Cruz Grande	9.1	11.2	15.7	3.8	10	11.4	12.2	13.3	14	12.1
Cumbre del Español	5.9	13.7	19.6	11.1	14.8	4.3	16.2	17.3	9.7	7.8
El Cebadal	10.9	15.5	11.2	5.1	15.8	12.6	18	19.1	18.1	16.2
El Comal	16.6	6.7	21.7	9.8	3.2	15.8	5.9	7.3	11.1	9.1
El Lindero	11.2	8.3	24.1	12.2	9.4	9.5	10.8	11.9	4.8	2.8
El Minero	16.1	15.2	16.7	3.1	15.6	17.9	17.8	18.8	19.6	17.7
El Paso	14.8	4.9	19.9	8	4.9	14	7.6	8.5	9.3	7.4
El Salto	17.8	3.9	22.9	11	5.9	16.2	4.2	5.3	11.5	9.6
Galicia	18.1	8.3	23.2	11.4	1.6	17.4	4.4	5.8	12.6	10.7
La Chivarra	26.4	28.6	2.9	16.7	27.4	26.3	29.6	30.7	31.5	29.5
La Coyotera	13	12.1	13.6	0.55	12.4	14.7	14.6	15.7	16.4	14.5
La Cuchilla	17.6	16.7	14.6	6.4	17.1	18.1	19.2	20.3	21.1	19.2
La Golondrina	13.5	17.8	27.2	18.7	18.9	7.4	20.3	21.4	4.7	6.9
La Lagunilla	11.8	15.9	11.7	5.6	16.3	13.6	18.5	19.5	20.3	17.1
La Mata	14.5	17	7.5	6.6	17.3	16.3	19.5	20.6	21.3	19.4
La Perla	13.4	17.1	27.1	18.6	18.2	7.3	19.6	20.7	4	6.2
Las Trincheras	13	15.5	9	5.1	15.8	14.8	18	19.1	19.8	17.9

Los Fresnos	16.1	14.2	29.9	18.1	15.3	10	16.7	17.8	1.6	3.2
Macuilácatl Chico	13.4	20.6	27.1	18.6	21.8	3.4	23.2	24.2	7.5	9.7
Macuilácatl Grande	11	18.7	24.6	16.2	19.8	1	21.2	22.3	10	12.2
Magueyes	12.8	2.1	24.4	12.6	9.8	11.2	11.5	12.6	6.4	4.5
Metlac Hernández	4.4	15.2	17.8	9.3	15.5	6	17.7	18.8	11.4	9.5
Metlac Solano	0	19.4	22	13.5	19.7	10.1	21.9	23	15.6	13.6
Papalotla	19.4	0	22.3	10.5	7.7	15.7	9.4	10.5	10.9	9
Potrero Nuevo	22	22.3	0	14	24.8	23.7	26.9	28	28.8	26.8
Rancho Nuevo	13.5	10.5	14	0	13	15.3	15.2	16.2	17	15.1
Rancho Viejo	19.7	7.7	24.8	13	0	19	2.8	4.2	14.2	12.3
San Martín	10.1	15.7	23.7	15.3	19	0	20.4	21.5	11	12
San Miguel Chinela	21.9	9.4	26.9	15.2	2.8	20.4	0	2.5	15.7	13.8
San Miguel Pilancón	23	10.5	28	16.2	4.2	21.5	2.5	0	16.8	14.9
Tejocote	15.6	10.9	28.8	17	14.2	11	15.7	16.8	0	2.2
Tuzantla	13.6	9	26.8	15.1	12.3	12	13.8	14.9	2.2	0
Villa Hermosa	8.4	9.8	22	13.6	13	6.8	14.6	15.6	8	6.1
Xometla	14.9	2.4	20.3	8.5	5.7	13.2	7.3	8.3	8.5	6.5
Yerbabuena	14	14.1	27.6	22.2	17.4	7.9	18.9	20	3.2	5.4
Zapote	8.5	16.2	22.2	13.7	17.4	4.2	18.8	19.8	8.6	10.4

	Villa Hermosa	Xometla	Yerbabuena	Zapote
Agua Escondida	9.5	2.2	13.9	14
Barrio de San Lorenzo	8.7	13.6	2.1	3.6
Barrio de San Miguel	9.2	13.3	1.8	4
Barrio los Abeles	13.2	5.9	17.6	17.6
Chilapa	8.8	13.1	14.4	9
Chilapilla	10.6	13.6	16.2	10.9
Ciénega	9.8	5.6	15.4	9.9
Cruz de Chocamán	5.6	1.7	10	10.1
Cruz Grande	9.8	5.6	15.4	10
Cumbre del Español	2.6	9.1	8.1	2.6
El Cebadal	11	11.3	16.6	11.2
El Comal	9.9	2.6	14.3	14.4
El Lindero	3.6	3.7	8	8.1
El Minero	16.2	11.1	22.8	16.3
El Paso	8.1	0.8	12.5	12.6
El Salto	10.3	3	14.7	14.8
Galicia	11.4	4.1	15.8	15.8
La Chivarra	24.7	23	30.3	25
La Coyotera	13.1	8	19.7	13.2
La Cuchilla	17.7	12.6	24.3	16.5
La Golondrina	10.2	13.2	1.6	5.4
La Lagunilla	11.9	11.8	17.5	12
La Mata	14.6	12.9	20.2	14.7
La Perla	10.1	12.5	1	4.9
Las Trincheras	13.1	11.4	18.7	13.2

Los Fresnos	9.1	9.5	2.2	7.6
Macuilácatl Chico	10.1	16	4.5	5.6
Macuilácatl Grande	7.7	14.1	7	3.2
Magueyes	5.2	4.5	9.6	9.6
Metlac Hernández	4.3	10.7	9.9	4.4
Metlac Solano	8.4	14.9	14	8.5
Papalotla	9.8	2.4	14.1	16.2
Potrero Nuevo	22	20.3	27.6	22.2
Rancho Nuevo	13.6	8.5	22.2	13.7
Rancho Viejo	13	5.7	17.4	17.4
San Martín	6.8	13.2	7.9	4.2
San Miguel Chinela	14.6	7.3	18.9	18.8
San Miguel Pilancón	15.6	8.3	20	19.8
Tejocote	8	8.5	3.2	8.6
Tuzantla	6.1	6.5	5.4	10.4
Villa Hermosa	0	7.3	11.2	5.2
Xometla	7.3	0	11.7	11.6
Yerbabuena	11.2	11.7	0	5.5
Zapote	5.2	11.6	5.5	0

Anexo II Formatos KML

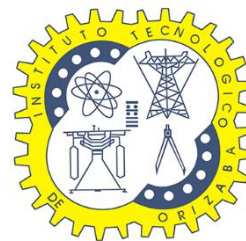
 Refugio Chilapa (2)	22/05/2025 ...	KML	80 KB
 Refugio La Perla (1)	22/05/2025 ...	KML	36 KB
 Refugio Xometla (1)	22/05/2025 ...	KML	80 KB

Anexo III Herramientas requeridas

Incendios	Deslaves	Heladas
Abatefuego	Arneses	Cadenas
Antorcha de goteo	Botas de seguridad	Cinta adhesiva fuerte
Azadon	Botas impermeables	Extintores de incendios
Bengalas	Camillas	Guantes térmicos
Bombas de agua	Carretillas	Linterna de mano
Botas de seguridad	Casco	Mapas locales
Chaquetón	Collares cervicales	Mascarillas o protectores faciales
Cintas antiderrapante	Cuerdas	Pilas
Cintas delimitadoras	Equipos de corte	Radio portátiles
Conos C, M y G	Gafas de seguridad	Ropa impermeable
Cuerdas	Guantes	Señales luminosas
Guantes	Linternas de mano	
Hachas	Mascarilla o protección	
Limas planas	Mochila/Botiquín primeros auxilios	
Machetes	Mosquetones	
Macleod	Poleas	
Megáfonos	Radios portátiles	
Megáfonos	Ropa de protección	
Mochila/Botiquín primeros auxilios	Rosaderas	
Mochilas aspersora	Silbatos	
Motosierra		
Palas		
Pantalón de protección		
Pulidoras		
Rastrillos		

Anexo IV Plan de logística

*Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación*



***Plan de logística humanitaria para atención a
desastres hidrometeorológicos
La Perla, Veracruz***

**Lic. Evelin Edith Dector Rosas
Protección Civil La Perla
Mayo 2025**

Contenido

1. LA PERLA, VERACRUZ 111
2. OBJETIVO DEL PLAN 112
3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 113
4. Principales riesgos identificados por el Atlas de Riesgos Naturales 2011
113
5. Factores socioeconómicos que contribuyen al riesgo 113
6. Factores climáticos que contribuyen al riesgo 115
7. Riesgos en los últimos años 116
8. ANÁLISIS DE RIESGOS ACTUALES 119
9. Seguimiento histórico de la presencia de fenómenos en el municipio
119
10. Clasificación de áreas de impacto por incendios, heladas y deslaves
119
11. Segmentación de las localidades por fenómeno hidrometeorológico
121
12. Incendios 123
13. Triángulo del fuego 123
14. Tipos de incendios 125
15. Condiciones transitorias que influyen para que el fuego se propague
127
16. Heladas 128
17. Formación 129
18. Tipos 129
19. Deslaves por aumento en la precipitación 130
20. Deslaves 130
21. IMPACTOS DE LOS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL
MUNICIPIO 131
22. Localidades con mayor vulnerabilidad 131
23. Impacto por incendios 132
24. Impacto por heladas 132

25. Salud	133
26. Cultivos	133
27. Impacto por incremento en la precipitación y deslaves	134
28. CONTEXTO ACTUAL	135
29. Vías de acceso disponibles	64
30. Evaluación de infraestructura de transporte	65
31. Refugios disponibles	136
32. Dimensiones de refugios	66
33. Recursos materiales disponibles	67
34. PLAN DE RESPUESTA	140
35. Fortalecimiento de refugios para la atención a la población	140
36. Designación de localidades a atender por cada refugio	140
37. Kits para refugios	141
38. Kit de herramientas	143
39. Capacidad y diseño de refugios	144
40. Capacidad en el refugio de Xometla	145
41. Capacidad en el refugio de Chilapa	146
42. Infraestructura preventiva	148
43. Coordinación y comunicación	150
44. Sistema de Comando de Incidentes (SCI)	150
45. Sistema de alertamiento temprano	153
46. Protocolo para la evacuación ante la activación emergencias	155
47. Rutas de evacuación	156
48. PLANEACIÓN PARA LA CAPACITACIÓN COMUNITARIA	159
49. Definición de grupos vulnerables	159
50. Kit familiar	160
51. Plan de evacuación	161
52. Campañas informativas comunitarias	163
53. Medios de comunicación locales y tradicionales	163
54. Señalización en campo	164
55. Manejo de emergencias específicas	164

56. Incendios	165
57. Heladas	174
58. Deslaves por aumento de la precipitación	176
59. ANEXOS	179
60. Anexo A	179
61. Anexo B	180
62. Referencias	181

Ilustraciones

• Ilustración 1 La Perla	111
• Ilustración 2 Georreferenciación por color	121
• Ilustración 3 Polígonos por fenómeno hidrometeorológico	122
• Ilustración 4 Segmentación del municipio	123
• Ilustración 5 Incendio de copa, de corona o aéreo	126
• Ilustración 6 Incendio superficial	126
• Ilustración 7 Incendio subterráneo	127
• Ilustración 8 Mapa de rutas	135
• Ilustración 9 Infraestructura de transporte	136
• Ilustración 10 Refugios actuales	137
• Ilustración 11 Diseño de refugio	147
• Ilustración 12 Infraestructura preventiva segmento incendios	148
• Ilustración 13 Infraestructura preventiva segmento heladas	149
• Ilustración 14 Infraestructura preventiva segmento deslaves	150
• Ilustración 15 Sistema de Comando de Incidentes (IRG; USAID/OFDA/LAC, 2013)	151
• Ilustración 16 Refugio Chilapa	157
• Ilustración 17 Refugio La Perla	157
• Ilustración 18 Refugio Xometla	158
• Ilustración 19 Histograma población 2025	160

Tablas

- Tabla 1 Riesgos en los últimos años 117
- Tabla 2 Frecuencia histórico de la presencia de fenómenos 119
- Tabla 3 Riesgos actuales 120
- Tabla 4 Georreferenciación por color 120
- Tabla 5 ¿Por qué ocurren los incendios forestales? 124
- Tabla 6 Fenómenos hidrometeorológicos por localidad 131
- Tabla 7 Dimensiones de refugios 138
- Tabla 8 Herramientas 138
- Tabla 9 Distribución de refugios 141
- Tabla 10 Kit para refugios 142
- Tabla 11 Kit de herramientas 143
- Tabla 12 Mensajes para alertamiento 155
- Tabla 13 Kit familiar 160
- Tabla 14 Especificaciones técnicas de la quema prescrita 168
- Tabla 15 Operaciones a desarrollar 171

- LA PERLA, VERACRUZ

La Perla es un municipio situado en la zona centro del estado de Veracruz, zona que forma parte de la región natural conocida como las Altas montañas, donde se encuentra el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental, situándose en las coordenadas geográficas 18° 55' 38'' de latitud norte y 97° 08' 00'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. El municipio colinda al norte con los municipios de Coscomatepec y Calcahualco; al este con Chocamán y Atzacan; al sur con Mariano Escobedo, Ixhuatlancillo; y al oeste con el estado de Puebla, de acuerdo con el mapa de México, La Perla se encuentra a una altitud media de 1,620 metros sobre el nivel del mar y abarca una superficie de 199.880 kilómetros cuadrados (ilustración 1). (Municipios.mx, 2024)



Ilustración 1 La Perla

El municipio de La Perla está subdividido por 44 localidades (anexo A) las cuales se concentran 8 congregaciones o agencias municipales, mientras que las demás se clasifican como comunidades rurales, entre ellas se destacan La Perla, Chilapa, La Ciénega y El Barrio de San Miguel por tener la mayor concentración de población de todo el municipio, igualmente se encuentran comunidades como Cumbre del Español, Los Fresnos, Xometla, Potero Nuevo, entre otras. Es importante señalar que el municipio está dividido en dos rutas; denominadas ruta 1 y ruta 2, cuya

división responde a la ubicación geográfica de la cabecera municipal, que se encuentra en la parte baja del municipio, es ahí en donde se originan las dos carreteras que se dirigen hacia el norte, abarcando los extremos del territorio con cada ruta. (PueblosAmérica, s.f.)

- **OBJETIVO DEL PLAN**

Este plan tiene como objetivo fortalecer la logística humanitaria en el municipio de La Perla, enfocándose en la prevención y respuesta ante tres fenómenos hidrometeorológicos prioritarios; incendios, deslaves provocados por el aumento en la precipitación y heladas. Uno de los propósitos fundamentales es promover la participación solidaria del personal que integra el ayuntamiento y de la población civil, asegurando que puedan responder de manera técnica y responsable; para con ello, reducir riesgos y proteger tanto la integridad de las personas como sus bienes. El presente plan está alineado con las requisiciones básicas solicitadas por manuales, guías, cursos y recomendaciones oficiales respecto a las acciones correctas que corresponden a los fenómenos hidrometeorológicos en cuestión y este ha sido diseñado para proporcionar directrices claras sobre qué hacer y cómo actuar ante una emergencia. Su contenido ofrece una guía práctica para la planificación y organización de medidas dirigidas tanto al personal del ayuntamiento como a la población civil.

Dentro del documento presente se encuentra información como la definición de acciones dentro del *Sistema de Comando Integral*, así como los encargados de desempeñarlas, el conocimiento de las herramientas necesarias para el fortalecimiento de la logística humanitaria y recomendaciones para las acciones preventivas que la población civil puede implementar. Por lo tanto, este proyecto constituye un recurso clave para mejorar la preparación y respuesta ante emergencias, promoviendo una actuación eficaz, coordinada y en beneficio de la comunidad.

- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS
- Principales riesgos identificados por el Atlas de Riesgos Naturales 2011

El municipio de La Perla, Veracruz, presenta una amplia variedad de riesgos hidrometeorológicos y geológicos que han afectado su desarrollo, entre los fenómenos hidrometeorológicos destacan las granizadas, que ocurren de 0 a 5 días consecutivos al año, causando daños significativos a los cultivos. Las tormentas eléctricas son frecuentes, registrando entre 10 a 50 días anuales, mientras que la niebla afecta de 60 a 170 días en diversas comunidades, como Chilapilla y La Lagunilla; además, el municipio enfrenta también inundaciones severas, lo que provoca la incomunicación entre localidades y daños a la infraestructura vial.

En cuanto a los riesgos geológicos, la erosión en la zona serrana es particularmente alta, afectando las condiciones del suelo y la vegetación, en cuanto a los deslizamientos y derrumbes, estos representan un peligro significativo, como el registrado en 2011, que dejó semi incomunicadas a 12,000 personas tras fracturarse una carretera. Asimismo, las comunidades cercanas al Pico de Orizaba están expuestas a fenómenos volcánicos, incluidos lahares y flujos de lava.

A lo largo de su historia La Perla ha sido declarada en emergencia o desastre en múltiples ocasiones debido a eventos climáticos extremos, destacando entre estos también a las heladas y nevadas de 2002 y 2003 y los impactos del huracán Dean en 2007, así como las fuertes lluvias asociadas a la tormenta tropical Stan en 2005, eventos que han causado pérdidas importantes en cultivos, daños a viviendas y afectaciones en la infraestructura comunitaria. En lo documentado por el Atlas de Riesgos 2011 se destaca la necesidad de fortalecer las capacidades de prevención y respuesta en el municipio. La identificación de áreas vulnerables, el monitoreo de fenómenos naturales y la implementación de medidas de mitigación son clave para reducir los impactos de estos riesgos y garantizar la seguridad de la población frente a futuros desastres.

- Factores socioeconómicos que contribuyen al riesgo

En el año 2010, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) reportó en el municipio una población total de 23,648 personas; de este total, el 30.9% se encontraban en condiciones de pobreza moderada y el 62.5% en pobreza extrema, lo que significa que el 93.4% de los habitantes de La Perla enfrentaban condiciones de pobreza. El rezago educativo se tenía presente igual entre la población, pues se registraron afectaciones al 49.7% de las personas, con un grado promedio de escolaridad entre los adultos mayores de 15 años de 3.6, comparado con 7.7 en el estado. Además, se mencionó que el 44.9% de población reside en hogares contruidos con materiales de baja calidad y con espacio insuficiente, lo que resulta en que el 76.3% del total de viviendas carezcan de los servicios básicos adecuados; finalmente se resaltó que el 64.5% de los habitantes no tienen acceso a servicios de salud y el 97.2% carecen de seguridad social. (CONEVAL, 2010)

Para el 2020, La Perla cuenta con una población de 28,258 habitantes, lo que representa un incremento del 19.5% respecto a 2010; en este año las viviendas predominantes fueron de 1 o 2 cuartos, se observó también un acceso limitado a tecnología y servicios como internet y computadoras, situación fuertemente ligada a las condiciones de pobreza que afectaron en ese año al 95.3% de la población con un 55.6% en pobreza extrema y un 39.7% en pobreza moderada. Entre las principales carencias sociales, se encontraron la falta de acceso a seguridad social, servicios básicos en la vivienda y rezago educativo; dentro del contexto educativo, se resaltó que la mayoría de los habitantes solo cuentan con educación básica, lo que generó que la tasa de analfabetismo alcanzara el 24.5%. (Data México, 2020)

En el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2024, expedido por la Secretaría de Bienestar se reporta una población total de 29,502 en el municipio de la Perla; el informe revela un alto grado de marginación y rezago social, con 27,855 personas viviendo en pobreza extrema y moderada, lo que se representa el 55.6% y 39.7% de la población total respectivamente. En cuanto a las carencias sociales específicas, se señala que el 52.3% de los habitantes pertenecientes a este municipio enfrentan rezago social, solo el 17.1% tienen

acceso a servicios de salud y únicamente el 44.5% de las viviendas cumplen con estándares adecuados de calidad y espacio para habitar en ellas, pues 1,080 viviendas están diseñadas con piso de tierra, 180 cuentan con techos realizados con materiales endebles, 38 de las viviendas poseen muros de materiales endebles y 112 de las viviendas no cuentan con energía eléctrica. (Bienestar, 2024)

En conclusión, se puede observar que, a lo largo de los años, La Perla ha experimentado un persistente y agravado estado de pobreza y rezago social desde el año 2010 hasta el 2024, aunque la población ha crecido, las condiciones socioeconómicas han mostrado una preocupante estabilidad en términos de marginación. El porcentaje de habitantes en pobreza extrema y moderada se ha mantenido elevado, en cuanto al rezago educativo y la falta de acceso a servicios básicos y de salud se siguen presentando con problemas críticos; al igual que las viviendas, por sus condiciones, que en su mayoría son precarias, y la limitada disponibilidad de servicios tecnológicos y educativos reflejan un estancamiento en el progreso socioeconómico del municipio, condiciones que promueven la aparición de un desastre ante la presencia de un fenómeno hidrometeorológico.

- Factores climáticos que contribuyen al riesgo

En la actualidad, las clasificaciones climáticas se basan en diversos parámetros meteorológicos como la temperatura, la precipitación y la humedad, clasificando los climas en cálidos, templados y fríos, dentro del municipio de La Perla, se identifican varios tipos de clima influenciados por su altitud; en la parte baja, que incluye la cabecera municipal y comunidades cercanas como Los Fresnos y Tuzantla, predomina un clima semicálido húmedo; a mayor altitud, entre 2,100 y 2,600 metros sobre el nivel del mar, se encuentran dos climas, templado húmedo y semifrío subhúmedo. En las localidades más elevadas, como Cruz de Chocamán y El Lindero, la temperatura media anual oscila entre 5 y 12°C. Las áreas situadas a las mayores altitudes presentan un clima frío con temperaturas medias entre -2°C y 5°C y pueden alcanzar hasta -5°C en invierno, con lluvias predominantes en verano. (COPLADEMUN, 2022)

En el municipio de La Perla, la temporada de lluvias es cálida y nublada, mientras que la temporada seca es cómoda y parcialmente nublada, las temperaturas anuales fluctúan entre 8 °C y 26 °C, rara vez bajando de 4 °C o superando los 30 °C y durante la temporada templada, que dura de marzo a junio y tiene temperaturas medias superiores a 25 °C; el periodo más fresco es de diciembre a febrero, con temperaturas máximas diarias inferiores a 21 °C, siendo enero el mes más frío con mínimas de 8 °C y máximas de 20 °C. También experimenta variaciones significativas en nublados y precipitación a lo largo del año, la temporada más nublada va de mayo a octubre, con septiembre siendo el mes más nublado; en cuanto a la precipitación va de mayo a octubre, con registros de lluvia más frecuente en septiembre, mientras que diciembre es el mes con menos lluvia, respecto a la velocidad del viento, muestra variaciones estacionales leves, con octubre siendo el mes más ventoso y diciembre el más calmado. (WeatherSpark, 2023)

- Riesgos en los últimos años

En 2018 un promedio de 8,000 personas resultó afectadas por dos eventos de granizada que ocurrieron en el municipio de La Perla, la evaluación de daños no es precisa debido a las lluvias combinadas con este evento, lo que generó también bajas temperaturas; sin embargo, entre las afectaciones se incluyen casas de madera, por las perforaciones en sus techos de lámina generadas por el granizo y en los cultivos dañados por quemaduras ocasionadas por la helada. (Arriola, 2018) En la comunidad El Zapote, perteneciente a La Perla, una mujer de 35 años y su hija de 9 años perdieron la vida en el año 2019 debido a un deslave por la presencia de fuertes lluvias que arrastró su vivienda, ocasionando que un muro de contención colapsara, dejando a las víctimas entre el lodo y escombros. (AVC, 2019)

Durante el año 2022 se reportan a la comunidad El Zapote, Fresnos y Tecojote del municipio de La Perla, en riesgo por deslaves, considerando que estas se encuentran en un área vulnerable debido a la arcilla que se crea en la zona, lo cual facilita el deslizamiento de tierra. (Castillo, 2022)

En el año 2022, San Miguel Chinela, La Perla, se registra una helada debido a

temperaturas inferiores a 5 grados y se informa que se observó aguanieve y escarcha en la parte alta de la comunidad; aunque la temperatura alcanzó los 12 grados en la mañana, descendió a 8 grados por la tarde y a menos 3 o 5 grados por la noche, por lo que las autoridades recomiendan precaución con niños y adultos mayores, así como con el uso de anafes y fogatas debido al riesgo de humo tóxico. (Hernandez, 2022)

En 2023 la caída de granizo afecta el municipio de La Perla en Veracruz debido al paso de una vaguada que trajo humedad al estado, si bien el granizo causó daños mínimos en algunos techos, sin reportarse daños mayores ni personas lesionadas, se activa la alerta y monitoreo del fenómeno debido a la presencia de las lluvias que acompañan al granizo. (Granizada en la región, 2023)

En el año 2024 se presenta una de las más grandes afectación en el municipio por incendios forestales, pues la brigada contra incendios se mantuvo en trabajo contante por aproximadamente una semana, por la presencia de un incendio que destruyó alrededor de 10 hectáreas de bosque de las comunidades de Villa Hermosa, La Ciénega, Los Fresnos y Tlamanixco. (Domínguez, 2024)

Considerando la información recopilada por los múltiples medios de información que dan a conocer los fenómenos hidrometeorológicos que se hacen presentes en La Perla y las afectaciones ocasionadas, se realiza la concentración de los fenómenos que afectaron al municipio en los últimos seis años y las principales comunidades que se ven afectadas.

Tabla 1 Riesgos en los últimos años

Año	Tipo de fenómeno hidrometeorológico	Localidades afectadas
2024	Incendio forestal	Los Fresnos, Villa Hermosa, y Ciénega
2023	Incendio forestal	La Lagunilla, Potrero Nuevo, Metlac Hernández
	Deslaves/Precipitación	Xometla, Ciénega
	Heladas	San Miguel Chinela y Potrero Nuevo
2022	Incendio forestal	Ciénega, Los Fresnos

	Deslaves/Precipitación	Ciénega
	Heladas	San Miguel Pilancón, San Miguel Chinela, Barrio los Abeles, Ciénega, Rancho Nuevo, La Coyotera, El Minero, La Chivarra
2021	Incendio forestal	Potrero Nuevo
	Deslaves/Precipitación	Zapote, Papalotla
	Heladas	Rancho Nuevo, El Minero, San Miguel Chinela
2020	Incendio forestal	Los Fresnos, Ciénega
	Deslaves/Precipitación	Zapote, Xometla
	Heladas	San Miguel Chinela, Barrio los Abeles, Ciénega, Rancho Nuevo
2019	Incendio forestal	Villa Hermosa, Ciénega
	Deslaves/Precipitación	Zapote
	Heladas	Rancho Nuevo, La Chivarra
2018	Incendio forestal	Los Fresnos, Ciénega
	Deslaves/Precipitación	Zapote, Ciénega
	Heladas	San Miguel Chinela

- ANÁLISIS DE RIESGOS ACTUALES
- Seguimiento histórico de la presencia de fenómenos en el municipio

Se identificó la presencia de los fenómenos hidrometeorológicos en el municipio durante el periodo comprendido entre 2018 y 2024, permitiendo establecer patrones de recurrencia, la tabla 2 presenta un resumen de estos eventos, destacando un incremento significativo en la frecuencia de incendios forestales en los últimos años, lo que sugiere que este tipo de fenómeno se siga presentando con mayor intensidad.

En contraste, los fenómenos de heladas y deslaves mostraron una variabilidad en su ocurrencia, sin una progresión específica, pero con afectaciones puntuales de alto impacto, esta información resulta clave para la planeación preventiva, ya que permite priorizar recursos y acciones de acuerdo con el nivel de riesgo asociado a cada fenómeno, así como actualizar protocolos de actuación ante emergencias con base en evidencia histórica reciente.

Tabla 10 Frecuencia histórico de la presencia de fenómenos

Fenómeno / Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018
Incendio forestal	3	3	2	1	2	2	2
Deslaves/Precipitación	0	2	1	2	2	1	2
Heladas	0	2	8	3	4	2	1

- Clasificación de áreas de impacto por incendios, heladas y deslaves

A partir en la información expuesta en el apartado “*Identificación de riesgos*”, se logran clasificar las localidades del municipio de acuerdo con la probabilidad de impacto de los fenómenos identificados. Esta agrupación, que permite una mejor comprensión y análisis de las áreas más afectadas, se presenta de manera

detallada en la tabla 3.

Tabla 3 Riesgos actuales

Fenómeno hidrometeorológico	Localidad
Incendios forestales	Los Fresnos, Villa Hermosa, Ciénega, La Lagunilla, Potrero Nuevo, Metlac Hernández.
Precipitación y deslaves	Xometla, Ciénega, Zapote, Papalotla, Metlac Solano
Heladas	San Miguel Chinela, Potrero Nuevo, San Miguel Pilancón, Barrio los Abeles, Ciénega, Rancho Nuevo, La Coyotera, El Minero, La Chivarra.

Con base en la información de la tabla anterior, se llevó a cabo la identificación de los eventos más frecuentes que afectan a las diferentes localidades del municipio. Esta información se integra en un mapa de Google MyMaps georreferenciado con un puntero de color según el tipo de fenómeno hidrometeorológico presente (tabla 4).

Tabla 4 Georreferenciación por color

Color	Fenómeno
	Heladas
	Incendios
	Deslaves/Precipitación

Información que se visualiza en el mapa del municipio, como se muestra en la imagen permitiendo una representación clara de las áreas con mayor presencia de

fenómenos los fenómenos analizados, incendios, heladas y deslaves por aumento en la precipitación.

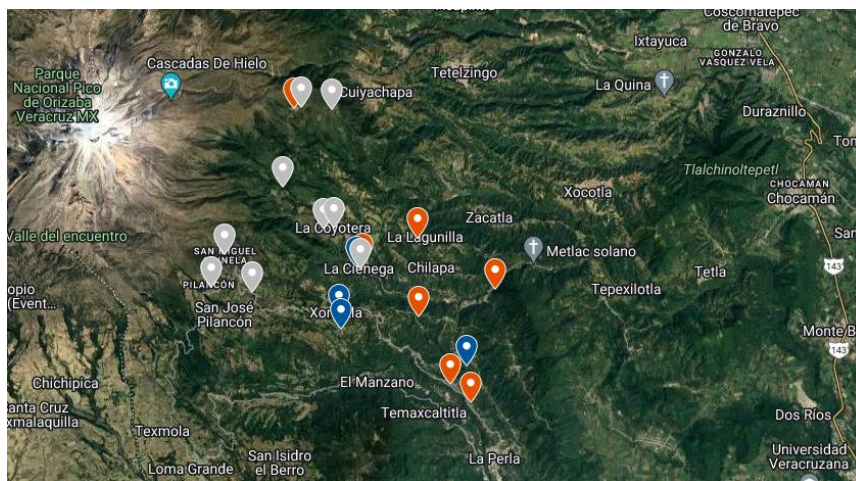


Ilustración 2 Georreferenciación por color

- Segmentación de las localidades por fenómeno hidrometeorológico

Para realizar la segmentación del municipio, se definieron polígonos que delimitan las áreas específicas afectadas por cada fenómeno hidrometeorológico, los polígonos se trazaron a partir de los puntos de referencia identificados en la sección *“Evaluación en la probabilidad de impacto de incendios, heladas y deslaves”*, los cuales sirven como base para determinar con precisión las zonas de impacto asociadas a incendios, heladas y deslaves .

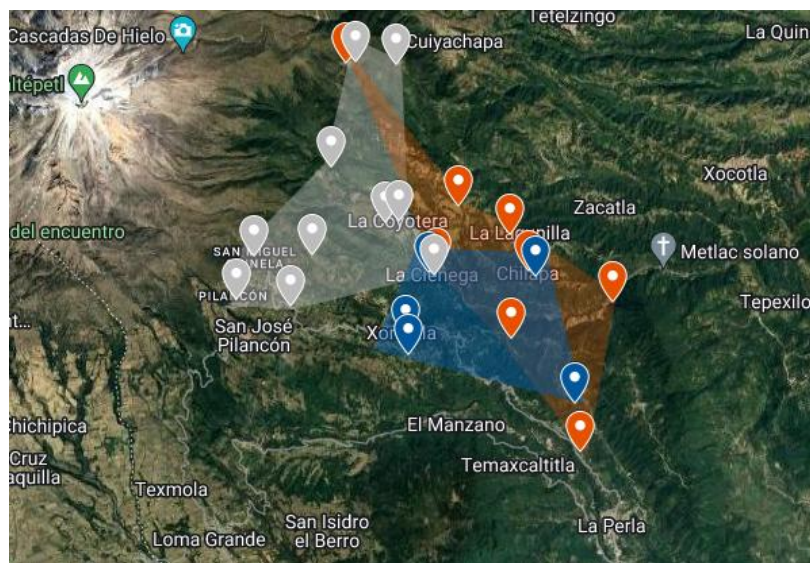


Ilustración 3 Polígonos por fenómeno hidrometeorológico

Posteriormente se integran las comunidades restantes, asignándolas a un segmento en función de su proximidad a los polígonos previamente establecidos y representados en la imagen anterior. El resultado de esta asignación indica que el segmento de incendios, representado con color naranja concentra 26 localidades; el segmento heladas, en color gris agrupa 15 localidades y el segmento de deslaves por precipitación reúne 14 localidades, información que se ilustra de manera detallada en la imagen proporcionando una visión clara de la distribución final.

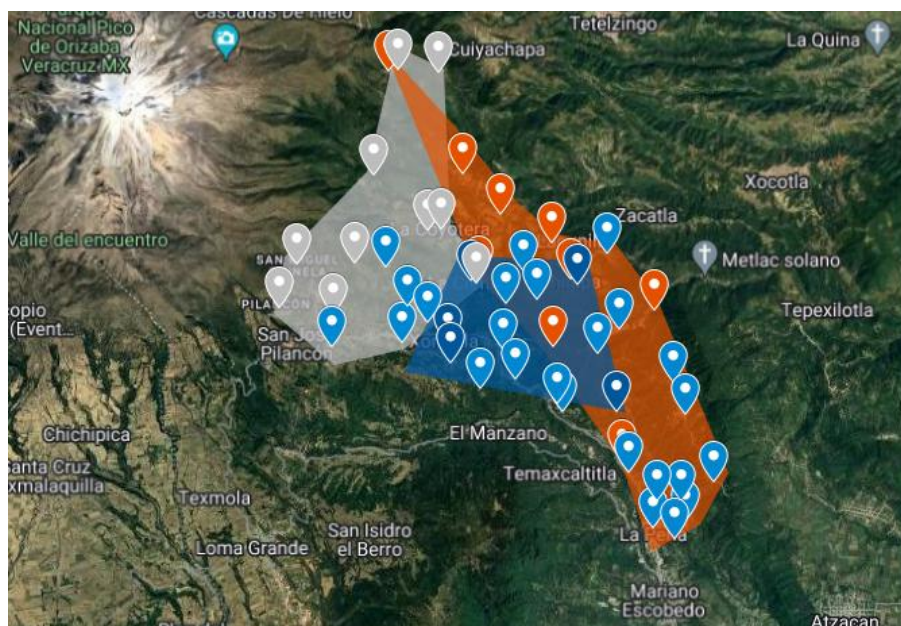


Ilustración 4 Segmentación del municipio

- Incendios

Un incendio forestal es el fuego que se propaga de manera descontrolada a través de áreas de vegetación, como bosques, selvas, y zonas áridas o semiáridas, estos incendios pueden ser originados por causas naturales, o por actividad humana.

La presencia de incendios forestales ha aumentado considerablemente en las últimas décadas, especialmente con los efectos del cambio climático, que han incrementado la temperatura global y la frecuencia de sequías. A medida que las condiciones ambientales se vuelven más extremas, los incendios forestales se están convirtiendo en un desafío mayor para el medio ambiente y para las comunidades donde se hacen presentes.

- Triángulo del fuego

Para que el fuego forestal se produzca se requiere de tres elementos, que forman el llamado “triángulo del fuego” (Perez, 2007)

Triángulo del fuego = calor + oxígeno + combustible

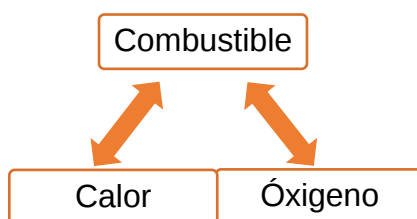


Gráfico 1 Triangulo de fuego

- Calor. Una chispa, una llama o una alta temperatura, que inicia el proceso de combustión.
- Oxígeno. El oxígeno es necesario para que la combustión ocurra, ya que reacciona con el combustible en el proceso de oxidación.
- Combustible. Cualquier material que pueda arder, como madera, gasolina, papel, entre otros. El combustible es necesario para que el fuego se mantenga.

- *¿Por qué ocurren los incendios forestales?*

Se estima que el 90% de los incendios forestales son causados por actividades humanas, mientras que el porcentaje restante se origina por fenómenos naturales; según el promedio de los últimos años, casi la mitad de estos incendios se deben a actividades naturales y accidentales, además de acciones intencionales y negligencias, como no apagar correctamente cigarros o fogatas, algunas de ellas se plasman en la tabla 5 que a continuación se presenta. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2021).

Tabla 5 ¿Por qué ocurren los incendios forestales?

Accidentales	Negligencias	Intencionales	Naturales
• Rupturas de líneas eléctricas. • Accidentes (automovilísticos y ferroviarios).	• Quemados agropecuarios no controlados. • Fogatas. • Fumadores. • Quema de basura. • Uso del fuego en otras actividades productivas dentro de áreas forestales. • Quema de cohetes o juegos pirotécnicos.	• Quemados por conflictos entre personas o comunidades • Tala ilegal.	• Caída de rayos. • Erupciones volcánicas.

- Tipos de incendios

Existen tres maneras en las que un incendio forestal se hace presente, aéreo o de copa, en la superficie, y subterráneo.

- *Incendio de copa, de corona o aéreo*

Generalmente, inicia en el suelo o en vegetación baja, pero las llamas ascienden rápidamente hacia las copas de los árboles, impulsadas por el viento, la propagación vertical, en forma de escalera, es una característica distintiva de estos incendios.

Este tipo de incendio afecta gravemente a los ecosistemas, destruyendo la vegetación, y en ocasiones, poniendo en peligro a la fauna silvestre. (CONAFOR, 2020)

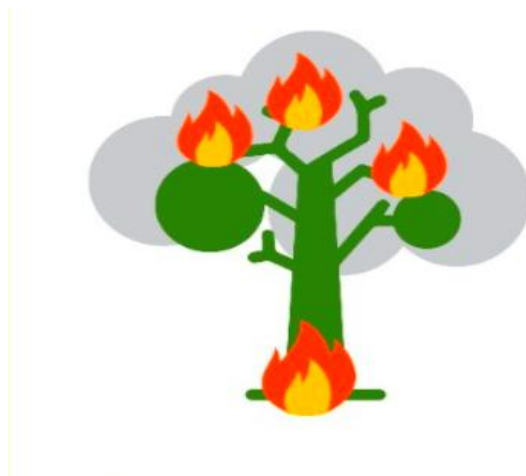


Ilustración 5 Incendio de copa, de corona o aéreo

- *Incendio superficial*

Este tipo es el más común y afecta principalmente a la vegetación en la superficie del suelo, como pastizales, arbustos y árboles pequeños.

El fuego se propaga rápidamente, por la capa superior del suelo y la vegetación más baja y hasta 1.5 metros de altura, pero es más fácil controlar en comparación con otros, en México es el más frecuente con presencia del 90% de total de incendios forestales presentes. (CONAFOR, 2020)



Ilustración 6 Incendio superficial

- *Incendio subterráneo*

El fuego se propaga debajo de la superficie del suelo, generalmente afecta raíces

muertas, turba y otras sustancias de combustibles que se encuentran muy abajo de la tierra.

Puede extenderse por áreas grandes y permanecer activo durante días o semanas sin ser detectado, cabe recalcar que estos incendios son extremadamente difíciles de controlar. (CONAFOR, 2020)

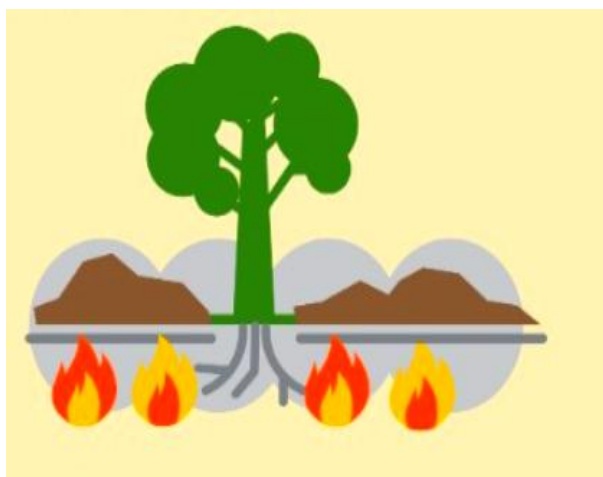


Ilustración 7 Incendio subterráneo

- Condiciones transitorias que influyen para que el fuego se propague

Las condiciones transitorias son aquellas que pueden cambiar de manera rápida, estas son variables meteorológicas o ambientales que tienen un impacto directo y significativo en el comportamiento del fuego, y que pueden modificarse en cortos periodos de tiempo. Los cambios en estas condiciones pueden alterar la velocidad, la dirección y la intensidad de un incendio, haciendo que la lucha contra el fuego sea más compleja, algunas de las condiciones transitorias presentes en el municipio de La perla se enlistan a continuación.

- *Temperatura*

La temperatura puede subir o bajar de forma repentina debido a fenómenos meteorológicos como cambios de frente y olas de calor, si la temperatura aumenta de forma repentina y brusca el calor extremo seca la vegetación facilitando la

expansión rápida del incendio.

- *Humedad Relativa*

La humedad puede bajar drásticamente debido a una disminución de lluvias, si la humedad baja la vegetación se seca rápidamente y se vuelve más vulnerable al fuego, cuando la humedad es baja, las llamas se propagan más rápido porque el aire seco contribuye a la evaporación de la humedad en las plantas.

- *Velocidad y dirección del viento*

Los vientos pueden alterar rápidamente el comportamiento del incendio, cuando la velocidad del viento empuja las llamas y las brasas a nuevas áreas se vuelve mucho más peligroso en poco tiempo.

Así mismo los vientos pueden cambiar de dirección, si este cambia el fuego puede avanzar a zonas que antes estaban protegidas. En zonas montañosas o boscosas del municipio, los vientos pueden ser influenciados por la topografía, generando ráfagas de viento repentinas que alteran la dirección del fuego.

- *La temporada*

Los incendios forestales pueden ocurrir en cualquier momento, sin embargo, de acuerdo con el calendario de *Temporadas y Fenómenos Meteorológicos para el Estado de Veracruz*, la temporada de incendios forestales inicia el 15 de enero y termina el 30 de junio, con un periodo de 166 días. (Meteorología , 2023)

- *Heladas*

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2001)

- Formación

Los principales elementos del tiempo que influyen en la formación de las heladas son el viento, la nubosidad, la humedad atmosférica, la radiación solar, factores que se describen a continuación. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2001)

- Viento. El viento es fundamental para que se desarrolle una helada, pues cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada.
- Nubosidad. Las nubes son extensos conjuntos de pequeñas gotas de agua y cristales de hielo suspendidos en el aire, se forman cuando el vapor de agua presente en el aire llega a los niveles altos de la atmósfera y se condensa porque la temperatura es más baja.
- Humedad atmosférica. Cuando disminuye la temperatura a los 0° C o aún más, y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire se condensa; si la humedad es abundante, ésta produce una nevada y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada.
- Radiación solar. Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la tierra y otra es devuelta desde su superficie a la atmósfera (radiación reflejada). Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta.

- Tipos

Las heladas se clasifican en varios tipos según sus causas y características y cada tipo de helada afecta al entorno de manera diferente como se describe a continuación. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2001)

- Heladas primaverales. Se presentan cuando en el ambiente se genera un descenso de temperatura.
- Heladas otoñales. También llamadas heladas tempranas, se forman por la

llegada de las primeras masas de aire frío sobre el país provenientes del polo norte durante los meses de septiembre y octubre.

- Heladas invernales. Se forman durante el invierno si la temperatura ambiente disminuye notablemente.
- Deslaves por aumento en la precipitación

Se entiende como precipitación al agua en cualquier estado físico líquido, por ejemplo, la lluvia, que son gotas de agua o cristales de hielo que caen de una nube por efecto de la gravedad; sólido como nieve y granizo que cae de la atmósfera y alcanza el terreno. (Sánchez & Estrada, 2007)

Los deslaves se desarrollan cuando el agua se acumula rápidamente en el suelo a raíz del aumento en la precipitación deshielos rápidos, convirtiendo el terreno en un río de barro que puede fluir rápidamente por una ladera o quebradas y ataca con poco o sin aviso a gran velocidad. El río de barro puede viajar muchos kilómetros desde su origen, aumentando de tamaño a medida que arrastra árboles y elementos que encuentre en el camino. (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, s.f.)

- Deslaves

La mayoría de los deslaves son causados por fuerzas o eventos naturales, como lluvias intensas y deshielos, temblores por un terremoto, erupciones volcánicas y la gravedad. En general, los deslaves se asocian con períodos de lluvias intensas o deshielos rápidos que agravan los efectos de las inundaciones. Igualmente se considera que las zonas donde hay incendios forestales y zonas de malezas son mucho más susceptibles a los deslaves. (Cruz Roja Americana, 2009)

- IMPACTOS DE LOS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL MUNICIPIO

Dentro de este apartado se identifican las localidades con mayor vulnerabilidad ante emergencias debido a la presencia recurrente de más de un fenómeno a lo largo del año; asimismo, se analizan las afectaciones que dichos fenómenos generan al impactar en el municipio.

- Localidades con mayor vulnerabilidad

El análisis de la información presentada en el apartado de “*Segmentación de las localidades por fenómeno hidrometeorológico*” se revela que ciertas localidades experimentan la presencia de múltiples fenómenos hidrometeorológicos a lo largo del año identificando a estas localidades con una vulnerabilidad de desastre mayor al resto; por lo tanto, se ha elaborado un listado que permite identificar y registrar de manera sistemática la presencia de estos eventos por localidad, información que indica a las localidades que deben ser consideradas de prioridad (tabla 6).

Tabla 6 Fenómenos hidrometeorológicos por localidad

Localidad	Fenómenos hidrometeorológicos
Ciénega	Incendios, precipitación y heladas
Chilapa	Incendios y precipitación
Cruz Grande	Incendios y precipitación
El Cebadal	Incendios y precipitación
La Cuchilla	Incendios y precipitación
Villa Hermosa	Incendios y precipitación
Zapote	Incendios y precipitación
La Chivarra	Incendios y heladas
Potrero Nuevo	Incendios y heladas

- Impacto por incendios

Los incendios forestales traen consigo una serie de efectos desfavorables que no siempre son inmediatos o fáciles de cuantificar; las pérdidas más graves, indiscutiblemente, son las vidas humanas, sin embargo, los impactos ambientales son igualmente significativos. Los incendios arrasan con la madera, destruyendo el hábitat de fauna silvestre, contaminando el aire y el agua, contribuyendo al cambio climático y propiciando la erosión del suelo, situaciones que son descritas a continuación.

- Afectación de plantas y árboles. Los incendios forestales debilitan las plantas y árboles, dejándolos más vulnerables a plagas y enfermedades.
- Erosión del suelo. Sin plantas que sujetan el suelo, el agua de lluvia arrastra partículas y nutrientes, esto hace que el terreno empobrezca el terreno ocasionando deslaves.
- Destrucción del hábitat de la fauna. Los incendios devastan el hábitat de muchas especies animales, eliminando sus fuentes de alimento y refugio.
- Desequilibrio en las cadenas alimenticias. El fuego interrumpe procesos biológicos, como la descomposición de materia orgánica realizada por hongos, bacterias esenciales para el reciclaje de nutrientes en el ecosistema.
- Contaminación del aire. El humo de los incendios, cargado de dióxido de carbono y otros elementos tóxicos, contamina el aire de manera significativa.
- Impactos económicos. Quienes pierden valiosos recursos naturales, reducen la productividad agrícola y las actividades comerciales de artículos maderables, que dependen de un entorno saludable y diverso.

- Impacto por heladas

Los efectos en la salud de la población por el frío extremo están fuertemente relacionados con la presencia de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS), el congelamiento de la piel, la hipotermia y en algunas áreas de la comunidad, genera

afectaciones a cultivos, por lo tanto, a la economía de la zona. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019)

- Salud

Las IRAS son infecciones de las vías respiratorias con evolución menor a 15 días y en algunas ocasiones se complican con neumonía; en México, dicha enfermedad ha ocupado el tercer lugar como causa de muerte entre la población infantil. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019)

Entre las IRAS más frecuentes se encuentran las plasmadas a continuación.

- Rinofaringitis
- Faringoamigdalitis
- Laringitis
- Bronquitis
- Otitis media
- Neumonía.

Igualmente, las intoxicaciones por monóxido de carbono son más frecuente en las épocas frías debido a que se usan más calefactores y se cierran las ventanas para conservar el calor, situación que no permite que entre aire fresco y que salgan los gases tóxicos (Mayo Clinic, 2023).

- Cultivos

La temporada de heladas llega a afectar también a algunos cultivos del municipio, como de papa y flor, también afectando al follaje de los árboles y plantas de la comunidad, pues las heladas afectan en diversas formas, desde la reducción de la producción hasta la destrucción total del cultivo teniendo como consecuencia daños directos e indirectos. (Reyes, 2018)

Daños directos

- Marchitamiento, decoloración y muerte de los tejidos vegetales.

- Afectación a una pequeña parte del tejido de la planta o a toda la planta.

Daños indirectos

- Afectaciones al suelo, ya que las bajas temperaturas pueden hacer que el suelo se expanda y contraiga, dificultando el crecimiento de las raíces.
- Pueden exponer el tronco y los brotes a la quemadura por el sol.

Las heladas reducen también el nivel de agua existente en los tejidos de las plantas y las secan, aunque su aspecto exterior siga siendo verde. Este fenómeno biológico aumenta la combustibilidad de la vegetación, lo que hace más sencilla la presencia del fuego en temporadas de incendios. (La voz de Galicia, 2001)

- Impacto por incremento en la precipitación y deslaves

La temporada de lluvias y ciclones tropicales impacta significativamente a la comunidad de La Perla, ya que se desarrolla entre el 1 de junio y el 30 de noviembre, periodo en el cual las precipitaciones pueden alcanzar su mayor intensidad. El municipio de La Perla enfrenta un alto riesgo debido a su ubicación geográfica y a las características del terreno, pues las lluvias intensas pueden saturar el suelo, debilitando la estabilidad de las laderas y aumentando la probabilidad de deslaves, lo que pone en peligro tanto a la infraestructura como a los habitantes.

Además, la acumulación de agua y los flujos de lodo pueden obstruir las vías de comunicación, dificultando el tránsito y el acceso a algunas localidades, debido a que, en muchos casos, las corrientes arrastran rocas y escombros, lo que agrava las afectaciones a viviendas, caminos y cultivos. Todo esto genera un alto riesgo para la seguridad y bienestar de la población, ya que las condiciones extremas pueden derivar en daños materiales severos e incluso en la pérdida de vidas humanas como se ha presentado en años anteriores. (Figueiras, 2024)

- CONTEXTO ACTUAL

A continuación, se describirá la situación actual en la que se encuentra el municipio de La Perla, considerando los recursos y la infraestructura existente para hacer frente a emergencias por fenómenos hidrometeorológicos y poner en práctica la logística humanitaria.

- Vías de acceso disponibles

El departamento de Protección Civil proporciona la ilustración 8 en la cual se representa gráficamente la distribución de los accesos viales existentes en el municipio, esta imagen permite visualizar la división territorial en dos rutas principales de conexión, que estructuran la movilidad entre la cabecera municipal y las distintas localidades. La Ruta 1 parte desde la cabecera municipal y se extiende hasta las comunidades de San Miguel Chinela y Rancho Viejo, abarcando una serie de localidades intermedias, como Barrio los Abeles y Tuzantla, que dependen de esta vía para su comunicación y evacuación en caso de emergencia. La Ruta 2 también tiene su origen en la cabecera municipal y se dirige hacia la localidad de La Chivarra, sirviendo como eje de acceso para la sección territorial de lado derecho,

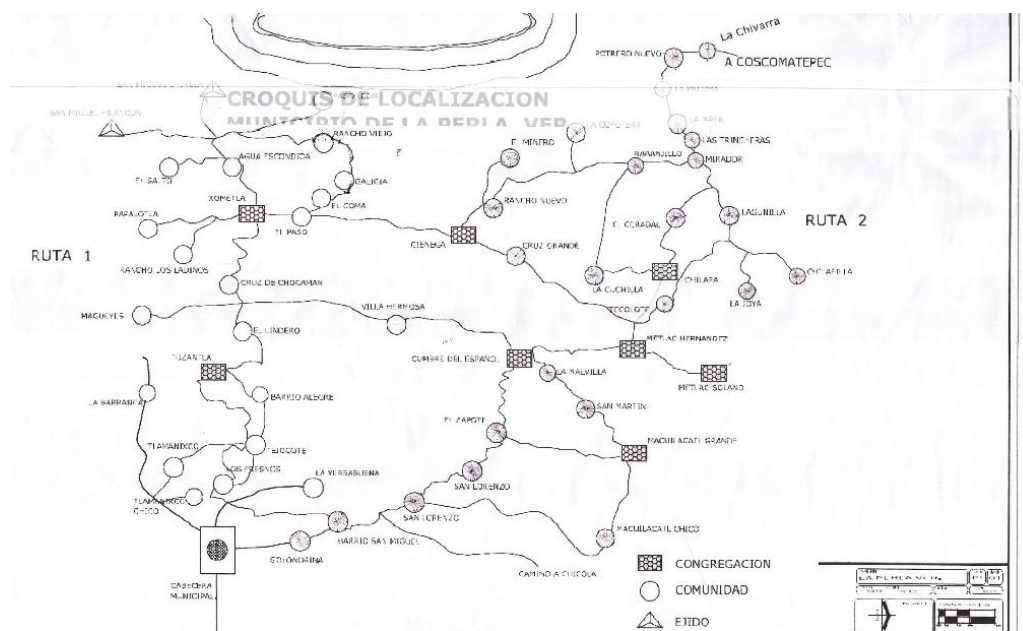


Ilustración 8 Mapa de rutas

esta división geográfica responde a las condiciones topográficas el municipio, brindando conexión al resto de las localidades que se encuentran en esta área.

- Evaluación de infraestructura de transporte

La condición de los accesos para el transporte, representa una limitación crítica para la movilidad cotidiana de la población, pero sobre todo para la efectividad de las acciones de respuesta ante emergencias, ya que dificulta el acceso oportuno de los equipos de atención, la distribución de insumos y la evacuación segura de personas en situación de riesgo, siendo esto un desafío logístico constante para la planificación de acciones humanitarias, especialmente en contextos donde se requiere rapidez y precisión en la intervención.

Se realiza una evaluación del estado de la infraestructura de transporte en el municipio mediante la consulta del Compendio de Información Geográfica Municipal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). A partir de esta fuente oficial, se identificó que aproximadamente el 80% de los accesos a las localidades se realiza a través de caminos rurales y brechas (ilustración 9), lo que pone en evidencia una alta dependencia de vías no pavimentadas.



Ilustración 9 Infraestructura de transporte

- Refugios disponibles

Se identificó la existencia de tres refugios, distribuidos a lo largo del territorio del

- Dimensiones de refugios

Es fundamental contar con información precisa sobre las dimensiones físicas de cada uno de los refugios establecidos en el municipio, ya que estos datos permiten evaluar su idoneidad para albergar a la población en caso de emergencia, así como planificar de manera adecuada la distribución de recursos y la logística de atención, en la tabla 7 se presenta el detalle de las dimensiones.

Tabla 7 Dimensiones de refugios

Refugio	Dimensiones	Área (m ²)
La Perla	52m x 31m	1,612
Xometla	35m x 35m	1,225
Chilapa	42m x 30m	1,260

- Recursos materiales disponibles

Para enfrentar de manera efectiva los fenómenos hidrometeorológicos, es fundamental que las autoridades dispongan de herramientas y productos técnicos diseñados específicamente para atender cada uno de los tres principales fenómenos que afectan al municipio, incendios, heladas y deslaves derivados del incremento en la precipitación, debido a que la adecuada planificación y gestión de estos recursos permite una respuesta oportuna y eficiente ante situaciones de emergencia, minimizando los riesgos para la población y reduciendo los daños materiales y ambientales.

En la tabla 8 se presentan las herramientas y recursos con los que actualmente cuentan las autoridades para hacer frente a estas emergencias.

Tabla 8 Herramientas

No.	Herramienta
2	Camillas

4	Collares cervicales
3	Mochila/Botiquín primeros auxilios
10	Radios portátiles
3	Linternas de mano
6	Casco
6	Gafas de seguridad
6	Guantes
5	Hachas
50	Machetes
5	Rastrillos
1	Cintas delimitadoras
4	Extintores de incendios
2	Motosierra
2	Pulidoras
50	Azadón
1	Antorcha de goteo
5	Abate fuego
2	Mochilas aspersor
5	Mcleod

- PLAN DE RESPUESTA

En el presente apartado se describen las estrategias de mejora diseñadas para fortalecer la logística humanitaria en el municipio, estas estrategias buscan hacer más eficiente la capacidad de respuesta ante emergencias y desastres, garantizando una distribución eficiente de recursos, una mejor coordinación entre las distintas entidades involucradas y una mayor preparación de la población ante eventos adversos.

- Fortalecimiento de refugios para la atención a la población

Se propone el fortalecimiento de los refugios mediante una estrategia integral que considera la óptima distribución territorial de la atención, minimizando las distancias entre cada localidad y su refugio asignado mediante el software Lingo. Esta propuesta incluye también la implementación de un kit de atención que se encuentren permanentes en los refugios para ofrecer asistencia inmediata y condiciones dignas a la población albergada, así como un kit de herramientas especializadas dirigido a autoridades y brigadistas, enfocado en atender las emergencias, incendios, deslaves y heladas.

Además, se sugiere la identificación de infraestructura preventiva en localidades centrales de cada segmento identificado en la sección de *“Análisis de riesgos actuales”*, con el fin de que funcionen como puntos de apoyo complementarios.

- Designación de localidades a atender por cada refugio

Con el objetivo de obtener una distribución detallada y precisa de la cobertura que ofrecen los tres refugios existentes en el municipio, se utilizó un modelo de datos ajustado exclusivamente a la información específica de los refugios establecidos, al ingresar estos datos en el software, se generaron resultados que permiten visualizar la asignación óptima de localidades a cada refugio, considerando criterios de proximidad.

La finalidad de esta programación fue lograr minimizar las distancias de recorrido tanto en situaciones de evacuación (trayecto localidad-refugio) como en las operaciones logísticas de abastecimiento (trayecto refugio-localidad) durante una emergencia. Los resultados de esta distribución y su cobertura se presentan de en la tabla 9.

Tabla 9 Distribución de refugios

Chilapa	La Perla	Xometla
Chilapilla	Barrio de San Lorenzo	Agua Escondida
Cumbre del Español	Barrio de San Miguel	Barrio los Abeles
El Cebadal	La Golondrina	Ciénega
El Minero	Los Fresnos	Cruz de Chocamán
La Chivarra	Macuilácatl Chico	Cruz Grande
La Coyotera	Macuilácatl Grande	El Comal
La Lagunilla	San Martín	El Lindero
La Mata	Tejocote	El Paso
Metlac Hernández	Tuzantla	El Salto
Metlac Solano	Yerbabuena	Galicia
Potrero Nuevo	Zapote	Las Trincheras
Rancho Nuevo		Magueyes
		Papalotla
		Rancho Viejo
		San Miguel Chinela
		San Miguel Pilancón
		Villa Hermosa

- Kits para refugios

El primer kit propuesto está orientado a brindar atención directa dentro del refugio,

por lo que se presentan a detalle los insumos necesarios para responder de manera adecuada a una situación de emergencia, este kit ha sido organizado por tipo de insumo, con el fin de facilitar su gestión, almacenamiento y uso durante la estancia de la población en situación de riesgo.

En la tabla 10 se plasma el kit, donde se observan primero los insumos esenciales para la atención general de las personas albergadas, posteriormente, se especifican los alimentos y bebidas sugeridas, priorizando aquellos con alto valor nutricional, larga vida útil y facilidad distribución, finalmente, se detalla el equipo médico básico con el que debe contar cada refugio, considerando posibles afecciones derivadas de los tres fenómenos hidrometeorológicos predominantes en el municipio.

Tabla 10 Kit para refugios

Protección a la población	Alimento y bebidas	Insumos médicos
Mantas	Alimentos no perecederos	Analgésicos
Camas plegables o literas	Agua embotellada	Antibióticos tópicos
Cepillo de dientes	Barras energéticas	Antihistamínicos
Colchonetas o Colchones.	Deshidratados	Antiinflamatorios
Jabón	Enlatados	Antisépticos y cremas antibacterianas
Mesas	Galletas	Antitusivos y expectorantes
Papel higiénico	Snacks empaquetados	Cinta adhesiva médica
Pasta dental	Sueros	Curitas o apósitos adhesivos.
Pilas		Descongestionantes nasales
Radio		Desinfectante
Ropa		Gasas estériles
Shampoo		Gel o crema para quemaduras.
Sistema de registro		Guantes de látex

Utensilios de cocina		Pomadas vasodilatadoras
		Soluciones salinas
		Termómetros
		Tijeras
		Toallas femeninas
		Toallitas desinfectantes
		Vendajes estériles

- Kit de herramientas

Para el diseño de esta sección se realiza una comparativa entre las herramientas específicas requeridas en manuales y guías de protección civil (anexo B), para brindar atención adecuada a la población ante la ocurrencia de los tres principales fenómenos hidrometeorológicos y las herramientas disponibles en el inventario al momento del estudio, dentro del departamento de protección civil, mismas que fueron plasmadas en la sección de *“Recursos materiales disponibles”*.

Este análisis permitió identificar con precisión las áreas de oportunidad operativas existentes, es decir, los insumos y equipos especializados que hacen falta para enfrentar de manera efectiva cada tipo de emergencia, la identificación es plasmada en la tabla 11 y dividida según la necesidad de herramientas por fenómeno.

Tabla 11 Kit de herramientas

Incendios	Deslaves	Heladas
Bengalas	Arneses	Cadenas
Bombas de agua	Cuerdas	Mascarillas o protectores faciales
Botas de seguridad	Equipos de corte	Pilas
Chaquetón	Mascarillas o protectores faciales	Ropa impermeable
Cintas anti-derrapante	Mosquetones	Señales luminosas

Conos C, M y G	Poleas	
Cuerdas	Silbatos	
Megáfonos		
Palas		
Pantalón de protección		

- Capacidad y diseño de refugios

Tomando como referencia el espacio mínimo de 4 m² por persona, establecido por la Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud en su Manual de atención a la salud ante desastres, se llevaron a cabo los cálculos correspondientes para determinar la capacidad de alojamiento de cada uno de los refugios ubicados en el municipio de La Perla. Para realizar este cálculo, se consideró también la asignación del 20% del área total a espacios comunes, así como un 10% destinado al almacenamiento de kits de insumos para el refugio y de herramientas para la atención de la emergencia.

Con base en estas proporciones, se definió la capacidad operativa de cada refugio en términos del número máximo de personas que pueden ser atendidas de forma segura y digna durante una situación de emergencia, estos cálculos son fundamentales para la planificación logística y el dimensionamiento de recursos, permitiendo garantizar estándares mínimos de habitabilidad y atención en contextos de evacuación.

- *Capacidad en el refugio de La Perla*

El refugio de La Perla tiene un área de 1,612 m², por lo tanto, se hace la distribución de espacios con esta medida iniciando por área común y área de almacenamiento para conocer el espacio disponible de alojamiento para la población, sugiriendo tomar en consideración por las autoridades que este refugio entra en el segmento de incendios, indicando que el kit de herramientas debe ir enfocado mayormente a este fenómeno.

Áreas comunes:

$$1,612 \times 0.20 = 322.4 \text{ m}^2$$

Área de almacenamiento:

$$1,612 \times 0.10 = 161.2 \text{ m}^2$$

Área disponible para alojamiento de personas:

$$1,612 - 322.4 - 161.2 = 1,128.4 \text{ m}^2$$

Capacidad del refugio:

$$\frac{1,128.4}{4} = 282.1 \text{ personas}$$

Con base en los criterios técnicos establecidos, se estima que este primer refugio tiene una capacidad para albergar a 282 personas en condiciones adecuadas de seguridad y dignidad.

- Capacidad en el refugio de Xometla

El refugio que se encuentra en Xometla tiene un área de 1,225 m², medida que es preciada para su distribución de espacios y se mantienen las estimaciones del área común y almacén, del 20% y 10% respectivamente, así mismo tomar en consideración que el refugio se encuentra dentro del segmento de deslaves y cercano al segmento de heladas, por lo tanto, se sugiere que en el kit de herramientas predominen los de atención a deslaves y en menor medida a la atención de heladas.

Áreas comunes:

$$1,225 \times 0.20 = 245 \text{ m}^2$$

Área de almacenamiento:

$$1,225 \times 0.10 = 122.5 \text{ m}^2$$

Área disponible para alojamiento de personas:

$$1,225 - 245 - 122.5 = 857.5 \text{ m}^2$$

Capacidad del refugio:

$$\frac{857.5}{4} = 214.3 \text{ personas}$$

Dentro de este segundo refugio se contempla una capacidad de albergue para 214 personas, pues este número permitirá una estancia digna y cómoda para todos.

- Capacidad en el refugio de Chilapa

El refugio que se encuentra en Chilapa cuenta con un área de 1,260 m², medida utilizada para la aplicación de las fórmulas de distribución de espacios, manteniendo las estimaciones del 20% y 10% para el área común y almacén respectivamente, dentro de este refugio se sugiere albergar en el kit de herramientas, aquellas que brinden atención a incendios y a deslaves, considerando que entra en ambos segmentos.

Áreas comunes:

$$1,260 \times 0.20 = 252 \text{ m}^2$$

Área de almacenamiento:

$$1,260 \times 0.10 = 126 \text{ m}^2$$

Área disponible para alojamiento de personas:

$$1,260 - 252 - 126 = 882 \text{ m}^2$$

Capacidad del refugio:

$$\frac{882}{4} = 220.5 \text{ personas}$$

Finalmente, en el refugio de Chilapa se identifica que cuenta con una capacidad de resguardo para 220 personas, manteniendo la distancia correcta entre ellas.

- *Diseño para la representación visual*

Para facilitar la comprensión visual de la distribución espacial interna de los refugios, se elaboró la ilustración 11, la cual presenta una imagen tridimensional que permite apreciar con mayor claridad la organización del espacio disponible, incluyendo las áreas destinadas al alojamiento, áreas comunes y el espacio para el almacenamiento. Esta representación fue desarrollada a partir de fotografías reales del refugio ubicado en la cabecera municipal de La Perla, lo que colabora a una mayor fidelidad y precisión en el diseño.

Gracias a este modelo, es posible visualizar no solo el funcionamiento general del refugio durante una situación de emergencia, sino también identificar oportunidades de mejora en la distribución del espacio según las necesidades, además, esta representación sirve como referencia útil para el diseño y adecuación de los otros dos refugios (Chilapa y Xometla) permitiendo replicar criterios técnicos y garantizar condiciones de habitabilidad y funcionalidad en todos los puntos de atención temporal.

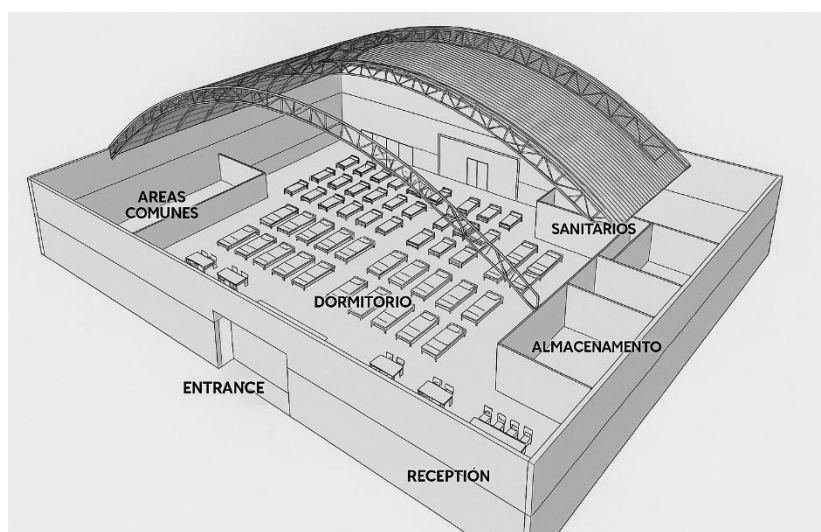


Ilustración 11 Diseño de refugio

- Infraestructura preventiva

Se determinan puntos centrales estratégicos en los segmentos identificados con el propósito de desempeñar diversas funciones cruciales para el reforzamiento de la logística humanitaria y de los refugios existentes; por ejemplo, las funciones que se plasman a continuación.

- Operar como centros de acopio temporales para el almacenamiento y gestión eficiente de recursos.
- Servir como puntos de recepción de víveres, herramientas y suministros esenciales.
- Llevar a cabo capacitaciones dirigidas a la población civil, enfocadas a fortalecer la prevención y preparación ante los impactos potenciales de fenómenos hidrometeorológicos
- Promover una mayor resiliencia comunitaria frente a emergencias naturales.

- *Segmento de incendios*

En el segmento correspondiente a incendios, se ha identificado como punto estratégico central la comunidad de Cumbre del Español, la representación de esta selección se muestra en la ilustración 12, donde se evidencia su ubicación dentro del segmento con un puntero color morado.

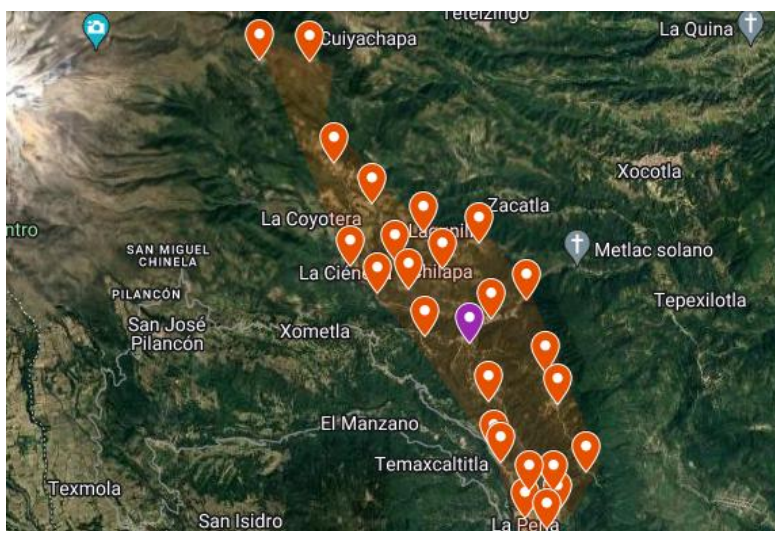


Ilustración 12 Infraestructura preventiva segmento incendios

- *Segmento de heladas*

Dentro del segmento afectado por heladas, el punto central de este grupo de localidades, se destaca El Paso, sitio estratégico que sirve como estructura preventiva; la localidad de El Paso ha sido geolocalizada específicamente en la ilustración 13 con un puntero color rosa, la cual ofrece un panorama visual que facilita la identificación de su posición exacta.

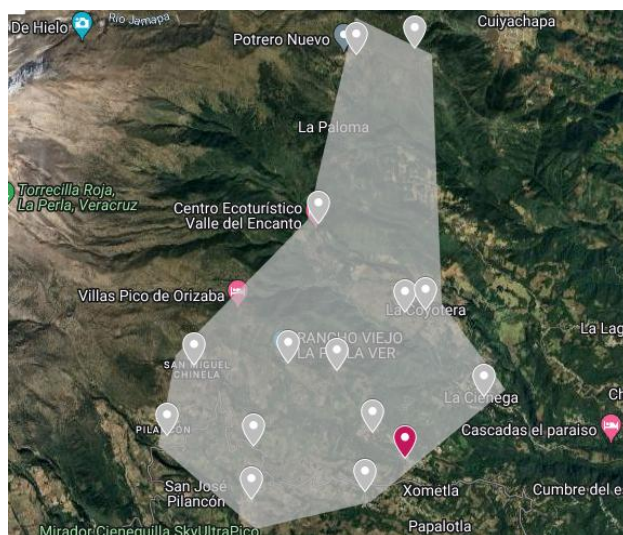


Ilustración 13 Infraestructura preventiva segmento heladas

- *Segmento de deslaves*

En el segmento afectado por deslaves por el aumento en la precipitación, se ha determinado que la comunidad de Xometla es el punto estratégico central, su localización se presenta en la ilustración 14, donde se señala su posición dentro del segmento mediante un puntero

de color negro, la localidad ya cuenta con un refugio establecido en ella, por lo tanto, es considerada una ubicación extra, tomando como sugerencia, casa de juez, escuelas o iglesias.

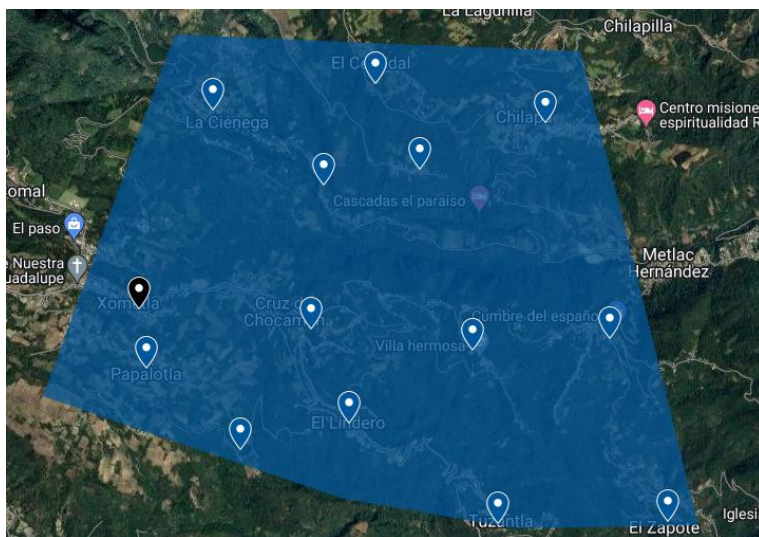


Ilustración 14 Infraestructura preventiva segmento deslaves

- Coordinación y comunicación

La coordinación y la comunicación constituyen un factor clave en el fortalecimiento de la logística, ya que permiten una gestión eficiente de los recursos humanos, una toma de decisiones oportuna y una mejor capacidad de respuesta ante situaciones críticas.

- Sistema de Comando de Incidentes (SCI)

El sistema de comando de incidentes es visualizado a través de un organigrama que concentra tres niveles y a su vez integra ocho funciones como se visualiza en la ilustración 15. En incidentes de poca complejidad y fácil resolución, una sola persona puede asumir todas las funciones plasmadas; sin embargo, cuando la situación exige una mayor carga de trabajo o el uso de recursos especializados, dichas responsabilidades serán delegadas o cedidas según sea necesario para desarrollar el plan de acción.

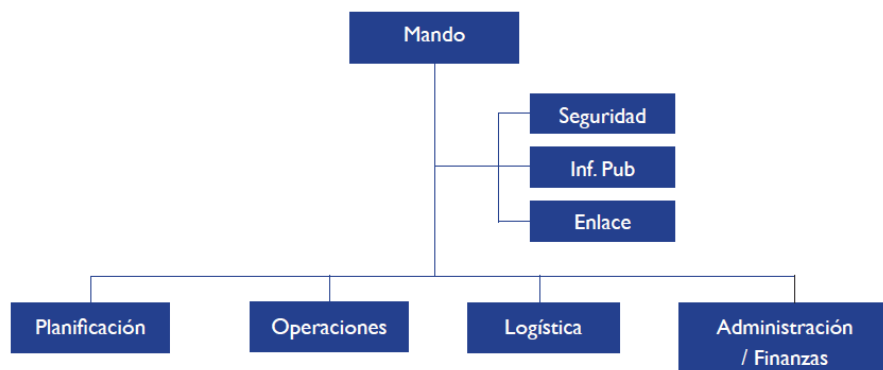


Ilustración 15 Sistema de Comando de Incidentes (IRG; USAID/OFDA/LAC, 2013)

- *Mando*

Se trata de la función de mayor nivel dentro del SCI y tiene como propósito gestionar, coordinar, dirigir y supervisar el uso y consumo de los recursos en el lugar del incidente, responsabilidad que dentro del municipio de La Perla recae en el director de protección civil.

En caso de que el incidente sea de una magnitud mayor y requiera de ayuda de autoridades externas a las municipales, la emergencia pasa a un mando unificado, donde los mandos de las diferentes dependencias trabajan de manera conjunta y coordinada para sumar esfuerzos en el control de la emergencia.

- *Seguridad*

Es quien supervisa las condiciones de seguridad y aplica las medidas pertinentes según el contexto presente para proteger a todo el personal involucrado, el responsable de esta actividad es el personal paramédico de la unidad municipal; sus actividades principales son revisar que los brigadistas porten el equipo de protección adecuado, conforme a la emergencia y en el punto del siniestro evalúa el uso del equipo, que sea portado correctamente y mantiene la vigilancia durante el siniestro.

- *Información pública*

Gestiona las solicitudes de información y elabora comunicados dirigidos a los

medios de comunicación, instituciones y la comunidad en general; toda la información que vaya a ser de conocimiento público debe estar aprobada por el *Mando*. Como acción preventiva antes del desarrollo de un incidente, generará información sobre las condiciones del clima especialmente en alertamientos de heladas, incremento en la precipitación olas de calor y suradas, esta última para evitar las quemas agrícolas.

- *Enlace*

Actúa como punto de contacto en el sitio del incidente, en caso de que haya instituciones asignadas a la atención de la emergencia y será quien formará parte del mando unificado en conjunto con las instituciones presentes, brindando el apoyo requerido y controlando los recursos disponibles.

- *Planificación*

Elabora y difunde el plan de acción para el incidente que se esté desarrollando, diseñado por la autoridad municipal, agentes o jueces y autoridades externas si es el caso; gestiona el control, estado de los recursos y garantiza que el personal cuente con información precisa y herramientas como mapas. Sus funciones principales se enlistan a continuación.

- Prever necesidades.
- Analizar y difundir información.
- Controlar recursos.
- Planificar la desmovilización.
- Recopilar datos del incidente.
- Analizar avances de control.
- Analizar limitaciones o nuevas estrategias de control.

- *Operación*

Organiza, asigna y supervisa los recursos tácticos en la respuesta al incidente, ejecutando el plan de acción y gestionando las operaciones, igualmente define estrategias, tácticas y necesidades, solicitando recursos adicionales. Inicialmente,

el *Mando* realiza esta función, sin embargo, en caso de requerirlo delegará esta actividad a la operación.

- *Logística*

La función de logística es proveer recursos, servicios e infraestructura para apoyar la respuesta al incidente en cuestión. Garantiza el bienestar del personal con suministros básicos, atención médica y la definición de áreas de descanso, además de gestionar equipos de comunicación, transporte y materiales necesarios, normalmente esta persona es quien puede tomar la decisión para ejercer compras y designar gastos.

- *Administración o finanzas*

Esta función gestiona el análisis financiero y los costos del incidente, incluyendo contratos a otras instituciones o personal externo, control de personal y equipos, documentación de reclamos por afectaciones y elaboración de informes de gastos.

1

- Sistema de alertamiento temprano

La comunicación efectiva es clave en la gestión de incidentes, por lo que es fundamental desarrollar un plan de comunicación para antes de que estos ocurran, dentro de las consideraciones para dicho plan es que se debe hacer uso de los equipos y sistemas con los que se cuentan para facilitar el alertamiento a la población civil y a las instituciones de respuesta que se pudieran requerir.

El manejo de la información e inteligencia para comunicarla es crucial para la toma de decisiones, ya que permite recopilar, analizar y compartir datos relevantes sobre seguridad, medios de comunicación y sensibilización pública, por lo tanto, se diseña un sistema de alertamiento temprano para garantiza una respuesta eficiente y coordinada ante cualquier incidente.

¹ La estructura del SCI se ajusta según los objetivos y necesidades del incidente, expandiéndose o contrayéndose de forma flexible.

- *Identificación de amenazas y señales de alerta*

Como primera acción del departamento de protección civil, se establece la implementación de un monitoreo constante de los cambios climáticos y de las alertas emitidas por las instituciones superiores; en caso de que alguna institución emita una alerta se debe confirmar su veracidad con algún otro medio.

Una vez validada la información, se procederá a clasificar la alerta según su nivel de riesgo, con base en esta clasificación y teniendo plena certeza de su presencia y magnitud, se comunicará oportunamente a la población, utilizando un sistema estructurado en tres niveles de advertencia para garantizar una respuesta adecuada y eficaz ante la situación.

- Nivel 1 - Posible riesgo en la zona, mantenerse informado.
- Nivel 2 - Riesgo confirmado, tomar medidas de precaución.
- Nivel 3 - Desastre inminente o en curso, requiere evacuación.

- *Activación de alerta*

Una vez que el departamento determina el nivel de alertamiento, se procede a comunicar la emergencia, comenzando con la comandancia municipal, hasta informar a todos los departamentos del ayuntamiento. Esta difusión se realiza a través de los radios portátiles con los que cuentan algunos de estos departamentos a través de los medios digitales existentes, la información que se proporcione debe mantener una estructura para evitar información no verídica, por lo tanto, debe contener con los siguientes datos.

- El código para definir el tipo de emergencia.
- El nivel en el que se encuentra la alerta.
- La instrucción de comunicación constante entre todos los departamentos del ayuntamiento.

- *Movilización comunitaria*

El principal medio de comunicación entre autoridades municipales y población en masa es el uso de bocinas, contenidas en algún medio de transporte que logre

recorrer todas las comunidades del municipio, con información para la comunidad sobre la emergencia en desarrollo y su magnitud para considerar las acciones preventivas más oportunas, para ello se diseña la tabla 12 con sugerencias de las acciones oportunas a desarrollar al momento de transmitir el mensaje.

Tabla 12 Mensajes para alertamiento

Nivel de alerta	Señal de bocina	Mensaje de radio
Vigilancia (Nivel 1)	Un sonido largo (5 seg.)	"Atención comunidad, estamos en vigilancia por posible (amenaza). Manténganse informados y sigan indicaciones."
Alerta (Nivel 2)	Dos sonidos largos (5 seg.)	"Atención comunidad, estamos en alerta por (amenaza). Preparar kit de emergencia para posible evacuación."
Emergencia (Nivel 3)	Sonidos cortos y repetidos.	"¡Emergencia! ¡Emergencia! Dirigirse al refugio más cercano inmediatamente. Manténganse seguros."

- Protocolo para la evacuación ante la activación emergencias

A través del presente protocolo se pretende establecer un procedimiento claro y eficiente para la evacuación de la población civil en caso de alertas por emergencias nivel 3 y poder minimizar el riesgo, con especial énfasis en zonas de alto riesgo identificadas mediante el análisis de *"Localidades con mayor vulnerabilidad"*.

- *Prevención para la evacuación*
- Identificación de zonas seguras y rutas de evacuación.
- Preparación de refugios temporales con insumos suficientes.
- En presencia de deslaves, elegir vías alternas hacia puntos altos y alejados

de laderas inestables.

- En emergencia por incendios, desplazarse hacia áreas sin vegetación seca y con acceso a agua.
- Durante alertamiento por heladas considerar dirigirse a los refugios con provisiones de vestimenta y mantas que proporcionen calor.
- *Activación*
- Movilización de brigadas comunitarias para brindar apoyo a la población durante la evacuación e instalación en los refugios.
- Coordinación con autoridades para garantizar transporte y apoyo logístico.
- *Evacuación*
- Desplazamiento ordenado siguiendo rutas seguras.
- Priorización de la población perteneciente a las localidades de mayor vulnerabilidad.
- Registro de evacuados para control y seguimiento.
- *Retorno Seguro*
- Evaluación de daños por parte de autoridades.
- Autorización del regreso cuando no haya riesgos.
- Apoyo logístico a los afectados para el regreso a sus localidades.
- Rutas de evacuación

Para el diseño de las rutas de evacuación, se toma como punto de partida lo plasmado en la sección *“Designación de localidades a atender por cada refugio”* cuyo fin fue identificar qué localidades deben ser atendidas por los refugios existentes en el municipio, se toma en consideración también, el mapa de las dos rutas principales (ilustración mapa de rutas) y la infraestructura de transporte en el municipio (ilustración Infraestructura de transporte) de la sección “Contexto actual”, para poder hacer la integración con los caminos de acceso considerados funcionales por el departamento de protección civil, asegurando su validez y pertinencia operativa.

- *Chilapa*

Iniciando la distribución con la ilustración 16 del refugio de Chilapa (puntero verde),

ubicado en la parte superior derecha del municipio, que brinda atención a 14 localidades.

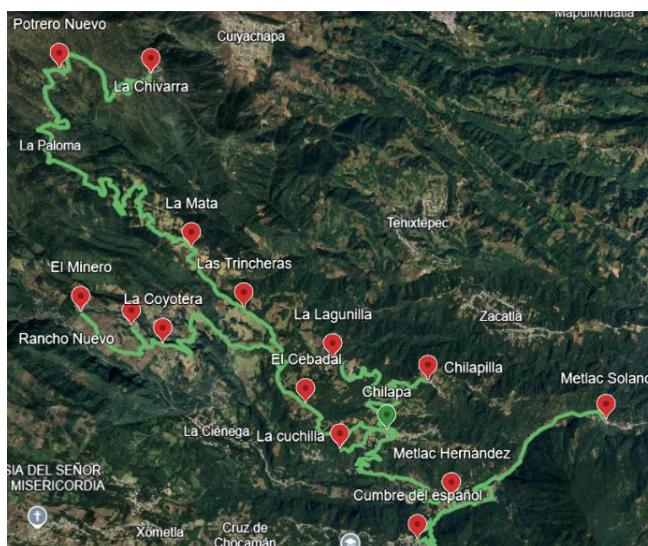


Ilustración 16 Refugio Chilapa

- *La Perla*

Posteriormente, en la ilustración 17 se presenta la distribución correspondiente al refugio ubicado en la cabecera municipal (puntero amarillo), situada en la localidad de La Perla y que brinda atención a 11 localidades.



Ilustración 17 Refugio La Perla

- *Xometla*

Finalmente, en la ilustración 18 se muestra la distribución del refugio de Xometla (puntero morado), el cual brinda atención a un total de 16 localidades dentro del municipio.

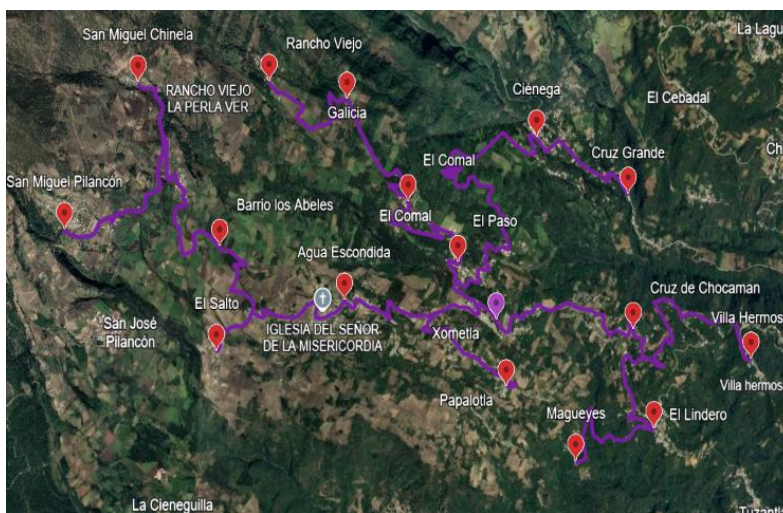


Ilustración 18 Refugio Xometla

Las distribuciones presentadas anteriormente fueron elaboradas mediante el uso de Google Earth y Google Earth Pro lo que permitió una representación geoespacial precisa de la cobertura de los refugios en el territorio municipal. Como complemento, se incluye también como entregables, el archivo correspondiente a cada distribución en formato KML con el fin de facilitar su visualización, análisis y posible actualización por parte de las autoridades o equipos técnicos responsables.

- PLANEACIÓN PARA LA CAPACITACIÓN COMUNITARIA

Dentro de esta sección se plantea un proceso estratégico que permite diseñar, organizar y ejecutar actividades de formación para fortalecer las habilidades, conocimientos y técnicas de la comunidad, así como la información considerada de relevancia para el conocimiento poblacional, todo esto en torno a la fortaleza de la logística humanitaria.

- Definición de grupos vulnerables

La Comisión de Atención a Grupos Vulnerables concentra sus esfuerzos en la protección de niños, adolescentes, adultos mayores y personas con discapacidad, pues estos grupos son los definidos de vulnerabilidad, con especial atención a niños y adultos mayores debido a su alto grado de dependencia y a sus limitaciones para reaccionar y desplazarse rápidamente en situaciones de emergencia. (Cámara de diputados , 2008)

En el municipio, la población total es de 28,258 habitantes, distribuidos entre hombres y mujeres de distintas edades; los grupos etarios con mayor concentración poblacional son los de 10 a 14 años con 3,702 habitantes; 5 a 9 años con 3,638 habitantes y 0 a 4 años, con 3,603 habitantes; en conjunto, estos rangos suman 10,943 habitantes, lo que representa el 38.7% de la población total. Debido a su edad y nivel de dependencia, estos habitantes son considerados en la población vulnerable, requiriendo atención prioritaria en materia de seguridad y bienestar. (Data México, 2020)

En cuanto al grupo de adultos mayores, conformado por personas de 60 años o más, representa el 13.8% de la población, con un total de 3,900 habitantes, es un sector que enfrenta múltiples desafíos relacionados con la movilidad y autonomía, lo que refuerza su condición de vulnerabilidad. La combinación de estos factores evidencia la necesidad de estrategias específicas que garanticen la protección y el bienestar de estos grupos. (INEGI, 2020)

La información presentada en los párrafos anteriores se visualiza de manera clara en la ilustración 19, donde se evidencia que los grupos vulnerables en La Perla

constituyen casi el 50% de la población total. Ante este panorama, la planificación y ejecución de acciones concretas no solo representan un deber moral y legal, sino también una necesidad imperante para garantizar la protección de quienes, por su condición de edad o movilidad reducida, enfrentan mayores desafíos en situaciones de emergencia.

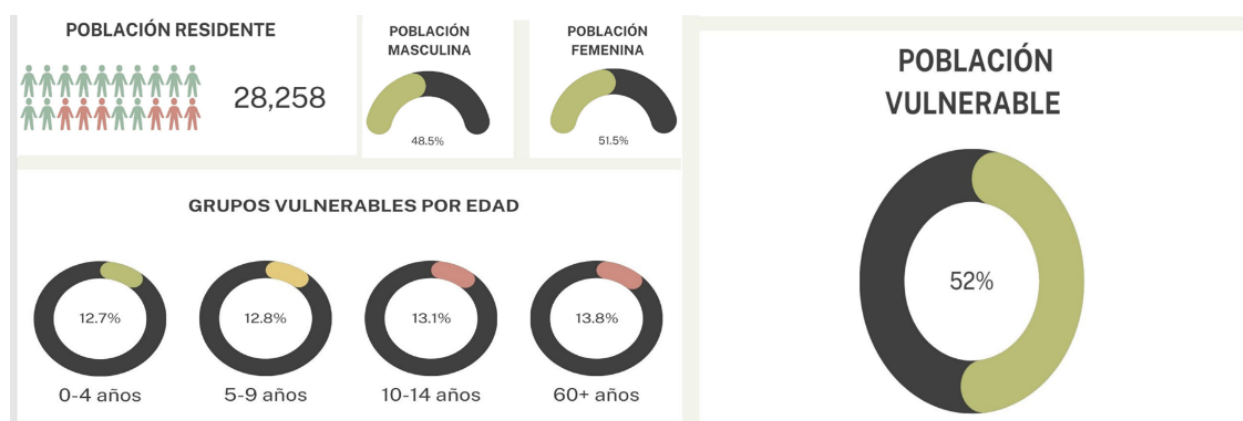


Ilustración 19 Histograma población 2025

- Kit familiar

Este kit está diseñado para que las familias tengan los recursos necesarios para sobrevivir durante una emergencia por alguno de los tres fenómenos hidrometeorológicos, ya sea en una evacuación o mientras esperan la ayuda de los equipos de emergencia, los elementos que se han considerado de mayor importancia, se plasman a continuación en la tabla número 13, bajo cinco consideraciones principales, alimentos y bebidas, botiquín básico, protección personal, documentación importante y otros.

Tabla 13 Kit familiar

Bebidas y alimentos	Botiquín básico	Protección persona	Documentos importantes	Otros
Enlatados	Vendas estériles	Papel higiénico	Identificación oficial	Linterna
Agua	Cinta adhesiva	Toallas de manos	Acta de nacimiento	Velas

embotellada	medica	y cara		
Chocolate en barra	Mascarilla	Jabón	Curp	Fósforos
Conservas	Guantes desechables	Ropa de algodón	Comprobante de domicilio	
		Botas resistentes		
		Cobijas		

La información presentada en este apartado se estructura como una guía práctica para ser tomada en cuenta por la población en caso de requerir evacuación durante una situación de emergencia, este kit busca fortalecer la preparación comunitaria, fomentar la autoprotección y reducir los niveles de incertidumbre en escenarios de riesgo.

- Plan de evacuación

El plan de evacuación contempla el diseño e implementación de rutas estratégicas que garanticen la salida segura de la población en caso de una emergencia, estas rutas son definidas con base en el análisis de la geografía local y la infraestructura disponible de los caminos, por lo tanto, se debe tomar en cuenta lo plasmado en la sección *“Rutas de evacuación”* en conjunto con lo mencionado en la sección *“Protocolo para la evacuación ante la activación emergencias”*.

Para dar a conocer a la población las bases del plan de evacuación en caso de emergencias y qué consideraciones deben tener en cuenta, es fundamental implementar una estrategia de comunicación clara, accesible y adaptada al contexto local, a continuación, se presentan algunas recomendaciones sobre cómo hacer de conocimiento general esta información, a través de diagramas de flujo.

El diagrama de flujo para la evacuación en alguna emergencia por la presencia de incendios forestales se presenta en la ilustración 20.

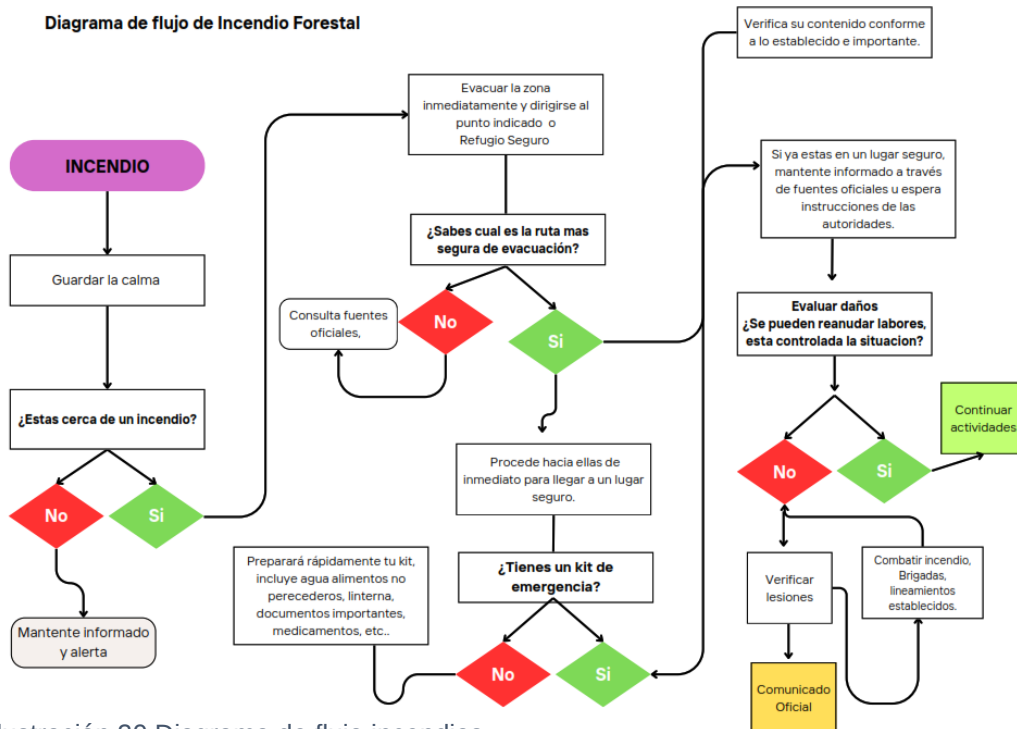


Ilustración 20 Diagrama de flujo incendios

La ilustración 21 muestra el proceso sugerido para llevar a cabo en caso del alertamiento por la presencia de heladas.

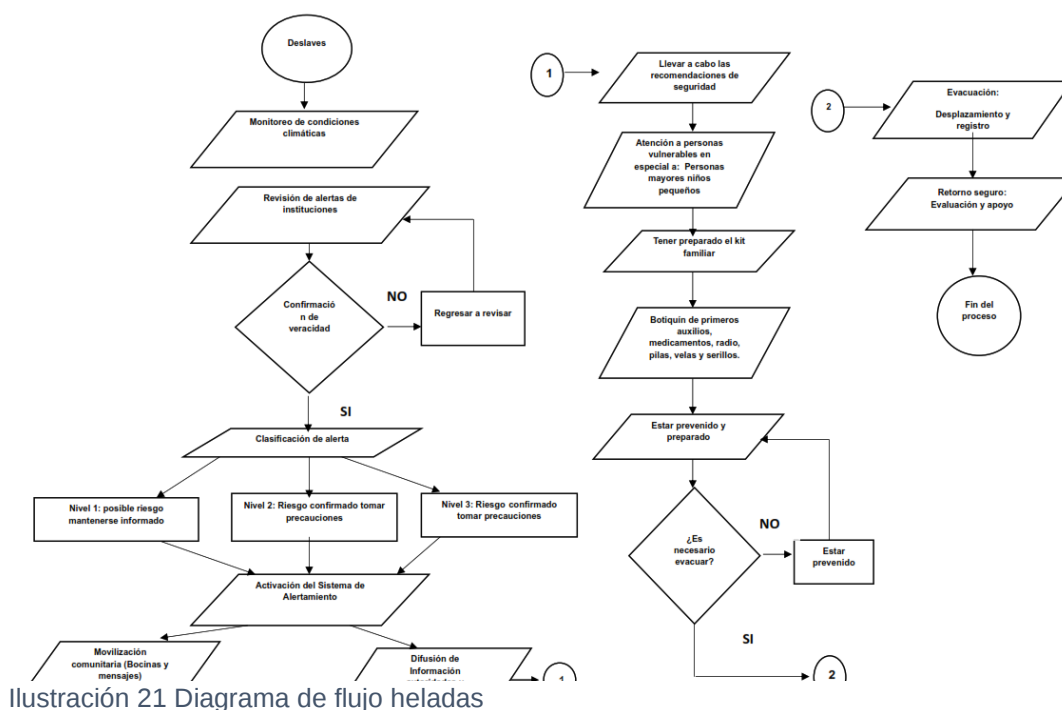


Ilustración 21 Diagrama de flujo heladas

El diagrama de flujo diseñado para definir los parámetros de evacuación en caso de emergencia por deslaves se plasma en la ilustración 22.

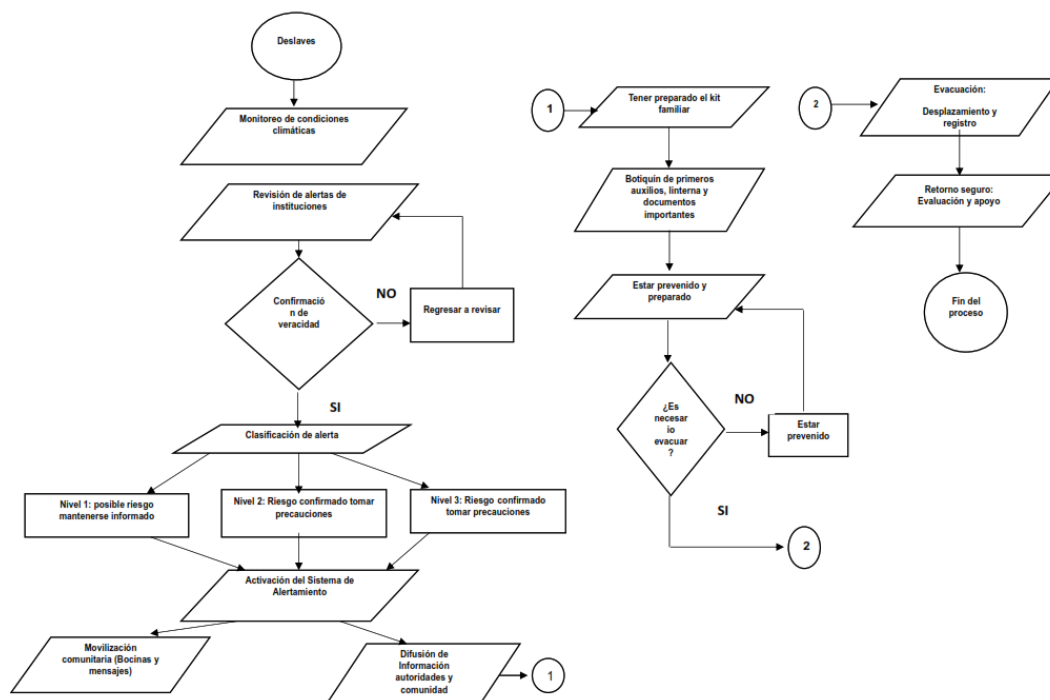


Ilustración 22 Diagrama de flujo deslaves

- Campañas informativas comunitarias

Esta estrategia se implementa mediante la realización de reuniones vecinales, talleres participativos y simulacros en los refugios, convocando a la población de las localidades que serían atendidas por cada uno de ellos. Estas actividades buscan fomentar la conciencia preventiva y la participación comunitaria en la gestión del riesgo, como parte de los recursos complementarios se recomienda la distribución de mapas impresos que indiquen claramente las rutas de evacuación y los refugios asignados, así como la colocación de materiales visuales carteles, trípticos e infografías en espacios estratégicos de alta concurrencia.

- Medios de comunicación locales y tradicionales

La difusión de información clave a la población durante situaciones de emergencia puede realizarse de manera efectiva mediante el uso de altavoces móviles, radios comunitarias y mensajes de texto, aprovechando los medios de comunicación más accesibles para las comunidades locales. Estos canales permiten alcanzar rápidamente a un amplio número de personas, incluso en zonas de difícil acceso o con limitada conectividad digital.

Para que la comunicación sea clara, oportuna y útil, es fundamental preparar guiones simples y estructurados que puedan ser transmitidos antes, durante y después de una emergencia, estos guiones deben contener instrucciones concretas, indicaciones sobre rutas de evacuación, ubicación de refugios, medidas de autoprotección y mensajes de calma que contribuyan a reducir el pánico. Asimismo, se recomienda adaptar el lenguaje a un nivel comprensible para toda la población, para garantizar una comunicación inclusiva y eficaz en todos los sectores del municipio.

- Señalización en campo

La implementación de señalizaciones en campo constituye una acción fundamental para orientar a la población antes de una situación de emergencia, es por ello que, se propone la colocación de señalética visible y permanente en puntos estratégicos del municipio, esta información debe identificar con claridad las rutas de evacuación, los refugios temporales habilitados y las zonas de seguridad definidas.

Deben diseñarse con materiales resistentes a la intemperie y ubicarse en lugares de fácil acceso visual, además, se recomienda que la información contenida en las señales sea bilingüe, incorporando tanto el idioma español como el dialecto predominante en la región, con el fin de garantizar su comprensión por toda la población.

- Manejo de emergencias específicas

Es fundamental proporcionar un contexto integral sobre la atención y manejo de los

principales fenómenos hidrometeorológicos que impactan al municipio, permitiendo que tanto las autoridades competentes como la población en general estén plenamente informadas acerca de las medidas preventivas, de respuesta y de recuperación que deben implementarse; por lo tanto, el contenido a continuación concentra la información considerada de relevancia para el conocimiento de la población y autoridades.

- Incendios

Debido al aumento en la frecuencia e intensidad de los incendios, resulta fundamental conocer las estrategias eficaces de prevención; lo que implica no solo la identificación y reducción de factores de riesgo, sino también información para la población en medidas de autoprotección, el fortalecimiento de respuesta y el fomento de una cultura de prevención.

- *Categoría de incendios*

Los incendios forestales se clasifican en diferentes niveles de acuerdo con su intensidad, extensión y complejidad; por lo tanto, su clasificación es fundamental para coordinar la respuesta de los equipos de emergencia, determinar los recursos necesarios y garantizar la seguridad de la población afectada. A continuación, se describen los tres principales niveles.

Nivel 1. Incendio de baja intensidad

Este tipo de incendio se caracteriza por su baja intensidad y limitada extensión. Generalmente, se presenta en áreas pequeñas y es fácilmente controlable mediante recursos locales, como brigadas de emergencia y equipos de extinción básicos; la amenaza para la población y la infraestructura es mínima en este nivel y el fuego puede ser contenido rápidamente sin necesidad de una respuesta a gran escala.

Nivel 2. Incendio de intensidad moderada

Un incendio de nivel 2 es de mayor extensión e intensidad, con una propagación

más rápida que en el nivel 1. Este tipo de incendio requiere el uso de recursos adicionales, como brigadas especializadas, vehículos cisterna y apoyo externo; los riesgos para las personas y las infraestructuras cercanas aumentan, por lo que se pueden implementar medidas preventivas como evacuaciones parciales o cierres de carreteras.

Nivel 3. Incendio de alta intensidad

El incendio de nivel 3 es el más grave, con una alta intensidad y rápida propagación que afecta grandes áreas, se considera descontrolado y plantea un riesgo significativo para la vida humana, la fauna, la vegetación y la infraestructura. Se requieren recursos a gran escala, incluyendo brigadas, equipos aéreos especializados y evacuaciones obligatorias; la coordinación interinstitucional y la implementación de medidas de seguridad y protección son esenciales para hacer frente a este tipo de emergencia.

- *Acciones preventivas*

Estas medidas se implementan con el objetivo de reducir el riesgo de incendios forestales mediante una gestión eficiente de los materiales combustibles y la promoción de la conciencia pública; al fomentar una mayor responsabilidad social y fortalecer la capacidad de respuesta de las autoridades, se contribuye a mitigar la propagación descontrolada de los incendios forestales y a proteger tanto el ecosistema como las poblaciones vulnerables.

Prevención física (Obras de ingeniería)

Consiste en intervenciones físicas para reducir el riesgo de incendios, como brechas cortafuego, podas, chapones, aclareos, entre otras.

- **Podas.** Las podas consisten en cortar las ramas vivas o muertas de la parte baja del tronco, mediante un corte completo y limpio, sin dañar la corteza del árbol; esto ayuda a reducir la carga de combustible y a crear una zona más segura para la protección del ecosistema.
- **Aclareos.** Es una técnica utilizada para distribuir correctamente la eliminación

de árboles o vegetación en un área forestal para reducir la densidad de la vegetación, ayuda a prevenir incendios al reducir la cantidad de material que puede arder.

- Brecha cortafuego. Son franjas de terreno que se crean para retirar todo el material combustible, hasta llegar al suelo mineral. Rompiendo así la continuidad horizontal de los combustibles, evitando que los incendios se extiendan y facilitando el control y combate de los incendios. Se pueden hacer mediante excavadoras o maquinaria especializada.

Quema prescrita

Las quemas prescritas son un pequeño incendio intencionado en zonas forestales, este incendio es programado y el objetivo principal es mejorar la salud de la tierra, limpieza del suelo y aclarado, que ayudan a la prevención de incendios forestales.

- Fuego en cola o retroceso. Se realiza en dirección contraria al viento y el evento dura más tiempo.
- Fuego de cabeza o frontal. Se produce ladera arriba a favor del viento, se propaga rápido y genera un calor intenso.
- Fuego en franjas. Es un fuego realizado en diferentes partes separadas unas de otras, este se organiza en dirección al viento y la distancia que tiene cada una de las franjas varía entre 20 y 50 pies, garantizando una correcta disipación.
- Fuego en anillos. La quema en anillos se realiza en forma de círculo, comenzando en el perímetro y moviéndose hacia el centro.

Especificaciones técnicas de la quema prescrita

De acuerdo con la NOM-015-SEMARNAT/AGRICULTURA-2023, las especificaciones establecen que, la persona interesada en hacer uso del fuego debe elaborar un mapa o croquis del predio para el caso de una quema controlada, preferentemente, con la asesoría de personal técnico de CONAFOR, AGRICULTURA, CONANP o del gobierno, en caso de que la autoridad competente cuente con una plataforma electrónica para dar el aviso, la ubicación y

características del predio se reflejarán en dicha plataforma. La sección 5.2.3 indica que antes de iniciar la quema, la persona responsable debe verificar que las condiciones de temperatura, humedad y velocidad del viento sean las adecuadas. (tabla 14).

Tabla 14 Especificaciones técnicas de la quema prescrita

Condiciones específicas para quema prescrita	
Temperatura	Rango de 15 a 25°C
Humedad relativa	Rango de 40 a 65%,
Velocidad del viento	Menor a 10 Km/hora

- *Detección de incendios a través de brigadas móviles*

La detección temprana del incendio forestal es importante para disminuir el daño ambiental, económico y humano, el método principal para su detección es a través de brigadas móviles, que son equipos especializados para la prevención y control de incendios forestales, que se desplazan a las zonas afectadas, estas brigadas pueden estar conformadas por personal entrenado o voluntarios que ayuden a limitar la propagación del incendio. Su objetivo es reaccionar rápidamente cuando se ha identificado un incendio, aplicando técnicas de control de fuego, pues al actuar de manera rápida se puede evitar que un pequeño incendio se convierta en un desastre de mayor escala. (NOM-002-STPS-2010)

Los brigadistas deben cumplir con algunas funciones generales en el momento en que se inicie el incendio, las funciones se describen a continuación.

- Accionar el equipo de seguridad cuando se requiera.
- Dar la voz de alarma en caso de presentarse un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre.
- Ayudar a las personas a conservar la calma en caso de emergencia.
- Suplir o apoyar a los integrantes de otras brigadas cuando se requiera.
- Cooperar con los cuerpos de seguridad externos.

Así mismo cada brigadista requiere de ciertas características que le permitan desarrollarse de manera correcta, las cuales son enlistadas a continuación.

- Vocación de servicio y actitud dinámica.
- Buena salud física y mental.
- Disposición de colaboración.
- Conocimientos en la materia.
- Capacidad para la toma de decisiones.
- Criterio para resolver problemas.
- Responsabilidad, iniciativa, formalidad y cordialidad.
- Motivación para salvaguarda la vida e integridad de las personas.

- *Etapas del combate*

Las etapas de combate en un incendio forestal aseguran una respuesta organizada y eficaz.

Reconocimiento

Es la etapa inicial donde se tiene información sobre el incendio, su ubicación y las condiciones del entorno. Eso es importante para la toma de decisiones sobre las acciones del combate con una serie de objetivos dentro de esta etapa.

1. Determinar dónde comenzó el fuego y cómo se propagó.
2. Observar las condiciones climáticas como viento, temperatura y humedad, que pueden influir en la propagación del fuego.
3. Evaluar el tipo de terreno, si es accesible para los equipos de combate y si existen obstáculos (ríos, montañas, carreteras).
4. Identificar áreas sensibles, como zonas habitadas, infraestructura crítica o ecosistemas vulnerables, que podrían verse amenazadas por el fuego.

Evaluación previa

La evaluación previa es después que se haya detectado el incendio y se tiene información acerca del comportamiento del fuego, en esta etapa los responsables toman decisiones sobre los recursos y estrategias a seguir. Los objetivos que se plantean en esta etapa son estimar el tamaño y la extensión del incendio, considerando su velocidad de propagación; determinar el número de brigadas y

equipos para controlar el incendio y evaluar el riesgo de propagación del fuego en otras áreas.

El desarrollo correcto de esta etapa depende también de dos acciones específicas a ejecutar, las cuales se plasman a continuación.

- Determinar si se necesita evacuar a personas de las áreas afectadas o en riesgo.
- Evaluar la disponibilidad de recursos (agua, equipos especializados, personal) y asegurarse de que los caminos y accesos estén despejados.

Evaluación de campo

- Es la fase donde se obtiene una visión más detallada sobre las condiciones del incendio directamente en el terreno, con tres objetivos definidos.
 - Evaluar cómo se está comportando el incendio en tiempo real.
 - Observar si el terreno permite o dificulta el avance de las brigadas.
 - Confirmar que los recursos para el combate (agua, personal, vehículos) estén disponibles.
 - Establecer las rutas más efectivas para combatir el fuego.
-
- *Métodos y técnicas de combate*

El combate de incendios forestales es una actividad crucial, para esto se emplean métodos y técnicas de combate que permiten a las brigadas forestales controlar y extinguir el fuego de manera eficiente, destacando como principales técnicas las siguientes.

Combate directo

Este método se utiliza cuando el incendio es controlable y no se ha propagado excesivamente, el objetivo de este combate consiste en atacar directamente al fuego para apagarlo o contenerlo, situación que representa dos principales ventajas.

- Permite una intervención rápida y efectiva en la zona afectada.
- Es más efectivo en fuegos de baja o moderada intensidad, donde el fuego aún no ha afectado grandes áreas.

Combate indirecto

Se utiliza cuando el fuego está fuera de control o se encuentra en zonas de difícil acceso. Este método busca evitar que el fuego se propague en nuevas áreas, teniendo como objetivo crear una barrera entre el fuego y nuevas zonas que se quieren proteger, lo que brinda las siguientes ventajas.

- Es más adecuado para incendios grandes o en terrenos difíciles.
- Permite minimizar el riesgo al personal, ya que no se enfrenta directamente al fuego.
- Puede usarse para prevenir la expansión del incendio.

Selección de un método de extinción

El uso de uno u otro método, o de ambos a la vez, se hace en función de las siguientes consideraciones. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2021)

- Los combustibles superficiales presentes
- Los combustibles subterráneos presentes
- La topografía
- Las condiciones atmosféricas actuales y previstas
- La estructura del suelo
- Los sitios de ubicación del agua
- Los valores que hay que proteger
- Los combatientes disponibles.

Operaciones a desarrollar

El tipo de combate a implementar contra el incendio determinará las operaciones a desarrollar; el combate directo actúa sobre el fuego para sofocarlo de inmediato, mientras que el combate indirecto emplea estrategias para frenar su avance. La elección del método depende de factores como la intensidad del incendio, el terreno y los recursos disponibles (tabla 15).

Tabla 15 Operaciones a desarrollar

MÉTODOS	OBJETIVOS	OPERACIONES
---------	-----------	-------------

Directo Trabajo realizado en el borde del fuego	• Sofocar el fuego. • Separar los combustibles. • Enfriar el foco principal • Aumentar la resistencia de los combustibles al fuego.	• Golpear o cubrir el fuego. • Construir una franja de detención. • Regar con agua los combustibles superficiales.
Indirecto Trabajo efectuado a una distancia variable del fuego	• Enfriar la franja. • Aumentar la resistencia de los combustibles al fuego.	• Construir una franja de detención. • Regar con agua el borde exterior de la franja.

- *Medidas rumbo al incendio*

Antes de desplazarse hacia un incendio, es fundamental adoptar medidas de seguridad que garanticen la integridad del equipo y la eficacia de la operación; la planificación de la ruta, el uso del equipamiento adecuado, la preparación física, la comunicación constante y la prevención de la exposición al humo son aspectos clave que deben considerarse para minimizar riesgos. Estas acciones permiten optimizar el acceso a la zona afectada, asegurar la coordinación entre los brigadistas y reducir la probabilidad de incidentes durante el trayecto.

1. Planificación de la ruta

Antes de comenzar a caminar hacia el incendio, se debe trazar una ruta segura, en donde se incluya la identificación de los caminos de acceso, las áreas de alto riesgo (zonas de posible caída de árboles o derrumbes) y las rutas de escape, bajo la consideración de medidas específicas.

- Revisar el terreno para asegurarse de que es accesible.
- Identificar zonas seguras de descanso y puntos de evacuación en caso de emergencia.

2. Equipamiento de protección

Es crucial contar con el equipo adecuado antes de iniciar la caminata hacia el incendio, incluyendo ropa de protección, equipos de comunicación y herramientas necesarias para el combate, así como tomar medidas de prevención.

- Equipo de protección personal (EPP), como cascos, guantes, botas, ropa ignífuga, gafas protectoras y mascarillas.
- Llevar agua potable y alimentos energéticos para hidratarse y mantener la energía durante el trayecto.
- Herramientas y equipos: cuchillos, palas, mochilas de agua, y dispositivos de comunicación.

3. Condiciones físicas

El caminar hacia el incendio puede ser una tarea física demandante, ya que el terreno del municipio presenta distancia extensa y una inclinación considerable; por lo tanto, mantener una buena condición física y estar preparado para caminar largas distancias bajo condiciones difíciles es vital para la seguridad. Así mismo es de suma importancia tener en cuenta las siguientes medidas que ayudaran a evitar incidentes.

- Mantener un ritmo constante y pausas programadas para evitar el agotamiento.
- Caminar en grupo, asegurándose de que todos los miembros de la brigada estén al tanto del plan de acción.

4. Comunicación continua

La comunicación es esencial mientras se camina hacia el incendio para garantizar que todos los miembros de la brigada estén coordinados, por lo tanto, se deben tomar en cuenta dos principales acciones.

- Utilizar radios o dispositivos de comunicación para mantenerse en contacto constante con el resto del equipo y los coordinadores del incendio.
- Establecer señales de emergencia y sistemas de alerta rápida para reaccionar ante cualquier cambio en la situación.

5. Evitar la exposición directa al humo

El humo puede ser extremadamente peligroso durante el trayecto, incluso antes de llegar al área del incendio, debido a ello, es importante tener presente las siguientes medidas para evitar intoxicaciones.

- Evitar caminar a través de nubes densas de humo, ya que los gases pueden afectar la salud.
- Desviarse de áreas con grandes concentraciones de humo.
- Mantenerse en zonas elevadas cuando sea posible, para evitar los gases y las partículas que descienden.
- Heladas

Debido a las condiciones geográficas del municipio, el impacto por temperaturas bajas en las localidades de mayor altura se ve más recurrente, por lo tanto, es esencial conocer y aplicar medidas efectivas de prevención. Esto implica no solo estar informado sobre las condiciones climáticas y los riesgos asociados, sino también adoptar estrategias de protección personal, fortalecer la preparación comunitaria y fomentar una cultura de autoprotección que minimice los efectos adversos en la salud, la vivienda y la producción agrícola.

- *Acciones preventivas*

La prevención es clave para reducir los riesgos asociados a las bajas temperaturas, por ello, es fundamental conocer las medidas preventivas específicas que permitan a la población prepararse de manera efectiva.

Información y comunicación

Estar pendiente de la información meteorológica sobre las temperaturas y comunicados correspondientes de las autoridades (protección civil, secretaria de salud, secretaria de educación) que se transmitan por los medios de difusión.

Abrigo adecuado

Vestir con ropa gruesa como chamarras, abrigos, portar bufanda, guantes y calzado

cerrado que evite un contacto directo con las bajas temperaturas.

Refugio térmico

Solicitar información a la unidad de protección civil de su localidad, sobre la ubicación de los albergues temporales, sitios de distribución de material de abrigo y de víveres.

- *Recomendaciones durante las heladas*

De igual forma es fundamental tomar en cuenta las recomendaciones que ayuden a proteger la salud y el bienestar de la población, especialmente de los grupos vulnerables; pues implementar algunas recomendaciones no solo contribuye a la seguridad individual y familiar, sino que también fortalece la capacidad de respuesta ante las bajas temperaturas. (Secretaría de Gobernación, 2018)

- Evitar la exposición al frío extremo, evitar cambios bruscos de temperatura y corrientes de aire.
- Consumir alimentos y complementos con alto contenido de vitamina C y D (frutas y verduras), consumo abundante de líquidos.
- Mantener el calor en el hogar, sellando las puertas y ventanas.
- Colocar trapos debajo de las puertas para evitar corrientes frías.
- Abrir las cortinas durante el día para que entre la luz solar.
- Tapar los vidrios rotos y rendijas con cinta aislante, papel periódico o tablas.
- Colocar un tapete, cartón o petate en el piso de salas o habitaciones.
- Vigilar la temperatura de los cuartos de los integrantes de la familia que entren en la categoría de población vulnerables.
- Atención en la población vulnerable por riesgo de hipotermia, intoxicaciones o problemas a la salud por el clima.
- Evitar intoxicaciones, debido a que, durante las temporadas de heladas aumenta el riesgo de intoxicación por monóxido de carbono por calefactores.
- Asegurarse que los calefactores estén correctamente instalados en áreas ventiladas y tener un monitoreo constante de ellos.

- *Recomendaciones para cuidado de la agricultura*

El municipio debido a su situación geográfica, en épocas de invierno resulta afectado por heladas y olas de frío, que representan uno de los riesgos más importantes que enfrenta la producción agrícola durante esta época, por lo tanto, se describen los cuidados que puede llevar a cabo la población en sus sembradíos, en la temporada de heladas. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022)

- Sembrar cultivos tolerantes. Sembrar cultivos que resistan las heladas, como la zanahoria, la papa o la cebolla.
- Proteger con cubiertas. Cubrir los cultivos con lonas o telas para evitar que el frío los dañe.
- Regar estratégicamente. Regar los cultivos durante la noche, cuando las temperaturas son más bajas, para que el agua se congele y actúe como aislante.
- Mantener el suelo limpio. Limpiar la tierra para que absorba más calor y conserve la temperatura.
- Usar abonos orgánicos. Incorporar abonos orgánicos y verdes al suelo.
- Deslaves por aumento de la precipitación

Los deslaves ocasionados por el aumento de la precipitación representan un riesgo significativo para la zona media del municipio, por lo tanto, la adecuada gestión del riesgo es esenciales para minimizar los impactos negativos en la población. Además, de considerar las medidas preventivas oportunas como la protección de los bosques y la información continua sobre el fenómeno.

- *En caso de emergencia por lluvias intensas*

La prevención y gestión del riesgo ante lluvias intensas implica la necesidad de desarrollar líneas de actuación dirigidas a la aplicación de medidas de planificación ante la eventual ocurrencia de situaciones de emergencia para la población se sugieren las siguientes indicaciones principales para ejecutar. (García, 2024)

- Monitorear el clima y alertas de emergencia. Tener un refugio ubicado con las posibles rutas de llegada.

- Tener un kit de emergencia en caso de evacuación o presencia de un desastre de mayor magnitud.

- *Indicaciones para la población ubicada en zona expuesta a deslaves*

Es crucial que la población ubicada en zonas expuestas a deslaves adopte medidas preventivas para reducir los riesgos y proteger su seguridad, es por ello que se plasman indicaciones que ayudan a mitigar el impacto de estos fenómenos y también promueven la sostenibilidad de los recursos naturales, como los bosques, que juegan un papel esencial en la estabilidad del terreno.

- Proteger las zonas de bosques.
- Evitar la tala de árboles y la quema de estos.
- Mantenerse informado sobre el riesgo de deslave en tu zona.
- Mantente informado sobre el clima.
- Conversa con la familia sobre el diseño de un plan en caso de que ocurra un deslave.
- Planificación familiar sobre cómo actuar en un deslave.

- *Acciones en un deslave o si hay posibilidad de que ocurra*

En situaciones de emergencia por posible deslave, es esencial tener el conocimiento de las acciones específicas de protección para la población, debido a que la efectividad de respuesta ante un deslave depende en gran medida de la preparación que tenga la población civil, pues estas medidas no solo salvan vidas, sino que también permiten a las autoridades brindar una respuesta organizada y eficiente, reduciendo los impactos negativos de este fenómeno.

- Conservar la calma.
- Monitorear el clima.
- Poner en marcha el plan de emergencia familiar.
- Iniciar las actividades de evacuación.
- Este atento a las alertas que emitan las autoridades.
- En caso de evacuación llevar consigo una mochila con los artículos básicos del kit familiar.

- NO llevar pertenencias innecesarias, se perderá tiempo valioso.
- Evitar caminar por la masa de suelo que se pone en movimiento, ya que puede colapsar.

- *Después del deslizamiento o derrumbe*

Después de un deslizamiento de la tierra o derrumbe, la seguridad continúa siendo una prioridad, por lo tanto, se plasman acciones que no solo protegen la integridad de las personas, sino que también facilitan la recuperación de la comunidad afectada.

- Mantenerse alejado de la zona del deslizamiento.
- No volver a la zona hasta que sea seguro.
- Seguir las instrucciones de las autoridades.
- Mantenerse informado.
- Ayuda a quienes necesiten asistencia especial.

- ANEXOS

- Anexo A

Localidades	Localidades	Localidades	Localidades
Agua Escondida	El Comal	La Mata	Rancho Nuevo
Barrio de San Lorenzo	El Lindero	La Perla	Rancho Viejo
Barrio de San Miguel	El Minero	Las Trincheras	San Martín
Barrio los Abeles	El Paso	Los Fresnos	San Miguel Chinela
Chilapa	El Salto	Macuilácatl Chico	San Miguel Pilancón
Chilapilla	Galicia	Macuilácatl Grande	Tejocote
Ciénega	La Chivarra	Magueyes	Tuzantla
Cruz de Chocamán	La Coyotera	Metlac Hernández	Villa Hermosa
Cruz Grande	La Cuchilla	Metlac Solano	Xometla
Cumbre del Español	La Golondrina	Papalotla	Yerbabuena
El Cebadal	La Lagunilla	Potrero Nuevo	Zapote

- Anexo B

Incendios	Deslaves	Heladas
Abatefuego	Arneses	Cadenas
Antorcha de goteo	Botas de seguridad	Cinta adhesiva fuerte
Azadon	Botas impermeables	Extintores de incendios
Bengalas	Camillas	Guantes térmicos
Bombas de agua	Carretillas	Linterna de mano
Botas de seguridad	Casco	Mapas locales
Chaquetón	Collares cervicales	Mascarillas o protectores faciales
Cintas antiderrapante	Cuerdas	Pilas
Cintas delimitadoras	Equipos de corte	Radio portátiles
Conos C, M y G	Gafas de seguridad	Ropa impermeable
Cuerdas	Guantes	Señales luminosas
Guantes	Linternas de mano	
Hachas	Mascarilla o protección	
Limas planas	Mochila/Botiquín primeros auxilios	
Machetes	Mosquetones	
Macleod	Poleas	
Megáfonos	Radios portátiles	
Megáfonos	Ropa de protección	
Mochila/Botiquín primeros auxilios	Rosaderas	
Mochilas aspersora	Silbatos	
Motosierra		
Palas		
Pantalón de protección		
Pulidoras		
Rastrillos		

- Referencias

Arriola, V. (2018). *Más de 8 mil personas afectadas por granizada en la Perla*. Veracruz: Crónica Veracruz.com.

AVC. (2019). Veracruz: XEU.

Bienestar. (2024). *Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social*. México: Secretaría de Bienestar.

Cámara de diputados . (2008). *Plan Nacional de Desarrollo “Grupos Vulnerables”*. Obtenido de https://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Eje_tematico_old_14062011/9_gvulnerables_archivos/G_vulnerables/d_gvulnerables.htm#:~:text=El%20concepto%20de%20vulnerabilidad%20se,a%20mejores%20condiciones%20de%20bienestar.

Castillo, G. (2022). *En la Perla hay localidades vulnerables por probable deslizamiento de tierra*. Orizaba: El Sol de Orizaba.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Diciembre de 2001). *Cenapred*. México: CNPC. Obtenido de <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/122-FASCCULOHELADAS.pdf>

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (19 de Diciembre de 2019). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de Cenapred: [https://www.gob.mx/cenapred/articulos/frio-y-los-efectos-en-la-salud#:~:text=Un%20clima%20fr%C3%ADo%20implica%20para,hipotermia%20\(Engelbert%2C%201997\)](https://www.gob.mx/cenapred/articulos/frio-y-los-efectos-en-la-salud#:~:text=Un%20clima%20fr%C3%ADo%20implica%20para,hipotermia%20(Engelbert%2C%201997)).

Centro Nacional de Prevencion de Desastres. (2021). *INCENDIOS FORESTALES*. Gobierno de Mexico.

Centro Nacional de Prevencion de Desastres. (2021). *INCENDIOS FORESTALES*. Gobierno de Mexico.

CONAFOR. (2020). *Manejo del Fuego*. Mexico.

CONEVAL. (2010). *Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social*. México: SEDESOL.

Consumidor, P. F. (01 de 03 de 2023). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de

www.gob.mx: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/mochila-de-emergencia-siempre-lista?state=published#:~:text=Agua.,m%C3%A9dicos%20y%20servicios%20de%20emergencia.>

COPLADEMUN. (2022). *Plan Municipal de Desarrollo*. La Perla: El Consejo de Planeación para el Desarrollo Municipal.

Cruz Roja Americana. (2009). *redcross.org*. Obtenido de Landslide: https://www.redcross.org/content/dam/redcross/atg/PDF_s/Preparedness___Disaster_Recovery/Disaster_Preparedness/Landslide/Landslide_SPN.pdf

Data México. (2020). *Data México*. Obtenido de La Perla: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/la-perla#economy>

Domínguez, J. (2024). *Incendio forestal devasta 10 hectáreas en La Perla, Veracruz*. Veracruz: XEU.

Figueiras, M. (12 de Junio de 2024). *El sol de Orizaba*. Obtenido de Oem: <https://oem.com.mx/elsoldeorizaba/local/temporada-de-lluvias-2024-siete-comunidades-de-la-perla-veracruz-estan-en-riesgo-13228981>

Garcia, F. (30 de 10 de 2024). *Listo*. Obtenido de ready.gob: <https://www.ready.gov/es/kit-de-herramientas-digitales-de-preparacion-para-la-temporada-de-huracanes>

(2023). *Granizada en la región*. Veracruz: El Rotativo.

Hernandez, C. (2022). *Heladas en las faldas del Pico de Orizaba*. Veracruz: Noticias las breves.

INEGI. (2020). *Censos Población*. Veracruz : Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Ines carmona, F. (10 de Diciembre de 2024). *En alerta, el municipio de La Perla por bajas temperaturas de hasta -3° Celsius*. Obtenido de <https://jornadaveracruz.com.mx/en-alerta-el-municipio-de-la-perla-por-bajas-temperaturas-de-hasta-3-celsius/>

IRG; USAID/OFDA/LAC. (2013). *Curso básico de sistema de comando de incidentes*. Costa Rica: International Resources Group y la Oficina de los Estados Unidos de Asistencia para Desastres en el Extranjero para Latino América y el

Caribe.

La voz de Galicia. (19 de Diciembre de 2001). *La voz de Galicia*. Obtenido de https://www.lavozdegalicia.es/noticia/santiago/santiago/2001/12/19/frio-contribuye-propagacion-fuego/0003_883527.htm

M. en G, I. G., MAriles, D. O., & Jimenez, M. F. (Diciembre de 2001). *Cenapred*. Obtenido de <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/122-FASCCULOHELADAS.pdf>

Mayo Clinic. (29 de Junio de 2023). Obtenido de [https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/carbon-monoxide/symptoms-causes/syc-](https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/carbon-monoxide/symptoms-causes/syc-20370642#:~:text=La%20intoxicaci%C3%B3n%20por%20mon%C3%B3xido%20de%20carbono%20afecta%20sobre%20todo%20el,P%C3%A9rdida%20del%20conocimiento)

20370642#:~:text=La%20intoxicaci%C3%B3n%20por%20mon%C3%B3xido%20de%20carbono%20afecta%20sobre%20todo%20el,P%C3%A9rdida%20del%20conocimiento.

Meteorología . (2023). *Calendario de Temporadas y Fenomenos Metereologicos*. Proteccion civil de Veracruz.

Municipios.mx. (2024). *La Perla* . Obtenido de <http://www.municipios.mx/veracruz/la-perla/>

Perez, M. R. (2007). *La cuadratura del triangulo de fuego*. Lectio. Ediciones .

PueblosAmérica. (s.f.). *Pueblos América*. Obtenido de Municipio de La Perla: <https://mexico.pueblosamerica.com/veracruz-de-ignacio-de-la-llave/la-perla/>

Reyes, J. (15 de 01 de 2018). *Alcalorpolitico*. Obtenido de El poder de la verdad: <https://www.alcalorpolitico.com/informacion/heladas-danian-cultivos-en-region-de-la-perla-registran-hasta-2-grados-253551.html>

Rosas, E. E., Montoya, M. R., Medina, M. S., Roldán, M. J., & Montoya, H. R. (2024). Optimización de la logística humanitaria en su fase de preparación para la atención de las localidades del municipio de La Perla, Veracruz. *Estudios y perspectivas*.

Sánchez, D. V., & Estrada, C. P. (2007). *Desastres Guía de prevencion*. Coyoacán, C.P.04360, México, D.F.: PRINTED IN MEXICO.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (27 de Noviembre de 2022). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de www.gob.mx:

<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/consejos-para-proteger-los-cultivos-de->

las-heladas

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. (s.f.). *Bogotanitos*. Obtenido de [https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiverciudad/los-deslizamientos-o-](https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiverciudad/los-deslizamientos-o-derrumbes#:~:text=El%20deslizamiento%20o%20derrumbe%2C%20es,tipos%20de%20deslizamientos%20o%20derrumbes:&text=Deslizamientos%20lentos:%20Son%20aquellos%20donde)

[derrumbes#:~:text=El%20deslizamiento%20o%20derrumbe%2C%20es,tipos%20de%20deslizamientos%20o%20derrumbes:&text=Deslizamientos%20lentos:%20Son%20aquellos%20donde](https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiverciudad/los-deslizamientos-o-derrumbes#:~:text=El%20deslizamiento%20o%20derrumbe%2C%20es,tipos%20de%20deslizamientos%20o%20derrumbes:&text=Deslizamientos%20lentos:%20Son%20aquellos%20donde)

Secretaría de Gobernación. (14 de Noviembre de 2018). *Gobierno De Mexico*. Obtenido de [www.gob.mx: https://www.gob.mx/segob/articulos/15-recomendaciones-para-enfrentar-las-bajas-temperaturas-cuidate-y-toma-previsiones?idiom=es](https://www.gob.mx/segob/articulos/15-recomendaciones-para-enfrentar-las-bajas-temperaturas-cuidate-y-toma-previsiones?idiom=es)

Secretaría de Gobernación. (14 de Noviembre de 2018). *Gobierno De Mexico*. Obtenido de [www.gob.mx: https://www.gob.mx/segob/articulos/15-recomendaciones-para-enfrentar-las-bajas-temperaturas-cuidate-y-toma-previsiones?idiom=es](https://www.gob.mx/segob/articulos/15-recomendaciones-para-enfrentar-las-bajas-temperaturas-cuidate-y-toma-previsiones?idiom=es)

WeatherSpark. (2023). *Cedar Lake Ventures, Inc*. Obtenido de El clima y el tiempo promedio en todo el año en La Perla: <https://es.weatherspark.com/y/7519/Clima-promedio-en-La-Perla-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

Anexo V Convenio marco de colaboración académica



CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN ACADÉMICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, QUE CELEBRAN POR UNA PARTE, EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA, EN LO SUCESIVO EL "INSTITUTO", REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR LA M.A.E. MARICELA GALLARDO CÓRDOVA, EN SU CARÁCTER DE DIRECTORA, Y POR LA OTRA PARTE, EL H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE LA PERLA, VER, EN LO SUBSECUENTE LA "DEPENDENCIA", REPRESENTADA POR LA LIC. RUTH GARCÍA MEZA EN SU CARÁCTER DE PRESIDENTA MUNICIPAL DEL H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE LA PERLA VER Y A QUIENES ACTUANDO CONJUNTAMENTE, SE LES REFERIRÁ COMO LAS "PARTES", AL TENOR DE LAS DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

DECLARACIONES

I. Del "INSTITUTO" a través de su Directora que:

- I.1. Es un plantel educativo que brinda educación superior, (Es un Centro) adscrito al Tecnológico Nacional de México ("TecNM") de conformidad con el artículo 1º, párrafo segundo, del Decreto que crea el Tecnológico Nacional de México publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de julio de 2014, por el que la Secretaría de Educación Pública ("SEP"), ha venido impartiendo la educación superior y la investigación científica y tecnológica, en lo sucesivo el "DECRETO".
- I.2. En su carácter de (plantel educativo o Centro) adscrito al "TecNM" participa en la prestación, desarrollo, coordinación y orientación de los servicios de educación superior tecnológica, en los niveles de técnico superior universitario, licenciatura y posgrado, en las modalidades escolarizada, no escolarizada a distancia y mixta; así como de educación continua y otras formas de educación que determine el "TecNM", con sujeción a los principios de laicidad, gratuidad y de conformidad con los fines y criterios establecidos en el artículo 3º, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, según lo establecido en el artículo 2º, fracción I del "DECRETO".
- I.3. En cumplimiento al objeto del "TecNM", formar profesionales e investigadores aptos para la aplicación y generación de conocimientos que les proporcionen las habilidades para la solución de problemas, con pensamiento crítico, sentido ético, actitudes emprendedoras, de innovación y capacidad creativa para la incorporación de los avances científicos y tecnológicos que contribuyan al desarrollo nacional y regional, de conformidad con el artículo 2º, fracción II del "DECRETO".

GTV-DEPI/CO-M/01/08-2024



Av. Oriente 9 Núm.852, Colonia Emiliano Zapata. C.P. 94320 Orizaba, Veracruz
Tel. 01 (272) 905360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx | orizaba@tecnm.mx



Página 1 de 18



Anexo VI Convenio específico



CONVENIO ESPECÍFICO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO **"PLAN DE LOGÍSTICA HUMANITARIA EN SU FASE DE PREPARACIÓN ANTE DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS PARA EL MUNICIPIO DE LA PERLA, VERACRUZ MEDIANTE EL PROBLEMA DE LA P-MEDIANA Y SIMULACIÓN"**, QUE CELEBRAN POR UNA PARTE EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/ INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA, QUE EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ "ITO", REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR LA M.A.E. MARICELA GALLARDO CÓRDOVA DIRECTORA, Y POR LA OTRA PARTE, EL H. AYUNTAMIENTO DE LA PERLA, VERACRUZ, QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARÁ "EL MUNICIPIO" REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR LA LIC. RUTH GARCÍA MEZA EN SU CARÁCTER DE PRESIDENTA MUNICIPAL CONFORME A LOS ANTECEDENTES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES:

DECLARACIONES

I. Del "INSTITUTO":

I.1. Que es un plantel educativo, adscrito al Tecnológico Nacional de México, de conformidad con el artículo 1º, párrafo segundo, del Decreto que crea el Tecnológico Nacional de México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de julio de 2014, por el que la Secretaría de Educación Pública ha venido impartiendo la educación superior y la investigación científica y tecnológica, en lo sucesivo el **"DECRETO"**.

I.2. Que en su carácter de plantel educativo adscrito al Tecnológico Nacional de México, participa en la prestación, desarrollo, coordinación y orientación de los servicios de educación superior tecnológica, en los niveles de técnico superior universitario, licenciatura y posgrado, en las modalidades escolarizada, no escolarizada a distancia y mixta; así como de educación continua y otras formas de educación que determine el Tecnológico Nacional de México, con sujeción a los principios de laicidad, gratuidad y de conformidad con los fines y criterios establecidos en el artículo 3º, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, según lo establecido en el artículo 2º, fracción I del **"DECRETO"**.

I.3. Que en cumplimiento del objeto del Tecnológico Nacional de México, forma profesionales e investigadores aptos para la aplicación y generación de conocimientos que les proporcionen las habilidades para la solución de problemas, con pensamiento crítico, sentido ético, actitudes emprendedoras, de innovación y capacidad creativa para la incorporación de los avances científicos y tecnológicos que contribuyan al desarrollo nacional y regional, de conformidad con el artículo 2º, fracción II del **"DECRETO"**.

GTV-DEPI/CO-E/012/08-2024



Av. Oriente 9 Núm. 852, Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94520 Orizaba, Veracruz.
Tel. 01 (272) 1105360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx



Página 1 de 9



Anexo VII Registro Público del Derecho de Autor

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES: CORTÉS ROBLES GUILLERMO
DECTOR ROSAS EVELIN EDITH
DELGADO MACIEL JESUS
ROMERO MONTOYA MAURICIO
SALAZAR MEDINA MARCOS

TÍTULO: LOCALIZACIÓN Y ASIGNACIÓN DE CENTROS DE ACOPIO Y REFUGIOS

RAMA: PROGRAMAS DE COMPUTACION

TITULARES: CORTÉS ROBLES GUILLERMO
DECTOR ROSAS EVELIN EDITH
DELGADO MACIEL JESUS
ROMERO MONTOYA MAURICIO
SALAZAR MEDINA MARCOS

Con fundamento en el artículo 3° de la Ley Federal del Derecho de Autor el presente certificado ampara única y exclusivamente la obra original Programa de Computación.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

El presente certificado se expide con fundamento en el Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, así como de otras leyes para crear la Secretaría de Cultura, publicado el 17 de diciembre de 2015 en el Diario Oficial de la Federación; artículos 26 y 41 Bis, fracción XVIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; artículos 2, 208, 209 fracción III de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículo 69-C de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, de aplicación supletoria de acuerdo con lo establecido por la Ley Federal del Derecho de Autor en su artículo 10; artículo 84 de la Ley General de Mejora Regulatoria; artículos 2, apartado B, fracción IV, 26 y 27 del Reglamento Interior de la Secretaría de Cultura; artículos 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I, 9, 16 y 17 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor; ACUERDO por el que se establecen los Lineamientos para el uso de la Firma Electrónica Avanzada en los actos y actuaciones de los servidores públicos del Instituto Nacional del Derecho de Autor, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de mayo del año dos mil veintiuno; y Acuerdo por el que se establecen las reglas para la presentación, substanciación y resolución de las solicitudes de registro de obras, fonogramas, videogramas y edición de libros en línea ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor, publicado el 8 de diciembre de 2021 en el Diario Oficial de la Federación.

1/2



CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



INDAUTOR
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9, fracción I, de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento.

Número de Registro: 03-2025-032418355600-01

Ciudad de México, a 09 de julio de 2025

LA SUBDIRECTORA DE REGISTRO DE OBRAS Y CONTRATOS

JESSICA IVONNE MARTÍNEZ GUZMÁN



d=uf3O9NkvXe4Zsda6CBSO4k3JNw3ULSFjzdwIYEJ3/Fm1wkVanXVbU9oRnNeMS7zAV4DtsEYvXoqK3TYwo
lIFmtA4KOUn9z0a73oU63Oy82cwXfRORZN9w+McNd8V1ZHLM+SOjNSEPH9S/2ps5BRY/gO7opluVQR5
5fd7RbhpCaTBNkNcxIASBdceYVx3QDkxvMe29ozeOFaRh48hplqJiX0PHUYIzyPWKEWupWL+SjZ0/Q2hr1E
5gaN1+01QC5tJgFTZi+SOVcQmru3zVOyA2DktD2oP6u1ZFyOgy/Fhg0PVTRY6ictOP8W0ume2UGda4LJtg

2/2



CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



INDAUTOR
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR